

Autorità Urbana di Padova

Strategia Integrata di Sviluppo Urbano Sostenibile (SISUS)

approvata con Decreto del Direttore della Programmazione Unitaria
della Regione del Veneto n° 187 del 04.12.2023

Azione 2.7.1 Infrastrutture verdi in Area Urbana



Progetto 2

Parco urbano nel quartiere di Lion, Via San Francesco, Comune di Albignasego

Sindaco: Filippo Giacinti

Resp. Terzo Settore Gestione del Territorio e Patrimonio: Marco Carella

Resp. unico del progetto: Caterina Friso

via Milano, 7
35020 Albignasego (Pd)
tel +39 049 8042211
fax +39 049 8625188
e-mail info@obizzi.it
CF 80008790281

TITOLO DELL'INTERVENTO

PROGETTO ESECUTIVO

<i>Progetto architettonico e del paesaggio</i>	Archipiùdue Paolo Miotto, Mauro Sarti Architetti Associati Consulente	via Settima Strada 7, int. 1 35129 Padova (Pd) tel +39 049 7380542 e-mail info@archipiudue.com
<i>Geologia</i>	Dott. Geol. Sergio Drago Consulente	Via Piovega 41b35010 Borgoricco (Pd) e-mail geologia.drago@gmail.com
<i>Progetto idraulico</i>	Ing. David Voltan Consulente	Via Einaudi 24 45100 Rovigo (Pd) e-mail studioltan@libero.it
<i>Progetto del verde</i>	Dott. For. Pamela Nichele Consulente	Vicolo dei Fabbrì 7 35013 Cittadella (Pd) e-mail pamelanichele@email.it
<i>Progetto impianti elettrici</i>	Per. Ind. Martino Cecchinato	Viale del Lavoro 54 35020 Ponte San Nicolò (Pd) e-mail cecchinato@2c-studio.it

TITOLO ELABORATO

NUMERO

Relazione tecnica e di calcolo degli impianti elettrici, di illuminazione e speciali

E.1

scala

-

revisione

REV 00

data

Ottobre 2024

codice file

E.1_0824_E00_R

INDICE

1	PREMESSE	2
2	ESIGENZE DA SODDISFARE E DATI DI PROGETTO.....	3
2.1	Descrizione degli impianti previsti	3
2.2	Principali dati tecnici di progetto	5
2.3	Conformità ai C.A.M. - Criteri Ambientali Minimi vigenti.....	5
2.4	Classificazioni dei sistemi elettrici.....	6
3	MISURE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE ELETTRICA	7
3.1	Sezionamento ed interruzione	7
3.2	Protezione dai contatti diretti.....	7
3.3	Protezione dai contatti indiretti.....	7
3.4	Protezione da sovraccarico.....	8
3.5	Protezione da cortocircuito (art. 714.43 e sez. 434 norma CEI 64-8)	9
3.6	Prescrizioni aggiuntive per gli impianti di illuminazione esterna.....	10
3.7	Protezione contro le influenze esterne – scelta delle apparecchiature	11
3.8	Protezione contro i fulmini (art. 714.35 norma CEI 64-8).....	11
3.9	Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne (art. A.3.1 sez. 714 norma CEI 64-8).....	12
4	PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	13
5	CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICI.....	16
5.1	Premesse.....	16
5.2	Riferimenti legislativi e normativi adottati	16
5.3	Zone di studio e relative classificazioni - vialetti pedonali e area sabbiera per il gioco	17
5.4	Parametri illuminotecnici	19
5.5	Caratteristiche degli impianti di illuminazione esterna previsti	19
5.6	Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione – indice IPEA*	19
5.7	Determinazione dell'indice di prestazione energetica IPEI* di impianto	21
5.8	Modalità di alimentazione e gestione degli impianti di illuminazione previsti	22
5.9	Rispetto dei criteri tecnici della L.R. Veneto 17/09.....	23
5.10	Documentazione a corredo degli apparecchi illuminanti prescelti.....	24
5.11	Dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico	25

APPENDICE “A” **CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA**

APPENDICE “B” **DOCUMENTAZIONI / DICHIARAZIONI CARTACEE L.R. VENETO 17/09 RILASCIATE DALLA DITTA PRODUTTRICE AEC ILLUMINAZIONE IN MERITO AI CORPI ILLUMINANTI PREVISTI**

APPENDICE “C” **SCHEDE TECNICHE E ISTRUZIONI DI USO E MANUTENZIONE RILASCIATE DALLA DITTA PRODUTTRICE AEC ILLUMINAZIONE SPA IN MERITO AI CORPI ILLUMINANTI PREVISTI**

APPENDICE “D” **CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE**

1 PREMESSE

Il progetto esecutivo che si allega, di cui la presente relazione è parte integrante, ha per oggetto i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti all'esecuzione a perfetta regola d'arte **degli impianti di illuminazione pubblica esterna e di videosorveglianza TVcc** nell'ambito dell'intervento di **realizzazione del parco urbano nel quartiere Lion - in via San Francesco ad Albignasego**; per meglio identificare le aree e la loro conformazione fisica si rimanda alle planimetrie ed agli altri elaborati, anche di progettazione generale, allegati al progetto.

La presente relazione, e la documentazione allegata in appendice, ha lo scopo fondamentale di illustrare:

- il quadro delle esigenze da soddisfare e i dati di progetto (cap. 2);
- le misure di protezione e di sicurezza elettrica da adottare (cap. 3 + appendice "D");
- le norme tecniche applicate e/o applicabili (cap. 4).

Inoltre, con specifico riferimento ai previsti impianti di illuminazione esterna, nel cap. 5 "calcoli di dimensionamento illuminotecnici" + appendici "A" - "B" - "C" sono descritti:

- gli aspetti di classificazione delle zone di studio e di identificazione / dimensionamento dei relativi parametri illuminotecnici di progetto;
- i requisiti di rispetto della vigente legge regionale Veneto n°17/09 (in materia di contenimento dell'inquinamento luminoso, risparmio energetico, tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici);
- le conformità al D.Mite 27.09.20217 "C.A.M." in materia di criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.

Per la definizione delle principali caratteristiche tecnico-costruttive degli impianti previsti, invece, si rimanda ai contenuti della specifica parte dell'allegato "*CSA Norme Tecniche - Impianti elettrici*", oltre che ai contenuti di tutti gli elaborati grafici di progetto.

La progettazione degli impianti elettrici ha tenuto conto anche degli obblighi in capo al progettista derivanti dall'osservanza delle norme in materia di sicurezza e salute dei lavoratori, in particolare del D.Lgs. 81/2008 che tra l'altro ribadisce che "*...i progettisti dei luoghi o posti di lavoro e degli impianti rispettano i principi di prevenzione in materia di sicurezza e di salute al momento delle scelte progettuali e tecniche...*".

2 ESIGENZE DA SODDISFARE E DATI DI PROGETTO

2.1 Descrizione degli impianti previsti

Si intende di seguito descrivere, nel dettaglio, il complesso degli impianti elettrici di illuminazione e di videosorveglianza TVcc previsti nell'ambito di intervento, tenendo in debita considerazione *in primis* degli aspetti di sicurezza e di rispetto della normativa vigente; in particolare sono previste le seguenti opere stradali ed elettriche:

1. Attività di preliminarmente smantellamento dei soli apparecchi di illuminazione ed impianti elettrici di pertinenza relativi alle n°4 torri faro (asservite quest'ultime all'ex campo da calcio, area interessata dagli interventi di progetto), ivi inclusi i relativi quadri di protezione / sezionamento locali posti alla base di ognuna di esse; nell'attività di rimozione è da intendersi sempre incluso anche lo sfilaggio di tutte le linee di alimentazione dorsali (distribuite interrate, a partire dal quadro elettrico di riferimento "Q.ILL").

