



Comune di
**CASTIGLIONE
DEL LAGO**

Plazza Gramsci, 1 - 06061 - Castiglione del Lago (PG)



Viale dello Stadio, 77 - 05100 - TERNI (TR)

PROPOSTA

**PER L'AFFIDAMENTO DELLA CONCESSIONE DEL SERVIZIO DI GESTIONE INTEGRATA
DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA, MESSA IN SICUREZZA ELETTRICA E MECCANICA,
EFFICIENTAMENTO CON TOTALE RICONVERSIONE A LED E ADEGUAMENTO ALLA L.R. 20/2005**

ART. 278 D.P.R. N. 207/2010



Elaborato n° 3 di 8

Luogo: **TERNI**

Data: **25/03/ 2016**

Pagine n° **46**

Studio di Fattibilità

3.1 Relazione Tecnico-Descrittiva

Allegati: Planimetrie relative al censimento
degli impianti



per il CdA

(Roberto Montagnoli)

ENERSTREET s.r.l.

Viale dello Stadio, 77

05100 TERNI (TR) Italy

C. Fis. Part. IVA 01504030558

Indice

1. Oggetto e finalità dell'iniziativa

1.1 Premessa

1.2 Consistenza degli impianti e costi attuali per Energia e Manutenzione

2. Quadro normativo di riferimento per la progettazione

3. Classificazione illuminotecnica

4. Motivi per la scelta della tecnologia LED

4.1 Le problematiche irrisolte delle lampade ai vapori di sodio

4.2 L'illuminazione a LED

4.3 Tabella delle sostituzioni previste e calcolo del risparmio energetico

5. Dimensionamento dei basamenti

6. Sicurezza Elettrica

6.1 Protezione dai contatti diretti: il grado IP

6.2 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

6.3 Protezione con l'impiego di componenti di classe II

6.4 Ulteriori provvedimenti previsti nel progetto proposto

6.5 Calcolo della minima corrente di cortocircuito e della caduta di tensione

7. Stima delle quantità e dei costi dei lavori previsti

8. Prime Indicazioni per la futura redazione del PRIC

9. Prime Indicazioni per la redazione dei Piani di Sicurezza

1. Oggetto e finalità dell'iniziativa

1.1 Premessa

L'impetuosa evoluzione qualitativa e prestazionale che ha caratterizzato i sistemi di illuminazione a Led negli ultimissimi anni, ha di fatto "pensionato" ben prima di quanto fosse previsto le lampade "neon", "sodio" e "ioduri" che per decenni erano state protagoniste incontrastate dell'illuminazione nelle applicazioni ove necessitano grandi flussi luminosi.

Conseguentemente, l'applicabilità della tecnologia Led ha reso d'un colpo i consumi di energia elettrica e, in particolare, i consumi per l'illuminazione pubblica, intollerabilmente elevati e sproporzionati rispetto alla qualità e alla funzionalità del servizio offerto al cittadino.

Alle ragguardevoli performance del Led come emissione luce in rapporto all'energia elettrica consumata, si aggiungono poi le superiori prestazioni dei sistemi ottici in cui i Led sono inseriti che, grazie alle ridotte dimensioni delle sorgenti luminose, hanno permesso la realizzazione di fotometrie in grado di proiettare la quasi totalità della luce emessa "esattamente dove serve", mentre nei vecchi sistemi ottici con lampade a scarica le fotometrie non possono mai essere altrettanto precise e una quantità rilevante di luce è necessariamente "dispersa" al di fuori dell'area intenzionalmente da illuminare.

Tutto ciò rende oggi possibile con una valida progettazione "a Led" degli impianti (senza affatto sacrificare i livelli di illuminazione bensì migliorandoli in termini di uniformità, colore della luce, abbagliamento ecc.) la realizzazione di risparmi energetici che vanno da un 40% circa su impianti di recentissima e buona progettazione con le migliori lampade al sodio altra pressione, ad un 55% circa su impianti utilizzanti corpi illuminanti con tecnologia al sodio ma di non recente progettazione, fino a risparmi anche ben oltre il 70% ove la tecnologia sia ancora quella dei vapori di mercurio o, pur utilizzate lampade al sodio, queste siano installate in corpi illuminanti a luce indiretta e/o dotati di schermi opalini e/o caratterizzati dalla gran parte del flusso luminoso disperso verso l'alto come avviene ad esempio in molti globi e lanterne.

Agli intollerabili sprechi di energia elettrica, specie in una fase di forte contrazione delle risorse economiche a disposizione delle Amministrazioni Pubbliche, corrispondono inoltre livelli di emissione di gas tossici e gas "serra" in atmosfera (in particolare CO₂) che irritano la sempre maggiore e più diffusa sensibilità ecologista (i 682 MWh di risparmio annuo stimati per Castiglione del Lago corrispondono a circa 240 t di emissioni di CO₂ evitate ogni anno).

In ragione di quanto sopra detto, l'Illuminazione Pubblica fornisce oggi una impareggiabile occasione per coniugare riqualificazione e miglioramento prestazionale degli impianti, aumento delle capacità gestionali, aumento della qualità del servizio, sostenibilità ambientale, liberazione di risorse economiche per le Amministrazioni e stimolo all'economia.

A questa grande opportunità fa però da contraltare l'impossibilità per i Comuni di disporre di sufficienti risorse tecniche e finanziarie per realizzare "in proprio" l'opera: è a questo punto che a rendere praticabile e con totale garanzia di risultati l'operazione interviene la presente proposta sviluppata dal candidato Promotore secondo quanto previsto dall'articolo 278 del DPR n. 207/2010.

Oltre alla esposizione del progetto e dei risultati illuminotecnici che si intende conseguire per le aree soggette a traffico veicolare, le piazze, le aree pedonali e la valorizzazione artistica monumentale della città, verrà anche valutato il livello di efficientamento energetico e gestionale atteso al fine di poter verificare (stabiliti il costo per gli interventi, per l'esercizio e la manutenzione, per l'energia e gli oneri finanziari) la sostenibilità economica dell'iniziativa come poi meglio esposta nel PEF di progetto.

A progetto realizzato, oltre ai benefici economici ed ecologici già citati, il miglioramento del servizio offerto ai cittadini sarà fortemente aumentato e percepito soprattutto in termini di:

- Sicurezza elettrica e statica degli impianti;
- Minori disservizi;
- Miglioramento di illuminamento/luminanza ed uniformità in relazione alle

normative vigenti;

- Rispondenza alle normative sulla limitazione dell'inquinamento luminoso;
- Effetto dissuasivo verso atti di microcriminalità e vandalismo;
- Aumento della sicurezza stradale grazie a miglioramento di luminanze, illuminamenti e loro uniformità, nonché per la riduzione di abbagliamenti ed elementi di distrazione tali da ingenerare pericoli per gli utenti;
- Incentivo alle attività serali economiche, ricreative e di socializzazione con evidente ricaduta sulla qualità della vita.

1.2 Consistenza degli impianti e costi attuali per Energia e Manutenzione

Ogni singolo punto luce è stato rilevato e graficamente riportato nella sua reale posizione sulle 30 orto-foto allegate al progetto, ciascuna relativa alle zone contornate nella orto-foto generale appresso riprodotta (in internet è possibile osservare l'immagine di circa il 95% dei punti luce nella loro reale posizione e geometria di installazione).



L'impianto di Illuminazione Pubblica del Comune Castiglione del Lago, esclusi i punti luce dismessi (138) e quelli non ancora allacciati (92) sinteticamente, risulta attualmente così caratterizzato:

Comune di CASTIGLIONE DEL LAGO - Quadro riepilogativo dell'attuale consistenza dell'impianto I.P.:										
Rilievi su Orto-foto (zone):	n° lampade	Armature stradali	Armature d'arredo	Lanterne	Proiettori	Globi e Funghi	Sospensioni	Segnapasso	Platti	Armature LED
Badiaccia	66	30				36				
Castiglione Centrale	1.298	150	8		23	888				229
Castiglione Centro Storico	285	1			85	155	4	31		9
Castiglione Ovest	167	10				110				47
Binami e Mugnanesi	15	13							2	
Frattavecchia	13	3				10				
Vitellino	64	40				24				
Giorgi	11	7			1	3				
Castiglione Sud	99	5				80				14
Casamaggiore	32	18			10	1	3			
Piana	89	32			3	54				
Sanfaticchio, Pucciarelli, Ceraso	260	123			2	135				
Cozzano	18					18				
Bertoni	9	9								
Petrignano del lago	48	25				12	11			
Gioiella	82	54			1	22	4		1	
Porto	78	42		2	3	26	5			
Badia	26			4		22				
Poggi, Caioncola	47	14			1	32				
Panicarola	165	45			1	119				
Vaiano	82	47			4	30	1			
Ranciano	27	5				22				
Pozzuolo	227	132			6	71	18			
Villastrada	92	53			4	29	6			
Castiglione, via Colombo	148	107			6	35				
Carraia	77	63				14				
Ferretto	23	19				4				
Macchle	132	32		4		95				1
Pineta	114	100				14				
Nardelli	6	6								
TOTALI:	3.800	1.185	8	10	150	2.061	52	31	3	300

Come da tabella appresso riportata, i consumi complessivi di energia elettrica dell'intero impianto di Pubblica Illuminazione, nell'anno preso a riferimento sono stati pari a 942.817 kWh per un costo complessivo (costi fissi ed addebiti per energia reattiva inclusi) di € 183.022 IVA esclusa.

Considerando in realtà la potenza nominale delle lampade attive, i consumi dovrebbero essere di circa 1.188.000 kWh: il -20,6 % dei consumi registrati rispetto ai nominali è imputabile a sistemi di parzializzazione dopo la mezzanotte e a punti luce spenti per guasto.

Consumi annui Illuminazione Pubblica CASTIGLIONE DEL LAGO

n°	POD	INDIRIZZO	Potenza Impegnata	Consumi annui	Riduzioni dopo h24
1	IT001E40611343	via GIUSEPPE GARIBALDI	1,5	4327	
2	IT001E40674629	via GIOSUE' CARDUCCI	3,0	5443	
3	IT001E40674631	via TRASIMENO	4,5	8168	
4	IT001E41366064	via NAZIONALE	1,5	2693	
5	IT001E41369281	via XXVII GIUGNO	3,0	1413	
6	IT001E41437534	viale DIVISIONE PARTIGIANI	6,6	9880	X
7	IT001E41437798	vla degli ARTIGIANI	1,7	4454	
8	IT001E41453465	loc. FERRETTO	3,0	3428	X
9	IT001E41470054	via POGGIO DEL SOLE	6,6	13291	
10	IT001E41475504	via ENRICO FERMI	6,6	10339	X
11	IT001E41522377	via PIANA	1,7	4065	
12	IT001E41594148	via GIOSUE' CARDUCCI	4,5	1136	
13	IT001E41641181	via MAMELI	1,5	1972	
14	IT001E41692092	via TURATI	6,0	12230	X
15	IT001E41692094	via GIOSUE' CARDUCCI	3,0	5307	
16	IT001E41869990	via GIOSUE' CARDUCCI	1,5	4114	
17	IT001E41888641	via GIOSUE' CARDUCCI	3,0	4551	
18	IT001E41890893	vla RASETTI	1,5	1637	
19	IT001E41908396	via GIOVANNI XXIII	6,0	2063	
20	IT001E41909180	via TRASIMENO	3,0	3242	
21	IT001E41922579	via MAGELLANO	1,5	1880	
22	IT001E41936803	via SAN LORENZO	1,5	1910	
23	IT001E41951844	via LUNGOLAGO	6,0	9803	X
24	IT001E43399619	via LA TRINCEA	1,5	3058	
25	IT001E43457701	loc. PIAZZETTA	1,5	3210	X
26	IT001E43474092	via ORTI	3,0	5380	
27	IT001E43478976	via MARCO POLO	4,5	17065	
28	IT001E56246108	via GINO GALEOTTI	3,0	6941	X
29	IT001E56267173	via NINO BIXIO	3,0	5746	
30	IT001E56267729	via TRASIMENO	3,0	5636	X
31	IT001E56267740	via PINETA	1,5	3012	
32	IT001E56268726	vla PIANA	1,5	5550	
33	IT001E56268731	via FRANCESCO PETRARCA	2,0	2740	
34	IT001E56268735	via MARZABOTTO	1,0	2707	
35	IT001E56307699	via GUGLIELMO OBERDAN	2,1	6628	
36	IT001E56311021	via del FORTE	5,3	16506	
37	IT001E56318815	loc. CROCE	3,5	7612	X
38	IT001E56326360	via CESARE BATTISTI	9,0	8110	X
39	IT001E56331489	loc. VITELLINO	1,4	4811	
40	IT001E56337205	via ALDO MORO	2,5	4103	
41	IT001E56341934	loc. BALDELLI	1,0	1937	
42	IT001E56341940	loc. BALDELLI	0,5	1760	
43	IT001E56344774	loc. VITELLINO	2,0	3241	X
44	IT001E56353084	loc. VITELLINO	2,0	2521	X
45	IT001E56356444	via CRISTOFORO COLOMBO	7,0	10057	
46	IT001E56383893	via dello SPORT	4,5	7756	
47	IT001E56386264	loc. SOCCORSO	4,0	6719	X
48	IT001E56386265	loc. SOCCORSO	10,0	22359	
49	IT001E56386267	voc. BAGNOLO	2,0	2841	X
50	IT001E56387733	via TORINO	1,8	4213	
51	IT001E56387736	via MARZABOTTO	1,7	2398	X
52	IT001E56392748	via PINETA	3,0	5138	
53	IT001E56394846	via CRISTOFORO COLOMBO	2,2	5467	
54	IT001E56394848	via ANGUILLARA	10,0	16653	
55	IT001E56394971	via AMEDEO, 51	3,0	5993	

