Allegato "G"

E01

COMUNE DI VILLA LAGARINA **PROVINCIA DI TRENTO**

RELAZIONE TECNICA
IMPIANTO ELETTRICO

Cantiere: **OPERE DI RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA DI VIA BEZZI E DI VIA PRATI**
38060 VILLA LAGARINA (TN)

Committente: **Spett.**
COMUNE DI VILLA LAGARINA
piazza S. Maria Assunta, 9
38060 VILLA LAGARINA (TN)

Progetto: 3219

IL TECNICO:

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRENTO
dott. ing. GUIDO BORSI
ISCRIZIONE ALBO N° 2366

Rovereto, 30 Settembre 2019

STUDIO TECNICO dott. ing. GUIDO BORSI via Pasubio, 9 – 38068 Rovereto (TN)
c.f. BRS GDU 71 A08 H612 Y P. IVA 01815700222 ☎ 0464-870724 / 338-9330689
e-mail tridentina@hotmail.com PEC guido.borsi@ingpec.eu

RIFERIMENTI NORMATIVI

Nella compilazione del presente progetto si sono principalmente rispettati i seguenti dettati normativi:

- D.P.R. n. 547 del 1955;
- Legge n. 186 del 1968;
- Legge n. 46 del 1990;
- D.P.R. n. 447 del 1991;

Per quanto riguarda i dettami della Legge n. 168/68, si elencano qui appresso i principali fascicoli di normativa C.E.I. consultati:

- C.E.I. 11-8 Impianti di terra (1989);
- C.E.I. 11-17 Impianti produzione trasporto, linee in cavo (II^ edizione 1992);
- C.E.I. 23-3 Interruttori automatici (1992);
- C.E.I. EN 60947-2 Interruttori automatici
- C.E.I. 17-13/1 - EN 60439 Quadri elettrici (III^ edizione 1995);
- C.E.I. 23-51 Quadri elettrici In<125A (1996)
- C.E.I. 20-19 Cavi gomma (1990);
- C.E.I. 20-20 Cavi PVC (1990);
- C.E.I. 20-38/1 Cavi gomma(1994);
- C.E.I. 23-25 Tubi per installazioni elettriche;
- C.E.I. 64-8 Impianti elettrici utilizzatori (IV edizione 1998)
- C.E.I. 64-50/UNI 9620 (1995);
- C.E.I. 64-12 Guida impianti di terra (1993);
- C.E.I. 0-2 Guida progettazione impianti (1995);
- C.E.I. 0-3 Guida dichiarazione di conformità (1996).
- UNI 11248 (2016) Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI-EN 13201-2 (2016) Illuminazione stradale – requisiti prestazionali

SCOPO DELL'INTERVENTO

La presente progettazione si occupa della riqualificazione completa dell'impianto di illuminazione di via Bezzi e di via Prati a Villa Lagarina compresi i relativi spazi destinati a parcheggio e passaggio pedonale.

Figg. 1 e 2 – Particolare attuali tipologie di apparecchio in via Bezzi e in via Prati.

La larghezza delle strade prevede la necessità utilizzare sostegni senza sbraccio al fine di ottenere l'uniformità luminosa richiesta, le posizioni dei punti luce per quanto riguarda le due strade sono invece ancora quasi tutti validi, si dovrà invece procedere con delle integrazioni nei parcheggi e nel passaggio pedonale che collega le due vie.

DESCRIZIONE DEGLI APPARECCHI UTILIZZATI

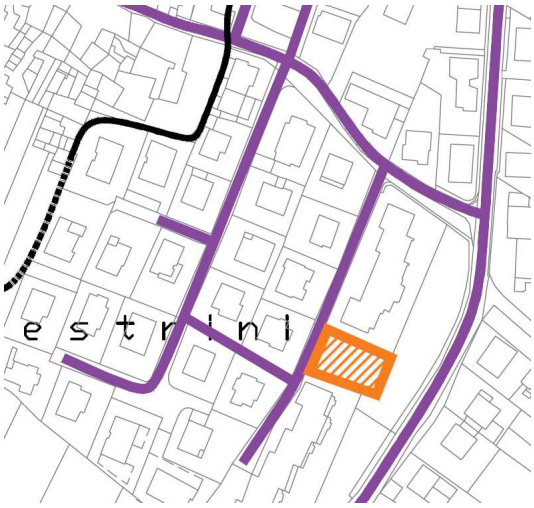
I nuovi corpi illuminanti proposti saranno a tecnologia LED.

Fig. 3 – Particolare nuovi apparecchi luminosi considerati.

Gli apparecchi saranno del tipo “Full cut off” quindi rispondenti alla classe A della L.P. 3.10.2007 n°16 D.P. 17/2008 relativa al risparmio energetico e all’inquinamento luminoso, si riportano qui di seguito i diagrammi polari della distribuzione di flusso emessa dalle tre tipologie di apparecchi utilizzati.

CLASSIFICAZIONE DEI COMPITI VISIVI, LIVELLI ILLUMINOTECNICI ADOTTATI ED ANALISI DEI RISCHI

In base alla nuova normativa nazionale di recente emanazione (UNI 11248 – Novembre 2016) e come indicato dalla lettura della relazione del PRIC depositato in comune sotto riportato nella zona interessata all’intervento era stata individuata una unica tipologia di strada:



CE5

Categoria	Intensità d'illuminazione orizzontale E_m in lx [valore minimo, fattore di manutenzione]	U_0 [valore minimo]
CE 0	50	0,4
CE 1	30	0,4
CE 2	20	0,4
CE 3	15	0,4
CE 4	10	0,4
CE 5	7,5	0,4

ME5

Categorie	Luminanza della carreggiata a superficie asciutta L_m in cd/m² [valore min., fattore di manutenz.]	U_0 [valore min.]	U_l [valore min.]	aumento della soglia di percezione TI in % [valore mass.]	Rapporto delle intensità d'illuminazione dei dintorni SR [valore min.]
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			0,6		
ME3c			0,5		
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b			0,5		
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	-

Figg. 4, 5 e 6 – Estratto relazione PRIC del comune di Villa Lagarina.

Strade:

Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2003) ME5 (alla data di redazione del P.R.I.C);
Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2016) M5 (alla data attuale).

Parcheggi:

Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2003) CE5 (alla data di redazione del P.R.I.C);
Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2016) P3 (alla data attuale).

queste sono considerate categorie illuminotecniche di ingresso.

Tale assegnazione dovrebbe poi essere eventualmente corretta con l'analisi dei rischi tramite l'adozione dei parametri di influenza, ma da una valutazione personale, tenuto conto anche della necessità di avere una buona illuminazione al fine di scongiurare atti di vandalismo e furto negli edifici ultimamente in aumento, tali categorie vengono ritenute troppo basse quindi come categoria di progetto si considereranno le seguenti:

Strade interne:

Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2015) M4.

