

S T U D I O
ARDIZZONE DIEGO
ELETTROTECNICO
CERTIFICATO ISO 9001:2000

Via Gennaro Sora n. 10 - 24020 Fiorano al Serio (BG)
Tel. 035711020 - Fax 035738703 - Partita IVA 02138300161
www.studioardizzone.it - info@studioardizzone.it



Comune di Castione della Presolana

PROVINCIA DI BERGAMO

PIAZZA ROMA, 3
24020 CASTIONE DELLA PRESOLANA (BG)

INTERVENTO:

LAVORI DI EFFICIENTAMENTO IMPIANTO ILLUMINAZIONE
PUBBLICA 2023 VIE AGRO RISORGIMENTO (LEGGE
160/2019) CUP: C54H23000190006

PROGETTO ESECUTIVO



FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NextGenerationEU
CUP: C54H23000190006 - CIG: 99832137FB

RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA



IL PROGETTISTA
(ARDIZZONE PER. IND. DIEGO)

CAP. 0	OGGETTO DEL PROGETTO.....	2
CAP. 1	REQUISITI DI RISPONDEZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....	4
CAP. 2	DATI DI PROGETTO, CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE DI STUDIO ED ESCLUSIONI	9
CAP. 3	CRITERI PROGETTUALI E PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	11
3.1	REQUISITI PREVISTI PER IL RISPETTO DEL PIANO D'AZIONE PER LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE (PAN GPP) E CAM 2017	11
3.2	PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LA LIMITAZIONE DELLA DISPERSIONE DI LUCE VERSO L'ALTO.....	15
3.3	DISTANZIAMENTI DAI LIMITI DELLA CARREGGIATA	16
3.4	PRESCRIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA E MISURE DI PROTEZIONE	17
CAP. 4	ANALISI DELLE ZONE DI STUDIO	19
4.1	METODOLOGIA ADOTTATA E RIFERIMENTI NORMATIVI	19
4.2	DEFINIZIONE DELLE ZONE DI STUDIO.....	24
CAP. 5	ANALISI DELL'IMPIANTO ESISTENTE	25
CAP. 6	ANALISI DELLE SOLUZIONI ALTERNATIVE.....	25
6.1	OPZIONE ZERO	27
6.2	CORPI ILLUMINANTI ESISTENTI: RECUPERO O SOSTITUZIONE	27
6.3	TIPOLOGIA NUOVI CORPI ILLUMINANTI: SORGENTE AL SODIO O SORGENTE A LED	28
6.4	TOTAL COST OWNERSHIP (TCO) E ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE ALL'UTILIZZO DI SORGENTI LED	28
CAP. 7	PROGETTO DELLA SOLUZIONE ADOTTATA.....	32
7.1	ELENCO PUNTUALE DELLA SOLUZIONE ADOTTATA.....	32
7.2	FATTIBILITÀ DELL'INTERVENTO	32
7.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE	32
7.4	VALUTAZIONE DEL FATTORE DI MANUTENZIONE.....	34
CAP. 8	ANALISI ENERGETICA	36
8.1	ANALISI ENERGETICA	36
8.2	RIEPILOGO DEI DATI CARATTERISTICI DEL NUOVO IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	36
CAP. 9	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	37
CAP. 10	CONSEGNA DOCUMENTAZIONE FINALE, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI	37
CAP. 11	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO.....	41
CAP. 12	CRONOPROGRAMMA	42
CAP. 13	ELENCO ELABORATI DI PROGETTO.....	42

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 0 OGGETTO DEL PROGETTO

La seguente relazione tecnica, i calcoli e i disegni si riferiscono alla progettazione esecutiva degli interventi di “LAVORI DI EFFICIENTAMENTO E MESSA SICUREZZA PORZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA ALIMENTATO DAL QUADRO ELETTRICO DI VIA RISORGIMENTO” NEL COMUNE DI CASTIONE DELLA PRESOLANA (BG), su commissione del “Comune di Castione della Presolana” Provincia di Bergamo con sede sociale in Piazza Roma n. 3 a Castione della Presolana (BG).

L'intervento riguarda la riqualifica di alcune porzioni dell'impianto di illuminazione pubblica, individuate congiuntamente con l'Amministrazione Castione della Presolana (BG), e volte al proseguimento della riqualifica dell'impianto di illuminazione pubblica nel Castione della Presolana (BG).

Il presente progetto si estende dai punti di derivazione dalle linee dorsali, fino ai singoli apparecchi di illuminazione. Sono escluse le parti di impianto nelle zone non specificatamente riportate negli elaborati di progetto.

Il progetto attraverso la valutazione dei rischi introdotta dalla Norma UNI EN 11248 permette il corretto dimensionamento dell'impianto di illuminazione in virtù dei livelli minimi richiesti in ciascun ambito di studio, offrendo adeguate condizioni di visibilità durante i periodi di oscurità all'utilizzatore delle zone pubbliche.

Il presente documento riporta gli studi specialistici effettuati nel progetto e descrive le scelte tecniche e i requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati nell'intervento.

Obiettivi del progetto

Il progetto rispetta le esigenze dall'Amministrazione comunale di Castione della Presolana, con la quale sono stati individuati gli obiettivi generali da perseguire attraverso la realizzazione dell'intervento, i fabbisogni della collettività posti a base dell'intervento, le specifiche esigenze qualitative e quantitative che devono essere soddisfatte attraverso la realizzazione dell'intervento, anche in relazione alla specifica tipologia di utenza alla quale gli interventi stessi sono destinati.

L'impianto di illuminazione è prima di tutto un servizio pubblico necessario al soddisfacimento dei fabbisogni della collettività e come tale deve poter garantire determinati parametri di qualità, previsti dalle normative di riferimento, quali ad esempio:

- la corretta illuminazione degli ambienti esterni;
- la riduzione dei consumi energetici (garantendo comunque il corretto livello di illuminazione);
- la riduzione dei costi di gestione e manutenzione;
- la riduzione dell'impatto ambientale del servizio.

Nel presente progetto viene descritta la migliore soluzione tecnica ed economica prevista per il raggiungimento degli elementi sopra riportati, ponendola a confronto con le altre soluzioni attualmente disponibili sul mercato.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Nella progettazione dell'intervento è stata posta particolare attenzione anche alla qualità architettonica, tecnica e funzionale in relazione al contesto dell'opera, secondo criteri progettuali meglio descritti nei capitoli successivi.

È previsto l'utilizzo di apparecchiature che rispettano i requisiti ambientali minimi descritti nel documento "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica – aggiornamento 2017 dei CAM adottati con D.M. 23/12/2013" (Gazzetta Ufficiale n.18 del 23 gennaio 2014).

Sono inoltre rispettati i requisiti della Legge Regionale Lombardia n. 31 del 5 ottobre 2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso". In particolare gli apparecchi devono garantire:

- la non dispersione del flusso luminoso oltre il piano dell'orizzonte;
- i requisiti di prestazione energetica;
- i requisiti relativi alla sicurezza fotobiologica;
- la non alterazione del ritmo circadiano;
- il rispetto delle esigenze di tutela della biodiversità e i diversi equilibri biologici.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 1 REQUISITI DI RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1/3/1968 e conformi a:

Leggi

- Legge n. 186 del 1/03/1968 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge Regionale Lombardia n. 31 del 05/10/2015 - Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso (in attesa del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015 resta in vigore la LR 17/2000 e s.m.i.);
- Legge Regionale Lombardia n. 17 del 27/03/2000 - Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso (restano in vigore alcuni articoli nel periodo transitorio fino all'emanazione del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015);
- Legge Regionale Lombardia n. 38 del 21/12/2004 - Modifiche e integrazioni alla L.R. 17/00 (restano in vigore alcuni articoli nel periodo transitorio fino all'emanazione del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015);
- Decreto del Direttore Generale Regione Lombardia n. 7/6162 del 20/09/2001 - Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01 (cessa di produrre effetti alla data di pubblicazione del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015);
- Decreto del Direttore Generale Regione Lombardia n. 8950 del 03/08/2007 - Linee guida regionali per la redazione dei piani comunali dell'illuminazione (cessa di produrre effetti alla data di pubblicazione del Regolamento di attuazione di cui all'Art. 11 comma 2 LR 31/2015);
- DLeg n. 50 del 18/04/2016 - Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- DPR. n. 207 del 5/10/2010 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo n. 163 del 12/04/2006, , recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» (restano in vigore alcuni articoli nel periodo transitorio fino all'emanazione delle linee-guida ANAC e dei decreti attuativi del MIT);
- Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare del 17/10/2017 - Criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli LED per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica -aggiornamento 2017;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- DM n. 37 del 22/01/2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione di impianti all'interno degli edifici;
- Legge n. 9 del 09/01/1991 - Nuovo piano energetico nazionale;
- Legge n. 10 del 09/01/1991 - Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- Legge n. 221 del 28/12/2015 - Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali;
- D.lgs. n. 152 del 03/04/2006 Norme in materia ambientale;
- D.lgs. n. 285 del 30/04/1992 - Nuovo Codice della Strada;
- DPR n. 495 del 16/12/1992 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada;
- D.lgs. n. 360 del 10/09/1993 - Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada - approvato con D.lgs. n. 285 del 30/04/1992;
- DPR n. 503 del 24/07/1996 - Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche;
- DM n. 6792 del 5/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi;
- Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici del 12/04/95 - Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico – pubblicato sulla G.U. n.146 del 24/06/95.
- D.lgs. n. 151 del 25/07/2005 - Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti.
- D.lgs. n. 81 del 09/04/2008 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge n. 123 del 3/08/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.lgs. n. 106 del 03/08/2009 - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.lgs. n. 15 del 16/2/2011 - Attuazione della direttiva 2009/125/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia;
- DPR n. 462 del 22/10/2001 - 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.E. 2004/108/CE - Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE;
- D.P.E. 2006/95/CE - Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione;
- D.P.E. 2009/125/CE Relativa all'istituzione di un per l'elaborazione di specifiche progettazione ecocompatibile dei connessi all'energia quadro per i prodotti;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- D.P.E. 2011/65/UE - Restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche - Direttiva Regolamentazione Metalli Pericolosi ROHS;
- D.P.E. 2012/19/UE - Rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche - Direttiva RAEE;
- D.P.E. 2014/30/UE - Armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica - Direttiva Compatibilità Elettromagnetica;
- D.P.E. 2014/35/UE - Armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato a essere adoperato entro taluni limiti di tensione - Direttiva Bassa Tensione;
- Regolamento UE 1194/2012 - Modalità di applicazione della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio in merito alle specifiche per la progettazione ecocompatibile delle lampade direzionali, delle lampade con diodi a emissione luminosa e delle pertinenti apparecchiature;

