

COMUNE di MALNATE

Provincia di Varese

Riqualificazione urbana
mediante conversione in rotatoria
di Piazza Vittorio Veneto
integrata da interventi riguardanti
la rete ciclo-pedonale

Progetto definitivo

◆ 9.i.2 ◆

Rete di illuminazione pubblica Relazione tecnica specialistica

Committente :

Comune di MALNATE

Incaricati :

per la progettazione
infrastrutturale ed edilizia,
per il coordinamento generale
e l'integrazione delle prestazioni
specialistiche
(mandatario):

Silvio GOBBI arch.
Studio "Arc sistemi" - Novara

per la progettazione
infrastrutturale ed edilizia
e per il coordinamento
della sicurezza:

Marco D'ALESSANDRO arch. - Milano

per la progettazione
infrastrutturale,
strutturale
ed idraulica:

Achille PARMIGIANI ing. - Novara

per la
relazione
geologica:

Mario LOLLA dr. geol. - Sesto Calende (VA)

per la progettazione
illuminotecnica
ed elettrotecnica:

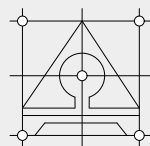
Stefano CALIGARA ing. - Gallarate (VA)

per la progettazione
infrastrutturale:

Luca BROVELLI ing. - Momo (NO)

Periodo:

aprile - maggio 2023



Arc sistemi

di Silvio Gobbi arch.

via Donizetti 38 - via Campagnoli 3 I-28100 NOVARA
tel: 0321 030218 - 392 9806430 - E-mail: studio@arcsistemi.cloud
Ordine degli Architetti delle Province di Novara e del Verbano-Cusio-Ossola nr. 331
c.f. GBB SILV 55R31 F952U p.IVA 00605230036



SOMMARIO

1. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA E INQUINAMENTO LUMINOSO	2
1.1 NORMATIVA ILLUMINOTECNICA UNI EN 11248:2016.....	2
1.2 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI.....	3
1.3 ANALISI DEI RISCHI	5
1.4 COMPARAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE	8
1.4.1 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI.....	8
2 INQUINAMENTO LUMINOSO.....	8
3 RISULTATI ILLUMINOTECNICI	9
4 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO	9

1. CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA E INQUINAMENTO LUMINOSO

La classificazione illuminotecnica è stata realizzata sulla base dei dati contenuti nel PGT vigente e in conformità alla norma UNI EN 11248:2016 che fornisce le nuove linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo nella UNI EN 13201-2:2016, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica e della norma UNI 10819 per quanto riguarda le prescrizioni sull'inquinamento luminoso o delle normative regionali di riferimento in materia.

Il Comune di Malnate rientra nell'area di rispetto dell'**Osservatorio Astronomico G. V. Schiaparelli di Varese.**

1.1 NORMATIVA ILLUMINOTECNICA UNI EN 11248:2016

La norma UNI EN 11248:2016 descrive e prescrive una metodologia progettuale secondo la quale, a partire da dati associati al tipo di strada che rappresentano i valori di ingresso per la procedura, consente di attribuire ciascuna strada alla categoria illuminotecnica adeguata. Tale metodologia è basata su un procedimento sottrattivo che, a seguito di un'analisi dei rischi obbligatoria in cui il progettista valuta i parametri di influenza, permette di individuare sia la categoria illuminotecnica di progetto sia quello di esercizio.

La presente norma

- Indica come classificare una zona esterna destinata al traffico (zona di studio), ai fini di determinazione della categoria illuminotecnica di ingresso.
- Nota la categoria illuminotecnica di ingresso, fornisce la procedura per la selezione delle categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio che competono alla zona di studio classificata.
- Identifica gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale e, attraverso la valutazione dei rischi, permette l'ottimizzazione dei consumi energetici con conseguente possibile riduzione dell'impatto ambientale e dell'inquinamento luminoso;
- Introduce una corrispondenza tra varie serie di categorie illuminotecniche comparabili o alternative.
- Fornisce, per l'illuminazione delle intersezioni stradali, prescrizioni sulla determinazione delle zone di studio e introduce griglie di calcolo integrative rispetto a quelle considerate nella UNI EN 13201- 3:2016.

La presente norma fornisce inoltre elementi per:

- L'applicazione delle metodologie di misurazione descritte nella UNI EN 13201-4:2016.
- La selezione delle caratteristiche fotometriche della pavimentazione stradale di riferimento per i calcoli.

La norma non tratta:

- Dei criteri per decidere se una strada deve essere illuminata.
- Della determinazione delle condizioni di illuminazione per tutti i casi in cui esistono norme UNI pertinenti.
- Dell'impianto elettrico, per il quale si applicano le norme CEI pertinenti.
- Delle modalità di manutenzione degli impianti di illuminazione.