Parcheggi:

Classificazione secondo UNI EN 13201-2 (2003) P2.

Si riporta qui di seguito la verifica tra i valori richiesti dalla normativa ed i risultati della simulazione evidenziati dalle successive figure:

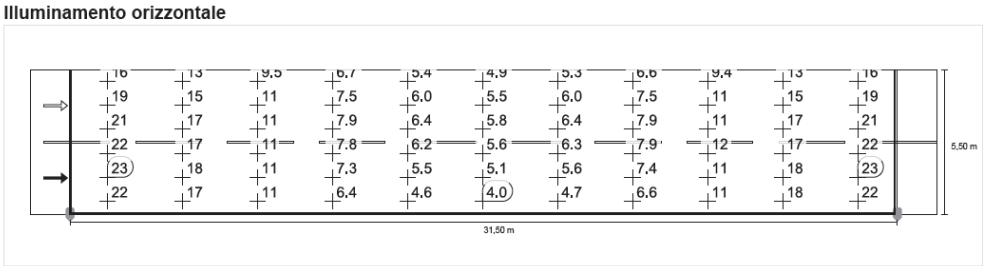
- **Via Bezzi:**

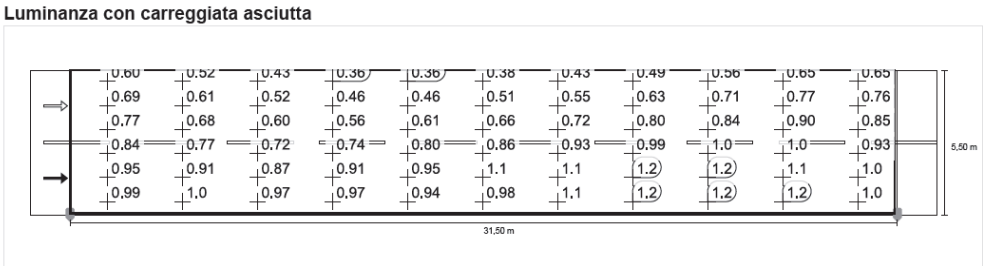
Valori richiesti per la categoria M4 (Norma UNI EN 13021-2):

$L_m > 0.75 Cd/m^2$, $U_0 > 0.40$ $U_l > 0.60$, $T_i < 15\%$, EIR>0.30

Valori ottenuti nella simulazione considerando i corpi illuminante scelti:

$L_m = 0.80 Cd/m^2$, $U_0 = 0.45$ $U_l = 0.64$, $T_i = 14\%$, EIR=0.50 **(Verifica positiva).**





Figg. 7 e 8 – Valori di illuminamento e luminanza per via Bezzi.

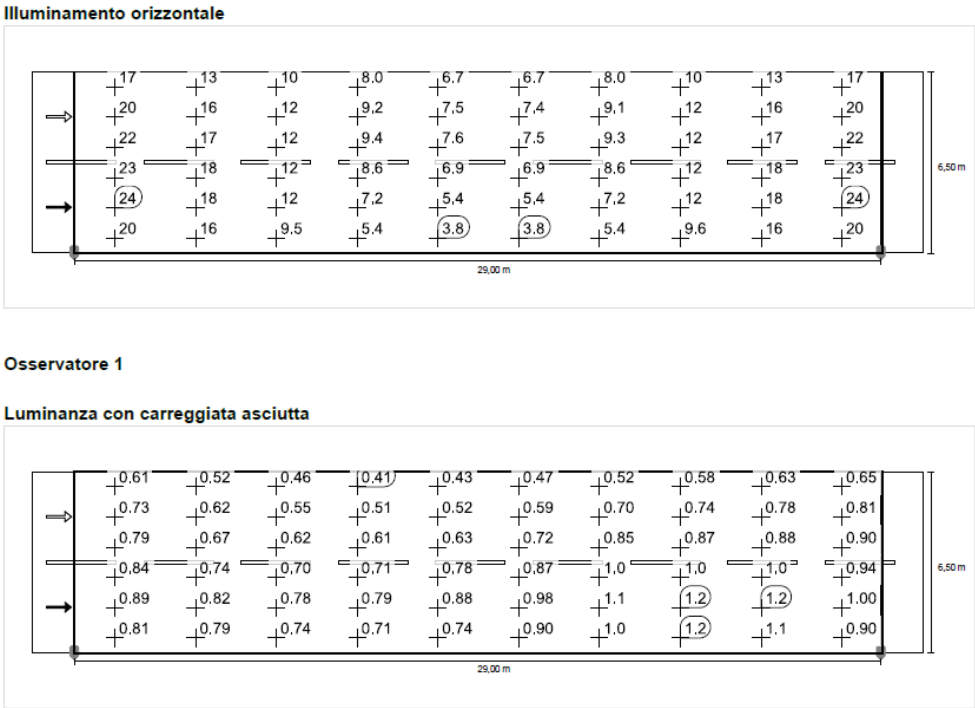
- **Via Prati:**

Valori richiesti per la categoria M4 (Norma UNI EN 13021-2):

L_m > 0.75Cd/m^2 , U_0 > 0.40 U_l > 0.60, T_i <15%, EIR>0.30

Valori ottenuti nella simulazione considerando i corpi illuminante scelti:

L_m = 0.77Cd/m^2 , U_0 = 0.52 U_l = 0.64, T_i =12%, EIR=0.36 **(Verifica positiva).**



Figg. 9 e 10 – Valori di illuminamento e luminanza per via Prati.

- **Passaggio pedonale:**

Valori richiesti per la categoria C4 (Norma UNI EN 13021-2):

E_m > 10Lux , U_0 > 0.40

Valori ottenuti nella simulazione considerando i corpi illuminante scelti:

E_m > 14Lux , U_0 > 0.40 **(Verifica positiva).**

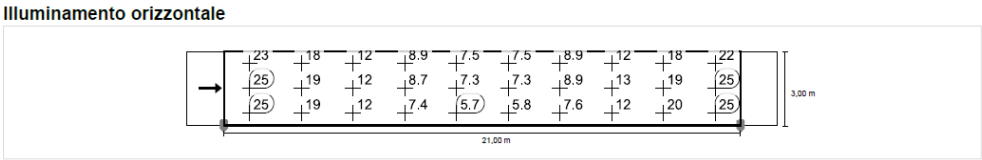


Fig. 11 – Valori di illuminamento per il passaggio pedonale.

