

PRESCRIZIONI TECNICHE

CODIFICA	REV.	FOGLIO
PT-003-11	1.4	1 di 34

Prescrizioni Tecniche per:

**APPARECCHIO ILLUMINANTE A LED PER
IMBOCCO GALLERIE AUTOSTRADALI**

REV.	DATA	DESCRIZIONE modifica
1.3	25/01/2017	Aggiornamento specifiche per impianto illuminazione gallerie
1.4	21/05/2018	Aggiornamento specifiche per PSG2
2.0	29/05/2018	Modificato/Aggiornato Cap.: 6.3.2;6.3.3;6.4.1;6.4.2;6.6;6.7;6.8;14

Sommario

1	PREMESSA	4
2.1	NORME, DECRETI, DIRETTIVE E LEGGI.....	5
2.2	DECRETI MINISTERIALI.....	5
2.3	DIRETTIVE.....	5
2.4	NORMATIVE.....	5
3	CONDIZIONI AMBIENTALI	7
3.1	CONDIZIONI AMBIENTALI DI INSTALLAZIONE.....	7
3.2	CONDIZIONI AMBIENTALI DI IMMAGAZZINAMENTO.....	8
4	APPARECCHIO ILLUMINANTE	9
4.1	CARATTERISTICHE MECCANICHE.....	9
4.1.1	<i>Particolari costruttivi</i>	9
4.2	CARATTERISTICHE ELETTRICHE.....	12
4.2.1	<i>Potenza elettrica complessiva dell'impianto di illuminazione di imbocco</i>	12
5	REQUISITI DI IMMUNITÀ ALLE SOVRATENSIONI	13
5.1.1	<i>Cavo di alimentazione</i>	13
5.2	SISTEMA DI TELECONTROLLO E REGOLAZIONE DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	13
5.2.1	<i>Descrizione generale</i>	13
5.2.2	<i>Unità concentratore a onde convogliate</i>	14
5.2.3	<i>Modulo periferico a onde convogliate per il monitoraggio e la regolazione del corpo illuminante</i> ...	16
5.2.1	<i>Sistema di regolazione e sonde di luminanza e di illuminamento</i>	18
5.3	SORGENTE LED.....	19
5.3.1	<i>Caratterizzazione del LED</i>	19
5.3.2	<i>Prestazione a fine vita</i>	19
5.3.3	<i>Mortalità infantile</i>	20
5.3.4	<i>Sicurezza fotobiologica</i>	20
6	CARATTERISTICHE ILLUMINOTECNICHE	21
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	21
6.2	RIFERIMENTI LEGALI.....	22
6.3	CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE.....	22
6.3.1	<i>Fattore di manutenzione</i>	22
6.3.2	<i>Coefficiente di riflessione dell'asfalto</i>	22
6.3.3	<i>Fattore di riflessione minimo pareti</i>	22
6.3.4	<i>Fattore di riflessione minimo pareti non imbiancate e della volta</i>	22
6.4	SISTEMA DI ILLUMINAZIONE.....	23
6.4.1	<i>Disposizione degli apparecchi di illuminazione gallerie</i>	23
6.5	LUMINANZA DELLA PAVIMENTAZIONE.....	23
6.6	LUMINANZA DELLE PARETI.....	23
6.7	UNIFORMITÀ DI LUMINANZA.....	23
6.8	LIMITAZIONE DELL'ABBAGLIAMENTO.....	23
7	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO ILLUMINOTECNICO	24
7.1	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI.....	24
8	DATI MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO	24
9	TEMPO MEDIO DI MANIFESTAZIONE DEL GUASTO (MTF) (VALUTARE ELIMINAZIONE)	25
9.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	25
11	MARCATURA/E E CERTIFICAZIONI	26

11.1	MARCATURA CE.....	26
11.2	MARCHIO DI QUALITÀ.....	26
11.3	MARCATURA ENEC.....	26
11.4	MARCATURA DELL' APPARECCHIO ILLUMINANTE.....	27
12	ISTRUZIONI D'USO E MANUTENZIONE	28
13	COLLAUDI.....	29
13.1	COLLAUDO DELLA FORNITURA	29
13.2	COLLAUDO SUL CAMPO.....	29
14	GARANZIE	30

1 PREMESSA

Le presenti prescrizioni, redatte dalla Soc. Autostrade per l'Italia S.p.A (di seguito ASPI) definiscono le caratteristiche tecniche per l'individuazione e la realizzazione di apparecchi illuminanti con sorgente allo stato solido (light emission diode - LED) per illuminazione del tratto di permanente delle gallerie autostradali.

2.1 Norme, Decreti, Direttive e leggi

L' apparecchiatura in oggetto dovrà essere progettata, costruita e collaudata in conformità alle vigenti Direttive Europee, Decreti Ministeriali, Norme e Raccomandazioni tecniche (Europee armonizzate CEI EN, Nazionali CEI, internazionali IEC,).

Inoltre dovrà essere conforme anche alle attuali regolamentazioni previste dalla Legislazione per la prevenzione degli infortuni.

Di seguito sono elencate, le principali Norme, Decreti Ministeriali e Direttive, Linee Guida di riferimento che dovranno essere eventualmente integrate con aggiornamenti, varianti o nuove edizioni.

Si evidenzia comunque che il prodotto dovrà essere conforme a tutte le normative di settore anche se non espressamente citate nel seguente elenco.

2.2 Decreti Ministeriali

DM	DENOMINAZIONE
14 settembre 2005	<i>Norme di illuminazione delle gallerie stradali</i>

2.3 Direttive

DIRETTIVA	DENOMINAZIONE
2014/35/UE	<i>Direttiva bassa tensione</i>
2014/30/UE	<i>Direttiva compatibilità elettromagnetica</i>
2012/19/UE	<i>Direttiva sui rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE)</i>
2011/65/UE	<i>Direttiva regolamentazione metalli pericolosi (RoHs)</i>
2005/32/CE	<i>Direttiva su risparmio energetico (EUP)</i>
2009/125/CE	<i>Direttiva sui prodotti che consumano energia (ERP)</i>

2.4 Normative

NORMATIVA	DENOMINAZIONE
UNI 11095:2011	<i>Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie</i>
UNI 11248:2016	<i>Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche</i>
UNI EN 13032-1:2012	<i>Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione Parte 1: Misurazione e formato di file</i>
UNI EN 13032-4:2015	<i>Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici delle lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 4: Lampade a LED, moduli e apparecchi di</i>