Norme

- Norma UNI 11630 - Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- Norma UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 12464-2 - Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno;
- RT CEN/TR 13201-1 - Illuminazione stradale – Parte 1 Selezione delle classi di illuminazione;
- Norma UNI EN 13201-2:2016 - Illuminazione stradale – Parte 2 Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale – Parte 3 Calcolo delle prestazioni;
- Norma UNI EN 13201-4:2016 - Illuminazione stradale – Parte 4 Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI EN 13201-5:2016 - Illuminazione stradale – Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche;
- Norma UNI EN 40 - Pali per illuminazione pubblica;
- Norma UNI EN 13032 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione -Parte 1: Misurazione e formato di file;
- Norma UNI EN 13032-4 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione -Parte 4: lampade a LED, moduli e apparecchi di illuminazione;
- Norma UNI 10671 - Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati;
- Norma UNI 10819 - Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI 11431 - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- Norma UNI 11356 - Luce e illuminazione – Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED;
- Norma CEI 11-4 - Norme tecniche per la costruzione di linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione trasmissione e distribuzione energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI 17-113 (CEI EN 61439-1) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- Norma CEI 20-57 (CEI EN 50262) - Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- Norma CEI 23-20 (CEI EN 60998) - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- Norme CEI 34 - Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale;
- Norma CEI 34-21 (CEI EN 60598-1) - Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 34-33 - Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale;
- Norma CEI 34-33 (CEI EN 60598-2-3) - Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale;
- Norma CEI 34-75 (CEI EN 61547) - Apparecchi per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità;
- Norma CEI 34-90 (CEI EN 61347 1+A1) - Unità di alimentazione di lampada. Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza;
- Norma CEI 34-112 (CEI EN 60838-2-2) - Portalampade eterogenei Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED”;
- Norma CEI 34-115 (CEI EN 61347–2-13) - Unità di alimentazione di lampada. Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED;
- Norma CEI 34-118 (CEI EN 62031) - Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza;
- Norma CEI 34-116+V1 (CEI EN 62384+A1) - Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione;
- Norma CEI 34-133 - Illuminazione generale - LED e moduli LED - Termini e definizioni;
- Norma CEI 34-139 - Apparecchi di illuminazione - Applicazione del codice IK della IEC 62262;
- Norma CEI 34-158 (CEI EN 62722-1) - Prestazioni degli apparecchi di illuminazione – Parte 1: prescrizioni generali;
- Norma CEI 34-159 (CEI EN 62722-2-1) - Prestazioni degli apparecchi di illuminazione – Parte 2-1: prescrizioni particolari per gli apparecchi a LED;
- Norma CEI 64-8 - Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V;
- Norma CEI 70-1 (CEI EN 60529) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI 70-3 (CEI EN 50102) - Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK);
- Norma CEI 76-2 (CEI EN 60825-1) - Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore;
- Norma CEI 76-9 (CEI EN 62471) - Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade;
- Norma CEI 76-10 - Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser;
- Norma CEI 110-31+V2 (CEI EN 61000-3-2+A1/A2) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Limiti per le emissioni di correnti armoniche (apparecchiature con corrente di ingresso = < 16 Ampere per fase;
- Norma CEI 210-96 (CEI EN 61000-3-3) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti delle variazioni di tensione, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale = < 16 Ampere per fase e non soggette ad allacciamento su condizione;
- Norma CEI 110-2+V1 (CEI EN 55015+A1) - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- Norma CEI 110-30 (CEI EN 61000-4-5) - Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4-5: Tecniche di prova e di misura – Prova di immunità ad impulso”;
- Norma CEI EN 62493 - Valutazione delle apparecchiature di illuminazione relativamente all'esposizione umana ai campi elettromagnetici;
- Norma CEI EN 62262 - Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK);
- Guida CEI 64-19:2014 - Guida agli impianti di illuminazione esterna;
- Guida CEI 64-19:2016-02 - Guida agli impianti di illuminazione esterna – variante V1;
- Norma IEC 60870 - Sistemi e dispositivi di telecontrollo;
- Norma IEC 62717:2017 - LED modules for general lighting. Performance requirements;
- Norma IEC 17050-1:2005 - Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 1: Requisiti generali;
- Norma IEC 17050-2:2005 - Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 2: Documentazione di supporto;
- Norma IEC/TR 62778:2014 - Applicazione della IEC 62471 alle sorgenti luminose e agli apparecchi di illuminazione per la valutazione del rischio da luce blu;

Bibliografia:

- CIE Publication n. 92: "Guide to the lighting of urban areas" (1992);
- CIE Pubblicazione n. 115: "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" (1995);
- CIE Pubblicazione n. 17.4 - CEI 60050-845: Vocabolario elettrotecnico internazionale - Capitolo 845: Illuminazione;
- CIE Pubblicazione n. 144/2001: Road surface and road marking reflection characteristics;
- CIE Pubblicazione n. 136/2000: Guida per l'illuminazione delle aree urbane;
- ENEL/Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica" (1990);
- AIDI "Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica" (1993) Piano Urbano Traffico (PUT) "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica", AIDI Gennaio 98;
- "Manuale di Illuminotecnica", Francesco Bianchi, NIS Febbraio 95;
- "Impianti a norme CEI – volume 6: Illuminazione Esterna", TNE Maggio 97;
- "Piani Comunali di illuminazione Urbana", Ing. Germano Bonanni, Rivista Luce n.6/94.

Nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 2 DATI DI PROGETTO, CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE DI STUDIO ED ESCLUSIONI

Dati di progetto

Vengono di seguito riassunti i dati di progetto utilizzati per l'inquadramento dell'opera e per lo sviluppo del progetto

DATI DI PROGETTO DI CARATTERE GENERALE	
Committente	Comune di Castione della Presolana Provincia di Bergamo Piazza Roma n.3 a Castione della Presolana(BG).
Identificazione della zona di intervento	Comune di Castione della Presolana (BG) (vedi tavole di progetto e analisi dei rischi)
Tipo di intervento	Lavori di efficientamento e messa sicurezza porzione impianto illuminazione pubblica alimentato dal quadro elettrico di Risorgimento (l'estensione dell'intervento è riportato nella tavola di progetto)
Livello di progettazione richiesto	Progetto definitivo-esecutivo
Limiti di competenza	Le competenze si estendono dal quadro di comando fino agli apparecchi di illuminazione.
Presenza di zone rientranti nella fascia di rispetto di parchi e/o osservatori astronomici definiti da specifiche leggi regionali	Parzialmente rientrante nella fascia di rispetto dell'Osservatorio Astronomico "Presolana" di Castione della Presolana (BG)
Documenti utili al servizio di progettazione	Rilievo redatto dal manutentore e verificato con dettaglio sul territorio.
Caratteristiche climatiche, fisiche o del territorio rilevanti ai fini della definizione delle caratteristiche degli impianti di illuminazione	Nessuna. In condizioni ordinarie non vi sono particolari fenomeni da considerare quali: accumuli di neve, presenza di nebbia persistente, salsedine o grossi complessi industriali, in grado di interferire significativamente con gli impianti di illuminazione pubblica.
Altitudine della zona di intervento (maggiore o minore 1000 m s.l.m.)	> 1000 m

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commessa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

Riepilogo delle classificazioni illuminotecniche

Nel Capitolo "Definizione e classificazione delle zone di studio" viene descritta la metodologia impiegata per l'identificazione delle zone di studio e i dati in ingresso utilizzati per l'analisi dei rischi e la scelta delle categorie illuminotecniche.

Ogni variazione dei dati di ingresso o dei parametri di influenza utilizzati per l'identificazione delle categorie illuminotecniche potrà inficiare la corretta rispondenza del progetto alle norme di settore.

All'interno dell'allegato "ST" sono contenuti i dati in ingresso e le analisi dei rischi condivise con il Committente per l'identificazione delle zone di studio e la valutazione delle categorie illuminotecniche.

Esclusioni:

Rimangono esclusi dal presente progetto:

- gli impianti di illuminazione esistenti non soggetti a riqualifica (se non diversamente riportato negli elaborati di progetto);
- gli impianti elettrici e i sottoservizi non facenti parte dell'impianto di illuminazione pubblica (impianto videosorveglianza, impianti semaforici, telefonia e trasmissione dati, impianto distribuzione energia BT).
- i quadri elettrici di alimentazione esistenti;

Il Committente accetta i dati di progetto e le esclusioni sopra riportate. Accetta inoltre i parametri utilizzati nell'analisi dei rischi e le categorie illuminotecniche individuate per le zone di studio.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 3 CRITERI PROGETTUALI E PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

3.1 Requisiti previsti per il rispetto del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale (PAN GPP) e CAM 2017

Sulla base delle indicazioni contenute in due comunicazioni della Commissione europea, il Ministero dell'Ambiente ha elaborato, in collaborazione con gli altri ministeri competenti (Ministero dell'Economia e Finanze e Ministero dello Sviluppo Economico), il "Piano d'Azione per la Sostenibilità Ambientale dei consumi della Pubblica Amministrazione", denominato PAN GPP (Piano d'Azione Nazionale per il Green Public Procurement).

Il PAN GPP è stato adottato con il Decreto del Ministro dell'Ambiente del 10 aprile 2013 e si prefigge l'obiettivo di integrare considerazioni di carattere ambientale all'interno dei processi di acquisto delle Pubbliche Amministrazioni e di orientarne le scelte su beni, servizi e lavori che presentano i minori impatti ambientali.

Il successivo decreto del 23 dicembre 2013 fissa i Criteri Ambientali Minimi (di seguito: CAM, aggiornati nella G.U. n. 244 del 18/10/2017) per l'acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l'acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l'affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica. I criteri ambientali minimi sono definiti come "indicazioni tecniche" di natura prevalentemente ambientale, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara (oggetto dell'appalto, specifiche tecniche, criteri premianti della modalità di aggiudicazione all'offerta economicamente più vantaggiosa, condizioni di esecuzione dell'appalto).

Ai sensi degli art. 34 e 71 del D.lgs. n.50 del 18 aprile 2016 (Codice dei Contratti Pubblici) e delle successive modifiche introdotte dal D.lgs. n.56 del 19 aprile 2017, le Amministrazioni pubbliche sono tenute ad utilizzare per l'acquisto di apparecchi illuminanti almeno le specifiche tecniche e le clausole contrattuali definite nei CAM 2017.

Si raccomanda l'utilizzo delle specifiche tecniche definite nei CAM anche per la realizzazione da parte di soggetti privati, in particolare per opera pubblica realizzata a spese del privato ai sensi dell'Art. 20 del D.lgs. n. 50/2016.

Non rientrano nelle specifiche tecniche definite nei CAM tutti gli altri materiali componenti l'impianto di illuminazione, ad eccezione degli apparecchi illuminanti, quali ad esempio: pali, strutture, giunzioni e tutti gli impianti di illuminazione di aree private e per l'illuminazione architettonica.