- **Parcheggio Bezzi:**

Valori richiesti per la categoria P2 (Norma UNI EN 13021-2):

E_m > 10Lux , E_{min} > 2

Valori ottenuti nella simulazione considerando i corpi illuminante scelti:

E_m > 11Lux , E_{min} > 4 **(Verifica positiva).**

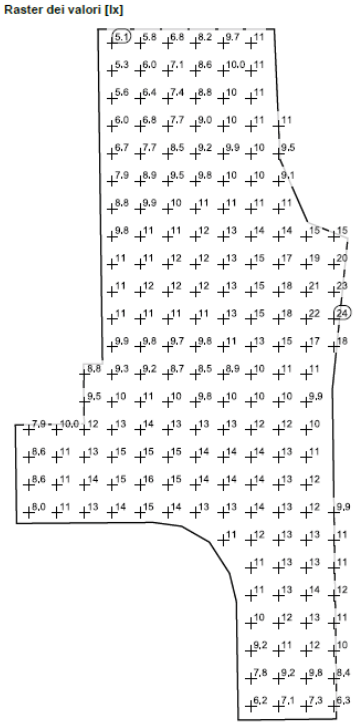


Fig. 12 – Valori di illuminamento per il parcheggio Bezzi.

- **Parcheggio Prati:**

Valori richiesti per la categoria P2 (Norma UNI EN 13021-2):

E_m > 10Lux , E_{min} > 2

Valori ottenuti nella simulazione considerando i corpi illuminante scelti:

E_m > 11Lux , E_{min} > 5 **(Verifica positiva).**

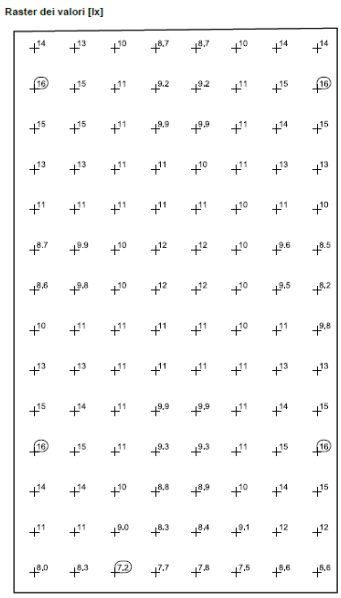


Fig. 13 – Valori di illuminamento per il parcheggio Prati.

I corpi illuminanti utilizzati come espressamente richiesto dall'Amministrazione Comunale saranno a tecnologia LED per la quale oltre ad avere una buona resa cromatica della luce si avrà anche un risparmio energetico grazie al loro elevato rendimento luminoso; inoltre ogni apparecchio verrà dotato di sistema intero autonomo di riduzione del flusso luminoso notturno (riduzione del 50% del flusso luminoso emesso tra le 22:00 e le 6:00) in modo tale da aumentare ancora il rendimento globale del sistema.

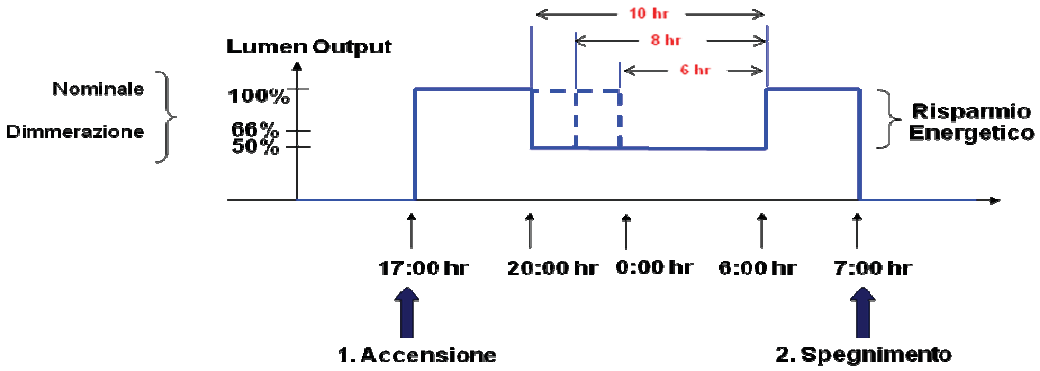


Fig. 14 – Criterio di regolazione del flusso luminoso durante la notte.

VARIANTI ED OTTIMIZZAZIONI

Al fine di rispettare quanto richiesto dalla normativa in fatto di uniformità di luminanza/illuminamento sono strati aggiunti i seguenti punti luce:

n°1 nella prima diramazione di via Bezzi

n°1 nel passaggio pedonale tra via Bezzi e via Pra ti

n°4 nel parcheggio Bezzi (attualmente ne era total mente sprovvisto)

n°2 nel parcheggio Prati

Sono poi stati considerati alcuni aggiustamenti nella posizione di alcuni altri punti luce esistenti.

CONSUMI ELETTRICI ANNUI

Si riporta il calcolo del consumo elettrico annuo degli impianti vecchio e nuovo basandosi sulla tariffa attuale ricavata dal sito AU:

Componenti del costo (Euro/anno) della fornitura al variare del consumo

Forniture in bassa tensione per illuminazione pubblica – Potenza impegnata di 10 kW

AU Acquirente Unico

Prezzi in vigore dal : 1° Aprile 2019

Importi calcolati dall' Acquirente Unico in base alle delibere ARERA :; Del 359/2018/R/com; Del 364/2018/R/EEL Del 475/2018/R/com; Del 478/2018/R/EEL ; Del 711/2018/R/com; Del 708/2018/R/EEL; Del 109/2019/R/eel ; Del 107/2019/R/com relative al periodo Aprile-Giugno 2019