Dopo un attento smontaggio e lievo delle varie componenti di impianto è previsto il trasporto dei materiali di risulta agli impianti di riciclaggio e/o presso discariche autorizzate, fatta salva la possibilità dell'accatastamento presso i magazzini comunali delle sole componenti in buono stato di conservazione e/o per le quali sia prevedibile il riutilizzo anche in altri contesti; la scelta sarà prerogativa della Direzione Lavori, sentito anche il parere del personale tecnico del Comune.

Nota bene: le strutture metalliche delle torri faro, e i loro plinti di fondazione / sostegno in cls, dovranno essere mantenuti in opera allo scopo di altro impiego sempre nell'ambito del presente progetto; si rimanda, per ulteriori approfondimenti, alla lettura della relazione generale allegata al fascicolo documentale.

2. Modifica / integrazione dell'esistente quadro elettrico "Q.ILL" (così come dettagliatamente descritto nell'elaborato schema elettrico allegato al progetto), per il contenimento di tutte le necessarie apparecchiature di distribuzione, protezione e comando atte a gestire l'insieme impiantistico di seguito descritto.

Sotto il profilo strutturale e costruttivo si prevede il mantenimento dell'attuale carpenteria stradale in vetroresina, e il recupero / riutilizzo del centralino stagno ivi contenuto; il tutto previa sostituzione delle portine fontali di chiusura, apparse danneggiate.

3. Realizzazione di nuovi percorsi dorsali e terminali interrati, con l'impiego di cavidotti corrugati a doppia parete Øest. 110mm opportunamente interconnessi per mezzo di pozzetti di derivazione in c.a. prefabbricati con coperchi di chiusura in ghisa classe C250; la nuova rete trarrà origine dal pozzetto "P1" di progetto, punto di intercettazione della distribuzione interrata già esistente e collegherà tutti i centri di illuminazione (tanto di nuova realizzazione quanto di previsione futura), così come rappresentati nella planimetria di progetto.

4. Messa a dimora di n°19 (16+3) plinti di fondazione prefabbricati in c.a.v. di dimens. (48x65x h48)cm completi di pozzetto con chiusino in ghisa in classe B125 di luce dimens. (40x40)cm con anello removibile Ø 34cm, per lo smistamento e la derivazione delle tubazioni e dei circuiti di alimentazione.

Nota bene: i plinti dal n°1 al n°16 saranno conseguentemente utilizzati per l'installazione dei centri luminosi di cui ai successivi punto 5., mentre gli ulteriori n°3 plinti sono da intendersi predisposti per eventuale futura illuminazione del percorso pedonale lato parcheggio cimitero.

5. Conseguente installazione di n°16 centri luminosi di arredo urbano, per l'illuminazione tanto della sabbiera per il gioco (sigle dal PL1 al PL4) quanto dei nuovi percorsi pedonali (sigle dal PL5 al PL16), in particolare ciascuno di essi sarà costituito da:

- palo conico diritto in lamiera di acciaio zincato e verniciato, con morsettiera da incasso in classe II e relativo portello di chiusura esterno palo + manicotto termorestringente anticorrosione alla base, altezza tot. 5,00m, altezza f.t. 4,50m, spessore 3mm;
- apparecchio illuminante di arredo urbano con vetro piano e sorgente led da 23W - 2.890lum - 3.000K, ottica asimmetrica "S05" per illuminazione stradale, urbana e aree verdi, driver elettronico monocanale 230V - 50Hz dimmerabile con opzione "DA - DIM AUTO" - dimmerazione automatica con riconoscimento "mezzanotte virtuale" e profilo di riduzione del flusso integrato (6 ore a -30% per ogni ciclo di accensione) + scaricatore di sovratensione, classe di isolamento II, grado di protezione IP66, installazione testa-palo con vetro parallelo al suolo, conformità L.R. Veneto 17/09 (tipo Aec Illuminazione serie Arya mod. Arya TP 5P5 S05 7030.060-2M DA, o similare).

I complessi "palo + portello morsettiera + armatura" saranno forniti verniciati colore grigio grafite (cod. 01 da catalogo Aec Illuminazione).

In corrispondenza del punto di incastro con il blocco di fondazione tutti i pali saranno in genere forniti di manicotto termorestringente, costituito da guaina in polietilene di spessore 4mm e altezza 45cm (applicata a caldo dopo la zincatura).

Ad infissione e posizionamento dei pali avvenuta, i fori nei plinti saranno accuratamente riempiti con sabbia fine e sigillati superiormente con almeno 5cm di sabbia/cemento, lisciata superiormente in pendenza verso l'esterno, in modo da evitare e/o limitare qualsiasi ristagno d'acqua.

6. Infilaggio di circuiti di alimentazione dorsali principali a partire dal quadro elettrico "Q.ILL" di cui al punto 2. L'alimentazione dorsale dei nuovi centri di illuminazione, suddivisa in due circuiti distinti (sabbiera per il gioco e vialetti pedonali), sarà realizzata con l'impiego di conduttori unipolari a doppio isolamento tipo FG16R16-06/1kV di formaz. 2x1x6mm²; le risalite alle singole apparecchiature, invece, saranno costituite da cavi multipolari a doppio isolamento tipo FG16(O)R16-06/1kV di formaz. 1x(2x1,5)mm².

7. Implementazione di un sistema di videosorveglianza TVcc comunale dell'area, costituito dall'insieme di n°3 nuovi punti telecamere in campo (posizionate / fissate sui sostegni di illuminazione pubblica di cui al punto 5.) e di n°1 nuova cassetta in materiale plastico destinata al concentramento dei segnali (d dislocarsi immediatamente a fianco del quadro elettrico "Q.ILL" di cui al punto 2.).

La distribuzione delle relative linee di potenza / segnale sarà eseguita utilizzando i medesimi cavidotti dell'impianto di IP; saranno sempre usati cavi di tipologia idonea alla posa interrata in coesistenza con circuiti elettrici a 230V.

Nota bene: il sistema in oggetto è da intendersi parziale e predisposto per la futura interconnessione al più ampio sistema di videosorveglianza dell'Unione dei Comuni Pratiarcati (già esistente); tale attività è da intendersi esclusa dal presente progetto, a cura del Committente Comune di Albignasego.

8. Cablaggio di tutta la specifica sezione impiantistica, messa in esercizio della stessa, effettuazione di collaudo tecnico / funzionale e istruzione al personale preposto all'utilizzo.

2.2 Principali dati tecnici di progetto

L'alimentazione dell'intera nuova sezione impiantistica sarà derivata dal quadro elettrico "Q.ILL" già esistente a ridosso dell'area oggetto di interventi (vedere immagine seguente), e attualmente (condizione ante-intervento) posto a servizio degli impianti di illuminazione dei campi sportivi e di altri impianti minori.

Il quadro elettrico sopraccitato risulta costituito da una carpenteria stradale in vetroresina posata su uno zoccolo in c.l.s. e contenente al suo interno il centralino di protezione / sezionamento degli impianti elettrici e di illuminazione, centralino per il quale il progetto prevede interventi di modifica e integrazione.



In virtù della significativa minor potenza elettrica in gioco (calcolata in circa 585W) e considerati altresì gli smantellamenti degli attuali impianti di illuminazione riferiti alle esistenti n°4 torri faro (che concorrono a futuri minori assorbimenti per circa 8.800W), si precisa che non si renderà necessario apportare alcuna modifica alla linea dorsale di alimentazione del quadro "Q.ILL", né tanto meno alla fornitura di energia elettrica ad essa riconducibile (di tipo trifase con neutro 230÷400V 50Hz).