56	IT001E56397033	via ROMA	8,0	14614	X
57	IT001E56397036	via FIRENZE	6,0	10967	
58	IT001E56397443	via XXV APRILE, 16	6,0	12086	X
59	IT001E56397444	via BRUNO BUOZZI	10,0	25292	
60	IT001E56398219	loc. COLONNETTA	11,0	14172	
61	IT001E56400031	via LIGURIA	2,1	3541	
62	IT001E56400032	via del GIGLIO	10,0	14068	
63	IT001E56400033	via della REPUBBLICA	2,3	5035	
64	IT001E56400035	loc. MUFFA	2,0	5602	
65	IT001E56405154	piazza SANTA MARIA	3,4	4972	
66	IT001E56405156	piazza SANTA MARIA	10,0	11644	X
67	IT001E56405157	via MAZZINI	3,6	6331	X
68	IT001E56407209	via FOSCOLO	2,5	3542	
69	IT001E56407608	via BASSA	1,8	4809	
70	IT001E56408264	via LUNGOLAGO	10,0	13773	X
71	IT001E56409842	via CASTIGLIONESE	2,9	7315	
72	IT001E56412902	via FRIULI	2,1	4177	
73	IT001E56413533	via BELVEDERE	3,8	17364	
74	IT001E56433367	via SILVIO PELLICO	3,0	3778	
75	IT001E56433395	voc. CARRAIA	6,0	9451	
76	IT001E56437148	loc. VITELLINO	2,5	4797	
77	IT001E56452507	voc. CARRAIA	5,0	8716	
78	IT001E56453295	via ROMA	10,0	10692	
79	IT001E56552360	via PESCIA	1,5	1066	
80	IT001E56665253	via RISORGIMENTO	4,5	10703	
81	IT001E56665263	via NAZIONALE	5,4	16702	
82	IT001E56665405	loc. NARDELLI, 11	1,5	3883	
83	IT001E56665733	via FIORETTI, 38	10,0	27372	
84	IT001E56666856	via GIUSEPPE GARIBALDI, 7	4,5	8365	
85	IT001E56666997	via GIUSEPPE GARIBALDI, 117	3,4	8487	
86	IT001E56667193	viale TRAPPES	3,0	5797	X
87	IT001E56667360	via FRATELLI ROSSELLI	10,0	20404	
88	IT001E56667714	viale UMBRIA	10,0	22171	X
89	IT001E56668324	viale DIVISIONE PARTIGIANI	6,0	11802	
90	IT001E56668387	via LUNGOLAGO, 3	6,0	18173	
91	IT001E56668458	via GIUSEPPE GARIBALDI, 23	2,5	5616	
92	IT001E56668646	via GIOSUE' CARDUCCI, 14	6,0	11302	
93	IT001E56668685	via CAIROLI	2,0	7109	
94	IT001E56668706	via GOFFREDO MAMELI, 50	10,0	10614	X
95	IT001E56669013	viale GIUSEPPE GARIBALDI	2,5	9227	
96	IT001E56669081	via BELVEDERE, 8	2,1	6144	X
97	IT001E56669240	piazza AEREONAUTICA	8,0	15040	
98	IT001E56669371	via FIRENZE	6,0	64	
99	IT001E56669796	via BADIA, 34	2,3	5359	
100	IT001E56669908	via dei PARTIGIANI, 144	6,0	8296	X
101	IT001E56670249	loc. CANTAGALLINA	1,2	2922	
102	IT001E56670293	via degli EROI, 9	6,0	9266	X
103	IT001E56671323	via CRISTOFORO COLOMBO, 13	1,9	2231	
104	IT001E56671354	loc. PUCCIARELLI	4,0	5211	
105	IT001E56671370	via TOSCANA, 4	6,0	7910	
106	IT001E56671921	via della RINASCITA	6,0	13284	X
107	IT001E56671979	voc. GIORGI, 42	3,3	4996	
108	IT001E56672458	via TAVERNA	5,0	13342	
109	IT001E56672652	viale II AGOSTO, 5	4,5	6271	
110	IT001E60301317	loc. BRACACCI	0,3	1009	

111	IT001E60307581	via LIBERTA'-PIANA	6,0	11976	X
112	IT001E60349247	via PINETA	4,0	8343	X
113	IT001E60365025	via INDIPENDENZA	2,3	4013	
114	IT001E60365387	via POGGIO DEL SOLE	2,5	3280	X
115	IT001E60476342	loc. CIMBANO	4,0	8678	X
116	IT001E60476361	loc. FERRETTO	2,0	3484	
117	IT001E60495468	loc. RANCIANO	2,0	3763	
118	IT001E61143290	via PIANA	4,0	5026	
119	IT001E61155921	via MORINI	0,1	834	
120	IT001E61155926	via MORINI	0,2	859	
121	IT001E61155935	loc. VITELLINO	0,1	946	
122	IT001E61155960	via NONNI	0,2	160	
123	IT001E61155975	loc. CASCINA	0,3	1509	
124	IT001E61156078	via LOPI-BADIA	1,0	2669	
125	IT001E61160604	via NOCETTA	1,1	2411	
126	IT001E61161457	loc. PIANA	0,4	1160	
127	IT001E61161470	via PESCIA	0,1	597	
128	IT001E61161513	viale II AGOSTO	0,1	1479	
129	IT001E61161752	via STAZIONE-PINETA	0,8	1406	
130	IT001E61161968	via BRUNO BUOZZI	0,8	3045	
131	IT001E61162591	loc. FERRETTO	0,1	1145	
132	IT001E61162631	via BALLOTTI	0,1	423	
133	IT001E61191545	via NAPOLI	0,7	2541	
134	IT001E61197962	loc. LISCIANO	0,5	739	
135	IT001E61197983	loc. POGGI	0,5	3085	
136	IT001E61198003	loc. COZZANO	0,4	4584	
137	IT001E61198033	via del LECCI	4,5	5624	
138	IT001E61198067	via BADIA	0,1	329	
139	IT001E61198086	loc. FRATTAVECCHIA	1,1	3901	
140	IT001E61198093	via GIOSUE' CARDUCCI	1,5	2144	
141	IT001E61198102	loc. MECCUCCIAMI	0,2	2025	
142	IT001E61198107	loc. BRACACCI	0,1	1752	
143	IT001E61198133	loc. VAL DEL SASSO	0,3	331	
144	IT001E61198137	loc. CAIONCOLA BASSA	3,5	6724	
145	IT001E61198141	via POGGETTO	0,5	1293	
146	IT001E61198188	via della REPUBBLICA	0,5	1327	
147	IT001E61198213	via CASTAGNI	0,5	3974	
148	IT001E61198239	loc. FERRETTO	0,1	133	
149	IT001E61198249	via POGGETTO	0,2	1019	
150	IT001E61198263	loc. PUCCIARELLI	0,1	1620	
151	IT001E61198313	via ETRURIA	1,0	2834	
152	IT001E61198376	via BADIA	0,4	863	
153	IT001E61198405	loc. RANCIANO	0,2	1045	
154	IT001E61198436	loc. PIANA	0,4	1143	
155	IT001E61198452	loc. PUCCIARELLI	0,1	413	
156	IT001E61198481	via NUOVA	1,2	3228	
157	IT001E61391002	piazza ANTONIO GRAMSCI	5,0	11943	
158	IT001E61413522	via TRASIMENO	0,3	597	
159	IT001E61447726	loc. CELLAIO	1,5	4315	
160	IT001E61472570	via STAZIONE-PINETA	1,0	1127	
161	IT001E61488954	via BOLOGNANI	0,8	2695	
162	IT001E61488956	loc. BERTONI	0,9	2251	
163	IT001E65704308	piazza della STAZIONE	3,0	4411	
TOTALE CONSUMI ANNUI (kWh)				989.306	
POTENZA MEDIA DI PRELIEVO DEI 3.800 APPARECCHI (W)				61,3	
COSTO ENERGETICO ANNUO IVA esclusa (€)				183.022	

Inoltre, i costi annui per esercizio e manutenzione ordinaria degli impianti (esclusa l'attività di primo accesso ai quadri in caso di scatto interruttori con riarmo degli stessi nei casi di anomalie transitorie, che il Comune continuerà a condurre in proprio) sono stati valutati 24.978 € IVA esclusa.

Il costo storico complessivo annuo del servizio di pubblica illuminazione che il Comune intende affidare, al netto dell'IVA, è quindi pari a:

VOCE		IMPORTO €/anno
1	Fornitura energia	183.022
2	Manutenzione	24.978
3	TOTALE	208.000

2. Quadro normativo di riferimento per la progettazione

Nel realizzare gli interventi verranno utilizzati materiali ed apparecchiature pienamente conformi alle vigenti norme tecniche e di legge applicabili e per quanto riguarda la realizzazione delle opere verranno inoltre rispettate tutte le pertinenti Leggi e normative tecniche; in particolare:

L. n°186/68 - *Disposizioni concernenti la produzione di apparecchiature, materiali, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.*

DPR n° 495/92 - *Regolamento al nuovo codice della strada.*

DPR n° 462/01 - *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° 81/08 (e s.m.i.) - *Attuazione legge n°123 del 03/ 08/ 07 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro).*

DM 14/02/2008 - *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.*

L.R. n° 20/05 - *Norme in materia di inquinamento luminoso e risparmio energetico.*

R.R. n° 2/07 - *Regolamento Attuativo della L.R. 20/2005.*

CEI 11-4/1-1 (2013) - *Linee elettriche aeree con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Parte 1: Prescrizioni generali - Specifiche comuni.*

CEI 11-17 V1 (2011) - *Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.*

CEI 11-27 (2014) - *Lavori su impianti elettrici.*

CEI 11-47 (1998) - *Impianti tecnologici sotterranei - Criteri generali di posa.*

CEI 11-48 (2014) - *Esercizio degli impianti elettrici.*

CEI 20-67; V2 (2013) - *Guida per l' uso di cavi 0,6/1kV.*

CEI 23-44 V2 (2015) - *Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari.*

CEI 23-51 (2004) - *Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.*

CEI 31-35 (2014) - *Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.*

CEI 32-1 V1 (2015) - *Fusibili a bassa tensione.*

CEI 64-8 V2 (2015) - *Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.*

CEI 64-19 (2014) - *Guida agli impianti di illuminazione esterna.*

UNI 11095 (2011) - *Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie.*

UNI 11248 (2012) - *Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche.*

UNI EN 13201 (2004) - *Illuminazione stradale.*

UNI EN 12464-1 (2011) - *Illuminazione dei posti di lavoro all'interno.*

UNI EN 12464-2 (2014) - *Illuminazione dei posti di lavoro all'esterno.*

UNI EN 1317-5 (2012) - *Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli.*

UNI EN 40 – *Pali per Illuminazione Pubblica.*

3. Classificazione illuminotecnica

Primo passo di un progetto per l'illuminazione stradale è l'attribuzione di corrette categorie illuminotecniche alle diverse aree da illuminare secondo le metodiche stabilite a riguardo dalla UNI 11248-2012 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche); detta norma in prima istanza individua le "categorie illuminotecniche di ingresso" delle strade in funzione della loro classificazione. (v. tabella D della norma sotto riprodotta):

Tabella D - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

<i>Tipo di strada</i>	<i>Descrizione del tipo della strada</i>	<i>Limiti di velocità (km/h)</i>	<i>Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi</i>
A ₁	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70 - 90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	70 - 90	ME3b
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ⁽¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento ⁽²⁾	70	ME2
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	ME3b
F ⁽³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁽¹⁾)	70 - 90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	ME3b
		30	S2
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE4/S2
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
30			
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁽³⁾	Non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare ⁽¹⁾	30	

⁽¹⁾ Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.

