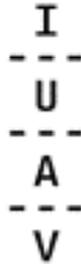


UNIVERSITÀ IUAV DI VENEZIA

FPT- Facoltà di Pianificazione del Territorio



Corso di Laurea Specialistica in Pianificazione della Città e del Territorio (SPIC)

Elaborato di laurea

I Piani della luce: uno strumento per una pianificazione “eco-compatibile” dell’illuminazione pubblica

Relatore: *Prof. Virginio Bettini*

Studentessa: *Luciana Minguzzi Matricola 253286*

Correlatore: *Ing. Alberto Ricci Petioni*

Anno Accademico 2006-2007

Venezia, Sessione Autunnale Ottobre 2007

Seneca diceva:

“Se le stelle, anziché brillare continuamente sul nostro capo, non si potessero vedere che da un solo punto della Terra, gli uomini non cesserebbero dal recarvisi per contemplare ed ammirare le meraviglie dei Cieli”.

Dedico questo lavoro ai miei genitori, a tutta la mia famiglia, ma in particolare a mia madre e mia sorella.

INDICE

1	Premessa: scopo, metodo e limiti	pag. 001
2	Luce: energia, ambiente, pianificazione	pag. 005
	2.1 Panoramica su Kyoto	pag. 005
	2.1.1 Il punto sull'Italia	pag. 008
	2.2 La condizione energetica del nostro paese	pag. 013
	2.3 Bilancio economico su base ambientale	pag. 017
	2.3.1 Le "responsabilità" imputabili all'illuminazione pubblica	pag. 021
	2.4 Illuminazione urbana: alcuni aspetti interessanti	pag. 028
	2.4.1 Illuminazione urbana e qualità dello spazio pubblico	pag. 028
	2.4.2 La città della notte	pag. 029
	2.4.3 Illuminazione funzionale e funzioni della luce	pag. 030
	2.4.4 La <i>regia</i> della luce negli spazi esterni	pag. 031
	2.5 L'urbanistica della luce	pag. 032
	2.5.1 I piani della luce in Italia	pag. 034
	2.5.2 Piani della luce: le relazioni con gli altri strumenti di piano	pag. 035
	2.5.2.1 L'Emilia – Romagna	pag. 036
	2.5.2.2 La Puglia	pag. 041
	2.5.2.3 La Lombardia	pag. 043
	2.5.3 Un accenno all'esperienza francese	pag. 046
	2.5.3.1 Lo SDAL	pag. 046
	2.5.3.2 Il Piano della luce	pag. 047
	2.5.3.3 La Carta della luce	pag. 047
	2.5.3.4 La scenografia della luce	pag. 048
3	Il Piano Regolatore comunale dell'illuminazione	pag. 049
	3.1 Introduzione	pag. 049
	3.2 Obiettivi, esigenze e motivazioni	pag. 050

4	Linee guida generali per l'elaborazione del Piano (PRIC)	pag. 053
4.1	Premessa	pag. 053
4.2	Inquadramento territoriale	pag. 053
4.3	Cenni storici ed evoluzione dell'illuminazione sul territorio comunale	pag. 054
4.4	Aree omogenee	pag. 054
4.5	Zone di protezione dall'inquinamento luminoso	pag. 055
4.6	Illuminazione del territorio: censimento e stato di fatto	pag. 055
4.6.1	Stato dell'illuminazione pubblica esistente	pag. 055
4.6.2	Conformità legislativa	pag. 057
4.6.3	Stato dei quadri elettrici e compatibilità con le norme di settore	pag. 058
4.6.4	Rilievi illuminotecnici	pag. 059
4.7	Classificazione della viabilità	pag. 060
4.7.1	Classificazione illuminotecnica delle strade	pag. 060
4.7.2	Flussi di traffico	pag. 060
4.7.3	Classificazione degli ambiti urbani ed extraurbani particolari	pag. 061
4.8	Pianificazione adeguamenti	pag. 062
4.8.1	Proposte operative per le evidenze storiche e artistiche	pag. 062
4.8.2	Situazioni potenzialmente critiche	pag. 063
4.8.3	Impianti pubblici a elevato impatto ambientale e ad elevato consumo energetico	pag. 063
4.8.4	Prescrizioni sull'obbligo di adeguamento dell'esistente	pag. 064
4.8.5	Priorità d'intervento	pag. 065
4.8.6	Verifica impianti privati non conformi alla legge regionale	pag. 065
4.9	Soluzione integrata di riassetto illuminotecnico del territorio	pag. 065
4.9.1	Tipologie di intervento: piano operativo	pag. 066
4.9.2	Interventi operativi specifici	pag. 067
4.10	Pianificazione degli interventi, valutazioni economiche e piano di manutenzione	pag. 069

4.10.1 Programma di risparmio energetico: stima dei costi/benefici	pag. 069
4.10.2 Piano di intervento	pag. 070
4.10.3 Piano di manutenzione	pag. 070
4.11 Elenco Allegati	pag. 071
4.11.1 Allegato 1 " Censimento impianti di illuminazione"	pag. 072
4.11.2 Allegato 2 " Controllo del flusso luminoso diretto"	pag. 074
4.11.3 Allegato 3 " Sorgenti luminose"	pag. 079
4.11.4 Allegato 4 " Gestione del flusso luminoso"	pag. 084
4.11.5 Allegato 5 " Censimento impianti elettrici"	pag. 087
4.11.6 Allegato 6 " Controllo del flusso luminoso indiretto e classificazione illuminotecnica del territorio"	pag. 089
4.11.7 Allegato 7 "Supporto al Comune"	pag. 097
4.11.8 Allegato 8 "Alcuni esempi applicativi di Piani della luce: lente d'ingrandimento sull'aspetto dei vantaggi in termini economici (attraverso diversi sistemi di Energy Saving) e vantaggi in termini ambientali (riduzione di CO2 emessa)"	pag. 103

5 La pianificazione del risparmio energetico in funzione dell'inquinamento

luminoso: l'apparato luminoso	pag. 133
5.1 Il quadro legislativo globale e le linee di tendenza	pag. 133
5.2 Le norme UNI: 10819 - 10439 - EN 13201 e DIN 5044	pag. 135
5.2.1 La norma UNI 10819	pag. 135
5.2.2 Le norme UNI 10439 e DIN 5044	pag. 138
5.2.3 La norma UNI EN 13201	pag. 143
5.3 Il quadro legislativo nazionale e regionale	pag. 143
5.4 La Legge regionale della Lombardia n. 17 del 27.03.2000 e	

successive modifiche	pag. 144
5.5 Il panorama normativo regionale in tema di inquinamento luminoso e risparmio energetico	pag. 147
5.6 Alcuni finanziamenti possibili	pag. 150
5.6.1 F.T.T. (Finanziamento tramite terzi) Direttiva CEE 93/76 (E.S.Co.)	pag. 150
5.6.2 P.d.A.: Piano Regionale di Azione ambientale 2004/2006, misura B) -QUALITA' DELL'ARIA	pag. 154
6 Norme tecniche e buone pratiche	pag. 156
6.1 Gli impatti negativi correlati al mancato recepimento delle buone pratiche	pag. 156
6.1.1 L'inquinamento luminoso: un'emergenza planetaria	pag. 156
6.1.1.1 La situazione in Italia	pag. 159
6.1.2 Gli effetti sull'uomo	pag. 164
6.1.3 Gli effetti sulla flora	pag. 166
6.1.4 Gli effetti sulla fauna	pag. 168
6.2 Gli accorgimenti nella progettazione degli impianti:	
le buone pratiche	pag. 172
6.2.1 I "percorsi" della luce	pag. 175
6.2.2 Apparecchi d'illuminazione	pag. 178
6.2.2.1 Le lampade	pag. 178
6.2.2.2 Le armature	pag. 180
6.2.3 Le curve fotometriche	pag. 184
6.2.4 Confronti tra corpi illuminanti	pag. 188
6.2.4.1 Le sfere	pag. 188
6.2.4.2 Le lanterne	pag. 189
6.2.4.3 L'illuminazione stradale	pag. 190
6.2.4.4 Fari e torri faro	pag. 190

6.2.4.5	illuminazione di edifici e monumenti	pag. 193
6.2.5	Le tecniche per limitare l'inquinamento luminoso residuo	pag. 195
6.2.5.1	Riduzione di flusso e parzializzazione	pag. 195
6.2.5.2	illuminazione alternata e illuminazione mista	pag. 198
6.2.6	Conclusioni	pag. 200
6.2.6.1	Vero e falso	pag. 202
6.2.7	Allegati	pag. 203
6.2.7.1	Allegato 1: "Linee guida per la progettazione di tipologie di impianti suddivisi per aree omogenee"	pag. 203
6.2.7.2	Allegato 2: " I mostri del cielo – galleria degli orrori perpetrati ai danni del cielo notturno"	pag. 208
7	Caso studio: il Piano della luce di Casola Valsenio (Ra)	pag. 219
7.1	Premessa	pag. 219
7.2	Analisi dello stato di fatto	pag. 221
7.2.1	Collocazione territoriale e caratteristiche del territorio	pag. 221
7.2.2	Caratteri storico ambientali	pag. 222
7.2.3	Individuazione delle tipologie urbanistiche omogenee ai fini dell'illuminazione	pag. 223
7.2.4	Aree, siti ed edifici di particolare importanza e destinazione	pag. 223
7.2.5	Storia dell'illuminazione del Comune	pag. 225
7.2.6	Rilievo dell'illuminazione esistente: impianti e corpi illuminanti	pag. 227
7.2.6.1	Tipologie corpi illuminanti	pag. 227
7.2.6.2	Tipologie lampade	pag. 228
7.2.6.3	Potenze lampade	pag. 229
7.2.7	Indagine sulla condizione elettrica degli impianti di illuminazione del comune	pag. 230

7.3	Classificazione illuminotecnica del territorio	pag. 230
7.3.1	Criteri illuminotecnici generali	pag. 230
7.3.2	Classificazione delle strade	pag. 231
7.3.2.1	Flussi di traffico orario ai fini di una corretta de-classificazione	pag. 231
7.4	Attuazione	pag. 232
7.4.1	Prescrizioni comuni per tutti i nuovi impianti	pag. 232
7.4.2	Piazze che prevedono una riqualificazione d'arredo	pag. 233
7.4.3	Monumenti o aree di tutela dove si prevedono interventi particolari	pag. 234
7.4.4	Aree private da adeguare	pag. 234
7.4.5	Impianti altamente inquinanti	pag. 234
7.4.6	Aree di tutela	pag. 235
7.4.7	Allegato: "Schede degli edifici storici di tutela"	pag. 236
7.5	Gestione della luce	pag. 246
7.6	Valutazioni energetiche	pag. 247
7.7	Piano di intervento	pag. 251
7.7.1	Illustrazione delle ipotesi di progetto	pag. 253
7.7.1.1	Stima dei costi e dei risparmi gestionali delle ipotesi progettuali	pag. 253
7.8	Il bilancio del caso studio	pag. 255
8	Conclusioni	pag. 258
9	Bibliografia	pag. 261

1. Premessa: scopo, metodo e limiti

Il lavoro che presento, nasce da una forte motivazione: riuscire a dare una risposta, dal punto di vista della pianificazione, ad un aspetto, quello dell'illuminazione urbana, che non può più essere ignorato, se non altro per i numerosi legami che ha con la stessa pianificazione territoriale; il risparmio energetico, il risparmio economico, la riduzione dell'inquinamento luminoso, la diminuzione di anidride carbonica immessa in atmosfera, la ricerca dei significati e dei diversi risvolti che l'illuminazione ha per la città e per chi vive la città, la pianificazione degli interventi d'illuminazione in coerenza al contesto urbano in cui si inseriscono, l'importanza dell'esistenza di uno Strumento urbanistico dedicato; tutti questi aspetti e altri ancora, vogliono essere affrontati in questo elaborato.

Tenendo conto della complessità del tema e delle difficoltà nell'affrontarlo, poiché, tra i diversi argomenti, quelli più tecnici (di illuminotecnica in particolare), non sono di competenza di chi scrive (perciò in parte hanno rappresentato un limite), si offre un lavoro che mi auguro possa essere un tassello in più, una suggestione vista attraverso gli occhi di un urbanista, per svelare una sfaccettatura, la percezione notturna, dell'identità di un sistema, quello urbano, complesso e in continua evoluzione.

Ciò che ha ispirato questo elaborato, è stata la curiosità di conoscere meglio un tema, quello dell'inquinamento luminoso, quanto mai d'attualità.

Il lavoro poi si è sviluppato quasi a ritroso, intraprendendo percorsi diversi e spesso mettendoli in discussione (a testimonianza di quanto appena scritto, infatti, la questione riguardante l'inquinamento luminoso, si sviluppa nella parte centrale dell'elaborato).

Il tentativo che ho cercato di fare, è stato quello di avvicinarmi all'argomento, consultando fonti diverse e spesso anche agli antipodi, per quanto riguarda la "visione" rispetto al tema. L'intento, infatti, è quello di proporre un lavoro che, senza "sposare" né le vedute più "filosofiche" degli astrofili, né quelle più pragmatiche e probabilmente particolarmente interessate dei soggetti produttori, valuta dati oggettivi, offrendo diversi spunti di riflessioni che hanno origine dalla pianificazione della città e del territorio.

Di fatto, obiettivo della tesi è capire quali sinergie esistono tra l'inquinamento luminoso, considerando l'accezione più ampia del termine, perciò considerando il sistema dell'illuminazione urbana, l'aspetto energetico, quello ambientale, gestionale, e la pianificazione urbanistica.

E ancora, scopo di questo elaborato, è capire se esiste uno strumento di piano in grado di soddisfare obiettivi di efficienza e di risparmio, e se è possibile pianificare gli interventi del settore dell'illuminazione urbana seguendo tali principi.

Ho ritenuto opportuno iniziare la trattazione, presentando una panoramica sullo stato di applicazione dello strumento europeo, al momento più avanzato, in tema di legislazione ambientale/energetica: il Protocollo di Kyoto. L'illuminazione pubblica, infatti, non può prescindere da tale strumento, poiché, gli effetti stessi dell'illuminazione artificiale, contribuiscono all'emissione di CO₂ in atmosfera, uno degli agenti inquinanti considerati responsabili dell'effetto serra.

L'approfondimento sulla situazione nazionale, ha in più punti evidenziato, la debolezza delle politiche in tema di miglioramento dell'efficienza energetica, che l'Italia è chiamata ad adottare, in qualità di stato firmatario del Protocollo.

L'accenno alla situazione energetica italiana, e la "scoperta" delle responsabilità, in termini di inquinamento atmosferico, dispendio energetico e economico, attribuibili all'illuminazione, è stata poi la chiave di lettura utilizzata per sviluppare gran parte della tesi.

L'aver preso coscienza degli sprechi che caratterizzano il settore dell'illuminazione, e allo stesso tempo delle intrinseche potenzialità dello stesso, mi ha consentito di affrontare lo step successivo: la ricerca di uno strumento di piano in grado di pianificare gli interventi nel settore.

Stimolante il percorso tra i diversi significati della città di notte, della città illuminata, della percezione notturna urbana, per poi arrivare ai Piani della luce, nel contesto italiano, e nella "saggia" esperienza francese.

Da sempre, infatti, la luce riveste un ruolo importante nella vita dell'uomo; una buona illuminazione valorizza e rende più concrete le cose, raggiunge i nostri sensi procurandoci certezza e conforto; una luce distribuita in modo appropriato, valorizza i luoghi, i monumenti, gli elementi architettonici. La notte, inoltre, diventa sempre più momento di svago, e illuminare "bene", dà l'opportunità di realizzare architetture innovative o sperimentali, allo scopo di conferire risonanza e valore al territorio comunale preso in considerazione.

Dunque il Piano Regolatore dell'illuminazione Comunale, o più semplicemente PRIC, assunto come possibile migliore strumento di piano in materia, già, perché la realtà, è che, anche se la pubblica illuminazione è un servizio primario delle nostre città, spesso riveste le caratteristiche di un elemento disorganico ed eterogeneo; perciò per cercare di rispondere a queste e a molte altre esigenze, legate alla sfera dell'illuminazione urbana si mette sotto la lente d'ingrandimento il PRIC.

Il Piano della luce segue un'unica logica e deve risultare armonico con le scelte urbanistiche, proprio perché spesso, gli impianti, sono realizzati sotto la spinta di necessità contingenti o di occasionali disponibilità economiche e quindi, non sempre, la luce viene progettata pensando al territorio urbanizzato nella sua complessità e articolazione.

Da qui l'esigenza di un nuovo strumento di pianificazione urbana, in grado di integrarsi con altri strumenti di piano (il Piano Regolatore Generale, il Piano Particolareggiato e i Piani di Recupero, il Piano Urbano del Traffico, il Piano del Colore, il Piano del Rumore e il Piano Energetico).

Il Piano della Luce ha lo scopo di armonizzare l'illuminazione con la crescita e le trasformazioni dell'organismo urbano, in una visione generale di ottimizzazione degli interventi presenti e futuri, evitando le realizzazioni frazionate ed episodiche con i conseguenti sprechi di risorse pubbliche.

Il PRIC si compone di una parte analitica, una parte propositiva e una gestionale. L'approccio analitico ha la finalità di "fotografare" lo stato di fatto dell'illuminazione esistente, in modo da avere un quadro generale che permetta di individuare le priorità di intervento.

La parte progettuale si individua nel tessuto urbano, le aree che si ritengono omogenee sotto il profilo illuminotecnico, osservando la tipologia degli spazi urbani e le loro destinazioni d'uso.

La parte gestionale, infine, indica come prioritaria la ricerca di soluzioni progettuali e tecnologie idonee a ridurre al minimo l'incidenza dei consumi energetici e dell'inquinamento luminoso, pur perseguendo la qualità illuminotecnica garantita dal rispetto dei requisiti definiti nella parte progettuale.

Numerosi studi condotti sull'illuminazione dimostrano che, quasi la metà della radiazione luminosa prodotta dagli impianti pubblici di illuminazione, è inutilmente dispersa verso l'alto con un conseguente inquinamento luminoso. Oggi sappiamo

che, l'inquinamento luminoso, oltre ad essere segno tangibile di un cattivo uso dell'energia, è sinonimo di indiscriminato spreco di denaro pubblico e provoca anche un pesante impatto sull'ambiente, sull'integrità degli ecosistemi, sulla salute e sulla fruizione del paesaggio.

Se osservassimo la terra dallo spazio, magari a bordo di un satellite, sarebbe impossibile non notare, che la parte maggiormente interessata dal problema è quella corrispondente alle nazioni più industrializzate. Se poi ci concentriamo sull'Europa, allora vedremo che la notte è praticamente scomparsa. L'inquinamento luminoso attuale è il risultato di un processo iniziato all'inizio del secolo scorso, quando i lampioni per l'illuminazione pubblica cominciarono a comparire nelle vie delle città più importanti. Da allora l'incremento è stato senza sosta e il livello di luminosità artificiale del cielo, è cresciuto di pari passo. Un processo lento, ma costante, che solo da alcuni anni ha goduto di una maggiore visibilità, grazie a molte associazioni che fanno dell'aspetto comunicativo e informativo, in tema di inquinamento luminoso, la loro ragione d'essere.

Dunque, sicuramente un criterio irrinunciabile per un'efficace limitazione dell'inquinamento luminoso è quello di non sovrailluminare. Da qui, una proposta di quelle che vengono definite "buone pratiche": l'adozione di alcune avanzate tecnologie, da tempo disponibili e semplici da applicare, permette alle Amministrazioni Pubbliche ed ai privati, un consistente risparmio sui costi di gestione, oltre che un evidente miglioramento qualitativo dell'illuminazione.

Tuttavia, l'estendersi di questo fenomeno e la necessità di contenere i consumi di energia, hanno spinto, molte regioni italiane, a dotarsi di testi di legge particolarmente avanzati, considerati tra i più moderni ed efficaci a livello mondiale e, fortunatamente, gran parte del territorio nazionale, rispetta norme anti inquinamento luminoso.

Nella trattazione, dedico una parte, quella finale, applicativa, all'analisi critica di un Piano della luce, quello del Comune di Casola Valsenio (Ra), come momento di verifica, di "conferme" o "smentite"! Ciò che ci si prefigge di verificare, è se il PRIC rappresenta davvero lo strumento per la gestione di un illuminazione "eco-compatibile" , e nello specifico, se alcune smentite dovessero essere rilevate, quali obiettivi del Piano risultano disattesi.

1 Luce: energia, ambiente, pianificazione

1.1 Panoramica su Kyoto

Il 2 febbraio 2007, il gruppo di lavoro dell'IPCC¹ (Intergovernmental Panel on Climate Change - Gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici -), ha presentato a Parigi il suo rapporto (Fourth Assessment Report) riguardante gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e antropici nel corso del XXI secolo.

Scarsità d'acqua, destabilizzazione dei suoli, innalzamento del livello dei mari: sono principalmente questi i problemi che dovranno affrontare i vari continenti, a diversi livelli, se non si farà nulla per ridurre le emissioni di gas serra².

[...]“ Il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come risulta oggi evidente dalle osservazioni circa l'incremento delle temperature medie dell'aria e degli oceani, lo scioglimento diffuso dei ghiacci e della neve e l'aumento del livello medio dei mari. A livello continentale, oceanico e regionale, sono stati rilevati numerosi cambiamenti climatici a lungo termine. Essi includono i mutamenti delle temperature e del ghiaccio nell'Artico, il cambiamento generalizzato delle precipitazioni totali, la salinità degli oceani, le strutture dei venti e i fenomeni meteorologici estremi, quali la siccità, le piogge intense, le ondate di calore e l'intensità dei cicloni tropicali. Esiste un'elevatissima probabilità che gran parte dell'aumento della temperatura globale rilevato a partire dalla metà del XX secolo, dipenda dall'incremento della concentrazione di gas serra di origine antropica. Le emissioni continue di gas serra, in misura pari o superiore ai livelli attuali, provocherebbero un ulteriore riscaldamento e diversi mutamenti nel sistema climatico globale, nel corso del XXI secolo; si tratterebbe molto probabilmente di mutamenti più vasti di quelli osservati durante il XX secolo. Il riscaldamento antropico e l'innalzamento dei mari, proseguirebbero per secoli (...) anche in caso di stabilizzazione dei livelli di concentrazione dei gas serra. Le emissioni di anidride carbonica passate e future, continueranno a contribuire al riscaldamento e all'innalzamento dei mari per più di un millennio, a causa del tempo necessario per l'eliminazione di tale gas dall'atmosfera.” [...]”³.

In assenza di decisi e urgenti interventi di riduzione delle emissioni di anidride carbonica, gli effetti del cambiamento climatico aumenteranno nel tempo, sommergendo le aree costiere più vulnerabili (dal Bangladesh all'Olanda, dal delta del Nilo alle isole del Pacifico), accelerando i processi di desertificazione e di abbandono delle colture (dalla Cina all'Africa centrale, dall'America Centrale al Mediterraneo), acuendo la scarsità di acqua dolce pulita e aumentando i fenomeni

¹ Vedi il sito www.ipcc.ch

² Il Protocollo di Kyoto prende in considerazione un paniere di sei gas serra: l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), i clorofluorocarburi (CFC), i perfluorocarburi (PFC) e l'esafioruro di zolfo (SF₆).

³ Tradotto dal documento Fourth Assessment Report dell'Ipcc, presentato a Parigi il 2 febbraio 2007

atmosferici estremi. Per fermare questi violenti sconvolgimenti, la comunità internazionale è riuscita, negli ultimi quindici anni, a costruire un processo negoziale multilaterale rigoroso, che ha portato alla definizione di politiche e obblighi di riduzione delle emissioni di gas serra. La Convenzione sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (UNFCCC)⁴, istituita a Rio nel 1992, ha approvato il Protocollo di Kyoto durante la terza Conferenza delle Parti (COP-3)⁵ nel 1997. Gli Accordi di Marrakech, raggiunti alla COP-7⁶ del 2001, hanno regolamentato le questioni sino allora irrisolte, concedendo ai paesi con obblighi di riduzione, una considerevole flessibilità nelle modalità di raggiungimento degli obiettivi rendendo così il Protocollo di Kyoto, il pacchetto di norme più innovativo e tecnicamente complesso adottato a oggi nella legislazione ambientale internazionale.

Il Protocollo è entrato in vigore il 16 febbraio del 2005⁷ (in seguito alla firma della Russia, avvenuta il 4 Novembre 2004) e ha come Obiettivo principale la riduzione media del 5,2% dei livelli di emissione rispetto a quelli del 1990, nel periodo tra il 2008 ed il 2012. Per i paesi più industrializzati e sviluppati, fra cui l'Unione Europea, è

⁴ La Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (United Nations Framework Convention on Climate Change da cui l'acronimo UNFCCC), è un trattato ambientale internazionale prodotto dalla Conferenza sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED, United Nations Conference on Environment and Development), informalmente conosciuta come Summit della Terra, tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992, con la firma di 154 nazioni. In seguito alla ratifica, il trattato obbligava i governi a perseguire un "obiettivo non vincolante" per ridurre le concentrazioni atmosferiche dei gas serra, con l'obiettivo di "prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre". Queste azioni erano dirette principalmente ai paesi industrializzati, con l'intenzione di stabilizzare le loro emissioni di gas serra ai livelli del 1990 entro il 2000. Le nazioni firmatarie concordarono di riconoscere "responsabilità comuni ma differenziate", con maggiori responsabilità per la riduzione delle emissioni di gas serra nel breve periodo per i Paesi sviluppati, elencati nell'Annesso I dell'UNFCCC e denominati *Paesi dell'Annesso I*. Secondo i termini dell'UNFCCC, avendo ricevuto le ratifiche di più di 50 Paesi, il trattato entrò in vigore il 24 marzo 1994. Da quel momento, le parti si sono incontrate annualmente nella *Conferenza delle Parti (COP)*, iniziando da metà degli anni 1990, per stabilire azioni legalmente vincolanti per i Paesi sviluppati. E' proprio tra i diversi incontri in cui si effettuavano gli aggiornamenti (denominati "protocolli") che nacque il Protocollo di Kyoto, che diventò molto più noto della stessa UNFCCC.

⁵ Il Protocollo di Kyoto fu adottato nella COP-3, svoltasi nel dicembre 1997 a Kyoto (Giappone), dopo tese negoziazioni. Molte nazioni industrializzate e alcune economie centroeuropee in transizione (definite come Paesi dell'Annesso B), concordarono su riduzioni legalmente vincolanti delle emissioni di gas serra, in media di 6%-8% rispetto ai livelli del 1990, fra gli anni 2008 e 2012. Gli Stati Uniti avrebbero dovuto ridurre le loro emissioni totali del 7% rispetto ai loro livelli del 1990.

⁶ La Conferenza delle Parti, da cui l'acronimo COP, si incontrò per la prima volta a Berlino nella primavera del 1995 (ogni successivo incontro è stato numerato: COP-1, COP-2, COP-3, ecc...). All'incontro del COP-7 di Marrakesh (Marocco) dell'ottobre 2001, i negoziatori crearono le condizioni affinché le nazioni ratificassero il Protocollo.

⁷ Vedi www.kyotoclub.org

prevista una riduzione maggiore pari all' 8%. Per altri paesi, considerati in via di sviluppo, sono fissati limiti meno rigidi.

Per l'adempimento degli obblighi di riduzione, il Protocollo impegna i firmatari ad applicare ed elaborare una serie di politiche e misure, volte principalmente a migliorare l'efficienza energetica nei settori rilevanti dell'economia nazionale, a promuovere, sviluppare e utilizzare maggiormente fonti energetiche rinnovabili e tecnologie avanzate ed innovative compatibili con l'ambiente, ed alla riduzione delle emissioni nel settore dei trasporti.

Il Protocollo prevede due tipi di strumenti per conseguire le riduzioni proposte:

- Politiche e misure: sono quegli interventi previsti dallo Stato attraverso programmi attuativi specifici realizzati dall'interno del territorio nazionale;
- Meccanismi flessibili: sono strumenti economici mirati a ridurre il costo complessivo d'abbattimento dei gas serra, permettendo di ridurre le emissioni lì dove è economicamente più conveniente, pur nel rispetto degli obiettivi di tipo ambientale. Si distinguono tre tipi di meccanismi flessibili: International Emissions Trading (IET)⁸, Clean Development Mechanism (CDM)⁹ e Joint Implementation (JI)¹⁰.

Con la firma della Russia, è stata superata la soglia del 55% delle emissioni di biossido di carbonio prodotte dai paesi industrializzati nel 1990, condizione necessaria all'entrata in vigore del Protocollo. Sono quattro i paesi, tra quelli industrializzati, che non hanno ancora ratificato: Liechtenstein e Monaco che producono un basso quantitativo di emissioni, l'Australia responsabile del 2,1% e gli USA che, con il 25 %, rappresentano un quarto delle emissioni globali.

⁸ International Emissions Trading (IET). Consiste nella possibilità che uno Stato, ed eventualmente un'azienda, possa comperare o vendere ad altri Stati o aziende, permessi di emissione in modo da allineare le proprie emissioni con la quota assegnata: il soggetto interessato venderà tali permessi quando le proprie emissioni sono al di sotto della quota assegnata, mentre li compererà quando le proprie emissioni sono al di sopra della quota assegnata. I permessi di emissione vengono chiamati *Assigned Amount Units* ed indicati con la sigla AAUs.

⁹ Clean Development Mechanism (CDM). E' un meccanismo di collaborazione attraverso il quale, le aziende o gli Stati che realizzano progetti a tecnologia pulita nei paesi in via di sviluppo, ricevono crediti di emissione pari alla riduzione ottenuta rispetto ai livelli che si sarebbero avuti senza il progetto. Tali crediti sono chiamati *Certified Emissions Reductions* ed indicati spesso con la sigla CERs.

¹⁰ Joint Implementation (JI). E' un meccanismo di collaborazione tra paesi industrializzati e quelli ad economia in transizione, per il raggiungimento dei rispettivi obiettivi di riduzione delle emissioni. Analogamente al CDM, permette di ottenere crediti di emissione attraverso investimenti in tecnologie pulite in altri paesi. Tali crediti sono chiamati *Emissions Reductions Units* ed indicati con la sigla ERUs.

1.1.1 Il punto sull' Italia

L'Italia ha ratificato il Protocollo di Kyoto attraverso la legge di ratifica del 1 giugno 2002, n. 120, in cui è illustrato il relativo Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. L'obiettivo di riduzione per l'Italia è pari al 6,5% rispetto ai livelli del 1990¹¹; pertanto, tenendo conto dei dati registrati al 1990, la quantità di emissioni assegnate all'Italia, non potrà eccedere, nel periodo 2008-2012, il valore di 487,1 Mt CO₂ eq¹². Tale obiettivo è da ritenersi piuttosto ambizioso, sia perché l'Italia è caratterizzata da una bassa intensità energetica, sia in funzione del fatto che, dal 1990 ad oggi, le emissioni italiane di gas serra sono già notevolmente aumentate e, senza l'applicazione di politiche e misure nazionali, sono destinate a crescere ancora¹³. Ai fini di una chiara comprensione dello sforzo di riduzione che l'Italia dovrà compiere per raggiungere tale obiettivo, basti pensare che, lo scenario di emissione "tendenziale" di gas serra al 2010, prevede dei livelli di emissione pari a 579,7 Mt CO₂ eq. Questo scenario è stato calcolato tenendo conto solo della legislazione vigente, ossia delle misure politiche già avviate; dunque, rispetto all'obiettivo di Kyoto, si avrebbe un divario effettivo al 2010 di circa 93 Mt CO₂ eq. Oltre allo scenario tendenziale, è stato delineato uno scenario di emissione "di riferimento", in cui si è tenuto conto degli effetti di provvedimenti, programmi e iniziative nei diversi settori già individuati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; tali misure potranno consentire una riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra per un valore di 51,8 Mt CO₂ eq/anno nel periodo 2008-2012. Lo scenario di riferimento porterebbe quindi a dei valori di emissione pari a 528,1 Mt CO₂ eq. Tenendo conto dello scenario di riferimento al 2010, rispetto all'obiettivo di riferimento, esiste ancora un divario di circa 41 Mt CO₂ eq. e quindi si rende necessario individuare nuove politiche e misure per ridurre i livelli di emissione.

¹¹ Bisogna considerare che, dall'entrata in vigore del Protocollo, la situazione italiana è di un + 12% di emissioni rispetto al 1990, dunque lo sforzo complessivo da compiere da parte del nostro paese, è di un 18,5%.

¹² CO₂ eq.: E' un'unità comune che permette di misurare insieme emissioni di gas serra diversi con differenti effetti climalteranti. Ad esempio il metano ha un potenziale climalterante 21 volte superiore rispetto alla CO₂, conseguentemente una tonnellata di metano viene contabilizzata come 21 tonnellate di CO₂ equivalente. I potenziali climalteranti dei vari gas sono stati elaborati dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Mt: milioni di tonnellate.

¹³ Documento tratto da www.minambiente.it

Scenario tendenziale	579,7
Scenario di riferimento	528,1
Obiettivo di emissione	487,1
Ulteriore riduzione necessaria per il raggiungimento dell'obiettivo	41,0

Tab. 2.1 Scenari di emissione e obiettivo di riduzione al 2008-2012 (Mt CO₂ eq.)

Le misure individuate dal Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica nel 2002, per coordinare gli interventi di riduzione delle emissioni nei diversi settori, si possono suddividere in tre macro gruppi:

- le misure già individuate con provvedimenti, programmi e iniziative, che concorrono a definire il così detto “scenario di riferimento” al 2010, al quale corrisponde una riduzione pari a 51,8 Mt CO₂ eq;
- le misure da attuare nel settore agricolo e forestale, con una riduzione di 10,2 Mt CO₂ eq;
- le ulteriori misure di riduzione, sia a livello interno, sia mediante i meccanismi di cooperazione internazionale del Protocollo di Kyoto, necessarie per colmare il divario residuale di circa 30,8 Mt CO₂ eq..

Nella Tabella 2.2, si riporta l'elenco delle politiche approvate o decise, incluse nello scenario di riferimento. Esse riguardano principalmente:

- l'attuazione di programmi già previsti da leggi nazionali e direttive europee, nonché da decreti ministeriali, da delibere del CIPE, in materia di produzioni di energia, di riduzione dei consumi energetici, di smaltimento dei rifiuti, di miglioramento dell'efficienza nei trasporti;
- le iniziative avviate in Cina, nei paesi del nord Africa e nei Balcani, che possono generare crediti di emissione o di carbonio attraverso i meccanismi di Clean Development Mechanism e Joint Implementation.

Utilizzo di fonti energia	Riduzione periodo (2008-2012) (MtCO ₂ eq./anno)
Industria elettrica	26,0
Espansione CC per 3200 MW	8,90
Espansione capacità import per 2300 MW	10,60
Ulteriore crescita rinnovabili per 2800 MW	6,50
Civile	6,30
Decreti efficienza usi finali	6,30
Trasporti	7,5
Autobus e veicoli privati con carburanti a minor densità di carbonio (Gpl, metano)	1,5
- Sistemi di ottimizzazione e collettivizzazione del trasporto privato (<i>car pooling, car sharing, taxi collettivi</i>) - Rimodulazione dell'imposizione sugli oli minerali - Attivazione sistemi informatico-telematici	2,1
Sviluppo infrastrutture nazionali	3,9
Crediti di carbonio da JI e CDM	12
TOTALE	51,8

Tab. 2.2 Elenco delle politiche approvate o decise, incluse nello scenario di riferimento¹⁴

Per l'individuazione delle ulteriori misure, è stato definito un set di possibili programmi e iniziative, da avviare sia all'interno del Paese che all'estero, tra le quali dovranno essere selezionate quelle da implementare durante il periodo 2004-2010 e che, pertanto, saranno incluse nel piano. La stima necessariamente approssimativa della riduzione delle emissioni che le misure proposte potranno indurre, è tra 53 e 95,8 Mt CO₂ eq..

Di seguito si riporta la descrizione e la valutazione del potenziale di riduzione delle misure proposte, distinte fra le opzioni per le ulteriori misure nazionali di riduzione e le opzioni per l'impiego dei meccanismi.

L'importanza del ruolo dei "meccanismi flessibili"

I meccanismi flessibili rivestono un ruolo strategico per l'Italia, al fine di ridurre l'onere complessivo nel rispetto del Protocollo di Kyoto e salvaguardare la competitività del nostro paese. Infatti, la maggior parte degli studi, indicano che i costi di abbattimento nazionale delle emissioni di gas serra, sono molto elevati per l'Italia. Questo è principalmente dovuto alle peculiarità dell'economia italiana, caratterizzata da una bassa intensità energetica e da una grande dispersione delle

¹⁴ Tabella tratta da www.minambiente.it

attività produttive. Una riduzione solo in ambito nazionale delle emissioni, comporterebbe costi molto alti per il nostro paese¹⁵. Il governo italiano, ha puntato tutto sulle attività d'acquisto di crediti di CO₂ sul mercato internazionale, sfruttando il meccanismo del mercato delle emissioni (Emission Trading)¹⁶, cercando quindi di intervenire il meno possibile sulla situazione di consumo energetico interno, nonché relegando la propria azione, all'appoggio di iniziative internazionali di forestazione e di carbon sinking¹⁷, ovvero di sequestro e fossilizzazione di CO₂. Questo tipo di misure, rappresenta almeno il 50% degli obiettivi di riduzione del nostro paese.

Dunque, seguendo la logica contenuta nella strategia adottata dall'Italia per affrontare la questione succitata, il piano nazionale di riduzione delle emissioni, prevede un utilizzo dei meccanismi flessibili così ripartito:

- misure approvate o decise nel settore pubblico incluse nello scenario di riferimento, che dovrebbero portare crediti di carbonio da JI e CDM per un totale di 12 Mt CO₂ eq./anno, nel periodo 2008-2012;
- misure nel settore privato incluse nello scenario di riferimento, il cui ammontare sarà determinato dai limiti settoriali imposti a livello nazionale e dalla presenza di incentivi del mercato;
- opzioni addizionali per l'impiego dei meccanismi, che potranno comportare una riduzione potenziale compresa fra 20 e 48 Mt CO₂ eq./anno.

Secondo ciò che il piano nazionale afferma, l'obiettivo di tali programmi ed iniziative, oltre ad ottenere crediti di emissione, è quello di utilizzare il "fattore ambiente" come volano per l'accesso ai finanziamenti internazionali e come veicolo di internazionalizzazione dell'economia italiana.

Poiché la riduzione delle emissioni di gas serra deve essere intesa come riduzione delle "emissioni nette", vale a dire di quanto complessivamente aggiunto all'atmosfera e di quanto complessivamente sottratto all'atmosfera, si deve tenere in considerazione anche il ruolo degli interventi di afforestamento e riforestamento¹⁸.

¹⁵ Nel 2012, infatti, entreranno in vigore le sanzioni previste dalla Direttiva europea sulle emissioni climalteranti, per tutti quei paesi che sforeranno le quote di CO₂ assegnate. Le sanzioni che verranno applicate, peseranno sul bilancio italiano per un valore di 40 euro, per ogni tonnellata di CO₂ in eccesso emessa.

¹⁶ Vedi Fig. 2.1

¹⁷ Ossia sequestro e fossilizzazione di CO₂

¹⁸ Tali interventi sono misure del settore agricolo e forestale, in grado di assorbire anidride carbonica e quindi ridurre il quantitativo globalmente emesso in atmosfera. Sulla base del piano nazionale di riduzione, queste misure dovrebbero consentire una riduzione equivalente di emissioni pari a 10,2 Mt.

Se da una parte è deludente l'atteggiamento del governo, è auspicabile che, almeno a livello di istituzioni locali, ci sia un segnale forte che promuova e rispetti davvero il protocollo di Kyoto, perseguendo e adottando con serietà politiche per un risparmio energetico e per il miglioramento dell'efficienza energetica anche negli usi finali, come quello dell'illuminazione pubblica.