Si riportano di seguito i contenuti dei CAM che rappresentano il livello minimo delle prestazioni ambientali da raggiungere.

Specifiche tecniche minime per le sorgenti luminose e gli alimentatori

Nella fornitura degli apparecchi di illuminazione devono essere soddisfatti i seguenti criteri di base relativi alle sorgenti luminose e agli alimentatori.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Apparecchi con sorgente LED

Valore minimo di efficienza luminosa dell'apparecchio o del modulo LED (vedi 4.1.3.6 CAM)

Efficienza luminosa del modulo LED completo di sistema ottico (il sistema ottico è parte integrante del modulo LED) [lm/W]	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico (il sistema ottico non fa parte del modulo LED) [lm/W]
≥ 95	≥ 110

Fattore di mantenimento del flusso luminoso e Tasso di guasto dei moduli LED (vedi 4.2.3.10 CAM), alla temperatura di funzionamento t_p e alla corrente di alimentazione più alte (condizioni più gravose), dove:

L80: Flusso luminoso nominale maggiore o uguale all'80% del flusso luminoso nominale iniziale

B10: Tasso di guasto inferiore o uguale al 10% per una vita nominale di 60.000 h

Fattore di mantenimento del flusso luminoso	Tasso di guasto (%)
L_{80} per 60.000 h di funzionamento	B_{10} per 60.000 h di funzionamento

Rendimento degli alimentatori per moduli LED (vedi 4.1.3.8 CAM)

Potenza nominale del modulo LED P [W]	Rendimento dell'alimentatore (%)
$P \leq 10$	70
$10 < P \leq 25$	75
$25 < P \leq 50$	83
$50 < P \leq 60$	86
$60 < P \leq 100$	88
$100 < P$	90

Inoltre, per evitare effetti cromatici indesiderati, nel caso di moduli a luce bianca ($R_a > 60$), i diodi utilizzati all'interno dello stesso modulo LED devono rispettare una o entrambe le seguenti specifiche:

- una variazione massima di cromaticità pari a $Du'v' \leq 0,0048$ misurata dal punto cromatico medio ponderato sul diagramma CIE 1976;
- una variazione massima pari o inferiore a un'ellisse di MacAdam a 5-step sul diagramma CIE 1931.

Proprietà dell'apparecchio LED (vedi 4.2.3.2-7 CAM)

Proprietà degli apparecchi secondo il loro utilizzo

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Utilizzo stradale	Utilizzo in grandi aree	Utilizzo in piste ciclabili	Utilizzo in aree verdi
	Valori minimi	Valori minimi	Valori minimi	Valori minimi
IP vano ottico	IP 65	IP55	IP55	IP55
IP vano cablaggi	IP55	IP55	IP55	IP55
Categoria di intensità luminosa	≥ G*2	≥ G*2	≥ G*2	≥ G*3
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06	IK06	IK07	IK07
Resistenza alle sovratensioni ¹¹	4kV	4kV	4kV	4kV

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Prestazione energetica degli apparecchi (vedi 4.2.3.8 CAM)

L'indice IPEA* viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi illuminanti

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	IPEA*
An+	$IPEA^* \geq 1,10 + (0,10 \times n)$
A++	$1,30 \leq IPEA^* < 1,40$
A+	$1,20 \leq IPEA^* < 1,30$
A	$1,10 \leq IPEA^* < 1,20$
B	$1,00 \leq IPEA^* < 1,10$
C	$0,85 \leq IPEA^* < 1,00$
D	$0,70 \leq IPEA^* < 0,85$
E	$0,55 \leq IPEA^* < 0,70$
F	$0,40 \leq IPEA^* < 0,55$
G	$IPEA^* < 0,40$

Con riferimento alla tabella sopra riportata, devono essere rispettati i seguenti criteri ambientali minimi:

Per apparecchi illuminanti in ambito stradale, parcheggi o rotonde, devono essere rispettati i seguenti indici IPEA*:

- \geq classe IPEA* B fino all'anno 2019 (compreso)
- \geq classe IPEA* A+ fino all'anno 2021 (compreso)
- \geq classe IPEA* A++ fino all'anno 2023 (compreso)
- \geq classe IPEA* A+++ a partire dall'anno 2024

Per tutti gli altri apparecchi:

- \geq classe IPEA* C fino all'anno 2019 (compreso)
- \geq classe IPEA* B fino all'anno 2025 (compreso)
- \geq classe IPEA* A a partire dall'anno 2026

Sistema di regolazione del flusso luminoso (vedi 4.2.3.9 CAM)

Se le condizioni di sicurezza lo consentono, gli apparecchi di illuminazione devono essere dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso con le seguenti caratteristiche:

- essere posti all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funzionare in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione;
- avere una classe di regolazione = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50).

Informazioni/istruzioni da fornire relative agli apparecchi di illuminazione a LED (vedi 4.2.3.13 CAM)

- per gli apparecchi di illuminazione del Tipo A, i dati tecnici relativi al modulo LED associato all'apparecchio di illuminazione secondo la documentazione fornita dal costruttore del modulo LED e/o del LED package (es. datasheet, rapporto di prova riferito al LM80): marca, modello, corrente tipica (o campo di variazione) di alimentazione (I), tensione

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

(o campo di variazione) di alimentazione $-V$, frequenza, potenza (o campo di variazione) di alimentazione in ingresso, potenza nominale (W), indicazione della posizione e relativa funzione o schema del circuito, valore di t_c (massima temperatura ammessa), tensione di lavoro massima, eventuale classificazione per rischio fotobiologico, grado di protezione (IP), indicazione relativa a moduli non sostituibili o non sostituibili dall'utilizzatore finale. Per gli apparecchi di Tipo B non è dunque necessario fornire le specifiche informazioni relative al modulo a sé stante, ma i dati indicati precedentemente per il Tipo A saranno riferiti al modulo LED verificato nelle condizioni di funzionamento nell'apparecchio. La documentazione fornita dal costruttore dell'apparecchio di illuminazione potrà riferirsi a datasheet, rapporto di prova riferito al LM80, ecc. dei singoli package e sarà prodotta secondo i criteri di trasferibilità dei dati di cui alla EN 62722-2-1 e EN 62717;

- potenza nominale assorbita dall'apparecchio di illuminazione a LED (W), alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED prevista dal progetto;
- flusso luminoso nominale emesso dall'apparecchio di illuminazione a LED (I_m) a regime, alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo LED previste dal progetto;
- efficienza luminosa (I_m/W) iniziale dell'apparecchio di illuminazione a LED alla temperatura ambiente considerata e alla corrente di alimentazione (I) del modulo previste dal progetto;
- vita nominale del modulo LED associato, indicazione del mantenimento del flusso luminoso iniziale L_x e del tasso di guasto B_x (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del fattore di mantenimento del flusso a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti);
- criteri/normativa di riferimento per la determinazione del tasso di guasto a 60.000 h (informazioni previste nei criteri precedenti); indice di resa cromatica (R_a);
- rapporti fotometrici redatti in conformità alla norma EN13032, più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un organismo di valutazione della conformità (laboratori) accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente;
- informazioni e parametri caratteristici dell'alimentatore elettronico dell'apparecchio di illuminazione (v. criterio 4.1.3.8);
- rilievi fotometrici degli apparecchi di illuminazione, sotto forma di documento elettronico (file) standard normalizzato (tipo "Eulumdat", IESNA 86, 91, 95 ecc.);
- identificazione del laboratorio che ha effettuato le misure, nominativo del responsabile tecnico e del responsabile di laboratorio che firma i rapporti di prova;
- istruzioni di manutenzione per assicurare che l'apparecchio di illuminazione a LED conservi, per quanto possibile, la sua qualità iniziale per tutta la durata di vita;
- istruzioni di installazione e uso corretto;
- istruzioni per l'uso corretto del sistema di regolazione del flusso luminoso;
- istruzioni per la corretta rimozione e smaltimento;
- identificazione di componenti e parti di ricambio;
- foglio di istruzioni in formato digitale;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- istruzioni per la pulizia in funzione del fattore di mantenimento dell'apparecchio di illuminazione.

Altri criteri da rispettare

Oltre alle specifiche tecniche di base previste per le sorgenti luminose, gli alimentatori e gli apparecchi illuminanti, dovranno essere rispettati i seguenti ulteriori criteri:

- contenimento del flusso luminoso emesso direttamente dall'apparecchio di illuminazione verso l'emisfero superiore (vedi 4.2.3.9 CAM);
- consegna di documento elettronico (file in linguaggio XML) di interscambio delle caratteristiche degli apparecchi di illuminazione (vedi 4.2.3.14 CAM);
- utilizzo di trattamenti superficiali con caratteristiche specifiche (vedi 4.2.3.15 CAM);
- garanzia (vedi 4.2.3.16 CAM)

3.2 Particolari prescrizioni per la limitazione della dispersione di luce verso l'alto

La nuova Legge Regionale Lombardia n. 31 del 05.10.2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso" abroga le precedenti LR 17/2000 e 38/2004 e prescrive che tutti gli impianti garantiscano la "non dispersione di flusso verso l'alto", rimandando al successivo regolamento attuativo la definizione delle norme tecniche riguardanti ambiti specifici che precedentemente erano contenuti nell'Art. 6 della vecchia L.R. 17/2000, tra cui l'illuminazione di edifici storici e monumenti.

Ad oggi, la nuova L.R. 31/2015 risulta ancora sprovvista di regolamento attuativo, riportando in vigore l'Art. 6 della L.R. 17/2000 e s.m.i., così come previsto nelle norme transitorie e finali di cui all'Art. 11 comma 2 della L.R. 31/2015.

La Legge Regionale n. 17 del 27 marzo 2000 (e successive modifiche e integrazioni riportate nella LR 38/2004) contiene prescrizioni al fine di:

- 1) ridurre l'inquinamento luminoso e i consumi energetici;
- 2) ridurre i fenomeni dovuti all'abbagliamento;
- 3) tutelare dall'inquinamento luminoso i siti degli osservatori astronomici professionali e non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle loro zone circostanti;
- 4) migliorare la qualità della vita e le condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali.

La L.R. 172000 richiede di fatto la progettazione e la costruzione di tutti gli impianti di illuminazione esterna "a norma antinquinamento luminoso", ovvero senza alcuna dispersione di flusso luminoso verso l'alto, salvo alcuni casi particolari riportati all'interno dell'Art.6 "Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna".

Fanno parte di questi casi particolari gli impianti di illuminazione il cui utilizzo non è strettamente connesso alla illuminazione funzionale della sede stradale in quanto soggetta a traffico veicolare, ad esempio: illuminazione di insegne, illuminazione di impianti sportivi, impianti di piccola entità ed illuminazione di edifici e monumenti.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

In particolare, per l'illuminazione di edifici e monumenti, l'Art.6 consente l'utilizzo di illuminazione con fasci di luce proiettati verso la superficie verticale a condizione che il fascio di luce rientri nel perimetro da illuminare, l'illuminamento non superi i 15 lux e gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro.