⁽²⁾ Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa.

⁽³⁾ Secondo la Legge 1° agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".

Le categorie serie ME si applicano alle strade con massime velocità di marcia non inferiori ai 50 km/h e in assenza di "zone di conflitto" (ovvero in assenza di aree in cui flussi di traffico motorizzato si intersecano tra loro o si sovrappongono con zone frequentate da altro tipo di utenti quali pedoni e ciclisti); le categorie serie CE e serie S sono utilizzate per le strade urbane, le strade pedonali, le aree di parcheggio, le corsie di emergenza, le piste ciclabili, i marciapiedi e le "zone di conflitto" come sopra definite.

Le tabelle A, B e C della norma UNI EN 13201 indicano le caratteristiche delle varie categorie illuminotecniche:

Tabella A - Categorie illuminotecniche serie ME.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante TI in % ^{a)} (massimo)	Illuminazione di contiguità SR ^{b)} (minima)
	\bar{L} (cd/m ²) (minima mantenuta)	U_0 (minima)	U_1 (minima)		
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	nessun requisito

a) Un aumento del 5% del TI è ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza.
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

\bar{L} : valore medio della luminanza del manto stradale;
 U_0 : rapporto tra luminanza minima e luminanza media;
 U_1 : valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia della carreggiata;
TI: misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto di illuminazione stradale;
SR: rapporto tra l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori dei bordi della carreggiata e l'illuminamento medio sulle fasce appena all'interno dei bordi.

Tabella B - Categorie illuminotecniche serie CE.

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} (lx) (minimo mantenuto)	U_0 (minima)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

\bar{E} : illuminamento medio.
 U_0 : rapporto tra l'illuminamento minimo e l'illuminamento medio.

Tabella C - Categorie illuminotecniche serie S.

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} (lx) ^{a)} (minimo mantenuto)	E_{min} (lx) (mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata

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

\bar{E} : illuminamento medio.
 E_{min} : illuminamento minimo.

Individuata quindi la tipologia di strada, il limite di velocità e la presenza o meno di "zone di conflitto", è di fatto definita la **categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**: essa corrisponde alla categoria con prestazioni illuminotecniche massime attribuibili a quel tipo di strada (la categoria illuminotecnica di progetto avrà prestazioni pari o inferiori a quella di ingresso in funzione dei "parametri di influenza" individuati con l'analisi dei rischi).

La tabella E della UNI EN 13201 a fianco riprodotta indica la variazione di categoria illuminotecnica per ognuno dei parametri di influenza; in presenza di più parametri le variazioni si sommano ma la variazione complessiva della categoria illuminotecnica d'ingresso in funzione dei parametri di influenza può essere al massimo pari a 2 (si può giungere a 3 solo laddove uno dei parametri di influenza sia il flusso di traffico $\leq 25\%$ rispetto alla portata di servizio).

Tabella E - Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza.

Parametro di influenza	Variazione della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico $\leq 50\%$ rispetto alla portata di servizio	
Flusso di traffico $\leq 25\%$ rispetto alla portata di servizio	2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

Nel caso di categorie illuminotecniche nella cui sigla appare la lettera minuscola finale deve essere selezionata quella con uniformità longitudinale più simile a quella di origine secondo la tabella A (ad esempio, riducendo di 1 la categoria illuminotecnica Me3b occorre assegnare la categoria illuminotecnica di progetto ME4a di pari livello di uniformità longitudinale e non già la ME4b).

Inoltre, contrariamente alla precedente edizione, l'attuale Norma UNI 11248/2012 non impone l'aumento di una categoria illuminotecnica in caso di utilizzo di luce con indice di resa dei colori < 30 né consente facilmente la riduzione di una categoria illuminotecnica in caso di utilizzo di luce "bianca" con indice di resa dei colori $R_a > 60$.

Nel presente progetto **non si intende imporre il declassamento delle categorie illuminotecniche di ingresso come espediente per ottenere**

una più drastica riduzione dei consumi: molti, purtroppo, sono ancora oggi i progetti ove si riscontrano riduzioni spregiudicate delle classi di illuminazione in ingresso al solo fine di minimizzare oltremodo i consumi energetici post-intervento; scelte giustificate spesso con valutazioni poco rispettose dei contesti urbani esistenti o accampando a giustificazione di tali scelte la bassa temperatura di colore della luce prevista, o l'emissione luminosa con un indice di resa cromatica elevato.

Questa proposta intende presentarsi rispettosa di tutte le indicazioni normative esistenti, garantendo alti margini di risparmio energetico senza però ricorrere a soluzioni che inciderebbero negativamente sulla qualità della illuminazione cittadina.

Verrà invece adottata diffusamente la **riduzione del flusso luminoso del 25% dopo la mezzanotte** o, in casi specifici di contesti urbani altamente frequentati anche dopo le 24, altro orario successivo alla mezzanotte oltre il quale vi sia certezza di un flusso di traffico \leq al 50% rispetto alla portata di servizio (v'è evidenziato che nel Led una riduzione del flusso luminoso del 25% si ottiene con una riduzione della potenza di circa il 30% mentre col "vecchio sodio" ad una riduzione del 30% della potenza corrispondeva una riduzione di flusso luminoso di non meno del 50% con peggioramento inoltre sia del colore della luce che della fotometria).

4. Motivi per la scelta della tecnologia LED

4.1 Le problematiche irrisolte delle lampade ai vapori di sodio

L'emissione luminosa di queste lampade è generata da vapori di sodio ad alte temperature, ionizzati dal passaggio della corrente; il motivo per cui queste lampade appena accese hanno una bassissima luminosità è determinato proprio dal fatto che il sodio deve prima vaporizzare e surriscaldarsi, con tempi che per giungere all'emissione "a régime" possono essere di alcuni minuti.

Le temperature di funzionamento variano dai 500 fino ai 900 °C andando dalle versioni meno potenti alle più potenti sicché a queste temperature i vapori di sodio deteriorano il vetro dell'ampolla che li contiene e che pian piano diviene permeabile ai gas stessi consentendone la fuoriuscita.

Questo fenomeno riduce progressivamente sia l'efficienza della lampada che quella complessiva delle ottiche (riflettori e schermi protettivi) che vengono opacizzati dal gas disperso.

Inoltre, in caso di black-out o sbalzi di tensione la riaccensione della lampada richiede quasi sempre alcuni minuti di raffreddamento a causa della presenza di vapori di sodio ionizzati ad alta temperatura che non consentono allo starter di ripristinare subito la scarica elettrica ionizzante.

La tecnologia ai vapori di sodio ad alta pressione nelle sue ultimissime e più performanti realizzazioni ha raggiunto valori di emissione luminosa in rapporto ai watt consumati dalla lampada che vanno dagli 88 lm/W per lampade da 50 W, 96 lm/W per lampade da 70 W, 108 lm/W per lampade da 100 W, 120 lm/W per lampade da 150 W, e così via (da notare che l'efficienza cresce al crescere della potenza della lampada); peraltro se si considerano i consumi dovuti agli alimentatori, anche volendo considerare i più performanti alimentatori elettronici il rapporto lumen/watt si riduce del 10% circa.

Oltre all'alimentatore, a ridurre poi in realtà il flusso luminoso emesso da un apparecchio con lampada al sodio intervengono poi le perdite dovute ai riflettori, al fatto che la lampada rappresenta un corpo opaco nei confronti della luce riflessa verso essa dal riflettore e dal vetro di chiusura.

Ciò fa sì che anche nelle ultimissime e più performanti realizzazioni di armature stradali per lampade al sodio alta pressione, a riflettore e vetro nuovi la quantità di luce effettivamente uscente dal corpo illuminante sia non più dell'80% di quella emessa dalla lampada "nuda".

Infine, per effetto della progressiva riduzione di flusso luminoso emesso dalla lampada nel tempo, pur prevedendo cicli di sostituzioni programmate e periodiche pulizie di riflettori e vetri (quasi sempre dichiarate ma non fatte), occorre assegnare alla illuminazione realizzata con lampade ai vapori di sodio un coefficiente di manutenzione non superiore a 0,67 perdendo con ciò un ulteriore 33% di prestazione utile.

In definitiva, per questa catena di motivi i lumen/watt che si possono progettualmente assumere come con certezza emessi all'esterno da un corpo illuminante con lampada sodio alta pressione al termine della vita tecnica utile della lampada (pur con cicli periodici di sostituzione programmata previsti per lampada al 70% della sua capacità di emissione originaria, quasi sempre nei fatti poi non rispettati) diventa ad esempio, per la più performante lampada da 70 W con alimentatore elettronico, pari a $(96/1,1) * 0,8 * 0,67 = 47 \text{ lm/W}$; se poi l'alimentatore è di tipo ferromagnetico (consumo 14 W per questa lampada) si ha: $(96/1,2) * 0,8 * 0,67 = 43 \text{ lm/W}$.

Inoltre, per le inevitabili caratteristiche costruttive (dimensione della sorgente luminosa rispetto al sistema ottico) una armatura stradale con lampada ai vapori di sodio non può essere realizzata con fotometrie talmente precise da indirizzare con esattezza estrema sull'area da illuminare la quasi totalità del flusso luminoso emesso introducendo in tal modo una ulteriore riduzione del flusso effettivamente proiettato "dove serve" e stimabile, nei migliori apparecchi con perfetta progettazione geometrica dell'impianto (posizioni dei punti di installazione) comunque non inferiore al 15%.

Ecco quindi in definitiva che con i migliori corpi illuminanti ai vapori di sodio, dotati delle più performanti ottiche, dei più performanti alimentatori elettronici e delle più performanti lampade installati secondo perfetti progetti illuminotecnici si riesce ad indirizzare, sulle aree da illuminare, non più di 40 lumen/watt.

Non da ultimo la resa dei colori delle lampade al sodio alta pressione rimane alquanto scarsa ($Ra \leq 25$) comportando ciò una difficile interpretazione dei colori degli oggetti per effetto della "compressione" dei colori delle ombre che distorce fortemente la percezione della tridimensionalità degli oggetti; in estrema sintesi, le lampade al sodio rendono bene la percezione delle sagome e dei contorni (massima emissione luminosa "centrata" sulla lunghezza d'onda di massima sensibilità dell'occhio umano), ma riducono la percezione delle profondità (compressione delle ombre).