Un impianto di illuminazione può illuminare parti della strada che richiedono livelli e condizioni di illuminazione diversi. Di conseguenza primo compito del progettista è quello di individuare queste parti (zone studio) omogenee nei requisiti illuminotecnici.

È compito preliminare del progettista di individuare, per ogni zona di studio i parametri di influenza significativi, i quali devono essere noti prima di iniziare il progetto illuminotecnico.

Le caratteristiche illuminotecniche che l'impianto di illuminazione stradale deve garantire per ogni zona di studio sono definite mediante una o più categorie illuminotecniche, la cui scelta dipende da numerosi parametri.

Per un dato impianto e una data zona di studio è compito del progettista individuare le seguenti categorie illuminotecniche:

- la categoria illuminotecnica di ingresso che dipende esclusivamente dal tipo di strada presente nella zona di studio considerata;
- la categoria illuminotecnica di progetto che specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel dimensionamento dell'impianto. Questa categoria dipende dalla valutazione dei parametri di influenza costanti nel lungo periodo;
- le categorie illuminotecniche di esercizio che specificano sia le condizioni operative istantanee di funzionamento di un impianto sia le possibili condizioni operative previste dal progettista, in base alla variabilità nel tempo dei parametri di influenza.

1.2 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI

La definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi comprende le seguenti fasi:

- Suddividere la strada in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza.
- Per ogni zona di studio identificare il tipo della strada.
- Noto il tipo di strada, individuare con l'ausilio della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi.

La norma UNI 13201-2:2016 definisce le classi illuminotecniche, considerando le esigenze di visione degli utenti e gli aspetti ambientali previste per le diverse tipologie di strade:

- Le classi M – Strade a traffico motorizzato: fanno riferimento a strade a traffico motorizzato dove è applicabile il calcolo della luminanza. I valori delle luminanze e degli altri parametri illuminotecnici da soddisfare per le categorie M sono di seguito riportati:

Classe	Luminanza del manto stradale della carreggiata				Abbagliamento debilitante TI	Rapporto di prossimità
	L_{av} [cd/m ²]	U_o	U_i	U_{ow}	f_{TI} [%]	EIR
M1	2,0	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	0,15	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	0,15	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	0,15	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	0,15	15	0,3
M6	0,3	0,35	0,4	0,15	20	0,3

- Le classi C – Strade conflittuali con traffico misto: aree a traffico motorizzato in cui non è possibile ricorrere al calcolo della luminanza, come ad esempio zone di conflitto, incroci, strade commerciali, rotatorie, zone di raccordo e sottopassi pedonali. È anche applicabile ad alcune situazioni ad uso ciclopeditone quando le categorie P o HS non sono ritenute adeguate. Queste categorie definiscono gli illuminamenti orizzontali, di seguito riportati:

Classe	Illuminamento orizzontale	
	E_{av} [lx]	U_o
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

- Le classi P – Strade pedonali e ciclabili: definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi, ecc. Definiscono inoltre dei requisiti supplementari in caso sia necessario il riconoscimento facciale. I valori degli illuminamenti orizzontali e dei requisiti supplementari sono di seguito riportati:

Classe	Illuminamento orizzante		Requisiti supplementari	
	Illuminamento medio (minimo mantenuto)	Illuminamento minimo	Illuminamento verticale minimo	Illuminamento semicilindrico minimo
	$E_{h\ av}$ [lx]	E_{min} [lx]	$E_{v\ min}$ [lx]	$E_{sc\ min}$ [lx]
P1	15	3	5	5
P2	10	2	3	2
P3	7,5	1,5	2,5	1,5
P4	5	1	1,5	1
P5	3	0,6	1	0,6
P6	2	0,4	0,6	0,2

- Le categorie HS – Strade pedonali e ciclabili: definiscono gli illuminamenti emisferici per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi, ecc. I valori degli illuminamenti emisferici sono di seguito riportati:

Classe	Illuminamento emisferico medio (minimo mantenuto)	Uniformità generale
	$E_{hs\ av}$ [lx]	U_o
HS1	5	0,15
HS2	2,5	0,15
HS3	1	0,15

Ai vari tipi di strade, categorie secondo la legislazione vigente, sono associate una o più categorie illuminotecniche, illustrate nella tabella sotto riportata.

Tipo	Descrizione	Limiti di velocità km/h	Categorie illuminotecniche di ingresso per l'analisi dei rischi
A1	Autostrade extraurbane	130-150	M1

A1	Autostrade urbane	130	M1
A2	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	M2
A2	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	M2
B	Strade extraurbane principali	110	M2
B	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	M2
C	Strade extraurbane secondarie	50	M3
C	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	M2
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	M2
D	Strade urbane di scorrimento veloce	50	M2
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	M2
F	Strade locali extraurbane	50	M4
F	Strade locali extraurbane	30	C4/P2
F	Strade locali urbane	50	M4
F	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
F	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
F	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
F	Strade locali interzonali	50	M3
F	Strade locali interzonali	30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali	Non dichiarato	P2
-	Strade a destinazione particolare	30	P2

1.3 ANALISI DEI RISCHI

Nella tabella facente parte della presente relazione si evidenzia come l'analisi dei rischi è stata affrontata considerando i parametri d'influenza al fine d'individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione, l'impatto ambientale e l'inquinamento luminoso.