3.3 Distanziamenti dai limiti della carreggiata

La distanza minima dei sostegni e di ogni altra parte dell'impianto dai limiti della carreggiata fino ad un'altezza di 5 m sulla pavimentazione stradale, deve essere:

- per le strade urbane dotate di marciapiedi con cordatura: 0,5 m;
- per le strade extraurbane e per quelle urbane prive di marciapiedi con cordatura: 1,4 m.

L'altezza minima di una qualsiasi parte di impianto della carreggiata deve essere di 6 m.

Per carreggiata si intende la parte della strada normalmente destinata alla circolazione dei veicoli. Non fanno parte della carreggiata gli elementi che, seppur affiancati ad essa non sono destinati alla circolazione dei veicoli, come ad esempio: piste ciclabili, marciapiedi, banchine e piazzole di sosta.

Il comune in qualità di gestore della rete stradale può derogare dai distanziamenti minimi sopra citati, nei casi in cui il contesto urbanistico lo renda necessario o non sia possibile adottare altra soluzione.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

3.4 Prescrizioni in materia di sicurezza e misure di protezione

Gli impianti di illuminazione pubblica devono essere realizzati conformemente alla Norma CEI 64-8 sezione 7.

Misure di sicurezza e di protezione

All'inizio dell'impianto deve essere installato un interruttore generale onnipolare. Negli impianti in derivazione devono essere installati adeguati dispositivi di protezione contro i corto circuiti all'inizio dell'impianto e, dove necessario, anche lungo l'impianto; tali impianti si considerano non soggetti a sovraccarico. I trasformatori di sicurezza ed i trasformatori di isolamento devono risultare protetti contro i corto circuiti e contro i sovraccarichi. Tutte le parti metalliche accessibili degli impianti dei gruppi B, C, D, E, normalmente non in tensione, ma che per difetto d'isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, devono essere protette contro i contatti indiretti secondo uno dei sistemi descritti negli della Norme CEI 64-8 in base all'appartenenza ai vari gruppi. Tali articoli forniscono anche prescrizioni per il corretto coordinamento delle protezioni con l'impianto di terra viene data priorità ad impianti in classe II. Gli impianti devono essere disposti in modo che le persone non possano venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione (protezione contro i contatti diretti). Gli elementi di protezione smontabili ed accessibili al pubblico devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi speciali.

Protezione contro i contatti accidentali

È obbligo di legge realizzare la protezione contro il contatto accidentale con conduttori ed elementi in tensione. I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie:

- 1) contatti diretti quando il contatto avviene con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione;
- 2) contatto indiretto quando il contatto avviene con una massa, normalmente non in tensione, ma che accidentalmente si trova in tensione in conseguenza di un guasto.

Protezione contro i contatti diretti

La protezione totale si attua mediante l'isolamento, gli involucri e/o le barriere. Col termine isolamento si intende l'isolamento principale ossia l'isolamento delle parti attive, necessario per assicurare la protezione fondamentale contro i contatti diretti e indiretti.

Involucri e barriere sono così definiti dalle Norme CEI:

- ◇ Involucro - Elemento che assicura un grado di protezione appropriato contro determinati agenti esterni e un determinato grado di protezione contro i contatti diretti in ogni direzione.
- ◇ Barriera - Elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nelle direzioni abituali di accesso.

La protezione addizionale si realizza mediante interruttori differenziali. L'impiego di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, , riconosciuto (art. 412.5.1 della Norma CEI 64-8) come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Protezione contro i contatti indiretti

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi:

- a) passivi
- b) attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare:

- ◇ il doppio isolamento
- ◇ la protezione mediante bassissima tensione: SELV o PELV
- ◇ la separazione dei circuiti.

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito, si attua mediante la messa a terra. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende:

- ◇ il dispersore (o dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- ◇ il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno e destinato a collegare i dispersori fra di loro ed 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 che parte dal collettore di terra ed arriva in ogni alloggio, deve essere collegato a tutte le prese a spina 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 4 mmq.

Nei sistemi TT (quando le masse degli utenti sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dall'impianto di terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

- 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). Va inoltre precisato che all'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati all'adduzione, distribuzione e scarico delle acque ed altri fluidi (ad esempio le tubazioni del gas), nonché, tutte le masse accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 4 ANALISI DELLE ZONE DI STUDIO

4.1 Metodologia adottata e riferimenti normativi

Per una corretta definizione degli interventi progettuali occorre prima di tutto fissare i livelli di illuminamento necessari per la sicurezza dei cittadini e del traffico veicolare. Detti livelli sono contenuti nella Norma UNI EN 13201, che specifica i requisiti prestazionali per ogni categoria illuminotecnica.

Le operazioni per l'identificazione della corretta categoria illuminotecnica sono contenute nella Norma UNI 11248:2016.

Di seguito si riportano alcune indicazioni di carattere generale per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi, della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

Classificazione delle strade

La determinazione delle condizioni di illuminazione di una data zona della strada viene definita nella norma UNI EN 11248:2016, che fornisce le linee guida per la definizione delle categorie illuminotecniche, prendendo come punto di riferimento i contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici presenti nel rapporto tecnico CEN/TR 13201-1.

La norma UNI 11248:2016 prevede l'utilizzo di tre categorie illuminotecniche:

- di ingresso per l'analisi dei rischi: sulla base delle caratteristiche geometriche e funzionali (come previsto dal Nuovo Codice della Strada), dei diversi tratti stradali con condizioni omogenee dei parametri di influenza;
- di progetto: sulla base della valutazione dei parametri di influenza contenuti nell'analisi dei rischi;
- di esercizio: sulla base della modifica dei parametri di influenza nelle condizioni reali di utilizzo (ad esempio per la riduzione del flusso di veicoli circolanti in una determinata fascia oraria).

La classificazione delle strade non è compito del progettista, ma deve essere comunicata dal Committente o dal gestore della strada, valutate le reali condizioni ed esigenze. La classificazione discende dal piano di illuminazione pubblica che il Comune possiede ed al quale il progetto ha fatto riferimento

Classificazione illuminotecnica

A seguito dell'individuazione della tipologia di strada e del limite di velocità del traffico veicolare, si definisce la categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

La procedura per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi ha inizio con la suddivisione delle strade in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza. Per ogni tratto omogeneo segue l'identificazione della tipologia di strada, attraverso i dati geometrici e funzionali propri della strada.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Nella tabella seguente vengono riportate le categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi:

UNI 11248:2016 – INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI			
Tipo strada	Descrizione del tipo della strada	Limite di velocità [km/h]	Categoria illuminotecnica
A1	Autostrade extraurbane	130 - 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70 - 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70 - 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
F ^{bis}	Itinerari ciclo-pedonali (Legge 214 del 1° agosto 2003)	-	P2
	Strade a destinazione particolare (DM 6792 del 5/11/2001)	30	P2

La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto segue le indicazioni riportate nella norma UNI 11248:2016.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commessa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

Per l'individuazione dell'indice di categoria illuminotecnica di progetto si deve procedere con l'analisi dei rischi, mediante la valutazione dei parametri di influenza, seguendo la tabella sotto riportata.

UNI 11248:2016 – PARAMETRI DI INFLUENZA COSTANTI NEL LUNGO PERIODO	
Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o basso densità di zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1

Partendo dall'indice di categoria illuminotecnica di ingresso si devono valutare i parametri di influenza più significativi. La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada, indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

Successivamente si possono stabilire una o più categorie illuminotecniche di esercizio, in funzione della variazione dei parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico, riportati nella tabella seguente.

UNI 11248:2016 – PARAMETRI DI INFLUENZA VARIABILI NEL TEMPO	
Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico < 50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico < 25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, ad esempio quelli elencati nel prospetto sottostante.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnali stradali attivi e/o fluorifrangenti di classe adeguata
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnalarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

Si riportano di seguito i limiti prestazionali definiti per le diverse categorie illuminotecniche.

Requisiti illuminotecnici per la categoria M: traffico motorizzato, velocità superiore a 30 km/h.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: M					
Categoria	Luminanza della carreggiata a superficie asciutta			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Lm in cd/m ² (valore minimo mantenuto)	u ₀ (valore minimo)	u _i (valore minimo)	f _{TI} in % (valore massimo)	REI (valore minimo)
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,3
M6	0,3	0,35	0,4	20	0,3

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Requisiti illuminotecnici per la categoria P: zone pedonali e ciclabili, parcheggi e cortili.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: P		
Classe dell'intersezione	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} in lux (valore medio mantenuto)	E_{min} lux (valore minimo)
P1	15	3
P2	10	2
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	-	-

Requisiti illuminotecnici per la categoria C: rotonde e svincoli, zona di conflitto in strade commerciali.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: C		
Classe dell'intersezione	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} in lux (valore minimo mantenuto)	U0 (valore minimo)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commissa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

Requisiti aggiuntivi categoria EV: passaggi pedonali, individuazione di ostacoli.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: EV	
Classe dell'intersezione	Illuminamento verticale
	Ev in lux (valore minimo mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7,5
EV5	5
EV6	0,5

Requisiti aggiuntivi categoria SC: piazze e zone pedonali per il riconoscimento delle sagome.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: SC	
Classe dell'intersezione	Illuminamento verticale
	E_{sc} in lux (valore minimo mantenuto)
SC1	10
SC2	7,5
SC3	5
SC4	3
SC5	2
SC6	1,5
SC7	1
SC8	0,75
SC9	0,5

4.2 Definizione delle zone di studio

Le zone di studio sono riportate nelle tavole di progetto e nell'allegato ST "ANALISI DEI RISCHI E VALUTAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DELLE STRADE", dove per ciascuna zona omogenea si è proceduto alla valutazione della categoria illuminotecnica di ingresso e di progetto, secondo i dettami della Norma UNI 11248:2016.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commissa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 5 ANALISI DELL'IMPIANTO ESISTENTE

Prima di procedere all'identificazione delle possibili soluzioni di adeguamento da proporre per l'efficientamento e l'adeguamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente, si è reso necessario definire lo stato attuale dell'impianto esistente e del servizio di illuminazione pubblica.

I dati caratteristici dell'impianto sono dedotti dai rilievi e approfondimenti effettuati in campo e comparati con i dati messi a disposizione dall'Amministrazione comunale.

L'analisi dell'impianto esistente si sviluppa attraverso la definizione dei seguenti aspetti:

- tipologia sorgenti luminose;
- tipologia apparecchi illuminanti;
- tipologia sostegni;
- tipologia linee di alimentazione;
- tipologia quadri di alimentazione;
- livello del servizio offerto.

Gli impianti di illuminazione pubblica esistenti sul territorio comunale sono riconducibili a poche macro tipologie, che vengono di seguito riportate.

