

ALLEGATO 2 - CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO

Il Controllo del flusso luminoso diretto costituisce di fatto lo strumento imposto dalla normativa regionale per definire le più corrette modalità di illuminazione, in modo che gli impianti di illuminazione possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico (l.r. 17/00, articolo 6, comma 2 e d.g.r. 7/6162, articolo 5 *Criteri comuni*).

L'**Intensità luminosa** (I) esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente (flusso luminoso) in una determinata direzione (angolo γ). Essendo una grandezza di tipo vettoriale, la sua espressione richiede che, oltre all'indicazione della quantità di luce, sia specificata la direzione ad essa associata. Per permettere i necessari confronti, viene "normalizzata" per 1000 lumen. L'unità di misura è la candela (cd).

Il **Flusso luminoso** (Φ) è la grandezza che definisce la quantità di luce emessa da una sorgente luminosa o, come accade nel contesto dell'illuminazione, da un apparecchio nell'unità di tempo. L'unità di misura è il lumen (lm).

Prevedere che i nuovi impianti debbano prevedere apparecchi che, una volta installati, emettano al massimo tra 0 e 0,49 cd di intensità luminosa ogni 1000 lumen emessi (l'indicazione di tali valori, rientra nel range dell'errore strumentale della misurazione del valore zero), per un angolazione pari o maggiore a 90° (ossia oltre la linea di orizzonte) significa ammettere un flusso luminoso ridotto al di sopra della linea di orizzonte. In questa logica è da sottolineare l'importanza di una corretta installazione.

L'**angolo γ** è quello misurato rispetto alla verticale passante per il centro dell'apparecchio. L'angolo γ con ampiezza 0° corrisponde alla direzione del nadir, ossia sotto l'apparecchio, con ampiezza di 90° corrisponde alla direzione dell'orizzonte e quando uguale a 180° la direzione corrisponde a quella dello zenit, ossia sopra l'apparecchio.

L'**angolo C** è l'angolo che i piani passanti per il centro dell'apparecchio e verticali formano con la direzione longitudinale alla strada.

La legge regionale 27 marzo 2000 n. 17 e s.m.i. lascia libertà di scelta rispetto alla tipologia degli apparecchi, fornendo solo alcune indicazioni fortemente auspiccate ma non obbligatorie nel caso in cui esista la piena conformità alla legge.

Di seguito si riportano le indicazioni più evidenti (cfr. d.g.r. n. VII/6162 del 20 settembre 2001, art. 5 "Criteri comuni"):

- lettera a) "... a tale fine, in genere, le lampade e gli eventuali elementi di protezione trasparenti devono essere incassate nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso";

- lettera c) "elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà".

Per quanto riguarda gli apparecchi illuminanti, a parità di conformità, sono comunque da preferire apparecchi a vetro piano orizzontale, in quanto:

- non inquinano e non abbagliano;
- si sporcano meno e possono essere comunque puliti con facilità;
- hanno una minore perdita di efficienza nel tempo;
- non ingialliscono;
- sono più resistenti anche ad eventi accidentali;
- costano meno;
- non hanno elementi mobili nell'armatura a rischio di cadute;
- hanno una efficacia illuminante molto superiore.

Conformità degli apparecchi illuminanti alla l.r 17/00 e s.m.i.

La d.g.r. 7/6162, all'art. 2 "Le case costruttrici, importatrici, fornitrici" così recita:

"provvedono a corredare la documentazione tecnica dei seguenti documenti:

a) il certificato di conformità alla l.r. 17/00, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio della Regione Lombardia;

b) la misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare:

- la temperatura ambiente durante la misurazione;

- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;

- a norma di riferimento utilizzata per la misurazione;

- l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico;

- le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;

- la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;

- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;

- la dichiarazione del responsabile tecnico di laboratorio o di enti certificatori terzi, riconosciuti, circa la veridicità delle misure."