	<i>illuminazione</i>
UNI EN 13201-2:2015	<i>Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali</i>
UNI EN 13201-3:2015	<i>Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni</i>
UNI EN 13201-4:2015	<i>Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche</i>
CEI EN 60529:1997 CEI EN 60529/V1:2000 CEI EN 60529/A2:2014	<i>Gradi di protezione IP degli involucri</i>
CEI EN 60309-1:2000 CEI EN 60309-1/A1:2008 CEI EN 60309-1/A2:2012 CEI EN 60309-2:2000 CEI EN 60309-2/A1:2008 CEI EN 60309-2/A2:2012	<i>Spine e prese per uso industriale</i>
CEI EN 61347-1:2009 CEI EN 61347-1/A1:2011 CEI EN 61347-1/A2:2013	<i>Unità di alimentazione di lampada</i> <i>Prescrizioni generali e di sicurezza</i>
CEI EN 61347-2-13:2015	<i>Unità di alimentazione di lampada.</i> <i>Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli Led</i>
CEI EN 55015:2014 CEI EN 55015/A1:2016	<i>Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radio disturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi</i>
EN 60664-1:2008	<i>Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione</i> <i>Parte 1: Principi, prescrizioni e prove</i>
CEI EN 60825-1:2015	<i>Sicurezza degli apparecchi laser.</i> <i>Classificazione delle apparecchiature e guida per l'utilizzatore</i>
CEI EN 62471:2010 CEI EN 62471-2:2009	<i>Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade</i> <i>Photobiological safety of lamps and lamp systems - Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety</i>
CEI EN 61000-3-2:2015	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC).</i> <i>Parte 3-2: Limiti – Limiti per l'emissione di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16A)</i>
CEI EN 61000-3-3:2014 CEI EN 61000-3-3/EC:2014	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC).</i> <i>Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione</i>
CEI EN 61000-4-2:2011	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC)</i> <i>Parte 4-2: Tecniche di prova e di misura</i> <i>Prove di immunità a scarica elettrostatica</i>
CEI EN 61000-4-3:2007 CEI EN 61000-4-3/A1:2009 CEI EN 61000-4-3/A2:2011	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC)</i> <i>Parte 4-3: Tecniche di prova e di misura - Prova d'immunità ai campi elettromagnetici a radiofrequenza irradiati</i>
CEI EN 61000-4-4:2013	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC)</i> <i>Parte 4-4: Tecniche di prova e di misura - Prova di immunità a transitori/raffiche di impulsi elettrici veloci</i>
CEI EN 61000-4-5:2015	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC)</i> <i>Parte 4-5: Tecniche di prova e di misura - Prova di immunità</i>

	<i>ad impulso</i>
CEI EN 61000-4-6:2014	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-6: Tecniche di prova e di misura Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza</i>
CEI EN 61000-4-11:2006	<i>Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-11: Tecniche di prova e di misura - Prove di immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione</i>
CEI EN 61547	<i>Apparecchiature per illuminazione generale Prescrizioni di immunità EMC</i>
CEI EN 60598-1:2015 CEI EN 60598-1/EC:2015	<i>Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove</i>
CEI EN 60598- 2-3:2003 CEI EN 60598- 2-3/A1:2012 CEI EN 60598- 2-3/EC:2005	<i>Apparecchi d'illuminazione Parte 2: Prescrizioni particolari Sezione 3: Apparecchi per l'illuminazione stradale</i>
CEI EN 60598- 2-5 :1999	<i>Apparecchi d'illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari Sezione 5: Proiettori</i>
CEI EN 60838-2-2:2007 CEI EN 60838-2-2/A1:2012	<i>Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED</i>
CEI EN 62384:2007 CEI EN 62384/A1:2010	<i>Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED - Prescrizioni di prestazione</i>
CEI EN 62031:2009 CEI EN 62031/A1:2015 CEI EN 62031/A2:2015	<i>Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza</i>
CEI EN 61124:2013	<i>Prove di affidabilità – Prove di conformità per tassi di guasti e intensità costanti</i>
MIL Hand Book 217 F2	<i>Electronic Reliability Design Handbook</i>
MIL Hand Book 338 B	<i>Electronic Reliability Design Handbook</i>
UNI UNI EN ISO 9227-2012	<i>Prove di corrosione in atmosfere artificiali - Prove di nebbia salina Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests</i>

3 CONDIZIONI AMBIENTALI

3.1 Condizioni ambientali di installazione

Gli apparecchi illuminanti, dovranno garantire tutte le caratteristiche prestazionali riportate nelle presenti prescrizioni tecniche, in un ambiente di lavoro avente le seguenti caratteristiche:

Denominazione	Caratteristiche
Clima	Continente
Altitudine	< 2000 m. s.l.m.
Ambiente d'installazione	Gallerie autostradali

Temperatura minima all'interno fornice	-10°C
Temperatura max all'interno fornice	+38°C
Umidità relativa interna	60 ÷ 80 %
Principali agenti corrosivi presenti all'interno della galleria	<ul style="list-style-type: none"> • Monossido di Carbonio • Idrossido di Carbonio • Monossido di sodio • Anidrite solforosa • Cloruro di Sodio • Acido nitrico • Acido solforico
Altre condizioni operative	<ul style="list-style-type: none"> • Presenza acqua alcalina, sale antigelo, polvere stradale • Uso di prodotti per pulizia, spazzole rotanti, acqua a pressione (10 atmosfere secondo norma DIN VDE 45009) o vapore per la pulizia della galleria • vibrazioni e sbalzi di pressione dovuti al passaggio di veicoli

Si sottolinea che la lista degli agenti corrosivi, presenti all'interno della galleria, è da intendersi indicativa e non esaustiva.

3.2 Condizioni ambientali di immagazzinamento

- Temperatura di stoccaggio: -30°/+85°C
- Umidità relativa di stoccaggio: 10-95%

4 APPARECCHIO ILLUMINANTE

Questo capitolo descrive le caratteristiche tecniche che devono possedere degli apparecchi illuminanti per l'illuminazione di "imbocco" delle gallerie autostradali.

Gli apparecchi di galleria per l'illuminazione di imbocco dovranno utilizzare sorgente luminosa allo stato solido (lighting emission diode -LED) e dovranno avere le seguenti macro caratteristiche generali:

- Tipo di protezione: classe d'isolamento II;
- Grado di protezione IP65 contro la penetrazione di polvere, corpi solidi e umidità (secondo CEI EN 60598-1 , CEI EN 60598-2-3, CEI EN 60598-2-3-5);

Gli apparecchi dovranno essere composti da un involucro o corpo atto a contenere la sorgente luminosa con la relativa ottica controflusso e dal gruppo di alimentazione e controllo; quest'ultimo dovrà essere incorporato ed integrato internamente all'apparecchio di illuminazione.

Tutto il sistema dovrà essere strutturato in modo da assicurare l'estrema facilità di installazione e manutenzione senza l'ausilio di utensili.

Gli apparecchi e tutti gli accessori, non devono avere parti taglienti o spigoli che possano rappresentare un pericolo durante l'installazione, l'uso normale e la manutenzione.

4.1 Caratteristiche meccaniche

4.1.1 Particolari costruttivi

Componenti metallici in contatto fra loro devono essere fatti con metalli vicini nella serie dei potenziali elettrochimici o separati da idonei materiali isolanti.

Per gli accessori (cerniere, perni, moschettoni e viterie) esterni o comunque soggetti ad usura per operazioni di manutenzione è prescritto l'impiego di acciaio inossidabile del tipo non inferiore ad AISI-316L.

4.1.1.1 Dimensioni meccaniche

Le dimensioni meccaniche max dovranno essere le seguenti (le dimensioni si intendono comprensive di staffa di ancoraggio):

- 450x850x350 (PxLxH) mm

4.1.1.2 Peso (da verificare con la canaletta inserita a progetto)

Il peso max dell'apparecchio illuminante nel suo complesso (apparecchio illuminante + alimentatore + staffe di ancoraggio) dovrà essere:

18 kg

4.1.1.3 Materiale

Il materiale con cui sarà realizzato il corpo dell'apparecchio di illuminazione, dovrà essere non soggetto a corrosione, con soluzioni indifferentemente stampate, pressofuse, estruse, saldate e miste.

In caso di utilizzo di una soluzione che prevede la pressofusione, la lega di alluminio utilizzata dovrà avere un contenuto di rame non superiore allo 0,1% (basso tenore di rame).

Le viti utilizzate per fissare o assemblare parti del corpo dell'apparecchio non devono essere autofilettanti ma dovranno essere inserite in opportuni fori filettati.
Non sono accettati apparecchi illuminanti dotati di tappi, testate, ecc. di materiale plastico.