2.3 Conformità ai C.A.M. - Criteri Ambientali Minimi vigenti

Nelle scelte di progetto esecutivo sono di fatto rispettate le specifiche riportate nel D.M. 27.09.2017 "Criteri ambientali minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica", ed in particolare nei paragrafi 4.1.3.6 - 3.7 - 3.8 - 3.11 - 3.12 - 3.13 - 3.14 e 4.15.1 - 5.2 (specifiche tecniche relative ai moduli led), 4.2.3.1 - 3.2 - 3.4 - 3.8 - 3.9 - 3.10 - 3.11 - 3.13 - 3.14 - 3.15 - 3.16 (specifiche tecniche relative agli apparecchi) e 4.2.5.2 - 5.3 - 5.4 (clausole contrattuali specifiche); si precisa che il capitolato tecnico allegato al presente progetto contempla l'onere, a carico della ditta appaltatrice, di trasmissione prima dell'inizio dei lavori di tutte le documentazioni sopraccitate relative agli apparecchi effettivamente da installarsi (siano essi quelli di progetto, o altri in tutto simili per caratteristiche, qualità e costo approvati dalla Direzione Lavori).

Per quanto concerne invece il rispetto dei contenuti dei paragrafi 4.3.3.2 (elementi del progetto illuminotecnico), 4.3.3.3 (prestazione energetica dell'impianto), 4.3.3.4 (sistema di regolazione del flusso luminoso) e 4.3.3.5 (sistema di telecontrollo o telegestione dell'impianto) si rimanda rispettivamente ai contenuti dei capitoli _____ della presente relazione.

2.4 Classificazioni dei sistemi elettrici

Le norme CEI definiscono sistema elettrico la parte di un impianto elettrico costituito dal complesso dei componenti elettrici aventi una determinata tensione nominale; ai sensi dell'art. 22.1 della CEI 64-8 la suddivisione dei sistemi elettrici avviene in quattro categorie, come riportato nella tabella seguente.

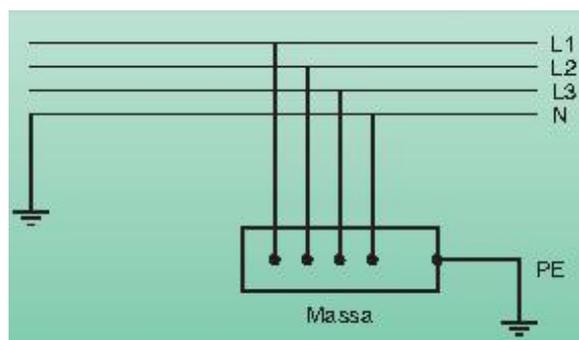
	Sistemi di categoria	Tensione nominale U_n
Caso in oggetto =====>	0 (zero)	$\leq 50 \text{ V c.a.}$ $\leq 120 \text{ V c.c.}$
	I (prima)	$50 \leq U_n \leq 1.000 \text{ V c.a.}$ $120 \leq U_n \leq 1.500 \text{ V c.c.}$
	II (seconda)	$1.000 \leq U_n \leq 35.000 \text{ V c.a.}$ $1.500 \leq U_n \leq 35.000 \text{ V c.c.}$
	III (terza)	$U_n > 35.000 \text{ V}$

La distribuzione dell'energia elettrica alle utenze alimentate in bassa tensione avviene, invece, secondo tipologie di sistemi che sono definite ai sensi dell'art. 312 della CEI 64-8 in funzione:

- del loro sistema di conduttori attivi;
- del loro modo di collegamento a terra.

	Sistema elettrico	N° di conduttori attivi
Casi in oggetto =====>	Monofase	2 (L - N) 2 (L1 - L2)
Casi in oggetto =====>	Trifase	3 (L1 - L2 - L3) 4 (L1 - L2 - L3 - N)

Nei sistemi distributivi TT (quale è quello in oggetto) il neutro risulta collegato direttamente a terra in cabina dell'Ente distributore, mentre le masse dell'impianto risultano collegate ad un impianto locale di terra elettricamente indipendente da quello del sistema.



3 MISURE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE ELETTRICA

3.1 Sezionamento ed interruzione

All'origine della porzione impiantistica in oggetto sarà installato un dispositivo in grado di poter sezionare l'alimentazione; il sezionamento dovrà avvenire su tutti i conduttori attivi (vedi prescrizioni di cui al cap. 462 CEI 64-8).

3.2 Protezione dai contatti diretti

Per i sistemi elettrici in oggetto verranno adottati in generale mezzi di protezione tali da impedire alle persone di entrare in contatto con qualsivoglia parte in tensione: la protezione totale sarà effettuata con l'isolamento delle parti attive o mediante involucri e/o barriere (ciò in conformità agli artt. 412.1 e 412.2 della vigente norma CEI 64-8), mezzi atti comunque a non consentire il contatto sia accidentale che volontario con parti in tensione, ove non si ricorra alla rimozione delle protezioni mediante l'impiego di attrezzi o a voluti danneggiamenti.

Barriere ed involucri saranno saldamente fissati ed avranno sufficiente stabilità e durata nel tempo, così da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazione dalle parti attive (nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali): in particolare tutti i componenti posati esternamente saranno fissati in modo robusto e solido; anche nella scelta di componenti quali prese a spina, interruttori e scatole di derivazione, si terrà conto di caratteristiche particolari di isolamento e resistenza qualora essi fossero prevedibilmente soggetti a urti.

Qualora dovesse risultare necessario per attività manutentive rimuovere barriere o aprire involucri ciò sarà possibile solo per mezzo di chiavi e/o attrezzi speciali che permettano l'apertura in condizioni di sicurezza, e comunque una volta realizzato manualmente il sezionamento del circuito a monte.

Laddove la protezione contro i contatti diretti dovesse venire realizzata mediante involucri e/o barriere, questi saranno tali da assicurare almeno un grado di protezione IPXXB, mentre le superfici orizzontali di involucri o barriere che si dovessero venire a trovare a portata di mano avranno un grado di protezione non inferiore ad IPXXD: resta inteso che detti gradi minimi, specificamente indicati nella normativa, saranno necessariamente sostituiti con altri più severi, qualora particolari condizioni lo richiedessero, e comunque ove specificato negli elaborati di progetto.

Se un componente elettrico, pur apribile con chiave o attrezzo, dovesse essere installato a meno di 2,5m dal piano di calpestio e dovesse dare accesso a parti attive, queste dovranno risultare non accessibili al dito di prova (IPXXB) o protette da schermi con uguale grado di protezione.

Le lampade dei corpi illuminanti non dovranno diventare accessibili se non dopo aver rimosso un involucro o una barriera per mezzo di un attrezzo, a meno che l'apparecchio non si trovi ad una altezza superiore a 2,80m.

3.3 Protezione dai contatti indiretti

Tutte le masse dei nuovi impianti elettrici di illuminazione (e non) di cui al presente progetto dovranno essere protette contro i contatti indiretti, ed in particolare per mezzo di:

- a) *protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione nei sistemi TT* (art. 413.1 e art. 714.413.1 norma CEI 64-8), con l'utilizzo di dispositivi differenziali.

Nei sistemi TT, quale è quello in oggetto, un guasto tra una fase ed una massa determina una corrente di guasto che interessa contemporaneamente l'impianto di terra dell'utente e l'impianto di terra del distributore di energia.

La protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione sarà realizzata con l'impiego di dispositivi differenziali, che soddisfino sempre e comunque la seguente condizione:

$$R_E \times I_{DN} \leq U_L (50V)$$

dove:

- R_E è il valore della resistenza della messa a terra degli apparecchi utilizzatori, in $[\Omega]$;
- I_{DN} è il valore della corrente nominale d'intervento del dispositivo a corrente differenziale, in $[A]$;
- $U_L (50V)$ è il valore di tensione limite di contatto che è possibile mantenere a tempo indeterminato in condizioni ambientali specificate, in $[V]$.

b) *protezione mediante componenti elettrici in classe II o isolamento equivalente* (art. 413.2 e art. 714.413.2 norma CEI 64-8).

In questo caso non dovrà essere previsto alcun conduttore di protezione e le parti conduttrici, separate dalle parti attive con isolamento doppio o rinforzato, non dovranno essere collegate intenzionalmente all'impianto di terra. Per quanto concerne le condutture, invece, si dovranno utilizzare cavi aventi tensioni di isolamento almeno di 0,6/1kV.