La verifica della conformità degli apparecchi illuminanti si limita alla verifica del valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di 90° ed oltre. Per tale verifica sono INDISPENSABILI le MISURAZIONI FOTOMETRICHE dell'apparecchio, che il produttore è obbligato a fornire ai sensi e nei modi indicati dalla d.g.r. n. VII/6162, Articolo 5. Ai fini della legge, le misurazioni devono essere realizzate preferibilmente da un Ente certificatore terzo e comunque sottoscritte dal responsabile del laboratorio di misura certificato che le ha emesse.

La Tabella 1 riporta i valori fotometrici delle intensità luminose (cd/Klm) di un apparecchio d'illuminazione (Fonte: IMQ, Certificati "Performance").

Metodi di lettura di una tabella fotometrica

Esistono, per questa funzione, due possibilità:

- Inserire un file eulmdat (che solitamente ha un'estensione .ldt) all'interno di un software illuminotecnico e poi visualizzando la tabella fotometrica di ogni angolo GAMMA per ogni piano C.
- Farsi rilasciare direttamente la tabella dei dati fotometrici in formato cartaceo e consultare quindi la tabella fotometrica Gamma/C.

γ	C																											
	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90	
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
10	186	186	187	188	190	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	195	194	194	194	193	193	193	193	193	188
20	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	203	194	195	194	192	190	185	184	182	
30	160	163	168	173	176	181	185	186	190	194	200	204	206	214	214	212	214	211	207	206	196	192	180	184	173	169	173	
35	150	154	160	167	171	176	180	183	187	195	201	209	212	215	215	215	215	211	207	200	196	186	180	178	165	160	167	
40	130	144	152	158	164	170	176	180	178	193	194	204	207	210	210	223	227	227	210	196	185	177	173	169	155	150	158	
45	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	225	230	236	236	219	201	186	174	168	162	150	142	155	
47.5	116	123	134	145	151	159	163	169	178	191	196	201	215	230	230	240	257	257	237	205	186	169	163	157	142	135	145	
50	106	114	127	136	142	140	157	166	176	188	198	210	221	235	235	256	284	284	284	211	182	162	152	147	133	126	136	
52.5	96	104	120	128	135	142	151	162	173	187	200	215	231	240	240	279	309	309	282	217	173	157	146	140	128	120	128	
55	90	99	113	121	126	135	143	155	166	180	197	215	235	245	245	303	334	334	285	223	173	150	142	136	121	114	121	
57.5	82	83	104	114	120	128	133	139	153	165	184	210	241	255	255	325	352	352	282	225	163	142	134	130	112	106	114	
60	76	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	263	340	364	364	284	225	161	138	128	122	104	95	106	
62.5	68	76	86	97	101	107	110	114	128	145	168	199	254	267	267	346	341	341	277	223	161	134	122	105	97	85	97	
65	62	68	80	90	94	99	104	110	121	138	156	190	218	257	257	359	393	393	263	222	159	127	114	100	91	77	90	
67.5	53	63	73	83	87	92	96	102	115	134	152	179	210	247	247	346	350	340	231	227	150	117	106	93	85	71	83	
70	36	47	67	74	78	82	85	91	104	126	150	177	204	241	241	324	343	333	200	215	134	101	87	84	76	65	74	
72.5	10	29	50	59	65	71	74	77	93	115	142	168	190	219	219	312	320	270	164	188	111	80	52	60	51	51	59	
75	5	8	19	29	35	43	47	65	66	97	120	151	160	168	168	279	275	185	51	144	59	33	41	34	22	27	29	
77.5	2	4	6	7	9	11	12	12	20	38	60	82	80	77	110	188	124	44	8	86	17	7	8	8	5	14	7	
80	0	1	3	4	4	5	8	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	4	27	9	3	7	2	1	2	4	
82.5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	13	5	3	1	5	2	1	1	1	1	1	0	
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	
87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
90-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTA

La tabella, in ragione della brevità di questo documento, riassume in un'unica riga gli angoli Gamma da 90° a 180°, anche se questi ultimi devono comunque essere sempre riportati per esteso.