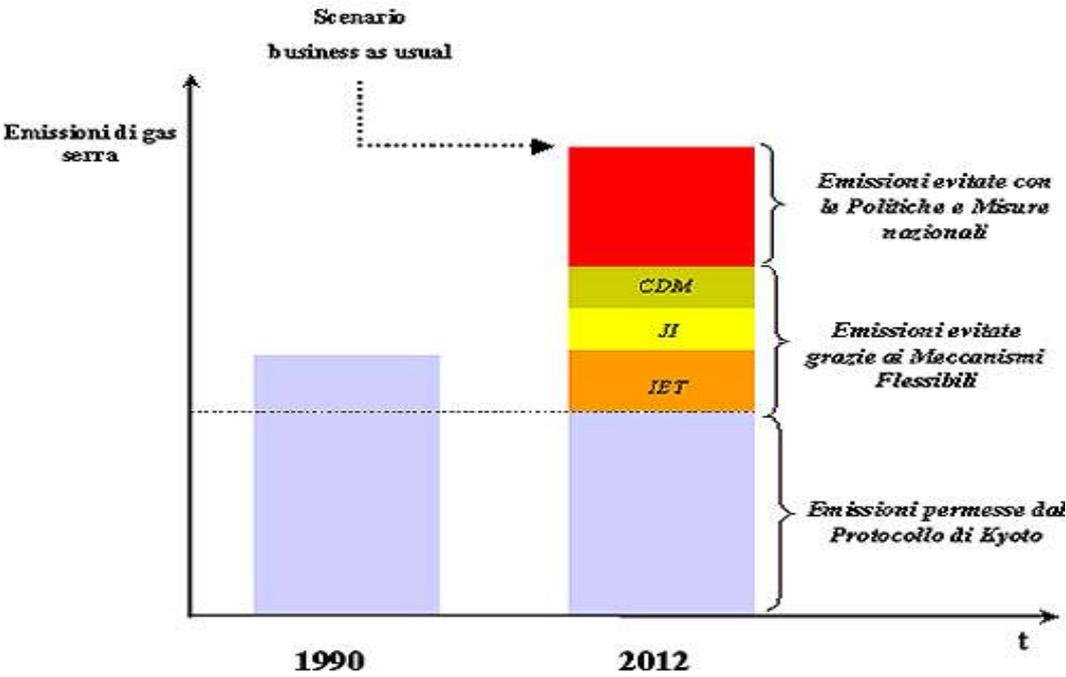


Fig. 2.1 Strumenti per il raggiungimento degli obiettivi del Protocollo di Kyoto

1.2 La condizione energetica del nostro paese

Alla luce degli impegni a cui l'Italia, come Stato firmatario, si è sottoposta, è naturale chiedersi: sono raggiungibili? Per inquadrare la questione, è necessario fare una panoramica del "bilancio" energetico del nostro paese.

Il consumo interno lordo di energia in Italia, si è assestato nel 2004 a 196,8 Mtep, in crescita dell'1,3% rispetto al 2003¹⁹. Prosegue la tendenza alla crescita della domanda interna di gas naturale (+3,8%), che tocca i 66,5 Mtep (34% dei consumi di energia primaria) in virtù della progressiva sostituzione delle centrali termoelettriche ad olio combustibile con nuove centrali a turbogas, caratterizzate da un'efficienza più elevata, mentre, dopo anni di relativa stabilità, si assiste ad una crescita dei consumi di carbone che raggiunge i 17,1 Mtep (8,7% dei consumi di energia primaria), pur in presenza di consistenti aumenti dei prezzi. Conseguentemente, il consumo complessivo di prodotti petroliferi è stato pari a 88 Mtep (45% dei consumi di energia primaria), con un calo del 3,1% rispetto all'anno precedente. Nel 2004 la richiesta totale di energia elettrica ha raggiunto 325,4 TWh, con un incremento dell'1,5% rispetto al 2003. L'aumento della dipendenza energetica nel 2004, ha determinato un aumento della fattura energetica dell'Italia verso l'estero che, ha risentito dell'incremento dei volumi importati, in particolare di quelli di gas naturale e di combustibili solidi arrivando nel 2004, a un saldo negativo di 29,3 miliardi di euro con un peggioramento, rispetto al 2003, di quasi 800 milioni di euro.

Nel biennio 2004-2005 sul mercato degli idrocarburi si è delineato uno scenario del tutto nuovo, anche se in larga parte prevedibile in relazione all'esplosione della domanda dei Paesi dell'Asia: l'offerta globale ha toccato i suoi limiti strutturali in area OPEC e non-OPEC, a fronte di una domanda in forte sviluppo e in una congiuntura di saturazione della capacità di raffinazione a livello mondiale.

Il gas naturale si avvia fisiologicamente a trasformarsi, da materia prima "in concorrenza" con i prodotti petroliferi, a fonte energetica "sostitutiva". In un Paese, come l'Italia, in cui il gas naturale, che concorre in misura del 34% al bilancio energetico nazionale, è dipeso nel 2004 per l' 85% dalle importazioni. Una ragione in più per sostenere la diversificazione degli approvvigionamenti, lo sviluppo di terminali GNL²⁰ e la piena liberalizzazione del mercato.

¹⁹ Dati ENEA tratti dal " Rapporto Energia – Ambiente 2005" , presentato nel gennaio 2006

²⁰ GNL: gas naturale liquefatto

Nonostante i forti aumenti verificatisi negli ultimi due anni, il carbone è considerato ancora la fonte più conveniente per l'alimentazione elettrica, in quanto gli aumenti non hanno influito in maniera significativa sul prezzo finale dell'energia elettrica, essendo la gran parte degli approvvigionamenti regolata da contratti di fornitura a lungo termine stipulati prima dei rialzi registrati recentemente. In una prospettiva di medio-lungo periodo, è innegabile tuttavia che la competitività del carbone dovrà confrontarsi, oltre che con gli incrementi del prezzo della materia prima, anche con i futuri scenari, delineati da un lato dal Piano Nazionale di Assegnazione (PNA)²¹ delle quote di emissioni di gas serra, in accordo alla direttiva 2003/87/CE²², e dall'altro dagli impegni derivanti dal Protocollo di Kyoto, con i relativi costi specifici associati alle emissioni di anidride carbonica.

Dunque sul piano degli interventi strutturali delle reti di distribuzione e produzione di energia elettrica, molto può essere fatto con la cogenerazione²³, la generazione distribuita²⁴, le centrali a ciclo combinato²⁵. Si tratta cioè di migliorare l'efficienza del sistema, producendo più energia con minore materie prime, arrivando quindi ad una minore emissione di CO₂. La scelta del gas, anziché del carbone, va perseguita, come già accennato, in ogni modo, a causa dell'impatto enorme in termini di emissioni climalteranti che quest'ultimo combustibile presenta.

²¹ PNA: Piano Nazionale di Assegnazione. L'Unione Europea, con la Direttiva Emissions Trading (2003/87/CE), ha istituito un sistema di Emission Trading per lo scambio di quote tra le imprese, che ha preso avvio il 1° gennaio 2005 e prevede 2 periodi: 2005-2007 e 2008-2012. Il PNA fissa un tetto massimo nazionale di quote che vengono allocate alle imprese nei diversi periodi di riferimento.

²² Direttiva 2003/87/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 13 ottobre 2003, che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE).

²³ Cogenerazione: produzione congiunta (in uno stesso impianto) di energia elettrica e di calore che garantisce un significativo risparmio di energia rispetto alle produzioni separate. Vedi www.wikipedia.org

²⁴ Generazione distribuita: generazione di energia elettrica in unità di piccole dimensioni localizzate in più punti del territorio. Non ci sono definizioni precise per quanto riguarda la taglia o la tipologia degli impianti, che possono essere motori termici, aereomotori, pannelli fotovoltaici. Una caratterizzazione più precisa può essere fatta dal punto di vista della connessione di questi generatori alla rete elettrica: essendo localizzati in località remote (campi eolici) o in prossimità dell'utente finale (cogenerazione), questi impianti sono collegati alla rete di distribuzione a basso voltaggio. Vedi www.wikipedia.org

²⁵ Centrali a Ciclo combinato: tecnologia per la produzione di energia elettrica da combustibili in forma gassosa, che si basa sull'utilizzo di una o più turbine (generalmente a gas turbogas) associate a una turbina a vapore. Il calore dei fumi allo scarico della turbina, viene sfruttato in un generatore di vapore a recupero, nel quale si produce il vapore poi utilizzato nella turbina a vapore. Le centrali a ciclo combinato permettono un uso particolarmente efficiente del combustibile e, nello stesso tempo, consentono un limitato impatto ambientale in termini di emissioni inquinanti. Qualora il calore in uscita dal ciclo combinato venga ulteriormente impiegato in un processo industriale sotto forma di vapore tecnologico, si ha cogenerazione. Vedi www.wikipedia.org

La potenzialità delle rinnovabili

La direttiva europea del 2001²⁶ sullo sviluppo delle rinnovabili, indica per l'Italia un obiettivo di produzione da queste fonti, al 2010, pari al 25% del consumo totale lordo di energia elettrica²⁷.

Attualmente (2006) la produzione da fonti rinnovabili è di circa 51,5 TWh (miliardi di kWh), pari a circa il 16% della domanda elettrica nazionale (338 TWh), contribuendo per poco più del 7% alla domanda complessiva di energia.

Prevalente è il ruolo di quelle "storiche", in particolare dell'idroelettrico, che fornisce oltre il 75% dell'energia elettrica da rinnovabili.

Nonostante un buon incremento della produzione di energia fatto segnare negli ultimi anni, il contributo energetico da biomassa è attestato al 10% della domanda di energia e quello dei biocombustibili risulta inferiore all'1% della domanda nel settore trasporti.

Anche per eolico e solare, tra le rinnovabili quelle che presentano le maggiori potenzialità di sviluppo, il 3% di contributo alla domanda di energia fatto segnare nel 2004 appare decisamente al di sotto della media europea.

Poiché si stima che, nel 2010 la domanda elettrica potrebbe crescere fino a 370 TWh, per raggiungere il traguardo europeo, sarà necessaria una produzione aggiuntiva da fonti rinnovabili di almeno 30 TWh. Tuttavia un ulteriore importante progresso è richiesto dall'Unione Europea per il dopo 2010, nell'ambito della strategia volta a contenere le emissioni di gas ad effetto serra. Per il 2020, infatti, è previsto che le fonti rinnovabili coprano il 22% di tutti i consumi energetici (non solo elettrici). Per il settore elettrico italiano è prevedibile un target compreso tra il 30 ed il 35% di produzione da fonti rinnovabili sui consumi complessivi. Il che, in funzione dei diversi possibili scenari di evoluzione della domanda, vuol dire una produzione aggiuntiva da rinnovabili compresa tra 25 e 50 TWh.

In totale, dunque, entro il 2020 in Italia la produzione aggiuntiva da rinnovabili dovrà essere compresa tra 55 e 80 TWh in più rispetto alla produzione attuale. Come già accennato, nel 2006 in Italia, la produzione da rinnovabili ha coperto circa il 16% della domanda elettrica. Il dato però non è rassicurante se guardato in

²⁶ Direttiva Europea 2001/77/CE

²⁷ Vedi sito www.enel.it

un'ottica di medio-lungo periodo, poiché è stata accertata una contrazione della crescita delle fonti rinnovabili in Italia, rispetto ad altri Paesi europei.

A conferma, se si considerano gli impianti in progetto (la cui entrata in esercizio dovrebbe avvenire nell'arco dei prossimi tre anni), la situazione attuale prevede una produzione aggiuntiva al 2010 di 15-16 TWh (di cui circa 1,6 TWh da fotovoltaico): circa la metà di quella necessaria per soddisfare l'obiettivo indicato nella direttiva europea del 2001.

Sarà dunque possibile raggiungere, per l'Italia, i severi traguardi posti di sviluppo per le fonti rinnovabili? Complessivamente, in realtà, siamo ancora lontani da un vero decollo delle rinnovabili che, nonostante i meccanismi di incentivazione messi in atto, potranno difficilmente soddisfare il 22% del consumo interno lordo di elettricità tra il 2010 e il 2012, come prevedono gli impegni assunti in sede comunitaria.

I dubbi sulla risposta sono tanti...ma se vogliamo essere ottimisti, possiamo citare una risposta affermativa: *" sì, secondo Assoelettrica²⁸, anche se con un paio d'anni di ritardo, ma solo se si punterà con convinzione su tutte le fonti rinnovabili, nessuna esclusa, dall'idroelettrico all'eolico, dalle biomasse al fotovoltaico"*.

Altro importante aspetto da non trascurare, di cui non si è accennato fin'ora, è quello degli investimenti per la ricerca e lo sviluppo. L'intensità delle spese in ricerca rispetto al PIL nei maggiori Paesi industrializzati, presenta rapporti variabili tra il 2 e il 3%, mentre in Italia si attesta nel 2002 all'1,16%, contribuendo alla perdita di competitività dell'industria nazionale.

Per quanto riguarda le spese pubbliche di ricerca e sviluppo in campo energetico, il trend è decisamente negativo, con un livello della spesa nel 2004 ridotto a poco meno della metà del livello del 1990 in termini reali.

La riduzione ha interessato soprattutto le attività di ricerca su tecnologie orizzontali e la ricerca sul nucleare, che si è focalizzata sulla fusione termonucleare e, per la fissione, sui temi della sicurezza e del trattamento delle scorie.

È diminuita anche la ricerca riguardante il risparmio e l'efficienza energetica, che si va concentrando sul risparmio nel settore residenziale e in parte in quello industriale, con un parallelo abbandono dell'attività nei trasporti.

Così come afferma il Rapporto dell'ENEA, la ripresa di interesse che negli ultimi anni si è registrata in area UE per la ricerca energetica, non sembra aver coinvolto in misura significativa l'Italia.

²⁸ Assoelettrica: Associazione Nazionale delle Imprese Elettriche, vedi www.assoelettrica.it

In questo contesto, l'Italia appare inserirsi con difficoltà nel rinnovato scenario della competizione tecnologica che negli ultimi anni ha caratterizzato il rilancio della UE. Oltre alla ben nota dipendenza dalle importazioni di fonti primarie di energia, stiamo diventando sempre più dipendenti anche dal punto di vista delle tecnologie. E questo in un momento in cui si delineano nuovi scenari "globali" di trasformazione del settore energetico che sono sempre più orientati verso un esteso ricorso a nuove fonti di energia, fortemente base sulle innovazioni tecnologiche.

Dipendenza energetica e dipendenza tecnologica rappresentano, in definitiva, due facce di un pericolosissimo vincolo allo sviluppo del Paese che è assolutamente necessario superare con azioni di politica industriale in cui, ricerca e sviluppo tecnologico, trovino un ruolo centrale.

La strada da seguire è quella verso una prospettiva di crescita sostenibile, che sarà possibile solo ricorrendo a nuove tecnologie, in grado di soddisfare la crescente domanda di energia e, contemporaneamente, di ridurre le pressioni ambientali.

In sintesi: più ricerca scientifica e tecnologica.

1.3 Bilancio economico su base ambientale

Un quarto delle emissioni di anidride carbonica su scala mondiale proviene dai combustibili fossili utilizzati per la produzione di energia elettrica. La necessità di abbattere i livelli di emissione trova, dunque, nel settore elettrico, un campo di applicazione cruciale.

Per comprendere cosa si può ottenere in futuro su questo fronte, occorre partire da un'analisi esauriente dei risultati conseguiti finora. Ciò che si evidenzia, ancora una volta, è un monito condiviso dall'intera Unione Europea: ossia, l'importanza di non far trascorrere altro tempo per individuare gli strumenti e le misure utili a controllare le emissioni provenienti dai settori maggiormente responsabili.

Nella Tab. 2.3, elaborata dagli ambientalisti di Greenpeace sui dati dell'Unione europea, si elencano le aziende dei settori responsabili del maggior tasso di emissione di CO₂, insieme agli sforzi fatti per diminuire le emissioni e restare dentro le soglie fissate dalla Ue.

Il risultato non è molto confortante: tra il 2005 e il 2006, le emissioni complessive sono aumentate da 225,8 a 227,1 milioni di tonnellate di CO₂²⁹. Ciò significa che, nonostante impegni e promesse, tutto quello che il sistema Italia è riuscito a fare, è stabilizzare le emissioni, non a ridurle. A determinare l'impasse, sono state soprattutto le centrali elettriche, a carbone e a gas. Più in generale, il nodo di un intervento di contenimento dell'anidride carbonica, almeno per quanto riguarda l'industria, sembra concentrato sulle grandi aziende, piuttosto che sulla platea di medie e piccole imprese dei rispettivi settori.

I parametri di riferimento sono quelli forniti dal mercato delle emissioni (Emissions Trading System, ETS, nel gergo comunitario), che Bruxelles ha creato all'inizio del 2005, per fornire strumenti concreti alla realizzazione del Protocollo di Kyoto contro l'effetto serra³⁰. La Ue individuò i settori industriali maggiori responsabili dell'emissione di CO₂ (centrali termoelettriche, acciaio, raffinazione del petrolio, materiali da costruzione, carta) e assegnò, ad ogni paese, delle quote massime di emissione, che poi i singoli governi si sarebbero impegnati a ripartire fra i diversi settori e, al loro interno, fra le diverse aziende. Il meccanismo attualmente prevede che, fino al tetto assegnato dalla Ue, le emissioni non hanno un prezzo: sono gratis. I paesi che sfiorano le emissioni massime consentite, devono comprare il diritto ad emettere la CO₂ in eccesso. Questa operazione è possibile acquistando i diritti di emissione da quei paesi che, avendo risparmiato anidride carbonica rispetto alla quota assegnata, si trovano in una situazione di "credito". Per non ricorrere al "meccanismo delle emissioni", l'alternativa possibile, consiste nel realizzare interventi di miglioramento dell'efficienza energetica "fuori da casa propria", incassando il credito conseguente.

Un esempio³¹: un'azienda elettrica canadese di Calgary, la TransAlta, acquista i diritti di emissione per 3000 tonnellate di riduzione annuale di anidride carbonica da un'azienda elettrica tedesca, la Hew di Amburgo, la quale ha risparmiato emissioni avendo aumentato la propria produzione grazie all'energia eolica. A sua volta, la TransAlta, rivende parte dei propri diritti, ad una società petrolifera americana, la Murphy Oil.

²⁹ Vedi www.novambiente.it

³⁰ Vedi nota 7

³¹ Bettini V., 2004, "Ecologia urbana - L'uomo e la città", Utet, TORINO, Pag. 228

Da suddetto sistema, ne è nato un vivace mercato che ha mobilitato, l'anno scorso, 22 miliardi di euro, sul quale, il sistema Italia, è compratore netto (poiché la stabilizzazione nelle emissioni italiane contraddice il percorso virtuoso disegnato dalla Ue, che ne prevede invece una riduzione). Il risultato è che lo sfioramento di 10 milioni di tonnellate nel 2005 è più che raddoppiato a 22 milioni di tonnellate nel 2006³². Con un costo crescente per le aziende che hanno dovuto comprare i relativi diritti. Finora è stato un costo limitato, dato il basso prezzo corrente, ma i diritti ad emettere nel dicembre 2008 costano, già oggi, 22 euro la tonnellata. Se il sistema Italia si trovasse in debito ancora, nel 2009, per 22 milioni di tonnellate, si troverebbe a dover pagare, per i diritti, una cifra complessiva vicina al mezzo miliardo di euro.

	2006			2005		
	Emissioni di CO ₂	Quote assegnate	Differenza 2006	Emissioni di CO ₂	Quote assegnate	Differenza 2005
TERMOELETRICO	149,0	124,7	+ 24,3	146,9	136,2	+ 10,7
Enel	51,6	40,6	+ 11,0	56,2	48,2	+ 8,0
Edison	20,3	16,2	+ 4,1	18,2	16,5	+ 1,7
Endesa	14,1	10,3	+ 3,8	12,4	11,3	+ 1,1
Edipower	12,7	10,2	+ 2,5	11,4	13,1	- 1,7
Enipower	10,5	9,1	+ 1,4	9,7	9,1	+ 0,6
Tirreno Power	7,1	5,3	+ 1,8	6,6	5,1	+ 1,5
Altri impianti	32,7	33,0	- 0,3	32,4	32,9	- 0,5

Tab. 2.3 Selezione del settore termoelettrico (tra i diversi settori industriali) soggetto a direttiva europea sull'Emission Trading (EU-ETS). I dati sono espressi in milioni di tonnellate di CO₂. Fonte: Elaborazione Greenpeace su dati Commissione europea (CITL)

³² Ci si chiede come sarà possibile per l'Italia rispettare il Protocollo... Tutte le misure su energia e ambiente previste nella bozza di Dpef (Documento di Programmazione Economica e Finanziaria) in discussione al Consiglio dei Ministri, dicono che per l'Italia mancare gli obiettivi di Kyoto significherebbe pagare fino a 2,6 miliardi di euro all'anno.

Aumentare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili, favorire l'uso sostenibile delle biomasse e dei biocombustibili, ulteriori sforzi nelle tecnologie di contenimento energetico, e compatibilmente con le risorse di bilancio disponibili, garantire il pieno funzionamento dei meccanismi flessibili e del registro dei serbatoi di carbonio. Queste, in sintesi, le misure illustrate nel documento che affronta per la prima volta in maniera così ampia le suddette tematiche.

L'Italia deve ridurre del 19% circa le emissioni di CO₂ nel periodo 2008-2012 per rispettare l'impegno assunto con il Protocollo di Kyoto. Secondo il Dpef, questo significa un impegno di riduzione le emissioni di anidride carbonica pari a circa 98 milioni di tonnellate all'anno, sempre nel periodo tra il 2008-2012. La bozza di Dpef prevede un piano di interventi per ridurre le emissioni di oltre 70 milioni di tonnellate di CO₂. Un numero importante ma non sufficiente per stare dentro i parametri del Protocollo.

La fotografia della situazione attuale, tuttavia, non basta per capire quanto potrebbe peggiorare nel prossimo futuro. A tal proposito è molto interessante proporre alcune parti del rapporto dell'ENEA "Energia e Ambiente 2006", presentato ad aprile 2007, che prospetta scenari davvero poco rassicuranti per il futuro italiano³³.

Lo scenario tendenziale del sistema nazionale energetico presentato dall'ENEA, evidenzia la forte crescita dei consumi energetici. Per la sola energia elettrica, l'ENEA prevede che, nel 2020, i consumi si attesteranno tra 416 ed i 458 TWh, con un incremento tra il 28 ed il 40 % rispetto al 2005. Inoltre, l'impatto previsto dall'ENEA sulle emissioni di CO2 è impressionante: un aumento al 2020 di oltre 180 milioni di tonnellate annue, pari ad un incremento del 35% rispetto ai valori del 1990, e di oltre 215 milioni di tonnellate rispetto all'obiettivo di Kyoto.

Come è noto, dopo aver assunto l'impegno di tagliare le emissioni di gas serra del 6,5% entro il 2012, l'Italia ha continuato a far crescere queste emissioni fino a raggiungere, nel 2004, quota 581 milioni di tonnellate di anidride carbonica, ossia 95 milioni di tonnellate di eccedenza annua (+ 12%) rispetto all'obiettivo di Kyoto.

Già con questa eccedenza, il conto che il nostro Paese pagherà, per aver chiuso gli occhi dinanzi ai disastri ambientali e rinviato le decisioni politiche sull'incentivazione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica, sarà molto salato.

Si prevedono circa 10 miliardi di euro, cioè circa 2 miliardi per ciascun anno del quinquennio (2008 – 2012) in cui inizieranno a scattare le sanzioni.

E' chiaro che in assenza di una incisiva azione di riduzione delle emissioni di CO2 da parte del Governo, si rischia di creare seri danni ambientali ed economici al nostro paese³⁴.

³³ Vedi sito www.uai.it

³⁴ Un esempio emblematico dei sempre più probabili danni economici, per l'Italia, causati dalla mancanza di una politica energetica sostenibile, è rappresentata dai fatturati annui del turismo (vale circa il 12% del PIL) e quello dell'agricoltura (tra il 14 ed il 15% del PIL), che saranno chiaramente influenzati da un cambiamento climatico orientato decisamente nel senso del riscaldamento del Pianeta. Tali settori valgono qualcosa come 370 miliardi di euro l'anno.

1.3.1 Le "responsabilità" imputabili all'illuminazione pubblica

La fetta di consumo imputabile all'illuminazione pubblica rappresenta il 1,9% dei consumi elettrici del nostro Paese e contribuisce complessivamente nella "bolletta energetica" per una quantità pari a 12,6 milioni di TEP³⁵, ossia corrispondenti a circa 4,26 milioni tonnellate di CO₂ emesse nell'atmosfera, approssimativamente il 3% delle emissioni che il nostro paese dovrebbe abbattere per raggiungere gli obiettivi minimi fissati dal Protocollo per il 2012.

Quindi, seppure percentualmente non rilevante, il volume di consumo³⁶ coinvolto in questo settore, è tutt'altro che trascurabile ed è, peraltro, in forte crescita. Negli ultimi anni, infatti, abbiamo assistito, e purtroppo continuiamo ad assistere, ad una progressiva crescita dei consumi per l'illuminazione stradale e delle aree pubbliche e private scoperte³⁷.

Secondo dati forniti dall'E.N.E.L. nel 1997, per la sola illuminazione pubblica, sono stati impiegati qualcosa come 4800 milioni di kWh.

Questo valore deve essere aumentato di circa il 5% l'anno e, ad esso, va aggiunto un 30% circa per l'illuminazione esterna privata di qualsiasi tipo.

Nel 1998 pertanto nel nostro paese sono stati utilizzati circa 6240 kWh per illuminare strade, monumenti e quant'altro; inoltre almeno il 30-35% (2184 kWh) di questa enorme potenza, viene inviato, senza alcun senso, direttamente verso il cielo producendo, peraltro, milioni di tonnellate di anidride carbonica che vengono immesse nell'atmosfera che respiriamo.

Non è poi da trascurare il fatto che il restante quantitativo, è spesso utilizzato in eccesso rispetto alle reali esigenze della collettività; infatti, interi quartieri³⁸, nuove urbanizzazioni di periferia, viali e facciate di edifici, sono illuminati a giorno, per

³⁵ TEP: Tonnellate Equivalenti di Petrolio

³⁶ Ogni anno si consumano circa 5.000 GWh di energia elettrica per la sola illuminazione pubblica, per lo più si tratta di impianti obsoleti, in cui, in molti casi, buona parte della luce è diretta/dispersa verso il cielo, 30-35%. Non è poi da trascurare il fatto che, il restante quantitativo, è spesso utilizzato in eccesso rispetto alle reali esigenze della collettività. Vedi www.greencrossitalia.it

³⁷ Secondo dati forniti dal GRTN nel triennio 2000-2003, per la sola illuminazione pubblica, nel 2001, sono stati impiegati circa 5.500 milioni di kWh. Questo valore deve essere aumentato di circa il 5% l'anno e, ad esso, va aggiunto un 30% circa per l'illuminazione esterna privata. Nel 2001 pertanto nel nostro paese sono stati utilizzati circa 7.150 milioni di kWh per illuminare strade, monumenti ed altro.

³⁸ In particolar modo è grave la situazione nelle zone di villeggiatura, dove spesso molte strade sono illuminate per case che si riempiono, nel migliore dei casi, per un paio di mesi all'anno, e frequente è il caso di viali interi illuminati a giorno per ragioni di immagine e commerciali, a volte facendo uso di tipologie di lampade particolarmente inefficienti come quelle montate su portalampade a globo, che disperdono verso l'alto la maggior parte della luce prodotta (è il caso di molti lungomare e lungolago).

venire incontro ad un malinteso bisogno di sicurezza da parte della popolazione, per ragioni di immagine, per fini pubblicitari e commerciali o anche per mancata programmazione da parte dell'Amministrazione; impianti funzionanti a pieno regime per tutto il corso della notte senza possibilità di ridurre il flusso luminoso durante le ore di minor traffico; monumenti con illuminazione eccessiva e/o con diffusione di luce al di fuori della sagoma e non soggetti a spegnimento programmato.

Inoltre la superficie di terreno coperta da strade, piazze e aree industriali e residenziali, non accenna a fermare la sua espansione, comportando un conseguente aumento del parco illuminante pubblico e dei costi da sostenere da parte delle Amministrazioni Locali.

Esiste dunque un problema che sta a monte della tecnologia applicata nei punti luce: fino a dove e fino a quando saremo in grado di garantire una continua espansione della superficie illuminata del nostro territorio? Si può pensare che questa soluzione sia un metodo estendibile ad libitum?

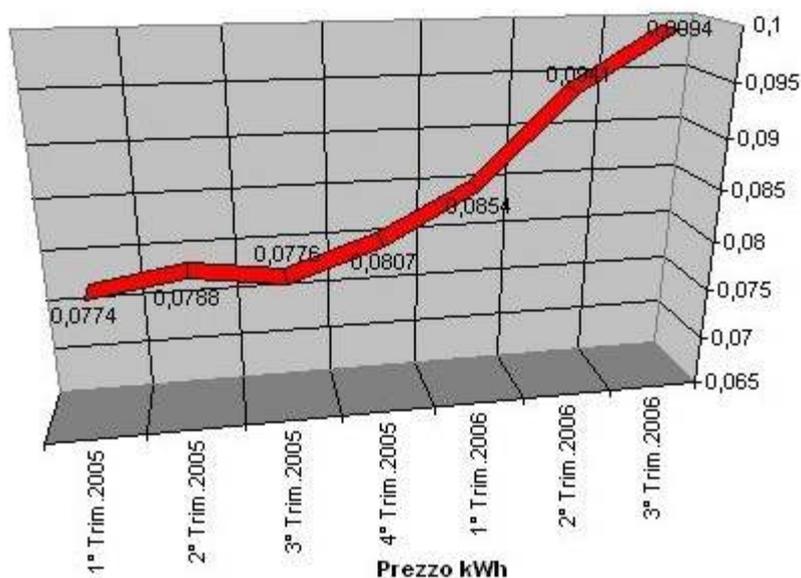
Una riflessione merita di essere fatta, anche alla luce dei costi che questa infrastruttura comporta per la collettività, per nulla trascurabili, che si incrociano con il bilancio decrescente degli organi pubblici che sopportano il maggiore onere di questo servizio, Comuni e Province in primo luogo.

Vediamo quindi, più nel dettaglio, gli aspetti ambientali ed economici legati al settore dell'illuminazione pubblica italiana.

Secondo i dati di Enel Distribuzione, il costo dell'energia per l'illuminazione pubblica a kWh, ha subito tra il 2005 e il 2006 una crescita pressoché esponenziale.

Si è infatti passati da 0.0778 €/kWh a settembre 2005, a 0.0994 €/kWh nel 3° trimestre 2006, con un incremento dei costi del 28.4% (Segue grafico).

Andamento costo kWh

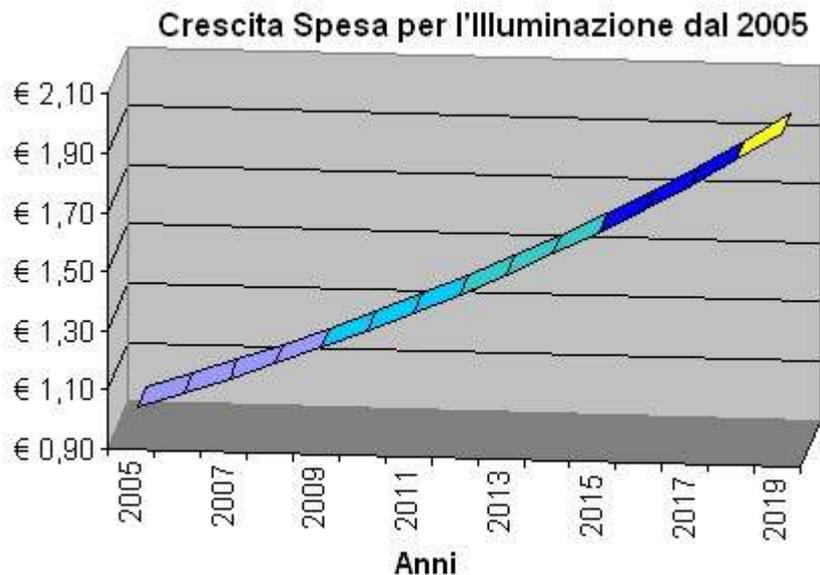


Questo dato percentuale di aumento, pesa non poco sui bilanci 2006 delle Amministrazioni Pubbliche. A titolo esemplificativo, si propongono due situazioni rappresentative del contesto urbano italiano:

- Un comune medio/grande: circa 50.000 abitanti con indicativamente 5.500 punti luce con una bolletta di 300.000 €/anno, avrà un incremento della bolletta di 63.000 € all'anno;
- Un comune medio/piccolo: circa 10.000 abitanti con indicativamente 1.000 - 1.500 punti luce con una bolletta di 50.000 €/anno, avrà un incremento della bolletta di 10.500 € all'anno!

Al tasso di crescita dell'illuminazione attuale, 6%³⁹, in meno di 15 anni, ogni comune italiano spenderà il doppio, rispetto ciò che spende attualmente, per la propria bolletta!

³⁹ A livello statistico (dati GRTN triennio 2000-2003) si ha una crescita annua del costo dell'illuminazione pubblica media dell'ordine del 6% per le sole nuove installazioni.



- Un comune medio/grande: circa 50.000 abitanti e 5.500 punti luce con una bolletta di 300.000 €/anno nel 2006, avrà un incremento della bolletta a oltre 600.000 €/anno nel 2019!
- Un comune medio/piccolo: circa 10.000 abitanti e 1.000-1.500 punti luce con una bolletta di 50.000 €/anno nel 2006, avrà un incremento della bolletta a oltre 100.000 €/anno nel 2019!

Se le Amministrazioni comunali non prendono atto delle dinamiche in continua evoluzione che coinvolgono il settore, adottando azioni correttive in breve tempo, il carico economico per un servizio irrinunciabile, quale l'illuminazione pubblica, sarà in pochi anni insostenibile.

A titolo solo esemplificativo, di seguito si propone una breve panoramica delle soluzioni possibili. L'argomento nello specifico, verrà trattata nei capitoli successivi.

E' ormai assodato che il 30% circa dell'energia elettrica degli impianti di illuminazione pubblica serve a...illuminare il cielo, viene cioè dispersa verso l'alto. Come inquinamento luminoso va considerato anche quello prodotto dalla riflessione verso l'alto della luce che proviene dai sistemi di illuminazione, che è calcolata in un 10%. Oltre alla quantità di luce emessa, va considerata anche la qualità di essa in rapporto alle necessità (una cosa è illuminare una strada in città, un'altra è illuminare una strada in una riserva naturale).

È evidente e sotto gli occhi di tutti, l'eccesso di luci utilizzate ovunque.

Quali le soluzioni possibili?

- Spegnere gli impianti?
- Bloccare la realizzazione di qualsiasi nuovo impianto?
- Fare un serio piano della luce che trovi le soluzioni tecnologiche per permettere ai comuni di investire ora sull'illuminazione (con rientri nei costi medi inferiori generalmente a 5 anni)!

Questa terza soluzione è evidentemente la più plausibile, poiché assicura risultati di risparmio pianificato minimo del 25 – 30%.

Un tale risparmio può essere raggiunto attraverso pochi interventi ma dalle importanti e vantaggiose ricadute in ambito economico e ambientale, vediamo brevemente qualcuno.

La sostituzione delle lampade degli apparecchi illuminanti ad esempio. La maggior parte delle lampade degli apparecchi d'illuminazione pubblica, sono lampade ai vapori di mercurio⁴⁰.

Le lampade ai vapori di sodio ad alta o bassa pressione, hanno una migliore efficienza luminosa rispetto a quelle al mercurio.

Il rapporto costo/benefici privilegia quelle al sodio che, con potenze da 100/150W, possono sostituire lampade al mercurio di 250/300 W a parità di efficienza luminosa.

Anche i vantaggi ambientali derivanti dall'uso di tecnologie corrette sono notevoli.

Per capire meglio in termini economico-ambientali, cosa si potrebbe ottenere, si pensi che, utilizzando lampade a vapori di sodio schermate verso l'alto, questi potrebbero essere i risultati per l'economia italiana derivanti dal settore illuminazione pubblica⁴¹:

1.750.000.000 Kwh, non consumati;

240 milioni € risparmiati;

430.000 tonnellate di olio combustibile, non bruciato;

70 milioni di € di combustibili, non importati;

1.350.000 tonnellate di CO₂, non immessa nell'atmosfera;

1.480.000 tonnellate di Ossigeno, non bruciato.

⁴⁰ Le lampade al mercurio e quelle al sodio, non possono essere trattate allo stesso modo. Le lampade a vapori di mercurio sono già considerate rifiuti speciali dalla normativa vigente (Direttiva RAE 2002/95), perciò bisogna includere tra gli aspetti negativi di questo prodotto, anche tutti gli oneri per lo smaltimento come rifiuti tossici. Vedi www.cielobuio.org

⁴¹ Dati elaborati dall'ing. Carlo Rossi Commissione I.L. (Inquinamento Luminoso) – UAI, Settembre 2000

Per riproporre l'analogia trattata in questo paragrafo, se consideriamo un comune medio/grande di circa 50.000 abitanti, per la sola illuminazione pubblica, annualmente, la voce in bilancio, potrebbe alleggerirsi di circa 155.000 €!

Alla luce di quanto è stato scritto, si può affermare che, il settore dell'illuminazione pubblica, offre molte e consistenti possibilità di risparmio, in termini energetici, ambientali e non per ultimi, economici.

Le stesse caratteristiche dell'illuminazione pubblica, lo rendono il settore ideale per contribuire al miglioramento in termini di efficienza, risparmio, tutela ambientale, che ci si attende dall'Italia, in seguito agli impegni presi in sede comunitaria.

Qual è, dunque, oggi la situazione generale dei comuni italiani? Lo rivela, "Facciamo piena luce!", la prima indagine nazionale realizzata da Legambiente⁴² e Università di Padova, in tema di efficienza e sprechi nell'illuminazione pubblica. Una fotografia del panorama italiano in cui Pavia, Siena e Caltanissetta, risultano i comuni capoluogo più virtuosi in tema di illuminazione pubblica. Tre esempi in un quadro nazionale abbastanza oscuro, perché il Paese fatica ad adottare potenzialità e possibilità offerte dalla tecnologia sul piano del risparmio energetico e ad adattare la propria struttura amministrativa alle esigenze che le sfide del protocollo di Kyoto pone all'Italia. Ci sono tuttavia casi di eccellenza, sia al nord che al sud, che testimoniano una situazione in movimento e in miglioramento.

Regina indiscussa dell'efficienza energetica nell'illuminazione pubblica è dunque Pavia, che ha il parco lampade migliore con un 47% di efficienza energetica, superiore alla media delle altre città italiane, subito seguita da Siena, che è prima per minor consumo su punto luce. Molto buona anche la posizione di due città medio piccole del sud: Caltanissetta, che è la città a spendere meno per illuminare un Km² e Catanzaro, rispettivamente terza e quinta. A dimostrazione che l'eccellenza non ha connotazione geografica rilevante. Tra le prime quindici città, 5 sono del Nord, 7 del Centro e 3 del Sud. Delle ultime 15 posizioni invece, ben 11, sono occupate da città del nord.

⁴²La ricerca è stata realizzata sui 103 capoluoghi di provincia, ma 70 sono quelli che hanno fornito informazioni e inseriti nella classifica finale. Sono stati presi in considerazione indici tecnici, di tipo quantitativo, che rappresentano l'80% dell'indice generale complessivo (efficienza luminosa dell'impianto, estensione del consumo, numero di punti luce in rapporto al consumo, valore economico medio dei punti luce, investimenti sulla potenza installata) e indici gestionali che pesano per un 20% sull'indice generale. Per maggiori informazioni, vedi il sito www.legambientepadova.it/ricerca_luce.