Andranno realizzati a perfetta regola d'arte gli impianti di protezione e di dispersione di terra. Dove necessario tali impianti dovranno essere, alla fine dei lavori, resi unici per ottemperare alle prescrizioni della norma CEI 64-8 art. 413.1.1.2 che prevede che *"le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra"*.

Messa a terra di protezione per:

- poli di terra delle prese di F.M. di qualunque tipo;
- masse metalliche di tutte le apparecchiature in genere in classe di isolamento I.

Messa a terra di equipotenzializzazione per:

- tubazioni metalliche dell'acqua, del riscaldamento, etc.;
- masse estranee di qualsiasi tipo suscettibili di introdurre il potenziale di terra.

La sezione dei conduttori di protezione ed equipotenziali dovranno essere conformi a quanto indicato in tab. 54F dell'art. 543.1.2 e dagli artt. 547.1.1 e 547.1.2 della CEI 64-8.

3.4 Protezione da sovraccarico

I circuiti elettrici dell'impianto saranno provvisti sempre di dispositivi di protezione idonei a interrompere correnti di sovraccarico, prima che quest'ultime possano provocare un riscaldamento eccessivo dei cavi (con il conseguente danneggiamento dell'isolante e il reale pericolo di innesco di incendio), secondo le indicazioni della sezione 433 e art. 714.43 della norma CEI 64-8.

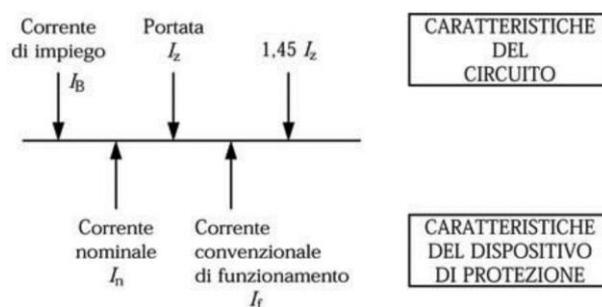
Per garantire tale protezione sarà necessario rispettare le seguenti regole:

$$\text{regola n°1: } I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$\text{regola n°2: } I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

- I_B è la corrente di impiego del circuito (in servizio ordinario), espressa in ampère [A];
- I_n è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro un tempo specificato (corrente nominale dell'interruttore), espressa in ampère [A];
- I_z è la massima corrente nominale che può fluire nel cavo in regime permanente (portata del cavo), anch'essa espressa in ampère [A];
- I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale prestabilito, espressa in ampère [A].



Uso domestico e similare (CEI EN 60898-1)	Uso industriale (CEI EN 60947-2)
$I_{nf} = 1.13I_n$ - $I_f = 1.45 I_n$	$I_{nf} = 1.05I_n$ - $I_f = 1.30 I_n$
$t_c = 1h (I_n \leq 63A)$ - $t_c = 2h (I_n > 63A)$	$t_c = 1h (I_n \leq 63A)$ - $t_c = 2h (I_n > 63A)$

La regola n°1 soddisfa le condizioni generali di protezione da sovraccarico; la regola n°2, impiegando per la protezione un dispositivo automatico, è sempre verificata, in quanto la corrente di sicuro funzionamento I_f non potrà mai essere superiore a $1,45 I_n$ ($1,30 I_n$ secondo norma industriale CEI 17-5 EN 60947-2; $1,45 I_n$ secondo norma "civile" CEI 23-3/1 - EN 60898); essa sarà invece sempre verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile.

Analizzando la regola generale di protezione $I_B \leq I_n \leq I_z$ risulta quindi evidente che si potranno ottenere due condizioni di protezione "limite" distinte:

- una di massima protezione, scegliendo un dispositivo con I_n prossima o uguale alla corrente I_B ;
- una di minima protezione scegliendo un dispositivo con I_n prossima o uguale alla portata del cavo.

3.5 Protezione da cortocircuito (art. 714.43 e sez. 434 norma CEI 64-8)

Saranno previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito, in linea di principio prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni; le condizioni richieste per la protezione dal corto circuito saranno dunque le seguenti:

- l'apparecchio dovrà essere installato all'inizio della condotta protetta, con una tolleranza massima di 3m dal punto d'origine (qualora non vi sia pericolo d'incendio e si prendano le precauzioni atte a ridurre al minimo il rischio di corto circuito);
- l'apparecchio dovrà possedere corrente nominale superiore alla corrente d'impiego (condizione imposta anche per la protezione da sovraccarico);

- l'apparecchio di protezione dovrà avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di c.to c.to nel punto di installazione dell'apparecchio stesso;
- l'apparecchio dovrà intervenire con la necessaria tempestività in caso di c.to c.to che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, al fine di evitare che l'isolante del conduttore assuma temperature eccessive.

Le norme tecniche vigenti prescrivono che l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il c.to c.to non debba superare il massimo valore di energia sopportabile dal cavo protetto. In sostanza il cavo risulterà protetto solo quando verrà rispettata la seguente relazione:

$$\int_0^t [i(t)]^2 dt \leq K^2 S^2$$

dove:

- **K** è una costante che dipende dal tipo di isolante (PVC, EPR, etc.) del conduttore;
- **S** è la sezione del cavo.

Come già riportato al capitolo precedente, i nuovi impianti saranno alimentati in bassa tensione per mezzo di una consegna di energia elettrica trifase con neutro 230÷400V 50Hz già esistente, non interessata da alcuna modifica; si dovrà sempre verificare, prima della loro messa in funzione, che i valori di potere di interruzione dei singoli dispositivi posti subito a valle del contatore di energia risultino largamente sufficienti per interrompere e sezionare i circuiti anche in caso di corrente di corto circuito massima, ovvero ai sensi dell'art. 5.1.3 CEI 0-21:

- 10 kA per le forniture trifase per utenti con potenza disponibile per la connessione fino a 33 kW;
- 6 kA per la corrente di cortocircuito fase-neutro nelle forniture trifase.

Inoltre ai sensi di quanto disposto dall'art. 435.1 della norma CEI 64-8 (protezione assicurata da un unico dispositivo), poiché tutti i circuiti saranno adeguatamente protetti dal sovraccarico (in accordo con le prescrizioni della sezione 433 CEI 64-8) mediante interruttori con potere di interruzione mai inferiore al valore massimo della corrente di corto circuito nel luogo di installazione dei dispositivi stessi, ne risulteranno adeguatamente protette dal corto circuito anche le condutture derivate a valle.

Infine, considerato il fatto che risulta particolarmente difficile ridurre al minimo il pericolo di c.to c.to (soprattutto in virtù delle influenze esterne) e che in caso di guasto potrebbero crearsi gravi pericoli per le persone, è richiesta e sarà attuata la protezione contro il c.to c.to anche per le derivazioni ai singoli centri luminosi (con l'impiego di adatti fusibili).

Per concludere, si riportano in **appendice "D"** al presente documento, gli schemi e le tabelle inerenti il dimensionamento delle linee elettriche dorsali e terminali: per la loro chiara identificazione e/o per altri dati relativi si rimanda anche ai contenuti dello schema elettrico unifilare del quadro "Q.ILL".

3.6 Prescrizioni aggiuntive per gli impianti di illuminazione esterna

Ai sensi dell'art. 714.31.1 della soprarichiamata CEI 64-8 l'impianto di illuminazione, all'atto della verifica iniziale prima della messa in esercizio, presenterà una *resistenza di isolamento verso terra* non inferiore a:

- 1,0 MΩ con apparecchi di illuminazione disinseriti (valori tabella 61A norma CEI 64-8);
- $2/(L+N)$ MΩ con apparecchi di illuminazione inseriti, dove:
 - L lunghezza complessiva dei conduttori delle linee d'alimentazione in km (si assume il valore 1 per lunghezze inferiori a 1 km);
 - N numero degli apparecchi di illuminazione presenti nel sistema elettrico.