Tabella 1 – Tavola delle intensità luminose per ogni piano C per angolo compresi tra gamma=0° (direzione sotto l'apparecchio) e 90° (direzione orizzonte) sino a 180° (direzione allo zenit dell'apparecchio) (Fonte: IMQ, Certificati "Performance").

Verificando, in corrispondenza della linea evidenziata in rosso nella Tabella 1, che corrisponde all'intensità luminosa emessa dall'apparecchio in direzione dell'orizzonte (gamma = 90° o superiore), su ogni piano C si individua la conformità dell'apparecchio alla l.r. 17/00 e s.m.i.

Se uno solo dei valori della linea con Gamma uguale a 90° (o superiore) è maggiore di 0, nel caso in cui la tabella è espressa in numeri interi, o maggiore di 0.49 cd/klm, nel caso in cui la tabella è espressa con numeri decimali con la virgola, allora l'apparecchio NON è conforme alla l.r. 17/00 e s.m.i.

Per essere certi delle misure fotometriche rilasciateci, è possibile richiedere i dati fotometrici certificati da Enti terzi, come, ad esempio, di quei laboratori che possono apporre sugli apparecchi il marchio "Performance" dell'Istituto Marchio di Qualità Italiano.

Importanza della corretta installazione

Un altro aspetto rilevante riguarda la corretta installazione degli apparecchi illuminanti: anche un apparecchio privo di emissione luminosa al di sopra di angoli di 90° (quindi un apparecchio di per sé conforme alla norma regionale), se installato in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura di laboratorio, può registrare intensità luminosa verso l'alto.

Per effettuare tale verifica, occorre "ruotare" la curva fotometrica, sull'asse del diagramma, per l'angolo di inclinazione in cui l'apparecchio è montato, come mostrato nell'esempio delle Tabelle 2, 3 e 4.

La Tabella 2 riporta i dati fotometrici di un apparecchio che risulta conforme alla normativa regionale in quanto emette 0cd/klm a 90° ed oltre ed in quanto è installato in senso orizzontale.

Supponiamo che invece tale apparecchio sia stato montato con un'inclinazione di 10°: i valori traslano tutti di 10° e l'apparecchio risulta a 90° emettere 12 cd (Tabella 2) (esattamente il valore che emetteva precedentemente a 80°). Questo significa che tale apparecchio, montato con un'inclinazione di 10° NON è più a norma. Identico risultato si ottiene se si monta il corpo inclinato di 30°: l'emissione a 90° è pari a quella che precedentemente veniva emessa a 60° (pari alla differenza tra le due diverse inclinazioni) e cioè pari a 574 cd (Tabella 3).

Per questo stesso motivo, le misure fotometriche devono essere fornite con la posizione di misura del corpo illuminante (generalmente 0°), in quanto per diverse posizioni d'installazione il corpo illuminante potrebbe non risultare conforme alla l.r. 17/00 e s.m.i.

Tabella 2: inclinazione 0°

Tabella 3: inclinazione 10°

Tabella 4: inclinazione 30°

Angolo	Cd/1000 lm	Angolo	Cd/1000 lm	Angolo	Cd/1000 lm
0°	335	0°	368	0°	412
10°	368	10°	335	10°	391
20°	391	20°	368	20°	368
30°	412	30°	391	30°	335
40°	435	40°	412	40°	368
50°	487	50°	435	50°	391
60°	574	60°	487	60°	412
70°	125	70°	574	70°	435
80°	12	80°	125	80°	487
90°	0	90°	12	90°	574
100°	0	100°	0	100°	125
110°	0	110°	0	110°	12
120°	0	120°	0	120°	0
130°	0	130°	0	130°	0

Per la verifica del valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di 90° ed oltre, la conformità di un apparecchio alla l.r. n. 17/00 non è sufficiente quindi una sommaria visione e lettura della curva fotometrica pubblicata sui cataloghi dei produttori di corpi illuminanti.