Tra le grandi città, la prima in classifica è Roma, che si colloca al ventesimo posto, mentre altre città come Bari (25°), Catania (39°) e Bologna (43°), rimangono sostanzialmente nella fascia centrale della classifica. In generale, comunque, i grandi centri, mostrano difficoltà nel razionalizzare il consumo elettrico (tra le ultime 15 per consumo energetico per Km², 9 sono grandi città).

Migliorare è possibile. Nei Comuni oggetto dell'indagine, esiste un margine di miglioramento, nell'efficienza energetica, superiore al 32% in valore economico (rapporto tra risparmio potenziale e consumo reale). Inoltre, se tutti i comuni avessero la stessa efficienza energetica del parco illuminante di Pavia, si avrebbe un risparmio energetico complessivo pari a 286.125 MWh, che consentirebbe di fornire corrente gratis a 125.000 persone, cioè ad una città come Vicenza. E una mancata emissione di 206.010 tonnellate di CO₂ ogni anno. Trapani, Verbania o Rimini, potrebbero risparmiare il 50% del proprio budget di spesa corrente per l'illuminazione, senza considerare la diminuzione del costo per spese di manutenzione. Altri 13 capoluoghi avrebbero un risparmio superiore al 40%.

Infine, se si considera che Pavia, ha un'efficienza dell'impianto illuminante che è del 47% maggiore alla media dell'efficienza dei capoluoghi italiani. Se si applica questa percentuale di miglioramento alla spesa nazionale per l'illuminazione, che ammonta a 5.970 GWh (milioni di kWh), si otterrebbe un risparmio potenziale di 1.888 GWh, che permetterebbe di ridurre le emissioni di CO₂ per 1 milione e 300mila tonnellate.

1.4 Illuminazione urbana: alcuni aspetti interessanti⁴³

1.4.1 Illuminazione urbana e qualità dello spazio pubblico

Dalla fine degli anni '80, il problema dell'illuminazione urbana è ritornato in primo piano un po' dovunque, dopo l'avvio incerto, all'inizio del decennio, e non soltanto in Europa. In qualche caso, ciò è avvenuto per la sensibilità delle Amministrazioni alla richiesta di una migliore qualità della vita negli spazi pubblici, più spesso per lungimiranza politica, ma, in ogni caso, sull'onda di quel mutamento ormai irreversibile del modo di vivere la città, che ha spostato buona parte della vita collettiva e di relazione nelle ore serali. Tutto questo, ha fatto sì che, in anni recenti, anche in Italia, dove la cultura della luce rimane, tolte poche eccezioni, saldamente ancorata all'illuminotecnica tradizionale, siano venute allo scoperto ipotesi più mature sul modo di illuminare una città e sull'uso creativo della luce nel progetto dello spazio urbano notturno. Niente di rivoluzionario sino ad oggi, perché non è facile essere audaci e sperimentali in una situazione dove, da un lato sono schierati i tecnici, depositari della "scienza dell'illuminazione", che dell'ortodossia illuminotecnica fanno una questione "etica", e dall'altro stanno le Soprintendenze, accomunate da un'idea filologica dell'illuminazione, convinte che tutto sommato la luce artificiale migliore sia quella identica alla luce naturale.

Tuttavia qualcosa si sta muovendo, molto lentamente ma su un fronte in espansione, per cui si intravedono, anche da ingegneri e architetti delle giovani generazioni disponibili a percorrere prospettive professionali e culturali più attuabili e disinibite, consapevoli che il progetto della luce, e di quella urbana in particolare, non può garantire livelli accettabili di qualità al di fuori di un processo interdisciplinare che rispetti e utilizzi realmente le diverse competenze richieste da ogni singolo intervento. Altrettanto si deve dire sul versante produttivo, poiché anche l'industria nazionale del settore sta registrando, avanzamenti consistenti sul piano degli standard qualitativi e della ricerca tecnologica. È opportuno, dunque, ribadire i concetti fondamentali sui quali si fonda il modo nuovo di pensare l'illuminazione pubblica.

Un po' per aggiornare, come è doveroso, lo scenario in cui si va ormai sviluppando la cultura progettuale della luce negli spazi aperti, e un po' , per riaffermare l'urgenza di modificare, specie nella situazione italiana, gli obiettivi e i contenuti del progetto illuminotecnico alla scala urbana.

⁴³ I paragrafi che seguono sono stati scritti ispirandosi al testo Terzi C., 2001, " *I piani della luce*", Domus – I libri I Guzzini, MILANO

1.4.2 La città della notte

Il punto di partenza dell'innovazione è stata la consapevolezza, affermata verso la fine degli anni '70, ma già presente nell'immaginario cinematografico sulla metropoli, dell'esistenza di una città notturna autonoma rispetto a quella diurna, dotata di una vita e di un'immagine proprie. Ricerche come quelle di Bob Venturi e dei suoi su Las Vegas, che concludono nell'architettura la visione pop degli anni '60, istituiscono una riflessione originale e "positiva" sulla natura dello spazio urbano contemporaneo, che prosegue tuttora.

Nell'epoca dell'espansione mediatica e dell'accelerazione incessante delle fenomenologie di trasformazione, dilagante nella luce dei neon e dei megascreen, l'idea espressionista della città notturna quale lato oscuro della condizione urbana: spazio simbolico e metafora di inquietudine. L'esigenza di una città vivibile anche di notte, non scaturisce all'interno della disciplina illuminotecnica, ma prende forma insieme ai nuovi costumi urbani, sotto la spinta della comunicazione commerciale e dei consumi legati al tempo libero. Pressappoco nello stesso momento in cui, nella prima metà del '900, si era formata la *lumière borghese* che affascinava Le Corbusier.

L'idea architettonica, invece, di una città "altra", della notte, in cui sia possibile ritrovare lo spazio dell'evento artistico e simbolico, del racconto e della meraviglia, nasce dall'intuizione di chi, come Venturi e pochi altri, comprende le nuove possibilità strutturali della luce artificiale, come mezzo adatto a "costruire" e non soltanto a mostrare o a decorare il costruito".

La consapevolezza che esiste una dimensione della vita sociale e collettiva che appartiene alla notte, ha posto, in modo irreversibile, il problema di "costruire" la città notturna, del come costruirla e con quali mezzi farlo, senza tradire la consistenza fisica, funzionale e morfologica della città solare.

Questo è il fondamento concettuale per quanto attiene, oggi e nel prossimo futuro, al progetto dell'illuminazione urbana, dal punto di vista architettonico e urbanistico.

1.4.3 Illuminazione funzionale e funzioni della luce

È ormai un fatto acquisito che, l'aver fino ad oggi assegnato all'illuminazione pubblica, nella quasi totalità dei casi, come unica funzione, quella di rendere sicure le strade, ha impedito che si sviluppasse per tempo, una riflessione sul ruolo della luce nella definizione dell'immagine notturna della città. Rappresentano ancora adesso necessità prevenire la criminalità e gli incidenti stradali, ma il fatto è che oggi, tutto questo, pur costituendo la problematica di base del progetto di illuminazione urbana, non rappresenta più la questione principale né tanto meno l'unica. Per quanto concerne la luce, si sta passando da un modo di pensare l'illuminazione pubblica come una questione funzionale ad un modo di pensare la luce come una questione di ordine culturale.

La luce artificiale è di fatto, per la sua stessa natura selettiva, uno strumento critico di conoscenza della città: per riscoprire le linee portanti della sua struttura e i caratteri distintivi della sua morfologia, per ritrovare le chiavi di una identità oggi sempre più incerta. Nel caso particolare dei centri storici e dei siti di rilevante importanza artistica e ambientale, si sta affermando un po' ovunque, il criterio di considerare lo studio della luce artificiale come una componente sostanziale degli interventi di riqualificazione e di restauro, proprio per la sua capacità di esaltare i particolari e di ricomporre gli insiemi, di ricostruire la suggestione dimenticata dei luoghi e di riproporre le gerarchie di senso originarie, ormai difficili da leggere nel caos della percezione diurna.

La relazione fra illuminazione monumentale urbana e restauro, cui si è appena accennato, non nasce dalla constatazione che esiste un rapporto di convergenza e di reciprocità fra i due livelli di intervento, ma dalla necessità di stabilire un preciso riferimento metodologico. Si tratta infatti di introdurre anche nel campo dell'illuminazione architettonica e monumentale, il criterio della indissolubilità del rapporto fra monumento e contesto, che è uno dei pilastri della conservazione dei centri storici e del paesaggio in genere. Il contesto materiale, visivo e morfologico, insieme al suo intorno urbano e funzionale, formano il tessuto di relazioni in cui una emergenza storica o artistica o paesaggistica, esprime i propri significati e la propria ragione d'essere. E spesso non ci si può limitare solo al contesto immediato, a vista, poiché relazioni significative e rapporti essenziali alla lettura del sito, si estendono in ambito ben più vasto. Parlando di illuminazione della città, questo concetto dell'unità fra monumento e contesto, è centrale. In effetti sembra che stia

lentamente tramontando il criterio di usare la luce, e soprattutto "tanta luce", per esaltare singoli fuochi monumentali isolandoli dal resto. Sul piano teorico, molto più che su quello pratico, si è cominciato a superare l'idea di disegnare l'immagine notturna della città attraverso una serie indefinita, di "coup de théâtre" tanto sorprendenti quanto estraniati dal sito cui appartengono.

Questo modo tradizionale di procedere per punti, che si traduce nel bisogno di illuminare i punti più famosi della città, risponde ad una sorta di esigenza di "salvare" dalla notte le cose fondamentali, quelle che meglio possono sintetizzare l'identità collettiva. Inevitabilmente, così, si finisce per illuminare il singolo monumento, la singola facciata, nel migliore dei casi la singola piazza.

Tale approccio comporta una frammentazione e una destrutturazione dell'immagine della città, la falsificazione del rapporto compositivo fra lo spazio e l'architettura, e una percezione distorta dei loro significati.

Di fatto gli ostacoli maggiori al superamento di un simile *modus operandi*, sono costituiti dalla committenza, sia essa pubblica o privata, che per motivi forse di opportunità politica ed economica, preferisce intervenire su oggetti singoli.

1.4.4 La regia della luce negli spazi esterni

Nella rarefazione notturna della scena urbana, è possibile non solo selezionare quello che si vuole far vedere, ma anche ridisegnare la fisionomia dei luoghi, per ritrovare il senso originario o per esplorarne di nuovi. Soprattutto si possono esaltare gli aspetti che ritengono più significativi stabilendo precise gerarchie fra tutti gli elementi del contesto. Può venire così ricomposta l'unità compositiva dello spazio e restituita l'intelligibilità strutturale e storica della città antica. Nello stesso modo, ma con mezzi differenti, si può costruire una identità forte degli spazi pubblici laddove, questo aspetto è stato ignorato dal progetto urbanistico e architettonico.

Se l'obiettivo che si vuole raggiungere, è quello di un'immagine coordinata della città notturna, ciò che è indispensabile attuare, a livello progettuale, è una vera e propria *regia della luce* che tenga conto, non soltanto dei contesti ambientali immediati, ma delle relazioni vive, strutturali e simboliche, alla scala più vasta di un intero comparto urbano unitario o dell'intera città.

Con il termine *regia*, si intende un'interpretazione del che cosa e del come si debba illuminare un determinato sito o un intero centro urbano, sulla base di una

conoscenza approfondita delle sue caratteristiche urbanistiche, morfologiche, funzionali e storiche. Dal punto di vista concettuale la *regia della luce*, si assume la responsabilità di un'interpretazione "colta" del sito da illuminare, e come tale è funzione non soltanto dei caratteri di questo, ma anche della cultura e del linguaggio contemporanei ai quali il progettista appartiene. Attraverso tale coordinamento concettuale e tecnico, si vuole ottenere che ogni intervento di illuminazione urbana, corrisponda all'effetto voluto dal progettista, ma sia anche in relazione con l'ambiente notturno complessivo, così da orientare le impressioni percepite dall'occhio secondo una o più trame narrative. Ciò che si vuole è render possibile, attraverso l'uso della luce, una lettura non neutrale ma esteticamente finalizzata della città e di far percepire, per mezzo di un ponderato sistema di gerarchie e di differenze, l'identità profonda dei luoghi e le potenzialità espressive che sono negate durante il giorno.

Pensare un sistema di illuminazione urbana significa in altre parole *ordinare* la visione notturna di una città.

1.5 L'urbanistica della luce

Tutti i diversi aspetti legati al significato dell'illuminazione in ambito urbano, rappresentano stimoli per una serie di riflessioni; una in particolare, che qui interessa mettere in evidenza, riguarda un interrogativo: è possibile pensare che l'inserimento di norme tecniche in tema di illuminazione pubblica, all'interno degli strumenti di piano già esistenti, sia una soluzione sufficiente e alternativa alla redazione di uno specifico piano (il piano della luce)?

Credo sia ragionevole pensare che la risposta debba essere negativa. La città ha bisogno di un piano che dedichi tutte le attenzioni alla costruzione di un paesaggio notturno, una norma, sarebbe soltanto una mera indicazione tecnica, piuttosto asettica; una norma regolamentata, un piano della luce pianifica le scelte, calibrate ogni volta su una realtà urbana dalle molteplici peculiarità, detta la metodologia di intervento, pianifica il risparmio economico, attraverso politiche di Energy Saving, tenta di fare il meglio sul territorio in cui si cala. Una norma tecnica può essere, come già lo è, inserita all'interno dei regolamenti attuativi, perché è questa forse la sua giusta collocazione, del resto non potrebbe essere altrimenti, se non una definizione tecnica che svincola la capacità del progettista.

Come sarà possibile verificare nel corso della trattazione, i piani della luce, garantiscono il migliore e più completo approccio, attualmente, al tema dell'illuminazione urbana.

A tal proposito, infatti, l'esigenza di affrontare il tema dell'illuminazione della città in modo sistematico, con dei piani generali a carattere strategico e non soltanto normativo, implica la necessità di predisporre gli strumenti adatti a controllare, da un lato, la conformità alle indicazioni del piano generale della luce, dei progetti d'attuazione destinati a svilupparsi nel corso degli anni e, dall'altro, la congruenza del piano stesso con le direttive dei piani urbanistici vigenti.

Ciò significa, dal punto di vista disciplinare della progettazione, lo sviluppo di una vera e propria urbanistica della luce e la messa a punto di metodologie, di strumenti e anche di terminologie, specifiche della materia.

Vi sono Paesi dove questo lo si è cominciato a fare da tempo e dove la qualità dei progetti e anzitutto la preparazione culturale e tecnica della committenza pubblica è a livelli soddisfacenti e in alcuni casi di eccellenza.

In Italia si è partiti con qualche ritardo e tuttavia, esperienze come quella fatta dall'Enel con il programma "Luce per l'Arte"⁴⁴, iniziative di pianificazione dell'illuminazione urbana come quelle di Torino, Roma, di Bergamo e di Milano, la stessa ricerca tecnologica delle aziende leader e l'impegno di promozione culturale delle associazioni professionali e imprenditoriali del settore, stanno producendo, anche nel nostro paese, i primi effetti di un rinnovamento che sembra ormai non solo auspicabile ma possibile.

⁴⁴ L'Enel, con il programma "Luce per l'Arte", promuove e progetta l'uso della luce come risorsa per comunicare il valore dell'arte. Si annoverano alcuni esempi prestigiosi di illuminazione, a cura dell'Enel, tra cui da San Marco a Venezia e San Francesco ad Assisi, il Palazzo del Quirinale a Roma, la necropoli vaticana e l'area di Pompei.

1.5.1 I piani della luce in Italia

I primi studi in Italia, orientati verso un effettiva pianificazione della luce, si hanno all'inizio degli anni '80. il più noto e importante di questi, è quello di A. Castiglioni e Cavallà per Torino⁴⁵, che inaugura un modo nuovo di guardare alla luce artificiale nello spazio urbano. L'evoluzione successiva del piano di Torino, ha seguito in un certo senso tutto lo sviluppo disciplinare dell'urbanistica della luce nel nostro Paese. La ricerca, tuttavia, di una metodologia dell'illuminazione urbana, in grado di definire un quadro di valori e di procedure a carattere più generale, non si concreta in risultati di un certo rilievo, se non nella prima metà degli anni '90, e su un numero piuttosto limitato di esempi resi noti a partire dal 1995.

A partire dal 1998, è stato redatto un documento, a cura dell'AIDI, Associazione Italiana di Illuminazione, che, con il nome di PRIC, Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, si propone di supplire al vuoto legislativo in materia di illuminazione pubblica in Italia e, nello stesso tempo, di offrire una metodologia generale, per un effettiva urbanistica della luce nelle nostre città.

Un quadro nuovo peraltro si sta delineando negli ultimi anni in Italia, grazie anche all'attenzione dimostrata dalle Regioni nel legiferare sul tema dell'illuminazione

⁴⁵ Torino ha sempre prestato una grande attenzione all'illuminazione urbana. Già nel 1917 infatti, l'ing. Peri, iniziò ad elaborare un primo progetto organico e globale di illuminazione elettrica della città. Questa sensibilità per il mondo della luce continua ancora oggi.

Nel 2000 la Città, si è dotata di un Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale e di un Piano della Luce Decorativa, con l'obiettivo di definire i caratteri illuminotecnici e formarli per i progetti degli impianti di illuminazione.

La XX edizione dei Giochi Olimpici Invernali, tenutasi a Torino nel 2006, ha offerto alla città una grande opportunità: è stata oggetto di grandi interventi di recupero e di realizzazione di nuove opere; il mondo intero ha imparato a conoscerla e, i torinesi stessi, l'hanno riscoperta.

Proprio in occasione degli scorsi Giochi Olimpici Invernali è stato elaborato un complesso progetto di illuminazione sia funzionale sia decorativa.

Per ciò che concerne l'illuminazione funzionale, parallelamente a quello che è il Piano Pluriennale di rinnovo degli impianti, si è sviluppato un progetto che prevedeva il rifacimento degli impianti lungo i principali percorsi olimpici: gran parte dei corsi e delle strade a scorrimento veloce che conducevano ai villaggi media, ai siti olimpici di gara ed ai siti non competitivi, sono stati oggetto di rinnovo. Tali interventi avevano un duplice obiettivo: innanzitutto quello di mettere a norma gli impianti in maniera da soddisfare i parametri illuminotecnici richiesti dalla norma UNI 10439 del luglio 2001 e, in secondo luogo, quello di diversificare i percorsi viari con un segno forte, caratterizzante, in grado di ridisegnare la qualità urbana.

Particolare attenzione è stata rivolta agli assi di penetrazione cittadini e alle porte del centro urbano, per i quali sono stati impiegati sostegni e apparecchi di design.

Per esaltare le principali emergenze architettoniche è stato invece elaborato un progetto coordinato di illuminazione decorativa.

Nel corso del 2002 si è costituito un gruppo di lavoro formato dalla Città di Torino, la Soprintendenza per i beni architettonici e il Paesaggio, il Politecnico di Torino e l'Azienda Energetica Metropolitana, al fine di individuare le principali emergenze architettoniche da valorizzare in occasione dell'evento olimpico.

pubblica e per ottemperare alle disposizioni delle note leggi "contro l'inquinamento luminoso".

Da notare anche la progressiva strutturazione di nuovi attori sul versante imprenditoriale, in grado di offrire alle Amministrazioni locali, una vasta gamma di servizi, dalla progettazione alla gestione degli impianti, nella prospettiva di una forte crescita della domanda di interventi nel campo dell'illuminazione pubblica, sull'esempio di quanto già avviene in altri Paesi.

Il PRIC, dunque, risponde all'esigenza di uno strumento operativo indispensabile poiché "convoglia" diverse esigenze: l'illuminazione corretta e funzionale di tutta la città, la valorizzazione di strade, piazze, aree pedonali, aree verdi, portici; il rinnovo razionale e programmato degli impianti, la conservazione degli apparecchi storici; la limitazione all'inquinamento luminoso; il risparmio energetico.

Si ricorda, inoltre, che, unitamente al PRIC, può essere redatto anche il Piano della luce Decorativa (PlD), che ha lo scopo di valorizzare i beni architettonici e ambientali della città, rendendoli fruibili anche di notte e rispettandone le caratteristiche formali.

1.5.2 Piani della luce: le relazioni con gli altri strumenti di piano

Una premessa è doverosa...in Italia, con l'emanazione delle prime leggi regionali in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso, molte cose sono cambiate.

Considerando che all'oggi, non tutte le regioni italiane si sono dotate di una legge in materia, per quelle che invece hanno legiferato, l'approccio, di tipo legislativo-urbanistico allo strumento attuativo, il Piano comunale per l'illuminazione pubblica, è davvero variegato. Considerando che, illustrare nel dettaglio le caratteristiche che in materia costituiscono ogni singola realtà regionale, renderebbe la trattazione piuttosto macchinosa, con il rischio di perdere di vista la vera ragione d'essere dell'esistenza di questo paragrafo, si preferisce proporre alcuni esempi diversi e significativi, riguardanti alcune regioni italiane.

In generale, ciò che si può affermare è che, il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (Pric), è approvato dalla Giunta comunale ed è uno strumento nuovo ed unitario, che detta le prescrizioni sui caratteri tecnici e formali per i progetti degli impianti di illuminazione. E' quindi, alla pari dei Piani Regolatori Urbanistici, un Piano

di indirizzo pluriennale indicante scelte programmatiche che devono ispirare e accompagnare qualunque futuro intervento sull'illuminazione pubblica in città.

1.5.2.1 L' Emilia - Romagna

La Regione Emilia Romagna ha normato la materia relativa all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, attraverso l'emanazione della Legge regionale n. 19/2003 "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico", pubblicata sul BUR n.147/2003. Tale normativa è di grande importanza per contribuire allo sviluppo sostenibile⁴⁶ in quanto promuove una importante forma di risparmio energetico, quella legata all'illuminazione esterna, quale strumento chiave per preservare le fonti di energia non rinnovabili, e tutelare l'ambiente dall'inquinamento luminoso.

La piena operatività della legge regionale, è stata raggiunta grazie all'emanazione della direttiva D.G.R. n. 2263/2005 "Direttiva per l'applicazione dell'art. 2 della legge regionale 29 settembre 2003 n. 19, recante norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico", pubblicata sul BUR n. 14/2006, che ha fornito le specifiche indicazioni tecniche e procedurali per l'applicazione della legge. La Regione, oltre a delineare un iter per la definizione delle Zone di Protezione cioè, di porzioni del territorio particolarmente tutelate dall'inquinamento luminoso, ha, infatti, fissato, con tale documento, i requisiti tecnici che tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici e privati, devono possedere, per essere considerati a norma antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico.

In considerazione del fatto che Province, Comuni ed ARPA hanno manifestato l'esigenza di essere supportati ed indirizzati verso una corretta prima applicazione della normativa, in quanto la materia costituisce di fatto una "nuova competenza" per le amministrazioni, la Regione, con la presente circolare, intende fornire il supporto richiesto ed in particolare:

- chiarire quali sono ed in cosa si realizzano le diverse competenze assegnate a Province, Comuni ed ARPA;

⁴⁶ La definizione di Sviluppo Sostenibile riportata nel V° programma politico e d'azione della Comunità europea del 1993, è quella di uno "sviluppo delle attività umane che soddisfi le esigenze del presente, senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare le proprie".

- proporre un Modello di domanda che gli Osservatori astronomici ed astrofisici possono presentare alla Provincia per essere oggetto di particolare tutela dall'inquinamento luminoso e per richiedere l'assegnazione di una *Zona di Protezione*;
 - supportare le Province nella verifica del possesso dei requisiti degli Osservatori che presentano la domanda di cui al punto 2) e nella corretta assegnazione della *Zona di Protezione*;
 - indicare a Province e Comuni un possibile percorso per recepire nei propri strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica le *Zone di Protezione* e definire correttamente la regolamentazione della materia, in coerenza con la legge regionale n. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio";
 - esplicitare ed illustrare il significato dei contenuti tecnici della direttiva relativamente ai requisiti dei nuovi impianti di illuminazione, ed alle deroghe previste.
- Dunque, dopo una prima premessa introduttiva sulle generalità dei compiti affidati alla Regione, all'art. 6 della Direttiva emanata in applicazione dell'art. 2⁴⁷ della legge regionale n. 19 del 2003 , si introduce l'adeguamento del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) e testualmente si cita:

[...]"1. I Comuni, come disposto dalla legge all'art. 4, comma 1, lett. b), devono adeguare il Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE), di cui alla L.R. 20/00⁴⁸, alle disposizioni della presente

⁴⁷ "Art. 2 Funzioni della Regione

1. La Regione, per garantire una omogenea applicazione delle norme della presente legge, esercita le funzioni di coordinamento ed indirizzo in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici.

2. Per le finalità di cui al comma 1, la Giunta regionale, sentita la competente Commissione consiliare:

a) emana, entro centoventi giorni dall'entrata in vigore della presente legge, direttive e specifiche indicazioni applicative, tecniche e procedurali, finalizzate, in particolare, alla riduzione del consumo energetico;

b) coordina la raccolta delle informazioni relative all'applicazione della presente legge, al fine di favorire lo

scambio di informazioni in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici;

c) promuove, in accordo con gli Enti locali, iniziative di formazione in materia di illuminazione avvalendosi anche della collaborazione delle associazioni che si occupano di inquinamento luminoso, degli ordini professionali e di enti e associazioni competenti in materia".

⁴⁸ A partire dagli anni '70 il ruolo della Regione in materia di pianificazione urbanistica si è attuato prevalentemente attraverso azioni normative ed azioni tecnico-amministrative nell'ambito dei processi di approvazione dei Piani regolatori generali (PRG), strumenti con i quali i Comuni governano la disciplina d'uso e le trasformazioni dei propri territori, secondo le norme della prima legge regionale organica in materia, 47 del 1978 "Tutela e uso del territorio".

Nella seconda metà degli anni '90, con la legge regionale 6 del 1995, il compito di approvazione dei piani urbanistici comunali è stato trasferito alle Province, valorizzandone il ruolo di Ente pianificatore di area vasta in rapporto con la pianificazione comunale.

Con la Legge regionale 20 del 2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", il governo del territorio è stato profondamente innovato nei contenuti e nelle forme, regolando i rapporti tra gli Enti

direttiva ed allegare un abaco, cioè una guida, nel quale indicare le tipologie dei sistemi e dei singoli corpi illuminanti ammessi tra cui i progettisti e gli operatori possono scegliere quale installare.

2. Ai fini dell'adeguamento di cui al precedente comma 1, il Comune:

a) nelle zone di protezione di cui all'art. 3, predispone un censimento degli impianti esistenti, per identificare quelli non rispondenti ai requisiti della presente direttiva, indicando modalità e tempi di adeguamento. Per tali zone di protezione inoltre, il Comune pianifica l'eventuale sviluppo dell'illuminazione;

b) predispone inoltre un censimento degli impianti esistenti e, sulla base dello stato dell'impianto, ne pianifica la sostituzione in conformità alla presente direttiva;

c) predispone una pianificazione e programmazione degli interventi ai sensi dell'art. A-23 della LR. 20/00, anche in funzione dei risparmi energetici, economici e manutentivi conseguibili, perseguendo la funzionalità, la razionalità e l'economicità dei sistemi, ed assicurando, innanzitutto, la salvaguardia della salute e la sicurezza dei cittadini e la tutela degli aspetti paesaggistico-ambientali" [...].

Da segnalare che, in mancanza di una volontà di fare esplicito riferimento ai Piani della luce, si cita all'abaco-guida, che in realtà, sotto diverso nome, è uno strumento che persegue le stesse finalità del Piano e che, di fatto, è il Piano per l'illuminazione pubblica, tanto più che il riferimento all'allegato "L"49, riguarda proprio ciò che è stato appena affermato.

territoriali e locali in materia di urbanistica secondo principi di sussidiarietà e cooperazione; tra le altre innovazioni, i Piani Regolatori comunali, sono stati modificati nelle caratteristiche e procedure, scorporandone i contenuti in tre nuovi strumenti di pianificazione generale:

Piani strutturali comunali (PSC), Piani operativi comunali (POC) e Regolamenti urbanistico edilizi (RUE). In tale contesto la Regione esercita sempre più funzioni normative, di monitoraggio, di supporto disciplinare in materia, esplicabili in quattro aree di azione:

Normativa e disciplina. Attraverso l'emanazione di atti d'indirizzo e coordinamento tecnico volti ad assicurare il coordinato ed omogeneo sviluppo delle attività di pianificazione urbanistica degli Enti territoriali e locali.

Osservatorio della pianificazione. Attraverso la promozione e la gestione di banche dati alfanumeriche e geografiche, riguardanti gli atti ed i contenuti di sintesi dei piani urbanistici comunali, ed attraverso la cura di periodici rapporti sullo stato della pianificazione in Emilia-Romagna.

Monitoraggio e sperimentazione. Attraverso soluzioni organizzative ed istituzionali, necessarie alle attività di monitoraggio ed indirizzo della pianificazione comunale, in collaborazione con le Province, per verificare i principali punti di forza e di debolezza, delle prime applicazioni del nuovo impianto normativo urbanistico, e per verificare la qualità del processo di formazione dei piani.

Valutazione integrata. Attraverso lo sviluppo e la partecipazione a progetti di valutazione integrata del sistema della pianificazione comunale, rispetto agli altri livelli di pianificazione territoriale (regionale e provinciale), o rispetto ad ambiti di analisi e pianificazione settoriale.

⁴⁹ ALLEGATO L: Esempio di contenuti minimi richiesti da un Piano della Luce

Nell'allegato B, della stessa Direttiva, sono esplicitate le competenze di Province e Comuni nonché l'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica alla già citata direttiva. Riportiamo di seguito i passaggi più salienti.

[...] L'identificazione cartografica delle *Zone di Protezione* attorno agli Osservatori, alle aree Naturali Protette e ai siti della Rete Natura 2000, deve essere correttamente recepita all'interno degli strumenti di pianificazione rispettivamente di Province e Comuni, ai sensi della vigente legge urbanistica regionale, la L.R. n. 20 del 24 marzo 2000 "Disciplina generale sulla tutela e

l'uso del territorio". A tal fine si propone il seguente percorso:

- la Provincia il cui territorio è interessato dalla presenza di una o più *Zone di Protezione* coinvolgenti aree di più comuni (*Zone di protezione intercomunali*), provvede all'adeguamento del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.), evidenziando su apposita cartografia, l'estensione di tali zone. In base infatti alla L.R. 20/00, art. 26, comma 2, lett. d), tra i contenuti del PTCP, vi è la "*definizione delle caratteristiche di vulnerabilità, criticità e potenzialità delle singole parti e dei sistemi naturali ed antropici del territorio e le conseguenti tutele paesaggistico ambientali*" ed in base all'art. 3, comma 1, lett. c), della L.R.19/2003, "*la Provincia definisce l'estensione delle zone di protezione dall'inquinamento luminoso intorno agli osservatori qualora interessi aree di più comuni*".

Tale adeguamento deve essere realizzato inserendo almeno:

- nella Relazione, una sezione dal titolo "Inquinamento Luminoso e risparmio energetico" contenente un breve inquadramento normativo dell'argomento;
- nelle Norme, la disciplina di tutela prevista dalla L.R.19/2003 e dalla D.G.R. n.2263/2005;
- nella cartografia di Piano, l'estensione della/e *Zone di Protezione* presenti sul territorio provinciale.

Lo stesso adeguamento si configura anche in riferimento ai Piani territoriali dei Parchi di cui all'art. 24 della L.R. 6/2005 "Disciplina della formazione e della gestione del sistema regionale delle aree naturali protette e dei siti della Rete Natura 2000", che costituisce stralcio del PTCP.

- il Comune, il cui territorio è interessato dalla presenza di una o più *Zone di Protezione*, provvede all'adeguamento del Piano Strutturale Comunale (PSC) e del Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE). In particolare il Comune nel PSC⁵⁰, deve inserire almeno:

⁵⁰ La nuova strumentazione per il governo delle trasformazioni del territorio comunale introdotta dalla Legge Regionale 20/2000, che sostituisce il vecchio Piano regolatore generale e il Regolamento Edilizio, è costituita dal Piano strutturale (Psc), strumento di pianificazione urbanistica generale che delinea le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio, tutelandone l'integrità fisica e ambientale, dal Piano operativo (Poc) e dal Regolamento urbanistico edilizio (Rue). Il Psc è appunto un piano

- nella Relazione, una sezione dal titolo "Inquinamento Luminoso e risparmio energetico" contenente un breve inquadramento normativo dell'argomento;
- nelle Norme, la disciplina di tutela prevista dalla L.R.19/2003 e dalla D.G.R. n. 2263/2005;
- nella cartografia di Piano, l'estensione della/le Zone di Protezione presenti sul territorio comunale, in coerenza con le eventuali indicazioni del PTCP.

Nel RUE, deve indicare, le azioni e gli atti che il Comune è obbligato ad assumere per dare adempimento alla normativa in materia, ed in particolare, ai sensi dell'art. 1, comma 1 della L.R. 19/2003 e dell'art. 6 della D.G.R. n. 2263/2005, dovranno essere compresi (eventualmente riuniti in un apposito "Piano della Luce"):

- a) un censimento degli impianti di illuminazione esterna pubblica e privata esistenti nelle Zone di Protezione, al fine di identificare quelli non rispondenti ai requisiti della direttiva, indicando per ciascuno modalità e tempi di adeguamento. Per tali Zone di Protezione il Comune pianifica l'eventuale sviluppo dell'illuminazione.
- b) un censimento degli impianti di illuminazione esterna pubblica e privata esistenti su tutto il territorio comunale (quindi sia dentro che fuori le Zone di Protezione) e sulla base dello stato dell'impianto programmarne la sostituzione. In tale contesto potranno essere individuati dal Comune, ai sensi degli artt. 3, comma d) e 4, comma c) della L.R. 19/2003 le sorgenti di rilevante inquinamento luminoso (2) da segnalare alle Province perché siano sottoposti ad interventi di bonifica e gli apparecchi di illuminazione responsabili di abbagliamento e come tali pericolosi per la viabilità, da adeguare alla legge.
- c) una pianificazione e programmazione degli interventi ai sensi dell'art. A-23 della L.R. 20/2000 anche in funzione dei risparmi energetici, economici e manutentivi conseguibili, perseguendo la funzionalità, la razionalità e l'economicità dei sistemi, ed assicurando, innanzitutto, la salvaguardia della salute, la sicurezza dei cittadini e la tutela degli aspetti paesaggistico-ambientali.
- d) un abaco, cioè una guida, nel quale indicare le tipologie dei sistemi e dei corpi illuminanti ammessi tra cui i progettisti e gli operatori possono scegliere quale installare [...].

strutturale, con ampi contenuti strategici e tempi lunghi di attuazione, che fornisce indirizzi per trasformazioni che saranno poi attivate da altri strumenti. Per approfondire: pagina del sito della Regione Emilia Romagna dedicato ai "Piani urbanistici comunali".

1.5.2.2 La Puglia

La Regione Puglia, ha normato la materia relativa all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, attraverso l'emanazione della Legge regionale n. 15/2005 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico".

All'art. 2 della suddetta legge, relativo alle competenze della Regione dice:

[...]1. La Regione, per il tramite dell'Ufficio regionale competente in materia di ambiente e pianificazione ambientale, per garantire un'omogenea applicazione delle norme della presente legge, esercita le funzioni di coordinamento e indirizzo in materia di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso, determinando:

a) il quadro degli ambiti territoriali rilevanti al fine della tutela e conservazione dei valori ambientali;

b) gli indirizzi, i criteri e gli orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto degli strumenti di pianificazione provinciale e comunale, e il loro inserimento nei Piani territoriali di coordinamento provinciale (PTCP)⁵¹, nei Piani urbanistici generali (PUG) e nei Piani urbanistici esecutivi (PUE).

2. La Regione adotta, entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, i criteri di applicazione della presente legge, a integrazione dei minimi requisiti tecnici di cui all'articolo 5.

3. La Regione aggiorna, anche su richiesta degli Osservatori astronomici, la lista degli Osservatori professionali e non professionali e delle aree tutelate, individuandone le relative zone di protezione, secondo le direttive dell'articolo 8 [...].

5. La Regione esercita le funzioni di vigilanza sulle Province e i Comuni circa l'ottemperanza alle disposizioni di cui alla presente legge e, se necessario, predispone gli opportuni provvedimenti [...].

⁵¹ Art. 6 della legge regionale n. 20/2201 "Norme generali di governo e uso del territorio" - TITOLO IV PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PROVINCIALE - .

(Piano territoriale di coordinamento provinciale)

1. Ai sensi dell'articolo 20, comma 2, del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267, il

Consiglio provinciale adotta il Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP) in conformità e in attuazione del DRAG del territorio.

2. Ai sensi dell'articolo 57 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, il PTCP assume l'efficacia di piano di settore nell'ambito delle materie inerenti la protezione della natura, la tutela dell'ambiente, delle acque, della difesa del suolo, delle bellezze naturali, a condizione che la definizione delle relative disposizioni avvenga nella forma di intese fra la Provincia e le Amministrazioni, anche statali, competenti.

3. In mancanza dell'intesa di cui al comma 2, i piani di tutela di settore conservano il valore e gli effetti a essi assegnati dalla rispettiva normativa nazionale e regionale.

All'art. 3, competenze della Provincia, il riferimento è più esplicito ai Piani della luce.

[...] 1. Alle Province competono:

- a) l'inserimento dei piani energetici, di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso nel PTCP, quali componenti essenziali nell'ambito delle materie inerenti la protezione della natura e la tutela dell'ambiente;
- b) le funzioni di coordinamento, vigilanza e controllo sull'applicazione della presente legge;
- c) le azioni di formazione e informazione per diffondere la cultura del risparmio energetico e delle buone pratiche per evitare inquinamento luminoso, anche attraverso i Laboratori di educazione ambientale (LEA) provinciali e i programmi di Informazione, formazione ed educazione ambientale (INFEA);
- d) il rispetto dei criteri di applicazione della presente legge che saranno emanati ai sensi dell'articolo 2, comma 2;
- e) l'esercizio delle funzioni di vigilanza e controllo sul corretto e razionale uso dell'energia elettrica da illuminazione esterna e la diffusione dei principi dettati dalla presente legge;
- f) l'applicazione della legge sugli impianti di loro competenza.

All'art. 4, competenze dei Comuni.

[...] 1. Ai Comuni competono:

- a) l'adozione del piano comunale per il risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento luminoso;
- b) l'inserimento del piano di cui alla lettera a) nel PUG⁵² e nei PUE⁵³, al fine di tendere a uno sviluppo sostenibile e migliorare la qualità della vita;

⁵² TITOLO V - PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE Art. 8 (Strumenti della pianificazione urbanistica comunale): la pianificazione urbanistica comunale si effettua mediante il Piano urbanistico generale (PUG) e i PUE.

Art. 9 (Contenuti del PUG)

1. Il PUG si articola in previsioni strutturali e previsioni programmatiche.

2. Le previsioni strutturali:

a) identificano le linee fondamentali dell'assetto dell'intero territorio comunale, derivanti dalla ricognizione della realtà socio-economica, dell'identità ambientale, storica e culturale dell'insediamento, anche con riguardo alle aree da valorizzare e da tutelare per i loro particolari aspetti ecologici, paesaggistici e produttivi;

b) determinano le direttrici di sviluppo dell'insediamento nel territorio comunale, del sistema delle reti infrastrutturali e delle connessioni con i sistemi urbani contermini.

3. Le previsioni programmatiche:

a) definiscono, in coerenza con il dimensionamento dei fabbisogni nei settori residenziale, produttivo e infrastrutturale, le localizzazioni delle aree da ricomprendere in PUE, stabilendo quali siano le trasformazioni fisiche e funzionali ammissibili;

b) disciplinano le trasformazioni fisiche e funzionali consentite nelle aree non sottoposte alla previa redazione di PUE.