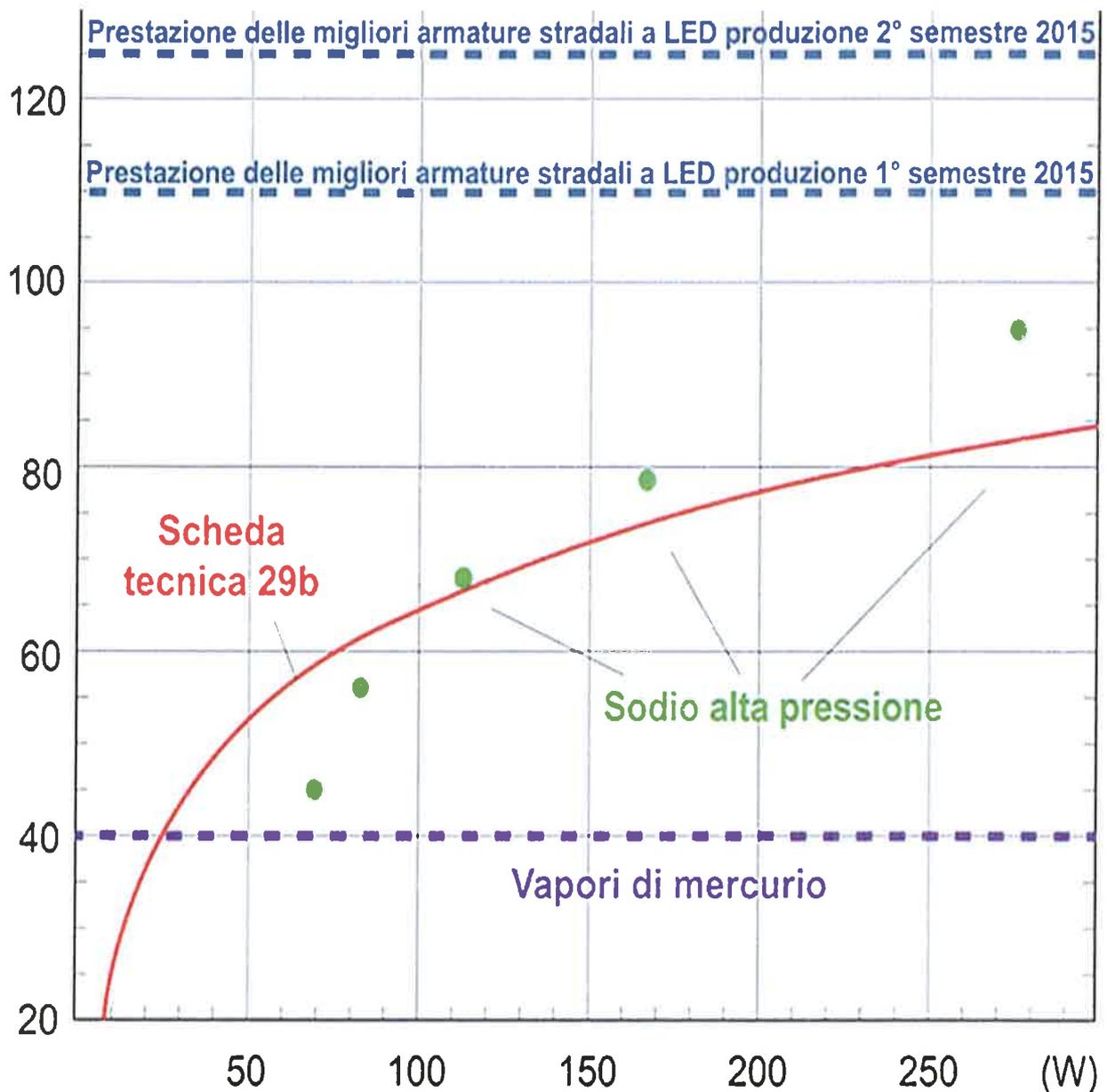
Infine non è da sottovalutare l'impossibilità, in tutta onestà, di realizzare corrette parzializzazioni del flusso luminoso dopo la mezzanotte in quanto in queste lampade ad una riduzione di potenza del 30% corrisponde una riduzione del flusso emesso di ben il 50% per cui si riduce l'illuminazione non di una bensì di due categorie illuminotecniche con in aggiunta peggioramenti sensibili anche sulla uniformità (l'ottica modifica anche la sua fotometria) e sul colore della luce che diventa ancor più arancione.

In definitiva abbiamo visto che il parametro su cui effettuare i confronti tra tecnologie diverse è il risultato illuminotecnico complessivo ottenibile sull'area cui l'illuminazione è progettualmente destinata e non la mera efficienza di conversione tra energia elettrica e radiazione luminosa (lumen/watt).

4.2 L'illuminazione a LED

Già si è sinteticamente accennato, in premessa, agli enormi vantaggi in termini di risparmio energetico e miglioramento della qualità dell'illuminazione che la tecnologia LED permette finalmente oggi di conseguire senza sacrificare in alcun modo i livelli di illuminazione ma, anzi, migliorandoli al contempo.

Si osserva a riguardo (v. grafico a pagina seguente) che nemmeno l'ENEA nel predisporre le schede tecniche per l'ottenimento dei TEE aveva previsto un così rapido sviluppo del LED in quanto nelle schede 2011 per l'illuminazione stradale, tutt'ora vigenti, la sostituzione del sodio col LED non è contemplata.



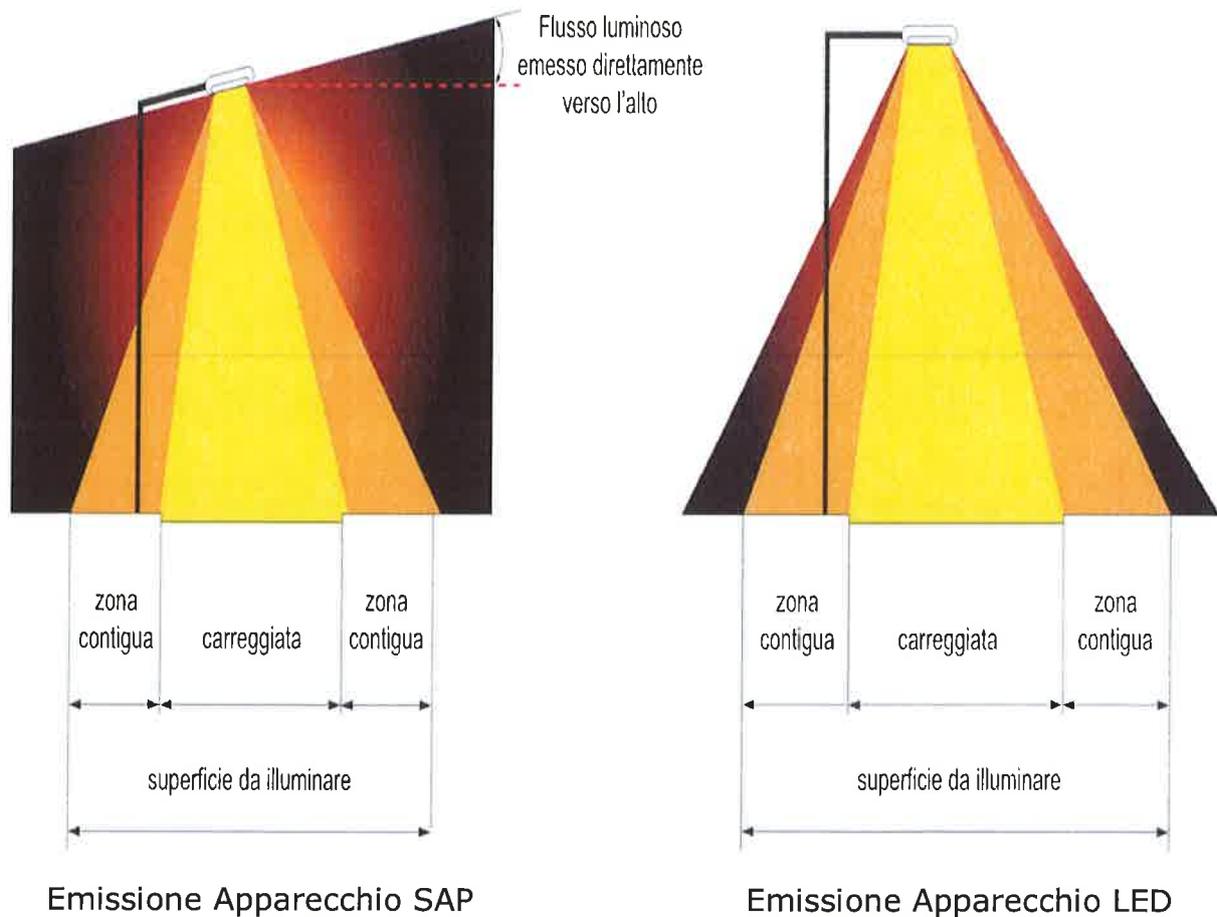
Linea Viola: prestazione "baseline" di armature stradali con lampada ai vapori di mercurio presa a riferimento nella scheda tecnica 29b per l'ottenimento dei TEE.

Dischi verdi: lumen/watt emessi dalle migliori armature stradali dotate delle migliori lampade ai vapori di sodio da 50 - 70 - 100 - 150 e 250 Watt e relativi alimentatori elettromagnetici.

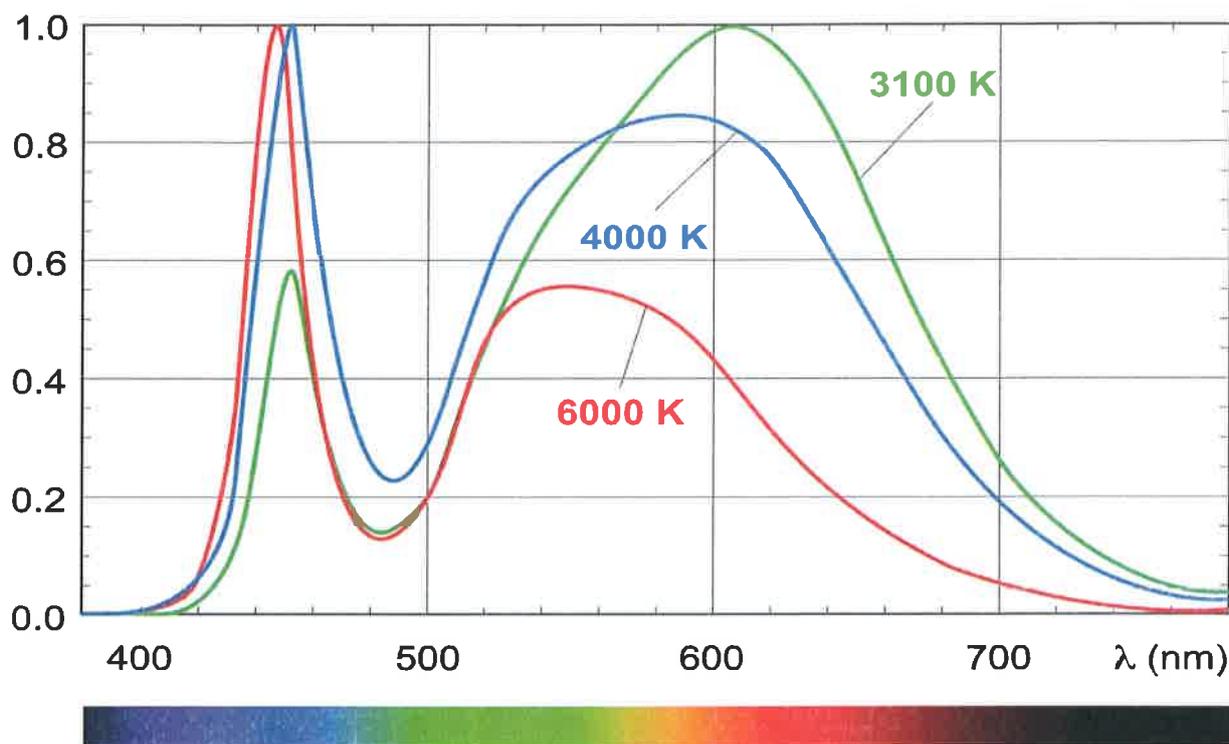
Linea Blu: lumen/watt emessi dalle migliori armature stradali a LED e relativo alimentatore.

Curva Rossa: lumen/watt di riferimento imposti dall'AEEG nella scheda tecnica 29b di Maggio 2011 che occorre superare con i nuovi apparecchi ai vapori di sodio per avere accesso ai Titoli di Efficienza Energetica.