Corpo illuminante con vetro piano, installato a testapalo su palo in acciaio verniciato (49% degli impianti)	Corpo illuminante con vetro piano installato a sbraccio su palo in acciaio verniciato (28% degli impianti)
	

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

<p>Corpo illuminante con ottica aperta/coppa prismatica installato a sbraccio su palo in acciaio verniciato (8% degli impianti)</p>	<p>Corpo illuminante installato a parete con vetro piano (7% degli impianti)</p>
	
<p>Corpo illuminante installato a parete con vetro laterale (3% degli impianti)</p>	<p>Corpo illuminante ad incasso (5% degli impianti)</p>
	

Dal punto di vista delle sorgenti luminose adottate si riscontra una parte di impianti al sodio alta pressione e impianti ai vapori di mercurio.

<p>STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it</p>	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 6 ANALISI DELLE SOLUZIONI ALTERNATIVE

L'impianto di illuminazione pubblica risulta essere esistente. La presenza di un impianto già in essere vincola le scelte progettuali, in quanto il rifacimento completo dell'impianto comporterebbe costi insostenibili e di certo non giustificabili, se non in piccola scala in zone dove la configurazione attuale dell'impianto non permette altra soluzione che la realizzazione di nuovi impianti.

Gli obiettivi che si vogliono raggiungere dall'adeguamento dell'impianto esistente sono:

- miglioramento del servizio di illuminazione pubblica (raggiungimento dei corretti valori illuminotecnici);
- riduzione della spesa energetica annua;
- adeguamento normativo dei corpi illuminanti;
- sistemazione delle criticità elettriche riscontrate.

Questi aspetti non possono essere svincolati e definiti in modo autonomo, in quanto si condizionano in modo reciproco.

Di seguito si elencano le possibili soluzioni alternative che sono state prese in considerazione nel presente progetto:

- opzione zero;
- corpi illuminanti esistenti: recupero o sostituzione;
- tipologia nuovi corpi illuminanti: sorgente al sodio o sorgente a LED;

6.1 Opzione zero

L'Opzione Zero introdotta nel correttivo del nuovo D.lgs. 50/2016 corrisponde alla non realizzazione dell'opera. Nelle analisi delle soluzioni alternative deve essere valutata anche questa opzione nel caso in cui ci si renda conto che è più conveniente la non realizzazione dell'opera.

Nel presente progetto l'impianto di illuminazione risulta essere esistente e costituito da apparecchi illuminanti ormai superati dal punto di vista tecnologico, pertanto risulta necessaria e conveniente la realizzazione dell'opera, che porterà benefici generati dal risparmio energetico e dal raggiungimento dei corretti livelli di illuminazione.

6.2 Corpi illuminanti esistenti: recupero o sostituzione

I corpi illuminanti esistenti, come precedentemente riportato, risultano essere superati sia dal punto di vista tecnologico, sia dal punto di vista operativo, pertanto non possono essere recuperati in quanto l'operazione non risulterebbe conveniente.

Vengono di seguito riportati gli aspetti principali conseguenti al mantenimento di tali corpi illuminanti rispetto ad una loro sostituzione con nuovi apparecchi a LED:

- Maggior consumo energetico: indicativamente il doppio rispetto ad un impianto LED;
- Maggior costo di manutenzione: dovuto alla minore vita utile delle lampade al sodio;
- Minore qualità del servizio: dovuta alle ottiche ormai divenute obsolete e poco performanti rispetto a quelle attualmente disponibili per gli apparecchi a LED;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- Maggiore costo di adeguamento e di manutenzione dei quadri elettrici: dovuto all'installazione di regolatori di flusso centralizzati (non si prende in considerazione la possibilità di installazione di moduli stand-alone in corpi esistenti, in quanto economicamente non sostenibile);
- Minore costo iniziale di adeguamento. La spesa iniziale dell'apparecchio LED viene ripagata dopo il quarto anno di funzionamento, considerando i minori costi energetici, di manutenzione e di installazione dei regolatori di flusso.

6.3 Tipologia nuovi corpi illuminanti: sorgente al sodio o sorgente a LED

Da qualche anno ormai le sorgenti LED hanno raggiunto un livello di maturità tale da risultare la soluzione migliore rispetto alle sorgenti tradizionali al sodio.

Si riassumono di seguito gli aspetti principali delle sorgenti LED rispetto a quelle al sodio alta pressione:

- elevata efficienza luminosa che permette il contenimento dei consumi energetici;
- elevata resa cromatica che consente una luce di qualità e maggiore comfort visivo;
- maggiore longevità della sorgente luminosa (circa 15 anni);
- piccole dimensioni (possibilità di avere ottiche molto performanti e dedicate alla tipologia di installazione);
- possibilità di avere apparecchi con taglie di potenza regolabili (minore potenza totale dell'impianto).

Questi aspetti rendono la sorgente LED estremamente competitiva rispetto a quelle al sodio alta pressione o ad altre tipologie quali ioduri metallici o CPO.

La scelta dei corpi illuminanti a LED da utilizzare deve ricadere necessariamente sulle marche più conosciute e qualificate, presenti sul mercato già da diversi anni, che prevedono componenti di alta qualità e ottiche certificate.

Di seguito viene riportata una analisi delle possibili alternative alla soluzione di adeguamento proposta, ovvero una comparazione tra le sorgenti oggi utilizzate nella illuminazione pubblica: sodio alta pressione, ioduri metallici e LED.

6.4 Total Cost Ownership (TCO) e analisi delle possibili alternative all'utilizzo di sorgenti LED

Fermo restando che l'impianto di illuminazione deve garantire agli utenti il necessario confort luminoso (qualità della visione e sicurezza), il progetto deve tener conto dell'esigenza di contenere i consumi di energia, aumentare la vita media dei componenti e quindi ridurre gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria. In ogni caso è necessario valutare quali siano le tecnologie che, a parità di prestazioni, consentono di ottenere costi di gestione e manutenzione inferiori nel medio/lungo periodo.

A questo scopo possono essere utilizzati strumenti come l'analisi TCO (Total Cost Ownership), introdotta in sede europea nel documento MEEuP Product Cases Report, e richiesto nei CAM 2017, che considera le principali voci di costo riguardanti un prodotto, ovvero sull'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera.

Le potenze e le caratteristiche riportate nella tabella sottostante ed utilizzate nella comparazione, fanno riferimento all'analisi illuminotecnica svolta in un tratto stradale rappresentativo, con utilizzo di prodotti di fascia medio/alta.

Si riportano di seguito le caratteristiche della zona di studio:

- larghezza carreggiata: 7m con marciapiedi da 1,5m su ambo i lati;
- corpi illuminanti installati su palo ad altezza 8m e con arretramento corpo-carreggiata di -0,65m;
- interdistanza tra i punti luce 30m;
- categoria illuminotecnica di progetto: M4.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Nella tabella seguente viene ricostruito il TCO tipico per ciascuna sorgente luminosa, calcolato su un periodo di valutazione di 20 anni.

Tipologia di sorgente luminosa	IMPIANTO ESISTENTE (HG)	SAP	CPO	LED
				
Efficienza luminosa della sorgente (lm/W)	80	110	124	140
Efficienza luminosa dell'apparecchio (Lor)	0,6	0,8	0,85	0,99
Potenza media per apparecchio (incluse perdite alimentatore) (W)	180	120	99	61
Durata della sorgente luminosa (ore)	8.000	16.000	20.000	70.000
Ore medie di funzionamento annue (ore)	4200	4200	4200	4200
Numero di sostituzioni della sorgente nel corso dei 20 anni	10	5	4	1
Costo della sorgente luminosa (€)	9	18	95	250
Costo delle operazioni di sostituzione nel ciclo dei 20 anni (manodopera e noli) (€)	720	360	288	72
Costo iniziale del nuovo apparecchio (€)	0	190	310	470

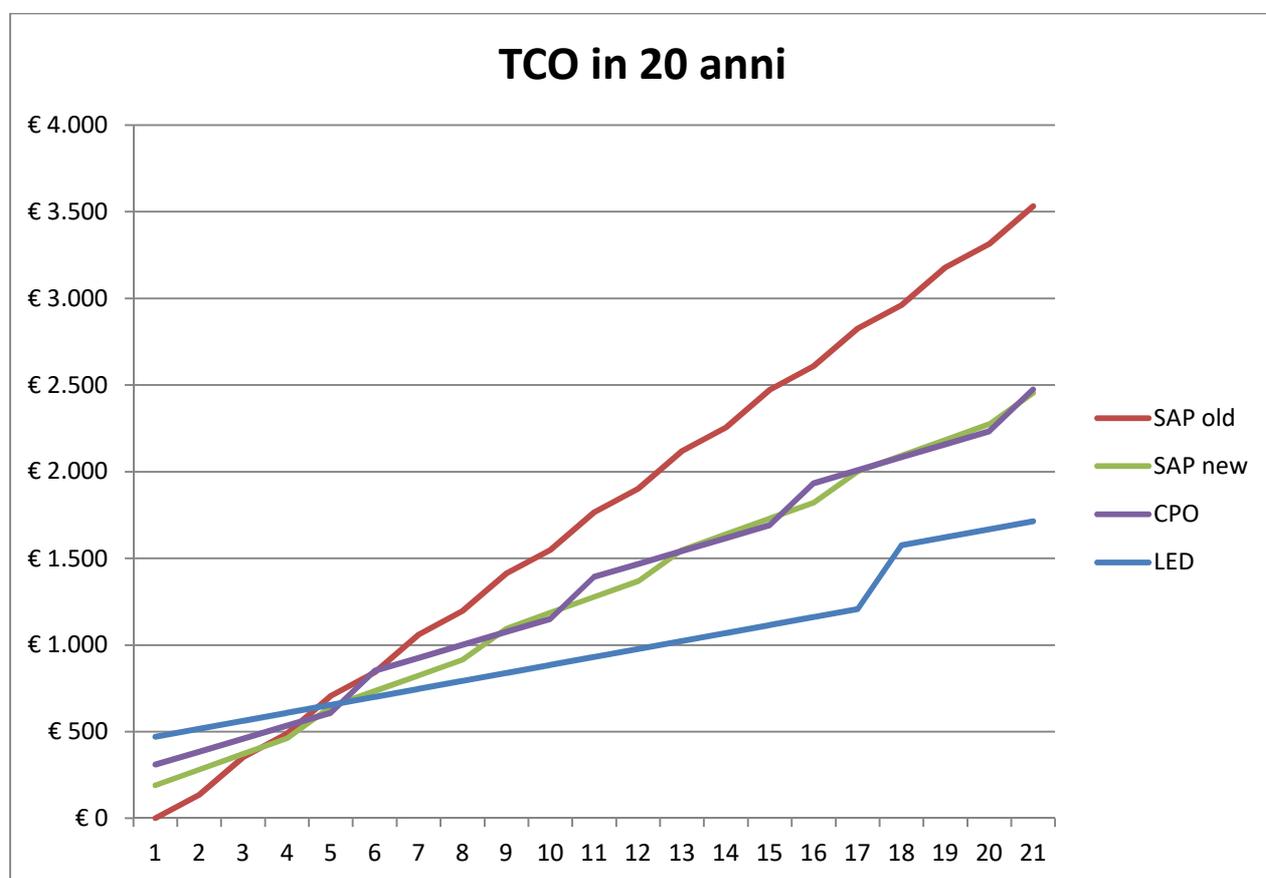
Nei calcoli sopra riportati vengono introdotte alcune semplificazioni, in quanto difficilmente determinabili o non influenti sulla finalità della comparazione:

- Il costo dell'energia è stato considerato costante per tutto il periodo di valutazione e fissato a 0,18€/kWh. L'andamento del costo dell'energia ha subito una flessione in questi ultimi anni, come evidenziato dal pezzo unico nazionale (PUN) pubblicato dall'AEEG, causato da una minore richiesta di energia e da una maggiore produzione di energia da fonte rinnovabile.
- Non sono stati considerati i maggiori risparmi di energia ottenibili con la sorgente a LED rispetto alle altre soluzioni, dovuti alla possibilità di una maggiore riduzione di flusso (e di energia) applicabile al LED. Le lampade al sodio e agli ioduri metallici hanno una curva di riduzione flusso/potenza non proporzionale e questo costringe ad una regolazione non troppo spinta, per evitare un decadimento troppo marcato del flusso luminoso emesso. Viceversa gli apparecchi LED aumentando l'efficienza al diminuire della corrente di pilotaggio permettono una riduzione di potenza maggiore.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commissa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

Di seguito viene riportata la valutazione energetica delle diverse soluzioni proponibili:

Tipologia di sorgente luminosa	kWh/anno	ENERGIA TOTALE	CO2 TOTALE	CONFRONTO ENERGETICO
Impianto esistente	756 kWh	15.120 kWh	5.745 kg	-
Nuovo impianto con sorgente SAP	504 kWh	10.080 kWh	3.830 kg	-33 %
Nuovo impianto con sorgente CPO	415 kWh	8.316 kWh	3.160 kg	-45 %
Nuovo impianto con sorgente LED	256 kWh	5.124 kWh	1.947 kg	-66 %



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Di seguito viene riportata la valutazione economica delle diverse soluzioni proponibili:

Tipologia di sorgente luminosa	INVESTIMENTO INIZIALE	COSTO ENERGIA	COSTO MANUTENZIONE	COSTO TOTALE DI POSSESSO
Impianto esistente (€)	0	4.082	630	4.712
Nuovo impianto con sorgente SAP (€) 	190	2.722	630	3.542
Nuovo impianto con sorgente CPO (€) 	310	2.245	1.002	3.557
Nuovo impianto con sorgente LED (€) 	470	1.383	322	2.175

La valutazione delle possibili alternative si basa sul confronto dei costi totali (Total Cost Ownership), ovvero sull'analisi di tutti i costi derivanti dalla proprietà, per l'esercizio e la manutenzione dell'opera. Come ricavabile dai dati contenuti nella tabella sopra riportata, la soluzione a LED risulta essere nei 20 anni di gestione la soluzione più economica.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 7 PROGETTO DELLA SOLUZIONE ADOTTATA

7.1 Elenco puntuale della soluzione adottata

L'adeguamento degli impianti prevederà le seguenti operazioni:

- Nelle vie Agro e Risorgimento sarà previsto lo smantellamento dei pali e degli apparecchi esistenti e l'installazione di nuovi pali conici verniciati altezza f.t. 8m e installazione di nuovi corpi illuminanti tipo AEC ITALO 1 con temperatura di colore 3000°K.
- raggiungimento dei corretti valori illuminotecnici previsti dalla Norma UNI EN 13201-2 rispetto alle categorie illuminotecniche individuate attraverso la UNI 11248:2016 per ciascun ambito di studio;
- rifacimento delle giunzioni nastrate all'interno dei pozzetti;

7.2 Fattibilità dell'intervento

Per la progettazione dell'adeguamento si sono svolte le seguenti indagini volte ad accertare il rispetto dei seguenti vincoli:

- vincoli di natura storica, artistica, archeologica, paesaggistica;
- interferenze sulle aree e sugli immobili interessati;
- disponibilità delle aree da utilizzare;
- interferenze con i pubblici servizi presenti lungo il tracciato;
- accessibilità, utilizzo e manutenzione degli impianti.

Non risultano presenti vincoli di natura storica o artistica.

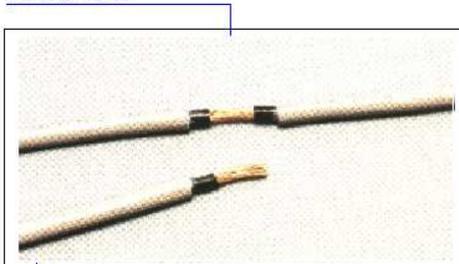
7.3 Descrizione degli interventi da eseguire

La riqualifica prevede la sostituzione degli apparecchi illuminanti e la riqualifica dei sostegni e dei collegamenti alla rete dorsale.

All'interno delle tavole di progetto e del computo metrico vengono riportati gli interventi da eseguire.

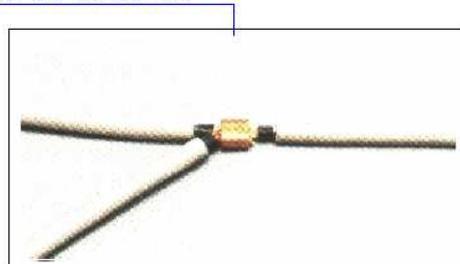
Le derivazioni dalla linea dorsale, ai singoli corpi illuminanti, saranno realizzate con FG7R sezione 2,5mmq utilizzando, per la derivazione dalla linea dorsale, apposite giunzioni in gel tipo Ray Tech Klik 2000-Fire IP68.

CONDUTTORE

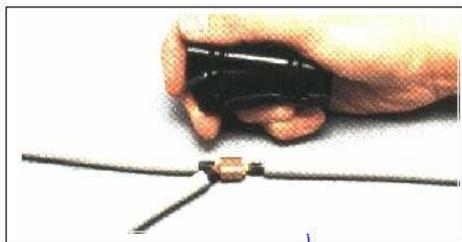


LINEA IN DERIVAZIONE FG7R 1x2.5mmq

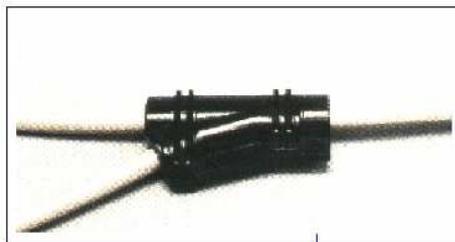
CRIMPATURA DEI CONDUTTORI



STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			



INVOLUCRO ISOLANTE CON
GEL POLIMERO RETICOLATO



ACCESSORIO PER DERIVAZIONE LINEA
RAY TECH CLIK 2000-FIRE IP68
CLASSIFICABILE A DOPPIO ISOLAMENTO

Non viene prevista la distribuzione di conduttore PE in quanto saranno utilizzati corpi illuminanti a doppio isolamento.

Gli apparecchi illuminanti stradali previsti sono tipo AEC ITALO 1 e con ottiche e potenze differenti a seconda della zona di installazione.

In merito al Regolamento Prodotti da Costruzione ed in particolare all'utilizzo di cavi elettrici cosiddetti "cavi CPR" si precisa che tale regolamento si applica ai soli cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente negli edifici ed altre opere di ingegneria civile, al fine di identificare il tipo di cavo in relazione alla "reazione al fuoco". Pertanto essendo i cavi di illuminazione pubblica destinati ad essere ospitati in cavidotti interrati posti in ambiente esterno non si ritiene applicabile tale normativa. Tuttavia, essendo ormai più facilmente reperibili sul mercato i cavi CPR viene lasciata all'installatore la facoltà di decidere se utilizzare cavi con marchiatura CPR o meno (ad esempio cavi FG16R16 anziché cavi FG7R) sempre che gli stessi vengano utilizzati in cavidotti posti esclusivamente in ambiente esterno. Qualora i nuovi cavidotti attraversino volumi di edifici, ad esempio: edifici comunali o parti comuni di edifici condominiali, sarà necessario prevedere idonei cavi con marchiatura CPR.

SMANTELLAMENTO IMPIANTI ELETTRICI ESISTENTI

I materiali dell'impianto esistente sostituiti nella riqualifica andranno rimossi e smaltiti nelle apposite discariche a carico dell'impresa esecutrice dei lavori di riqualifica dell'impianto di illuminazione e compresi nel costo dell'opera.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commissa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

7.4 Valutazione del fattore di manutenzione

Il fattore di decadimento del flusso luminoso nel tempo (LLMF) per apparecchi con sorgenti LED viene calcolato secondo le indicazioni contenute nel documento IES TM-21-11 “Projecting Long Term Lumen Maintenance of LED Light Sources”, che fornisce le raccomandazioni per la proiezione del mantenimento a lungo termine del flusso luminoso delle sorgenti luminose a LED utilizzando i dati ottenuti durante il test per IES LM-80.

I test IES LM-80 servono a determinare le caratteristiche del decadimento del flusso luminoso a lungo termine (L70 dopo 35.000 ore) e per il mantenimento della cromaticità.

Nel test è prevista una durata di 6.000 o 10.000 ore secondo tre diverse condizioni di carico (ad esempio 55 ° C / 700 mA, 85 ° C / 700 mA e 105 ° C / 500 mA).

Gli apparecchi illuminanti previsti nel presente progetto utilizzano LED LUMILED LUXEON M che hanno completamente soddisfatto i test e i criteri in accordo con IES LM-80 aggiudicandosi l’etichetta Energy Star dall’EPA.

Di seguito viene riportata la curva di degrado del LED basato sull’estrpolazione dei dati in accordo con i vari test per la verifica dell’affidabilità IES LM-80.



Gli apparecchi illuminanti previsti nel progetto hanno un LLMF a 100.000 ore pari a 0,91.

Calcolo del fattore LMF

Il fattore LMF è in funzione del grado IP dell’apparecchio, del livello di inquinamento e dell’intervallo di pulizia previsto e viene definito secondo la seguente tabella.

Optical compartment IP Rating	Pollution Category	Exposure time (years)				
		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
IP2X	High	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	Medium	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	Low	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP5X	High	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	Medium	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	Low	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP6X	High	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	Medium	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	Low	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90

Nel presente progetto si assumono i seguenti valori:

grado di isolamento IP dell’apparecchio: IP6X

livello di inquinamento: Medio

intervallo di pulizia: 2 anni

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

da cui risulta un LMF pari a 0,89

Calcolo del fattore LSF

Il fattore LSF indica il fattore di mortalità della sorgente LED, ed è legato al tasso di guasto dell'apparecchio sulla base del tempo di funzionamento.