4. La redazione di PUE è obbligatoria per le aree di nuova urbanizzazione, ovvero per le aree da sottoporre a recupero.

⁵³ TITOLO V - PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE Art. Art. 15 (Piani urbanistici esecutivi)

c) l'adeguamento del regolamento edilizio e si dotano, entro quattro anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, di piani di illuminazione che disciplinano le nuove installazioni e gli adeguamenti di quelle vecchie in accordo con la presente legge;

d) le funzioni di vigilanza sulla corretta applicazione della legge da parte dei privati e dei lottizzanti, anche su richiesta delle associazioni che si occupano del contenimento dell'inquinamento luminoso, applicando ove necessario le sanzioni amministrative di cui all'articolo 9. Per tali funzioni possono avvalersi anche della collaborazione dell'Agenzia regionale per la protezione ambientale (ARPA) [...];

f) la pianificazione dei provvedimenti del caso, affinché l'incremento annuale dei consumi di energia elettrica, per illuminazione esterna notturna pubblica e privata, nel territorio comunale, non superi l'uno per cento del consumo al momento dell'entrata in vigore della presente legge.

1.5.2.3 La Lombardia

La Regione Lombardia, ha normato la materia relativa all'inquinamento luminoso e al risparmio energetico, attraverso l'emanazione della Legge regionale n. 17/2000, "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso" e attraverso la successiva Legge Regionale 21 Dicembre 2004 n° 38, "Modifiche ed integrazioni alla L.r. 27 marzo 2000, N. 17 - Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso - ed ulteriori disposizioni".

All'art. 1 bis, si definisce, così', il Piano dell'illuminazione comunale

1. Al PUG viene data esecuzione mediante PUE di iniziativa pubblica o di iniziativa privata o di iniziativa mista.

2. In relazione agli interventi in esso previsti, il PUE può assumere le finalità e gli effetti di uno o più piani o programmi, anche settoriali o tematici, attuativi dello strumento urbanistico generale, oppure previsti dalla vigente normativa statale o regionale, ivi compresi i programmi integrati di cui all'articolo 16 della legge 17 febbraio 1992, n. 179, i programmi di recupero urbano, di cui all'articolo 11 del decreto legge 5 ottobre 1993, n. 398, convertito dalla legge 4 dicembre 1993, n. 493 e i programmi di riqualificazione urbana ex articolo 2 del decreto del Ministro dei lavori pubblici del 21 dicembre 1994, che per la loro realizzazione necessitano di piano esecutivo.

3. Nella formazione dei programmi integrati di intervento di cui all'articolo 16 della l. 179/1992, i Comuni perseguono obiettivi di riqualificazione, con particolare riferimento ai centri storici, alle zone periferiche, alle aree e costruzioni produttive obsolete, dismesse o da sottoporre a processi di dismissione. Tali programmi definiscono la distribuzione delle funzioni, dei servizi e le loro interrelazioni, le caratteristiche planivolumetriche degli interventi, gli standards e l'arredo urbano [...].

4. I programmi integrati, i programmi di recupero urbano e i programmi di riqualificazione urbana sono approvati dal Consiglio comunale con le modalità previste per i PUE ai sensi degli articoli 21 e seguenti della l.r. 56/1980 [...].

[...]c) per piano dell'illuminazione, il piano redatto dalle amministrazioni comunali, per il censimento della consistenza e dello stato di manutenzione, insistenti sul territorio amministrativo di competenza e per la disciplina delle nuove installazioni, nonché dei tempi e delle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione di quelle esistenti;

Il piano dell'illuminazione è uno strumento che non si ferma alla sola pianificazione estetica/architettonica della luce sul territorio, ma è uno strumento di lavoro per gli operatori della luce sul territorio comunale.

All'art. 3, si definiscono i compiti delle Province

a) esercitano il controllo sul corretto e razionale uso dell'energia elettrica da illuminazione esterna e provvedono a diffondere i principi dettati dalla presente legge;

b) curano la redazione e la pubblicazione dell'elenco dei comuni nel cui territorio esista un osservatorio astronomico da tutelare; tale elenco comprende anche i comuni al di fuori del territorio provinciale purché ricadenti nelle fasce di protezione indicate.

b-bis) adeguano gli impianti di illuminazione esterna, per i quali si siano generate situazioni di competenza diretta, ai criteri della legislazione regionale di settore;

b-ter) esercitano le funzioni di vigilanza sui comuni circa l'ottemperanza delle disposizioni di cui alla presente legge;

b-quater) comminano, in presenza di accertate inadempienze dei comuni, le sanzioni amministrative previste all'articolo 8, comma 3."

All'art. 4, si definiscono i compiti dei Comuni

a) si dotano entro e non oltre il 31 dicembre 2005 dei piani di illuminazione di cui alla lettera c) del comma 1 dell'articolo 1 bis;

b) provvedono a integrare lo strumento urbanistico generale⁵⁴ con il piano dell'illuminazione;

⁵⁴ Legge Regionale 11 marzo 2005, n.12, " Legge per il governo del territorio", (B.U.R.L. n. 11 del 16 marzo 2005, 1° s.o.)

CAPO II - PIANIFICAZIONE COMUNALE PER IL GOVERNO DEL TERRITORIO

Art. 6. (Pianificazione comunale)

1. Sono strumenti della pianificazione comunale:

a) il piano di governo del territorio;

b) i piani attuativi e gli atti di programmazione negoziata con valenza territoriale.

Art. 7. (Piano di governo del territorio)

1. Il piano di governo del territorio, di seguito denominato PGT, definisce l'assetto dell'intero territorio comunale ed è articolato nei seguenti atti:

c) promuovono forme di aggregazione per la migliore applicazione dei dettati normativi;
[...] f) provvedono direttamente, ovvero su richiesta degli osservatori astronomici o delle associazioni rappresentative degli interessi per il contenimento dell'inquinamento luminoso, a verificare il rispetto e l'applicazione dei dettati legislativi sul territorio amministrativo di competenza;

Il piano dell'illuminazione, dunque, diventa parte integrante degli altri strumenti urbanistici comunali assumendo pari dignità e valore. I comuni possono promuovere consorzi per il rispetto dei requisiti per l'illuminazione pubblica e/o privata oppure possono aggregarsi, adottando un unico piano dell'illuminazione per esempio per territorio omogenei

All'art. 10, si definiscono le caratteristiche che deve avere un Piano della luce.

1. Il piano dell'illuminazione definito dalla lettera c) dell'articolo 1bis della legge regionale 27 marzo 2000, n. 17, introdotto dalla presente legge, è approvato dai comuni secondo le procedure previste dalla legge regionale 23 giugno 1997, n. 23 (Accelerazione del procedimento di approvazione degli strumenti urbanistici comunali e disciplina del regolamento edilizio) e costituisce integrazione allo strumento urbanistico generale.

2. Il piano, comprensivo di relazione generale introduttiva, elaborati grafico-planimetrici, norme di attuazione e stima economica degli interventi da porre in essere, è uniformato ai principi legislativi della Regione, al Codice della strada, alle normative tecniche di settore, al contesto urbano ed extraurbano e alla eventuale presenza di ulteriori vincoli.

3. Obiettivi del piano sono:

- a) la limitazione dell'inquinamento luminoso e ottico;
- b) l'economia di gestione degli impianti attraverso la razionalizzazione dei costi di esercizio, anche con il ricorso a energia autoctona da fonti rinnovabili, e di manutenzione;
- c) il risparmio energetico mediante l'impiego di apparecchi e lampade ad alta efficienza, tali da favorire minori potenze installate per chilometro ed elevati interassi tra i singoli punti luce, e di dispositivi di controllo e regolazione del flusso luminoso;
- d) la sicurezza delle persone e dei veicoli mediante una corretta e razionale illuminazione e la prevenzione dei fenomeni di abbagliamento visivo;
- e) una migliore fruizione dei centri urbani e dei luoghi esterni di aggregazione, dei beni ambientali, monumentali e architettonici;

-
- a) il documento di piano;
 - b) il piano dei servizi;
 - c) il piano delle regole.

Per ulteriori approfondimenti, consultare la legge succitata.

1.5.3 Un accenno all'esperienza francese

La situazione francese rimane all'oggi, in Europa, forse quella che meglio si presta a offrire i modelli di un approccio sistematico e nel contempo creativo alla questione dell'urbanistica della luce. Ciò non soltanto per la notorietà internazionale di diverse realizzazioni, ma soprattutto per la consistente esperienza acquisita dalle Municipalità e da un buon numero di progettisti che si sono cimentati nell'affinazione di procedure d'intervento e di metodi di progettazione. Lo stesso dicasi per quanto attiene la questione dei rapporti tra progetto della luce e design delle componenti "fisiche" delle realizzazioni, che si è soliti definire "d'arredo urbano", aspetto questo che da anni registra in Francia, successi ai vertici della qualità urbana contemporanea e che impegna progettisti come Foster, Starck, Wilmotte, Jourda e Perraudin, Roger Narboni, Louis Clair, ecc...

Si propone di seguito, un profilo sintetico dell'urbanistica francese della luce.

1.5.3.1 Lo SDAL

Lo SDAL, *Schéma directeur d'aménagement lumière*, è il documento per eccellenza della pianificazione strategica dell'illuminazione urbana francese.

Esso riguarda lo studio "urbanistico" globale della luce artificiale alla scala di una città, di una zona urbana unitaria, di un quartiere o di un sito. Lo SDAL non è un progetto, non ha per fine di definire delle quantità, ma definisce una concezione globale che deve guidare concettualmente i progetti e le realizzazioni per un periodo di 15-20 anni. Suo compito è dare orientamenti, specifiche di qualità e un programma per l'illuminazione della città nel senso della creazione di ambienti notturni, della valorizzazione architettonica e della qualità delle componenti d'arredo connesse al sistema d'illuminazione. Lo SDAL deve essere approvato e adottato dalla Municipalità e rimane uno strumento a disposizione degli uffici e servizi tecnici comunali e delle Direzioni preposte all'architettura e all'urbanistica, che sono responsabili della sua corretta attuazione nel breve e nel lungo periodo.

1.5.3.2 Il Piano della luce

Nei casi in cui ciò che importa non è l'illuminazione urbana nel suo complesso, ma la valorizzazione specifica del patrimonio storico-culturale, in alternativa allo SDAL, si preferisce elaborare un piano della luce. Scopo del Plan lumière è disegnare il profilo notturno della città a partire da una collezione di edifici significativi.

Esso riguarda lo studio "architettonico e ambientale" della luce, alla scala di una città, di una zona urbana, di un quartiere o di un sito, dopo aver individuato con precisione i luoghi, gli edifici, i monumenti e le opere d'arte abbastanza importanti, dal punto di vista culturale, da essere oggetto di un'interpretazione luminosa in funzione della scena urbana.

I piani della luce, in alcuni casi, possono prendere in considerazione, l'illuminazione funzionale urbana (strade, piazze, ecc..), ma solo come problema del tutto secondario, subordinato a quello dell'illuminazione architettonica. Il piano definisce le fasi d'attuazione e le valutazioni delle operazioni così da permettere la programmazione degli investimenti annuali.

Il Plan lumière ha una "vita" di 4-6 anni e viene sviluppato per mezzo di progetti esecutivi affidati a diversi progettisti, che lavorano in collaborazione con l'autore del piano.

1.5.3.3 La Carta della luce

È quello che viene definito il *cahier de charges*, in parte capitolato e specifiche di qualità, in parte regolamento d'attuazione operativa, per l'illuminazione urbana e per le relative componenti d'arredo alla scala di un quartiere o di un sito. Può essere l'abbozzo iniziale di uno SDAL o esserne il risultato finale. Suo scopo, tra l'altro, è la definizione tecnica e prestazionale dei materiali, delle componenti elettriche e di supporto, delle tipologie di illuminazione, nonché la precisazione organizzativa delle operazioni da compiere nel corso della progressiva realizzazione degli interventi da parte dei vari servizi tecnici, in funzione delle risorse a disposizione e del programma di rinnovo degli impianti esistenti.

1.5.3.4 La scenografia della luce

Si tratta di una sistemazione scenografica notturna elaborata da un singolo progettista – autore, alla scala di un determinato sito. Si tratta di una “creazione” finalizzata all'interpretazione paesaggistica di un singolo sito, fondata sulle analisi dei suoi caratteri peculiari e delle potenzialità sceniche offerte dai monumenti, dalle architetture e in alcuni casi anche dal contesto circostante. Un esempio particolarmente rappresentativo, è quello della Cattedrale di Chartres, considerata la più bella cattedrale gotica della Francia. Fu costruita agli inizi del XII secolo, l'attuale cattedrale, di architettura gotica, è stata costruita sulle rovine di una precedente cattedrale, romana, distrutta a causa di un incendio nel 1194. La sua importanza storica e culturale, è riconosciuta anche dall'UNESCO.

È considerato, dunque, un capolavoro che è stato luogo di un allestimento luminoso, uno spettacolo magico: sulla maestosa facciata, venivano proiettati, come in un grande cinema all'aperto, immagini luminose, riguardanti le diverse fasi di costruzione della Cattedrale e molte altre suggestioni; al calar del sole fino a mezzanotte la cattedrale e gli edifici più belli della città, diventavano i protagonisti di uno spettacolo ideato dallo scenografo e pittore Xavier de Richemont. Dunque un connubio, quello tra arte e illuminazione, che è occasione di promozione di eventi culturali e perché no, di riqualificazione urbana.

2 Il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione

2.1 Introduzione

Il recente esordio, nel contesto normativo, di leggi regionali che regolamentano l'illuminazione esterna pubblica e privata, spinge i comuni a dotarsi di piani d'illuminazione⁵⁵ che definiscano dei criteri omogenei d'illuminazione del territorio.

Attualmente, le regioni leader nel settore, per avere legiferato in materia in modo innovativo e più aggiornato sono: Lombardia, Emilia Romagna e proprio di recente Friuli Venezia Giulia⁵⁶.

In particolar modo la legge regionale lombarda n. 17 del 27.03.2000 "MISURE URGENTI IN TEMA DI RISPARMIO ENERGETICO AD USO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E DI LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO"⁵⁷, all'art. 4, comma 1, punto a, specifica: *" i comuni si dotano, entro tre anni dalla data di entrata in vigore della presente legge, di piani dell'illuminazione che disciplinano le nuove installazioni in accordo con la presente legge, fermo restando il dettato di cui alla lettera d)⁵⁸ ed all'articolo 6, comma 1⁵⁹ "*.

La situazione che si presenta all'entrata in vigore della suddetta legge, è piuttosto articolata e confusa, in quanto, non esistendo una vera e propria normativa nazionale in materia d'illuminazione, gli interventi condotti sul territorio sono stati

⁵⁵ Ad esempio, la legge regionale della Lombardia 27 marzo 2000, n. 17, recante norme sulle "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso", definisce, all'articolo 1-bis, il Piano dell'Illuminazione come *"il Piano redatto dalle amministrazioni comunali per il censimento della consistenza e dello stato di manutenzione degli impianti insistenti sul territorio amministrativo di competenza e per la disciplina delle nuove installazioni, nonché dei tempi e delle modalità di adeguamento, manutenzione o sostituzione di quelle esistenti"*.

⁵⁶ La parte normativa nello specifico sarà trattata in un capitolo successivo

⁵⁷ Supp. N.13 al BURL del 30/03/00

⁵⁸ Si riporta di seguito il contenuto della della L.R. 17 del 27.03.00 alla lettera d): *"provvedono, anche su richiesta degli osservatori astronomici o di altri osservatori scientifici, alla verifica dei punti luce non corrispondenti ai requisiti previsti dalla presente legge, disponendo affinché essi vengano modificati o sostituiti o comunque uniformati ai criteri stabiliti, entro 1 anno dalla notifica della constatata inadempienza, e, decorsi questi, improrogabilmente entro sessanta giorni"*.

⁵⁹ Si riporta di seguito il contenuto della della L.R. 17 del 27.03.00 all' art.6 (Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna), comma 1: *"Per l'attuazione di quanto previsto dall'articolo 1, dalla data di entrata in vigore della presente legge, tutti gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata in fase di progettazione o di appalto sono eseguiti a norma antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico; per quelli in fase di esecuzione, è prevista la sola obbligatorietà di sistemi non disperdenti luce verso l'alto, ove possibile nell'immediato, fatto salvo il successivo adeguamento, secondo i criteri di cui al presente articolo"*.

realizzati senza alcun intento programmatico, con l'unico scopo di sopperire alle contingenti esigenze che di volta in volta si manifestavano.

A questo si deve aggiungere che la maggior parte delle volte, gli impianti sono stati realizzati senza considerare le situazioni preesistenti, accavallando confusamente ed in modo non omogeneo impianti con finalità diverse e indipendenti.

La realizzazione di un Piano d'Illuminazione, ha la funzione di fotografare la situazione territoriale, nonché di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto delle leggi regionali che hanno prodotto disposizioni in materia ponendosi quindi, come strumento principe, per esaltare l'efficacia e l'operatività di suddette leggi.

2.2 Obiettivi, esigenze e motivazioni

L'esigenza di elaborare un Piano Regolatore Comunale dell'illuminazione Pubblica, nasce, come appena accennato, dall'opportunità di dare uno sviluppo organico agli interventi d'illuminazione nell'area comunale.

Dunque il Piano si presenta con una duplice valenza:

- dal punto di vista tecnico tale strumento si prefigge di pianificare gli interventi riguardanti l'illuminazione del territorio, quelli di aggiornamento degli impianti nonché la loro manutenzione;
- dal punto di vista economico permette di programmare anticipatamente gli interventi e di gestire razionalmente i costi, con un considerevole risparmio energetico.

Il Piano Regolatore Comunale, per com'è stato descritto fin'ora, si può definire come un progetto ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi d'illuminazione pubblica e privata.

La realizzazione del Piano, seguirà le prescrizioni dettate dalle leggi regionali attualmente leader nel settore⁶⁰, e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n. 285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n. 9-10 gennaio 1991, norme tecniche europee e nazionali tipo UNI e DIN).

⁶⁰ Si intende cioè, che ogni regione fa capo alla propria legge regionale, sempre che tale legge esista. Non ancora tutte le regioni italiane, infatti, ne sono dotate.

Obiettivo del Piano è anche quello di tutela sia diurna che notturna del territorio e della sua immagine, favorendo scelte che la valorizzino.

L'esistenza del Piano dell'illuminazione trova una sua giustificazione nell'intrinseca potenzialità che ha nel fornire risposte ad alcune importanti esigenze che accomunano le città odierne. Di fatto è proprio da queste ultime che trovano ispirazione le finalità del Piano di seguito riepilogate:

- Ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso, i relativi problemi legati all'invasività della luce e i consumi energetici da esso derivanti;
- Aumentare la sicurezza stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere, riducendo i fenomeni di abbagliamento e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni (nel rispetto del Codice della Strada e delle norme UNI);
- Ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che, da ricerche condotte negli Stati Uniti, risulta tenda ad aumentare là dove s'illumina in modo disomogeneo creando zone di penombra nelle immediate vicinanze ad aree sovrailluminate, garantendo così una maggiore sicurezza fisica e psicologica dei cittadini;
- Favorire le attività serali e ricreative con un conseguente miglioramento della qualità della vita;
- Accrescere e migliorare la fruibilità degli spazi urbani disponibili;
- Migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche valorizzando la loro bellezza anche attraverso un opportuna scelta cromatica, delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo e senza creare contrasti stucchevoli con l'ambiente circostante;
- Integrare gli impianti d'illuminazione con l'ambiente che li circonda, sia diurno che notturno;
- Realizzare impianti ad alta efficienza, mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off, di lampade ad alto rendimento e mediante il controllo del flusso luminoso favorendo il risparmio energetico;
- Ottimizzare gli oneri di gestione e di manutenzione in relazione alle tipologie d'impianto;
- Tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa;

- Conservare gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane;
- Preservare la possibilità per la popolazione di godere del cielo sellato, patrimonio culturale primario;
- Incentivare il risparmio energetico, il miglioramento dell'efficienza globale d'impianto mediante l'uso di sorgenti luminose, apparecchi d'illuminazione e dispositivi del controllo del flusso luminoso finalizzati ad un migliore rendimento, in rapporto alle scelte adottate.

Inoltre, come in parte già accennato, dall'adozione di un tale strumento di programmazione, conseguiranno anche vantaggi economici derivanti dalla razionalizzazione e dal coordinamento degli interventi che si susseguiranno nel tempo, evitando così sprechi e sovrapposizioni nella realizzazione di opere parziali.

3 Linee guida generali per l'elaborazione del Piano (PRIC)⁶¹

La regione Lombardia, ha approvato il 3 agosto scorso e pubblicato sul Bollettino Ufficiale Regionale, un disposto legislativo a completamento della L.r. 17/00, una legge che rappresenta una pietra miliare nella definizione dei contenuti dei Piani dell'illuminazione ed, in generale, nell'illuminotecnica eco-compatibile italiana. Con questo documento infatti, la legge lombarda, rappresenta il disposto legislativo più completo e dettagliato al mondo in materia di illuminazione eco-compatibile, contenimento dell'inquinamento luminoso e conseguente risparmio energetico. Il documento legislativo, che qui viene presentato, si compone di una struttura principale, che individua i passaggi essenziali di un Piano della luce corretto, completo, ed efficace, e di 7 allegati tecnici che contribuiscono ad arricchire l'intera normativa di legge regionale.

3.1 Premessa

Si inserisce un sintetico inquadramento normativo sul tema dell'inquinamento luminoso e si prosegue con cenni relativi al significato del Piano, agli obiettivi dello stesso sugli ambiti di applicazione, sui beneficiari ed i connessi vantaggi economici. Si conclude con l'illustrazione delle fasi dello studio e della struttura del Piano.

3.2 Inquadramento territoriale

Si descrivono le caratteristiche e gli aspetti peculiari del territorio comunale, così da identificare i fattori qualificanti per l'illuminazione.

Si individuano, inoltre, le zone di protezione dall'inquinamento luminoso e le potenziali aree omogenee, cui applicare tipologie simili di impianti.

⁶¹ Le Linee Guida regionali per la redazione dei Piani dell'Illuminazione nascono dall'esigenza di fornire ai comuni un vademecum semplice e chiaro da utilizzare nell'attuazione della dedicata attività pianificatoria.

Di seguito si riporta uno schema articolato dei principali capitoli su cui articolare il Piano, nonché una breve descrizione dei relativi contenuti.

In allegato sono presenti, altresì, schede tecniche di approfondimento.

Documento tratto da Regione Lombardia, D.d.g. del 3 Agosto 2007 n° 8950, BURL n. 33 serie ordinaria del 13 Agosto 2007, "Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la redazione dei Piani comunali d'Illuminazione", Direzione Generale Reti e servizi di pubblica utilità e sviluppo sostenibile della regione Lombardia.

Attraverso considerazioni di merito, si valutano:

- la posizione geografica;
- i confini e i centri abitati;
- le principali caratteristiche morfologiche, ambientali e climatiche;
- la popolazione e le statistiche di crescita/decremento;
- le infrastrutture e il sistema viabilistico;
- l'allocazione delle attività produttive, commerciali, ecc.

3.3 Cenni storici ed evoluzione dell'illuminazione sul territorio comunale

Si introducono cenni storici sul Comune, sull'evoluzione dell'illuminazione, anche mediante immagini e documenti d'epoca, con l'identificazione di eventuali caratterizzazioni storiche, dei percorsi urbani di rilievo e di quelli da valorizzare.

3.4 Aree omogenee

Si descrive la consistenza delle aree omogenee, così come possono essere individuate sulla base degli strumenti urbanistici locali ed in relazione alla morfologia del territorio (pianura, collina, montagna) e si fa cenno agli aspetti climatici prevalenti che influenzano la viabilità e la visibilità (pioggia, neve, nebbia), alle situazioni di potenziale pregiudizio per gli impianti d'illuminazione (instabilità dei versanti, correnti vaganti, agenti corrosivi, ecc.) e agli eventuali vincoli (osservatori, aree protette, ecc.).

Ai fini dell'omogeneità areale, si considerano i comparti:

- residenziali;
- industriali ed artigianali;
- agricoli;
- a standard verde;
- di salvaguardia ambientale;
- centri storici e cittadini;
- percorsi e aree pedonali di uso normale e di possibile aggregazione;
- parcheggi;
- zone per la ricreazione sportiva.

A completamento del paragrafo, si inserisce un dedicato elaborato cartografico.

3.5 Zone di protezione dall'inquinamento luminoso

Si riportano i contenuti e le cartografie ufficiali che identificano le aree ricadenti in zone di protezione dall'inquinamento luminoso, in relazione a:

- presenza di un Osservatorio astronomico/astrofisico (così come classificati dalla L.R. 17/00 e s.m.i.);
- presenza di aree protette, a valenza comunitaria, nazionale, regionale, sovracomunale e locale.

L'individuazione di tali aree è funzionale alla predisposizione di una adeguata progettazione illuminotecnica e all'eventuale previsione di bonifiche di impianti particolarmente impattanti.

3.6 Illuminazione del territorio: censimento e stato di fatto

Si inserisce l'analisi dettagliata dello stato degli impianti di illuminazione pubblica esistenti e una valutazione circa la conformità degli stessi alla legge regionale 27 marzo 2000, n. 17 e s.m.i.

3.6.1 Stato dell'illuminazione pubblica esistente

Si censiscono i punti luce, per gruppo omogeneo, utilizzando i parametri di cui all'Allegato 1 – Censimento impianti d'illuminazione.

Si redige una relazione generale sulla situazione illuminotecnica degli stessi punti luce, corredata da grafici e quadri riassuntivi, considerando, al riguardo:

1. le *tipologie di applicazioni* (strade, incroci o rotatorie, piste ciclabili, vie pedonali, parcheggi, piazze, giardini e parchi, impianti sportivi, edifici e monumenti, ecc.);
2. le *tipologie di corpi illuminanti* (stradali, sfere o similari, lanterne o similari, luce indiretta, arredo urbano, applique plafoniere, proiettori, torri faro, incassi, ecc.), lo stato di obsolescenza (obsoleti, inefficienti, accettabili, buoni) nonché la loro conformità alla l.r. 17/00 e s.m.i. (conformi, da sostituire, da adeguare secondo una disposizione orizzontale, da adeguare con schermatura o sostituendo la chiusura);

3. le *tipologie di sorgenti luminose* suddivise per potenze (sodio alta pressione, ioduri metallici a bruciatore ceramico, ioduri metallici, fluorescenza, mercurio, alogene, led, ecc.);
4. le *tipologie di supporti* (a frusta, testapalo, sospensione, con sbraccio, catenaria, a parete, ecc.), il loro di stato di conservazione (buono, accettabile, da ricondizionare e riverniciare, sostituire) e la suddivisione del tipo di linea (interrata, aerea, a parete).

Si compila, infine, una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante) della ricognizione dei punti luce, così da disporre di una banca dati minimale, funzionale alla migliore definizione dei programmi di intervento.

TRATTI OMOGENEI	
Quadro Elettrico n.	1
N° Punti Luce	23
Via	Viale Leopardi
Tipo Applicazione*	Stradale
Larghezza Strada [m]**	7,5
Altezza da Terra [m] ***	8
Interdistanza [m]**	-
Sbraccio [m] ***	2
Avanzamento [m]**	1,5
Tilt [°]***	20°
Tipo Apparecchio****	Arredo Urbano
Tipo Chiusura Apparecchio	Vetro Curvo
Modello Apparecchio	CORPO 1
Condizioni Apparecchio	Obsoleto
Tipo di Sorgente	SAP
Potenza Sorgente [W]	70
Conformità l.r. 17/00 e s.m.i.	Sostituire
Tipo di Sostegno	Testapalo
Materiale Sostegno	Acciaio verniciato
Stato del Sostegno	Riverniciarle
Tipo di Linea Elettrica	Aerea
Note	

NOTE

* inteso come funzionalità della luce: stradale, per rotonda, pedonale, per parco, ecc.

** da compilarsi solo per gli ambiti stradali

*** intesi come dati medi sul tratto omogeneo valutato

****riferito alle caratteristiche (stradale, sfera o similare, incasso, ecc.)

3.6.2 Conformità legislativa

Si opera sulla base delle risultanze dell'analisi dello stato di fatto sul territorio (cfr. § 4.7.1), una identificazione puntuale delle tipologie di apparecchi installati, una verifica della conformità legislativa degli stessi, indicando le possibili azioni correttive, ove effettivamente necessarie.

La conformità alla legge regionale n. 17/00 e s.m.i. riguarda:

- a) i corpi illuminanti (si veda l'Allegato 2 "Controllo del flusso luminoso diretto");
- b) le tipologie di sorgenti luminose, quali sodio alta pressione, vapori di mercurio e altri (si veda l'Allegato 3 "Sorgenti luminose");
- c) la presenza di riduttori di flusso luminoso (si veda l'Allegato 4 "Gestione del flusso luminoso").

Si completa il quadro inserendo le opportune annotazioni di dettaglio (conformità, necessità di sostituzione, nuova disposizione orizzontale, necessità di adeguamento mediante schermatura o sostituzione della chiusura e l'eventuale disposizione orizzontale).

Di seguito, si riporta la tabella da utilizzare per la verifica di conformità dei corpi illuminanti.

Ambito di utilizzo: 1. stradale o proiettori			
Tipologia di corpo illuminante	Conformità con l.r. 17/00	Consistenza numerica	Intervento previsto per il ripristino
Vetro piano orizzontale	SI		Nessuno
Vetro piano inclinato	NO		Disposizione orizzontale dei corpi illuminanti o, in alternativa, sostituzione del corpo illuminante
Vetro curvo comunque inclinato	NO		Disposizione orizzontale dei corpi illuminanti e sostituzione della coppa con vetro piano. Ove non praticabile, è da prevedere la sostituzione del corpo illuminante.
Coppa prismatica apparecchio obsoleto	NO		Sostituzione del corpo illuminante.
Ottica aperta apparecchio obsoleto	NO		Sostituzione del corpo illuminante.
Ambito di utilizzo: 2. da arredo			
Vetro piano orizzontale	SI		Nessuno
Vetro piano inclinato	NO		Disposizione orizzontale o, in alternativa, sostituzione del corpo illuminante.
Vetro curvo comunque inclinato	NO		Disposizione orizzontale del corpo illuminante e sostituzione della coppa con vetro piano. Ove non praticabile, è da prevedere la sostituzione del corpo illuminante.

Vetro laterale (tipo lanterne, funghi, etc..)	NO		Sostituzione del corpo illuminante.
Coppa prismatica apparecchio obsoleto	NO		Sostituzione del corpo illuminante.
Ottica aperta apparecchio obsoleto	NO		Sostituzione del corpo illuminante.
Ambito di utilizzo: 3. ad incasso			
Tipo led o fluorescenza	SI		Nessuno, se previsti nei casi di deroga di legge. (cfr. d.g.r. n. VII/6162, art. 9. lettera e) "Deroghe"). Altrimenti è da prevedere la sostituzione o l'eliminazione.
Altri incassi	NO		Eliminazione.

NOTE

Le specifiche di cui sopra non hanno carattere di generalità: possono riscontrarsi casi rari di corpi illuminanti non conformi alla tabella, ma il cui impiego si legittima in ragione di dati fotometrici certificati dal responsabile tecnico del laboratorio incaricato, obbligatoriamente rassegnati dal progettista al committente unitamente al progetto illuminotecnico ed alla relazione tecnica attestante la conformità del progetto alla l.r. 17/00 e s.m.i.

Si allegano quindi le cartografie recanti:

- la distribuzione delle tipologie di sorgenti luminose installate (sodio, fluorescenza, vapori di mercurio, ioduri metallici, ecc.);
- la distribuzione dei punti luce, suddivisi per tipologie (stradali, sfere o similari, lanterne o similari, arredo urbano, proiettori, torri fato, ecc.), con l'identificazione della dislocazione dei quadri elettrici.

3.6.3 Stato dei quadri elettrici e compatibilità con le norme di settore

Si identificano le principali caratteristiche dei quadri elettrici di alimentazione degli impianti d'illuminazione presenti sul territorio, le loro prestazioni, nonché la loro corrispondenza alle prescrizioni normative (il censimento riguarda i soli quadri elettrici degli impianti di proprietà comunale e si esegue sulla scorta dello schema riportato all'Allegato 5 "Censimento impianti elettrici").

Si redige, per ciascuno di essi, una nota tecnica sulla conformità alle norme vigenti (stato di fatto e condizioni dei quadri e degli impianti elettrici, carenze strutturali/sicurezza, priorità d'intervento).

L'indagine confluisce in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante), con l'indicazione delle tipologie e dei costi stimati di intervento, qualora necessari.

	Quadro n.	Box Integro	Box Rotto	Box Obsoleto o Fuori Norma	Protezioni Magneto-termiche	Protezioni Differenziali	Messa a Terra non Presente	Messa a Terra non richiesta (Classe II)	Trifase + Neutro	Monofase + Neutro	Quadro a Norma	Quadro da Sostituire	Quadro da adeguare	Costo intervento
Esempio	1			x	x	X		x	x			X		€

Per l'installazione di riduttori di flusso, è opportuno riportare in una tabella riassuntiva le caratteristiche dell'impianto di distribuzione suddiviso per numero di sorgenti luminose e potenze installate.

Esempio	Quadro n.	Potenze kW	Hg	Hg	Hg	SBP	SAP	SAP	SAP	SAP	SAP	JM	JM	CDM	Fluo	Fluo	Ecc.
			80	125	250	90	70	100	150	250	400	100	250	35	1X18	1X40	
	1	21090	0	0	0	0	62	0	80	19	0						

Per i quadri non di proprietà e/o promiscui, si allega una dichiarazione (del soggetto titolare e/o gestore degli stessi) di conformità dei medesimi alle normative tecniche vigenti di settore.

3.6.4 Rilievi illuminotecnici

Si riportano gli esiti dei rilievi (a norma UNI 10439, EN13201) sugli impianti, eseguiti in sito, evidenziandone, in coerenza con la classificazione operata al successivo paragrafo 4.8, le caratteristiche salienti (congruità, carenza o sovrabbondanza di illuminazione).

In tale ambito di indagine, particolare attenzione va riservata a:

- strade (critiche e rappresentative, campione per ciascun tipo di classificazione illuminotecnica);
- piste ciclabili;
- parcheggi e aree pedonali (piazze, giardini, percorsi, ecc.).

3.7 Classificazione della viabilità

Si riporta la classificazione illuminotecnica delle strade del territorio comunale, sia sulla base della tipologia di asse stradale (da desumere dal Piano Urbano del Traffico, ovvero dalla valutazione effettuata dal professionista illuminotecnico incaricato di redigere il Piano dell'illuminazione, in accordo con gli Uffici tecnici comunali e con l'ausilio dell'Allegato 6 "Controllo del flusso luminoso indiretto e classificazione illuminotecnica del territorio"), che delle norme tecniche di riferimento, con la possibilità di correggere la classe stessa (ai soli fini illuminotecnici), considerati i flussi orari di traffico.

Si riportano le indicazioni per la classificazione di nuove strade o aree del territorio, in coerenza con le indicazioni del Piano e per l'ottimizzazione illuminotecnica degli impianti (si veda l'Allegato 6 "Controllo del flusso luminoso indiretto e classificazione illuminotecnica del territorio").

3.7.1 Classificazione illuminotecnica delle strade

Si riporta la classificazione delle strade, in quanto strettamente correlata alla caratteristica degli impianti d'illuminazione, assumendo, quali riferimenti normativi:

- Nuovo Codice della Strada (D. lgs 30 aprile 1992, n. 285 e s.m.i.);
- decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*);
- norma UNI10439 (*definizione dell'indice illuminotecnico*).

In tale ambito, si procede a:

- identificare la distribuzione percentuale delle strade per ciascun indice illuminotecnico;
- elaborare la lista completa della classificazione delle strade e dell'indice di categoria illuminotecnica di tutto il tracciato viario del territorio comunale.

3.7.2 Flussi di traffico

Si inseriscono i dati di traffico orario sull'asse viario comunale, estrapolati da controlli notturni sulle arterie più significative per la valutazione della curva di calibrazione per sistemi, puntuali o centralizzati, per la riduzione del flusso luminoso, in coerenza con

la norma UNI 10439 del 2001, che consente di ridurre i livelli di illuminazione quando il traffico risulti inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

L'indagine confluisce in una tabella riassuntiva (sul modello della tabella sottostante e sulla base dei riferimenti contenuti nell'Allegato 4 "Gestione del flusso luminoso").

VIA	Categoria (art. 2 cod. strada)	Indice	Flusso max/corsia (veicoli/h)	Flusso al 50% Indice declassato	Flusso al 25% Indice declassato
Via ...	A	5	xxxx	4	3

3.7.3 Classificazione degli ambiti urbani ed extraurbani particolari

Si riporta la classificazione degli ambiti particolari del territorio, attingendo alle norme tecniche EN13201 (*assegnazione di determinati valori progettuali in relazione alla propria destinazione*) e con l'utilizzo dell'Allegato 6 "Controllo del flusso luminoso indiretto e classificazione illuminotecnica del territorio".

a. EN 13201 – Illuminamenti orizzontali: classe S

La classificazione delle Aree, secondo la classe S della norma EN13201, riguarda:

- strade pedonali;
- piste ciclabili;
- parcheggi;
- piazze;
- giardini e parchi (al servizio delle sole aree pedonali).

LOCALIZZAZIONE	Ambito di applicazione	Classe
Parco di Via ...	Parco	S4

b. EN 13201 – Illuminamenti orizzontali: classe CE

La classificazione delle Aree di conflitto, secondo la classe CE della norma EN13201, riguarda:

- incroci principali;
- rotonde;
- svincoli;

- sottopassi;
- aree di conflitto, a traffico misto, ove non sia applicabile la normativa stradale e la classe S.

LOCALIZZAZIONE	Ambito di applicazione	Classe
Rotatoria di Via ...	Incrocio - Rotatoria	CE0

Si inserisce una planimetria, in scala adeguata, recante la classificazione del tracciato viario e degli ambiti in argomento.

3.8 Pianificazione adeguamenti

Si individuano e si registrano:

- le proposte operative per le evidenze storiche ed architettoniche;
- le situazioni potenzialmente critiche;
- gli impianti pubblici a rilevante impatto ambientale e consumo energetico;
- gli impianti esistenti, non conformi alla l.r. 17/00 e s.m.i.;
- le scadenze temporali per l'adeguamento degli impianti;
- gli impianti privati a rilevante impatto ambientale.

Si inseriscono alcuni buoni esempi di illuminazione privata, per ciascuna tipologia di applicazione.

3.8.1 Proposte operative per le evidenze storiche e artistiche

Si identificano gli edifici di riconosciuto valore storico/artistico/architettonico e si indicano le linee di intervento, compatibili con i requisiti di legge, per l'eventuale riqualificazione illuminotecnica, fatti salvi i progetti illuminotecnici specifici e specialistici.

Si supporta il tutto con una relazione recante:

- l'inquadramento storico;
- l'analisi dell'illuminazione in essere (qualora esistente);
- i potenziali criteri illuminotecnici compatibili con la l.r. 17/00 e s.m.i.

3.8.2 Situazioni potenzialmente critiche

Si identificano le situazioni di criticità, considerate tali per il contesto in cui sono inseriti o per la forte caratterizzazione e destinazione d'uso (stazioni ferroviarie, sottopassi, svincoli urbani, parchi pubblici, impianti sportivi, edifici scolastici, piazze e luoghi di aggregazione, teatri, cinema, edifici per l'ordine pubblico, infrastrutture militari e per la sicurezza, ospedali, case di cura e simili, edifici storici di particolare rilevanza turistica, locali notturni, discoteche e simili), che necessitano di:

- illuminazione complessa, gradevole o gestita;
- sicurezza stradale;
- sicurezza pedonale e prevenzione anticrimine;
- gestione di forti flussi ciclo-pedonali e veicolari notturni.

3.8.3 Impianti pubblici a elevato impatto ambientale e ad elevato consumo energetico

Si identificano e si valutano, facendo riferimento all'Allegato 1 "Censimento impianti d'illuminazione", gli impianti contraddistinti da:

- luce invasiva e/o intrusiva;
- dispersione di luce;
- sovrabbondanza d'illuminazione.