L'analisi svolta può essere suddivisa nelle seguenti fasi:

- sopralluogo con l'obiettivo di valutare lo stato esistente e determinare una gerarchia tra i parametri di influenza rilevanti per le strade esaminate.
- individuazione dei parametri decisionali e delle procedure gestionali richieste da eventuali Direttive e norme cogenti, dalla presente norma e da esigenze specifiche;

- studio preliminare del rischio determinando gli eventi potenzialmente pericolosi, in base agli incidenti pregressi ed al rapporto tra incidenti diurni e notturni, e classificandoli in funzione della frequenza e della gravità.
- creazione di una gerarchia di interventi per assicurare a lungo termine i livelli di sicurezza richiesti da direttive e norme cogenti per quanto dipendenti dalle condizioni di illuminazione.

La tabella stabilisce la messa in sicurezza della zona di studio in base all'importanza delle considerazioni emerse nella fase di analisi. Lo stesso documento individua le conseguenze relative all'esercizio di ogni impianto, fissando i criteri da seguire per garantire, nel tempo, livelli di sicurezza adeguati al caso.

I parametri di influenza costanti nel lungo periodo determinano la categoria illuminotecnica di progetto. I più significativi sono di seguito elencati:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza	
Parametro d'influenza	Riduzione massima
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1

I parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale determinano le categorie illuminotecniche di esercizio, derivate da quella di progetto. I più significativi parametri di questo gruppo sono di seguito elencati:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza	
Parametro d'influenza	Riduzione massima
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

La variazione della categoria illuminotecnica è di tipo sottrattivo, indicata come decremento da apportare al numero che appare nella sigla della categoria di ingresso per l'analisi dei rischi, ottenendo quindi categorie con requisiti prestazionali inferiori.

Oltre che considerare i fattori d'influenza all'interno dell'analisi di rischio è buona norma:

- Valutare anche le possibili variazioni nel tempo del parametro considerato notando la lunga vita di un impianto, se paragonata all'evoluzione delle condizioni del traffico e allo sviluppo della rete stradale.
- Accordarsi con il committente sul peso dei singoli parametri.
- Limitare l'influenza di ogni parametro alla variazione massima di una categoria illuminotecnica, salvo per flussi di traffico inferiori al 25% rispetto alla portata di servizio.
- Limitare le scelte tra le categorie illuminotecniche definite nella UNI EN 13201-2:2016

evitando la creazione di nuove categorie, per esempio introducendo livelli non previsti di luminanza o valori di uniformità.

Il decremento massimo della categoria illuminotecnica di progetto a partire dalla categoria illuminotecnica di ingresso non è mai superiore a due categorie.

Il decremento massimo della categoria illuminotecnica di esercizio a partire dalla categoria illuminotecnica di ingresso è pari a una categoria qualora la riduzione della categoria illuminotecnica di progetto sia pari a due categorie illuminotecniche, altrimenti il decremento non è superiore due categorie illuminotecniche.

Per gli impianti adattivi denominati "Full Adaptive Installation" (FAI) alle riduzioni precedenti si aggiunge una ulteriore riduzione di una categoria illuminotecnica per flussi di traffico minori del 12,5% del flusso orario di traffico di progetto.

Di seguito sono elencati tutti i possibili casi di riduzione:

Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica			
Impianto	Riduzione adottata per la categoria illuminotecnica di progetto rispetto alla categoria di ingresso	Riduzione massima adottata per la categoria illuminotecnica di esercizio	Riduzione massima della categoria di esercizio rispetto alla categoria di ingresso
Normale	0	0	0
		1	1
		2	2
	1	0	1
		1	2
		2	3
	2	0	2
		1	3
Condizioni di traffico stabilmente minori rispetto alla portata di servizio massima	1 (flusso di traffico stabilmente minore del 50%)	0	1
		1	2
		2	3
	2 (flusso di traffico stabilmente minore del 25%)	0	2
		1 (per altri parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale)	3
Impianti adattivi FAI	0	0	0
		1	1
		2	2
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	3
	1	0	1
		1	2
		2	3
		3 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4
	2	0	2
		1	3
		2 (per flusso di traffico minore del 12,5%)	4

1.4 COMPARAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
- Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4

1.4.1 ILLUMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI

Le intersezioni per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie C che, come evidenziato al punto precedente, deve essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra le categorie illuminotecniche previste per le strade di accesso. Ad esempio se la categoria illuminotecnica di livello massimo tra quelle selezionate per le strade di accesso è la M3, nell'intersezione deve essere applicata la categoria illuminotecnica C2 se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$.