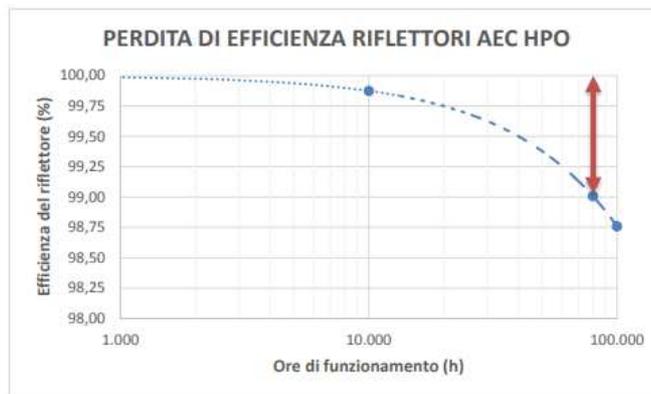
Gli apparecchi illuminanti previsti nel presente progetto hanno un LSF a 60.000 ore pari a 0,999.

Calcolo del fattore LMR

Il fattore LMR indica il fattore di riduzione dell'efficienza del riflettore del sistema ottico.

Il sistema ottico a riflettore presenta principalmente il vantaggio di mantenere le caratteristiche fotometriche costanti nel tempo senza degrado irreversibile. Il materiale costituente il riflettore è alluminio al 99,85% racchiuso in un vano IP66. Il vetro mantiene costante la sua trasparenza nel tempo.

Di seguito si riporta il grafico della perdita di efficienza dei riflettori AEC, da cui si evince il mantenimento dell'efficienza del riflettore del 99% dopo 80.000 ore, corrispondente ad un valore LMR di 0,99.



Calcolo del fattore MF

Dai dati sopra esposti risulta un valore di MF pari a:

$$MF = LLMF \times LMF \times LSF \times LMR = 0,91 \times 0,89 \times 0,999 \times 0,99 = 0,8017 \text{ arrotondato a } 0,8$$

Nota bene: gli apparecchi previsti nel progetto NON utilizzano lenti interposte tra la sorgente LED e lo schermo di protezione in vetro. Non saranno accettati come equivalenti i prodotti dotati di lenti diffusori in PMMA interposti tra la sorgente LED e lo schermo in vetro, a causa dell'elevato decadimento del livello di trasparenza del materiale PMMA nel corso degli anni.

Nel caso in cui vengano proposti apparecchi illuminanti ritenuti equivalenti a quelli previsti nel presente progetto, dovrà essere dimostrata l'equivalenza del prodotto anche attraverso l'analisi dei risultati illuminotecnici, che dovranno essere forniti per ciascuna zona di studio, utilizzando gli stessi dati di calcolo previsti nel presente progetto e una tabella Excel riepilogativa dei valori ottenuti con gli apparecchi proposti e confrontati con i rispettivi valori di progetto.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 8 ANALISI ENERGETICA

8.1 Analisi energetica

Con l'utilizzo di apparecchi di illuminazione a LED di ultima generazione e la regolazione di potenza dell'impianto nelle ore notturne, sarà possibile ottenere un significativo risparmio energetico.

Attualmente l'impianto di illuminazione risulta adottare corpi illuminanti con lampade al sodio alta pressione di potenza elevata compresa tra 70W e 150W e corpi illuminanti con lampade al mercurio da 125W.

Il nuovo impianto di illuminazione avrà una potenza inferiore di circa il 38% rispetto alla potenza attuale stimata dell'impianto.

Di seguito il bilancio energetico tra impianto esistente e impianto riqualificato:

Potenza totale lorda impianto esistente:	3,57 kW
Consumo energia annua impianto esistente:	13.566 kWh/anno
Potenza totale lorda impianto riqualificato:	2,20 kW
Consumo energia annua impianto riqualificato:	8.360 kWh/anno
Risparmio energetico annuo rispetto all'impianto esistente	5.206 kWh/anno
Risparmio economico in bolletta (stimando un costo dell'energia di 0,30€/kWh)	1.561 €/anno

8.2 Riepilogo dei dati caratteristici del nuovo impianto di illuminazione

Si riportano nella tabella seguente i dati caratteristici del nuovo impianto di illuminazione confrontati con quelli esistenti.

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA ESISTENTE		
PARAMETRO	IMPIANTO ESISTENTE	IMPIANTO NUOVO
Numero totale apparecchi illuminanti nella zona di intervento	31	31
Proprietà degli impianti	proprietà comunale	proprietà comunale
Potenza lorda totale dell'impianto nella zona di intervento (incluse le perdite)	3,57 kW	2,20 kW
Consumo energetico annuo (dati stimati, vedi capitolo dedicato)	13.566 kWh/anno	8.360 kWh/anno
Tensione nominale degli utilizzatori e apparecchiature B.T.	230V	230V
Sistema di distribuzione	TT	TT

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 9 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Calcoli illuminotecnici

All'interno dell'allegato "LX: Calcoli illuminotecnici", sono contenute maggiori informazioni riguardanti:

- La tipologia e l'estensione delle zone di studio;
- La tipologia delle griglie utilizzate per i calcoli (come specificato nella Norma UNI EN 13201-3);
- I parametri di caratterizzazione in riflessione della pavimentazione stradale nelle zone di studio.

CAP. 10 CONSEGNA DOCUMENTAZIONE FINALE, VERIFICHE E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI

Documentazione finale

Al termine dei lavori sull'impianto elettrico la ditta installatrice dovrà rilasciare la seguente documentazione:

<ul style="list-style-type: none"> • Dichiarazione di conformità relativa agli interventi eseguiti completa degli allegati obbligatori (iscrizione alla camera di commercio, elenco marche utilizzate, ecc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Libretti di uso e manutenzione relative alle apparecchiature installate e libretti di garanzia delle apparecchiature installate
<ul style="list-style-type: none"> • Disegni "AS BUILT" a fine lavori completo dei disegni planimetrici, degli schemi elettrici dei quadri e di tutta la documentazione necessaria facente parte il progetto redatta in triplice copia in formato cartaceo
<ul style="list-style-type: none"> • Registro delle verifiche iniziali relativo agli impianti realizzati e/o modificati (con relativo svolgimento delle verifiche iniziali e delle prove strumentali previste, quali prove di isolamento, prove di intervento differenziali, prove di continuità, ecc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Un verbale redatto a computer con programma di videoscrittura per eseguire le verifiche periodiche e per le manutenzioni ai sensi delle leggi e normative vigenti. Suddetto verbale dovrà essere consegnato in formato cartaceo ed informatico
<ul style="list-style-type: none"> • I certificati redatti dai costruttori degli apparecchi luminosi attestanti la rispondenza delle ottiche alle specifiche richieste dalla Legge Regionale 31/2015

Il tutto dovrà essere consegnato in apposita busta o contenitore rigido.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	Rev. n.	Data:	Motivo:
	Commessa: 3743	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Data 1° emissione: 08/2023			

Verifiche sugli impianti

1 Verifica provvisoria

Lo scopo della verifica provvisoria è accertare che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le norme di legge per la prevenzione degli infortuni. Nel corso della verifica provvisoria devono essere eseguiti i seguenti controlli:

- stato di isolamento dei circuiti;
- continuità elettrica dei circuiti;
- grado di isolamento e sezioni dei conduttori;
- efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni di massimo carico previsto;
- efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.

La verifica provvisoria ha lo scopo di consentire, in caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti ad uso degli utenti a cui sono destinati.

2 Collaudo definitivo degli impianti

Il collaudo definitivo degli impianti deve avere inizio entro la data prevista dal Capitolato speciale d'appalto oppure, in difetto, entro e non oltre sei mesi dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Scopo del collaudo definitivo è quello di accertare che gli impianti siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenendo anche conto delle eventuali modifiche concordate.

Il collaudo deve verificare la rispondenza dell'impianto alle:

- ⇒ disposizioni di legge;
- ⇒ prescrizioni delle leggi regione Lombardia n. 31/2015;
- ⇒ prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- ⇒ Norme CEI relative al tipo di impianto.

Relativamente alla rispondenza dell'impianto alle Norme CEI, le verifiche che devono sempre essere effettuate, oltre ovviamente a quelle specifiche a seconda del tipo e della destinazione dell'impianto, sono quelle elencate nel seguito.

1) Esame a vista

L'esame a vista deve accertare:

- ◇ che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme in generale e delle Norme specifiche di riferimento per l'impianto installato;
- ◇ che il materiale elettrico sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e che non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza;
- ◇ che le distanze delle barriere e delle altre misure di protezione siano state rispettate;
- ◇ che vi sia la presenza di adeguati dispositivi di sezionamento e di interruzione;
- ◇ che la scelta delle apparecchiature sia conforme a quanto previsto nel Capitolato speciale d'appalto;

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

- ◇ che vi sia l'identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, l'identificazione dei comandi e delle protezioni, dei collegamenti dei conduttori;
- ◇ che sia avvenuta la fornitura degli schemi e dei cartelli ammonitori.

2) Verifica dei cavi e dei conduttori

Per i cavi ed i conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL e che siano dotati dei contrassegni di identificazione, ove prescritti.

3) Misura della resistenza di isolamento

Ogni impianto di illuminazione, all'atto della verifica iniziale, deve presentare una resistenza di isolamento verso terra non inferiore a:

- a) $0,25 \text{ M}\Omega$ per impianti di gruppo A;
- b) $\frac{2U_0}{L+N} \text{ M}\Omega$ per gli impianti di gruppo B, C, D, E

dove:

- U_0 = Tensione nominale verso terra il kV dell'impianto (si assume il valore 1 per tensione nominale inferiore a 1 kV)
- L = lunghezza complessiva delle linee di alimentazione in km (si assume il valore di 1 per lunghezze inferiori a 1 km);
- N = numero di apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

La misura deve essere effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi a terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti; eventuali messe a terra di funzionamento devono essere disinserite durante la prova (saranno da scollegare gli scaricatori di sovratensione). Eventuali circuiti non metallicamente connessi con quello in prova devono essere oggetto di misure separate; non è necessario eseguire misure sul secondario degli ausiliari elettrici contenuti negli apparecchi di illuminazione.

Le misure devono essere effettuate utilizzando un ohmmetro in grado di fornire una tensione continua non inferiore a 500V per gli impianti di gruppo A, B, C e non inferiore a 1500V per di gruppo D, E.

Le misure devono essere effettuate senza tener conto delle condizioni meteorologiche e dopo che la tensione è stata applicata da circa 60 s.