Si assegnano punteggi di priorità, compresi fra 1 e 2, in funzione di:

- dimensioni dell'impianto e numero di apparecchi;
- maggiore impatto sul territorio a parità di applicazione.

Si riportano i dati in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante).

	Indice di Priorità	Identificazione Impianto	Note integrative
<i>Esempio</i>	2	Parcheggio di Via ...	

NOTE

In generale, la normalizzazione di tali impianti è fortemente consigliata, indipendentemente dall'effettivo obbligo di legge, e sono da considerarsi ugualmente critiche tanto una piazza illuminata da decine di sfere prive di schermo e con sorgenti da 35 W, quanto un piazzale illuminato con torri faro completamente schermate ma con potenze sovradimensionate di 2-3 volte rispetto all'effettiva necessità.

3.8.4 Prescrizioni sull'obbligo di adeguamento dell'esistente

a. Fasce di Protezione degli osservatori astronomici/astrofisici e delle aree naturali protette

Si individuano gli impianti da adeguare e si registrano in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante), in relazione all'obbligo posto in capo ai Comuni interessati dalle fasce di protezione degli Osservatori astronomici (d.g.r. n. VII/2611 dell'11 dicembre 2000 "Aggiornamento dell'elenco degli Osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto" e s.m.i.) o delle aree naturali protette, di disporre per l'adeguamento degli impianti d'illuminazione pubblici e privati realizzati ante l.r. 17/00 e s.m.i.), entro i termini di legge e considerato che l'indice di priorità di intervento, per tali impianti, è sempre pari a 2.

Esempio	Indice di Priorità	Via	Tipo di apparecchio	Modello	Sorgente luminosa	W	Tipo sostegno	Tipo di Intervento
	2	Via ...						

b. Impianti realizzati dopo l'entrata in vigore della l.r. 17/00 e non conformi alla stessa

Si individuano e si registrano, in una tabella riassuntiva (sul modello della tabella qui di seguito riportata) le analoghe fattispecie di impianti realizzati dopo il 27 maggio 2000 (data di entrata in vigore della legge regionale n. 17/00), in relazione alla persistenza di condizioni di sanzionabilità (art. 8 della legge regionale 22 marzo 2000, n. 17 e s.m.i.).

Esempio	Indice di Priorità	Via	Tipo di apparecchio	Modello	Sorgente luminosa	W	Tipo sostegno	Tipo di Intervento
	2	Via ...						

3.8.5 Priorità d'intervento

Si individuano le priorità, facendo riferimento a:

- paragrafo 4.7.2 per gli impianti non conformi alla l.r. 17/00 e s.m.i. (tutti con priorità 1);
- paragrafo 4.9.3 per gli impianti a rilevante impatto ambientale ed elevato consumo energetico;
- paragrafo 4.9.4 - lettera a) per gli impianti d'illuminazione da adeguare, in quanto in fascia di protezione (tutti con priorità 2);
- paragrafo 4.9.4 - lettera b) per gli impianti d'illuminazione non conformi alla l.r. 17/00 e s.m.i. , realizzati dopo il 27 maggio 2000 (tutti con priorità 2);
- impianti d'illuminazione dotati di sorgenti luminose ai vapori di mercurio (hanno tutti priorità 2).

Si registrano tali priorità in una tabella riassuntiva (vedi modello sottostante).

Esempio	IMPIANTI	Impianti non conformi l.r. 17/00	Impianti in area protetta: obbligo di Adeguamento	Impianti realizzati dopo il 27/05/2000 non conformi l.r.17/00	Elevato Impatto Ambientale	Impianti anti-economici	Sorgenti Vapori di Mercurio	Tot.
	Via ...	2	2	2		1		6
	Via ...	2	2		1	1		5

NOTE

La sicurezza degli impianti non può prescindere dalla messa a norma dei quadri elettrici di proprietà, peraltro necessaria per intraprendere qualsiasi attività di risparmio energetico.

3.8.6 Verifica impianti privati non conformi alla legge regionale

Si individuano gli impianti non conformi alla l.r. 17/00 e s.m.i., facendo riferimento all'Allegato 1 "Censimento impianti d'illuminazione", e si individuano i possibili interventi di normalizzazione a carico dei diversi ambiti, aree e immobili censiti.

3.9 Soluzione integrata di riassetto illuminotecnico del territorio

Si riporta il cronoprogramma delle iniziative funzionali a supportare l'Amministrazione nella migliore applicazione della l.r. 17/00, attraverso la definizione di:

- una proposta di integrazione al Regolamento edilizio comunale;
- strumenti per la verifica e il controllo dei progetti illuminotecnici ante e post operam;
- modelli di dichiarazione di conformità alla l.r.17/00 e s.m.i. dei progetti illuminotecnici, delle installazioni e dei corpi illuminanti. (facendo opportuno riferimento agli approfondimenti contenuti nell'Allegato 7 "Supporto al Comune");
- criteri guida minimi per la realizzazione dei futuri impianti di illuminazione pubblica e privata, suddivisi per tipologie d'impianti e per aree di applicazione;
- interventi di riassetto del territorio, in termini di qualità della luce e risparmio energetico.

3.9.1 Tipologie di intervento: piano operativo

Si definiscono le specifiche standard minime degli impianti pubblici e privati, in relazione alla destinazione funzionale degli stessi e alla tipologia di area omogenea cui sono destinati, avendo, come riferimento:

a) in ambito elettrico:

- impianti elettrici;
- quadri elettrici, cavidotti e sostegni;
- apparecchi d'illuminazione;
- sistemi di riduzione di flusso, anche centralizzati;

b) in ambito progettuale:

- strade a traffico veicolare: assi viari principali;
- strade a traffico veicolare: assi viari secondari o extraurbani locali;
- strade a traffico veicolare: strade in zone artigianali;
- strade a traffico veicolare: strade in aree verdi agricole o parchi protetti;
- applicazioni specifiche: aree verdi, giardini e parchi urbani;
- applicazioni specifiche: impianti sportivi;
- applicazioni specifiche: percorsi a traffico prevalentemente pedonale locale;
- applicazioni specifiche: strade e piazze a traffico prevalentemente pedonale, centri storici e aree di aggregazione e ricreazione;

- applicazioni specifiche: piste ciclabili;
- applicazioni specifiche: parcheggi;
- applicazioni specifiche: rotatorie;
- applicazioni specifiche: passaggi pedonali;
- illuminazione residenziale e impianti privati.

3.9.2 Interventi operativi specifici

Si individuano gli interventi di ammodernamento, rifacimento, integrazione, sostituzione parziale/integrale, finalizzati a:

- riqualificare esteticamente e qualitativamente la luce per valorizzare le peculiarità del territorio;
- risparmiare energia, ottimizzare e razionalizzare gli impianti.

Le proposte costituiscono l'ossatura degli interventi sul territorio comunale (alcune delle proposte di risparmio energetico, di riconosciuta efficacia, prevedono la sostituzione delle sorgenti luminose previa adeguata verifica illuminotecnica e attraverso la scelta di nuovi corpi illuminanti).

A titolo rappresentativo, si indicano:

1. *la sostituzione delle sorgenti luminose ai vapori di mercurio con analoghe ad alta efficienza, quali al sodio alta pressione, e minore potenza installata*

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON	NUOVA LAMPADA
80 W Vapori di mercurio	=>	50 W Sodio alta pressione
125 W Vapori di mercurio	=>	70 W Sodio alta pressione
250 W Vapori di mercurio	=>	150 W Sodio alta pressione

2. *l'adeguamento di impianti caratterizzati da elevate potenze installate ed apparecchi obsoleti con apparecchi d'illuminazione ad elevate prestazioni e minore potenza installata e stessa tipologia di sorgente*

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON	NUOVA LAMPADA
150 W Sodio alta pressione	=>	50-70-100 W Sodio alta pressione
250 W Sodio alta pressione	=>	70-100-150 W Sodio alta pressione
400 W Sodio alta pressione	=>	150-250 W Sodio alta pressione

3. *l'adeguamento degli impianti d'illuminazione di valorizzazione notturna del territorio, ad uso esclusivamente pedonale, costituiti da lampade e apparecchi obsoleti a limitata efficacia illuminante (tipo sfere o similari, funghi o similari, ecc.) con apparecchi d'illuminazione ad elevate performance e minore potenza installata, dotati di sorgenti a resa cromatica maggiore di 65*

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON	NUOVA LAMPADA
70-100-150 W Sodio alta pressione 80-125 W Vapori di mercurio	=>	20-35 W Ioduri metallici a bruciatore ceramico (efficienza >89lm/W)
150-250 W Sodio alta pressione 250 W Vapori di mercurio	=>	35-70 W Ioduri metallici a bruciatore ceramico (efficienza >89lm/W)

4. *il rifacimento integrale di alcuni impianti a elevato impatto economico, energetico e manutentivo;*
5. *l'inserimento di sistemi di riduzione di flusso centralizzati o puntuali, a seconda delle esigenze specifiche, e sistemi di telecontrollo;*
6. *la sostituzione delle lanterne semaforiche con altre dotate di lampade a led;*
7. *la valutazione comparata delle proposte dei vari operatori territoriali dell'energia e di operazioni di finanziamento degli interventi tramite terzi quali quelli delle ESCO (si veda l'art. 4 Direttiva 93/76/CEE del 1993).*

Si fissano le linee per una politica di contenimento dell'incremento annuale dei consumi di energia elettrica per illuminazione pubblica esterna notturna (limite indicativo \leq all'1% del consumo consolidato al momento dell'entrata in vigore del Piano dell'illuminazione).

Si allegano/inseriscono alcune mappe (in scala adeguata) del territorio interessato, riportanti il piano di riassetto delle sorgenti luminose e delle tipologie di apparecchi.

3.10 Pianificazione degli interventi, valutazioni economiche e piano di manutenzione

Si effettuano le valutazioni relative alle scelte/indicazioni evidenziate nel capitolo precedente, corredandole di bilanci energetici ed economici.

Si procede all'identificazione delle opportunità tecnologiche che favoriscono un'illuminazione a basso impatto ambientale e maggiore risparmio energetico.

Si indicano le previsioni di spesa e di priorità.

Si definisce il cronoprogramma degli interventi di adeguamento e la traccia del piano di manutenzione post intervento.

3.10.1 Programma di risparmio energetico: stima dei costi/benefici

Si pianifica il valore economico degli interventi, individuando i parametri che permettono di valutarne i costi, i risparmi conseguibili, la loro efficacia e convenienza e le opere di razionalizzazione degli impianti.

Si assumono come riferimenti minimi:

- a. i costi dell'illuminazione per il Comune (energetici e manutentivi);
- b. la crescita del costo energetico degli ultimi anni e la previsione di crescita della bolletta energetica per l'illuminazione pubblica;
- c. la stima economica dei costi d'intervento per adeguare tutti gli impianti d'illuminazione pubblica alla l.r. 17/00 e s.m.i. e per il solo adeguamento degli impianti, reso obbligatorio per legge;
- d. la stima economica di tutti gli altri costi individuati dal piano, necessari o integrativi (adeguamento dei quadri elettrici alle normative di settore, interrimento linee elettriche, sostituzione sostegni fatiscenti o in cemento, risanamento situazioni di obsolescenza degli impianti elettrici, verniciatura sostegni, ecc.);
- e. l'analisi economica degli interventi indicati al precedente paragrafo 4.10.2 e l'indicazione di:
 - investimento totale;
 - risparmio energetico e/o manutentivo;
 - tempo di ritorno dell'investimento;
 - risparmi ottenibili correlando tempo di ritorno dell'investimento/vita stimata dell'impianto;

- valutazioni integrative, migliorative;
 - CO₂ risparmiata;
- f. sintesi complessiva degli interventi di cui ai punti precedenti.

3.10.2 Piano di intervento

Si definiscono le linee di intervento e il relativo cronoprogramma, assumendo principi guida, quali:

- emergenze (per sicurezza, pericolo e obsolescenza degli impianti);
- sostituzione sorgenti luminose (da vapori di mercurio ad analoghe caratterizzate da maggiore efficienza e minore potenza installata);
- sostituzioni e adeguamento degli apparecchi (non conformi alla l.r. 17/00 e s.m.i.);
- risparmio energetico.

3.10.3 Piano di manutenzione

Si inseriscono:

- il manuale d'uso e conduzione;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione.

Si individuano, altresì, le modalità attinenti:

- il ricambio delle lampade;
- la riparazione dei guasti;
- la pulizia degli apparecchi d'illuminazione (gruppo ottico e schermi di protezione);
- il controllo periodico dello stato di conservazione dell'impianto;
- la sostituzione dei componenti elettrici e meccanici deteriorati;
- la verniciatura delle parti ferrose e deteriorabili.

3.11 Elenco Allegati

3.11.1 Allegato 1 “Censimento impianti d’illuminazione”

3.11.2 Allegato 2 “Controllo del flusso luminoso diretto”

3.11.3 Allegato 3 “Sorgenti luminose”

3.11.4 Allegato 4 “Gestione del flusso luminoso”

3.11.5 Allegato 5 “Censimento impianti elettrici”

3.11.6 Allegato 6 “Controllo del flusso luminoso indiretto e classificazione illuminotecnica del Territorio”

3.11.7 Allegato 7 “Supporto al Comune”

4.11.2 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).

Definisce 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:

- a) Inserire un file eulumdat (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.
- b) 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.

4.11.3 ALLEGATO 3 - SORGENTI LUMINOSE

L'utilizzo di sorgenti luminose ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa costituisce un ulteriore criterio tecnico imposto dalla normativa regionale, affinché gli impianti possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico.

Tipologie e scelta della sorgente luminosa

La d.g.r. n. VII/6162 del 20 settembre 2001, all'articolo 5 *Criteri comuni*, lettera b) prevede l'utilizzo di *lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio a bassa pressione o al sodio ad alta pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi ove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica, è consentito l'impiego di lampade a largo spettro, agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purché funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata.*

La l.r. 17/00 e s.m.i. privilegia le lampade al sodio alta pressione e bassa potenza, in particolare quelle al sodio alta pressione da 50 e 70 W, in quanto meno inquinanti dell'intero spettro elettromagnetico.

Solo ove strettamente necessario, come negli ambiti pedonali, possono essere utilizzate anche sorgenti a maggiore resa cromatica ($R_a > 65$), ma che, a parità di potenza, in termini di efficienza siano paragonabili a quelle al sodio ad alta pressione e quindi con efficienze superiori ad 89 lm/W. Nello specifico è consentito l'impiego di tali sorgenti nei centri storici, nelle aree commerciali, nell'illuminazione dei monumenti, degli edifici, delle aree di aggregazione e dei centri storici in zone di comprovato e/o riconosciuto valore culturale e/o sociale.

Questo principio si integra con quello altrettanto importante di contenimento delle potenze installate per ogni singolo impianto ed applicazione:

- in senso puntuale, in quanto, a parità di applicazione e di punti luce, è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza (anche se meno efficienti). Per esempio, gli ambiti pedonali interni ad un parco possono essere illuminati con sorgenti a fluorescenza da 23 W o tipo a ioduri bruciato e ceramico da 20 o 35 W, piuttosto che con lampade da 70 W al sodio alta pressione. E' evidente che questa valutazione deve essere effettuata a parità di punti luce, perché diversamente si opera secondo una modalità incompatibile con la filosofia ed i contenuti della l.r. 17/00 e s.m.i.;
- in senso generale, in quanto le scelte progettuali devono orientarsi alla riduzione delle potenze installate ed all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista

manutentivo. Per esempio, dove possono essere utilizzati sistemi a LED, di segnalazione o di evidenziazione, anche se l'efficienza è inferiore rispetto ad una lampada al sodio alta pressione, in quanto le potenze installate ed i costi manutentivi vengono abbattuti in modo consistente, soprattutto in virtù della maggiore durata dei led, fino a 7 volte superiore rispetto a quella di lampade tradizionali. L'utilizzo di sorgenti e degli apparecchi a LED non deroga comunque dalla prescrizione della l.r. 17/00 e s.m.i. di emissione massima di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre;

- l'incremento di potenza significa, per ogni tipologia di sorgente luminosa, incremento di efficienza, ponendosi quindi non in linea con le indicazioni della l.r. 17/00 e s.m.i.

Le sorgenti luminose che, in corrispondenza dei diversi ambiti, devono essere privilegiate sono:

- a) Stradale: Sodio alta pressione con potenze in relazione alla classificazione illuminotecnica della strada;
- b) Pedonale: Sodio alta pressione e, in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W;
- c) Impianti sportivi: ioduri metallici tradizionali;
- d) Parchi, ciclabili e residenziale: Fluorescenza, sodio alta pressione e, in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W;
- e) Monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed architettonico: sodio alta pressione nelle sue tipologie o ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W in relazione alle tipologie e ai colori delle superfici da illuminare.

Le sorgenti richiamate hanno le seguenti caratteristiche generali minime:

1- Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione

- Potenze comprese fra 50 e 400 W (sono da privilegiare le potenze inferiori in relazione al tipo di applicazione);
- una durata superiore a 12.000 ore;
- un flusso luminoso compreso fra 4.400 lm (50 W) e 48.000 lm (400 W);
- un'efficienza compresa fra 88 lm/W (50 W) e 120 lm/W (400 W).
- una Resa cromatica (Ra) compreso fra 25 e 65;
- sono ideali nell'illuminazione di aree e strade urbane ed extraurbane, pubbliche e private.

2-Lampade fluorescenti compatte a risparmio energetico:

- una durata superiore a 15.000 ore;
- una temperatura colore T = 3000°K;
- una Resa Cromatica (Ra) che raggiunge anche il valore 82;
- potenze massime pari a 36 W;

- possono essere utilizzate in impianti di modesta entità, come giardini, vialetti, residenze private. Il loro utilizzo, considerata l'accensione immediata, è ideale anche per l'illuminazione di ciclabili o passaggi pedonali regolati da sensori di movimento.

3-Lampade ad alogenuri metallici (Tipologia: Bruciatore ceramico) – Tipo 1:

- una durata superiore a 7.000 ore;
- potenze comprese fra 20, 35 e 150 W (sono da privilegiare le potenze inferiori in relazione al tipo di applicazione);
- un flusso luminoso compreso fra 3.400 lm (35 W) e 14.000 lm (150 W);
- un'efficienza compreso da 89 a 94 lm/W;
- possono essere utilizzate nell'illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un'elevata resa cromatica (alcuni elementi del centro storico, come monumenti, piazze o passeggiate pedonali); il loro impiego è spesso indicato per l'illuminazione decorativa dei manufatti e, data la loro durata limitata, la difficoltà di regolazione e l'alto potere di inquinamento dello spettro elettromagnetico, è consigliato limitarne l'uso ove strettamente necessario.

4-Lampade ad alogenuri metallici – Tipo 2:

- una durata superiore a 7.000 ore;
- potenze comprese tra 250 a 1000 W;
- possono essere utilizzate nell'illuminazione di aree per cui è obbligatoria un'elevata resa cromatica, come nel caso di impianti sportivi. Considerate la bassa efficienza, la durata limitata, l'impossibilità di regolazione del flusso luminoso, l'elevato potere inquinante dello spettro elettromagnetico e le alte potenze impiegate, è consigliato limitarne l'uso ove strettamente necessario.

Sostituzione/Eliminazione delle sorgenti luminose ai vapori di mercurio

L'obiettivo è la sostituzione delle sorgenti ai vapori di mercurio, che sono altamente inefficienti ed inquinanti, con sorgenti luminose ad elevata efficienza e minore potenza installata.

In Tabella 1 sono indicati i benefici della sostituzione, considerando solo il confronto fra sorgenti luminose.

VECCHIA LAMPADA	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80 W Mercurio	50 W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	37,5% (> se aumenta l'interdistanza)
80 W Mercurio	70 W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	12,5% (> se aumenta l'interdistanza)
125 W Mercurio	70 W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	44%
125 W Mercurio	100 W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	20% (> se aumenta l'interdistanza)
250 W Mercurio	150 W Sodio AP	+19% (da 12500 a 14700 lumen)	40% (> se aumenta l'interdistanza)

Tabella 1 – Interventi di sostituzione di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione

Nella quasi totalità dei casi è possibile ridurre la potenza passando a sorgenti con efficienze superiori installate in apparecchi ad elevate performance. Le più comuni sostituzioni consigliate sono quelle riportate nella Tabella 2.

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA CON	NUOVA LAMPADA
80 W Mercurio		50 W Sodio AP
125 W Mercurio		70 W Sodio AP
250 W Mercurio		150 W Sodio AP

Tabella 2 – Confronto tra i valori di potenza di sorgenti tradizionali e sorgenti ad alta efficienza.

La sostituzione delle sorgenti ai vapori di mercurio richiede quasi sempre anche la sostituzione degli apparecchi privilegiando nuova tecnologia e maggiori performance.

La sostituzione più classica (da 125 W Hg a 70 W Sodio AP) riduce del 70% il costo energetico, con un incremento del flusso luminoso emesso pari al 5%, ma il nuovo apparecchio illuminante incrementa il flusso sulla strada anche sino al 20-25%.

Non operare in tal senso comporta i seguenti aspetti negativi:

- non vi è compatibilità con i contenuti di ottimizzazione della l.r. 17/00 e s.m.i.;
- è una perdita di opportunità in termini di risparmio energetico;
- è un pericolo, in quanto la sostituzione, a pari potenze, di sorgenti e apparecchi obsoleti con analoghi ad alta efficienza incrementa l'illuminazione in modo diffuso e fortemente impattante sull'intero territorio.

VECCHIA LAMPADA	=>	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	INCREMENTO FLUSSO A TERRA STIMATO
80 W Mercurio		70 W Sodio AP	+ 80%	100-110% (+ che raddoppia)
125 W Mercurio		100 W Sodio AP	+ 61%	90-100% (raddoppia)
125 W Mercurio		150 W Sodio AP	+ 240%	300% (triplica)
250 W Mercurio		250 W Sodio AP	+ 225%	280-300% (triplica)

Tabella 3 – Incremento del flusso luminoso complessivo stimato.

Il risultato indicato nella Tabella 3 è il grande squilibrio esistente tra la situazione precedente e quella successiva alla sostituzione, in quanto si innesca una forte differenza tra i livelli d'illuminazione e di percezione del territorio, che porta l'intero territorio, per confronto, ad apparire completamente buio e quindi potenzialmente connotato da pericolosità ed insicurezza, imponendo quindi un incremento a catena dei livelli di illuminazione e di corrispondenti sprechi energetici.

4.11.4 ALLEGATO 4 - GESTIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

L'utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso è un concetto fondamentale della l.r. 17/00 e s.m.i., in quanto funzionale ad un uso razionale dell'energia elettrica ai fini del risparmio energetico. Inoltre, la riduzione del flusso è una misura molto efficace e di complemento alle altre tecniche adottate per ridurre l'inquinamento luminoso, dato che il fenomeno è dovuto in una parte non trascurabile anche al riflesso della luce sul manto stradale ed ha effetti positivi sulla durata degli apparecchi illuminanti.

l.r. 17/00 articolo 6, comma 2

“Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività”.

La soluzione più frequentemente utilizzata sino ad oggi, nota come “tutta notte-mezzanotte”, che prevede lo spegnimento alternato del 50% degli apparecchi illuminanti, con conseguente generazione al suolo di zone alternate di luce ed ombra, spesso non consente di mantenere l'uniformità della luminanza del manto stradale richiesta dalle norme e quindi non può sempre essere attuata e non è la soluzione migliore nei nuovi impianti. In tutti gli altri casi (parchi, parcheggi, ecc..) in cui non siano richiesti gli stessi requisiti di uniformità, rimane possibile lo spegnimento parziale, totale o alternato, degli impianti d'illuminazione.

In commercio attualmente esistono diverse tecniche che possono essere adottate per la riduzione del flusso luminoso, come, ad esempio, i regolatori di flusso centralizzati, i reattori elettronici dimmerabili ed i reattori bi-regime. Il loro utilizzo è funzionale esclusivamente al rispetto della normativa regionale, quindi tali sistemi devono permettere, attraverso comandi a distanza, di personalizzare la regolazione del flusso in base alle effettive esigenze e agli orari scelti ed indicati dal Comune e in funzione di un intervento entro i termini di legge (ossia entro le ore 24). Non sono ammessi sistemi pre-tarati in fabbrica per un intervento ad intervalli fissi che non rispettano sempre i requisiti di legge di intervento entro e non oltre le 24.

Valutazione dei flussi di traffico

Al fine di favorire la migliore classificazione del territorio in funzione del traffico, la norma UNI 10439 permette di ridurre i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ciascuna tipologia di strada (cfr. la Tabella 1, ove viene riepilogata la variabilità dell'indice della categoria illuminotecnica rispetto al flusso di traffico che contraddistingue i tipi diversi di strade esistenti).

Classe	Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico con flusso massimo	Flusso ridotto (<50% del max)		Flusso ridotto (<25% del max)	
				Portata per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico	Portata per corsia (veicoli/ora)	Indice illuminotecnico
A	Autostrada extraurbana	1100	6	550	5	225	4
B	Extraurbana principale	1000	6	500	5	250	4
C	Extraurbana secondaria	600	5	300	4	150	3
D	Urbana di scorrimento	950	4	450	3	225	2
E	Urbana di quartiere	800	4	400	3	200	2
F	Extraurbana locale	450	4	225	3	112	2
F	Urbana locale	800	2	400	1	200	1

Tabella 1 – Dipendenza dell'indice della categoria illuminotecnica da flusso di traffico, per tipologie di strade esistenti.

La riduzione della luminanza del manto stradale in funzione dei livelli di traffico e della tabella sopra riportata viene normalmente attuata con l'introduzione di sistemi di riduzione del flusso luminoso, prescritti dalla l.r. 17/00, che, oltre a permettere risparmi che possono anche raggiungere, in casi particolari, il 30% dei consumi elettrici, consentono di preservare e spesso allungare la vita media delle lampade installate, riducendo quindi anche i costi di manutenzione.

L'utilizzo di tali sistemi è sempre obbligatorio nei nuovi impianti d'illuminazione stradale, dove devono essere utilizzate sorgenti luminose dimmerabili (come il sodio alta pressione) e ove è richiesto, per ragioni di sicurezza, il mantenimento delle luminanze minime di progetto, mentre la legge prescrive lo spegnimento alternato, parziale o completo ove non sussistano esigenze di sicurezza oltre una certa ora (monumenti, piazzali, parchi chiusi al pubblico, ecc.).

Qui di seguito si riportano alcune ulteriori precisazioni di legge o osservazioni di carattere generale:

- la riduzione del flusso luminoso non è alternativa alle prescrizioni di legge in termini di controllo del flusso luminoso diretto, indiretto, e all'utilizzo di sorgenti efficienti, ma è

subordinato a queste ultime e la sua obbligatorietà completa l'efficacia delle precedenti prescrizioni di legge.

- é scorretto, sotto il profilo progettuale e in relazione ai riferimenti di legge, sovradimensionare gli impianti con potenze superiori a quelle richieste, applicando poi riduttori di flusso per ridurre le potenze stesse; questa operazione permette di conseguire elevati risparmi energetici, in realtà "fittizi", su impianti che, se progettati correttamente, già a regime e senza riduzione consentono consumi inferiori;
- la scelta di un prodotto è funzionale alle effettive esigenze e scelte del Comune; è comunque importante, vista la particolarità e la delicatezza dell'applicazione, che il sistema sia semplice, funzionale, collaudato, facile da gestire e possibilmente sia già stato utilizzato in applicazioni simili.

4.11.6 ALLEGATO 6 - CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO E CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA DEL TERRITORIO

Prevedere il controllo del flusso luminoso indiretto, limitandolo al minimo previsto e richiesto dalle norme tecniche e di sicurezza, è una precisa scelta del legislatore, perché l'obiettivo è di fare in modo che il progettista adotti tra i principi ispiratori della progettazione la necessità di evitare situazioni di sovrailluminazione, che produrrebbe inutili sprechi energetici e darebbe luogo a scelte poco efficienti.

In questo senso, è necessario:

- a) classificare correttamente il territorio;
- b) progettare nel rispetto dei valori minimi previsti dalle norme, realizzando impianti efficaci ed efficienti.

La l.r. 17/00, all'articolo 6, comma 2 e la d.g.r. n. VII/6162 del 20 settembre 2001, all'articolo 5 *Criteri comuni*, lettera d recitano:

"d) luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:

- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
- *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;*
- *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
- *impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
- *orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;*
- *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta."*

La **Luminanza** indica il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da una sorgente verso una superficie perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e l'area della superficie stessa, mentre la **Luminanza Media Mantenuta della superficie da illuminare** è il limite minimo del valore medio di luminanza nelle peggiori condizioni dell'impianto (invecchiamento lampade e/o sporcizia delle stesse). Entrambe le grandezze si misurano in cd/m².

L' **illuminamento** definisce il Flusso luminoso che illumina una superficie di 1 m². L'unità di misura è il Lux [lx]= lm/m². In pratica uno stesso flusso luminoso produce un diverso illuminamento a seconda della grandezza della superficie che illumina.

a) Classificazione

Risulta fondamentale, sia ai fini della stesura di un Piano della luce che della progettazione illuminotecnica, definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito.

Classificare però una strada o un determinato ambito del territorio non significa doverlo illuminare ma vuol solo dire che, qualora si decidano degli interventi, la sua classificazione e i parametri di progetto siano già stati definiti.

Classificazione illuminotecnica di ambiti stradali

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza, che devono rispettare i progetti illuminotecnici definiti nella Tabella 1.

Indice illuminotecnico	Luminanza media mantenuta Lm (cd/m ²)	Approx. +/- su Lm	Uniformità minima (%)		Valore Max indice abbagliamento debilitante Ti (%)
			U ₀	U ₁	
6	2,0	15	40	70	10
5	1,5	15	40	70	10
4	1,0	15	40	50	10
3	0,75	15	40	50	15
2	0,5	15	35	40	15
1	0,3	15	35	40	15

NOTA

E' necessario fare sempre riferimento al documento originale UNI. La l.r. 17/00 prescrive questi valori di luminanza come valori minimi di progetto. Il margine di tolleranza è specificato dalle stesse norme in termini di tolleranze di misura (valore massimo pari al 15%).

Tabella 1 - Requisiti illuminotecnici minimi di progetti stradali in funzione dell'indice illuminotecnico ottenuto dalla classificazione delle strade secondo la norma UNI10439 rev. 2001.

A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata da un professionista, in accordo con il Comune, sulla base del seguente approccio metodologico:

- 1) utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel Piano della luce, ove esistente, o in alternativa utilizzare la classificazione della strada del Piano Urbano del Traffico (PUT). E' necessario verificare che la classificazione del PUT sia coerente con quanto definito dal

Codice della Strada (D.Lgs. 285 del 30/4/1992 e s.m.i.) e sulla base al D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, in quanto a volte la classificazione riportata nel PUT è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio. Qualora non fossero presenti né il Piano della Luce né il PUT, è preferibile utilizzare gli stessi riferimenti legislativi per classificare la strada. Nella Tabella 2 sono riassunte le caratteristiche minime di ciascuna tipologia di strada ed i relativi indici illuminotecnici secondo la norma UNI10439/rev. 2001;

Classificazione	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
A- autostrada	2	2+2		6
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade	6
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- presenza di banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S	5
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h	6
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h	4
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -solo con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata	4
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C	4
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato	3
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato	2

NOTA

Da questa Tabella, semplificata e riassuntiva, esulano le sole strade urbane classificate con indice illuminotecnico 2, che ospitano un servizio permanente di trasporto pubblico e che devono essere classificate con indice illuminotecnico 3.

Tabella 2 - Riferimenti per la corretta classificazione illuminotecnica di una strada.

2) identificare la classificazione illuminotecnica relativa applicando le più recenti norme di buona tecnica. Ad oggi, il riferimento italiano è la norma UNI 10439/2001. La Tabella 2 permette di effettuare una corretta classificazione illuminotecnica, in quanto sintetizza il Nuovo Codice della strada, il DM 6792 del 5/11/2001 e la Norma UNI 10439 rev. 1. Un secondo riferimento per la progettazione stradale sarà la norma europea EN13201, qualora venga approvata la sezione relativa alla classificazione delle strade. E' da osservare che spesso si incorre nell'errore di classificare in modo scorretto le strade urbane locali (che rappresentano la parte più consistente delle strade cittadine), in quanto queste vengono definite genericamente "strade urbane di Quartiere". Come precisa il D.M. 6792/2001 tuttavia le "strade urbane di quartiere" sono solo le "strade della rete secondaria di penetrazione che svolgono funzione di collegamento tra le strade urbane locali (facenti parte della rete locale, di accesso) e, qualora esistenti, le strade urbane di scorrimento (rete principale, di distribuzione)". Pertanto le "strade urbane di quartiere" sono solo strade che penetrano nel centro urbano come proseguimento delle strade del tipo C "extraurbane secondarie". Questo errore raddoppia il valore della classificazione illuminotecnica delle strade e di conseguenza i costi di primo impianto, energetici e di manutenzione e rischia di raddoppiare i valori di luminanza su oltre il 60% delle strade cittadine.

Classificazione del resto del territorio e progettazione

Nel resto del territorio sono tre le norme di riferimento progettuali e per la classificazione:

1. EN 13201 per i parcheggi e piazze, incroci e rotatorie, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.;
2. UNI EN12193 per gli impianti sportivi;
3. EN 12462 per le aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno.

La successiva Tabella 3 integra la Norma UNI 10439 e la norma EN 13201 per permettere una progettazione illuminotecnica coordinata su tutto il territorio, in quanto, come premesso, la norma EN13201 può essere applicata anche in ambiti non stradali. Le classi stradali secondo la norma EN13201 sono assimilabili (in termini di valori) a quelle della norma UNI10439 e quindi la successiva Tabella 4 consente di operare una correlazione tra la norma UNI10439 per le strade e la norma EN13201 per il resto del territorio (parcheggi, incroci, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO										
Indice III. UNI10439 Classe EN 13201 Luminanze [cd/m ²]		6	5	4	3	2	1			
		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6			
		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3			
	E orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
	E orizzontali			S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)	
	E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
	E.verticali	EV1 (50lx)	EV2 (30lx)	EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)				

NOTA

Definita la classe, secondo la norma UNI10439, della strada di progetto, è possibile risalire alle classi delle aree limitrofe (parcheggi, incroci, ciclabili, parchi, pedonali, ecc...).

Tabella 3 - Correlazione UNI10439 e EN13201 per la corretta classificazione del resto del territorio con i valori massimi consentiti in termini di Illuminamenti orizzontali medi per ciascuna classe non stradale.

Illuminamento orizzontale			Illuminamento semicindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto)	U ₀ Emedio	Classe	Esc Minimo (mantenuto)
CE0	50	0,4	ES1	10
CE1	30	0,4	ES2	7,5
CE2	20	0,4	ES3	5
CE3	15	0,4	ES4	3
CE4	10	0,4	ES5	2
CE5	7,5	0,4	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto)	E. min (mantenuto)	ES7	1
S1	15	5	ES8	0,75
S2	10	3	ES9	0,5
S3	7,5	1,5	Illuminamento verticale	
S4	5	1	Classe	Ev Minimo
S5	3	0,6	EV1	50
S6	2	0,6	EV2	30
S7	Non determinato		EV3	10
			EV4	7,5
			EV5	5
			EV6	0,5

LEGENDA

Classe CE: Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotonde, sottopassi pedonali ecc.

Classe S: Definisce gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ecc.

Classe ES: Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

Classe EV: Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, ecc.

Tabella 4 – Estratto, a puro titolo informativo, della norma EN13201 per le classi: S, CE, EV, ES.

La Tabella 4, che integra in questo senso la Tabella 3, riporta gli elementi per la corretta classificazione e la progettazione sul resto del territorio, identificando l'elemento progettuale da minimizzare ai fini della rispondenza del progetto illuminotecnico alla l.r. 17/00 e s.m.i..

Per la conformità alla l.r. 17/00 della progettazione illuminotecnica, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali (Tabella 1);
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti (Tabella 4).

Ambito di applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto [U.M.]	Grandezza illuminotecnica da verificare 1 [U.M.]	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2 [U.M.]
Zone pedonali, parchi, giardini	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo mantenuto [lx]
Parcheggi, Piazze	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	3.11.8 <u>E min</u> mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc . minimo mantenuto [lx]
Piste ciclabili	S	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc . minimo mantenuto [lx]
Rotatorie e intersezioni	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (E medio/E min)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]
Sottopassi e zone di conflitto	CE	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (E medio/E min)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]

Tabella 5 - Tavola di riferimento che definisce i parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

b) Progettare nel rispetto dei valori minimi previsti dalle norme, realizzando impianti efficaci ed efficienti

Il controllo del flusso luminoso indiretto si attua anche attraverso l'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione, che, a sua volta, comporta anche la razionalizzazione dei consumi energetici nel tempo.

La l.r. 17/00, all'articolo 6, commi 2 e 10 bis, lettera c) e la d.g.r. n.VII/6162, articolo 5 "Criteri comuni", lettera d, così recitano:

"c) dispone l'impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi; in particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed al suo indice illuminotecnico, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7. Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto".

Ambiti operativi: applicazioni non stradali

In questo caso le linee guida di ottimizzazione più utili definiscono che:

- il fattore da ottimizzare in tale ambito è la potenza installata (puntuale e complessiva), che deve essere la minore possibile, a parità di fattore di utilizzazione, sempre nel rispetto delle norme tecniche e di sicurezza vigenti (EN13201) e, qualora queste non siano applicabili, con luminanze medie mantenute non superiori a 1cd/m^2 ;
 - è opportuno utilizzare, a parità di condizioni, apparecchi che associano la minore potenza installata ed il maggiore risparmio manutentivi.
- Per quanto attiene alle prescrizioni normative, la legge non specifica valori da conseguire ma solo che il progettista deve dimostrare nella sua relazione di aver cercato di conseguire i maggiori risultati in termini di ottimizzazione e risparmio di esercizio e nella manutenzione.

Nello specifico, in impianti d'illuminazione di piste ciclabili o ciclopedonali, qualora il passo installativo non sia vincolato dall'utilizzo di sostegni condivisi con l'illuminazione stradale, può essere considerato come minimo efficace un rapporto interdistanza/altezza minimo di progetto pari a 4,5.

Ambiti operativi: applicazioni stradali

L'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione stradale (Tabella 6) si può conseguire con il concorso:

- di una corretta classificazione,

- dell'utilizzo dei valori minimi di luminanza previsti dalle norme
- dell'utilizzo, a parità di condizioni illuminotecniche e numero di sostegni, di corpi illuminanti che associano la minore potenza installata ed il maggiore risparmio di esercizio e nella manutenzione.

Indice Illuminotecnico	Potenze consigliate	Potenze consigliate (larghezza della carreggiata > 8 m.)
1 (Lm=0.3 cd/m ²)	50W-70W	70W
2 (Lm=0.5 cd/m ²)	50W-70W	100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)
3 (Lm=0.75 cd/m ²)	70W	100W (statisticamente il 25-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)
4 (Lm=1 cd/m ²)	70W-100W	150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)
5 (Lm=1.5 cd/m ²)	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 (Lm=2 cd/m ²)	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

Tabella 6 - Guida Orientativa per ottimizzare i risparmi, i risultati illuminotecnici e le potenze installate.

A completamento dei concetti precedentemente espressi, la legge regionale specifica inoltre per i nuovi impianti d'illuminazione un rapporto minimo di interdistanza su altezza dei sostegni maggiore di 3,7, a parità degli altri parametri di ottimizzazione. E' possibile conseguire un rapporto superiore a 3,7, anche per carreggiate di larghezza pari a 14 metri, ma è necessario cercare sempre il corpo illuminante più adeguato a ciascuna esigenza di installazione ed applicazione.