Al già ben maggiore rendimento dei corpi illuminanti a LED si aggiunge poi il fatto che le piccole dimensioni della sorgente luminosa permettono la realizzazione di ottiche precisissime con bassissimo livello di dispersione al di fuori dell'area volutamente da illuminare; a tale riguardo il confronto tra LED e Sodio è ben rappresentato dall'immagine appresso riprodotta:



È per tutta questa serie di motivi che confrontare Corpi illuminanti con lampade ai vapori di sodio e corpi illuminanti a Led solo in termini di Lumen/W emessi dalla lampada, o anche dall'intero corpo illuminante, perde di senso e occorre introdurre un nuovo parametro, ovvero **il fattore di utilizzazione (F_u)** che indica il rapporto tra il flusso luminoso ricevuto dalla superficie che deve essere illuminata e il flusso totale degli apparecchi di illuminazione necessari a soddisfare i requisiti illuminotecnici applicabili alla superficie stessa. Anche l'indice di resa dei colori dei Led, rispetto alle realizzazioni di soli pochi anni fa, è stato straordinariamente migliorato fino a poter superare oggi, in alcune applicazioni, 95 su un massimo valore teorico di 100.



In fig.: Spettri d'emissione tipici dei Led per alcuni valori della temperatura colore.

Tra gli altri vantaggi impiantistici e progettuali dei Led rispetto al sodio alta pressione occorre inoltre ricordare almeno i seguenti:

- ☞ **Regolazione del flusso luminoso:** nel Led consente risparmi per riduzione di potenza dopo le mezzanotte con riduzione del flusso meno che proporzionale (una riduzione di potenza del 30% determina nelle lampade al sodio riduzione di flusso del 50% mentre nel Led soltanto del 25%);
- ☞ **Condizioni di visione mesopica:** le normative richiedono in genere luminanze del manto stradale tra le 0,5 e le 2 cd/m² o illuminamenti tra 2 e 50 lux ovvero livelli di illuminazione che determinano condizioni di visione mesopica, ovvero sulla retina sono attivati sia i coni (percettori di luci intense, responsabili della visione **fotopica**) che i bastoncelli (percettori di basse luci, responsabili della visione **scotopica**); in questa condizione se la radiazione luminosa ha un indice di resa dei colori > 60 la percezione visiva è grandemente migliore rispetto a quella derivante da un'illuminazione con indice di resa dei colori ≤ 25 quale quella delle lampade al sodio alta pressione;

- ☞ **Riaccensione immediata:** mentre le lampade ai vapori di sodio specie dopo lo spegnimento hanno bisogno anche di minuti prima di riaccendersi, i Led hanno accensione/riaccensione immediata con evidenti vantaggi in termini di sicurezza per gli utenti;
- ☞ **Eco-compatibilità:** contrariamente alle lampade ai vapori di sodio (spesso contenenti anche mercurio) i Led no presentano gas o vapori metallici;
- ☞ **Manutenzione:** se ben progettati i corpi illuminanti a Led possono non richiedere manutenzione, in grande percentuale, anche per 15 o 20 anni rispetto ai corpi illuminanti al sodio alta pressione che, anche nelle più performanti realizzazioni, richiedono all'incirca un intervento ogni 5 anni per la sostituzione programmata della lampada (per flusso luminoso ridotti oltre il massimo consentito) e in media un ulteriore intervento ogni 15 anni per lampada spentasi prima del ciclo di manutenzione o per la sostituzione dell'alimentatore o dell'accenditore (in media, quindi, partendo da impianto nuovo 3 interventi nell'arco di 15 anni).

A riguardo della durata e del decadimento prestazionale degli apparecchi a led occorre poi aggiungere qualcosa: esse sono indicate dai produttori più corretti ad esempio in questo modo: **>80.000h B20L80 inclusi guasti critici** e il significato è: "trascorse 80.000 ore di funzionamento meno del 20% dei led presenta una flusso emesso inferiore all'80% di quello nominale originario, includendo in questo 20% anche i led spentisi per guasti critici"; con la più recente normativa l'indicazione diverrà **>80.000h F20L80**, con la lettera F al posto della B ad indicare che nella percentuale dei led con prestazione dopo le ore indicate scesa sotto all'80% sono compresi anche i led spentisi per guasti critici.

Per quel che riguarda il rischio foto biologico, la certificazione secondo questo parametro è obbligatoria a livello comunitario (CEI EN 62471:2010) (Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada).

Detta norma classifica le sorgenti in 4 gruppi di rischio come indicato nella tabella a fianco riportata.

Per le sorgenti a led il rischio è rappresentato dalla emissione di luce blu ossia dalla lesione retinica che può essere indotta dalle radiazioni con lunghezze d'onda comprese tra i 400 e i 500 nm.

Rischio	Sigla	Descrizione	Tempo massimo di esposizione
Esente	RG0	Nessun rischio fotobiologico	Nessun limite
Gruppo di rischio 1	RG1	Nessun rischio nei normali tempi di esposizione	Tra 100 e 10000 s
Gruppo di rischio 2	RG2	Rischio limitato dalla reazione istintiva del soggetto (esposizione momentanea)	Tra 0,25 e 100 s
Gruppo di rischio 3	RG3	Rischio anche nell'esposizione momentanea	Minore di 0,25 s

Le sorgenti led con temperatura di colore inferiore a 4.500 K sono in genere sempre sicure: **nel presente progetto si prevede a riguardo di utilizzare Led con temperatura di colore non superiore ai 4.200 K e appartenenti al gruppo di sicurezza fotobiologica classificato come "esente"**.

4.3 Tabella delle sostituzioni previste e calcolo del risparmio energetico

Comune di CASTIGLIONE DEL LAGO - CONSISTENZA IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA POST-EFFICIENTAMENTO											
Impianti:	n° lampade	SEGNAP. LED 3 W	LAMPION. LED 15 W	LAMPION. LED 22 W	LANTERNA LED 32 W	PROIETT. LED 44 W	PROIETT. LED 50 W	ARMATURA LED 22 W	ARMATURA LED 32 W	ARMATURA LED 44 W	ARMATURA LED 60 W
Badlaccla	66		36							30	
Castiglione Centrale	1.202		232	581		10			150	229	
Castiglione Centro Storico	207	27		130		26	24				
Castiglione Ovest	166		7	102						57	
Binami e Mugnanesi	14		1						13		
Frattavecchia	13		10						3		
Vitellino	64		24						2	38	
Giorgi	11		3			1				7	
Castiglione Sud	99			80						19	
Casamaggiore	32		1	9		1			4	17	
Piana	89		42	12		3		9		23	
Sanfatucchio Pucclarelli Ceraso	269		5	130		8		9		117	
Cozzano	18		18								
Bertoni	9									9	
Petrignano del lago	27		12					3	12		
Giolella	81		15	7		1		3	11	44	
Porto	78		26			2	3	1	3	43	
Badia	26		22		4						
Poggi Caioncola	47		32			1		7	7		
Pancarola	165		36	83		1		2		43	
Valano	81			30		3		2	17	29	
Ranciano	27		22					5			
Pozzuolo	228		63	10		4		36	47	68	
Villastrada	90		19	10		3		7	8	43	
Castiglione, via Colombo	115		12					63	3	22	15
Carrala	77		14							63	
Ferretto	23		5					5		13	
Macchie	133		5	90	4	1		1		32	
Pineta	114		14					32	5	63	
Nardelli	6							1		5	
TOTALI (n°):	3.483	27	1.676	180	10	66	24	186	285	1.014	15
Consumi annui post-efficientamento (accensione 4.250 h/anno, riduzione potenza del 30% alla mezzanotte naturale e funzione "flusso costante"):											
TOTALI (kWh):	306.944	344	83.553	13.161	1.064	9.651	3.988	13.600	30.310	148.281	2.991

Nella tabella riportata a pagina precedente è prefigurata la composizione in termini di tipo, numero e potenza di lampada che assumerà l'impianto di Illuminazione Pubblica del Comune di Castiglione del Lago a seguito dello intervento proposto:

I consumi elettrici annui della Illuminazione Pubblica passeranno dagli attuali 989 MWh kWh a circa 307 MWh realizzando quindi un risparmio energetico annuo complessivo di circa 682 MWh ovvero del 69 %.

5. Dimensionamento dei basamenti

I nuovi basamenti verranno dimensionati e verificati secondo le seguenti norme:

- D.M. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- UNI EN 1991-1-4:2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è realizzata con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici, con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico) ed infine con il metodo degli elementi finiti (schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi).

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte.

In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Di seguito verrà descritta molto sommariamente, (per la relazione completa si rimanda al progetto definitivo), la procedura utilizzata per il calcolo e la verifica del plinto di fondazione di un palo per l'illuminazione stradale.

L'azione fondamentale che grava su queste tipi di sostegni è la forza del vento; il D.M. 14 Gennaio 2008 divide l'Italia in zone per poi assegnare ad ognuna di

esse delle specifiche caratteristiche.

Una volta individuata la zona, occorre individuare:

- il coefficiente di esposizione che dipende dall'altezza dal suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria del sito ove sorge la costruzione;
- il coefficiente dinamico che tiene conto della non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura;
- il coefficiente di forma che tiene conto della geometria del sostegno preso in considerazione.

Dividendo il palo (e gli eventuali bracci, nonché i corpi illuminanti su esso installati) in più sezioni, applicando ad ogni tratto i suddetti coefficienti e la pressione cinetica di riferimento si calcola la spinta del vento.

Con tali spinte si calcola quindi, in base alla geometria del basamento, il complessivo Momento Ribaltante che, aumentato di un coefficiente di sicurezza stabilito pari a 1,5 è a questo punto definito "Momento Ribaltante di progetto".

Sulla base dei pesi propri di palo, eventuale braccio e corpi illuminanti su esso installati nonché del plinto di fondazione ipotizzato si calcola quindi il Momento Stabilizzante che, moltiplicato anch'esso per un dato coefficiente di sicurezza, diventa a tal punto il "Momento Stabilizzante di progetto".

La stabilità della struttura è verificata ove il rapporto tra Momento Ribaltante di progetto e Momento Stabilizzante di progetto è ≤ 1 .

6. Sicurezza Elettrica

6.1 Protezione dai contatti diretti: il grado IP

Si ha un contatto diretto quando una persona tocca direttamente una parte attiva, anche quando il contatto avviene mediante un elemento conduttore che non sia una massa come ad esempio un attrezzo (CEI 64-8/2 art. 23.5).

Nei confronti dei contatti diretti si applica la regola generale per cui tutte le parti attive debbono essere isolate, oppure protette con involucri o barriere.

L'involucro di un componente elettrico, oltre che garantire la protezione dai contatti diretti, deve impedire l'ingresso di liquidi, polveri e corpi solidi.

Per gli impianti di illuminazione esterna è richiesto un grado di protezione contro l'ingresso di liquidi almeno pari a:

IPX8 (immersione in acqua continua) per i componenti interrati o installati in pozzetti senza drenaggio;

IPX7 (immersione per 30 minuti) per i componenti installati in pozzetti con drenaggio;

IPX5 (protezione contro i getti d'acqua) per gli apparecchi di illuminazione in galleria in quanto vengono puliti con getti d'acqua.

In tutti gli altri casi è richiesto un grado di protezione almeno IP33.

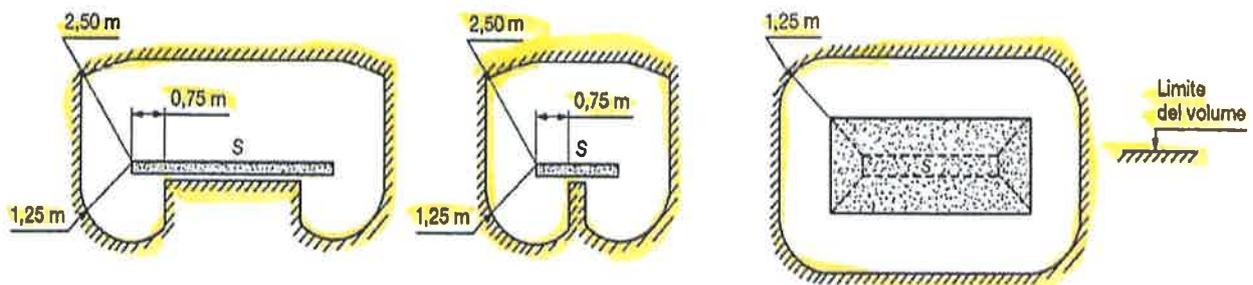
Il grado IP33 (minimo) tuttavia non è sufficiente in molti casi, ad esempio se l'apparecchio è vicino al terreno, perché esposto agli spruzzi; in tal caso occorre almeno il grado di protezione IPX4.