Il corpo dell'apparecchio dovrà inoltre essere opportunamente dotato di una staffa di acciaio AISI 316L come descritto a paragrafo Staffa di aggancio Sostegno.

4.1.1.4 **Resistenza alla corrosione**

Stante quanto previsto nei paragrafi precedenti, la scelta dei materiali deve garantire la completa protezione contro fenomeni di corrosione, ivi compresi i fenomeni di corrosione elettrochimica.

Eventuali verniciature (obbligatoriamente di classe 0 e atossiche), dovranno essere utilizzate non come protezioni primarie contro la corrosione; devono inoltre essere elastiche, antigraffio, antistrappo e resistenti allo sfregamento così che possano resistere al lavaggio meccanico con spazzole.

La resistenza alla corrosione dei materiali utilizzati deve essere dimostrata con opportune prove effettuate in laboratorio terzo che dimostrino l'idoneità dei materiali utilizzati a tutti gli agenti aggressivi e corrosivi presenti in ambiente galleria autostradale.

4.1.1.5 **Staffe di aggancio/sostegno**

L'apparecchio illuminante dovrà essere dotato di idonea staffa di sostegno in acciaio inossidabile del tipo non inferiore a AISI 316L, di spessore almeno 2 mm, opportunamente sagomata per l'installazione su canaletta mediante appositi sistemi di gancio di chiusura a leva, dello stesso materiale della staffa. L'aggancio della staffa avverrà sulle spalle della canaletta.

La staffa sarà agganciata su canalette di acciaio Inox AISI-304 pertanto dovrà essere garantito con apposita dichiarazione documentale che i due metalli (canaletta e staffa) siano metalli vicini nella serie dei potenziali elettrochimici; in alternativa dovranno essere separati da idonei materiali isolanti.

La staffa di aggancio alla canaletta dovrà essere idonea per canalette che saranno realizzate come da particolare riportato nell'allegato tecnico quale parte integrante delle presenti prescrizioni. La staffa dovrà essere fissata al corpo dell'apparecchio o a mezzo di saldatura (tratti di saldatura di lunghezza non inferiore a 25mm e comunque i tratti di saldatura dovranno coprire almeno il 75% del perimetro della staffa nel punto di contatto con l'apparecchio) o a mezzo di opportune viti (le viti dovranno avere min MA 8).

Il sistema di fissaggio della staffa al corpo dell'apparecchio dovrà:

- resistere meccanicamente alle condizioni di impiego continuo in galleria;
- essere immune alle vibrazioni utilizzando dadi autobloccanti.

La staffa dovrà risultare fissata dall'esterno dell'apparecchio e non dall'interno.

La staffa una volta montata sulla canaletta dovrà garantire la corretta posizione dell'apparecchio per l'ottenimento delle prestazioni fotometriche desiderate, senza dover effettuare ulteriori regolazioni da parte dell'operatore, tale posizione dovrà essere mantenuta in modo stabile nel tempo.

In particolare, la staffa deve essere idonea a garantire:

- orientabilità sul piano "Y" considerando tale asse parallelo al senso di marcia +/- 10° a step 2°;
- dovrà essere indipendente dal tipo di installazione (la staffa dovrà essere unica indipendentemente dal montaggio dx o sx);
- la regolazione della staffa deve essere possibile effettuarla anche in cantiere con semplice attrezzatura meccanica.

4.1.1.5.1 **Caratteristica elettrica staffe di aggancio/sostegno**

La staffa di aggancio/sostegno dell'apparecchio, una volta agganciata alla canaletta di sostegno, dovrà risultare isolata elettricamente. Per isolata si intende che, una volta agganciata alla canaletta di sostegno, tra il corpo dell'apparecchio e la canaletta non ci dovrà essere conducibilità elettrica. L'isolamento dovrà garantire 4kV in tensione applicata e 8kV di tenuta all'impulso.

4.1.1.5.2 **Cordino di sicurezza anticaduta**

L'apparecchio illuminante dovrà essere dotato di un cordino di sicurezza avente le caratteristiche sotto riportate.

Lo scopo del cordino dovrà essere quello di garantire l'impossibilità di caduta dell'apparecchio illuminante nel caso in cui la staffa dovesse sganciarsi dal supporto di ancoraggio cioè dalla canaletta.

Il cordino in acciaio dovrà avere un lato ancorato saldamente all'apparecchio e dall'altro lato dovrà essere dotato di un moschettone in acciaio inox per permettere, dopo averlo passato al disopra della canaletta, di agganciarlo ad una campanella saldamente fissata all'apparecchio illuminante. Di seguito si elencano le caratteristiche meccaniche minime:

- Cordino acciaio inox AISI 316L di diametro min. 2 mmq
- Moschettone acciaio inox AISI 316L con blocco di sicurezza
- Campanella inox AISI 316L

Lunghezza cordino dovrà essere sufficiente a passare al disopra della canaletta una volta installato l'apparecchio.

Si precisa che il cordino di sicurezza dovrà essere anch'esso isolato e non dovrà inficiare l'isolamento richiesto tra il corpo dell'apparecchio e la canaletta, così come specificato al paragrafo precedente.

Si precisa che tutto il sistema di sicurezza anticaduta (cordino più moschettone) dovrà avere, comunque, uno spessore e resilienza sufficiente per sostenere il peso dell'apparecchio in qualsiasi condizione di esercizio si possa verificare. Il cordino e tutti gli accessori di aggancio (come i manicotti di blocco del cordino) dovranno essere tutti di acciaio Inox Aisi 316 e comunque compatibili con l'ambiente di installazione.

Particolare attenzione dovrà essere effettuata nella separazione della coppia galvanica nei punti di collegamento tra apparecchio illuminante e cordino.

4.1.1.6 **Vetro di protezione**

Ai fini manutentivi l'apparecchio dovrà essere facilmente pulibile.

La protezione della sorgente luminosa dovrà essere realizzata per mezzo di vetro temperato, spessore minimo 4 mm, inamovibile, fissato con collante idoneo e con almeno due angolari di sicurezza anticaduta o in alternativa il fissaggio può avvenire mediante reggette o cerniere di sicurezza a tenuta su guarnizioni.

4.1.1.7 **Grado di protezione e resistenza agli urti**

Il corpo illuminante dovrà garantire un grado di protezione IP65 e un livello di resistenza agli urti meccanici IK 08 (secondo CEI EN 62262).

4.2 Caratteristiche elettriche

L'apparecchio illuminante visto nel suo insieme, dovrà avere le seguenti caratteristiche elettriche.

Tensione nominale d'alimentazione	230 Vac \pm 10%
Frequenza	50-60 Hz
Fattore di potenza	> 0,95
Potenza elettrica complessiva dell'apparecchio	(vd. relativo paragrafo)
Classe di isolamento	II (doppio isolamento)
Regolazione del flusso luminoso	0 ÷ 100% controllo analogico 1÷10V o interfaccia digitale DALI

4.2.1 Potenza elettrica complessiva dell'impianto di illuminazione di imbocco

La potenza elettrica complessiva dell'impianto di illuminazione di imbocco non dovrà essere superiore a quella riportata nel progetto allegato alla presente.

5 REQUISITI DI IMMUNITÀ ALLE SOVRATENSIONI

L'apparecchio oltre ad essere conforme alla norma CEI EN 61547: *apparecchiature per l'illuminazione generale – Prescrizioni di immunità EMC* deve superare prove di immunità agli impulsi con livelli superiori a quelli riportati nella norma.