kWh/anno	Euro/anno																
Consumo annuo di energia	Generazione					Commercializzazione	Trasporto (trasmissione, distribuzione, misura)				Oneri generali di sistema			Totale spesa ante imposte	Imposte			Totale bolletta
	Prezzo energia PE	Dispacciamento PD	*Totale PED*	Perequazione esercenti PPE	*Totale*	PCV e DISPbt	Rete	Perequazione territoriale UC3	Qualità del servizio UC6	*Totale*	Componenti Asos e Arim	Altre UC e MTC	*Totale*		Accise	IVA	*Totale*	
10.000	531,90	127,30	659,20	- 7,10	*652,10*	32,45	200,70	7,20	0,40	*208,30*	724,64	-	*724,64*	**1.617,49**	125,00	383,35	*508,35*	**2.125,84**
20.000	1.063,80	254,60	1.318,40	- 14,20	*1.304,20*	65,05	401,40	14,40	0,80	*416,60*	1.449,28	-	*1.449,28*	**3.235,13**	250,00	766,73	*1.016,73*	**4.251,85**
30.000	1.595,70	381,90	1.977,60	- 21,30	*1.956,30*	97,65	602,10	21,60	1,20	*624,90*	2.173,92	-	*2.173,92*	**4.852,77**	375,00	1.150,11	*1.525,11*	**6.377,88**
40.000	2.127,60	509,20	2.636,80	- 28,40	*2.608,40*	130,25	802,80	28,80	1,60	*833,20*	2.898,56	-	*2.898,56*	**6.470,41**	500,00	1.533,49	*2.033,49*	**8.503,90**
50.000	2.659,50	636,50	3.296,00	- 35,50	*3.260,50*	162,85	1.003,50	36,00	2,00	*1.041,50*	3.623,20	-	*3.623,20*	**8.088,05**	625,00	1.916,87	*2.541,87*	**10.629,92**
60.000	3.191,40	763,80	3.955,20	- 42,60	*3.912,60*	195,45	1.204,20	43,20	2,40	*1.249,80*	4.347,84	-	*4.347,84*	**9.705,69**	750,00	2.300,25	*3.050,25*	**12.755,94**
70.000	3.723,30	891,10	4.614,40	- 49,70	*4.564,70*	228,05	1.404,90	50,40	2,80	*1.458,10*	5.072,48	-	*5.072,48*	**11.323,33**	875,00	2.683,63	*3.558,63*	**14.881,96**
80.000	4.255,20	1.018,40	5.273,60	- 56,80	*5.216,80*	260,65	1.605,60	57,60	3,20	*1.666,40*	5.797,12	-	*5.797,12*	**12.940,97**	1.000,00	3.067,01	*4.067,01*	**17.007,98**
90.000	4.787,10	1.145,70	5.932,80	- 63,90	*5.868,90*	293,25	1.806,30	64,80	3,60	*1.874,70*	6.521,76	-	*6.521,76*	**14.558,61**	1.125,00	3.450,39	*4.575,39*	**19.134,00**
100.000	5.319,00	1.273,00	6.592,00	- 71,00	*6.521,00*	325,85	2.007,00	72,00	4,00	*2.083,00*	7.246,40	-	*7.246,40*	**16.176,25**	1.250,00	3.833,77	*5.083,77*	**21.260,02**
110.000	5.850,90	1.400,30	7.251,20	- 78,10	*7.173,10*	358,45	2.207,70	79,20	4,40	*2.291,30*	7.971,04	-	*7.971,04*	**17.793,89**	1.375,00	4.217,16	*5.592,16*	**23.386,04**
116.667	6.205,50	1.485,17	7.690,67	- 82,83	*7.607,83*	380,18	2.341,50	84,00	4,67	*2.430,17*	8.454,13	-	*8.454,13*	**18.872,31**	1.458,33	4.472,74	*5.931,08*	**24.803,39**
126.667	6.737,40	1.612,47	8.349,87	- 89,93	*8.259,93*	412,78	2.542,20	91,20	5,07	*2.638,47*	9.178,77	-	*9.178,77*	**20.489,95**	1.583,33	4.856,12	*6.439,46*	**26.929,41**
136.667	7.269,30	1.739,77	9.009,07	- 97,03	*8.912,03*	445,38	2.742,90	98,40	5,47	*2.846,77*	9.903,41	-	*9.903,41*	**22.107,59**	1.708,33	5.239,50	*6.947,84*	**29.055,43**
150.000	7.978,50	1.909,50	9.888,00	- 106,50	*9.781,50*	488,85	3.010,50	108,00	6,00	*3.124,50*	10.869,60	-	*10.869,60*	**24.264,45**	1.875,00	5.750,68	*7.625,68*	**31.890,13**
160.000	8.510,40	2.036,80	10.547,20	- 113,60	*10.433,60*	521,45	3.211,20	115,20	6,40	*3.332,80*	11.594,24	-	*11.594,24*	**25.882,09**	2.000,00	6.134,06	*8.134,06*	**34.016,15**
170.000	9.042,30	2.164,10	11.206,40	- 120,70	*11.085,70*	554,05	3.411,90	122,40	6,80	*3.541,10*	12.318,88	-	*12.318,88*	**27.499,73**	2.125,00	6.517,44	*8.642,44*	**36.142,17**
270.857	14.406,89	3.448,01	17.854,90	- 192,31	*17.662,59*	882,84	5.436,10	195,02	10,83	*5.641,95*	19.627,39	-	*19.627,39*	**43.814,78**	3.385,71	10.384,11	*13.769,82*	**57.584,61**
371.714	19.771,48	4.731,92	24.503,41	- 263,92	*24.239,49*	1.211,64	7.460,31	267,63	14,87	*7.742,81*	26.935,90	-	*26.935,90*	**60.129,84**	4.646,43	14.250,78	*18.897,21*	**79.027,04**
472.571	25.136,07	6.015,83	31.151,91	- 335,53	*30.816,38*	1.540,43	9.484,51	340,25	18,90	*9.843,66*	34.244,42	-	*34.244,42*	**76.444,89**	5.907,14	18.117,45	*24.024,59*	**100.469,48**
573.429	30.500,67	7.299,75	37.800,41	- 407,13	*37.393,28*	1.869,22	11.508,71	412,87	22,94	*11.944,52*	41.552,93	-	*41.552,93*	**92.759,95**	7.167,86	21.984,12	*29.151,97*	**121.911,92**
674.286	35.865,26	8.583,66	44.448,91	- 478,74	*43.970,17*	2.198,02	13.532,91	485,49	26,97	*14.045,37*	48.861,44	-	*48.861,44*	**109.075,00**	8.428,57	25.850,79	*34.279,36*	**143.354,36**
775.143	41.229,85	9.867,57	51.097,42	- 550,35	*50.547,07*	2.526,81	15.557,12	558,10	31,01	*16.146,23*	56.169,95	-	*56.169,95*	**125.390,06**	9.689,29	29.717,46	*39.406,74*	**164.796,80**
876.000	46.594,44	11.151,48	57.745,92	- 621,96	*57.123,96*	2.855,61	17.581,32	630,72	35,04	*18.247,08*	63.478,46	-	*63.478,46*	**141.705,11**	10.950,00	33.584,12	*44.534,12*	**186.239,24**

04/06/2019 4

Tab. 1 – Componenti di costo dell' illuminazione pubblica (Aprile-Giugno 2019).

<u>Calcolo per impianto attuale:</u>

Consistenza: n°(8+5)=13 apparecchi vapori di mercur io da 125+15=140W + n°(1+2)=3 apparecchi SAP da 100+18=118W

Funzionamento annuo reale: 4281ore.