Questa misura sarà effettuata tra il complesso dei conduttori metallicamente connessi e la terra, con l'impianto predisposto per il funzionamento ordinario, e quindi con tutti gli apparecchi di illuminazione inseriti; la tensione di prova sarà applicata per circa 60 s.

In linea generale i circuiti di alimentazione trifasi degli apparecchi di illuminazione (comunque non previsti nella fattispecie) saranno realizzati in modo da *ridurre al minimo gli squilibri di corrente lungo la rete*, così come previsto dall'art. 714.31.2 CEI 64-8.

In considerazione dei contenuti dell'art. 512.2.1 della norma CEI 64-8 i componenti elettrici sono stati valutati e scelti, ed in seguito dovranno essere forniti in opera, *considerando dapprima le influenze esterne alle quali essi potrebbero essere sottoposti*, per assicurare il loro corretto funzionamento e per assicurare l'affidabilità delle misure di protezione per la sicurezza.

Ai sensi dell'art. 714.525 della succitata CEI 64-8 la *caduta di tensione percentuale* nei circuiti di alimentazione, non tenendo in considerazione situazioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario, non dovrà superare il valore di 5% a fine linea in condizioni di regolare esercizio.

3.7 Protezione contro le influenze esterne – scelta delle apparecchiature

Le condutture e le apparecchiature elettriche esposte a particolari influenze esterne e/o al pericolo di prevedibili sollecitazioni meccaniche dovranno essere adeguatamente protette; saranno in ogni caso rispettati i gradi di protezione minimi riportati nell'art. 714.5 della specifica norma CEI 64-8.

I sostegni dell'impianto di illuminazione dovranno essere protetti con barriere di sicurezza o distanziati opportunamente dai limiti della carreggiata e/o dalle zone di traffico (casi tipicamente non in oggetto), in modo da garantire accettabili condizioni di sicurezza stradale.

Inoltre al fine di consentire il passaggio di persone su sedia a ruote, i sostegni disposti lungo i marciapiedi dovranno essere posizionati in modo che il percorso pedonale abbia larghezza di almeno 90 cm secondo quanto specificato nel DM 14 giugno 1989 n. 236, 8.2.1

3.8 Protezione contro i fulmini (art. 714.35 norma CEI 64-8)

Per l'installazione delle varie tipologie di apparecchi illuminanti sono previsti, nell'ipotesi progettuale in oggetto, sostegni metallici di altezza massima fuori terra pari a circa 4,50m.

Seguendo le indicazioni della norma CEI 64-8, che all'art. 714.35 enuncia che "*la protezione dei sostegni contro i fulmini non è necessaria*", si precisa che per i pali suddetti non sarà prevista nessuna forma di protezione particolare.

3.9 Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dai conduttori delle linee elettriche aeree esterne (art. A.3.1 sez. 714 norma CEI 64-8)

Si evidenzia, come regola e condizione generale, che le distanze dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dai conduttori di eventuali linee elettriche aeree non dovranno mai essere inferiori a:

- 1 m dai conduttori di linee di classe 0 e I (il distanziamento minimo potrà essere ridotto a 0,5 m quando si tratti di linee con conduttori in cavo aereo ed in ogni caso nell'abitato);
- $(3 + 0,015 U)$ m dai conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea aerea espressa in kilovolt (il distanziamento potrà essere ridotto a $(1 + 0,015 U)$ m per le linee in cavo aereo e, quando ci sia l'accordo fra i proprietari interessati, anche per le linee con conduttori nudi).

4 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si specifica l'obbligo del rispetto totale delle seguenti disposizioni normative e di legge, anche quando non esplicitamente indicato; per quanto non espressamente richiamato negli elaborati di progetto valgono in linea generale le norme CEI ed UNI, a cui occorre comunque riferirsi, oltre a tutte le leggi vigenti, nazionali e/o regionali.

- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17 Impianti produzione, trasmissione e distribuzione di energia - Linee in cavo;
- Norme CEI del C.T. 20 Cavi per energia;
- Norme CEI del C.T. 23 Apparecchiature di bassa tensione;
- Norme CEI del C.T. 34 Lampade e relative apparecchiature;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- Norma CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- Norma CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- Norma CEI 79-89 Sistemi di videosorveglianza per applicazioni di sicurezza - Parte 4: Linee guida di applicazione
- Norma CEI 81-10 Protezione contro i fulmini;
- Norma CEI 99-3 Messa a terra impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 121-25 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
- Norma CEI 121-24 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione categorie illuminotecniche;
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Legge n°186 del 01.03.68 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchi, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- D.P.R. n°392 18.04.94 Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza;
- D.P.R. n°459 24.07.96 Regolamento per l'attuazione delle Direttive n°89/393/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine;

- D.L. n°626 25.11.96 Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.Lgs. n°277 31.07.97 Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione;
- D.P.R. n°558 14.12.99 Regolamento recante norme per semplificazione della disciplina in materia di registro delle imprese, nonché per la semplificazione dei procedimenti relativi alla denuncia di inizio di attività e per la domanda di iscrizione all'albo delle imprese artigiane o al registro delle imprese per particolari categorie di attività soggette alla verifica di determinati requisiti tecnici;
- D.P.R. n°462 22.01.01 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.Lgs. n°37 del 22.01.08 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs. n°81 del 09.04.08 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. 27.09.17 Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica;
- L.Veneto n°17 del 07.08.09 Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici;
- Linee guida ARPAV Sorgenti di luce artificiale - Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare (ediz. marzo 2022);
- Linee guida ARPAV Criteri per la redazione della documentazione tecnica progettuale ai sensi della L.R. n. 17/09 (ediz. aprile 2018);
- P.I.C.I.L. Piano dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso, redatto da Per. Ind. Stefano Maggiotto - In.Tec Tecnologie Integrate di Campagnola di Zevio (Vr) in data giugno 2016;
- Unificazione e tabelle UNEL in quanto applicabili;
- Norme specifiche per tutte le apparecchiature e i materiali utilizzati.

Tutti i materiali da utilizzare dovranno risultare dotati di marchio IMQ o equivalente ai sensi della Legge n°791/77, oltre che rispondenti alle relative norme del CEI; essi dovranno essere posti in opera a "regola d'arte" secondo quanto disposto dalla Legge n°186/68, in al D.M. n°37/08 e alle norme CEI di riferimento.

Dovranno essere installati i cartelli monitori previsti dalle leggi vigenti, le indicazioni per i soccorsi di urgenza e delle manovre da evitare; sulle parti in tensione e sui quadri elettrici dovrà essere apposta idonea segnaletica che indichi presenza di corrente elettrica.

Indicazioni tecniche, prescrizioni e norme necessarie alla realizzazione delle opere, presentate in precedenza riassuntivamente, andranno meglio inquadrare insieme alla Direzione Lavori.

5 **CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICI**

5.1 **Premesse**

Il servizio di pubblica illuminazione svolge un ruolo essenziale per la vita cittadina poiché persegue le seguenti importanti funzionalità:

- **miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi**, sia delle infrastrutture che degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica.

Sul totale di 8.760 ore annue, ve ne sono mediamente circa 4.200 che sono considerate "notturne" e che presentano diverse necessità di luce artificiale, la quale viene fornita dagli impianti di illuminazione pubblica;

- **aumento della qualità della vita sociale** con l'incentivazione delle attività serali; con una adeguata illuminazione è possibile favorire il prolungamento, oltre il tramonto, delle attività commerciali e di intrattenimento all'aperto;
- **valorizzazione dei beni ambientali e del patrimonio storico, architettonico e paesaggistico**; un impianto di illuminazione pubblica, adeguatamente dimensionato in intensità e resa cromatica, è di supporto alla valorizzazione e al miglior godimento dei siti architettonici e monumentali;
- **sicurezza fisica e psicologica alle persone**; da sempre, l'illuminazione ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza che oggi è inteso come un deterrente alle aggressioni;
- **sicurezza per il traffico veicolare** al fine di evitare incidenti; la perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere provoca la distrazione che può causare incidenti pericolosi: per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare, misto, residenziale, pedonale, a verde pubblico, etc. sono state emanate apposite norme che fissano i livelli di luminanza e di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare;
- **contenimento dell'inquinamento luminoso e salvaguardia ambientale** del territorio Comunale.

Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso luminoso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività della luce e dell'impatto sull'ambiente circostante.

Pianificare quindi un intervento nel campo dell'illuminazione pubblica non comporta solo la messa in gioco di considerazioni tecniche ed economiche: in primis è necessario rispettare la normativa in materia di sicurezza stradale e quindi considerare le necessità dovute alla pubblica sicurezza, alla tutela del patrimonio artistico e alla incentivazione delle attività sociali. Dopo aver adempiuto tali obblighi è necessario rivolgere i propri sforzi all'ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell'impianto e al contenimento del flusso luminoso "disperso".

5.2 **Riferimenti legislativi e normativi adottati**

In merito ai fondamentali aspetti dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico, trova totale attuazione la:

- **Legge Regionale Veneto n°17 del 07.08.2009 - Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.**

oltre che:

- **Guida ARPAV marzo 2022 - Sorgenti di luce artificiale - Criteri per la scelta in base agli ambiti da illuminare.**

Sotto il profilo del corretto dimensionamento illuminotecnico, invece, sono applicabili le norme:

- **UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.**

La norma individua le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indica come classificare una zona esterna destinata al traffico, ai fini della determinazione della categoria illuminotecnica che le compete;
- fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche relative alla zona;
- identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento di risparmio energetico e di riduzione dell'impatto ambientale;
- fornisce prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi e per le misurazioni in loco.

- **UNI EN 13201-2:2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali.**

La norma definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di impianti per l'illuminazione stradale indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

Nella nuova versione della norma sono state semplificate le categorie illuminotecniche adottando quelle della CIE 115 e introdotta la possibilità di una variazione dell'uniformità a seconda delle esigenze; inoltre è stato introdotto, in opzione, il calcolo del TI anche per il traffico non motorizzato.

- **UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni.**

La norma definisce convenzioni e algoritmi che devono essere adottati per calcolare le prestazioni fotometriche di impianti di illuminazione stradale progettati in conformità alla UNI EN 13201-2.

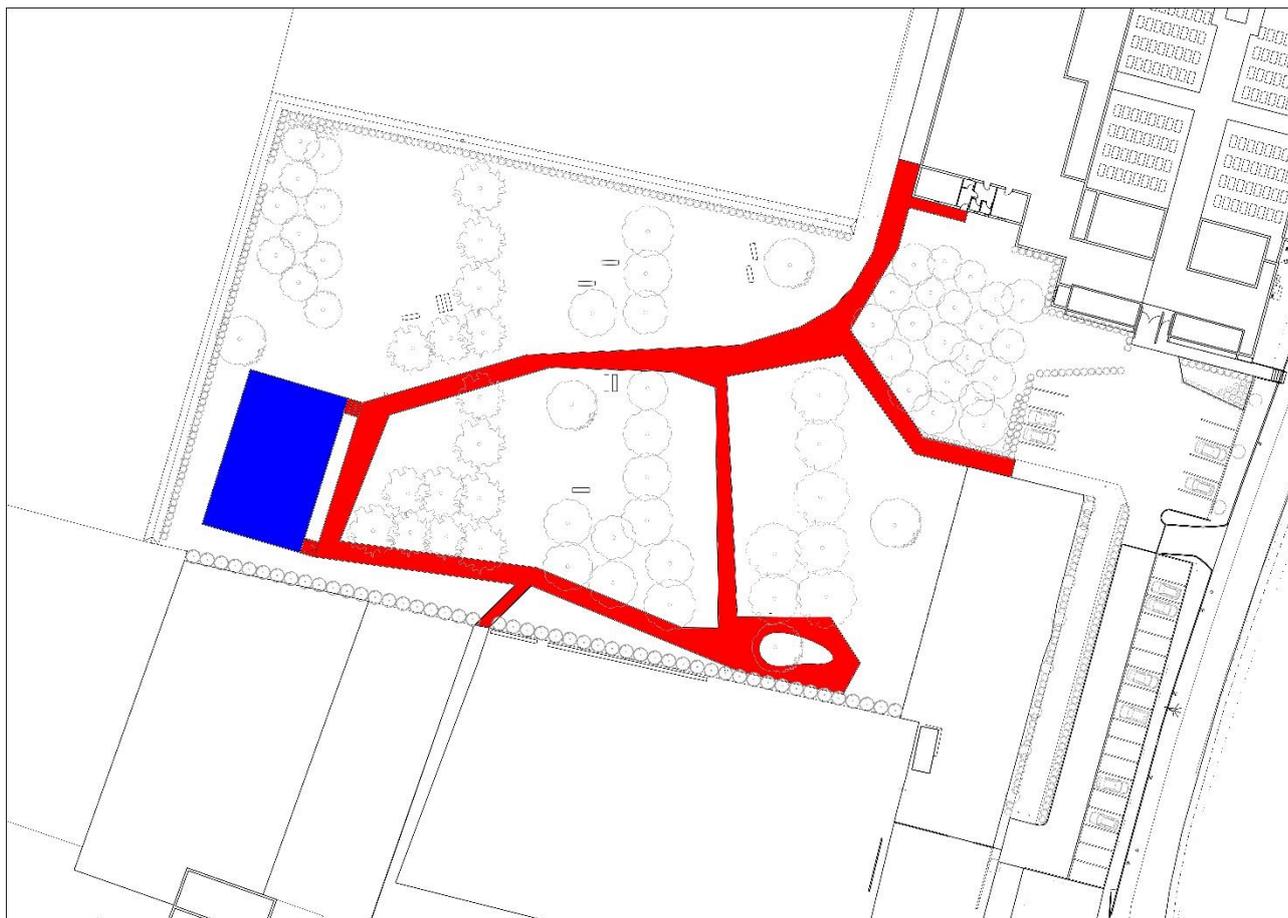
Nella nuova versione della norma è stato formalizzato l'algoritmo di calcolo, risolte alcune discrepanze nel calcolo dei TI, introdotto il calcolo dell'EIR come parametro per caratterizzare l'illuminazione nelle zone limitrofe alla carreggiata (in sostituzione del "Sr").

5.3 Zone di studio e relative classificazioni - vialetti pedonali e area sabbiera per il gioco

Al fine di realizzare un corretto e congruo dimensionamento degli impianti di illuminazione esterna in oggetto, si è provveduto in prima analisi a identificare le zone di studio rilevanti, ovvero quelle aree che presentano condizioni omogenee; nello specifico ne sono state individuate n°2, facilmente identificabili nell'immagine a pagina seguente e denominate:

- **vialetti pedonali** ==> in colore rosso;
- **area sabbiera per il gioco** ==> in colore blu.

L'intero ambito di intervento e le diverse zone di studio citate sono chiaramente identificabili anche nei vari elaborati allegati al fascicolo di progetto esecutivo; in tali documenti sono riscontrabili, inoltre, le specifiche caratteristiche dimensionali delle stesse.



A seguito dell'identificazione delle zone di studio, valutate la particolarità della fattispecie e con l'ausilio dei contenuti delle norme tecniche di riferimento richiamate in premessa, si è proceduto alla loro classificazione, all'analisi dei rischi e alla conseguente attribuzione delle varie categorie illuminotecniche previste (di ingresso, di progetto e di esercizio).

L'analisi dei rischi è stata condotta sulla scorta delle indicazioni riportate ai capitoli 8.2÷8.4 della norma UNI 11248; sono stati considerati e presi in esame i principali parametri di influenza costanti nel lungo periodo, ed in particolare quelli elencati nel prospetto 2 della norma sopracitata, quali:

- complessità del campo visivo;
- presenza di zone di conflitto e loro densità;
- consistenza della segnaletica nelle zone di conflitto, anche di tipo attiva;
- possibilità del rischio di aggressione.