In particolare, si precisa che la prova di immunità agli impulsi, deve essere eseguita in maniera conforme al paragrafo 5.7 della norma CEI EN 61547 applicando una serie di impulsi con forma d'onda 1.2/50 μ s e con i seguenti livelli di prova (aumentati per lo specifico ambiente di installazione):

- 4kV tra conduttore e conduttore;
- 8kV tra conduttore e terra.

Gli impulsi devono essere applicati come segue, cinque impulsi di polarità positiva con un angolo di fase di 90° e cinque impulsi di polarità negativa con un angolo di fase di 270°.

Dato lo specifico ambiente di installazione, si richiede che l'apparecchio illuminante sia immune a guasti o malfunzionamenti per impulsi che abbiano i valori indicati nel presente paragrafo.

5.1.1 Cavo di alimentazione

L'apparecchio illuminante dovrà essere corredato di cavo di alimentazione (di lunghezza min 80 cm), premontato, del tipo FG18OM18/1kV 2x1.5 terminato su spina del tipo IEC309 2P+T 230V 16A- IP67.

La protezione ed il serraggio del cavo passante attraverso il corpo del proiettore dovranno essere assicurati per mezzo di un pressacavo metallico in acciaio inox AISI 316L, a serraggio meccanico, in grado di garantire una classe di protezione non inferiore a IP67.

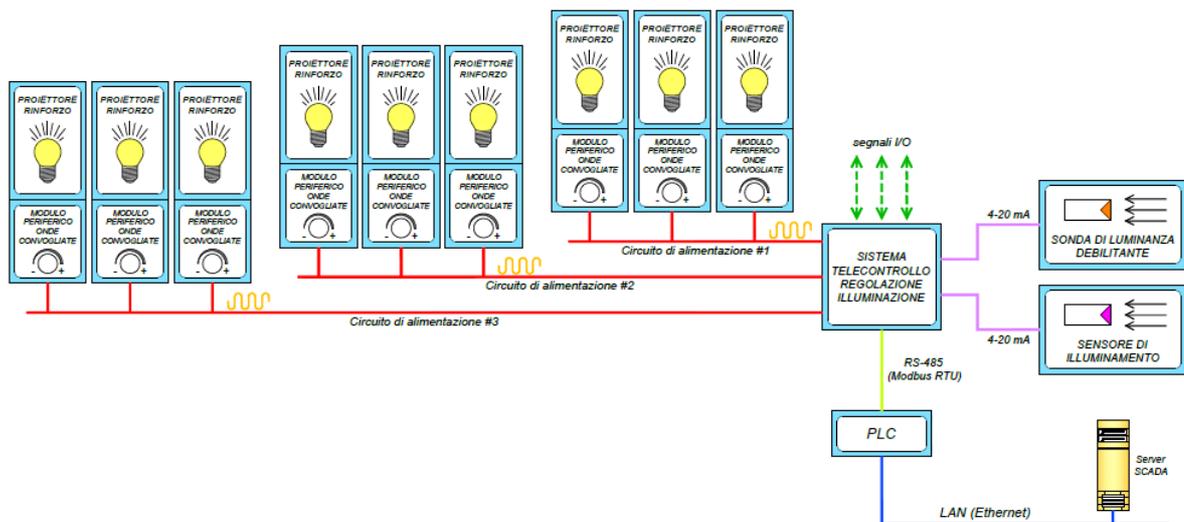
5.2 Sistema di telecontrollo e regolazione dell'impianto di illuminazione

5.2.1 Descrizione generale

La fornitura dei proiettori di rinforzo dovrà comprendere per ciascun fornice di galleria il sistema di telecontrollo ad onde convogliate (PLC Power Line Communication) che dovrà svolgere anche la funzione di regolazione dell'illuminazione artificiale di rinforzo. In particolare, il sistema a onde convogliate dovrà essere composto da una unità centrale, concentratore, e da una serie di moduli periferici ognuno dei quali dovrà essere fornito installato all'interno del proiettore.

Per poter svolgere le funzioni di regolazione dell'intensità luminosa dei corpi illuminanti facenti parte dello stadio di illuminazione di rinforzo, il sistema dovrà essere fornito completo, per ciascun fornice, di una sonda di luminanza debilitante conforme alla norma UNI 11095:2011 e di un sensore per la misura dell'illuminamento interno alla galleria.

Il sistema di telecontrollo e regolazione dovrà essere sviluppato sulla base di un'architettura gerarchica a due livelli, il concentratore (master) ed i moduli periferici per il monitoraggio e la regolazione dei singoli punti luce (slave). I due livelli saranno interconnessi dalle linee elettriche che dal quadro di alimentazione elettrica a servizio dell'impianto di illuminazione collegheranno i corpi illuminanti raggruppati in più circuiti e che saranno utilizzate per la trasmissione dati "in banda", a onde convogliate, svolgendo la funzione di rete di comunicazione.



Schema a blocchi del sistema di telecontrollo e regolazione

Sulla base del valore di luminanza debilitante determinato in ingresso al fornice di galleria, il sistema di regolazione dovrà essere in grado di regolare il flusso luminoso di tutti i corpi illuminanti appartenenti all'impianto di illuminazione di rinforzo in un tempo massimo di 5 minuti.

5.2.2 Unità concentratore a onde convogliate

Il concentratore dovrà essere installato all'interno del quadro elettrico dell'impianto di illuminazione previsto a progetto nella cabina elettrica a servizio della galleria. Dovrà essere realizzata in una soluzione all-in-one o modulare e dovrà assolvere alle seguenti funzioni:

- telecontrollo e telegestione dei proiettori grazie alla comunicazione a onde convogliate con i moduli periferici di monitoraggio e regolazione dei punti luce;
- regolazione dell'intensità luminosa dell'impianto di illuminazione di rinforzo;
- interfaccia elettrica verso le linee di alimentazione dei proiettori;
- interfaccia di comunicazione locale (console);
- interfaccia di comunicazione verso sistemi di supervisione di gerarchia superiore;
- interfaccia di campo mediante segnali ingresso/uscita digitali;
- interfaccia di campo mediante segnali di ingresso analogici per l'acquisizione delle misure eseguite dal sensore di luminanza esterna e dal sensore di illuminamento interno;
- orologio astronomico per funzionalità di interruttore crepuscolare;
- memorizzazione stati, eventi e misure eseguite dai moduli periferici;
- diagnostica di impianto;
- segnalazione locale mediante led ed eventuale display LCD per monitor di sistema;
- ...

Il concentratore dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche.

Alimentazione elettrica	230 Vca \pm 10% (50÷60 Hz) o 12/24 Vcc (nominale) nel caso di alimentazione a bassissima tensione,
-------------------------	---

	la fornitura dovrà comprendere un alimentatore switching industriale dedicato 230Vca-24Vcc
Isolamento elettrico	Classe II
Temperatura di esercizio	-20 ÷ 55 °C
Grado di protezione	IP 20

Interfaccia console	n.1 USB o RS-232
Interfaccia di comunicazione	n.1 RS-485 (protocollo Modbus RTU)
Segnali di ingresso digitali	n.4 per contatti liberi da potenziale
Segnali di uscita digitali	n.4 a relè
Segnali di ingresso analogic	n.2 in corrente 4-20 mA
Segnalazioni locali	spie led per segnalazione: - presenza alimentazione - normale funzionamento o allarme - presenza connessione con moduli periferici - trasmissione dati con moduli periferici - stato relè di uscita - stato segnali di ingresso - stato sensori
Bus locali	se necessari per espansioni

Dati resi disponibili per corpo illuminante	- misure grandezze elettriche eseguite dal modulo periferico (tensione efficace, corrente efficace, fattore di potenza, potenza attiva/reattiva/apparente) - stato (acceso/spento) - efficienza - percentuale di dimmerazione - conteggio ore di vita - temperatura misurata dal modulo periferico
Ulteriori dati disponibili	- misure eseguite dai sensori
Segnalazioni di allarme	- corpo illuminante spento - dimming non funzionante - modulo periferico non comunicante - tensione di alimentazione del corpo illuminante fuori range - corrente assorbita dal corpo illuminante fuori range - alta temperatura del corpo illuminante - fine vita del proiettore ...
Ulteriori segnalazioni	- stato del concentratore - stato dei sensori

Il concentratore dovrà essere in grado di gestire un numero massimo di moduli periferici non inferiore al numero di proiettori a servizio dell'impianto di illuminazione di rinforzo previsto nel progetto illuminotecnico.