Inoltre per gli impianti di illuminazione esterna si applicano le seguenti più restrittive prescrizioni:

- ⇒ se uno sportello, pur apribile con chiave o attrezzo, è posto a meno di 2,5 metri dal suolo e dà accesso a parti attive queste debbono essere inaccessibili al "dito di prova" (IPXXB), oppure devono essere protette da un ulteriore schermo, con uguale grado di protezione, a meno che lo sportello si trovi in un ambiente accessibile solo a persone autorizzate (CEI 64-8/7 art. 714.412);
- ⇒ le lampade non devono poter essere 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 un'altezza superiore ai 2,8 metri (protezione per distanziamento, CEI 64-8/7 art.714.412);

⇒ la CEI 64-8/2 art. 23.10 definisce parti simultaneamente accessibili i conduttori o le parti conduttrici che possono essere toccate simultaneamente da una persona (parti attive, masse, masse estranee, conduttori di protezione, collettori di terra, pavimenti e pareti non isolanti); affinché un conduttore o una parte conduttrice rispetto a un punto o a una superficie occupata o percorsa ordinariamente da persone non dotate di attrezzi possano considerarsi protette per distanziamento, quelle rappresentate nella figura che segue sono le distanze minime necessarie (CEI 64-8/2 art. 23.11).



6.2 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Il contatto indiretto avviene con una massa in tensione a seguito di un guasto di isolamento.

Negli impianti di illuminazione esterna la protezione contro i contatti indiretti può essere eseguita mediante interruzione automatica dell'alimentazione (CEI 64-8/4 art. 413.1).

Nel caso in cui si persegua questo tipo di protezione, tutte le masse dell'impianto di illuminazione devono essere collegate a terra mediante un conduttore di protezione (CEI 64-8/4 art. 413.1.1.2).

Il valore della resistenza dell'impianto di terra e il dispositivo di protezione del circuito (differenziale) devono essere coordinati in modo da interrompere il circuito in un tempo compatibile con la protezione del corpo umano.

Gli apparecchi da proteggere mediante interruzione automatica della alimentazione sono apparecchi di classe prima, dotati cioè di isolamento principale e morsetto di terra.

Di norma, salvo casi particolari di illuminazione di pensiline, insegne, cabine telefoniche e altre particolari situazioni per le quali si possa ipotizzare che il contatto con una massa metallica in tensione per cedimento dell'isolamento possa assumere le caratteristiche del contatto diretto (per riduzione della resistenza ipotizzata in serie al corpo umano rispetto alle condizioni "standard" o per la possibilità di masse estranee nei fatti contemporaneamente accessibili), la condizione di sicurezza si intende soddisfatta ove l'interruttore differenziale a protezione del circuito abbia corrente nominale di intervento tale da coordinarsi col valore della resistenza dell'impianto di terra in modo che: $R_E \leq 50/I_{dn}$ dove R_E è la resistenza di terra del dispersore in (ohm) e I_{dn} è la più elevata tra le correnti differenziali nominali di intervento dell'interruttore installato (A).

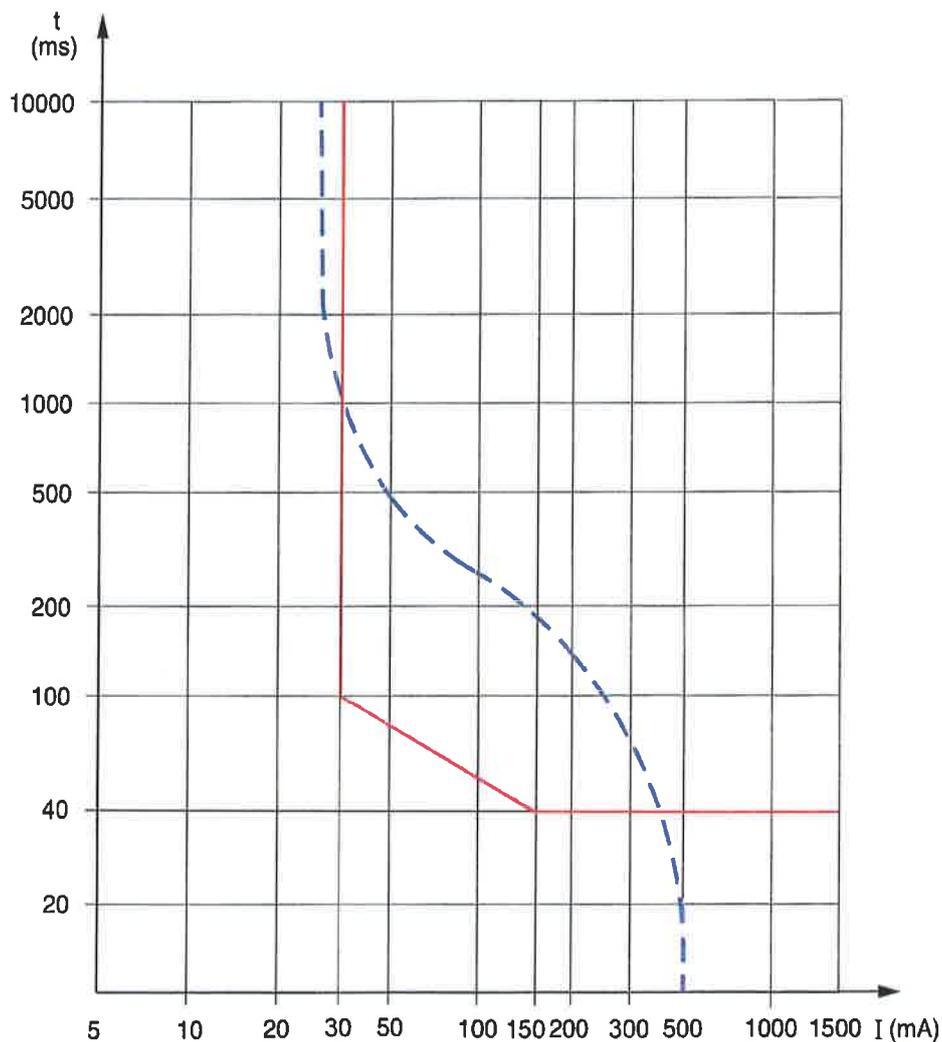
Tutte le masse protette da uno stesso interruttore differenziale devono essere collegate allo stesso impianto di terra (CEI 64-8/4 art. 413.1.4.1).

In realtà fino a giugno 2005 (unica eccezione tra gli impianti elettrici utilizzatori) per l'illuminazione pubblica era consentita la realizzazione di impianti di terra con picchetti singoli su ogni palo senza collegamento equipotenziale né tra i pali né con le eventuali masse estranee contemporaneamente accessibili con la conseguenza di possibile non intervento degli interruttori differenziali in caso di andata in tensione di masse metalliche, in presenza di preesistenti guasti a terra del conduttore del "neutro" tali da "drenare" in tutto o in parte la corrente di guasto della fase a terra facendola ritornare al differenziale impedendone l'intervento.

La tabella sotto riportata mostra il valore di resistenza del corpo umano assunta dalle norme per valutare la pericolosità del contatto con una tensione:

Tensione di contatto	25 V	50 V	75 V	100 V	125 V	230 V
Resistenza "due mani - due piedi" non superata dal 5% della popolazione	875Ω	725Ω	625Ω	600Ω	562Ω	500Ω

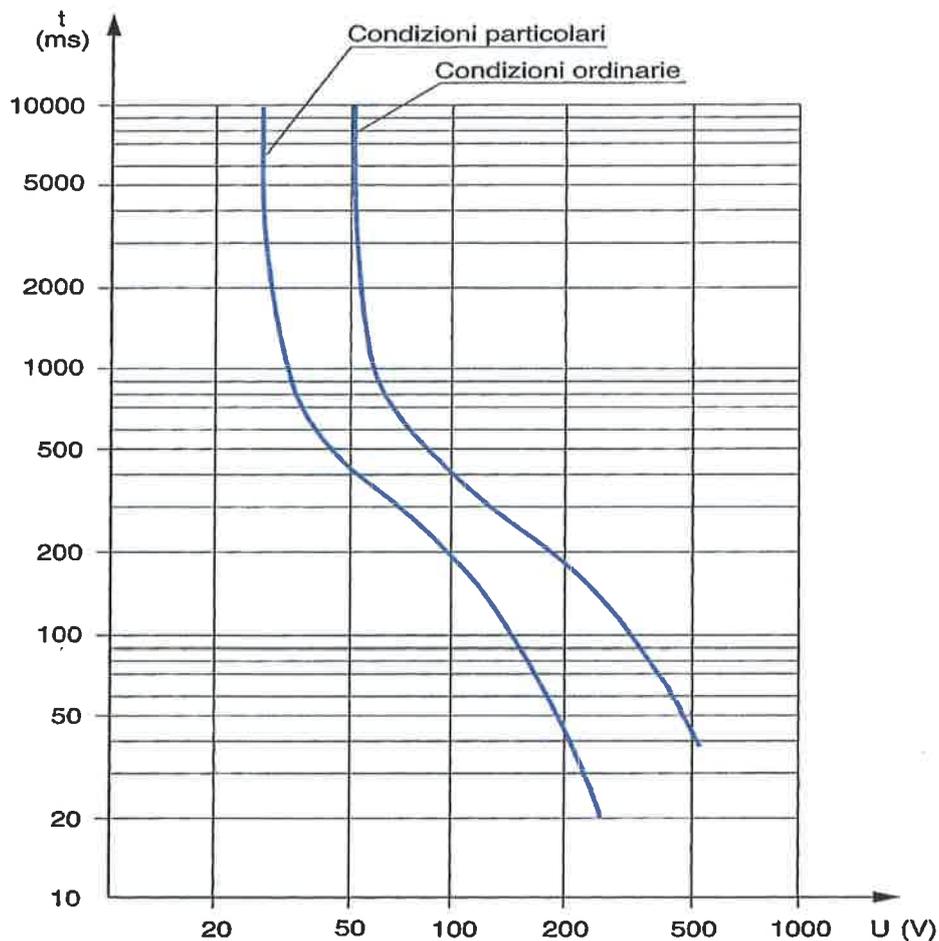
Le norme considerano poi che in "condizioni "ordinarie" la persona sia sottoposta alla tensione "due mani - due piedi" e per effetto di scarpe e terreno abbia in serie una ulteriore resistenza di 1.000 Ω (vedi sotto tabella della tensione di contatto "due mani - due piedi" assunta dalla norma).



La curva blu tratteggiata indica il limite di sicurezza corrente-tempo assunto per stabilire i requisiti del sistema di protezione contro i contatti indiretti in bassa tensione mentre la curva rossa rappresenta il tempo di intervento di un differenziale con corrente nominale di 30 mA.

È bene sottolineare che un interruttore differenziale non limita la corrente di dispersione al suo valore nominale: il valore nominale indica soltanto che l'interruttore deve intervenire per correnti uguali o superiori a quel valore (con un massimo tempo di intervento di 100 ms alla corrente nominale e di 40 ms per dispersioni uguali o maggiori a 5 volte la nominale).

Moltiplicando i valori di corrente della curva blu tratteggiata per la somma della resistenza del corpo umano relativa alla specifica tensione di contatto più la resistenza esterna in serie all'individuo sottoposto a passaggio di corrente si ha il valore di tensione cui detto individuo è sottoposto.



Nelle condizioni "particolari", sempre assumendo il contatto "due mani - due piedi", la resistenza da considerare in serie al corpo umano è di soli 200 Ω e l'enorme differenza che ne deriva è resa evidente dalle due curve di sicurezza tempo-tensione rappresentate nel grafico sotto riportato ove si evidenzia che la tensione di contatto limite passa da 50 V a 25 V.

Da notare che il valore di resistenza di 200 Ω costituisce anche il limite di resistenza verso terra al di sotto del quale una parte metallica è da considerare "massa estranea" che se toccata da un individuo contemporaneamente alla massa in tensione per guasto, rende il contatto non più un contatto indiretto ma a tutti gli effetti un contatto diretto.