Sono evidenti le seguenti osservazioni emerse dall'applicazione della l.r. 17/00 e s.m.i.:

- per *"impianti di illuminazione stradali tradizionali"* si intende qualsiasi impianto d'illuminazione che utilizza corpi illuminanti posti su sostegni o a parete, sia di tipo stradale che di arredo urbano (lanterna o altro);
- il rapporto minimo accettabile di 3,7 non può essere conseguito solo ed unicamente in corrispondenza di ostacoli invalicabili, quali viali alberati o in corrispondenza di incroci;
- sono ammessi apparecchi su entrambi i lati della strada (quinconce o bilaterali) o a centro strada, solo in caso di carreggiate separate, sempre nel rispetto d un rapporto minimo accettabile di 3,7; per installazioni quinconce tale rapporto è riferito ad apparecchi consecutivi, ma, su lati opposti della carreggiata e per bilaterali frontali, deve essere moltiplicato per 2;
- la frase *"Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto"* non contempla la deroga a rapporto minimo accettabile di 3,7, se si utilizzano sistemi di riduzione di flusso luminoso (peraltro altrettanto obbligatori) o se si persegue il confronto con corpi illuminanti con potenze inferiori, ma complessivamente superiori per km di strada e con maggiori costi manutentivi.

4.11.7 ALLEGATO 7 - SUPPORTO AL COMUNE

Il Piano dell'illuminazione ha tra i suoi obiettivi la fornitura del necessario supporto all'Ufficio tecnico comunale nell'operazione di verifica della conformità di legge di ogni nuovo progetto illuminotecnico.

Il Piano quindi deve definire gli strumenti che agevolino nell'attività quotidiana delle strutture tecniche locali, fra cui quelli di seguito descritti:

- i contenuti minimi dei progetti illuminotecnica;
- l'integrazione al Regolamento edilizio comunale;
- il certificato di conformità del progetto illuminotecnico alla l.r. 17/00 e s.m.i.;
- il certificato di conformità dell'installazione al progetto ed alla l.r.17/00 e s.m.i.;
- la dichiarazione di veridicità dei dati fotometrici rilasciata dal Responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi.

1. Progetto illuminotecnico

L'articolazione del progetto illuminotecnico, ai fini dell'autorizzazione sindacale, è la seguente:

- **Tavole planimetriche**, che identificano dal punto di vista dell'installazione i lavori da eseguire e individuano:

- il posizionamento dei punti luce, la potenza della lampada, il tipo di armatura stradale e l'eventuale regolazione del portalampade all'interno del vano ottico dell'apparecchio;
- le sezioni stradali e/o delle aree da illuminare per il posizionamento dei punti luce e il disegno tecnico quotato del supporto (palo, braccio, mensola, ecc.);
- il tipo e la sezione dei conduttori e la posizione del quadro elettrico (nuovo o esistente);
- i particolari tecnici/d'installazione in scala adeguata;

- **Relazione tecnica**, che Giustifica ciascuna scelta progettuale, evidenziando le relative conformità di legge, in particolare:

- indica i riferimenti legislativi e normativi adottati;
- identifica le caratteristiche elettriche dell'impianto, delle sorgenti luminose e dei corpi illuminanti;
- descrive le scelte tecniche progettuali anche in termini di ottimizzazione e di efficienza dell'impianto;
- realizza un bilancio energetico dell'impianto;

- valuta i risultati illuminotecnici conseguiti, identificando il rispetto dei criteri tecnici della l.r. 17/00;

- Documenti di calcolo e dati fotometrici, costituiti da:

- i dati riassuntivi di progetto: caratteristiche geometriche e dimensionali dell'ambito di progetto, sua classificazione e identificazione del corpo illuminante e delle sue caratteristiche;
- i risultati illuminotecnici: tabelle e tavole riassuntive dei risultati di calcolo congruenti con il tipo di progetto (in ambito stradale Lm, Uo, Ul, Ti), e curve isoluminanze e isolux;
- i dati fotometrici in formato gabellare, numerico o cartaceo e sotto forma di file normalizzato "Eulumdat" certificati, per quanto riguarda la loro veridicità, dal Responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi (si veda d.g.r. n. VII/6162 del 20 settembre 2001, articolo 5 "Le case costruttrici, importatrici, fornitrici").

2. Integrazione al Regolamento edilizio comunale

Qui di seguito è riportata una proposta di integrazione del Regolamento edilizio comunale per la più puntuale gestione delle autorizzazione degli impianti d'illuminazione.

Illuminazione per esterni e insegne luminose

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, strade, piazze, ecc. è soggetta alle disposizioni della l.r. 17/00 e delle successive d.g.r n. VII/6162 del 20/09/2001, l.r. 38/04, l.r. 19/05, che dettano disposizioni in materia di contenimento di tutti i fenomeni di inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

In particolare, i professionisti incaricati della realizzazione dei progetti d'illuminazione dovranno corredare la relazione illustrativa, nella sezione relativa all'illuminazione, della seguente documentazione:

- il Progetto illuminotecnico, di cui il professionista illuminotecnico assume le responsabilità, certificandolo e dimostrandone con adeguata relazione tecnica la conformità alle leggi sopra riportate ed alle normative tecniche di settore;
- la misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare la dichiarazione del Responsabile tecnico di laboratorio o di Enti certificatori terzi, riconosciuti, circa la veridicità delle misure;
- la dichiarazione di conformità del progetto alla l.r. 17/00 e s.m.i.

A fine lavori, gli installatori rilasciano la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione al progetto illuminotecnica ed ai criteri della l.r. 17/00. E' compito del

progettista verificare la corretta installazione degli apparecchi illuminanti e segnalarla al Comune, anche se non direttamente coinvolto nella direzione dei lavori.

I progettisti abilitati a realizzare progetti d'illuminotecnica devono essere:

- iscritti a Ordini o Collegi professionali;
- indipendenti da legami con Società produttrici di corpi illuminanti o distributori dell'energia,
- avere un curriculum specifico, che prevede la partecipazione a corsi mirati alla formazione sulla progettazione ai sensi della l.r. 17/00 e s.m.i., oppure aver realizzato almeno altri 3 progetti illuminotecnici analoghi.

Qualora l'impianto d'illuminazione fosse di "modesta entità", come specificato al capitolo 9), lettere a), b), c), d) ed e) della d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001, non sono richiesti l'autorizzazione sindacale ed il progetto illuminotecnico. In tal caso è sufficiente che al termine dei lavori d'installazione la Società installatrice rilasci agli Uffici comunali competenti la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della l.r. 17/00 e s.m.i., con l'identificazione dei riferimenti alla specifica deroga al progetto illuminotecnico e la documentazione tecnica che attesta la rispondenza dei prodotti utilizzati e dell'impianto ai vincoli di legge della relativa deroga.

4.11.8 ALLEGATO 8 – Alcuni esempi applicativi di Piani della luce: lente d'ingrandimento sull'aspetto dei vantaggi in termini economici (attraverso diversi sistemi di Energy Saving) e vantaggi in termini ambientali (riduzione di CO2 emessa)

Piano della luce di Curtatone

Si propone il Piano della Luce di Curtatone (Mantova), come esempio di comune virtuoso che all'interno del Piano, ha considerato l'applicazione di più metodi di Energy Saving. Per motivi di sinteticità, poiché lo scopo dell'inserimento di questo allegato, è quello di dimostrare le diverse opportunità di risparmio energetico e dei relativi benefici ambientali, che è possibile ottenere dall'applicazione di politiche e interventi di Energy Saving, le tabelle riassuntive dei dati del rilievo della situazione dell'illuminazione esistente del Comune, qui vengono omessi.

PIANO DI ENERGY SAVING: STIMA DEI COSTI

Consumo energetico per l'illuminazione pubblica

L'obiettivo principe di un piano della luce è la riduzione e razionalizzazione dei costi energetici e manutentivi, e per questo è necessaria una chiara conoscenza dei pesi e delle grandezze in gioco.

La valutazione dei costi energetici per l'illuminazione pubblica, si è dovuta calcolare, in parte indirettamente (per gli impianti non di proprietà), in quanto gran parte degli impianti sono promiscui e quindi è difficile quantificarne, con le bollette elettriche, l'effettiva consistenza.

Suddivisione degli impianti fra quelli di proprietà e quelli di terzi e valutazione dei costi manutentivi (per i quali, invece, è possibile fare una valutazione puntualmente in quanto esiste un chiaro piano tariffario dell'attuale ente gestore).

a. Impianti di proprietà Enel - Sole

Totale kW consumanti per l'illuminazione pubblica tenendo conto delle perdite: 92,8 kW*

(*perdite medie degli impianti, in via conservativa, considerate pari al 12%)

Bolletta ENEL illuminazione anno 2006 impianti di proprietà: 47.774 €/anno*

Costi Manutentivi / canone annuo 2006 impianti di Enel – Sole: 26.436 €/anno

b. Impianti di proprietà comunale e/o di Tea

Totale kW consumanti per l'illuminazione pubblica tenendo conto delle perdite: 326,9 kW *

(*perdite medie degli impianti in via conservativa considerate pari al 12%)

Bolletta ENEL illuminazione anno 2006 impianti di proprietà di comune e/o Tea: 100.965€/anno*

(*considerando un costo dell'energia di 0.1224 €/kWh IVA compresa e un tempo di accensione annua degli impianti di 4200 ore l'anno)

Costi Manutentivi anno 2006 impianti di proprietà di comune e/o Tea: 101.404 €/anno

c. Costi Complessivi

Bolletta ENEL complessiva per l'illuminazione anno 2006: 148.739 €/anno

Costi Manutentivi complessivi anno 2006: 127.840 €/anno

Totale costi per l'illuminazione anno 2006: 276.549 €/anno

Totale CO2 equivalente consumata (562 g /kWh): 990,7 t /anno

I valori riportati per Tea, sono riferiti al contratto 2006 ed a circa 1950 punti luce. Nel frattempo i punti luce censiti sono molti di più, in quanto, fra il 1 gennaio 2006 ed il momento del censimento, Tea ha preso in carico numerosi punti luce appartenenti a lottizzazioni, quindi, i costi per il 2007, potrebbero essere notevolmente superiori (in quanto riferiti a oltre 2600 punti luce stimati). Nel conteggio non sono presenti anche i costi dell'energia per l'illuminazione degli impianti sportivi.

A fronte dei recenti e continui aumenti del costo dell'energia elettrica (si è, infatti, passati da 0.0776 €/kWh, nel 3° trimestre 2005, a 0.1021 €/kWh, nel 4° trimestre 2006, con un incremento dei costi del 31,9% in soli 15 mesi! Bisogna, inoltre considerare che, a livello statistico - dati confermati dal gestore nazionale dell'energia - , si ha una crescita annua del costo dell'illuminazione pubblica media, dell'ordine del 6%), è evidente, come sia importante affrontare nei successivi paragrafi, una solida proposta di ottimizzazione degli impianti, che porti ad una drastica riduzione dei costi, salvaguardando l'integrità e la qualità dell'illuminazione, e che, allo stesso tempo, in pochi anni, permetta di rientrare negli investimenti per poter beneficiare dei successivi risparmi.

Bisogna quindi, in base a queste prospettive, integrare il Piano della Luce, con un adeguato Piano di Energy Saving e con ulteriori documenti integrativi, quali ad esempio, un Regolamento Comunale che limiti percentualmente la crescita annua dell'illuminazione pubblica e che favorisca, invece, la sua crescita in termini di efficienza.

d. Stima economica dei costi di adeguamento

La valutazione dei costi di adeguamento, verrà effettuata sull'intero territorio comunale, in quanto, gli impianti d'illuminazione, dovranno comunque essere adeguati, indipendentemente dal fatto che rientrino o no nella fascia di protezione di un osservatorio astronomico (per i quali la legge richiede l'adeguamento entro il 31 dicembre 2009).

La valutazione, verrà effettuata sulla base delle elaborazioni e valutazioni condotte sulla situazione dell'illuminazione esistente del comune, che, per altro, ha evidenziato tutte le non conformità di legge.

I costi budgetari, sono calcolati, considerando il comune come acquirente diretto dei corpi illuminanti ai prezzi di mercato correnti (i prezzi sono comunque comprensivi di installazione).

Impianti stradali

Da sostituire:

- Totale corpi illuminanti stradali:	n. 1624
- Costo della sostituzione integrale dei corpi illuminanti conformi Lr17/00 (intervento di installazione compreso)	220€ /cad
Costo complessivo interventi:	357.280 €

Da variare inclinazione:

- Totale corpi illuminanti stradali:	n. 116
- Costo dell'intervento per disporli orizzontali (tale costo si annulla se considerato all'interno di costi di cambio lampada quindi non verrà considerato nel conteggio finale)	40 € /cad
Costo complessivo interventi:	4.640 €

Impianti d'Arredo Urbano

- Totale corpi illuminanti d'arredo a sfera o fungo	n. 330
- Costo della sostituzione integrale dei corpi illuminanti serie Omnia (intervento di manutenzione compreso)	300 € /cad
- Costo complessivo intervento	99.000 €
- Totale rimozione ed adeguamento altri corpi illuminanti e proiettori (schermature e riorientamento proiettori, sostituzione proiettori anche sportivi, rimozione incassi a terra, etc..)	40.000 €
Costo complessivo interventi (compresa mano d'opera):	496.280 €
Fattori imprevisti valutabili attorno al 10% sul totale:	545.908 €
COSTO budgetario COMPLESSIVO degli interventi di sola messa a norma della legge regionale n. 17/00 e succ. integrazioni	545.908 €

e. QUADRO DI SINTESI: stima dei costi

Conclusioni: analisi dei costi

- **SITUAZIONE COSTI:**

Bolletta ENEL complessiva per l'illuminazione anno 2006: 148.739 €/anno

Costi Manutentivi complessivi anno 2006: 127.840 €/anno

Totale costi per l'illuminazione anno 2006: 276.549 €/anno

Totale CO2 equivalente consumata anno 2006: 990,7 t/anno

- **PREVISIONI DI CRESCITA E TASSO DI CRESCITA E INTERVENTI:**

- La crescita del costo del kWh nel 2006 ha avuto un incremento del 31,9%;
- Con il tasso di crescita medio dell'illuminazione regionale (5%), senza calcolare l'aumento del costo del kWh, in soli 15 anni il comune raddoppia il costo della bolletta;
- Tea ed il comune nel 2006-2007 ha preso in carico i punti luce di numerose lottizzazioni per circa 700 punti luce;

Si prevede quindi per il 2007 un pesantissimo incremento dei costi per l'amministrazione comunale.

- **COSTO ADEGUAMENTO IMPIANTI** sono così suddivisi:

- **357.280 €** adeguamento conformità alla Lr17/00 e s.i. corpi illuminanti di tipo stradale;

- **99.000 €** adeguamento conformità alla Lr17/00 e s.i. corpi illuminanti di tipo arredo urbano;

- **Costo Complessivo** (compresi altri tipi di apparecchi): **545.908 €**

NOTE:

- Non sono stati quantificati i costi di messa a norma dei quadri elettrici (interventi fortemente consigliati per la sicurezza e la conformità alle norme), in quanto non quantificabili non essendo di proprietà;

- Non sono stati considerati i costi (non obbligatori ma consigliati) di ammodernamento della rete per rendere indipendenti gli impianti d'illuminazione dalla rete elettrica cittadina.

INTERVENTI SPECIFICI DI ENERGY SAVING

Il paragrafo che segue, contiene le proposte di riqualificazione e di Energy Saving inserite nel Piano:

- 1- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 1: Sostituzione corpi illuminanti al mercurio per gli impianti di proprietà Comunale o Tea;**
- 2- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 2: Rifacimento impianti di proprietà Enel – Sole. Suddiviso in:**
 - a- Mantenimento dell'attuale gestore e messa a norma degli impianti d'illuminazione;**
 - b- Rifacimento integrale impianti non di proprietà;**
- 3- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 3: Sostituzione di tutti i corpi illuminanti di proprietà comunale e Tea, inefficienti pedonali e/o sovradimensionati di tipo stradale;**
 - I- Interventi su impianti d'illuminazione sovradimensionati da adeguare (esclusi quelli di cui all'intervento n. 1);**
 - II- Interventi su impianti d'illuminazione pedonali d'arredo da adeguare;**
- 4- Intervento di Energy Saving n. 4: Utilizzo estensivo di sistemi di riduzione del flusso luminoso;**
- 5- Introduzione alle possibili forme di finanziamento tramite terzi.**

Nel Piano di Energy Saving, che individua i principali spunti di intervento per conseguire risparmio energetico, si rileva che, gli interventi, sono piuttosto consistenti ed altrettanto urgenti, in quanto, l'attuale parco lampade, gode, in senso negativo, di un generale sovradimensionamento per 2 principali motivi:

- non c'è mai stata pianificazione del settore, perciò gli interventi d'illuminazione sono cresciuti in modo disomogeneo ed estemporaneo;
- le numerosissime lottizzazioni sono cresciute senza controllo con una logica "edile" dell'illuminazione (decisa a tavolino da installatori e operatori del settore edile senza alcuna conoscenza dell'illuminazione), mai gestita e progettata, ma in balia di consuetudini scorrette e con nessuna attenzione ai costi energetici e gestionali di un impianto che durerà dai 25 ai 30 anni.

Il perseguimento di una filosofia di risparmio energetico, è fondamentale per il comune di Curtatone, in quanto, in pochi anni, i costi, come già accennato, di un mancato controllo dei futuri interventi, farà lievitare in modo insostenibile i costi energetici e manutentivi.

Per avere idea di cosa possa fare una politica di attento controllo dell'illuminazione, può essere utile un confronto puntuale con un comune molto vicino, Roncoferraro, che da tempo sta attuando questa politica e che utilizza un meccanismo di autocontrollo molto semplice; il gestore del full services, ha tutto l'interesse a mantenere bassi i costi energetici (nel rispetto delle norme di settore), in quanto li paga lui. Il risultato è sotto gli occhi di tutti ed il contrasto con Roncoferraro piuttosto evidente:

- Roncoferraro ha circa la metà degli abitanti di Curtatone e circa i 2/3 del territorio di Curtatone,
- Curtatone che ha un punto luce ogni 3.5 abitante contro Roncoferraro che ha circa 1 punto luce ogni 4.5 abitanti.
- I punti luce di Curtatone sono circa 2.2 volte quelli di Roncoferraro,
- Le potenze medie dei punti luce di Curtatone sono attorno ai 130 W contro quelle di Roncoferraro dove la potenza media è di circa 83 W (dove non c'è più un punto luce al mercurio).

Per tutti questi motivi, Curtatone ha una bolletta energetica circa 3.5 volte superiore a quella di Roncoferraro.

E' evidente che questo divario, può pesantemente crescere se non si inizia una ferrea politica di contenimento dei consumi, orientata sull'efficacia illuminante, piuttosto che sulla quantità di potenza installata.

Solo a titolo di esempio:

1- una sfera da 70-100W illumina a terra (quindi dove serve), quanto un apparecchio a vetro piano orizzontale ad alta efficienza dotato di sorgenti da 35W.

2- gli apparecchi a luce indiretta posti nella sede del municipio hanno un'efficienza del 20%, e necessitano di lampade da 150W per illuminare a terra quanto farebbe l'analogo apparecchio dell'esempio 1 con sorgente da 35W.

1- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 1: Sostituzione corpi illuminanti al mercurio per gli impianti di proprietà Comunale o di Tea

Si prevede di intervenire su 316 punti luce ai vapori di mercurio, sostituendole con apparecchi illuminanti e sorgenti luminose a maggiore efficienza.

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh (iva inclusa):	0,1224 €
Dissipazioni dell'Impianto media stimata:	12%
Costo a punto luce della sostituzione stradali (apparecchio+sorgente+manodopera):	220 €

Risultati

Costo intervento:	69.520 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	81.755 kWh

Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	46%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	10.006 €
Risparmio manutentivo annuo:	1.700 €
Totale risparmio annuo:	11.706 €
Breakeven:	5,9 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 6° al 25° anno:	223.583 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	4,1
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	45,9 t

2- Intervento di riqualificazione/energy Saving n. 2: Rifacimento impianti di proprietà Enel – Sole

a- Mantenimento dell'attuale gestore e messa a norma degli impianti d'illuminazione

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh:	0,1227 €
Dissipazioni dell'Impianto:	12%
Costo a punto luce della sostituzione stradali (apparecchio+sorgente+manodopera):	220 €
kW installati:	92,9 kW
kW installati dopo l'intervento:	56,7 kW

Risultati:

Costo Intervento stradali (n° punti luce 630):	138.600 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	152.010 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	39%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	18.606 €
Risparmio manutentivo annuo:	2.887 €
Totale risparmio annuo:	21.493 €
Breakeven:	7,1 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 8° al 25° anno:	384.725 €
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	85,4 t

In realtà, l'attuale gestore, ha un costo manutentivo molto superiore a quello sopra indicato, passando da mercurio a sodio alta pressione (più che doppio) e molto superiore rispetto a quello di mercato.

Riassumendo per le sorgenti più utilizzate:

Sorgente	Costo Manutentivo Annuo
SAP 70W	59,49 €
SAP 100W	60,53 €
HG 125W	29,36 €
SAP 150	64,35 €
SAP 250	72,03 €

Aggiornando quanto ottenuto, in funzione dei prezzi effettivi dell'attuale gestore (Enel – Sole), il costo della manutenzione annuale, secondo tariffe Enel – Sole, salirebbe da 21.430 €/anno, a 31.763 €/anno. Estrapolando il solo aumento dei costi (dato dalla differenza dei due valori), si ricava quanto segue.

Costo manutentivo annuo dopo l'intervento calcolato con i prezzi del Gestore in €: **31.763 €**
 Risparmio manutentivo calcolato annuo in € (* prezzi del gestore Enel - Sole): **- 10.333 €**
 Totale risparmio annuo: **8.273 €**
 Breakeven: **16,75 anni**

Ciò detto, nonostante la riduzione dell'emissione di CO2, la riduzione dei consumi energetici e il miglioramento dell'illuminazione comunale, l'intervento, con l'attuale gestore dell'energia, non è consigliabile anche dal punto di vista energetico:

- 1- perchè gli impianti sono praticamente tutti da rifare causa l'obsolescenza;
- 2- perché i costi manutentivo crescono, anziché diminuire e partono da una base notevolmente superiore al prezzo di mercato;
- 3- perché i risparmi sono a solo beneficio del gestore degli impianti;
- 4- perché il comune non può comunque disporre di impianti di proprietà e non promiscui.

b- Rifacimento integrale impianti d'illuminazione non di proprietà

La valutazione del progetto preliminare di rifacimento degli impianti d'illuminazione, parte dal presupposto di intervenire direttamente, rifacendo l'intero parco lampade attuale di Enel – Sole. Uno degli obiettivi dell'Amministrazione, è quello di diventare proprietario dei propri impianti.

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh:	0,102 €
Dissipazioni dell'Impianto:	12%
Costo punto luce (comprensivo di sostegno, punto luce, posa in opera, scavi, pozzetti, cavidotti, manodopera, rimozione, etc..):	1500 €

Risultati

Costo Intervento stradali (n° punti luce 529):	793.500 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	189.453 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	48,6%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	23.189 €
Risparmio manutentivo annuo:	12.730 €
(*Calcolato tenendo conto degli attuali costi manutentivi e di quelli futuri sostenuti direttamente dal comune Costi Manutentivi annui Enel – Sole: 21.430 € e Costi Manutentivi annui Comune: 8.700 € stimati)	
Totale risparmio annuo:	35.919 €
Breakeven:	22 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 23° al 25° anno:	107.757 €
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	106,5 t

Il dato risultante, se letto a se stante, non è molto incoraggiante, in quanto 22 anni di payback, non sono facilmente digeribili da una Amministrazione comunale, bisogna però considerare che, le valutazioni effettuate, sono state per ovvi motivi conservative, per evitare all'amministrazione comunale facili entusiasmi o possibili sorprese future, in particolare:

- sono state fatte valutazioni, strada per strada, che tendono a conservare il numero di punti luce esistenti, mentre potrebbe essere ridotto il numero degli stessi, anche pesantemente, utilizzando apparecchi efficienti. Questo potrebbe ridurre di 3-4 anni i costi di rientro degli investimenti.
- i risparmi manutentivi, sono stati valutati sottraendo agli attuali costi manutentivi, quelli futuri. In effetti i costi manutentivi, come mostrato alla precedente lettera a), crescerebbero ulteriormente (da 21.430 € a 31.763 €). E' necessario tenere conto che, questi interventi, sono comunque obbligatori, in un modo o nell'altro, in quanto gli impianti Enel – Sole, nel 95% dei casi, hanno raggiunto la morte fisiologica degli impianti.

- Lo svincolo degli impianti, da Enel – Sole, e la presa in carico da parte del comune, consentirebbe di utilizzare sistemi di riduzione di flusso che potrebbero far conseguire ulteriori risparmi, con conseguente riduzione del pay back.

Non è azzardato supporre che il break even, senza utilizzare i riduttori di flusso, possa essere ridotto a 13-16 anni di rientro degli investimenti.

3- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 3: Sostituzione di tutti i corpi illuminanti di proprietà comunale e Tea, inefficienti pedonali e/o sovradimensionati di tipo stradale

I- Interventi su impianti d'illuminazione sovradimensionati da adeguare (esclusi quelli di cui all'intervento n. 1)

Diversi impianti d'illuminazione ereditati da Tea e dal comune, da lottizzanti, sono palesemente sovradimensionati.

Per alcuni di questi, è ipotizzabile, in modo conservativo, di operare degli interventi di riduzione di potenza, per omogeneizzare gli effettivi livelli di illuminamento del territorio in modo che non ci siano forti differenze e contrasti.

I costi di intervento sono stati così suddivisi:

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh:	0,102 €
Dissipazioni dell'Impianto:	12%

Risultati

Costo Interventi stradali (n° punti luce 471):	62.040 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	132.464 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	35,3%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	16.213 €
Risparmio manutentivo annuo:	- €
(*Estremamente ridotto e non quantificabile)	
Breakeven:	3,8 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 4° al 25° anno:	343.715 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	6,5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	74,4 t

II- Interventi su impianti d'illuminazione pedonali d'arredo da adeguare

Questo intervento non ha solo l'obiettivo di ridurre i costi energetici, ma si pone l'obiettivo anche di dare favorire una gradevole fruizione notturna, anche dei percorsi pedonali, dei parchi e di tutti quegli ambiti, attualmente illuminati con corpi illuminanti a sfera (di cui è nota la caratteristica di abbagliare e ridurre il confort visivo).

	Sostituire con:			
Corpo 13 - Sfera testapalo (256)		Omnia	Lyre Spiral	Trasforma
				
Corpo 20 - Sfera testapalo (34)		Omnia	Lyre Spiral	Trasforma
	Sostituire con:			
Sfera sospensione (23)		Armonia	Metrovp	

Tab. 4.1 – Tabella riassuntiva punti luce a sfera da sostituire

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh:	0,102 €
Dissipazioni dell'Impianto:	12%
Costo a punto luce (comprensivo punto luce, sorgente, posa in opera):	300 €

Risultati

Costo Intervento sostituzione apparecchi d'arredo urbano (n° punti luce 317):	95.100 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	72.652 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	55,4%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	8.893 €
Risparmio manutentivo annuo:	- €
(*Estremamente ridotto e non quantificabile)	
Breakeven:	10,7 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dall' 11° al 25° anno:	127.170 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2.3
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	40,1 t

L'intervento non ha preso in considerazione i risparmi manutentivi in quanto, in questo caso, sono trascurabili. Infatti, la nuova sorgente luminosa, ha una durata, generalmente, inferiore rispetto a quella al sodio ad alta pressione (anche se questo viene compensato dal passaggio ad apparecchi ad alta efficienza, di nuova generazione e di basso costo manutentivo).

Tale intervento, comunque, ha gli ulteriori seguenti vantaggi:

- 1- riduzione dei fenomeni di abbagliamento;
- 2- miglioramento della resa cromatica notturna delle aree pedonali, con maggiore possibilità di fruizione e confort visivo;
- 3- riduzione dei costi manutentivi legati all'apparecchiatura (pulizia vetri praticamente non più necessaria);
- 4- l'intervento, con i conseguenti risparmi, si ripaga 2 volte durante la vita dell'intero impianto.

Si ricorda infine che, sebbene le lampade a ioduri metallici con bruciatore ceramico, abbiano efficienze paragonabili o superiori a quelle del sodio, sono più delicate, hanno durate più limitate ed una ridotta capacità di riduzione di flusso o dimmerazione (solo dell'ordine del 15-20% in meno rispetto al flusso nominale), anche per questo motivo, l'uso di lampade a ioduri metallici, deve essere limitato esclusivamente a poche particolari applicazioni.

4- Intervento di Energy Saving n. 4: Utilizzo estensivo di sistemi di riduzione del flusso luminoso

a. Un esempio su tutti: la provincia di Bergamo

OTTOBRE 2001: ANAS trasferisce alle Province le competenze relative alle strade non statali, RETE VIARIA COMPLESSIVA DA GESTIRE: 1350 km di strade, 12 km di gallerie illuminate; SERVE UN SISTEMA CHE SU IMPIANTI ELETTRICI ESISTENTI:

- consenta risparmi energetici e manutentivi, diminuendo l'inquinamento luminoso;
- garantisca la sicurezza, attraverso la sorveglianza in tempo reale;
- permetta di programmare la manutenzione;
- sia poco oneroso da installare e semplice da utilizzare;
- si presti alla futura espansione.

Si decide di applicare dei REGOLATORI DI FLUSSO LUMINOSO CENTRALIZZATI e PUNO A PUNTO PER LE GALLERIE, integrati in un unico software di gestione. Lo scopo è quello di operare una riduzione della tensione di alimentazione secondo cicli programmabili o attraverso un segnale esterno.

VANTAGGI : *RISPARMI ENERGETICI = RIDUZIONE CO2 IN ATMOSFERA*

RISPARMI ENERGETICI conseguiti dai regolatori nel 1° semestre 2005: 33,7% (= 515.000 kWh = € 48.650,00 = 115 ton CO2 in meno emesse in atmosfera)

INVESTIMENTO PROGETTO DI RIDUZIONE FLUSSO LUMINOOSO E TELECONTROLLO: € 300.000,00

Breakeven: < 3 ANNI

VANTAGGI : *RISPARMI GESTIONALI*

RISPARMI GESTIONALI: accensione degli impianti a tensione ridotta + regolazione tensione, triplicano la vita media delle lampade (da 9.000 a 24.000 ore).

Gli interventi manutentivi monitorati nel 1° semestre 2005 sono diminuiti del 50%.

	1° sem 2003	2° sem 2003	1° sem 2004	2° sem 2004	1° sem 2005
Sostituzione di lampade S.A.P	188	386	568	66	51
Sostituzione di reattori	89	149	161	21	14
Sostituzione di accenditori	98	98	102	6	6
Sostituzione di condensatori	49	17	21	4	6
N° interventi manutentivi	18	19	15	4	2

Tab. 4.2 – Risultati della provincia di Bergamo

b. Sistema di telecontrollo

Il telecontrollo centralizzato, può essere utilizzato, molto semplicemente, su quadri elettrici con più di 4kW installati (altrimenti non è economicamente vantaggioso). Rifacendo tutti gli impianti, si può ipotizzare di utilizzare estensivamente i sistemi di telecontrollo centralizzati, sugli impianti di proprietà di Tea o del Comune, mentre si potrebbero utilizzare sistemi di telecontrollo punto a punto, per gli impianti di proprietà di Enel – Sole.

Consideriamo un quadro tipico con circa 100 punti luce.

Costo comprensivo di IVA kWh pubblica illuminazione: 1,2 €cent

Prezzo di mercato per il riduttore di flusso, comprensivo dell'installazione di grossa portata:
5000 €

Risparmio minimo con regolatore centralizzato: 25%, anche se l'esempio di Bergamo mostra che si può arrivare tranquillamente al 30%

Consumo : 33kW x 4200 ore /anno di accensione impianto = 138.960 kWh/anno

Risparmio annuo di kW: 25% x 138.960 = 34.650 kWh/anno

Risparmio annuo: 2.945 €/anno

Breakeven : 5000 / 2.945 = 1,7 anni

Costo a punto luce del regolatore di flusso: 5000 / 162 = 31 €

Considerazioni

il payback può migliorare se il regolatore è comprato con quadro di comando, se la potenza dell'impianto è maggiore e se la tensione, a monte del quadro, è più alta; mentre il payback può peggiorare se la potenza dell'impianto è minore.

Facciamo le seguenti ipotesi di calcolo:

- 1) utilizzo estensivo di riduttori di flusso centralizzati sugli impianti comunali e di Tea;
- 2) utilizzo estensivo di riduttori di flusso punto a punto sugli impianti comunali e di Tea
- 3) utilizzo di sistemi di riduzione di flusso punto a punto sugli impianti che sostituiranno quelli di Enel – Sole.

Il riduttore di flusso si intende applicato dopo gli interventi 1, 2b e 3, inoltre si tiene conto dei quadri già collegati a sistemi di riduzione del flusso luminoso nei quadri di seguito riportati.

QUADRO			kW	V
21	BB	San Silvestro - via F.G. Lorca	6,0	220
26	BG	Levata - via Rosselli	3,0	220
33	BP	Buscoldo - via Allende	17,0	400
37	BT	Buscoldo - via XXV Aprile	10,0	400
42	CB	Verzellotto - Rondo' Gigante (contatore in cabina Gigante)	6,0	400
43	E	Verzellotto - Via Dei Napoletani (contatore in cabina Gigante)	30,0	400
44	A	Quartiere Corte Spagnola - Emilia	20,0	400
46	B	Levata - Via Correggio (Zanzur)	6,0	400
47	F	Levata - rondò + PL 205	10,0	400

Tab. 4.3 – Quadri elettrici già dotati di riduttore di flusso centralizzato

Parametri di calcolo:

Accensione annua punti luce:	4200 ore
Costo del kWh:	0,12 €
Dissipazioni dell'Impianto:	12%
kW installati negli impianti comunali d'illuminazione prima degli interventi + perdite:	427,6 kW
kW consumo negli impianti Enel – Sole (in caso di rifacimento totale):	92,9 kW
kW risparmiati negli impianti Comune – Tea ai vapori di Mercurio:	19,5 kW
kW risparmiati negli impianti Comune – Tea sovradimensionati:	31,5 kW
kW risparmiati negli impianti Comune – Tea sfere:	17,3 kW
kW complessivi a completamento degli interventi 1, 2b e 3:	266,4 kW
kW complessivi di quadri già dotati di riduttori di flusso centralizzati:	80 kW
kW complessivi per la valutazione dei riduttori di flusso centralizzati:	186,4 kW
Calcolo kWh utilizzati per l'illuminazione pubblica sul territorio comunale:	782.880 kWh

1- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione centralizzati impianti del comune - Tea:

Investimento complessivo*:	150.000 €
(*calcolato su 30 su 38 quadri di media potenza – a titolo conservativo - con quadro di comando e telecontrollo – valore indicativo a quadro 5.000 €)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	175.000 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 25% - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	25%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	21.420 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	5.500 €/anno

Risparmio complessivo annuo (€/anno):	26.920 €/anno
Breakeven:	5.5 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 6° al 25° anno:	524.940 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	4.5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	98,3 t

2- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione punto a punto impianti del comune - Tea:

Investimento complessivo*:	172.620 €
(calcolato per i soli punti luce di cui dall'intervento 1 e per tutti i punti luce obsoleti per un totale di 1.233 punti luce – escluso quelli di Sole quali la metà del totale - per un costo a punto luce di 130 €)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	120.276 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 30% su un totale di 400.921 kWh - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	30%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	14.722 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	2.712 €/anno
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	17.434 €/anno
Breakeven:	9.9 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 10° al 25° anno:	263.253 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2.5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	67,6 t

3- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione punto a punto nuovi impianti in sostituzione di quelli di Enel - Sole:

Investimento complessivo*:	74.060 €
(calcolato su tutti i punti luce per un costo a punto luce di 140 € per 529 punti luce)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	71.420 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 30% - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	30%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	8.741 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	1.164 €/anno
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	9.905 €/anno
Breakeven:	7,5 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dall'8° al 25° anno:	173.337 €

n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:

3.3

CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:

40,1 t

c. Confronto dei costi di diversi sistemi di riduzione di flusso

Segue un confronto dei diversi sistemi di riduzione del flusso luminoso, in termini di costo per punto luce (si è tenuto conto anche dei costi installativi).

Tipo di Regolazione	Incidenza indicativa a punto luce
1- Regolatori di Flusso centralizzati	45 €
2- Regolatori di Flusso centralizzati + telegestione	80 €
3- Regolazione del flusso luminoso punto a punto con sistema di supervisione e telecontrollo	140 €
4- Regolazione del flusso luminoso punto a punto con reattore elettronico e senza supervisione	100€

Tab. 4.4 - Confronto sistemi di riduzione di flusso e telecontrollo

Il sistema con telecontrollo ha, evidentemente, un costo superiore a punto luce ed un payback (dal punto di vista energetico) superiore ma, permette di conseguire risultati notevoli, anche dal punto di vista dei costi manutentivi (con il sistema di telecontrollo si sa, in ogni istante, lo stato di salute di ogni punto luce).

La scelta dell'amministrazione comunale, deve, perciò, orientarsi fra la soluzione 2 o 3, in quanto, la soluzione 1, è assolutamente troppo limitata e di limitato beneficio e, la soluzione 4, pur essendo molto semplice (non richiedendo manutenzione nel tempo), è costituita da un sistema preparato e poco flessibile.

5- Introduzione alle possibili forme di finanziamento tramite terzi

L'utilizzo di finanziamenti tramite terzi (Esco) o altre forme di finanziamento analoghe, permette di intervenire sugli impianti con ottimi risultati, anche in termini di risparmio energetico.

Terzializzazione del servizio e degli adeguamenti

Si tratta di una tipica terzizzazione, in favore di società Esco, la quale interviene, gestendo gli impianti per il periodo del contratto (il comune ne rimane proprietario).

La Esco fa gli investimenti di adeguamento degli impianti e ne trae parte dei benefici per la durata del contratto di manutenzione.

Segue un esempio di quantificazione di un contratto di codesto tipo, impostato sulla realtà del comune, all'interno di un progetto di finanziamento tramite terzi.

L'esempio è puramente indicativo, ma serve per dare gli ordini di grandezza dello stesso (necessita di un approfondimento con i vari operatori di settore e gara d'appalto).

Tipo intervento e specifiche iniziali

Rifacimento completo della porzione di impianto attualmente di proprietà ENEL - Sole con nuovi centri luminosi, nuove canalizzazioni, nuovi pali e armature, il tutto scelto in accordo con l'Amministrazione e finanziato in 20 anni da parte della società ESCO.

Manutenzione Base 8.000 € iva inclusa

Costi annuali di energia 20.986 € iva inclusa

Chi vince l'appalto, deve garantire che l'impianto, dopo 20 anni, venga lasciato al comune in perfetto stato di funzionamento e con un ciclo di vita utile di almeno altri 10 anni.

Vediamo in sintesi quella che potrebbe essere una proposta di una ESCO.