La comunicazione tra unità concentratore e moduli periferici dovrà essere bidirezionale ed il concentratore potrà comunicare con il campo in modalità broadcast (uno a tutti) e unicast (uno a uno), oltre che a gruppi (dovrà essere possibile definire una serie di gruppi e riunire all'interno

di ciascun gruppo definito una serie di moduli periferici). Al fine di attuare i comandi o ricevere informazioni dal campo, il concentratore dovrà comunicare al modulo o ai moduli interessati le azioni da eseguire (comunicazione indirizzata) e allo stesso sarà fornito dal campo riscontro dei comandi eseguiti. L'unità concentratore ed i moduli periferici dovranno essere in grado di comunicare tra loro senza la necessità di apparecchiature aggiuntive lungo linea per garantire la copertura delle distanze o altro.

Ai fini diagnostici, l'unità concentratore dovrà contattare con continuità (procedura di polling) i moduli periferici per verificarne la raggiungibilità ed il corretto funzionamento. La frequenza di acquisizione delle misure dal campo dovrà essere impostabile a piacere compatibilmente con i tempi di acquisizione dei dati.

L'unità concentratore dovrà integrare un modem PLC (Power Line Communication) in grado di trasmettere e ricevere i dati attraverso le linee elettriche di alimentazione dei corpi illuminanti e comunicare con i nodi powerline periferici. Dovrà inoltre prevedere un circuito elettronico RTC (Real Time Clock) con funzione di orologio (anno, mese, giorno, ore, minuti e secondi) per avere un preciso riferimento temporale e mantenerlo anche ad unità non alimentata grazie ad una batteria tampone.

Il concentratore dovrà essere equipaggiato e fornito completo di interfaccia elettrica verso le linee di alimentazione dei corpi illuminanti (n.3 circuiti trifase RSTN) comprendente anche i gruppi filtro per isolare la rete telecomandata, lato alimentazione, e ridurre eventuali disturbi che potrebbero pregiudicare il corretto funzionamento del sistema di comunicazione. La fornitura dovrà comprendere gli applicativi software per il telecontrollo e la gestione dell'impianto di illuminazione in grado di consentire la configurazione dei componenti dell'impianto (unità concentratore, sensori, ecc ...), l'impostazione dei parametri di esercizio, la lettura e la visualizzazione dei dati, l'analisi dei dati, il rilievo dell'impianto, la gestione dei componenti singoli e dei gruppi lampade, la gestione degli eventi, l'analisi dei consumi, l'elaborazione statistica e l'analisi dei dati, l'esportazione dei dati, la stampa di anagrafiche, impostazioni, misure, eventi, ecc ..

La comunicazione a onde convogliate impiegata dal sistema per la comunicazione tra unità master e moduli slave dovrà garantire il rispetto e la conformità alle norme vigenti applicabili tra cui EN 50065.

L'unità concentratore dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- EN 50065-1
- EN 55015
- EN 61000-3-2/3
- EN 61000-4-2/3/4/5/6

5.2.3 Modulo periferico a onde convogliate per il monitoraggio e la regolazione del corpo illuminante

Il modulo periferico dovrà essere presente all'interno del corpo illuminante, dovrà condividere con il proiettore l'alimentazione elettrica e dovrà essere cablato al circuito di dimmer analogico (1-10V) o all'interfaccia digitale DALI per consentire la variazione dell'intensità luminosa. Dovrà

assolvere alle seguenti funzioni:

- controllo del funzionamento del proiettore;
- dimmerazione dell'intensità luminosa emessa dal corpo illuminante;
- misura delle grandezze elettriche energetiche;
- misura della temperatura del corpo illuminante;
- interfaccia elettrica verso la linea di alimentazione elettrica del proiettore;
- comunicazione a onde convogliate con l'unità concentratore;
- memorizzazione stati, eventi e misure eseguite;
- ...

Il modulo dovrà soddisfare le seguenti caratteristiche.

Alimentazione elettrica	230 Vca \pm 10% (50÷60 Hz)
Isolamento elettrico	Classe II
Temperatura di esercizio	-20 ÷ 60 °C
Grado di protezione	IP 00 (open frame) o IP20

Interfaccia dimmer	analogica 1-10V o digitale DALI
--------------------	---------------------------------

Misure eseguite	<ul style="list-style-type: none"> - grandezze elettriche energetiche (tensione efficace, corrente efficace, fattore di potenza, potenza attiva/reattiva/apparente) - temperatura interna del corpo illuminante - conteggio ore di vita del corpo illuminante
Segnalazioni di allarme	<ul style="list-style-type: none"> - corpo illuminante spento - dimming non funzionante - tensione di alimentazione del corpo illuminante fuori range - corrente assorbita dal corpo illuminante fuori range - alta temperatura del corpo illuminante - fine vita del proiettore ...

Il modulo dovrà integrare un circuito elettronico con funzionalità di monitoraggio energetico (energy meter) per eseguire direttamente misure di grandezze elettriche sulla linea di alimentazione del proiettore ed un sensore di temperatura per misurare la temperatura all'interno del corpo illuminante. Dovrà essere equipaggiato con un idoneo filtro di rete di ingresso e di protezioni contro le sovratensioni.

Dovrà essere gestito e controllato dall'unità concentratore con la quale dovrà essere in grado di comunicare bidirezionalmente e dovrà avere un identificativo univoco rispetto agli altri moduli in impianto in modo da poter garantire comunicazioni indirizzate con il concentratore. Il modulo dovrà comunicare, su richiesta, le misure eseguite e segnalare lo stato del corpo illuminante, dovrà attuare i comandi richiesti dal concentratore (dimmerazione dell'intensità luminosa 0-100%) e fornire un riscontro sull'avvenuta attuazione degli stessi e nel caso di mancata comunicazione con l'unità concentratore dovrà forzare il dimmer del proiettore al 100% (funzionamento in emergenza) che tornerà a modulare al ripristino della comunicazione.

Il modulo dovrà elaborare le misure acquisite in tempo reale per dedurre le condizioni di

esercizio e funzionamento del corpo illuminante (bassa potenza, fine vita, ecc ...) da segnalare all'unità concentratore.

La comunicazione a onde convogliate impiegata dal sistema per la comunicazione tra unità master e moduli slave dovrà garantire il rispetto e la conformità alle norme vigenti applicabili tra cui EN 50065.