Ne risulta quanto di seguito:

Vialetti pedonali

- attribuibile la categ. illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi **"P2"**, trattandosi di **itinerari ciclo-pedonali** (tipo di strada **"Fbis"** ai sensi del Codice della strada) - vedere prospetto 1 della norma UNI 11248;
 - ⇒ nessuna significativa variazione introdotta in fase di analisi dei rischi, e conseguentemente attribuite:
 - ⇒ categoria illuminotecnica di progetto **"P2"**;
 - ⇒ categoria illuminotecnica in orario di riduzione **"P3"**.

Area sabbiera per il gioco

- a tutti gli effetti assimilabile, per contesto e inserimento nell'area, ai vialetti pedonali di cui al punto precedente; pertanto attribuibile la categ. illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi "P2";
 - ⇒ adottata una variazione di + 1 categoria illuminotecnica in fase di analisi dei rischi (trattandosi di un'area aperta ma ad uso promiscuo, utilizzata da bambini in attività ludico-ricreative), e conseguentemente attribuite:
 - ⇒ categoria illuminotecnica di progetto "P1";
 - ⇒ categoria illuminotecnica in orario di riduzione "P2".

5.4 Parametri illuminotecnici

Si riportano di seguito i parametri illuminotecnici di norma, associati alle categorie attribuite alle singole zone di studio identificate; nello specifico:

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	\bar{E} ^{a)} [minimo mantenuto] lx	E_{min} [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di \bar{E} indicato per la categoria.

Parametri delle categorie illuminotecniche "P", basate sull'illuminamento del manto stradale

5.5 Caratteristiche degli impianti di illuminazione esterna previsti

Per soddisfare i sopradescritti requisiti normativi in termini di quantità e qualità della luce, oltre che i dettami regionali in materia di inquinamento luminoso, risparmio energetico e tutela dell'ambiente, si è scelto di progettare gli impianti di illuminazione esterna così come dettagliatamente descritti al punto 5. del capitolo 2.1 della presente relazione (a cui si rimanda per completezza di informazione).

Tutti i corpi illuminanti previsti (tipo Aec Illuminazione serie Arya TP) risultano costruttivamente conformi ai requisiti di cui alla legge regionale Veneto 17/09, così come dimostrato dalle documentazioni tecniche in **appendice "B"** alla presente relazione.

La potenza assorbita complessivamente da questa porzione impiantistica sarà di circa 370W (incluse perdite di sistema), e risulterà interamente derivata dal quadro elettrico "Q.ILL".

5.6 Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione – indice IPEA*

Nel rispetto dei contenuti del paragrafo 4.2.3.8. del D.Mite 27.09.20217 - cosiddetti C.A.M. illuminazione pubblica, e trattandosi di un contesto di impianto per l'illuminazione di aree pedonali, gli apparecchi di illuminazione utilizzati dovranno garantire un indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe B (previsto fino all'anno 2025 compreso).

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	$IPEA^* < 0,40$

L'indice IPEA* che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

$$IPEA^* = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con η_a = **efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione**, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{app}} [lm/W]$$

in cui:

- Φ_{app} (**lm**) flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,
- P_{app} (**W**) potenza attiva totale assorbita dall'apparecchio di illuminazione intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);
- **Dff** frazione del flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

e con η_r = **efficienza globale di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nella tabella che segue:

Illuminazione di aree pedonali, percorsi pedonali, percorsi ciclabili, aree ciclo-pedonali	
Potenza nominale dell'apparecchio P[W]	Efficienza globale di riferimento η_r [lm/W]
$P \leq 65$	75
$65 < P \leq 85$	80
$85 < P \leq 115$	85
$115 < P \leq 175$	88
$175 < P \leq 285$	90
$285 < P \leq 450$	92
$450 < P$	92

Tutto ciò premesso e sulla scorta della documentazione tecnico-certificativa resa disponibile dal costruttore Aec Illuminazione (vedere contenuti **appendice “B”** alla presente relazione), è possibile attribuire alla tipologia di apparecchi illuminanti previsti i seguenti indici IPEA* di prestazione energetica:

- **serie Arya mod. Arya TP 5P5 S05 7030.060-2M**

==> IPEA* 1,71 corrispondente a classe A6+ per illuminazione stradale;

==> IPEA* 1,79 corrispondente a classe A6+ per illuminazione di grandi aree;

==> **IPEA* 1,67 corrispondente a classe A5+ per illuminazione di percorsi ciclopedonali;**

==> IPEA* 1,67 corrispondente a classe A5+ per illuminazione di aree verdi e parchi;

==> IPEA* 2,08 corrispondente a classe A9+ per illuminazione di centri storici con corpi illuminanti artistici;

significativamente migliori della classe B richiesta.

5.7 Determinazione dell'indice di prestazione energetica IPEI* di impianto

Nel rispetto dei contenuti del paragrafo 4.3.3.3. del D.Mite 27.09.20217 - cosiddetti C.A.M. illuminazione pubblica, il nuovo impianto di illuminazione pubblica dovrà avere indice di prestazione energetica IPEI* maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe A (ovvero compreso tra 0,75 e 0,85 - vedere tabella a fianco).

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	IPEI*
An+	$IPEI^* < 0,85 - (0,10 \times n)$
A++	$0,55 \leq IPEI^* < 0,65$
A+	$0,65 \leq IPEI^* < 0,75$
A	$0,75 \leq IPEI^* < 0,85$
B	$0,85 \leq IPEI^* < 1,00$
C	$1,00 \leq IPEI^* < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI^* < 1,75$
E	$1,75 \leq IPEI^* < 2,30$
F	$2,30 \leq IPEI^* < 3,00$
G	$IPEI^* \geq 3,00$

L'indice IPEI* che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI^* = \frac{D_p}{D_{p,R}}$$

con **D_p** = **Densità di Potenza di progetto** che si calcola come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i \right)}$$

in cui:

- **P_{app} (W)** potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di

illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

- E_i (lx) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201. L'illuminamento medio mantenuto di progetto non può essere superiore del 20% rispetto al minimo indicato dalla norma UNI 13201-2;
- MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- A_i (m²) area i-esima illuminata;
- n numero delle aree i-esime considerate. Le aree lungo una carreggiata che devono essere illuminate per rispettare il parametro REI non vanno considerate come aree i-esime (ovvero: per tratti stradali che non hanno aree i-esime adiacenti classificate tramite una propria categoria, va considerata unicamente la carreggiata);

e con $D_{p,R}$ = **Densità di Potenza di riferimento**, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di categoria illuminotecnica di progetto, nelle tabelle seguenti:

Illuminazione di aree pedonali o ciclabili Categoria illuminotecnica P (o C)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di potenza di riferimento [W/lux/m ²]
(C0)	0,039
(C1)	0,042
(C2)	0,044
P1 (C3)	0,048
P2 (C4)	0,051
P3 (C5)	0,053
P4	0,056
P5	0,059
P6	0,061
P7	0,064

Si riportano di seguito gli indici IPEI* calcolati per le zone di studio prese in esame, significativamente migliori della classe A richiesta; in particolare:

	D_p	$D_{p,R}$	IPEI*
Sabbiera per il gioco	0,017	0,048	0,35 – classe A4+
Vialetti pedonali	0,036	0,051	0,71 – classe A+

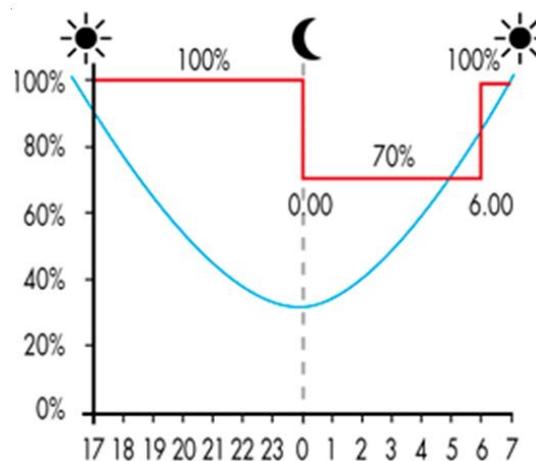
5.8 Modalità di alimentazione e gestione degli impianti di illuminazione previsti

L'intero complesso impiantistico di progetto sarà derivato dal quadro elettrico "Q.ILL" già esistente nell'area e oggetto di integrazioni; così come descritto in dettaglio nel relativo elaborato schema unifilare con vista frontale gli impianti di illuminazione si attiveranno automaticamente al crepuscolo e si spegneranno, in modo altrettanto automatico, all'alba.