Potenza nominale: (13x0,140)+(3x0,118)=2,17kW

Energia consumata annua: 2,17x4281=9307kWh/anno

Prezzo di riferimento per illuminazione pubblica (aprile-giugno 2019): 0,213€/kWh

Costo di esercizio: 9290x0,213=1978,77€/anno (I.V.A. esclusa).

Calcolo per impianto futuro:

Consistenza: n°5 app. da 19W + n°5 app. da 27,5W + n°13 app. da 36.5W

Funzionamento annuo teorico: 4281ore.

Funzionamento annuo reale (ore parametriche): 2868ore.

Potenza nominale: (5x0,0190)+(5x0,0275)+(13x0,0365)=0,707kW

Energia cons. annua: 0,707x2868=2028kWh/anno

Prezzo di riferimento per illuminazione pubblica (aprile-giugno 2019): 0,213€/kWh

Costo di esercizio: 2028x0,213=431,96€/anno (I.V.A. esclusa).

Confronto:

Risparmio annuo: 1978,77-431,96=1546,81€

Variazione consumo annuo: (1546,81)/1978,77x100=78,17%

Le ore parametriche sono le ore virtuali nel quale l'impianto lavora al massimo regime dato che dalle 22:00 alle 6:00 l'impianto verrà fatto lavorare al 50% della sua potenza nominale.

VERIFICA LEGGE PROVINCIALE SUL RISPARMIO ENERGETICO E SULL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Come richiesto dalla legge provinciale n. 16 del 2007 è stato verificato se l'impianto di cui al presente progetto rispetta i requisiti imposti dalla legge stessa, in particolare dato che sono stati scelti corpi illuminanti di Classe "A" con emissione di flusso luminoso verso l'alto nullo (in gergo "Full cut off") la verifica è stata condotta come indicato al punto A.2 della legge tramite l'inserimento dei dati nell'Allegato "A" (soluzione conforme) nel quale si dimostra che l'efficienza dell'impianto "η" espressa in kWh/anno•m^2•100lux risulti essere inferiore a 15:

1	**MODELLO A**													
2–6	Descrizione	**Descrizione Intervento:**		VIA BEZZI e VIA PRATI										
		Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		BASSO										
		Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00										
		Superficie efficace (mq):		2 099										
8	Norme	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:								UNI EN 11248 e 13201-2				
9						Valori Numerici				Indici qualitativi				
10	Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
11		VIA BEZZI	M4	1 196,0	0,75	10,0				0,40	0,6	15%		
12		VIA PRATI	M4	903,0	0,75	10,0				0,40	0,6	15%		
14	Valori di Progetto — Parametri di progetto	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
15		VIA BEZZI	M4	1 196,0	0,80	11,0				0,45	0,6	14%		
16		VIA PRATI	M4	903,0	0,77	12,0				0,52	0,6	12%		
17				-										
18–20	Eventuale spigazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento													
22	Valori di Verifica — Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
23		VIA BEZZI	M4	1 196,0	0,80	11,00				0,45	0,6	14,0%		
24		VIA PRATI	M4	903,0	0,77	12,0				0,52	0,6	12%		
25				-										
26	**VERIFICA Illuminotecnica**	**Descrizione**	**Categoria**	**Em x S**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
27		VIA BEZZI	M4	13 156	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
28		VIA PRATI	M4	10 836	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
29				-	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
30	Impianto	Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:									0,8			
32	Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	**Descrizione**		**Lampada**	**Flusso**	**Watt**	**IP**	**h/anno**	**Nr.**	**FM**	**kW**	**kWh/anno**		
33		CARIBONI 36,5W		LED	4595	37	67	4 281	13		0,47	2 031,33		
34–37											-	-		
38	**Totali**				**59 735,00**			**55 653,00**	**13**		**0,47**	**2 031,33**		
39		**Regolatore**		**SI**	**66,98%**			**0,50**	**1,00**					
40	Indici Verifica — **VERIFICA L.P. 16/2007**	**Emh (piano efficace)**		**11,43**										
42		**Zona Protetta**		**NO**										**Verificata**
44					**Kill(limite)**			**3,0**						
45		**η(100lx,r)**	**5,7**	**0,65**	**η(limite)**			**15,0**						

Tab. 2 – Tabella di verifica dell'impianto secondo la legge 16/2007 per soluzione conforme per via Bezzi e via Prati.

1	**MODELLO A**													
2–6	Descrizione	**Descrizione Intervento:**		PARCHEGGIO VIA BEZZI, PARCHEGGIO VIA PRATI e PASSAGGIO PEDONALE										
		Inquinamento Ambientale (basso, medio, alto):		BASSO										
		Intervallo di manutenzione prevista (anni):		2,00										
		Superficie efficace (mq):		1 254										
8	Norme	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti; indicare norma seguita:								UNI EN 11248 e 13201-2				
9						Valori Numerici				Indici qualitativi				
10	Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
11		PARCH. VIA BEZZI	C4	509,0		10,0				0,40				
12		PARCH. VIA PRATI	C4	595,0		10,0				0,40				
13		PASSAGGIO	C4	150,0						0,40				
14	Valori di Progetto — Parametri di progetto	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
15		PARCH. VIA BEZZI	C4	509,0		11,4				0,43				
16		PARCH. VIA PRATI	C4	595,0		11,2				0,47				
17		PASSAGGIO	C4	150,0		14,1				0,40				
18–20	Eventuale spigazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento													
22	Valori di Verifica — Parametri di verifica maggiori e max +15% dei valori di progetto	**Descrizione**	**Categoria**	**Superficie**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
23		PARCH. VIA BEZZI	C4	509,0		11,40				0,43				
24		PARCH. VIA PRATI	C4	595,0		11,2				0,47				
25		PASSAGGIO	C4	150,0		14,10				0,40				
26	**VERIFICA Illuminotecnica**	**Descrizione**	**Categoria**	**Em x S**	**Lm**	**Em**	**Emin**	**Esc,min**	**Ev,min**	**U0**	**Ul**	**TI**	**SR**	
27		PARCH. VIA BEZZI	C4	5 803	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
28		PARCH. VIA PRATI	C4	6 664	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
29		PASSAGGIO	C4	2 115	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
30	Impianto	Fattore di manutenzione; indicare la norma seguita:									0,8			
32	Parametri di riferimento in base all'utilizzo di vari sistemi di illuminazione	**Descrizione**		**Lampada**	**Flusso**	**Watt**	**IP**	**h/anno**	**Nr.**	**FM**	**kW**	**kWh/anno**		
33		CARIBONI 19W		LED	2565	19	67	4 281	5		0,10	406,70		
34		CARIBONI 27,5W		LED	3635	28	67	4 281	5		0,14	588,64		
35–37											-	-		
38	**Totali**				**31 000,00**			**42 810,00**	**10**		**0,23**	**995,33**		
39		**Regolatore**		**SI**	**66,98%**			**0,50**	**1,00**					
40	Indici Verifica — **VERIFICA L.P. 16/2007**	**Emh (piano efficace)**		**11,63**										
42		**Zona Protetta**		**NO**										**Verificata**
44					**Kill(limite)**			**3,0**						
45		**η(100lx,r)**	**4,6**	**0,53**	**η(limite)**			**15,0**						

Tab. 3 – Tabella di verifica dell'impianto secondo la legge 16/2007 per soluzione conforme per parcheggio via Bezzi, parcheggio via Prati e passaggio pedonale.