Il modulo periferico concentratore dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- EN 50065-1
- EN 55015
- EN 61000-3-2/3
- EN 61000-4-2/3/4/5/6

5.2.1 Sistema di regolazione e sonde di luminanza e di illuminamento

L'unità concentratore oltre ad occuparsi del controllo e della diagnostica (telegestione) dei singoli proiettori mediante comunicazione in tempo reale a onde convogliate tra il quadro di alimentazione elettrica e comando ed i nodi periferici integrati all'interno dei corpi illuminanti, dovrà provvedere alla regolazione dell'impianto di illuminazione di rinforzo attuando in tempo reale, per mezzo dei nodi periferici, i comandi di variazione dell'intensità luminosa dei proiettori in base alla curva di luminanza di progetto e proporzionalmente al valore effettivo di luminanza debilitante misurata alla distanza di arresto dal fornice di ingresso alla galleria.

L'unità dovrà essere appositamente progettata o sviluppata per l'impiego nelle gallerie stradali per consentire di gestire, in accordo alla norma UNI 11095:2011, l'illuminazione nella zona di entrata e di transizione. Dovrà essere in grado di gestire autonomamente la regolazione dei circuiti di rinforzo dell'imbocco della galleria acquisendo e gestendo direttamente almeno due sensori che saranno parte integrante della fornitura: una sonda di luminanza, da posizionare all'esterno della galleria, in grado di effettuare tutte le misurazioni necessarie per la determinazione della luminanza debilitante L_v , in accordo alla norma UNI 11095:2011, ed un sensore di misura dell'illuminamento, da posizionare all'interno della galleria a circa 20m dall'imbocco, capace di determinare il livello di illuminamento presente nella zona dell'imbocco soggetta alla regolazione per ottenere un riscontro (feedback) delle attuazioni eseguite in base al valore di luminanza misurata all'ingresso. L'unità dovrà acquisire e gestire i due sensori elaborando i valori misurati e controllando il rapporto di misure tra interno ed esterno, dovrà verificare l'influenza del decadimento del flusso luminoso con l'invecchiamento delle sorgenti luminose e lo stato di pulizia dei proiettori, dovrà controllare lo scostamento dell'illuminamento interno misurato rispetto a quello atteso, in funzione della percentuale di dimmerazione dei proiettori, tramite l'applicazione di un algoritmo di controllo, implementato internamente, che nel caso di eccessivo scostamento potrà escludere, temporaneamente, dall'algoritmo di regolazione le letture della sonda interna. Il concentratore dovrà consentire di impostare la velocità di risposta del sistema in modo da evitare che variazioni repentine delle condizioni di luce all'esterno condizionino le regolazioni attuate.

Il concentratore si occuperà inoltre del controllo del corretto funzionamento dei sensori, della messa a disposizione in tempo reale delle misure acquisite dagli stessi, della segnalazione dello stato di funzionamento e degli allarmi (sensori non funzionanti, moduli non funzionanti,

ecc ...) e nel caso di mancato funzionamento della sonda esterna dovrà forzare il comando di accensione e spegnimento dei proiettori di rinforzo e la percentuale di dimmerazione in base a cicli orari liberamente impostabili e alla funzionalità integrata di interruttore crepuscolare astronomico per il calcolo automatico degli orari di accensione e spegnimento dei circuiti a partire dai dati di latitudine e longitudine del sito di installazione, con la possibilità di correggere gli orari impostando intervalli di tempo per ritardare o anticipare gli istanti di accensione e spegnimento.

I sensori dovranno essere alimentati dall'unità concentratore e dovranno essere in grado di convertire le grandezze fotometriche rilevate e misurate in segnale in corrente 4-20mA. Il sensore di luminanza debilitante dovrà essere certificato da un laboratorio metrologico o istituto fotometrico che attesti con rapporto di prova, che dovrà accompagnare la fornitura, che lo strumento esegue la misura di luminanza secondo quanto descritto dalla norma UNI 11095:2011. I sensori dovranno essere forniti completi di custodia idonea per installazione in esterno in grado di garantire una classe di protezione non inferiore a IP66 e del supporto a parete e dell'adattatore da palo con snodo; considerato che saranno installati su pali, paline o staffe in acciaio inox o in acciaio con trattamento di zincatura a caldo, i sensori dovranno essere forniti completi degli elementi isolanti di separazione al fine di evitare fenomeni di corrosione galvanica tra il sostegno e gli elementi di fissaggio di fornitura. La custodia dovrà essere dotata di riscaldatore e termostato.

La sonda per la determinazione della luminanza debilitante dovrà essere realizzata con un elemento fotosensibile e dotata di ottica con fuoco fisso. Dovrà garantire un campo di sensibilità tra 0 e 20000cd/m² e dovrà consentire la centratura del campo visuale con il centro dell'area di misura. Il sensore dovrà determinare la luminanza debilitante secondo le prescrizioni della norma UNI 10095:2011.

La sonda per la determinazione dell'illuminamento interno dovrà essere realizzata con un elemento fotosensibile in grado di rilevare l'illuminamento presente nella zona di imbocco e dotato di ottica regolabile per consentire di definire in sito l'area in cui effettuare il rilevamento. Dovrà garantire un campo di misura tra 0 e 20000lux.

5.3 Sorgente led

Il presente paragrafo riporta le caratteristiche tecniche che deve avere la sorgente luminosa a led.

5.3.1 Caratterizzazione del LED

La luce emessa dal led deve avere un indice di resa dei colori CRI ≥ 70 , e temperatura di colore compresa tra 5700 K e 6500 K.

5.3.2 Prestazione a fine vita

Al fine di verificare che l'apparecchio fornisca l'80% del flusso nominale emesso a 90.000 ore, il fornitore dovrà rendere disponibile tutta la documentazione necessaria per permettere l'esecuzione delle verifiche secondo la norma IES LM80-2008 con coefficiente di probabilità B10 (ciò significa che almeno l'80% del flusso luminoso iniziale dell'apparecchio dovrà essere mantenuto per il periodo suddetto alla massima temperatura ambiente di funzionamento

indicata in specifica). Il coefficiente di probabilità B10 indica che almeno il 90% degli apparecchi in un dato impianto rispetteranno il livello di mantenimento del flusso specificato.

5.3.3 **Mortalità infantile**

La mortalità infantile dovrà essere eliminata con procedura di Burn In (tale procedura prevede che i componenti siano fatti funzionare a fine linea di produzione per il tempo necessario ad individuare la mortalità infantile). Le caratteristiche dei componenti devono essere garantite omogenee all'interno di ciascun lotto di fornitura.

5.3.4 **Sicurezza fotobiologica**

Essendo il led una sorgente di luce puntiforme, l'ottica dell'apparecchio illuminante dovrà essere certificata, da opportuno Ente Terzo, relativamente alla sicurezza fotobiologica in base alle norme:

- *CEI EN 60825-1 ed. 2003 Sicurezza degli apparecchi laser. Classificazione delle apparecchiature e guida per l'utilizzatore;*
- *CEI EN 62471 ed. 2009 Sicurezza fotobiologica delle lampade e sistemi di lampade.*

6 CARATTERISTICHE ILLUMINOTECNICHE

In allegato alla presente specifica sono riportate le curve di progetto e le tabelle (che costituiscono riferimento per i progetti) delle luminanze degli imbocchi delle rispettive gallerie.

Il calcolo è corredato dalla curva teorica di luminanza interna della zona di imbocco e transizione che rappresenta il limite inferiore delle prestazioni che deve erogare l'impianto a pieno regime.

Il fornitore dovrà fornire una propria soluzione illuminotecnica che produca una curva non inferiore a quella riportata nell'Allegato e non maggiore di 1,5 volte il valore della luminanza previsto in ogni punto. Il progettista deve mantenere le luminanze quanto più vicino possibile alle prescrizioni dell'Allegato, che comprendono già le incertezze del progetto.