	Enel – Sole (Oggi)	Enel – Sole (rinnovo)	ESCO
Costi di Manutenzione	€ 26.436	€ 31.763	€ 8.000
Costi Energia	€ 47.774	€ 29.148	€ 20.986
Costo Cambio armatura	-	€ 46.200*	-
Nuovo Impianto	-	-	€ 40.000
TOTALI	€ 74.210	€ 107.111	€ 68.986
INCREMENTI DI SPESA RISPETTO A OGGI	-	€ 32.901	- € 5.200

Tab. 4.5 – Valutazione di FTT

** Inteso come ENEL, rinnovo, rifacimento degli impianti ENEL, con la sola sostituzione degli apparecchi al prezzo di mercato delle attuali condizioni di contratto. L'incremento di spesa ENEL è inteso spalmato su 3 anni.*

A causa dei costi di manutenzione maggiori, l'investimento verso ENEL ha alcuni vantaggi quali:

- L'Amministratore distrae patrimonio pubblico per creare cespiti su un'azienda privata investendo denaro in una rete privata per l'erogazione di un servizio pubblico che non diverrà mai di proprietà dell'Amministrazione (Azione vietata dall'art. 113 del D.Lgs 267/2000)
- L'intervento di sola sostituzione dei corpi illuminanti, non interviene sull'obsolescenza e la promiscuità dell'impianto ENEL che comunque necessita, quanto prima, il rifacimento integrale. ENEL ha quindi un relativo margine sulla ESCO, solo in caso di sostituzione degli apparecchi. Questo vantaggio economico si trasforma in svantaggio, quando l'intervento avviene sull'intero impianto (in quanto completamente a carico del comune).
- L'intervento di sola sostituzione di ENEL, se non opportunamente orientato, rischia di far crescere anche i costi elettrici in misura esponenziale (come appunto verificatosi per gli impianti realizzati da ENEL per alcune lottizzazioni del comune). Quindi l'ipotesi che riportiamo si ritiene valida solo a parità di risparmio.
- I costi di manutenzione per le tariffe ENEL, sul sodio alta pressione, sono quasi doppi rispetto a quelli per il mercurio, con incremento degli stessi in modo esponenziale.

Una operazione di codesto tipo fatta invece con una ESCO permette le seguenti non trascurabili opportunità:

- esecuzione dei lavori dal momento dell'affidamento entro 120-180 giorni;
- progetti e collaudo compresi nei costi;
- inserimento di contatori su tutte le linee per la misurazione del reale consumo di energia;
- inserimento di regolatori di flusso elettronici per ogni punto luce;
- certificazione comunitaria dell'impianto Green Light e possibilità di ottenimento dei certificati bianchi;
- recupero del 41% delle spese di investimento dalle efficienze di gestione;
- solo una parte (1/4 della spesa) finisce nelle spese correnti, mentre il resto negli investimenti.

CONCLUSIONI

Breve valutazione della riduzione dei costi di manutenzione

E' sempre piuttosto difficile affrontare un tema in materia di razionalizzazione e riduzione dei costi manutentivi, soprattutto perché molti risparmi sono effettivamente quantificabili dal punto di vista energetico, mentre lo sono meno, anche se ci sono e spesso sono non trascurabili, dal punto di vista manutentivo.

In generale, la riduzione dei punti luce, come evidenziato dalla tabella 4.2, non implica solo riduzione dei costi di prima installazione, ma anche percentuale riduzione dei costi energetici e manutentivi.

Le proposte avanzate, evidenziano comunque una generale riduzione dei costi manutentivi, in modo più o meno marcato e più o meno quantificabile.

In particolare la proposte evidenziate nel Piano della Luce, introducono una notevole riduzione dei costi manutentivi, se si prende la decisione di rifare completamente tutti gli impianti d'illuminazione, ma, non volendo basare il Piano sulla riduzione dei costi manutentivi (spesso non quantificabile e fortemente dipendente dalla soluzione finale scelta dal comune), ci si è limitati, per fare dei conteggi conservativi, a trascurarli o ometterli.

Si sottolinea che, per gli attuali contratti sottoscritti in particolare con Enel – Sole e quindi con Tea, qualsiasi riduzione dei costi manutentivi per gli interventi evidenziati, rischia di diventare un beneficio solo per gli attuali gestori.

Sebbene le proposte, sopra esposte, siano slegate fra loro, il loro coordinamento, può permettere di conseguire discreti risultati in termini di risparmio energetico unitamente a una migliore illuminazione del territorio.

Per una migliore comprensione delle proposte, si considererà che il comune opti per la scelta di rifare completamente gli impianti di Enel – Sole, diventandone proprietario.

I- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 1: Sostituzione corpi illuminanti al mercurio per gli impianti di proprietà Comunale o di Tea

Costo intervento:	69.520 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	81.755 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	46%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	10.006 €
Risparmio manutentivo annuo:	1.700 €
Totale risparmio annuo:	11.706 €
Breakeven:	5,9 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 6° al 25° anno:	223.583 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	4,1
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	45,9 t

II- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 2: Rifacimento integrale impianti di proprietà Enel – Sole (proposta b)

Costo Intervento stradali (n° punti luce 529):	793.500 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	189.453 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	48,6%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	23.189 €
Risparmio manutentivo annuo:	12.730 €
(*Calcolato tenendo conto degli attuali costi manutentivi e di quelli futuri sostenuti direttamente dal comune Costi Manutentivi annui Enel – Sole: 21.430 € e Costi Manutentivi annui Comune: 8.700 € stimati)	
Totale risparmio annuo:	35.919 €
Breakeven:	22 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 23° al 25° anno:	107.757 €
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	106,5 t

III- Intervento di riqualificazione/Energy Saving n. 3: Sostituzione di tutti i corpi illuminanti di proprietà comunale e Tea, inefficienti pedonali e/o sovradimensionati di tipo stradale

a- Interventi su impianti d'illuminazione sovradimensionati da adeguare (esclusi quelli di cui all'intervento n. 1)

Costo Intervento stradali (n° punti luce 471):	62.040 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	132.464 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	35,3%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	16.213 €
Risparmio manutentivo annuo:	- €
(*Estremamente ridotto e non quantificabile)	
Breakeven:	3,8 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 4° al 25° anno:	343.715 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	6,5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	74,4 t

b- Interventi su impianti d'illuminazione pedonali d'arredo da adeguare

Costo Intervento sostituzione apparecchi d'arredo urbano (n° punti luce 317):	95.100 €
Risparmio energetico (kWh/anno):	72.652 kWh
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	55,4%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	8.893 €
Risparmio manutentivo annuo:	- €
(*Estremamente ridotto e non quantificabile)	
Breakeven:	10,7 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dall' 11° al 25° anno:	127.170 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2,3
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	40,1 t

IV- Intervento di Energy Saving n. 4: Utilizzo estensivo di sistemi di riduzione del flusso luminoso

a- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione centralizzati impianti del comune - Tea:

Investimento complessivo*:	150.000 €
(*calcolato su 30 su 38 quadri di media potenza – a titolo conservativo - con quadro di comando e telecontrollo – valore indicativo a quadro 5.000 €)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	175.000 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 25% - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	25%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	21.420 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	5.500 €/anno
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	26.920 €/anno

Breakeven:	5.5 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 6° al 25° anno:	524.940 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	4.5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	98,3 t

b- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione punto a punto impianti del comune - Tea:

Investimento complessivo*:	172.620 €
(calcolato per i soli punti luce di cui all'intervento 1 e per tutti i punti luce obsoleti per un totale di 1.233 punti luce – escluso quelli di Sole quali la metà del totale - per un costo a punto luce di 130 €)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	120.276 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 30% su un totale di 400.921 kWh - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	30%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	14.722 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	2.712 €/anno
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	17.434 €/anno
Breakeven:	9.9 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dal 10° al 25° anno:	263.253 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2.5
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	67,6 t

c- Risultati complessivi – Sistemi di riduzione punto a punto nuovi impianti in sostituzione di quelli di Enel - Sole:

Investimento complessivo*:	74.060 €
(calcolato su tutti i punti luce per un costo a punto luce di 140 € per 529 punti luce)	
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	71.420 kWh
(calcolato in difetto con risparmio del 30% - per esempio Bergamo è arrivata a risparmi certificati del 33%)	
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti oggetto dell'intervento:	30%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	8.741 €/anno
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	1.164 €/anno
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	9.905 €/anno
Breakeven:	7,5 anni
Risparmi per la successiva vita prevista dell'impianto dall'8° al 25° anno:	173.337 €
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	3.3

CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno: **40,1 t**

V – RISULTATI FINALI

Seguono i due prospetti riassuntivi di tutte le valutazioni effettuate nei precedenti 4 punti.

Nella prima colonna sono indicati i risultati complessivi mentre nella seconda sono esclusi gli interventi relativi al rifacimento degli impianti di proprietà Enel – Sole i quali hanno un impatto notevole in termini di costi ed investimenti.

a- Con sistemi di riduzione di flusso (soluzione IV, a + c)

Investimento complessivo:	1.244.220 €	376.660€
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	722.744	461.871
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti:	41%	26%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	88.462 €	56.532€
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	21.094 €	8.364€
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	109.556 €	64.896€
Breakeven:	11,4 anni	5,8anni
Risparmi dal raggiungimento del break even:	1.494.680 €	1.245.740€
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2,2	4,3
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	405,3 t	258,7t

b- Con sistemi di riduzione di flusso (soluzione IV, b + c)

Investimento complessivo:	1.266.840 €	399.280€
Risparmio energetico complessivo (kWh/anno):	668.020	407.147
Risparmio % sull'energia consumata annua degli impianti:	38%	23%
Risparmio sul costo dell'energia annuo (€/anno):	81.764 €	49.834€
Risparmio manutentivo annuo (€/anno):	18.306 €	4.412€
Risparmio complessivo annuo (€/anno):	100.070€	54.246€
Breakeven:	12,7 anni	7,4anni
Risparmi dal raggiungimento del break even:	1.234.910 €	956.870€
n° di volte che i risparmi permettono di saldare l'investimento:	2,0	3,4
CO2 equivalente non immessa in atmosfera (562g /kWh) ogni anno:	374,6 t	268,1t

3. Considerazioni sui tempi di intervento

Il risparmio conseguibile, può essere anche utilizzato sul territorio per i più svariati progetti, oppure per ripagare parte dell'investimento, o ancora, come hanno fatto molti comuni con una particolare sensibilità alla riqualificazione energetica ed ambientale (es. Trezzano Rosa), per istituire un fondo nel quale, ogni anno, versano l'importo risparmiato, allo scopo di finanziare altri interventi di Energy Saving e di riqualificazione del territorio.

Gli interventi sopra evidenziati, sono comunque tanto più urgenti, quanto più il tempo passa. Infatti, se si riflette sulla situazione che riguarda il costante aumento del costo dell'energia per l'illuminazione pubblica, si può dire che:

- intervenire su tutti gli impianti immediatamente, vuol dire non rischiare di fare interventi nel tempo disorganici, e quindi, dopo 15 anni, è presumibile con buona approssimazione, che non si arrivi al raddoppio del costo annuo della bolletta per l'illuminazione (come già accennato);
- intervenire, inserendo un tetto massimo di crescita dei consumi per l'illuminazione nuova (es. crescita annua non superiore al 1%), è presumibile pensare di poter abbattere tale curva inarrestabile di crescita;
- non si potrà fare nulla, invece, sull'aumento del costo del kWh.

Supponendo una crescita annua del costo del kWh del 5% (si ricordi che solo nel 2006 tale crescita è stata del 28.2%), intervenire subito, facendo gli interventi proposti, il solo aumento annuo del 5% della bolletta per l'illuminazione per esterni, permette un "risparmio" non indifferente, rispetto alla posticipazione di solo qualche anno degli interventi (per esempio, si può calcolare che, se posticipo l'intervento di 5 anni, questo mi costerà il 25% in più, sino ad avere un costo quasi doppio, dopo 10 anni).

ANNO	Costi Energetici Bolletta (+5%/anno)	Costi post-intervento	Differenza spese complessive	Risparmi fra Costi Energia Pre-Post Intervento	Differenza sui risparmi dovuta all'aumento del costo kWh	Incremento del costo dell'intervento
2007	€ 100,0	€ 52,0	€ 48,0	€ 48,0	€ 0,0	€ 0,0
2008	€ 105,0	€ 54,6	€ 98,4	€ 50,4	€ 2,4	€ 2,4
2009	€ 110,3	€ 57,3	€ 151,3	€ 52,9	€ 4,9	€ 7,3
2010	€ 115,8	€ 60,2	€ 206,9	€ 55,6	€ 7,6	€ 14,9
2011	€ 121,6	€ 63,2	€ 265,2	€ 58,3	€ 10,3	€ 25,2
2012	€ 127,6	€ 66,4	€ 326,5	€ 61,3	€ 13,3	€ 38,5
2013	€ 134,0	€ 69,7	€ 390,8	€ 64,3	€ 16,3	€ 54,8
2014	€ 140,7	€ 73,2	€ 458,4	€ 67,5	€ 19,5	€ 74,4
2015	€ 147,7	€ 76,8	€ 529,3	€ 70,9	€ 22,9	€ 97,3
2016	€ 155,1	€ 80,7	€ 603,7	€ 74,5	€ 26,5	€ 123,7
2017	€ 162,9	€ 84,7	€ 681,9	€ 78,2	€ 30,2	€ 153,9
2018	€ 171,0	€ 88,9	€ 764,0	€ 82,1	€ 34,1	€ 188,0
2019	€ 179,6	€ 93,4	€ 850,2	€ 86,2	€ 38,2	€ 226,2
2020	€ 188,6	€ 98,1	€ 940,7	€ 90,5	€ 42,5	€ 268,7
2021	€ 198,0	€ 103,0	€ 1.035,8	€ 95,0	€ 47,0	€ 315,8

Tab. 4.6 – Analisi dell'opportunità dell'investimento

Piano della luce del Comune di Bollate - Interventi di Energy Saving sull'illuminazione

semaforica

Pochi sanno, che città come Torino, spendono oltre 750.000 €/anno di energia per usi semaforici. Bollate, nel suo piccolo, ha un consumo stimato dell'illuminazione semaforica, pari al 10% dell'illuminazione complessiva, che corrisponde all'incirca a 27.000 Euro/anno.

A questa cifra, ne va sommata una, non trascurabile, relativa alla manutenzione annua degli impianti.

Una delle soluzioni che mette a disposizione la più moderna tecnologia, è la possibilità di sostituire le obsolete lampade ad incandescenza presenti in tutti gli impianti semaforici, con analoghe lampade speciali dotate di attacco Edison costituite da Led. In alternativa sono disponibili lanterne sigillate con sorgenti a led già certificate dal ministero.

I nuovi semafori sono dotati di lampade a LED, che consumano meno di 12 W ciascuna, contro i normali 60 W (e talora 80 o 100 W) delle usuali lampade ad incandescenza: una riduzione quindi del 70%, suscettibile di rendere economicamente appetibile ed energeticamente giudiziosa, una sostituzione su vasta scala. L'efficienza luminosa di queste nuove lampade, fa sì che la riduzione di potenza sia accompagnata da una maggiore luminosità, sicché l'utente, anziché una diminuzione del flusso luminoso, percepisce, al contrario, la presenza di una sorgente luminosa più brillante e più direzionale.

Quanto all'affidabilità, se si pensa che una normale lampadina semaforica ha una vita di circa 6000 ore, i LED, hanno una vita lunghissima (almeno 15 anni di funzionamento ininterrotto dell'impianto). Si comprende che i guasti alle lampade dovrebbero quasi sparire dal panorama della manutenzione e le manutenzioni si azzerano praticamente nello stesso arco di tempo con indubbi vantaggi anche dal punto di vista dei disagi causati da malfunzionamenti, disfunzioni e occupazione della sede stradale per manutenzioni in emergenza.

Un'altra novità interessante è che l'impianto, anziché essere alimentato con i normali 230 V alternati, può funzionare a tensione continua, a 48 V.

Soluzioni di questo tipo sono ormai piuttosto comuni, anche in città come Bressanone, Bologna, Torino, Imola, ecc..

Il parco lampade semaforico è costituito da n. 1182 centri luminosi così suddivisi:

80% lampade da 70W pari a 945 punti luce

20% lampade da 100W pari a 236 punti luce

Fanno scuola i risultati ottenuti dai seguenti comuni: Bologna, Imola, Bressanone e Trezzano Rosa.

In particolare si riportano come caso reale l'esempio di Imola:

DATI SUGLI IMPIANTI

- n. lampade semaforiche: 558 da 60W; - 435 da 75W - 234 da 100W;
- n. lampade lampeggianti: 52 da 75W;
- n. lampade totali: 1267
- Costo energia elettrica: 0,09903 €/ kWh

SITUAZIONE ATTUALE:

- Costo annuo per manutenzione: € 11.500,00;
- Costo annuo per energia consumata: € 23.000,00;
- Consumo annuo di corrente elettrica: 200.000 kWh/ anno
- Totale potenza impegnata: 35 kW

SITUAZIONE POST INTERVENTO:

- Potenza lampade a led: 10-15W;
- Costo annuo per manutenzione: € 0,00;
- Costo annuo per energia consumata: € 4.000,00;
- Consumo annuo di corrente elettrica: 37.000 kWh/ anno
- Totale potenza impegnata: 5 kW

VALUTAZIONE ECONOMICA

- Costo iniziale dell'intervento: € 140.000,00
- Risparmio annuo di energia elettrica: 163.000 kWh/ anno
- Risparmio economico annuo per energia elettrica: 19.000,00 €/ anno
- Risparmio annuo per minor manutenzione: 11.500,00 €/ anno
- Risparmio economico annuo totale: 30.500,00 €/ anno
- Break Even: 4.5 anni

Proiezione per il comune di Bollate

I risultati sono assolutamente analoghi in quanto le potenze installate sono pressoché identiche.

SITUAZIONE ATTUALE:

- Costo annuo per manutenzione: € 17.940,00;
- Costo annuo per energia consumata: € 18.375,00;
- Consumo annuo di corrente elettrica: 229.680 kWh/ anno

SITUAZIONE POST INTERVENTO:

- Potenza lampade a led: 12W;

- Costo annuo per manutenzione: € 0,00;
- Costo annuo per energia consumata: € 3.000,00;
- Consumo annuo di corrente elettrica: 37.800 kWh/ anno

VALUTAZIONE ECONOMICA

- Costo iniziale dell'intervento: € 130.000,00
- Risparmio annuo di energia elettrica: 191.190 kWh/ anno
- Risparmio economico annuo per energia elettrica: 15.375,00 €/ anno
- Risparmio annuo per minor manutenzione: 17.940,00 €/ anno
- Risparmio economico annuo totale: 26.875,00 €/ anno
- Break Even: 3.9 anni

Questo risultato si ottiene per difetto non tenendo conto dei titoli di efficienza energetica che il comune può guadagnare con questa operazione e che possono essere quantificabili in circa 8.000-10.000 € che farebbero scendere il payback a soli 3 anni.

Risultati

Questo adeguamento è possibile riassumerlo come segue:

Risparmio energetico annuo: 15.375,00 €/ anno

Risparmio manutentivo annuo: 17.940,00 €/ anno

Costo intervento: 130.000 €

Break Even: 3.9 anni

Incidenza sul costo della bolletta energetica comunale: 5%

Riduzione delle potenze installate in impianti dotati di lampade al sodio alta pressione da 250W

Come già accennato, l'evoluzione della produzione nel comparto illuminazione, rende oggi disponibili prodotti ad elevate performance e che permettono di conseguire i medesimi risultati con potenze installate inferiori.

Nello specifico nella maggior parte dei casi in cui sono stati installati corpi illuminanti con sorgenti luminose da 250W al sodio alta pressione, è possibile operare una sostituzione con analoghi corpi illuminanti dotati di lampade al sodio alta pressione da 150W.

L'intervento è estremamente semplice e ridotto, ma di notevole efficacia in quanto potrebbe insistere su ben 749 apparecchi illuminanti valutandone puntualmente l'applicazione su gran parte degli impianti di seguito elencati:

Via Caracciolo, Parchetto Sanzio, Via Pace, Viale Lombardia, Via San Pietro, Via Vittorio Veneto, Via Ferrarsi, Via Verdi, Via Repubblica, Via Attimo, Via Riccardi, Via Turati, Via Dante,

Via Varalli, Via Garibaldi, Via Piave, Via Cavour, Via IV Novembre, Via Lorenzini, Via Silvio Pellico, Via Caduti Bollatesi, Via Svevo, Via Ospitaletto, Via La Cava - Uscita Rho-Monza
Questa operazione è resa possibile, anche dai contenuti passi installativi della maggior parte degli impianti sopra menzionati e delle limitate caratteristiche geometriche delle strade su cui generalmente insistono.

Si veda il successivo capitolo 9 per quanto riguarda la valutazione dell'impatto economico, l'efficacia dell'intervento ed i risparmi conseguibili.

La proposta, riguarda un bacino indicativo 749 apparecchi illuminanti, dotati di sorgenti luminose da 250W al sodio alta pressione, in apparecchi di tipo stradale per i quali è possibile (condizioni illuminotecniche permettendo), la sostituzione con analoghi corpi illuminanti ad elevate performance dotati di lampade al sodio alta pressione da 150W.

Dati di calcolo:

N° di apparecchi dotati di lampade da 250W SAP: 749

N° di apparecchi riconvertibili con lampade da 150W SAP: 75% (analisi conservativa)

N° totale di apparecchi oggetto del calcolo: 560

Costo medio dei Corpi Illuminanti + Lampada + Installazione : 250€*

*(valutati sui prezzi medi di mercato di corpi d'illuminazione stradale a medie-elevate performance)

Ore di funzionamento: 4200 /anno

Costo medio dell'Energia elettrica: 0.1 €/kWh (costo comprensivo di IVA aggiornato al 31/3/2006)

Ipotesi di adeguamento:

Tipo di sostituzione: Lampade SAP 250W con sorgenti SAP 150W

Calcoli

Costo energetico/anno lampade SAP 250W: $250 \times 560 \times 4200 \times 0.1 / 1000 = 58.800$ €/anno

Costo energetico/anno lampade SAP 150W: $150 \times 560 \times 4200 \times 0.1 / 1000 = 35.280$ €/anno

Risparmio energetico annuo: $58.800 - 35.280 = 23.530$ €/anno

Indicativamente, in prima approssimazione ed in modo conservativo (nonostante qualche migliaio di euro di risparmio manutentivo potrebbe esserci anche solo per il cambio lampade unificato) possiamo dire che i risparmi manutentivi siano di: 0 €/anno

Costo Adeguamento apparecchi a medie elevate performance: $250 \times 560 = 140.000$ €

Break Even: 6 anni

Risparmio nella vita dell'impianto (25-6): $19 \times 23.530 = 447.700$ €*

*(senza tener conto dell'aumento del costo energetico su 25 anni e del divario di risparmio conseguibile)

Risultati

Questo adeguamento è possibile riassumerlo come segue:

Risparmio annuo: 23.530 €/anno

Costo intervento: 140.000 €

Break Even: 6 anni

Incidenza sul costo della bolletta energetica comunale: 7%

Massima incidenza di risparmio sulla bolletta (nel caso della massimizzazione dei risultati): 9-10%

Note:

Si rammenta che si è identificato l'adeguamento in via conservativa:

- di solo il 75% del parco lampade in apparecchi stradali;
- non si sono considerati gli apparecchi presenti in torri faro.

Uno studio ed una scelta accurata dei corpi illuminanti potrebbe alzare ulteriormente questo risparmio che interviene quasi sempre su impianti ad elevato impatto ambientale.

Anche i risparmi sono valutati in via conservativa, in quanto potrebbero essere incrementati considerando che, se vengono realizzati contemporaneamente, si può contare:

- su grossi numeri, gli sconti riservati al comune nell'acquisto diretto con gara d'appalto (con specifiche indicazioni sulle performance illuminotecniche) dei corpi illuminanti è maggiore;
- l'intervento a livello manutentivo, viene spalmato ulteriormente;
- i sostegni e gli impianti elettrici, in questi casi, sono tutti in buone condizioni e non sono richiesti ulteriori interventi;
- si riduce il carico dei quadri esistenti con migliori performance;
- si possono iniziare le sostituzioni programmate delle sorgenti luminose, con conseguenti risparmi manutentivi non certo trascurabili.

4 La pianificazione del risparmio energetico in funzione dell'inquinamento

luminoso: l'apparato normativo

4.1 Il quadro legislativo globale e le linee di tendenza⁶²

A livello internazionale le attività promosse in favore del contenimento dell'inquinamento luminoso si differenziano da paese a paese, in quanto non esiste tutt'oggi una linea di tendenza comune.

L'Italia, che si è occupata del problema piuttosto presto (i primi lavori in tal senso sono di inizio anni novanta) e si è ispirata alle esperienze dei più evoluti regolamenti degli Stati Uniti, è sicuramente la nazione *leader* a livello mondiale nell'attività di studio di questo fenomeno.

Nel panorama europeo esistono comunque interessanti esempi di leggi regionali e/o nazionali sul tema.

La prima legge approvata sull'argomento è quella nata dalla necessità di proteggere l'Osservatorio Astronomico Europeo delle Canarie, uno dei siti osservativi più importanti per la ricerca astronomica di punta.

Allo stato attuale tale legge risulta piuttosto superata, avendo dimostrato più di un limite nell'arginare i fenomeni di inquinamento luminoso.

Altre due leggi europee non sono inoltre da dimenticare.

Quella approvata, nella regione della Catalonia (che solo recentemente è stata definita dal punto di vista tecnico) e la Legge della Repubblica Ceca, ovvero la prima legge al mondo di uno stato sovrano, ora membro dell'Unione Europea, che ha avuto ispirazione e supporto dalla Legge della Regione Lombardia n. 17/2000.

Lo scorso 30.08.2007 anche la Slovenia ha approvato una legge in tema di inquinamento luminoso modellata sull'impianto della legge Regione Lombardia n. 17/2000, che si conferma quindi disciplina di riferimento e all'avanguardia nel panorama normativo europeo.

A parte le leggi sopra citate, pur essendoci sulla materia molta vitalità in diversi stati europei, non esistono ad oggi in Europa altre leggi regionali o nazionali.

Peraltro, la promozione di una linea comune a livello europeo su questo specifico argomento non sembra, allo stato, rientrare tra le priorità degli organismi politici dell'Unione.

⁶² Tratto da Palladino P., 2005, "Manuale di Illuminazione", Tecniche Nuove, MILANO

Il Parlamento Europeo, sollecitato con numerose interrogazioni parlamentari (quasi esclusivamente italiane) lo ha confermato, precisando che pur promuovendo diversi progetti per l'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione per interni ed esterni quale il progetto GreenLight⁶³, l'illuminazione per esterni è di competenza di ciascuno stato europeo, che può esprimersi liberamente anche a livello legislativo.

L'inquinamento luminoso è un problema che tocca in questo momento principalmente i paesi industrializzati del nord America, dell'Europa e del Giappone.

Come tale, è evidente come solo questi paesi stiano maturando una consapevolezza del problema e stiano cercando delle soluzioni che, al pari dei protocolli di Kyoto non creino problemi allo sviluppo ed al progresso, ma che rappresentino un passo avanti efficace nella crescita eco-sostenibile.

Nel mondo numerose associazioni si occupano di questo fenomeno, ma certamente l'Internationa Dark Sky Association (I.D.A.), è il leader incontrastato, in quanto partecipa con i suoi tecnici anche ai tavoli C.I.E. (Commission Internazionale de l'Eclairage)⁶⁴, esso è inoltre presente in tutti i paesi industrializzati.

In Europa il panorama è ancora variegato e distribuito fra associazioni locali, un coordinamento europeo e la sezione europea dell'I.D.A..

Forse la situazione più chiara seppur variegata è quella Italiana ove, l'I.D.A. – sezione italiana, CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno e l'Unione Astrofili Italiani hanno condotto negli utili anni una politica comune con gli evidenti risultati ormai diventati di esempio in tutta Europa.

⁶³ Il Programma Green Light è un'iniziativa volontaria di prevenzione dell'inquinamento luminoso che vuole incoraggiare i consumatori pubblici e privati di elettricità, definiti partecipanti, a impegnarsi nei confronti della Commissione Europea, ad installare nei propri edifici, tecnologie d'illuminazione efficienti da un punto di vista energetico, ogni qual volta siano economicamente convenienti, mantenendo o migliorando la qualità dell'illuminazione.

⁶⁴ CIE (Commission Internazionale de l'Eclairage) organismo di riferimento a livello internazionale nel campo della fotometria e dell'illuminotecnica. Il CEN (Comitato europeo di Normalizzazione) ne rappresenta il corrispondente europeo e l'UNI, nella sua sezione Luce e Illuminazione il corrispondente italiano

4.2 Le norme UNI : 10819 - 10439 - EN 13201-2 e DIN 5044

4.2.1 La norma UNI 10819

Pur in difetto di una normativa europea di ampio respiro che miri specificamente alla riduzione dell'inquinamento luminoso e al contenimento del consumo energetico, esistono normative comunitarie, recepite dall'Ente Nazionale di Unificazione (U.N.I.), che indirettamente si occupano dell'argomento, in quanto prescrivono i requisiti tecnici che un impianto di illuminazione esterna deve possedere per essere considerato conforme '*alle regole dell'arte*'.

In particolare la norma UNI 10819, risalente al marzo 1999, mira dichiaratamente a difendere 'l'oscurità' della volta celeste, senza in realtà, come vedremo, stabilire a tal fine classificazioni e valori di luminanza idonei a conseguire un risultato soddisfacente, né sotto il profilo del risparmio energetico, né sotto quello della minor dispersione di luce verso l'alto.

In forza di questa normativa, gli impianti di illuminazione vengono classificati, in base a requisiti di sicurezza necessaria, in cinque categorie:

Tipo A: Impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario, per esempio illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, grandi aree;

Tipo B: Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati;

Tipo C: Impianti di interesse ambientale e monumentale;

Tipo D: Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi di illuminazione;

Tipo E: Impianti a carattere temporaneo ed ornamentale, come ad esempio le luminarie natalizie.

Per gli impianti di tipo B,C,D,E, è possibile prevedere un' intervallo di tempo notturno durante il quale l'impianto viene spento o parzializzato.

A loro volta, in base alla esigenza di limitare la dispersione di flusso luminoso verso il cielo, vengono definite tre superfici territoriali:

Zona 1: Zona altamente protetta ad illuminazione limitata, come ad esempio attorno ad un osservatorio astronomico di rilevanza internazionale, per un raggio di 5 km attorno;

Zona 2: Zona protetta intorno alla zona 1 o intorno ad un osservatorio di interesse nazionale, per un raggio di 5 km, 10 km, 15 km o 25 km attorno, in funzione dell'importanza dell'osservatorio;

Zona 3: Tutto il territorio non classificato nelle zone 1 e 2.

Per quanto riguarda la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso da luce artificiale, i progetti di nuovi impianti di illuminazione pubblica e privata devono rispettare determinati valori massimi di Rn che non devono complessivamente essere superati sull'intero territorio comunale.

La norma distingue due casi.

Il primo è quello in cui la tipologia degli apparecchi di illuminazione è definita dal Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC). In questo caso i valori massimi sono quelli definiti in Tabella 5.1.

Tipo di impianto	Rn max		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A, B, C, D	1%	5%	10%
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

Tab. 5. 1 Valori massimi di Rn in presenza del PRIC

Nel caso in cui il PRIC non esista, i valori massimi di Rn sono quelli definiti in Tabella 5.2.

Tipo di impianto	Rn max		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A stradale (ipotesi 65% degli impianti di illuminazione comunale)	1%	3%	3%
A non stradale B, C, D (ipotesi 35% degli impianti di illuminazione comunale)	1%	9%	23%

Tab. 5. 2 Valori massimi di Rn in assenza del PRIC

Esistono alcuni casi particolari di impianti, per i quali non si può prendere come indice di dispersione luminosa verso l'alto, il flusso emesso nell'emisfero superiore dell'apparecchio di illuminazione.

Questo perché, a volte l'illuminazione deve andare proprio dal basso verso l'alto, come nel caso di monumenti o edifici storici. In questi casi (e anche quando la potenza nominale dell'impianto non supera i 5 kW), si ritengono rispettate le disposizioni normative se l'impianto presenta valori di intensità luminosa oltre il contorno dell'opera, non superiori a quelli indicati in Tabella 5.3. Questi impianti non vengono considerati nel calcolo di Rn.

Tipo di impianto	Intensità massima nell'emisfero superiore (cd/klm)		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	5	15	30
B	5	30	80
C	5	100	200
D	5	100	200
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

Tab. 5.3 Valori dell'intensità luminosa massima nell'emisfero superiore

L'utilizzo della norma UNI 10819, è fortemente disatteso in Italia, innanzitutto perché la stessa si basa principalmente su una definizione di zone di rispetto attualmente inesistenti (zona 1,2,3).

Inoltre essa ammette flussi di dispersione della luce verso l'alto, molto più ampi di quanto non stabilisca, ad esempio la legge della regione Lombardia (già citata come normativa di riferimento a livello nazionale ed europeo).

Si consideri ad esempio che, nella zona più protetta, la UNI 10819, ammette una dispersione maggiore di quanto la legge regionale della Lombardia non ammetta in tutto il proprio territorio, arrivando altresì a prevedere e consentire che, in determinati casi un impianto possa emettere un flusso disperso verso l'alto del 23% (Vedi Tab.

5.2), tale quindi da generare un inquinamento luminoso triplo rispetto a quello strettamente necessario.

Inoltre questa normativa è stata criticata per aver definito parametri di emissione verso l'alto piuttosto complessi e variegati, difficilmente calcolabili e contestabili, in quanto intesi come valori medi, e per non aver valutato ed affrontato il problema del contenimento della luce indiretta, mediante il controllo dell'efficienza delle lampade, delle luminanze e degli illuminamenti, inoltre è completamente assente un riferimento all'ottimizzazione degli impianti.

Come più sopra accennato, questa norma, che mira a costituire lo strumento tecnico di riferimento anche per eventuali Piani Regolatori dell'Illuminazione Comunale (PRIC) previsti da ormai diverse leggi regionali, nella nostra realtà nazionale è, di fatto, per gran parte superato dalle diverse normative regionali che fissano limiti più stringenti per le emissioni di luce verso l'alto.

A tal proposito si consideri che, a agosto-settembre 2007 sono ben sedici le regioni che si sono dotate di testi di legge che, a vario titolo, e in modo diverso, interpretano l'esigenza di salvaguardare il cielo notturno e di promuovere, in taluni casi, il risparmio energetico (per un più specifico confronto tra la disciplina UNI e regolamentazione regionale dei limiti di emissione di luce verso l'alto si vada al paragrafo 5.4).

4.2.2 Le norme UNI 10439 e DIN 5044

Le norme UNI 10439 e la tedesca DIN 5044, indicano i requisiti illuminotecnici che devono possedere gli impianti di illuminazione delle strade con traffico motorizzato, affinché siano considerati realizzati 'a regola d'arte'.

Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata, limitazione dell'abbagliamento e guida ottica e sono forniti in funzione della classe di appartenenza della strada, la quale viene definita in relazione al tipo e alla densità del traffico veicolare.

La norma in questione si applica a tutte le strade urbane ed extraurbane con traffico sia esclusivamente sia parzialmente motorizzato.

La norma UNI 10439, nella sua revisione del luglio 2001 ha subito correzioni che di fatto la avvicinano alla norma tedesca DIN 5044, con l'introduzione del flusso di traffico come parametro per definire la luminanza da applicare ad una strada.

Più specificamente, con l'aggiornamento del 2001, la UNI 10439 ha introdotto la possibilità di abbassare i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

La Tabella 5.4 riporta la classificazione delle strade, coerentemente alle disposizioni di leggi vigenti in materia⁶⁵, in particolare per quanto riguarda la denominazione delle classi (da A a F). Per ogni classe, è indicata le categorie illuminotecniche con indice da 2 a 6.

Classe	Tipo di strada	Indice della categoria illuminotecnica
A	Autostrade (urbane ed extraurbane)	6
B	Strade extraurbane principali	6
C	Strade extraurbane secondarie	5
D	Strade urbane di scorrimento veloce	6
D	Strade urbane di scorrimento	4
E	Strade urbane interquartiere	5
E	Strade urbane di quartiere	4
F	Strade extraurbane locali	4
F	Strade urbane locali interzonali	3
F	Strade urbane locali	2

Tab. 5.4 Corrispondenza tra classe stradale ed indice illuminotecnico secondo la UNI 10439/luglio 2001

La Tabella 5.5 riporta le prescrizioni illuminotecniche. I livelli di luminanza ed i rapporti di uniformità indicati in questa tabella sono valori minimi, solo l'indice relativo all'abbagliamento debilitante, è un valore massimo.

Indice della Categoria Illuminotecnica	Valore della luminanza media mantenuta	Approx. +/- su Lm	Uniformità Minima		Valore Max indice di abbagliamento debilitante
	Lm (cd/m ²)	(%)	U ₀ (%)	U ₁ (%)	T _i (%)
6	2,0	15	40	70	10
5	1,5	15	40	70	10
4	1,0	15	40	50	10
3	0,75	15	40	50	15
2	0,5	15	35	40	15
1	0,3	15	35	40	15

Tab. 5.5 Requisiti illuminotecnici minimi di progetto delle strade a traffico motorizzato in funzione dell'indice illuminotecnico ottenuto dalla classificazione delle strade secondo UNI10439/rev. 1.

⁶⁵ D.lgs 30.041992 n. 285 Nuovo Codice della Strada

Le categorie illuminotecniche prescritte per ogni classe di strada della Tabella 5.4, dalle quali si possono ricavare le prescrizioni della Tabella 5.5, sono valide con flusso orario di traffico riferito al valore massimo previsto per quella classe di strada.

Qualora si verificano flussi orari di traffico minori di detto valore (per esempio durante la notte) e le condizioni di sicurezza lo permettono, è possibile, in fase di esercizio, ridurre il valore minimo della luminanza media di cui alla Tabella 5.5, con i seguenti criteri:

- flusso di traffico minore del 50% del valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 1;
- flusso di traffico minore del 25% del valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 2, salvo per la categoria illuminotecnica con indice 2 cui si applica la riduzione di una categoria.

Del resto la possibilità di declassare la categoria illuminotecnica di una strada in ragione dell'effettivo flusso di traffico da cui la stessa è percorsa, è quanto mai opportuna se si considera che i flussi di traffico di una strada cambiano notevolmente nel corso della giornata, trovando il loro picco massimo intorno alle ore 08.00 e alle ore 17.00, e diminuendo sensibilmente nelle ore notturne, come evidenzia il Grafico 5.1 che segue:

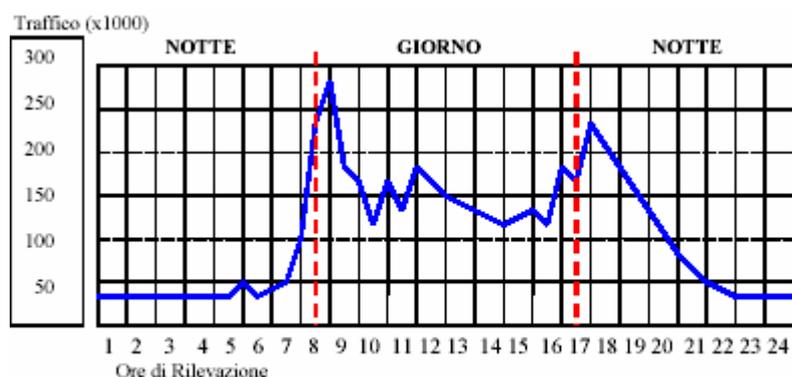


Grafico 1. mobilità giornaliera del 1991 a Torino. Grafico riportato nei documenti preparatori del piano urbano del traffico di Torino.

Nel Grafico 5.1, oltre ad essere riportato il traffico durante la giornata, sono indicati l'ora del sorgere e del tramonto del Sole nei giorni attorno al solstizio invernale (periodo dell'anno in cui la notte è più lunga). Si evince che su 15 ore notturne, effettivamente solo 5-6 sono interessate da traffico intenso, mentre le restanti sono caratterizzate da mobilità ridotta.

Per un opportuno confronto fra la normativa UNI 10439 e la DIN 5044, si riporta di seguito due schemi illustrativi dei requisiti fissati dalla norma tedesca per le strade urbane ed extraurbane:

Requisiti richiesti dalla Norma DIN 5044

Classificazione strada urbana DIN 5044	Intensità del traffico (veicoli/ora)			
	900	600	200	200
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	1
Con spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Con spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5	0,5
Classificazione strada urbana DIN 5044	Intensità del traffico (veicoli/ora)			
	600	300	100	100
	Durata di superamento (ore/anno)			
	≥200	≥300	≥300	<300
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, con traffico in sosta ai lati della/sulla carreggiata	2	2	1,5	0,5
Senza spartitraffico con costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	2	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico senza costruzioni ai lati, senza traffico in sosta ai lati	1,5	1,5	1	0,5
Senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5	0,5
senza spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	1	0,5	0,5

Tab.1. Luminanza media mantenuta nelle strade urbane secondo le norme DIN 5044 (cd/m²).