VERIFICA DEL RISPETTO DEI CRITERI MINIMI AMBIENTALI (C.A.M.)

Il decreto 27.0.2017 ha introdotto dei parametri abbinati agli apparecchi ed all'impianto che devono essere soddisfatti.

Tali indici vengono espressi con due acronimi:

IPEA*: indice di prestazione energetica dell'apparecchio;

IPEI*: indice di prestazione energetica dell'impianto.

Indice IPEA*:

I valori sono riportati nella seguente tabella:

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	$IPEA < 0{,}40$

Tab. 4 – Intervalli di classificazione dell'indice IPEA*.

All'art. 4238 del suddetto decreto viene indicato che gli apparecchi utilizzati fino all'anno 2019 compreso dovranno avere un indice IPEA* maggiore o uguale a quello della classe C; nel nostro caso, come evidenziato nella scheda tecnica che segue, gli apparecchi sono conformi a tale indice. **(Verifica positiva)**:

Cariboni group

Cariboni Group SpA
Sede legale
Via G. A. Prato, 22
38060 Rovereto (TN)
Tel. +39.0464.422247
Fax +39.0464.430393

Ufficio commerciale e deposito
Via della Tecnica, 19
23875 Osnago (Lc)
Italy
Tel. +39.039. 9521.1
Fax +39.039. 587812
e-mail: info@caribonigroup.com

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' AI CRITERI MINIMI AMBIENTALI CAM – 2017 18-10-2017 Supplemento ordinario n. 333 alla GAZZETTA UFFICIALE Serie generale - n. 244		
PER L'ACQUISIZIONE DI SORGENTI LUMINOSE, APPARECCHI E AFFIDAMENTO DI PROGETTAZIONE DI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA		
CLAUSOLA	RICHIESTA	VERIFICA
MODELLO	KAI	
4	CRITERI AMBIENTALI MINIMI PER SORGENTI, APPARECCHI E IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	
4.1.3	SORGENTI LUMINOSE - SPECIFICHE TECNICHE - CRITERI BASE	
4.1.3.6	Efficienza luminosa del modulo LED senza sistema ottico	CONFORME
4.1.3.6	Posizionamento cromatico dei LED	CONFORME
4.1.3.7	Fattore di mantenimento del flusso luminoso del modulo LED	CONFORME
4.1.3.7	Tasso di guasto del modulo LED	CONFORME
4.1.3.8	Rendimento degli alimentatori	CONFORME
4.1.3.12	Informazioni sugli alimentatori	CONFORME
4.1.3.13	Istruzioni per installazione e uso corretti di modulo e alimentatore	CONFORME
4.1.3.13	Istruzioni di manutenzione di modulo e alimentatore	CONFORME

10/01/2019

Cariboni group SpA

Cariboni group

Cariboni Group SpA
Sede legale
Via G. A. Prato, 22
38060 Rovereto (TN)
Tel. +39.0464.422247
Fax +39.0464.430393

Ufficio commerciale e deposito
Via della Tecnica, 19
23875 Osnago (Lc)
Italy
Tel. +39.039. 9521.1
Fax +39.039. 587812
e-mail: info@cariboni

4.1.3.13	Istruzioni per il corretto smaltimento di modulo e alimentatore	CONFORME
4.1.3.14	Garanzia	CONFORME
4.1.5	SORGENTI LUMINOSE - CLAUSOLE CONTRATTUALI - CRITERI BASE	
4.1.5.1	Dichiarazione di conformità CE	CONFORME
4.1.5.2	Raccolta, trasporto, trattamento, recupero e smaltimento delle sorgenti classificate come RAEE professionali	CONFORME
4.2.3	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE - SPECIFICHE TECNICHE - CRITERI BASE	
4.2.3.1	Classificazione Apparecchio	CONFORME
4.2.3.2	Dichiarazione di conformità UE	CONFORME
4.2.3. 2/3/4/5/6/7	IP Vano ottico	CONFORME
4.2.3. 2/3/4/5/6/7	IP Vano cablaggi	CONFORME
4.2.3. 2/3/4/5/6/7	Categoria di Intensità luminosa	CONFORME
4.2.3. 2/3/4/5/6/7	Resistenza agli urti (vano ottico)	CONFORME
4.2.3. 2/3/4/5/6/7	Resistenza alle sovratensioni	CONFORME

10/01/2019

Cariboni group SpA

Cariboni group

Cariboni Group SpA
Sede legale
Via G. A. Prato, 22
38060 Rovereto (TN)
Tel. +39.0464.422247
Fax +39.0464.430393

Ufficio commerciale e
Via della Tecnica, 19
23875 Osnago (Lc)
Italy
Tel. +39.039. 9521.1
Fax +39.039. 587812
e-mail: info@cariboniglobal.com

4.2.3.8	Prestazione energetica degli apparecchi (IPEA*)	CONFORME
4.2.3.9	Flusso luminoso emesso direttamente verso l'emisfero superiore	CONFORME
4.2.3.10	Fattore di mantenimento del flusso luminoso del modulo LED	CONFORME
4.2.3.10	Tasso di guasto del modulo LED	CONFORME
4.2.3.11	Regolazione del flusso - Classe di Regolazione	CONFORME
4.2.3.13	Informazioni/istruzioni relative agli apparecchi d'illuminazione	CONFORME
4.2.3.15	Conformità alle richieste e normative per i trattamenti superficiali	CONFORME
4.2.3.15	Resistenza della verniciatura a nebbia salina, corrosione, luce UV e umidità	CONFORME
4.2.3.16	Garanzia	CONFORME
4.2.5	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE - CLAUSOLE CONTRATTUALI - CRITERI BASE	
4.2.5.4	Formazione del personale dell'Amministrazione	CONFORME

10/01/2019

Cariboni group SpA

Figg. 15, 16 e 17 – Scheda tecnica apparecchi utilizzati ed evidenziazione della conformità dell'indice IPEA.*

Indice IPEI*:

I valori sono riportati nella seguente tabella:

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

Tab. 5 – Intervalli di classificazione dell'indice IPEI*.