La suddetta soluzione deve essere calcolata sulla base degli architettonici riportati in allegato alla presente specifica dove sono univocamente riportati i parametri dimensionali dell'infrastruttura di sostegno dell'impianto di imbocco.

Il fornitore deve fornire, entro i termini dall'aggiudicazione provvisoria riportati nella lettera d'invito, la propria soluzione adottando la configurazione "controflusso" indicando:

la curva di luminanza ricavata con i propri apparecchi. La curva dovrà essere

1. diagrammata e tabulata, riportando i risultati anche nelle coordinate corrispondenti a quelle indicate nelle tabelle agli allegati A, B e C;
2. il reticolo a terra delle luminanze secondo i diversi osservatori;
3. il reticolo degli illuminamenti;
4. il numero, le potenze ed il relativo posizionamento dei corpi illuminanti da imbocco espresso mediante coordinate cartesiane.
5. i valori dell'uniformità trasversale in almeno 5 sezioni egualmente distribuite nella zona di rinforzo. L'uniformità trasversale U_t è il rapporto fra la luminanza minima e quella media trasversale nella stessa sezione di una data superficie di calcolo.
6. i valori dell'incremento di soglia TI;

Si precisa che le caratteristiche geometriche di galleria e di installazione di seguito riportate racchiudono tutte le tipologie di gallerie di interesse per ASPI.

Il fine del calcolo, ovviamente, è dimostrare che la ripartizione/ripartizioni dell'intensità luminosa del proprio apparecchio è/sono idonea/e e quindi che l'apparecchio di illuminazione installato come di seguito specificato riesce a soddisfare la normativa di riferimento per l'illuminazione di gallerie autostradali.

Si precisa che la fotometrica dell'apparecchio utilizzato per il calcolo deve essere rilevata ponendo l'apparecchio stesso nelle modalità di funzionamento riportate all'interno delle prescrizioni tecniche stesse.

Il rilievo fotometrico dell'apparecchio in candele (file eulumdat) dovrà essere eseguito in un laboratorio accreditato e fornito ad ASPI, contestualmente al calcolo.

6.1 Normativa di riferimento

Il progetto dovrà rispettare le seguenti disposizioni legali e normative.

1. DM 14 settembre 2005 - Adozione della norma UNI 11095 per la progettazione e la realizzazione degli impianti di illuminazione nelle gallerie stradali.
2. Norma UNI 11095 "Illuminazione delle gallerie stradali".
3. Norma UNI 11248 "Illuminazione stradale".
4. Norma UNI EN 13201-2 "illuminazione stradale".

6.2 Riferimenti legali

La luminanza stradale minima di una galleria è determinata in base al DM "Norme di illuminazione delle gallerie stradali" adottato dal Ministro delle infrastrutture e trasporti il 14 settembre 2005 (G.U. del 20/12/ 2005), che all'art. 1 recita:

1. *Il presente decreto sostituisce il decreto ministeriale 5 giugno 2001, limitatamente agli aspetti illuminotecnici. L'illuminazione delle gallerie stradali ed autostradali, con traffico totalmente o parzialmente motorizzato, esistenti e di nuova realizzazione, deve essere progettata e verificata secondo le indicazioni contenute nella norma UNI 11095/2003¹ e secondo quanto previsto nel presente decreto.*
2. *Il progettista in accordo con la committente può utilizzare modelli e/o sistemi di calcolo diversi purché vengano rispettati e documentati, con assunzione di responsabilità, i livelli di sicurezza e di prestazioni attesi fissati dalla norma.*

6.3 Caratteristiche fotometriche

6.3.1 Fattore di manutenzione

Se non diversamente specificato in tutti i calcoli deve essere considerato un fattore di manutenzione non maggiore di:

0,80

6.3.2 Coefficiente di riflessione dell'asfalto

Le caratteristiche fotometriche degli asfalti se non diversamente specificato dovranno essere quelli riportati nella norma UNI 11095 ($Q_0 = 0,056$).

6.3.3 Fattore di riflessione minimo pareti

Se non diversamente specificato il fattore di riflessione delle pareti dovrà essere quello riportato nella norma UNI 11095 (fattore di riflessione = 0,40).

6.3.4 Fattore di riflessione minimo pareti non imbiancate e della volta

Le pareti si considerano non imbiancate da un'altezza dalla carreggiata superiore ai 4 m e il loro fattore di riflessione, insieme a quello della volta, deve essere considerato di:

0

¹ Nelle presenti prescrizioni tecniche è da intendersi UNI 11095/2011

6.4 Sistema di illuminazione

6.4.1 Disposizione degli apparecchi di illuminazione gallerie

Si veda relativo allegato tecnico quale parte integrante delle presenti prescrizioni.

6.5 Luminanza della pavimentazione

In accordo con gli standard aziendali e l'analisi del rischio, il valore minimo di luminanza media mantenuta sulla pavimentazione dell'impianto di permanente è $1,5 \text{ cd/m}^2$ in condizioni diurne e notturne. Il progetto dell'impianto di imbocco deve pertanto tenere conto della sovrapposizione con la luminanza stradale già prodotta dal sistema di illuminazione permanente pari a $1,5 \text{ cd/m}^2$ effettivi.

6.6 Luminanza delle pareti

Il valore minimo di luminanza media calcolato sulle pareti deve essere garantito per un'altezza pari a 2 m sopra la carreggiata e non deve essere minore del 60% della luminanza media della carreggiata, come prescritto dalla norma UNI 11095.

6.7 Uniformità di luminanza

Dovranno essere garantiti i parametri di uniformità come riportati nella norma UNI 11095.

6.8 Limitazione dell'abbagliamento

Sia in condizioni di funzionamento in modalità diurna che notturna l'incremento percentuale di soglia TI non deve superare il valore riportato nella norma UNI 11095.

7 PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO ILLUMINOTECNICO

I calcoli atti a valutare se le prestazioni dell'apparecchio illuminante, installato nelle gallerie tipo con le condizioni geometriche riportate, siano conformi alla norma UNI 11095, riguardano la zona di imbocco della galleria.

I livelli di illuminamento, luminanza, uniformità trasversale e limitazione dell'abbagliamento devono essere effettuati secondo quanto riportato nelle presenti prescrizioni tecniche e nell'appendice "C" della norma UNI 11095, per tutti i livelli previsti (diurno e notturno).

Si precisa che i calcoli devono essere forniti considerando sia le prestazioni nominali dell'apparecchio di illuminazione sia, nei limiti di tolleranza di fabbricazione e di funzionamento degli apparecchi di illuminazione stabiliti dal costruttore, le condizioni prestazionali più critiche.

7.1 Presentazione dei risultati

Si richiede che il calcolo illuminotecnico sia presentato riportando, come primo foglio per ciascuna galleria:

- 1) la curva di luminanza ricavata con i propri apparecchi, su diagramma;
- 2) la curva di luminanza ricavata con i propri apparecchi, in tabella. Le coordinate riportate dovranno essere quelle indicate nelle tabelle allegate alla specifica, relative alle sedi di impianto.

8 DATI MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO

I dati riportati in tabella, indicano i parametri che dovranno essere utilizzati per il calcolo della vita dell'apparecchio illuminante per calcolare l'MTTF e le restanti caratteristiche tecniche prestazionali richieste ai relativi capitoli/paragrafi.

