

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE,
I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI
DIREZIONE GENERALE PER I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI
Div. 3 - Ufficio di Statistica

PROGRAMMAZIONE STRATEGICA 2020

**OBIETTIVO OPERATIVO:
STATISTICHE SULL'INCIDENTALITA' NEI TRASPORTI STRADALI,
ANCHE CON RIFERIMENTO ALLA TIPOLOGIA DI STRADA**

*Contributo del Prof. Ing. Luciano Di Fraia
già docente di Illuminotecnica presso l'Università di Napoli Federico II*

**INCIDENTALITÀ NOTTURNA DA PUBBLICA ILLUMINAZIONE
ASSENTE O INADEGUATA
MODELLO MATEMATICO DI STIMA
VALUTAZIONI PER L'ANNO 2019**

INCIDENTALITÀ NOTTURNA DA PUBBLICA ILLUMINAZIONE ASSENTE O INADEGUATA: MODELLO MATEMATICO DI STIMA, VALUTAZIONI PER L'ANNO 2019.

*Contributo del Prof. Ing. Luciano Di Fraia
già docente di Illuminotecnica presso l'Università di Napoli Federico II
difraia@unina.it*

1. Introduzione

I rapporti statistici ACI/ISTAT, come pure quelli degli altri Paesi, non forniscono dati sulla parte di incidentalità notturna attribuibile a pubblica illuminazione assente o inadeguata complessivamente occorsa.

Ciò semplicemente perché tali rapporti si limitano all'elaborazione statistica delle informazioni elementari riportate sulle schede di rilevazione degli incidenti e queste non contengono, né per ovvi motivi lo potrebbero, valutazioni dei rilevatori circa la possibile correlazione tra l'incidente e la carenza di illuminazione sul luogo dello stesso.

Quindi, allo stato di fatto, per quantificare la suddetta incidentalità, non resterebbe che procedere attraverso stime, affette di per sé da incertezze significative. La letteratura tecnica specializzata non riporta stime di tal genere, limitandosi i ricercatori a riscontrare l'effetto sugli incidenti dopo la realizzazione di impianti adeguati sui tronchi stradale che esaminano.

Perciò, in questo lavoro, si propone un nuovo approccio al problema della stima di massima dell'incidentalità notturna connessa al fattore luce, che consente una minore incertezza di stima rispetto a quello descritto in un precedente contributo [1]. Esso è basato su un modello matematico che utilizza da un lato risultati di ricerche internazionali, dall'altro quanto emerso da ricerche personali. Tale modello viene poi impiegato per la stima delle incidentalità specifiche occorse nel 2019 sulle strade urbane, sulle "altre strade" e sulle autostrade.

2. Dimensione dell'incidentalità notturna complessiva nel 2019

Il rapporto ACI/ISTAT 2019 non esplicita i dati relativi all'incidentalità complessiva nel periodo notturno effettivo. Essi sono stati forniti a chi scrive dall'ISTAT, suddivisi tra strade urbane, "altre strade" e autostrade e sono riportati in Tab 1

Tab.1 Incidentalità complessiva nell'anno 2019 nel periodo notturno effettivo.

	Strade urbane	Altre strade	Autostrade	Totale
n. incidenti	34.713	10.351	2.870	47.934
n. morti	533	608	125	1.266
n. feriti	49.392	17.187	4.909	71.488

Gli indici di mortalità I_m e di lesività I_l sono quindi:

- strade urbane:	$I_m = 0,0154$	$I_l = 1,42$
- altre strade:	$I_m = 0,0587$	$I_l = 1,66$
- autostrade :	$I_m = 0,044$	$I_l = 1,71$
- intera rete:	$I_m = 0,026$	$I_l = 1,49$

3. Dimensione dell'incidentalità notturna da illuminazione inadeguata o assente

3.1 Modello matematico

Una data rete stradale, ad es. quella extra urbana, consta generalmente di tre parti: una dotata di impianti di illuminazione adeguati, cioè conformi alle normative illuminotecniche (UNI 11248, UNI EN 13201-2); un'altra, con impianti inadeguati; la terza, priva di impianti. Gli incidenti che si verificano sulle ultime due parti di rete possono essere visti come la somma di due tipologie di incidenti: quelli prodotti dall'inadeguatezza o dall'assenza di illuminazione e quelli connessi a fattori indipendenti dalla luce artificiale, questi ultimi, pertanto, assimilabili agli incidenti che si verificano sulla parte di rete con illuminazione adeguata.

Ciò premesso, indicando con

- **N** il numero complessivo di incidenti occorsi nel periodo notturno effettivo (ore di buio) sulla rete stradale in esame,
- **a** la frazione di rete in esame (somma delle suddette parti con illuminazione assente e inadeguata) sulla quale si verificano gli incidenti dipendenti dal fattore luce, e assumendo una distribuzione uniforme sia degli incidenti non imputabili all'illuminazione occorsi sull'intera rete stradale in esame sia degli incidenti dovuti a illuminazione inadeguata o assente occorsi sulla frazione **a** di rete, si può facilmente dimostrare che l'assenza o l'inadeguatezza della pubblica illuminazione ha per effetto un incremento Δ di incidenti dato da:

$$\Delta = N * a / [(1 - \alpha) / \alpha + a] \quad (1)$$

dove α è la quota parte, in percentuale, degli incidenti complessivi, che si verificano sulla frazione **a** di rete stradale in esame, prodotta da inadeguatezza o assenza di illuminazione ($\alpha < 1$).