Va infine ricordato che lo scatto dei normali interruttori differenziali deve essere verificato (con frequenza di almeno una volta ogni 6 mesi) tramite azionamento del pulsante di prova onde evitare il cosiddetto "effetto colla" che in caso di guasto può impedire l'apertura dei contatti o comunque ritardarla (nella reale gestione impiantistica, quasi sempre questi interruttori rimangono "chiusi").

si" per anni e quando sono chiamati ad intervenire o non aprono o lo fanno con tempi dilatati.

Infine è assai diffusa l'idea che la "prova" di funzionamento di un differenziale possa essere condotta attraverso il semplice azionamento del pulsante di "test" che invece ha principalmente lo scopo, azionato come detto almeno ogni sei mesi, di mantenere efficiente meccanicamente il differenziale; detta prova infatti non sostituisce le necessarie verifiche elettriche periodiche in quanto col pulsante di test si induce artificialmente una corrente differenziale che è 2,5 volte la nominale.

6.3 Protezione con l'impiego di componenti di classe II

Gli impianti di illuminazione esterna possono essere costruiti utilizzando apparecchi con isolamento doppio (apparecchi in classe II) e cavi ad isolamento rinforzato, considerato equivalente alla classe II (CEI 64-8/4 art. 413.2).

Nell'installazione del cavo si deve fare particolare attenzione all'ingresso nel palo, per evitare danneggiamenti o abrasioni dell'isolamento.

L'eventuale morsettiera alla base del palo deve essere anch'essa di classe II.

Anche il cavo entrante nel palo deve avere isolamento rinforzato equivalente alla classe II di isolamento.

Gli apparecchi di classe II non richiedono la messa a terra, anzi la loro messa a terra è proibita in quanto i normatori temono che la messa a terra di apparecchi in classe II possa esporre al rischio che l'apparecchio (e il palo) possano andare in tensione per un guasto sopravvenuto in altro punto dell'impianto e trasferito fino all'apparecchio in questione dall'impianto di terra "equipotenziale"; cosa considerata più probabile che non il cedimento del doppio isolamento.

6.4 Ulteriori provvedimenti previsti nel progetto proposto

Nel presente progetto tutti i quadri elettrici di protezione e comando verranno rifatti (sostituiti) e rispetto alle prescrizioni normative d'obbligo, verranno adottati anche gli ulteriori provvedimenti migliorativi appresso descritti:

Gli impianti attualmente "trifase" verranno in genere trasformati "monofase", beneficiando del fatto che le correnti di linea (riducendosi al 30% circa la potenza elettrica e aumentando ad oltre 0,9 il $\cos\phi$) si porteranno a meno del 25% delle attuali (se necessario potranno essere aumentate le sezioni di linea accoppiando le anime dei cavi quadripolari secondo necessità).

In tal modo, oltre a preservare meglio nel tempo l'isolamento dei cavi (poli sottoposti a tensione di 230 V anziché 400 V) si avrà un migliore e più sicuro funzionamento della protezione differenziale in quanto, come noto, la protezione differenziale è "perfetta" per linee monofasi mentre su linee trifasi potrebbe in particolari casi essere "ingannata"; ciò è dovuto al fatto che due correnti di dispersione relative a fasi diverse che dovessero andare a terra attraverso impedenze di diversa componente reattiva, determinano una corrente "vista dal differenziale", somma vettoriale delle stesse, che può essere anche molto inferiore al reale valore di una o entrambe le reali dispersioni.

Nei nuovi quadri elettrici della presente proposta di progetto verranno installati dei dispositivi termo-magnetico-differenziali dotati di funzione di autotest che ne garantirà il funzionamento senza necessità di periodico intervento del personale per provocarne lo scatto attraverso il pulsante di test; inoltre, dette protezioni differenziali saranno ulteriormente dotate di funzione di auto-riattivazione automatica in caso di guasto transitorio sicché essendo notoriamente la maggior parte i casi di scatto dei differenziali dovuto a fenomeni transitori, verrà notevolmente migliorata la continuità del servizio.

I quadri degli impianti di maggior importanza verranno poi telecontrollati.

Almeno tutti gli impianti nei quali l'impianto di terra non sia "equipotenziale" (e quindi esposti al rischio di non intervento del differenziale in casi di presenza di difetti di isolamento verso terra del neutro) verranno convertiti (e certificati) in classe II di isolamento.

Le singole messe a terra dei pali verranno mantenute in quanto, come ormai orientamento prevalente tra i normatori, su pali della illuminazione con cavi in isolamento rinforzato e corpo illuminante in classe II l'esistenza del singolo picchetto di terra (non in equipotenzialità con il resto dell'impianto) non può che accrescere il livello di sicurezza poiché crea una parziale equipotenzializzazione dell'area attorno al palo altrimenti molto scarsa (un palo metallico

infisso nel proprio basamento di calcestruzzo presenta normalmente verso terra resistenze che possono arrivare anche all'ordine del migliaio di ohm) sicché in caso di cedimento del doppio isolamento il contatto ha caratteristiche proprie del contatto diretto.

In questo modo anche le protezioni differenziali potranno essere tarate su valori che, pur garantendo l'assoluta protezione, abbiano maggiori margini di immunità secondo calcoli e verifiche ben precisate dal Prof. Vito Carrescia in un suo noto articolo su Tuttonormel del 2007.

Non da ultimo, il singolo picchetto di terra rende notevolmente più efficace il funzionamento degli scaricatori di sovratensioni di cui sono dotati i moderni corpi illuminanti a led e che hanno bisogno di un buon collegamento a terra per funzionare (l'incidenza di guasto negli apparecchi led è enormemente inferiore se disponibile un buon collegamento a terra della loro protezione interna) mentre per il collegamento tra scaricatori e picchetto non è necessario alcun conduttore ma può avvenire attraverso il corpo metallico dell'armatura stradale e il palo come stabilito dalle recenti norme; questa caratteristica è molto importante per il territorio comunale di Omegna dove la frequenza annua di caduta di fulmini è di circa 5 per ogni km².

6.5 Calcolo della minima corrente di cortocircuito e della caduta di tensione

Le linee elettriche degli impianti di illuminazione pubblica sono caratterizzate da carichi monofase variabili e molto variamente distribuiti per cui la precisa valutazione della caduta di tensione, specie nelle linee trifasi, risulta alquanto laboriosa.

A semplificare un po' i calcoli interviene il fatto che la sezione di fase è pari a quella del neutro (cavi di sezione inferiore ai 35 mm²) e nei calcoli la reattanza induttiva dei cavi può essere ignorata in quanto di fatto non influente ai fini del risultato (vero per sezioni fino a 95 mm²).

Le linee, realizzate in genere con cavi ad isolamento rinforzato 0,6/1kV e di sezione tale da non determinare cadute di tensione a fondo linea superiori al 5% ammesso, debbono contemporaneamente avere un dimensionamento che garantisca in ogni punto correnti minime di corto circuito Fase-Neutro di valore

sufficiente a provocare l'intervento della protezione termomagnetica in tempi utili a salvaguardare l'integrità dei cavi.

Deve cioè essere cioè verificata l'esistenza della condizione:

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

Ovvero, il cosiddetto "impulso termico" associato alla corrente di corto-circuito che può permanere per il tempo t di sicuro intervento della protezione, non deve superare il valore $K^2 \cdot S^2$ dove K è una costante legata alle caratteristiche dell'isolamento del cavo (per gli FG7 normalmente utilizzati vale 145) ed S è la sezione del neutro del cavo di più piccola sezione facente parte del circuito interessato al corto.

Se detta condizione è rispettata, il cavo è protetto.

A tal fine, per il calcolo delle lunghezze massime protette può essere utilmente adottata la formula semplificata proposta dalla Norma CEI 64-8 art. 533.3, ovvero:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 \cdot U \cdot S}{1,5 \cdot \rho \cdot L_c} \cdot \frac{1}{1+m} \cdot K_x \quad \text{dove:}$$

0,8 = coefficiente che tiene conto del presumibile abbassamento della tensione per effetto del corto circuito;

U = tensione del circuito di guasto (tensione fase-neutro per circuito trifase con neutro distribuito; tensione fase-fase per circuito monofase o circuito trifase con neutro non distribuito) [V];

S = sezione del cavo [mm^2] ovvero la sezione "media ponderata" nel caso di tratti di diversa sezione;

1,5 = fattore che tiene conto dell'incremento della resistività del cavo dovuto all'aumento di temperatura durante il corto circuito;

ρ = resistività del conduttore a 20°C [per il rame 0,0178 $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$];

L_c = lunghezza del cavo [m];

m = S_F/S_N = rapporto fra le sezioni dei conduttori di fase e di neutro nel caso di circuito monofase o trifase con neutro distribuito;

K_x = coefficiente che tiene conto della reattanza del cavo (vale 1 per sezioni fino a 95 mm^2).

Verificando contemporaneamente, la condizione:

$$I_b < I_n < I_z \quad \text{dove:}$$

I_n = Corrente nominale della protezione;

I_b = Corrente di impiego del conduttore;

I_z = Portata elettrica del conduttore riferita alle specifiche "condizioni di posa".

Ai fini del calcolo della minima corrente di cortocircuito, tenendo conto del fatto che:

⇒ le sezioni delle linee di illuminazione pubblica sono praticamente sempre di sezione $\leq 25 \text{ mm}^2$ e quindi la sezione di fase è uguale a quella del neutro, ovvero $1 + m = 2$,

⇒ la tensione fase-neutro è ormai ovunque unificata a 230 volt,

⇒ il coefficiente che tiene conto della reattanza per dette sezioni si assume $= 1$,

la formula semplificata proposta dalla Norma CEI 64-8 art. 533.3 si riduce a:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 \cdot 230 \cdot S}{1,5 \cdot 0,0178 \cdot 2 \cdot L_c}$$

e raccogliendo assieme tutti i termini numerici costanti avremo:

$$I_{cc,min} = 3.446 \cdot S / L_c$$

Per rendere "automatici" i calcoli che tenendo nel dovuto conto anche dell'effetto delle correnti del neutro sulle singole campate restituiscano i valori delle cadute di tensione sui vari "nodi" considerati, le correnti di fase e le correnti di corto-circuito minime F-N, verrà utilizzato un apposito programma di calcolo che fornirà tabelle specifiche per ogni impianto del tipo sotto riportato, in grado di fornire tutti i dati necessari per la scelta delle protezioni termomagnetiche da porre a monte della linea:

Per i Led dette protezioni saranno con "caratteristica D" in considerazione del fatto che gli apparecchi di illuminazione a Led sono caratterizzati al momento dell'accensione da un prelievo di corrente (di durata solo di poche centinaia di microsecondi) di valore altissimo che in alcuni casi potrebbe provocare l'intervento del dispositivo magnetico.

Per quanto riguarda il massimo potere di interruzione, questo sarà da 6kA per le linee monofasi e 10 kA per le trifasi fino a 16,5 kW come prescritto dalla CEI 0-21.

7. Stima delle quantità e dei costi dei lavori previsti

Distribuzione dei Costi previsti per i lavori accessori da realizzare durante il primo anno di gestione dell'impianto I.P. del Comune di Castiglione del Lago (escluse spese tecniche):	
Fornitura in opera dei nuovi apparecchi a LED (comprese rimozioni e rifacimento collegamenti elettrici)	990.000
<i>Fornitura in opera di nuovi pali, bracci e riverniciature (compresa la rimozione dei vecchi)</i>	120.000
<i>Fornitura in opera di nuove linee elettriche (comprese, rimozioni, giunti e scatole di giunzione)</i>	
<i>Revisione/sostituzione di tutti i quadri elettrici di protezione e comando</i>	
<i>Realizzazione di Cavidotti, Pozzetti, Basamenti e relativi Ripristini</i>	
Totale Lavori compresi Oneri per la Sicurezza (escluse spese tecniche)	1.110.000

Nota: Gli importi sono comprensivi di costi per la sicurezza stimati il 2% dell'importo totale.

8. Prime Indicazioni per la futura redazione del PRIC

Premessa – La redazione del Piano Regolatore della Luce (PRIC), di cui il Comune di Castiglione del Lago non è al momento dotato, dovrà rispettare i criteri indicati nell'allegato "A" al Regolamento n. 2 del 05/04/2007 di Attuazione della L.R. n. 20 del 28.02.2005 (Norme in materia di prevenzione dell'inquinamento luminoso e del risparmio energetico).