Temperatura ambientale di funzionamento	22 °C
Ore giornaliere in modalità di funzionamento diurno (potenza nominale)	12 ore/giorno
Ore giornaliere in modalità di funzionamento notturno (spento)	12 ore/giorno

9 TEMPO MEDIO DI MANIFESTAZIONE DEL GUASTO (MTTF) (VALUTARE ELIMINAZIONE)

MTTF (Mean Time To Failure) è il tempo medio di guasto o tempo atteso di operatività di un sistema prima del manifestarsi del primo guasto: **valore atteso del tempo medio di manifestazione del guasto al netto della mortalità infantile.**

L'apparecchio illuminante visto nel suo complesso (sistema LED + alimentatore + elettronica di pilotaggio/comunicazione) dovrà avere un MTTF ≥ 90.000 ore nelle condizioni operative specificate nelle presenti prescrizioni tecniche. Il fornitore dovrà fornire, oltre al calcolo, idonea documentazione che permetta di verificare l'MTTF richiesto.

9.1 Normativa di riferimento

La valutazione dell'MTTF dovrà essere eseguita secondo quanto indicato nelle norme:

- CEI EN 61124 Prove di affidabilità – Prove di conformità per tassi di guasti e intensità costanti.
- MIL Hand Book 217 F2 Electronic Reliability Design Handbook
- MIL Hand Book 338 B Electronic Reliability Design Handbook

11 MARCATURA/E E CERTIFICAZIONI

Ogni apparecchiatura (apparecchio illuminante + alimentatore + elettronica di controllo e comando) dovrà riportare le marcature indicate al presente capitolo.

Gli apparecchi (apparecchio illuminante + alimentatore+ elettronica di controllo e comando) dovranno essere conformi all'ultima edizione applicabile delle norme europee di prodotto indicate al capitolo "Norme, Decreti, Direttive e Leggi".

11.1 Marcatura CE

La marcatura CE dovrà essere effettuata in base:

Bassa tensione

- Direttiva bassa tensione 2006/95/CE
- CEI EN 60598-1
- CEI EN 60598-2-3
- CEI EN 60598-2-5
- CEI EN 60825-1
- CEI EN 62471

Compatibilità elettromagnetica

- Direttiva compatibilità elettromagnetica 2004/30/UE
- CEI EN 55015
- CEI EN 61000-3-2
- CEI EN 61000-3-3
- CEI EN 61000-4-2
- CEI EN 61000-4-3
- CEI EN 61000-4-4
- CEI EN 61000-4-5
- CEI EN 61000-4-6
- CEI EN 61000-4-11
- CEI EN 61547
- CEI EN 50065-1

11.2 Marchio di qualità

Tutti i componenti elettrici da impiegare nella costruzione degli apparecchi devono essere muniti di marchio IMQ o d'altro marchio di qualità alle norme di uno dei Paesi della Comunità Economica Europea.

11.3 Marcatura ENEC

Il prodotto deve essere marchiato ENEC al fine di garantire che:

- Il prodotto è conforme ai requisiti europei applicabili per la verifica della sicurezza e delle prestazioni;
- il produttore applica un sistema di qualità secondo le norme ISO 9000;
- i prodotti finiti vengono ritestati ogni anno;
- il produttore adotta un controllo di produzione verificato periodicamente attraverso, ad esempio, ispezioni aziendali;

11.4 Marcatura dell'apparecchio illuminante

Per chiarezza, si precisa che su ciascun apparecchio devono essere riportate le seguenti indicazioni minime:

DEFINIZIONE	VALORE
Nome o sigla del produttore ed il suo indirizzo	XXXXX.....
Identificazione del modello	XXXXX.....
Tensione nominale	230 Vac ~
Frequenza nominale	50Hz
Potenza nominaleW
Tipo di sorgente luminosa	Led classe 1
Classe di isolamento	
Grado di protezione	IP65
Montaggio diretto su superfici normalmente infiammabili	
Anno di costruzione	XXXX
Marcatura CE	
Marchio europeo ENEC

La dimensione della marcatura relativamente all'indicazione del modello, dovrà essere $2,5 \leq 5\text{mm}$.

12 ISTRUZIONI D'USO E MANUTENZIONE

È necessario che tutte le informazioni utili a garantire l'installazione, l'uso e la manutenzione corretti siano riportate nelle istruzioni fornite dal costruttore a corredo di ogni apparecchio illuminante e comunque dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- Massima temperatura a cui sono sottoposti i cavi di alimentazione (non inferiore a 90°C)
- Posizione di funzionamento (qualsiasi)
- Massa dell'apparecchio illuminante
- Dimensioni di ingombro
- Schema di collegamento elettrico all'impianto
- Protocollo di comunicazione dati.

13 COLLAUDI

13.1 Collaudo della fornitura

Il collaudo sarà effettuato con metodi statistici per il controllo della qualità utilizzando un piano di campionamento secondo quanto riportato nella norma:

- ISO 2859-1 Sampling Procedures for Inspection by attributes – part. 1: sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection

La norma citata sostituisce la UNI 4842-45 che è stata ritirata.

Le prove sul/sui pezzo/i campionato/i potranno essere eseguite da Ente Terzo il quale provvederà ad effettuare tutte quelle prove necessarie per verificare la rispondenza alle presenti Prescrizioni Tecniche.

Sarà facoltà di ASPI rifiutare in tutto o in parte o diversamente quantificare il danno indotto, da lotti di fornitura non rispondenti alle prove suddette. Questo vale anche per i lotti parzialmente in opera.

13.2 Collaudo sul campo

Previa verifica dei dati di installazione (altezza, interasse, allineamento, tensione di alimentazione), ASPI eseguirà verifiche sulle prestazioni illuminotecniche richieste dalla norma UNI 11095 e dalle presenti prescrizioni tecniche.

ASPI richiede che, nel caso di galleria corrispondente alle specifiche fotometriche e geometriche fornite, l'impianto risulti a norma, ossia soddisfi i requisiti elencati in termini di luminanza media e uniformità di luminanza, di temperatura di colore prossimale e di indice di resa dei colori, per qualsiasi tolleranza di produzione dell'apparecchio di illuminazione fornito e per qualsiasi condizione operativa (campo di tensione di alimentazione, temperatura e umidità relativa) specificata.

14 GARANZIE

La fornitura dovrà essere accompagnata da specifica garanzia della casa Costruttrice circa l'assistenza e la reperibilità commerciale delle parti di ricambio per almeno 10 anni dopo il collaudo definitivo.

Inoltre, ciascun apparecchio illuminante completo di alimentatore, sistema di telegestione/regolazione/commutazione e quant'altro necessario per il suo corretto funzionamento e per la rispondenza alle presenti prescrizioni, dovrà essere coperto da idonea garanzia, contro eventuali guasti o difetti. Nel dettaglio:

- Garanzia di 5 anni. Si considera apparecchio difettoso o guasto quando si verifichi, entro i 5 anni, almeno uno dei seguenti casi:
 - il numero dei led spenti supera le 2 unità
 - Il flusso luminoso totale emesso è minore del 90% rispetto al totale emesso a nuovo
 - Non sono rispettati i parametri illuminotecnici previsti dalla norma nel contesto descritto nel presente documento
 - qualsiasi altra non conformità rispetto alle presenti specifiche
- Garanzia di 10 anni a copertura difetti di verniciatura o difetti meccanici.

In caso in cui Aspi riscontrasse un guasto o difetto di cui sopra su uno o più apparecchi illuminanti, sarà cura della ditta fornitrice garantire entro 48 ore (a partire dalla segnalazione fatta da Aspi) la fornitura di un numero uguale di apparecchi illuminanti nuovi (aventi stesse caratteristiche tecnico funzionali) presso i magazzini della rispettiva Direzione di Tronco.