Ottenuto Δ , i morti e i feriti da illuminazione inadeguata o assente sono stati calcolati moltiplicandolo per i rispettivi indici di mortalità e lesività associati all'incidentalità notturna sulla rete in esame, di cui alla tab. 1.

Allo stato attuale, non sono disponibili informazioni dalle quali sia possibile ricavare il valore di **a**, con la conseguente impossibilità di utilizzare il modello matematico proposto.

Tuttavia, come peraltro già accennato in precedenti note, numerose ricerche a campione effettuate nel corso di anni da chi scrive e dai suoi collaboratori e studenti sul territorio nazionale hanno mostrato che circa il 50% della rete stradale italiana è dotato di impianti di illuminazione, di cui metà con impianti inadeguati, mentre il restante 50% è privo di impianti. Risulta allora **a=0,75**. Per la rete autostradale si è assunto **a=1**.

Per α , la maggior parte della letteratura scientifica internazionale riporta un valore mediamente compreso tra 35% e 45 % per le strade senza illuminazione (cfr, ad es, \2\). L'impatto di una illuminazione inadeguata sarà oggetto di un successivo approfondimento. In questa nota, i due casi sono trattati separatamente, ma per entrambi viene considerato il valore conservativo **$\alpha=35\%$** .

Si assume infine che sulle strade con illuminazione conforme alle norme, le condizioni di visibilità siano sufficienti ad evitare che accadano incidenti attribuibili al fattore luce, anche se non è scontato che un impianto conforme sia adeguato alle esigenze visive dei conducenti anziani (fattore età) o di quelli con patologie come glaucoma, cataratta, etc.

Va notato che, per quanto riguarda l'incidentalità complessiva sulla parte di rete stradale priva di illuminazione, allo stato attuale, non sono ancora disponibili informazioni, ma queste potranno esserlo a seguito della recente inclusione nelle schede di rilevazione delle forze di polizia del dato relativo alla presenza o meno di illuminazione sui luoghi degli incidenti. La stima di Δ , e dei connessi costi sociali, potrà essere allora più accurata sia perché alla frazione **a** relativa a detta parte di rete si potrà assegnare un valore certo (=1) anziché un valore stimato sia perché non sarà più necessaria alcuna assunzione bastando la conoscenza del solo α .

Più difficile appare acquisire informazioni relative all' incidentalità sulla parte di rete stradale dotata di impianti non conformi, in quanto ciò richiederebbe un'attività di censimento ad opera di operatori esperti in materia.

3.2 Stime

Applicando la relazione (1) a ciascuno dei tre gruppi di strade e attribuendo ad α lo stesso valore conservativo $\alpha = 0,35$ per entrambi i casi di illuminazione assente e inadeguata, risultano le incidentalità riportate in tab.2:

Tab.2. Incidentalità nel periodo notturno effettivo da illuminazione assente e inadeguata. Anno 2019

	Strade urbane	Altre strade	Autostrade	Totale
n. incid. (Δ)	10.000	3.000	1.000	14.000
n. morti ($\Delta \cdot I_m$)	155	175	45	375
n. feriti ($\Delta \cdot I_f$)	14.200	4.950	1.700	20.850

I corrispondenti costi sociali sono riportati in tab.3, ottenuti dai costi unitari indicati dal Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti (1,5 M€/morto, 42,5 k€/ferito, 11 k€/incidente).

Tab.3. Costi sociali in Milioni di €. Anno 2019

	Strade urbane	Altre strade	Autostrade	Totale
costo incid.	110	33	11	154
costo morti	232	263	67	562
costo feriti	603	210	72	885
Tot.	945	506	150	1.601

Incidentalità e costi che si sarebbero evitati se sui luoghi degli incidenti fossero stati presenti impianti conformi alle normative.

Nelle assunzioni fatte, si verterebbe a risultati non molto dissimili se si considerassero l'incidentalità complessiva notturna sulla intera rete stradale e i relativi indici di mortalità e lesività. Infatti, si avrebbe:

$$\Delta \approx 13.850, \quad n. \text{ morti} \approx 365, \quad n. \text{ feriti} \approx 20.650$$

4. Aspetti economici

Alla luce dei risultati sopra esposti, per gli enti cui compete la responsabilità della gestione della rete stradale italiana sarebbe non solo moralmente doveroso provvedere all' adeguamento normativo degli impianti di pubblica illuminazione non conformi e alla realizzazione di nuovi sulle strade che ne sono prive, ma anche, come mostrato nel seguito, economicamente conveniente

perché la spesa per tali interventi si ripagherebbe in tempi accettabili grazie al conseguente risparmio dei costi sociali, a beneficio di Stato e Regioni su cui detti costi ricadono principalmente.