2 INQUINAMENTO LUMINOSO

In fase di progettazione degli impianti di illuminazione pubblica è necessario analizzare le problematiche inerenti all'inquinamento luminoso, fenomeno che avviene quando la luce emessa dai corpi illuminanti per esterni è rivolta verso l'alto e di conseguenza dispersa. Questo fenomeno provoca danni di vario tipo:

- ambientali (perdita di orientamento per gli animali, alterazione dei ritmi circadiani nell'uomo).
- culturali (sparizione del cielo stellato a causa della troppa luce rivolta verso il cielo).
- economici (spreco di energia elettrica per zone che non necessitano di illuminazione).

Quasi tutte le regioni italiane si sono dotate di disposizioni legislative, regolamenti comunali e/o circolari prefettizie in materia di inquinamento luminoso allo scopo di garantire il rispetto dei requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto di flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale. In assenza di riferimenti legislativi regionali viene applicata la norma UNI 10819 "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso". Quest'ultima tuttavia non considera la limitazione della luminanza notturna del cielo, dovuta alla riflessione delle superfici illuminate o a particolari condizioni locali, tra le quali l'inquinamento atmosferico.

Le principali finalità delle leggi regionali contro la dispersione di luce artificiale verso l'alto sono le seguenti:

- riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi;
- riduzione dei fenomeni d'abbagliamento;
- tutela dall'inquinamento luminoso dei siti degli osservatori astronomici professionali e

- non professionali di rilevanza regionale o provinciale, nonché delle loro zone circostanti;
- miglioramento della qualità della vita e delle condizioni di fruizione dei centri urbani e dei beni ambientali.

Di seguito si riporta la normativa di riferimento del Comune oggetto di analisi:

- Legge Regionale n. 17 del 27 marzo 2000 – Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso;
- Legge Regionale n. 38 del 21 dicembre 2004 – Modifiche e integrazioni alla Legge regionale 27 Marzo 2000, n. 17 ed ulteriori disposizioni;
- Legge Regionale n. 31 del 5 ottobre 2015 - Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso.

3 RISULTATI ILLUMINOTECNICI

Nel presente progetto i calcoli illuminotecnici sono stati eseguiti mediante i programmi software Dialux Evo e Dialux. Le curve fotometriche degli apparecchi illuminanti sono state fornite dal Costruttore degli stessi, in formato Eulumdat.

Gli indici IPEA* e IPEI* sono riportati nei calcoli illuminotecnici.

Si riporta per completezza l'indice IPEI* della rotatoria, non prodotto dal software ma calcolato manualmente secondo quanto prescritto dai CAM per gli ambiti ad elevata curvatura.

FDOFROR#	FDWHJRUID# IOOXPIQRWHFQIFD#	GS# UII#	GS#	ISHL#	FODVVH# HQUJHWIFD#
SS342	C2	0,034	0,0179	0,527	A3+

4 CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DI PROGETTO

Di seguito è riportato la tabella delle categorie illuminotecniche di progetto del Comune di Crosio della Valle, risultanti dalla valutazione dei parametri d'influenza (Analisi dei rischi):

Definizioni	
Complessità del campo visivo:	Parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso. (Cartelloni pubblicitari luminosi, insegne e vetrine troppo illuminate, stazioni di servizio fortemente illuminate, etc.). (UNI 11248:2016)
Assenza o bassa densità di zone di conflitto	In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse.
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	Segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche

	costruttive e/o funzionali e soprattutto della luminanza, in conseguenza sia dell'illuminazione propria sia delle caratteristiche di retroriflessione. (UNI 11248:2016)
Pericolo di aggressione:	Parametro che valuta l'eventuale rischio di divenire vittima di atti di microcriminalità.

	Parametri di influenza (Riduzione della categoria illuminotecnica) – Prospetto 2 e 3 della UNI 11248:2016											
Via	CI di esercizio	Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	Flusso di traffico < 12,5 % (FAI)	Flusso di traffico < 25 %	Flusso di traffico <50 % rispetto al servizio stabilito	CI di progetto	Assenza di pericolo di aggressione	Segnaletica stradale attiva	Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	Assenza o bassa densità di zone di conflitto	Complessità del campo visivo: normale	CI di ingresso per l'analisi dei rischi
SS342	M4	0		0	1	M3	0	0	0	0	1	M2
VIA G. CARDUCCI	M5	0		0	1	M4	0	0	0	0	1	M3
VIA M. CONCONI	M5	0		0	1	M4	0	0	0	0	1	M3
VIA G. MARCONI	M5	0		0	1	M4	0	0	0	0	1	M3