Si vuole in questa fase richiamare le linee guida previste per la redazione di tale strumento i cui contenuti essenziali sono:

- ⇒ le classificazioni;
- ⇒ l'indicazione dei criteri illuminotecnici;
- ⇒ la programmazione degli interventi di ampliamento, rifacimento e messa a norma.

Classificazioni:

È la parte con la quale vengono classificate strade, monumenti, impianti sportivi e qualsiasi area / elemento caratterizzante il territorio per le quali si ravveda la necessità di fornire indicazioni per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna; è ovvio che il PRIC debba fare riferimento ed essere coerente con il PRG del Comune anche al fine di ottenere che le modifiche nel tempo del PRG si riflettano automaticamente sul PRIC; il PRIC può anche introdurre classificazioni "protettive e qualificanti" di aree, siti, monumenti che pur non tutelate da vincolo paesaggistico o altro siano però ritenute dal Comune meritevoli di tutela o, di particolare livello di illuminazione.

Particolare importanza riveste in quest'ambito la classificazione delle strade: infatti la Norma UNI 11248/2012 definisce le caratteristiche che deve possedere l'illuminazione in riferimento alle diverse categorie di strada per cui senza una ufficiale classificazione delle strade non si può procedere alla individuazione della cosiddetta "categoria illuminotecnica di ingresso.

Anche gli impianti sportivi, per le caratteristiche della illuminazione, dovranno essere classificati secondo le specifiche norme UNI di riferimento nonché delle prescrizioni emanate dalle federazioni dei vari sport.

Fondamentale poi la classificazione delle aree in relazione alla distanza dagli

osservatori astronomici e alla classificazione degli stessi nel rispetto della Deliberazione della Giunta Regionale n° 1173 del 9 luglio 2007 (L.R. n. 20/2005. Norme in materia di prevenzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico. Individuazione delle zone di particolare protezione degli osservatori astronomici).

Indicazione dei Criteri Illuminotecnici:

Il PRIC non tende ad identificare specifici apparecchi di illuminazione ma a fornire criteri su tipologia delle lampade, colore e resa cromatica della luce da applicare nelle diverse aree ... all'epoca della L.R. 20/2005 e del suo Regolamento 02/2007 ancora si disquisiva su luce gialla e luce bianca, efficienza lumen/watt superiore ai 70 o ai 90 lumen/watt, ecc.; la rapida evoluzione tecnologica con l'ormai totale utilizzo del LED ha reso questa parte abbastanza priva ormai di significato in quanto, come anche nel presente progetto, si prevedono interventi tutti a Led con resa cromatica >70.

Programmazione degli Interventi di ampliamento, Rifacimento e Messa a Norma:

Anche in questo caso la realtà ha preceduto il PRIC in quanto con il progetto proposto verranno rifatti/messi a norma tutti gli impianti della Illuminazione Pubblica; rimarranno da definire invece i programmi di ampliamento.

Per quanto riguarda l'importante parte del PRIC relativa al Censimento degli impianti, al di là di dati già disponibili al Comune, prevedendo il presente progetto l'efficientamento totale dell'impianto, la realizzazione/aggiornamento dei database sarà contestuale agli interventi e riporterà, quindi, direttamente la situazione "post-efficientamento e messa in sicurezza" diventando essa il nuovo "anno zero" dell'impianto.

Infine, già non poche pagine della presente relazione sono state dedicate a mostrare come a partire dalla classificazione delle strade fatta dal Comune, la UNI 11248 (Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche) individua le "categorie illuminotecniche di ingresso" e da queste, con una serie di considerazioni sui parametri di influenza, si pervenga agevolmente alla categoria illuminotecnica di progetto, per cui si evitano inutili ripetizioni.

9. Prime Indicazioni per la redazione dei Piani di Sicurezza

PREMESSA - Le caratteristiche dell'opera e delle lavorazioni previste, ove non fossero previsti subappalti, non dovendosi effettuare scavi di profondità superiore ad 1,5 m e prevedendo che tutti i lavori in elevazione vengano svolti con attrezzature e metodi tali da non determinarsi la condizione del "particolare disagio", non impongono necessariamente la redazione di un PSC e la nomina di un Coordinatore della Sicurezza sicché la Stazione Appaltante potrà, se vorrà, optare per la predisposizione da parte dell'Appaltatore del Piano Sostitutivo del Piano di Sicurezza e Coordinamento; in caso contrario il Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà essere redatto in conformità a quanto previsto dall'art. 100 del D.Lgs 81/2008 e s.m.i..

I Piani di Sicurezza e Coordinamento sono documenti complementari al progetto esecutivo che prevedono l'organizzazione delle lavorazioni atte a prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori .

La loro redazione comporterà con riferimento alle varie tipologie di lavorazioni, l'individuazione, l'analisi e la valutazione e i rischi intrinseci al particolare procedimento di lavorazione.

Le prime indicazioni e disposizioni per la stesura del Piano di Sicurezza e di Coordinamento (PSC) riguardano principalmente:

- Il metodo di redazione;
- Gli argomenti da trattare;

Sono inoltre riportate le prime indicazioni sulla redazione del Fascicolo della Opera per la manutenzione delle opere previste in progetto.

Per quanto riguarda l'applicazione del D.Lgs 81/2008 e s.m.i., dovranno essere individuate, in sede di progettazione esecutiva relativamente alle materie di sicurezza, le figure del committente, del responsabile dei lavori (che negli appalti pubblici come in questo caso, corrisponde al RUP), del coordinatore in fase di progettazione e del coordinatore in fase di esecuzione.

Successivamente nella fase di progettazione esecutiva, tali indicazioni dovranno essere approfondite, anche con la redazione di specifici elaborati, fino alla stesura finale del Piano di Sicurezza e Coordinamento e del Fascicolo dell'Opera così come previsto dalla vigente normativa.

IL METODO - Lo schema da utilizzare per redigere il Piano di Sicurezza e Coordinamento è il seguente:

- Parte prima – Prescrizioni e Principi di carattere generale ed elementi per l'applicazione e gestione del PSC;
- Parte seconda – Elementi costitutivi del PSC per fasi di lavoro;

Nella prima parte del PSC dovranno essere trattati gli argomenti che riguardano le prescrizioni di carattere generale, anche se concretamente legati al progetto che si deve realizzare. Queste prescrizioni dovranno essere considerate come un Capitolato Speciale della sicurezza proprio del cantiere e dovranno adattarsi di volta in volta alle specifiche esigenze dello stesso durante l'esecuzione.

Nella seconda parte del PSC dovranno essere trattati gli argomenti che riguardano il Piano dettagliato della sicurezza per Fasi di lavoro che nasce da un programma di esecuzione dei lavori, che naturalmente va considerato come un'ipotesi attendibile ma preliminare di come verranno poi eseguiti i lavori dall'impresa.

Al crono-programma con diagramma di Gantt ipotizzato dovranno essere collegate delle procedure operative per le fasi più significative dei lavori e delle schede di sicurezza collegate alle singole fasi lavorative programmate con l'intento di evidenziare le misure di prevenzione dei rischi simultanei risultanti dall'eventuale presenza di più imprese e di prevedere l'utilizzazione di impianti comuni, mezzi logistici e di protezione collettiva.

Il PSC deve contenere altresì, tutte le indicazioni necessarie per la corretta redazione del/dei Piano/i Operativo/i di Sicurezza (POS) e la proposta di adottare delle schede di sicurezza per l'impiego di ogni singolo macchinario tipo, che saranno comunque allegate al PSC in forma esemplificativa e non esaustiva.

DESCRIZIONE DELL'OPERA - Il progetto per la messa a norma e l'efficientamento illuminotecnico ed energetico degli impianti di Illuminazione Pubblica del Comune di Castiglione del Lago prevede lavorazioni che si possono così scomporre e schematizzare:

- a) Rimozione di parti di impianto esistente quali Sostegni, Corpi illuminanti e Quadri Elettrici;
- b) Scavi per la creazione di piccoli tratti di cavidotto e la formazione di basamenti;
- c) Posa pali, bracci, corpi illuminanti, quadri elettrici o componenti in quadri esistenti;
- d) Infilaggio di cavi o posa aerea di cavi e corde d'acciaio di sostegno;
- e) Misure e Verifiche ai fini della certificazione e collaudo.

REDAZIONE DEL PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO - Il Piano di Sicurezza e Coordinamento ove venga predisporlo dovrà contenere:

- una **relazione tecnica** con le coordinate e la descrizione dell'intervento e tutte le notizie utili alla definizione dell'esecuzione dell'opera.
- l'**individuazione delle fasi del procedimento attuativo** mediante esplicitazione delle caratteristiche delle attività lavorative con l'indicazione di quelle critiche e la stima della durata delle lavorazioni;
- un'**analisi dei rischi** legata alle fasi di lavoro che si prevede saranno applicate in cantiere, procedendo alla definizione delle necessarie azioni e provvedimenti da intraprendere nelle lavorazioni per salvaguardare la sicurezza dei lavoratori;
- il **programma dei lavori** (Diagramma di Gantt) al fine di definire gli archi temporali di ciascuna fase di lavoro e, quindi, le contemporaneità tra le fasi in modo da individuare le necessarie azioni di coordinamento laddove sia presente la possibilità che alcune fasi di lavoro possano essere svolte da imprese diverse.

Si procederà inoltre alla valutazione dei seguenti Elementi Generali del Piano:

1. Modalità da seguire per la recinzione e segnalazione dei cantieri;
2. Misure generali di protezione contro il rischio di caduta dall'alto;
3. Disposizioni relative alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;
4. Disposizioni per il coordinamento dei Piani Operativi con il Piano di Sicurezza.

L'ultima fase del Piano sarà costituita dalla Stima dei Costi della sicurezza, che

vanno previsti per tutta la durata delle lavorazioni e sono costituiti dai costi:

- a) degli apprestamenti previsti nel PSC;
- b) delle misure preventive e protettive e dei dispositivi di protezione individuale eventualmente previsti nel PSC per lavorazioni interferenti;
- c) degli approntamenti antincendio;
- d) dei mezzi e servizi di protezione collettiva;
- e) delle procedure contenute nel PSC e previste per specifici motivi di sicurezza;
- f) degli eventuali interventi finalizzati alla sicurezza e richiesti per lo sfasamento spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti;
- g) delle misure di coordinamento relative all'uso comune di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva.

DUVRI - DOCUMENTO UNICO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA ELIMINAZIONE DELLE INTERFERENZE (art. 26 comma 3 D.Lgs 81/08) -

L'appaltatore, deve necessariamente indicare, se per la tipologia dell'appalto in questione, (Forniture e Lavori), si rendesse necessario la redazione del documento di valutazione dei rischi da interferenze, nel qual caso oltre alla redazione del PSC, deve farsi carico anche della redazione del DUVRI.

IL DUVRI deve costituire lo strumento del Datore di Lavoro finalizzato a promuovere la cooperazione ed il coordinamento per:

- l'individuazione e l'attuazione delle misure di protezione e prevenzione dai rischi sul lavoro incidenti sull'attività lavorativa oggetto dell'appalto;
- coordinare gli interventi di protezione e prevenzione dai rischi cui sono esposti i lavoratori;
- l'informazione reciproca in merito a tali misure;

al fine di eliminare o, ove non possibile, ridurre al minimo i rischi dovuti alle interferenze nelle lavorazioni oggetto dell'appalto.

Il documento deve contenere anche le informazioni sui rischi specifici esistenti nell'ambito in cui verranno svolte le attività in appalto, a norma dell'art. 26 comma 1 lett. b) del D.Lgs. 81/2008.

Preliminarmente alla stipula del contratto, prima dell'inizio delle attività in appalto, il Responsabile dei Lavori promuoverà la cooperazione ed il coordinamento di cui all'art. 26 comma 3 del D.Lgs. 81/2008, mediante la redazione, in contraddittorio con la Ditta aggiudicataria dell'appalto, del "Verbale di sopralluogo preliminare congiunto e di coordinamento".

In fede,



 **ENERSTREET S.r.l.**
ENERSTREET s.r.l.
Viale dello Stadio, 77
05100 FERNI (TR) Italy
c. f. e Part. IVA 01504050558