Per le valutazioni economiche, si fa riferimento ai dati e alle stime riportati in dettaglio in una precedente nota /1/ e che qui sono per comodità sinteticamente richiamati:

- n. punti luce in Italia: ca. 9,300 milioni (fonte: UE, giugno 2017);
- n. punti luce degli impianti inadeguati: 4.650.000
- estensione della rete stradale in Italia: ca. 500.000 km (fonte: UE, giugno 2017)
- interdistanza media tra i centri luminosi: ca. 27 m
- estensione delle strade con impianti di illuminazione: $9.300.000 \times 27 =$ ca. 250.000 km
- estensione delle strade con impianti inadeguati: ca. 125.000 km
- estensione delle strade senza impianti: ca. 250.000 km

Il costo sociale complessivo annuo di 1.601 M€ indicato in Tab.3 può allora ripartirsi come segue:

- strade dotate di impianti non conformi alle norme (125.000 km): ca. **530 M€**
- strade non dotate di impianti (250.000 km): ca. **1.070 M€**.

Investimento nella realizzazione di nuovi impianti per le strade che ne sono prive.

Considerando per tali strade una categoria illuminotecnica non superiore alla M3 di UNI 11248 e una larghezza media di ca. 7 m e impiegando tecniche di ottimizzazione della progettazione, con apparecchi di illuminazione scelti opportunamente tra quelli di buona qualità si può ottenere un'interdistanza tra i punti luce non inferiore a 40 m. Assumendo allora un costo unitario medio di circa 1.000 €/punto luce, la spesa per realizzare nuovi impianti su i 250.000 km di strade sarebbe pari a $1.000 \times 250.000.000/40 =$ **6.250 milioni di euro**.

Nell'ipotesi di una incidentalità da illuminazione assente o inadeguata negli anni futuri non molto dissimile da quella qui stimata, il tempo di payback dell'investimento sarebbe all'incirca pari a $6.250/1.070$ (annuo) = **5,8** anni, sufficiente a giustificare l'investimento anche sotto il solo aspetto economico.

Investimento in adeguamento degli impianti non conformi.

Assumendo in prima approssimazione che il costo unitario medio per l'adeguamento ottimizzato di un impianto ad una categoria illuminotecnica non superiore alla M3 di UNI 11248 sia pari a circa 500€/punto luce adeguato e che per effetto dell'adeguamento progettato con tecniche di ottimizzazione possa ottenersi una riduzione del numero dei punti luce pari a non meno del 20%, l'investimento occorrente per l'adeguamento degli impianti inadeguati sarebbe pari a:

$$500 \times 4.650.000 \times 0,8 = \mathbf{1.860 \text{ M€}}.$$

Ne deriva un payback semplice pari a $1.860/530 =$ **3,5** anni, che sarebbe anche in questo caso motivo più che sufficiente per sostenere la spesa.

Il payback dell'investimento complessivo sarebbe: $(1860+6.250)/1.600 =$ **5,1** anni.

5. Conclusioni

L'illuminazione assente o inadeguata può essere causa di un numero non trascurabile di morti e feriti, che le stime di massima effettuate con il modello matematico proposto hanno quantificato rispettivamente in non meno dell' 11,5% e dell'8,5% dei totali occorsi nel 2019.

Sul piano statistico, sarebbe perciò auspicabile che i rapporti annuali accennassero all'assenza e all'inadeguatezza della pubblica illuminazione come possibili cause di incidenti, eventualmente

anche riportandone le dimensioni ma con la precisazione che non si tratta di valori rilevati ma stimati.

Sul piano morale, data la dimensione del fenomeno, per gli Enti che hanno responsabilità di gestione delle strade e delle loro pertinenze impiantistiche dovrebbe essere doveroso provvedere con sollecitudine all'adeguamento normativo degli impianti di pubblica illuminazione esistenti in Italia non conformi e alla realizzazione di nuovi impianti sulle strade che ne sono sprovviste.

Sul piano economico, tali investimenti sarebbero anche economicamente convenienti, poiché si auto ripagherebbero dopo un tempo accettabile grazie al risparmio nei costi sociali che ne deriverebbe, con vantaggio soprattutto dello Stato e Regioni su cui principalmente ricadono detti costi.

Nel caso degli impianti esistenti fuori norma, ad es. quelli urbani, il loro adeguamento, se accompagnato dalla riqualificazione energetica e manutentiva ottimizzata, sarebbe vantaggioso anche per i Comuni, poiché recupererebbero l'investimento in tempi brevi, spesso anche in meno di un anno, beneficiando dopo il tempo di payback di una riduzione dei costi di gestione dei loro impianti.

Per la strade prive di illuminazione, il modello matematico proposto consentirà una stima più precisa quando saranno disponibili i dati relativi all'incidentalità notturna occorsa su di esse.

\1\ L. Di Fraia, *Pubblica illuminazione e incidentalità notturna nell'anno 2017. Alcune valutazioni e considerazioni* Contributo pubblicato sul sito web del MIT, dicembre 2018.

\2\ *Road lighting as an accident countermeasure*, pubblicaz. CIE n. 93,1992.