All'art. 4333 del suddetto decreto viene indicato che l'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice IPEI* maggiore o uguale a quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso.

Nel nostro caso dato che sono state adottate due tipologie di classificazione le verifiche sono due:

VIA BEZZI:

Potenza installata: 292W; Illuminamento di progetto: 11,0 Lux, Superficie illuminata: 1193mq.

Densità di potenza di progetto:

$$D_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_n}{E_i \cdot A_i} = \frac{292}{11{,}0 \cdot 1196} = 0{,}0222$$

Densità di potenza di riferimento:

Lo si trova nella seguente tabella in base alla classificazione della strada:

Illuminazione stradale Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Tab. 6 – Densità di potenza di riferimento $D_{P,R}$.

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{P,R}} = \frac{0{,}0222}{0{,}0420} = 0{,}529$$ **(Verifica positiva).**

PARCHEGGIO VIA BEZZI:

Potenza installata: 84,5W; Illuminamento di progetto: 11,4 Lux, Superficie illuminata: 509mq.

Densità di potenza di progetto:

$$D_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_n}{E_i \cdot A_i} = \frac{84{,}5}{11{,}4 \cdot 509} = 0{,}0146$$

Densità di potenza di riferimento:

Lo si trova nella seguente tabella in base alla classificazione della strada:

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Tab. 7 – Densità di potenza di riferimento $D_{P,R}$.

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{P,R}} = \frac{0{,}0146}{0{,}0390} = 0{,}374$$ **(Verifica positiva).**

PASSAGGIO PEDONALE:

Potenza installata: 38,0W; Illuminamento di progetto: 14,10 Lux, Superficie illuminata: 150mq.

Densità di potenza di progetto:

$$D_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_n}{E_i \cdot A_i} = \frac{38{,}0}{14{,}1 \cdot 150} = 0{,}0180$$

Densità di potenza di riferimento:

Lo si trova nella seguente tabella in base alla classificazione della strada:

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Tab. 8 – Densità di potenza di riferimento $D_{P,R}$.

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{P,R}} = \frac{0{,}0180}{0{,}0390} = 0{,}461$$ **(Verifica positiva).**

VIA PRATI:

Potenza installata: 183W; Illuminamento di progetto: 12,0 Lux, Superficie illuminata: 903mq.

Densità di potenza di progetto:

$$D_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_n}{E_i \cdot A_i} = \frac{183}{12{,}0 \cdot 903} = 0{,}0169$$

Densità di potenza di riferimento:

Lo si trova nella seguente tabella in base alla classificazione della strada:

Illuminazione stradale Categoria illuminotecnica M	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
M1	0,035
M2	0,037
M3	0,040
M4	0,042
M5	0,043
M6	0,044

Tab. 9 – Densità di potenza di riferimento $D_{P,R}$.

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{P,R}} = \frac{0{,}0169}{0{,}0420} = 0{,}402$$ **(Verifica positiva).**

<u>PARCHEGGIO VIA PRATI:</u>

Potenza installata: 110W; Illuminamento di progetto: 11,2 Lux, Superficie illuminata: 595mq.

Densità di potenza di progetto:

$$D_P = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_n}{E_i \cdot A_i} = \frac{110}{11{,}2 \cdot 595} = 0{,}0165$$

Densità di potenza di riferimento:

Lo si trova nella seguente tabella in base alla classificazione della strada:

Illuminazione di grandi aree, incroci o rotatorie, parcheggi Categoria illuminotecnica C (o P)	
Categoria illuminotecnica (secondo UNI 13201-2)	Densità di Potenza di riferimento [W/lux/m²]
C0	0,030
C1	0,032
C2	0,034
C3 (P1)	0,037
C4 (P2)	0,039
C5 (P3)	0,041
(P4)	0,043
(P5)	0,045
(P6)	0,047
(P7)	0,049

Tab. 10 – Densità di potenza di riferimento $D_{P,R}$.

$$IPEI = \frac{D_p}{D_{P,R}} = \frac{0{,}0165}{0{,}0390} = 0{,}423$$ **(Verifica positiva).**

VERIFICA STATICA CORPI ILLUMINANTI ALLA SPINTA DEL VENTO

I corpi illuminanti saranno montati sui appositi pali metallici inseriti in opportuni plinti interrati già esistenti con pozzetto di derivazione integrato.

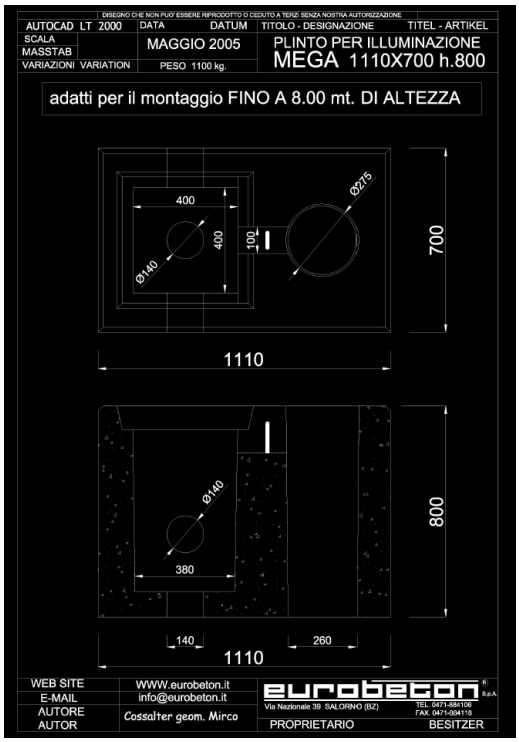


Fig. 18 – Particolare plinto di fondazione.

Si riporta qui di seguito la verifica statica del sistema Plinto – Palo - Corpo illuminante all'azione del vento; per tale verifica si seguono le indicazioni riportate nel D.M. 14.01.2008 (Punto 3.3. - Azioni del vento) e nella relativa circolare esplicativa n° 617 del 2009.

Dato che l'altitudine del luogo di installazione è minore di 1000m s/l/m, la velocità di riferimento del vento v_b (valore caratteristico della velocità del vento a 10m di altezza) corrisponde ai a v_{b0} che per la regione Trentino Alto Adige (Zona 1) è pari a 25 m/s.

La pressione del vento espressa in N/m^2 è data dal seguente prodotto:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

Si calcolano di seguito i vari fattori:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^{\ 2}$$

dove:

q_b è la pressione cinetica del vento;

ρ è la densità convenzionale dell'aria assunta pari a 1,25 kg/m^3;

v_b è la velocità di riferimento del vento che è stata calcolata sopra e vale 25m/s.