Si chiarisce e si evidenzia che il progetto non prevede alcun ulteriore particolare sistema di telecontrollo / telegestione a servizio degli impianti.

Per garantire il rispetto dei contenuti di cui alla L.R. Veneto 17/09 art. 9 comma 2 lettera d, in materia di riduzione del flusso luminoso, ciascun nuovo apparecchio di illuminazione sarà dotato di un alimentatore elettronico preconfigurato in fabbrica, autonomamente in grado di apprendere la cosiddetta “mezzanotte virtuale” e conseguentemente applicare per ciascun ciclo di accensione giornaliera una riduzione del flusso luminoso con le seguenti modalità:

- accensione al crepuscolo, con output di potenza e di flusso luminoso al 100% (nominale);
- riduzione della potenza assorbita e del flusso luminoso emesso a un valore di circa il 70% (rispetto al nominale), per un periodo intercorrente dalle ore 22.00 fino alle 6:00 del mattino successivo;
- aumento della potenza assorbita e del flusso luminoso emesso a un valore del 100% (nominale), dalle 6:00 e fino all'alba (variabile in funzione della stagionalità).



5.9 Rispetto dei criteri tecnici della L.R. Veneto 17/09

A seguito dell'elaborazione dei calcoli di dimensionamento è possibile affermare che tutti i parametri di quantità e qualità della luce richiesti sia dalle norme che dalla legge regionale appaiono rispettati.

I calcoli illuminotecnici sono stati sviluppati con l'ausilio di software specifico (Dialux vers. 4.13.0.2), sempre e comunque con riferimento a tutti i parametri geometrici e fisici delle aree in cui gli impianti verranno installati; inoltre sono state utilizzate le curve fotometriche fornite direttamente dalla casa produttrice degli apparecchi prescelti, così da ottenere risultati il più veritieri possibile.

Si precisa fin d'ora che eventuali verifiche ad impianti realizzati potranno evidenziare, rispetto ai valori di seguito riportati, qualche differenza in relazione alle tolleranze legate:

- alle caratteristiche proprie delle sorgenti luminose e dei complessi alimentatori utilizzati;
- ai valori della tensione di rete;
- al posizionamento finale dei centri luminosi.

Si rileva pertanto la rispondenza dei nuovi impianti di illuminazione esterna ai requisiti determinati dalla L.R. Veneto 17/09, art. 9 comma 2; in particolare essi:

- sono costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90° ed oltre;

- sono equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, del tipo a led e con efficienza delle sorgenti maggiore di 90lm/W;
- sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino i livelli minimi di luminanza e/o illuminamento previsti dalle norme specifiche (entro i limiti di sovradimensionamento ammessi);
- sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono in modo puntuale su ogni corpo illuminante e riducono il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore 24.00.

Nell'**appendice "A"** si riportano i risultati ottenuti comprovanti il corretto dimensionamento delle porzioni di impianti di illuminazione pubblica in oggetto.

5.10 Documentazione a corredo degli apparecchi illuminanti prescelti

Al fine di ottemperare alle specifiche prescrizioni di cui all'articolo 7. comma 4. lettera a) della L.R. Veneto 17/09, il quale espone che il progetto illuminotecnico deve essere corredato da:

- a. documentazione relativa alle misurazioni fotometriche dell'apparecchio utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, del tipo del formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quale l'IMQ. Detta documentazione deve riportare la posizione di misura del corpo illuminante, il tipo di sorgente, l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;*
- b. istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio in conformità alla legge"*

si riportano alle **appendici "B" e "C"** alla presente relazione le documentazioni / dichiarazioni cartacee rilasciate dalla Ditta produttrice Aec Illuminazione in merito ai corpi illuminanti previsti, ed in particolare:

- **appendice "B"**: documentazioni / dichiarazioni cartacee di rispondenza alla L.R. Veneto 17/09;
- **appendice "C"**: scheda tecnica / istruzioni di uso e manutenzione.

Le fotometrie in formato Eulumdat, invece, sono contenute nel cd-rom allegato alla presente.

CD-ROM CON FOTOMETRIE
IN FORMATO EULUMDAT

5.11 Dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico

In relazione ai contenuti dell'articolo 7. comma 2. della L.R. Veneto 17/09, il quale asserisce che:

“il progetto illuminotecnico, sviluppato nel rispetto delle norme tecniche vigenti del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) e dell'ente nazionale di unificazione (UNI), è accompagnato da una certificazione del progettista di rispondenza dell'impianto ai requisiti della presente legge”

si riporta di seguito la dichiarazione di rispondenza stessa.

Il sottoscritto **PER. IND. MARTINO CECCHINATO** con studio di progettazione in viale **DEL LAVORO n°54 cap 35020** comune **PONTE SAN NICOLO'** provincia **PD** tel. **049.7380607** fax **049.7380607** e-mail **cecchinato@2c-studio.it** iscritto all' **ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI E DEI PERITI INDUSTRIALI LAUREATI DELLA PROVINCIA DI PADOVA** n° iscrizione **1522** progettista dell'impianto di **ILLUMINAZIONE PUBBLICA** nell'ambito degli interventi di **“REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO NEL QUARTIERE LION - IN VIA SAN FRANCESCO”** nel territorio comunale di Albignasego (provincia di Padova)

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla Legge della Regione Veneto n°17 del 07.08.09 *“Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”*, art. n°9, ed alle successive integrazioni e modifiche, avendo in particolare:

- riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico esecutivo tutti gli elementi per un'installazione corretta ed ai sensi della L.R. n°17/09 e successive integrazioni;
- rispettato le indicazioni tecniche della L.R. n°17/09 e successive integrazioni, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto che dimostri la completa applicazione della legge medesima;
- seguito la normativa tecnica applicabile e nello specifico le norme vigenti UNI 11248, UNI EN 13201-2 e UNI EN 13201-3, e quindi di aver realizzato un progetto a “regola d'arte”;
- corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
- relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di L.R. n°17/09 e successive integrazioni;
- calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti);
- dati fotometrici dei corpi illuminanti in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat. Tali dati sono stati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio di misura, certificato secondo standard di qualità, preferibilmente meglio se di ente terzo quale IMQ;

DECLINA

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo;
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione (non conforme alla L.R. n°17/09) dei corpi illuminanti; in tal caso il progettista si impegna a

segnalarlo al Committente in forma scritta; tutto ciò esclusivamente in caso di affidamento di incarico di direzione tecnica dei lavori allo scrivente progettista.

Il tecnico progettista

Per. Ind. Martino Cecchinato

Albignasego, ottobre 2024

APPENDICE "A"

***CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO
DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA***

APPENDICE "B"

**DOCUMENTAZIONI / DICHIARAZIONI CARTACEE L.R. VENETO 17/09
RILASCIATE DALLA DITTA PRODUTTRICE AEC ILLUMINAZIONE
IN MERITO AI CORPI ILLUMINANTI PREVISTI**

APPENDICE "C"

**SCHEDA TECNICA E ISTRUZIONI DI USO E MANUTENZIONE
RILASCIATE DALLA DITTA PRODUTTRICE AEC ILLUMINAZIONE
IN MERITO AI CORPI ILLUMINANTI PREVISTI**

APPENDICE "D"

CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO DELLE LINEE ELETTRICHE