4) Misura delle cadute di tensione

La caduta di tensione nel circuito di alimentazione, non tenendo conto del transitorio di accensione delle lampade, in condizioni regolari di esercizio, non deve superare il 5%, salvo specifiche indicazioni da parte del committente dell'impianto di illuminazione, che può prescrivere valori maggiori o minori, in funzione del comportamento degli apparecchi di illuminazione.

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; devono essere impiegati due voltmetri della stessa classe di precisione, inseriti nei due punti prestabiliti. Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo, si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture. Le

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

letture dei due voltmetri devono essere eseguite contemporaneamente; successivamente si calcola la caduta di tensione percentuale.

5) Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nella Norma CEI 64-8 per gli impianti di messa a terra.

Le verifiche da effettuare sono le seguenti:

5.1) esame a vista dei conduttori di terra e di protezione.

Devono essere controllate le sezioni, i materiali e le modalità di posa nonché lo stato di conservazione dei conduttori e delle giunzioni. Si deve inoltre verificare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra ed il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina.

5.2) Misura del valore di resistenza di terra dell'impianto.

A tal fine si utilizza un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro.

5.3) Verifica dei tempi di intervento dei dispositivi di massima corrente o differenziale.

6) Altre verifiche e prove

6.1) Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi. La verifica deve accertare che:

- ◇ il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- ◇ la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti.

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 11 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO

Con la pubblicazione del D.M. 28 marzo 2018 sono stati definiti i Criteri ambientali minimi (di seguito "CAM SERVIZI") che devono essere rispettati per il corretto svolgimento del Servizio di illuminazione pubblica.

I CAM SERVIZI chiedono innanzitutto di valutare lo stato del proprio impianto di illuminazione, attraverso l'adozione di indici prestazionali che riguardano diversi aspetti, tra cui quello della conformità normativa e del livello gestionale.

Per quanto riguarda l'attività gestionale i CAM SERVIZI prevedono 3 Livelli, per ciascuno dei quali vengono definite delle tempistiche minime che devono essere rispettate per la manutenzione ordinaria degli impianti di illuminazione.

Il livello minimo che deve essere garantito prevede le attività e le tempistiche riportate nelle seguenti tabelle.

Tabella 1 - Attività di verifica annuale dei Quadri elettrici – Livello 1

DESCRIZIONE ATTIVITA' DI GESTIONE	Indice attività	Nr operai	Tempo per intervento (min/lav)	Nr interventi anno	Somma tempi anno (min/lav/anno)	ORE UNITARIE lavoro anno
Armadio di comando e protezione						
Verifica funzionale involucro						
Verifica funzionale chiusura a chiave della portella						
Verifica del grado di isolamento interno ed esterno						
Lettura del gruppo di misura	a.1	1	30	1	30	0,50
Apparecchiature nel quadro elettrico						
pulizia generale	b.1	1	15	0,2	3	0,05
verifica dello stato di conservazione carpenterie	b.2	1	15	0,2	3	0,05
verifica funzionale strumentazione	b.3	1	20	0,2	4	0,07
controllo surriscaldamenti	b.4	1	15	0,2	3	0,05
verifica dello stato collegamenti di terra	b.5	1	15	0,2	3	0,05
verifica funzionale interruttore accensione ed eventuale taratura	b.6	1	30	0,5	15	0,25
verifica dello stato di conservazione di cavi e cablaggi	b.7	1	15	0,2	3	0,05
verifica dello stato di conservazione delle morsettiere	b.8	1	10	0,2	2	0,03
verifica funzionale fusibili	b.9	1	10	0,2	2	0,03
verifica funzionale differenziali, quadro sinottico, misura fattore di potenza delle linee, verifica funzionale delle protezioni e il loro coordinamento	b.10	1	15	1	15	0,25
Rifasamento in cabina						
verifica funzionale impianto						
verifica funzionale centralina						
verifica ed equilibratura fasi						
verifica funzionale condensatori						
verifica funzionale fusibili	c.1	1	30	1	30	0,50
Controllo quadro elettrico						
controllo rispondenze schema elettrico						
verifica rispondenza targhette identificatii circuiti ed eventuale integrazione sostituzione correzione	d.1	1	15	0,2	3	0,05
Rete elettrica						
verifica rete elettrica	e.1	1	15	0,2	3	0,05
Impianto di terra o verifica doppio isolamento						
verifiche messa a terra per impianti CLI o doppio isolamento per impianti CII	f.1	1	60	0,25	15	0,25
VERIFICHE QUADRI ELETTRICI		VERIFICHE QUADRI ELETTRICI				

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Tabella 2 - Attività di verifica annuale dei punti luce e dei sostegni e pulizia degli apparecchi – Livello 1

DESCRIZIONE ATTIVITA' DI GESTIONE	Indice attività	Nr operai	Tempo per intervento (min/lav)	Nr interventi anno	Somma tempi anno (min/lav/anno)	ORE UNITARIE lavoro anno
Apparecchi di illuminazione						
controllo visivo integrità dei corpi illuminanti	g.1	1	0,6	1	0,6	0,01
pulizia dell'involucro esterno						
verifica funzionale dell'involucro esterno	g.1.1	2	8	0,25	4	0,07
pulizia dei rifrattori						
verifica della chiusura e dell'integrità dei rifrattori e riflettori						
pulizia dei diffusori						
pulizia delle coppe di chiusura						
verifica funzionale						
verifica stato di usura dei portalampada	g.2	2	5	0,25	2,5	0,04
Pozzetti dell'impianto						
verifica che i pozzetti siano nella posizione originaria, non coperti						
verifica che i pozzetti non presentino segni di rottura o fessurazioni	h.1	1	10	0,25	2,5	0,04
Pali e sbracci						
controllo visivo integrità dei pali e dei sostegni	i.1	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica delle basi in vicinanza dell'incastro	i.2	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica stato degli attacchi degli sbracci e delle paline installate a muro e su pali CAC	i.3	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica dell'allineamento dell'asse rispetto alla verticale	i.4	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica delle condizioni di sicurezza statica	i.5	1	10	0,25	2,5	0,04
controllo della portella di chiusura dei pali	i.6	1	5	0,25	1,25	0,02
Sospensioni						
verifica visiva degli attacchi delle sospensioni	l.1	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica visiva delle condizioni di sicurezza statica delle sospensioni	l.2	1	5	0,25	1,25	0,02
verifica visiva dello stato di funi e ganci delle sospensioni	l.3	1	5	0,25	1,25	0,02
VERIFICHE PUNTI LUCE						

Dovranno pertanto essere garantite le operazioni di manutenzione ordinaria descritte nelle tabelle sopra indicate, rispettando i tempi previsti per ciascuna operazione.

Tutti gli interventi di manutenzione devono essere accuratamente registrati sul libretto dell'impianto che va conservato sul luogo di installazione.

CAP. 12 CRONOPROGRAMMA

Il termine previsto per la chiusura dei lavori di riqualifica è fissato in **120 giorni naturali consecutivi** dalla data di inizio lavori.

CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE - LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO IMPIANTO ILLUMINAZIONE PUBBLICA: PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO - COMUNE DI CASTIONE DELLA PRESOLANA								
DESCRIZIONE DELLA LAVORAZIONE	RNI NATURALI CONSECUTIVI DALL'INIZIO LAV							
	15	30	45	60	75	90	105	120
APPROVVIGIONAMENTO MATERIALE								
SOSTITUZIONE CORPI ILLUMINANTI, MODIFICA SOSTEGNI E RIQUALIFICA DERIVAZIONI								
VERIFICHE E COLLAUDI FINALI								

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it	Rev. n.	Data:	Motivo:	
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

CAP. 13 ELENCO ELABORATI DI PROGETTO

Viene riportato di seguito l'elenco degli elaborati facenti parte del presente progetto.

Allegato	Titolo	Rev.	Data	Formato	Nome file PDF
P1	Posizione e interventi punti luce	00	Agosto 2023	A0	3743-Tavola P1-Tavola di progetto zona 1-R0.pdf
RL	Relazione tecnica generale e specialistica	00	Agosto 2023	A4	3743-Relazione tecnica-R0.pdf
ST	Analisi dei rischi e valutazione delle categorie illuminotecniche delle strade	00	Agosto 2023	A4	3743-Allegato ST-R0.pdf
LX	Calcoli illuminotecnici	00	Agosto 2023	A4	3743-Allegato LX - Calcoli illuminotecnici.pdf
AD	Tabella degli adeguamenti puntuali	00	Agosto 2023	A3	3743-Allegato AD-R0.pdf
DC	Dichiarazione costruttore corpi illuminanti conformità leggi regione Lombardia n. 17/2000 e n. 38/2004 e n. 31/2015	00	Agosto 2023	A4	3743-Allegato DC-R0.pdf
SM	Schede tecniche dei materiali	00	Agosto 2023	A4	3743-Allegato SM-R0.pdf
CME	Computo metrico estimativo	00	Agosto 2023	A4	3743-Computo metrico estimativo-R0.pdf
ELE	Elenco prezzi unitari	00	Agosto 2023	A4	3743-Elenco prezzi unitari-R0.pdf
QE	Quadro economico	00	Agosto 2023	A4	3743-Quadro economico-R0.pdf
CSS	Capitolato speciale d'appalto parte specialistica	00	Agosto 2023	A4	3743-Capitolato speciale e prestazionale d'appalto parte specialistica-R0.pdf
CSA	Capitolato speciale d'appalto parte amministrativa	00	Agosto 2023	A4	3743- Capitolato speciale e prestazionale d'appalto parte amministrativa.pdf
SCH	Schema di contratto	00	Agosto 2023	A4	3743-Schema di contratto-R0.pdf
CR	Cronoprogramma delle opere	00	Agosto 2023	A3	3743-Cronoprogramma-R0.pdf
MA	Quadro di incidenza della manodopera	00	Agosto 2023	A4	3743-Quadro di incidenza della manodopera-R0.pdf

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			

Allegato	Titolo	Rev.	Data	Formato	Nome file PDF
ANA	Analisi dei prezzi	00	Agosto 2023	A4	3743-Analisi di prezzi-R0.pdf
EE	Elenco elaborati	00	Agosto 2023	A4	3743-Elenco elaborati-R0.pdf
DSNH	Relazione rispetto criteri DSNH	00	Agosto 2023	A4	3743-Relazione DSNH-R0.pdf

STUDIO ELETTROTECNICO ARDIZZONE Via G. Sora, 10 - 24020 FIORANO AL SERIO Tel. 035.71.10.20 – Fax. 035.73.87.03 email: info@studioardizzone.it		Rev. n.	Data:	Motivo:
	Nome file: 3743-rltr-R0.doc	00	08/2023	PROGETTO ESECUTIVO
	Commessa: 3743			
	Data 1° emissione: 08/2023			