Quindi:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1{,}25 \cdot 25^2 = 390{,}6 \frac{N}{m^2}$$

$$c_e = k_r^{\ 2} \cdot c_t \cdot \ln(z / z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z / z_0)] \text{ per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e = c_e(z_{\min}) \text{ per } z < z_{\min}$$

dove:

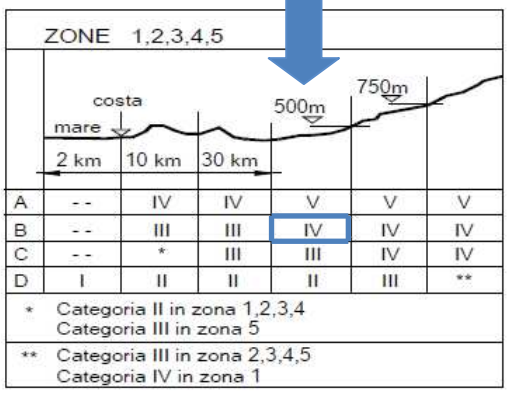
c_e è il coefficiente di esposizione

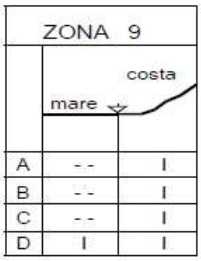
z è l'altezza dal suolo del punto considerato che nel nostro caso vale 7m

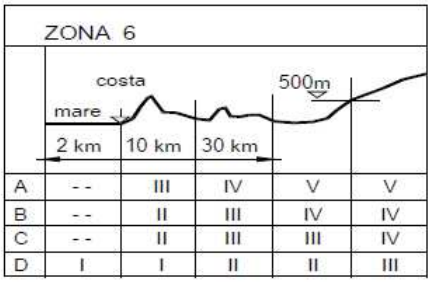
c_t é il coefficiente di topografia che è assunto pari ad 1

$k_r, z_0, z_{\min}$ sono ricavati dall'analisi delle seguenti tabelle:

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,....); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)
L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.	







Categoria di esposizione del sito	k_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tab. 11 – Zone e categorie di esposizione.

Quindi nel nostro caso si ricade nella categoria di esposizione del sito IV dove:

$k_r = 0{,}22$

$z_0 = 0{,}30$

$z_{min} = 7$

da cui:

$$c_e = 0{,}22^2 \cdot 1 \cdot \ln(7/0{,}30) \cdot [7 + 1 \cdot \ln(7/0{,}30)] = 1{,}55$$

c_p è il coefficiente di forma (o aerodinamico) che è valutato secondo quanto riportato nella circolare esplicativa n°617 al punto C.3.3.10.6 ch e riguarda i corpi cilindrici:

$$c_p = \begin{cases} 1,2 & \text{per} \quad d\sqrt{q} \le 2,2 \\ (1,783 - 0,263 d\sqrt{q}) & \text{per} \quad 2,2 < d\sqrt{q} < 4,2 \\ 0,7 & \text{per} \quad 4,2 \le d\sqrt{q} \end{cases}$$

dove:

d è il diametro medio del sostegno

$$d = \frac{(d_{\max} + d_{\min})}{2} = \frac{(0{,}138 + 0{,}060)}{2} = 0{,}0990m$$

$$q = q_b \cdot c_e = 391 \cdot 1{,}55 = 606 N/m^2$$

$$d \cdot \sqrt{q} = 0{,}0990 \cdot \sqrt{606} = 2{,}44$$

quindi:

$$c_p = 1{,}783 - 0{,}263 \cdot d \cdot \sqrt{q} = 1{,}783 - 0{,}263 \cdot 2{,}44 = 1{,}14$$

c_d é il coefficiente dinamico che è assunto pari ad 1

quindi in definitiva:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 391 \cdot 1{,}55 \cdot 1{,}14 \cdot 1 = 691 N/m^2$$

E' ora possibile calcolare i momenti che sollecitano e stabilizzano il sistema:
Sforzo sul palo (diametro medio 0,0990m ed altezza 7m):

$$F_{palo} = p \cdot s_p = 691 \cdot (0{,}0990 \cdot 7) = 479N$$

Sforzo sul corpo illuminante (superficie esposta al vento 0,0360m^2):

$$F_{c.ill.} = p \cdot s_{c.ill.} = 691 \cdot (0{,}0360) = 24{,}9N$$

Momento ribaltante sul palo (braccio pari a metà altezza del palo + profondità di posa):

$$M_{palo} = F_{palo} \cdot l_{palo} = 479 \cdot (3{,}5 + 0{,}8) = 2060Nm$$

Momento ribaltante sul corpo illuminante (braccio pari all'altezza del palo + profondità di posa):

$$M_{c.ill.} = F_{c.ill.} \cdot l_{c.ill} = 24{,}9 \cdot (7 + 0{,}8) = 193Nm$$

Momento stabilizzante sul plinto (peso pari a 1100kg - 10791N) e braccio pari a metà larghezza minima del plinto):

$$M_{pl\,int\,o} = F_{pl\,int\,o} \cdot l_{pl\,int\,o} = 10791 \cdot 0{,}350 = 3776Nm$$

Verifica al ribaltamento:

$$M_{pl\,int\,o} > (M_{palo} + M_{c.ill})$$

$3776 > (2060 + 193) = 2253Nm$ (Verifica positiva, c.s. del 67% circa).

Per aumentare la sicurezza tale verifica è stata condotta senza tener conto del contributo stabilizzante dovuto al peso del sostegno metallico, a quello del chiusino in ghisa, a quello del corpo illuminante e al rinfianco terreno il quale però potrebbe venir meno in caso di lavori di scavo in adiacenza del plinto stesso.

SOSTEGNI

I sostegni saranno realizzati in lamiera di acciaio laminata e zincata, alla base, in corrispondenza del passaggio dalla parte interrata a quella in vista sarà applicato idoneo manicotto in guaina termo-restringente al fine di preservare nel tempo la struttura dalla corrosione.

Fig. 19 – Particolare guaina termo-restringente alla base del palo.

IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico di alimentazione è esistente e quindi gli attuali impianti verranno ad esso collegati.

IMPIANTO DI TERRA

Visto che i proiettori considerati nella seguente progettazione sono certificati in "Classe II" non si rende necessario realizzare alcun impianto disperdente di terra.

Rovereto, Settembre 2019

IL TECNICO:

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI TRENTO
dott. ing. GUIDO BORSI
ISCRIZIONE ALBO N° 2366