Classificazione strada Extraurbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)		
	900	600	600
DIN 5044	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita >70km/h)	1,5	1	0,5
Con spartitraffico, strade principali (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita >110 km/h)	1	1	1
Con spartitraffico, autostrade (velocità consentita ≤110 km/h)	1	0,5	0,5
Classificazione strada Extraurbana	Intensità del traffico (veicoli/ora)		
	600	300	300
DIN 5044	Durata di superamento (ore/anno)		
	≥200	≥300	<300
Senza spartitraffico, fasce laterali, marciapiedi e piste ciclabili	1	0,5	0,5
Senza spartitraffico, con delimitazione della carreggiata, con marciapiedi e/o piste ciclabili	0,5	0,5	0,5
Senza spartitraffico strade principali con traffico pesante (velocità consentita >70km/h)	1	1	0,5
senza spartitraffico, strade principali con traffico pesante (velocità consentita ≤70 km/h)	1	0,5	0,5

Tab.2. Luminanza media mantenuta nelle strade extraurbane secondo le norme DIN 5044 (cd/m²).

Volendo confrontare le due normative, quella tedesca risulta migliore sotto almeno tre profili⁶⁶:

1. la Norma DIN 5044/1 prescrive un maggiore livello di luminanza per strade urbane con intenso traffico con possibilità di sosta ai lati, rispetto ad analoghe strade senza alcuna possibilità di sosta ai lati, oppure rispetto alle strade principali o esclusivamente veicolari. Questo in quanto è maggiormente fonte di rischio la presenza di auto parcheggiate a bordo carreggiata, e soprattutto è fonte di rischio il parcheggio a bordo carreggiata per il traffico, quindi è necessario una maggiore illuminazione rispetto alle altre strade.
2. Per autostrade, strade urbane ed extraurbane, inoltre i valori prescritti dalla norma DIN 5044/1 sono dimezzati rispetto a quelli della UNI, soprattutto in considerazione del fatto che in assenza di pedoni, ciclisti o veicoli in sosta o manovra il rischio di incidenti è notevolmente inferiore.
3. La classificazione delle strade risulta più facile ed intuitiva nelle descrizioni della norma tedesca. Spesso, infatti, per l'incertezza dell'attribuzione di una strada ad una certa classe si tende ad illuminare le strade con il livello di 2 cd/m² (che si adattava a tutte le strade, in quanto, fino all'entrata in vigore della legge lombarda non esisteva alcun limite massimo alla luminanza). Con una descrizione più intuitiva e

⁶⁶ "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato" da www.cielobuio.org

descrittiva come si ha nella DIN 5044 questa difficoltà viene a cadere, permettendo di utilizzare il livello di luminanza più adatto al tipo di strada.

Anche per questo motivo la DIN 5044 , già adottata in numerosi settori della progettazione e della produzione come norma di riferimento epr paesi europei e non, costituisce un valido strumento alternativo dove le norme italiane non danno indicazioni o non definiscono il problema nella loro completezza.

4.2.3 La norma UNI EN 13201

la norma UNI EN 13201-2 (che costituisce il recepimento della norma europea EN 13201-2) definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi degli impianti di illuminazione per l'illuminazione delle strade, la stessa è indirizzata alle esigenze di visione degli utenti della strada e considera altresì gli aspetti ambientali dell'illuminazione stradale.

4.3 Il quadro legislativo nazionale e regionale

In tema di risparmio energetico il legislatore è intervenuto emanando due importanti leggi, la n. 9 del 09.01.1991 *"Norme per l'attuazione del piano Energetico Nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali"* e la n. 10 del del 09.01.1991 *"Norme per l'attuazione del piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"*.

In tema di lotta all'inquinamento luminoso invece, per quanto in Parlamento siano stati proposti, nel corso delle ultime legislature, vari disegni di legge, manca una legge sull'argomento, valida sull'intero territorio nazionale, sicchè in questo specifico settore la normativa di riferimento è quella emanata dalle regioni.

Tuttavia, alcune limitazioni delle fonti luminose sono presenti in materia di sicurezza stradale o di sicurezza negli ambienti di lavoro. In particolare si ricorda l'art. 23 del Codice della Strada (D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285)⁶⁷, che rappresenta un importante,

⁶⁷ Art. 23 Lungo le strade o in vista di esse è vietato collocare insegne, cartelli, manifesti, impianti di pubblicità o propaganda, segni orizzontali reclamistici, sorgenti luminose, visibili dai veicoli transitanti sulle strade, che per dimensioni, forma, colori, disegno e ubicazione possono ingenerare confusione con la segnaletica stradale, ovvero possono renderne difficile la comprensione o ridurne la visibilità o l'efficacia, ovvero arrecare disturbo visivo agli utenti della strada o distrarne l'attenzione con conseguente pericolo per la sicurezza della circolazione; in ogni caso, detti impianti non devono costituire ostacolo o, comunque, impedimento alla circolazione delle persone invalide. Sono, altresì, vietati i cartelli e gli altri mezzi pubblicitari rifrangenti, nonché le sorgenti e le pubblicità luminose che

punto di riferimento per la regolamentazione delle fonti luminose, cui è peraltro associato uno specifico regime sanzionatorio. Sulla base di tale norma vanno, infatti, vietati i fari fissi o roteanti puntati verso l'alto, installati a scopo pubblicitario o di richiamo alle discoteche, analogamente a quanto previsto per qualsiasi sorgente luminosa che possa essere fonte di abbagliamento o disturbo.

Limitatamente al campo della sicurezza degli ambienti di lavoro, non dobbiamo peraltro dimenticare il- D.P.R. n. 547/55 Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro (artt. 28,29,30,31 e 32).

A legiferare in tema di inquinamento luminoso e risparmio energetico sono quindi le regioni, nella cui competenza tali materie rientrano, in virtù di quel processo di decentramento dallo Stato verso le Regioni e gli Enti Locali, di compiti e funzioni legislative ed amministrative, che ha avuto inizio con l'approvazione della l. 142 del 1990.

La prima legge regionale in materia è infatti quella della regione Veneto del 1997.

Da allora ad oggi ben sedici regioni si sono dotate di una legge sull'argomento (recentissima è la legge promulgata dalle regione Trentino Alto Adige, non ancora pubblicata) e molte di queste leggi si sono ispirate ai criteri indicati nella legge regionale della lombardia n. 17/2000, che abbiamo visto essere un riferimento normativo a livello europeo e che verrà analizzata di seguito.

5.4 La legge regione della Lombardia n. 17 del 27.03.2000 e successive modifiche

La Legge Regionale della Lombardia n 17 del 27.03.2000 e le sue successive modifiche, nascono dalla preziosa collaborazione dell'amministrazione regionale con l'associazione "Cielobuio", da dieci anni attiva nella difesa del cielo notturno contro l'inquinamento luminoso.

Ciò a conferma non solo del grande impegno profuso dalle associazioni astrofili per portare all'attenzione della classe politica il problema dell'inquinamento luminoso, ma anche delle solide competenze tecniche che dimorano in tali associazioni.

Come anticipato nei paragrafi precedenti, questa legge regionale, come modificata nel 2004 (l. 38/2004) e integrata recentissimamente dal D.d.g. 03.08.2007 n. 8950 - di cui si parlerà approfonditamente più avanti - rappresenta lo strumento normativo più completo e dettagliato nel panorama mondiale in materia di

possono produrre abbagliamento. Sulle isole di traffico delle intersezioni canalizzate è vietata la posa di qualunque installazione diversa dalla prescritta segnaletica.

illuminazione eco-compatibile, contenimento dell'inquinamento luminoso e conseguente risparmio energetico.

Ai fini della L.R. n.17/00 viene considerato inquinamento luminoso dell'atmosfera ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte (art. 1 bis co. 1).

Con la LR n.17/00 (modificata ed integrata dalla L.R. 38/2004) il legislatore regionale si è prefisso i seguenti obiettivi:

“a) la riduzione dell'inquinamento luminoso ed ottico sul territorio regionale attraverso il miglioramento delle caratteristiche costruttive e dell'efficienza degli apparecchi, l'impiego di lampade a ridotto consumo ed elevate prestazioni illuminotecniche e l'introduzione di accorgimenti antiabbagliamento;

b) la razionalizzazione dei consumi energetici negli apparecchi di illuminazione, in particolare da esterno, l'ottimizzazione dei costi di esercizio e di manutenzione degli stessi;

c) la riduzione dell'affaticamento visivo e il miglioramento della sicurezza per la circolazione stradale;

d) la tutela delle attività di ricerca scientifica e divulgativa degli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non, di rilevanza nazionale, regionale o provinciale e di altri osservatori individuati dalla Regione;

e) la conservazione e la tutela degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette.” (art. 1).

Si riportano sinteticamente di seguito i punti essenziali della legge e gli strumenti che la stessa indica per la realizzazione degli obiettivi:

- tutti i nuovi impianti di illuminazione pubblica e privata non devono emettere alcun tipo di flusso luminoso verso la volta celeste ed all'esterno dell'area cui sono destinati. In tal senso l'art 6 della legge specifica che *“Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione*

di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. (...)."

- la legge impone ai Comuni di dotarsi, entro il 31.12.2005, di Piani di illuminazione per disciplinare le nuove installazioni e di adeguare gli impianti esistenti ai requisiti prescritti dalla legge (art. 4 co. 1).

La legge inserisce il Piano Comunale della Luce come strumento tecnico urbanistico attraverso il quale si prevedano e si disciplinino le modalità di intervento nell'esecuzione dei futuri progetti di illuminazione pubblica.

Delle linee guida che tali Piani Comunali della Luce devono seguire per consentire uno sviluppo organico ed omogeneo degli interventi di illuminazione nell'area regionale, si è parlato al Capitolo 4.

- la legge regionale in questione inoltre vieta, su tutto il territorio regionale, l'utilizzo di fasci di luce roteanti o fissi orientati verso il cielo, per meri fini pubblicitari (art. 6 co. 9) Inoltre, tutte le sorgenti di luce altamente inquinanti già esistenti, come globi, lanterne o similari, devono essere schermate o comunque dotate di idonei dispositivi in grado di contenere e dirigere a terra il flusso luminoso comunque non oltre 15 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre, nonché di vetri di protezione trasparenti (art. 9 co. 4).

vengono inoltre definiti i criteri per l'illuminazione con torri faro di aree sportive (*"Fari, torri faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali, impianti sportivi e aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non inviare oltre 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre."* Art. 9 co. 5) e di monumenti ed edifici (*"L'illuminazione di edifici e monumenti, fatte salve le disposizioni del comma 2 in termini di intensità luminosa massima, deve essere di tipo radente, dall'alto verso il basso; solo nei casi di comprovata inapplicabilità del metodo ed esclusivamente per manufatti di comprovato valore artistico, architettonico e storico, sono ammesse altre forme di illuminazione, purchè i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux e gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro."* (Art 6 co. 10)

- Infine l'art. 5 co. 5 definisce le fasce di rispetto per la tutela degli osservatori astronomici:

- a) non meno di 25 chilometri per gli osservatori di rilevanza nazionale;
- b) non meno di 15 chilometri per gli osservatori di rilevanza regionale;

c) non meno di 10 chilometri per gli osservatori di rilevanza provinciale.

Come si evince anche solo dall'esame degli articoli estratti, la legge n. 17/2000 detta disposizioni esclusivamente in ambito di inquinamento luminoso e di risparmio energetico, mentre non dice nulla su come realizzare gli impianti per i quali si avrà la piena libertà operativa e d'applicazione delle normative tecniche europee del settore (elettrico, impiantistico, illuminotecnico) non propriamente oggetto d'interesse di tale legge. (Come appunto specifica la legge 22 Giugno 1986 n.317 e il successivo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90 art.5 comma 5) è consentita quindi la conformità alle regole dell'arte utilizzando una qualunque delle norme tecniche europee (DIN, UNI, NF, etc..) che assumono appunto lo stesso valore per la legge italiana.

Il testo della L.R. 17/2000 è stato integrato e modificato dalla successiva L.R. 38/2004 che ne ha migliorato l'impianto, disponendo che le aree naturali sono soggette alle stesse prescrizioni delle aree protette attorno agli osservatori, migliorando la catena di controllo/verifica e sanzionatoria, rivolgendo particolare attenzione alle nuove tecnologie quali led, sistemi di segnalazione passivi ed attivi e sistemi fotovoltaici.

5.5 Il panorama normativo regionale in tema di inquinamento luminoso e risparmio energetico

Analizzando il testo normativo di ciascuna regione in tema di inquinamento luminoso e risparmio energetico, ci si imbatte in una selva di disposizioni diverse con il rischio di notevole difficoltà operativa e di confusione.

L'elemento guida e di differenziazione fra le leggi regionali è certamente il valore di emissione diretta verso l'alto consentita da ciascun testo e sotto questo punto di vista si possono evidenziare (Figura 5.1 e 5.2), quattro tipologie di leggi:⁶⁸

⁶⁸ Tratto da Palladino P., 2005, "Manuale di Illuminazione", Tecniche Nuove, MILANO



Fig. 5.2



Fig. 5.1

Nella Figura 5.1 di destra sono evidenziate in azzurro le regioni italiane che si sono dotate di una legge regionale in tema di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

Nella Figura 5.2 di sinistra le regioni italiane sono suddivise per tipologia di legge adottata.

1. in blu scuro le regioni che prevedono emissioni pari a 0cd/klm a 90° ed oltre, che si sono ispirate alla legge regionale della lombardia n. 17/2000

2. in azzurro quelle con valori diversi compresi fra 0 e 35cd/klm a 90° ed oltre,

3. in arancio quelle che ammettono un flusso luminoso del 3% verso l'alto

4. in rosso quelle che fanno riferimento diretto o indiretto alla norma UNI10819.

1- Le leggi come quelle di Lombardia (L.R. 17/2000), Marche (L.R. 10/2002), Emilia Romagna (L.R. 19/2003), Abruzzo (L.R. 12/2005), Umbria (L.R. 20/2005), Puglia (L.R. 15/2005), Friuli Venezia Giulia (L.R. 15/2007), Liguria (L.R. 22/2007) e Trentino Alto Adige (ad oggi non pubblicata), impongono una intensità luminosa massima ammissibile per angoli uguali o superiori a 90° di 0cd/klm (ove si intendo che il valore della misura approssimato all'intero per angoli uguali o superiori a 90° deve essere 0). Tali leggi regionali, oltre ad aver riscosso i maggiori risultati in termini di risparmio energetico sono quelle che di fatto si preoccupano maggiormente di contenere l'emissione di luce oltre i 90°.

2- Le leggi come quelle di Lazio (L.R. 23/2000) e Campania (L.R. 13/2002) prevedono 4 valori massimi ammissibili di emissione verso l'alto sull'intero territorio, e altrettanti per le sole aree di maggiore sensibilità e protezione astronomica.

3- Le leggi come Veneto (L.R. 22/1997) e Toscana (L.R. 37/2000) prevedono un contenimento del flusso dell'inquinamento luminoso espresso in percentuale di flusso totale che non deve superare il 3%.

4- Le leggi come Piemonte (L.R. 31/2000), Valle d'Aosta (L.R. 17/1998) e Basilicata (L.R. 41/2000) provvedono al contenimento del flusso luminoso prendendo come riferimento tecnico le norme UNI10819.

Dal punto di vista del contenimento del flusso luminoso diretto le leggi più efficaci sono appunto quelle indicate al precedente punto 1, laddove la legge della regione Lombardia ha fatto da modello per le altre.

Dal quadro generale sopra riportato emerge un dato positivo, ovvero la maggiore sensibilizzazione delle regioni italiane verso i problemi inquinamento luminoso-risparmio energetico, come è provato dal fatto che le regioni che si sono dotate di una legge negli ultimi anni, si sono ispirate al modello lombardo, particolarmente restrittivo in materia.

Tale circostanza rende peraltro ancor più anacronistica la posizione che sul punto continua a mantenere, ad esempio, la regione Veneto, da una parte pioniera nel codificare una disciplina della materia, dall'altra incapace di migliorarla per perseguirne seriamente gli obiettivi.

5.6 Alcuni finanziamenti possibili

5.6.1 F.T.T. (Finanziamento Tramite Terzi) Direttiva CEE 93/76 (E.S.Co.)

Il processo di liberalizzazione del mercato nel settore energia, attivato con il decreto Bersani (D.L.16/03/99) per l'elettricità, ha dato la possibilità, alle imprese e alle Amministrazioni comunali, di accedere a tale libero mercato per l'acquisto di energia elettrica e di gas. Esistono attualmente sul mercato, numerosi operatori che si affiancano al gestore nazionale Enel e che possono fornire energia da fonti rinnovabili, fossili o da entrambe. La comunità europea ha emanato delle direttive che obbligano ad acquistare almeno il 30% dell'energia dalle fonti rinnovabili ma l'Italia non ha ancora applicato sanzioni alle imprese inadempienti.

Si hanno diverse opportunità di scelta: chi desidera perseguire una scelta di natura ambientale, ha la possibilità di avere contratti che promuovono l'utilizzo di sole energie rinnovabili, senza incrementi dei costi rispetto alle bollette Enel, ma è anche possibile fare scelte mirante al solo conseguimento di risparmi sull'energia, che possono raggiungere anche l' 8% (dipende dal gestore e dalle condizioni generali del contratto). Ovviamente la scelta deve essere anche legata al tipo di servizio che si desidera ricevere, passando dalla semplice fornitura dell'energia, sino alla stipulazione di contratti full service con diverse società, oppure arrivare persino a finanziare i propri risparmi con finanziamenti tramite terzi per esempio con società ESCO (il comune comunque deve poter disporre della proprietà dei propri impianti per poter perseguire tali forme di finanziamento). Vediamo allora nel dettaglio questo sistema.

Il Finanziamento Tramite Terzi - F.T.T. è definito dall' Art. 4 Direttiva 93/76/CEE del 1993, la quale così lo definisce:

“per Finanziamento Tramite Terzi, si intende la fornitura globale dei servizi di diagnosi, installazione, gestione, manutenzione e finanziamento di un investimento, finalizzato al miglioramento dell'efficienza energetica, secondo modalità per le quali, il recupero del costo di questi servizi è in funzione, in tutto o in parte, del livello di risparmio energetico”.

Tale forma di finanziamento non è purtroppo particolarmente diffusa in Italia, anche se è un modo semplice ed efficace di investire sui risparmi.

Le E.S.Co. – Energy Service Company, sono compagnie promosse da tale direttiva, e possono essere genericamente definite come un'impresa che sviluppa, finanzia e

installa progetti volti al miglioramento dell'efficienza energetica e alla riduzione dei consumi.

Esistono varie tipologie di ESCO:

- società indipendenti;
- società fornitrici di apparecchiature;
- Utility;
- agenzie ed authority nazionali o regionali;
- joint-venture pubblico-privato.

Aree d'azione e soglia minima di intervento, a causa dei costi fissi degli interventi:

- clienti privati;
- banche ed assicurazioni;
- palazzi per uffici;
- stabilimenti.

Pubblica Amministrazione:

- ospedali, scuole, università, palazzi per uffici;
- illuminazione pubblica;
- acquedotti;

Come viene distribuito il risparmio :

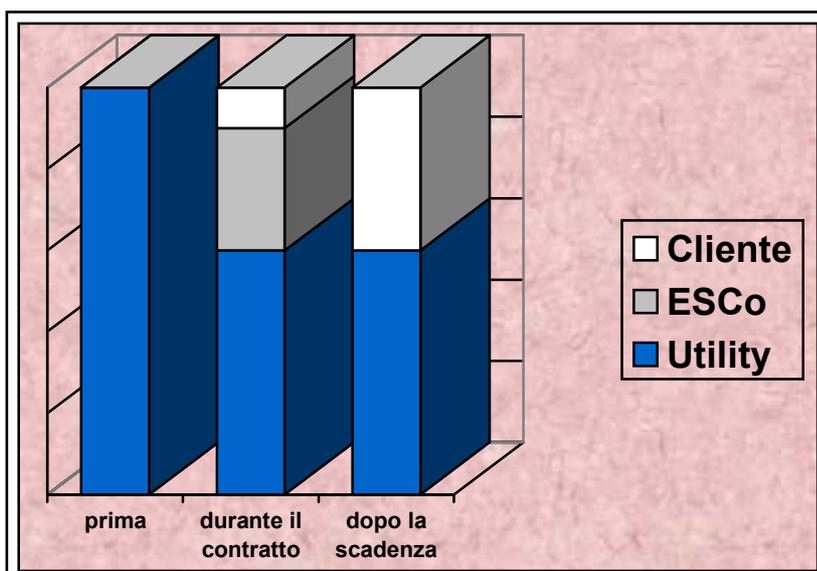
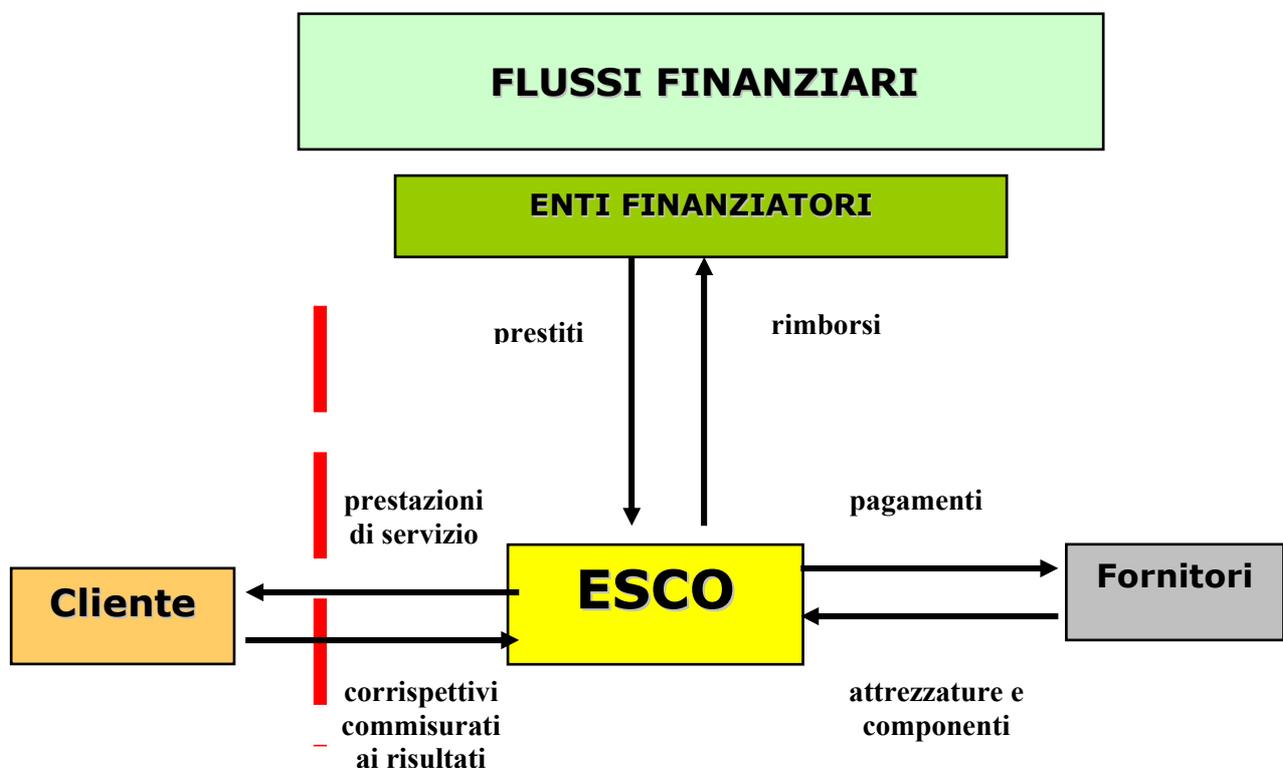


Fig. 5.3 In bianco il risparmio conseguito dall'amministrazione comunale durante il contratto con la EscCo ed in grigio il guadagno della EscCo

E' evidente che il comune dovendo cercare una strada di questo tipo per rifare i propri impianti e per diventarne proprietario, non può sperare i risparmi conseguibili e i ritorni degli investimenti che può avere un comune che ha già gli impianti di proprietà e deve solo adeguarli con la semplice sostituzione dei corpi illuminanti.

I vantaggi per il comune di un finanziamento tramite terzi per il rifacimento integrale degli impianti, sono rappresentati dal fatto che, in breve tempo, può usufruire dei risultati conseguibili (nuovi impianti, e maggiore qualità della luce, ecc...), a fronte di investimenti che può quindi dilazionare nel tempo ed in parte ripagarsi con i risparmi conseguibili.

Segue un breve schema su come viene gestito il rapporto anche in termini finanziari in un contratto con una Esco:



La Esco diventa come una interfaccia che gestisce per il comune con la sua competenza i finanziamenti, gli interventi di messa a norma e le manutenzioni.

I principali vantaggi per i comuni sono:

- Nessun investimento
- Risparmi garantiti e condivisi

- Tecnologie garantite
- Gestione del risparmio energetico e possibilità di interventi futuri

Questa forma di finanziamento non porta talvolta vantaggi economici immediati al comune, ma una serie di vantaggi pratici non diversamente conseguibili e di valore ben superiore:

- possibilità di messa a norma degli impianti in pochissimi mesi, con una immediata qualità della luce e visibilità degli interventi;
- riduzione di ogni forma di deficienza manutentiva, di pronto intervento, ecc..
- terzizzazione e completo disimpegno da un servizio talvolta complicato da gestire;
- trovare un partner che ha gli stessi obiettivi (impianti ad elevato contenuto tecnologico e ad elevate performance) per conseguire risparmio energetico da cui trarne il massimo vantaggio e beneficio: più il comune risparmia più la Esco guadagna e questo si può ottenere se le cose si fanno bene e di qualità.

Molti comuni ricorrono a questa forma di terzizzazione del servizio e degli adeguamenti in favore di società Esco, che intervengono gestendo gli impianti per il periodo del contratto (ma il comune ne rimane proprietario); dunque la Esco fa gli investimenti di adeguamento degli impianti e ne trae parte dei benefici per la durata del contratto di manutenzione.

L'esempio più rappresentativo, di cui qui si vuole riportare l'esperienza, è quello di Trezzano Rosa, 4.000 abitanti circa (già premio GreenLight della UE 2003, Premio Energia Amica dell'ambiente del 2005 di Legambiente e Regione Lombardia, e Premio Light Pollution Free 2005 dell'International DarkSky Association).

Trezzano Rosa ha deciso sin da subito, di accumulare un risparmio conseguente all'investimento e, in modo molto intelligente ed efficace, ha creato un fondo ove versare tale risparmio per promuovere altre attività di finanziamento del risparmio energetico.

Si è ricorsi al modello FTT, come strumento finanziario per il risparmio energetico.

Il risparmio sull'illuminazione pubblica, si è concretato in un 30% sulla normale base annua, il quale viene ripartito:

- 50% alla società che ha finanziato tutto il progetto;
- 50% all'amministrazione comunale, che ha riutilizzato i fondi per istituire un fondo ambientale.

I vantaggi per l'amministrazione: nessun investimento, risparmi condivisi e garantiti, tecnologia garantita, gestione del risparmio energetico e possibilità di interventi futuri grazie all'istituzione del fondo ambientale.

Il guadagno per il piccolo comune di Trezzano Rosa, in 15 anni, si concreta così nella cifra di 250.000 €, combinato con gli effetti indotti e ambientali positivi:

1. riduzione dell'inquinamento luminoso;
2. migliore illuminazione e sicurezza strade e altre aree pubbliche;
3. riduzione emissioni di CO₂ e quindi contributo positivo nei confronti del cambiamento climatico globale.

5.6.2 P.d.A.: Piano Regionale di Azione ambientale 2004/2006, misura B) QUALITA' DELL'ARIA

Gli obiettivi e le azioni prioritarie della misura B) AZIONI PER LA QUALITA' DELL'ARIA⁶⁹

I finanziamenti da parte della Regione Emilia Romagna ammontano a € 6.000.000 da impiegare in spese di investimento.

Il finanziamento rientra nel D.lgs. 351/99 di recepimento della Direttiva 96/62/CE che ha posto le basi per il riordino dell'intero schema legislativo nazionale sulla qualità dell'aria. Il decreto prevede che le regioni debbano provvedere ad effettuare misure rappresentative, indagini o stime, al fine di valutare preliminarmente la qualità dell'aria e individuare le zone:

- in cui adottare piani di azione contenenti misure da attuare nel breve periodo, affinché sia ridotto il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme e per le quali individuare l'autorità competente alla gestione di tali situazioni di rischio;
- in cui adottare Piani e programmi per il raggiungimento, entro i termini stabiliti, dei valori limite e valore obiettivo;
- in cui i livelli sono inferiori ai valori limite ed in cui adottare piani per il mantenimento della qualità dell'aria.

⁶⁹ Tratto dal documento "Piano di azione ambientale 2004/2006", pubblicato in seguito alla delibera della giunta regionale il 2 ottobre 2006, n. 1350

Con la L.R. 3/99, la Regione ha affidato alle Province, il compito di elaborare ed attuare i Piani di risanamento e tutela della qualità dell'aria, previsti dal D.Lgs. 351/99. Tali piani costituiscono lo strumento cardine per costruire una strategia molto complessa e articolata, finalizzata alla tutela della salute ed alla salubrità di una risorsa fondamentale come l'aria, orientata ad intervenire efficacemente sui comportamenti e gli stili di vita, sui processi produttivi, sul sistema delle infrastrutture, sull'utilizzo dei combustibili e dell'energia, in un processo di integrazione di tutti gli strumenti di programmazione e pianificazione esistenti.

La complessa situazione regionale, rendono evidente che, in assenza di un concreto intervento economico dello Stato, la realizzazione delle misure a maggior efficacia ambientale previste nei piani, potrebbero avere tempi di attuazione non coerenti con gli obiettivi fissati dalla UE. La Regione, quindi, intende impegnare le proprie risorse, a partire dallo scenario che sta emergendo dai piani, individuando temi prioritari di intervento, che abbiano anche un ruolo di promozione di azioni analoghe da parte degli altri Enti coinvolti.

Tra le azioni prioritarie da finanziare, spiccano quelle volte al risparmio energetico e all'uso razionale dell'energia, tra cui, al primo posto tra le azioni prioritarie da finanziare c'è:

Interventi previsti nei piani provinciali di tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria e negli Accordi per la Qualità dell'aria 2005/2006/2007 con particolare riferimento a:

- conversione di centrali termiche di edifici e strutture pubbliche da gasolio a metano, ovvero con l'utilizzo di fonti alternative;
- efficacia della gestione energetica degli edifici pubblici (ottimizzazione della gestione calore, certificazione energetica, ecc...);
- adeguamento di impianti di illuminazione pubblica per il raggiungimento degli obiettivi di risparmio energetico della L.R. n. 19/2003.

Le spese ammissibili al contributo regionale, sono riferite alle seguenti voci:

- opere nuove, di completamento, manutenzioni straordinarie;
- acquisto e forniture di beni ammortizzabili;
- oneri di progettazione, direzione lavori, sicurezza, collaudo, nei limiti del 10%.

Soggetti beneficiari: Province, Enti Locali; contributo massimo ammissibile: 75% della spesa ritenuta ammissibile.

6 Norme tecniche e buone pratiche

6.1 Gli impatti negativi correlati al mancato recepimento delle buone pratiche

6.1.1 L'inquinamento luminoso: un'emergenza planetaria

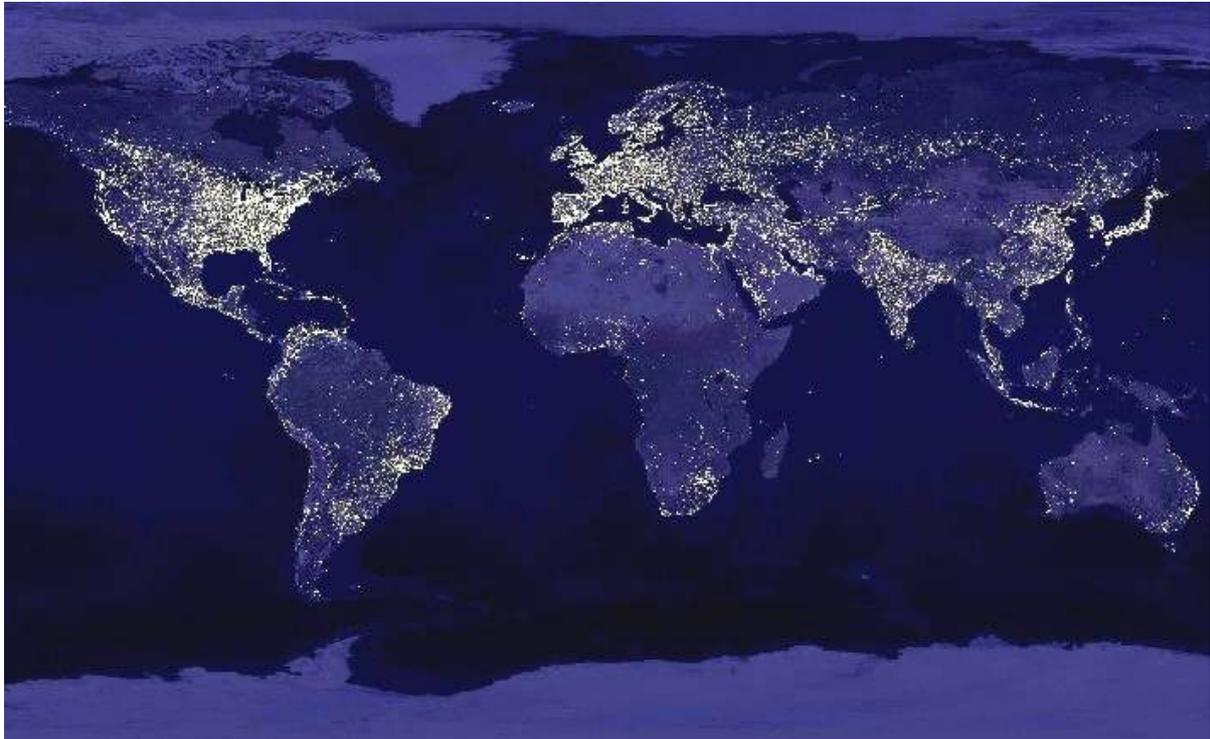


Fig. 6.1 La Terra dallo spazio (Nasa)⁷⁰

“ Il cielo notturno deve essere considerato un bene ambientale da tutelare, al fine di consentire alle generazioni presenti e future, la possibilità di continuare a conoscere, studiare e ammirare il cielo stellato e i suoi fenomeni “⁷¹

Hanno affascinato generazioni di poeti e sognatori, riproponendo ogni notte lo stesso spettacolo. Ebbene, proprio oggi che le conosciamo meglio, potrebbe essere

⁷⁰ Astronomy picture of the day 2000 november 27, Earth at night, more information available at <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap001127.html> or <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>. Vedi anche www.cielidolomitici.it

⁷¹ UNESCO: 1992, Dichiarazione Universale dei Diritti delle Generazioni Future. Il 13 marzo 2003 è stata approvata dal Parlamento italiano la "Risoluzione Calzolaio sull'inquinamento luminoso", che impegna il governo a proporre, in sede UNESCO, il cielo notturno come patrimonio dell'umanità, ad agire in ogni sede internazionale, affinché il cielo notturno venga dichiarato e considerato un bene ambientale da tutelare, al fine di consentire alle generazioni presenti e future la possibilità di continuare a conoscere, studiare e ammirare il cielo stellato e i suoi fenomeni. L'UNESCO, nella sua Dichiarazione Universale dei Diritti delle Generazioni Future, ha sancito esplicitamente che: *"Le persone delle generazioni future hanno diritto a una Terra indenne e non contaminata, includendo il diritto a un cielo puro"*.

sempre più difficile osservarle. A causa dell'eccessiva illuminazione dei centri abitati infatti, le stelle del firmamento stanno lentamente scomparendo ai nostri occhi e la notte buia sta diventando un ricordo lontano. Tanto che, scienziati e astronomi di tutto il mondo, hanno chiesto recentemente all'Unesco di salvare il cielo notturno dichiarandolo "patrimonio dell'umanità". Proprio come i mari, le foreste o i capolavori dell'architettura minacciati dall'inquinamento prodotto dall'uomo.

Gli studi effettuati in tutto il mondo da Astronomi e Astrofili, inizialmente in Italia da parte della Specola Vaticana e dall'apposita Commissione creata all'interno dell'Unione Astrofili Italiani, e poi negli Stati Uniti dall'International Dark Sky Association, mostrano che una frazione rilevante dell'energia elettrica impiegata per il funzionamento degli impianti di illuminazione esterna, viene in realtà inviata a illuminare direttamente il cielo⁷².

Che cos'è dunque l'inquinamento luminoso? L'inquinamento luminoso è un alterazione della quantità naturale di luce presente nell'ambiente notturno provocata dall'immissione di luce artificiale⁷³. La luce artificiale inquina quando altera la quantità di luce naturale⁷⁴. La notte infatti non è completamente buia a causa di molteplici sorgenti di luce naturale tra cui la ricombinazione atomica negli strati alti dell'atmosfera, la luce delle stelle, la luce del sole riflessa dalle polveri interplanetarie, ecc. Si tratta di un vero e proprio inquinamento: un inquinamento della luce ma anche da luce.

Produce inquinamento luminoso, sia l'immissione diretta di flusso luminoso verso l'alto (tramite apparecchi mal progettati, mal costruiti o mal posizionati), sia la diffusione di flusso luminoso riflesso da superfici e oggetti illuminati con intensità eccessive, superiori a quanto necessario ad assicurare la funzionalità e la sicurezza di quanto illuminato.

Le principali sorgenti che possono causare inquinamento luminoso sono: impianti di illuminazione pubblici, impianti di illuminazione stradali, impianti di illuminazione

⁷² Arpav, 2003, "A proposito di inquinamento luminoso", Arpav – Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto – Area Tecnico Scientifica, PADOVA

⁷³ Cinzano P., 1997, "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno", Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, VENEZIA

⁷⁴ Ad esempio, è fonte di inquinamento luminoso la luce che un apparecchio di illuminazione disperde al di fuori della zona che dovrebbe illuminare. Le stesse superfici illuminate producono inquinamento luminoso allorquando riflettono o diffondono nell'ambiente la luce che giunge loro.

privati, impianti di illuminazione di monumenti, opere, ecc., impianti di illuminazione di stadi, complessi commerciali, ecc., fari rotanti, insegne pubblicitarie e vetrine.

L'inquinamento luminoso ha molteplici effetti negativi. Il più eclatante è l'aumento della luminosità del cielo notturno che, impedendo la visione delle stelle e degli altri corpi celesti, ci isola da quell'ambiente di cui noi, e il nostro pianeta, siamo parte. L'inquinamento luminoso perciò, altera il nostro rapporto con l'ambiente in cui viviamo, l'Universo. È in gioco la percezione del "mondo" attorno a noi, sul quale il cielo stellato, per la popolazione, costituisce l'unica "finestra" disponibile. L'aumento della luminosità del cielo comporta anche un danno culturale incalcolabile. All'oggi si può affermare che, nell'arco delle prossime due generazioni, quel cielo stellato, da sempre fondamentale stimolo alla cultura, sia umanistica che scientifica, dell'uomo(arte, letteratura, filosofia, religione, ecc.), non potrà più rappresentare questo ruolo.

Dunque, più il nostro pianeta è illuminato, più le stelle progressivamente scompaiono alla nostra vista: lo dimostrano le mappe contenute nel primo atlante mondiale della brillantezza del cielo notturno(First World Atlas of Artificial Night Sky Brightness) in pubblicazione presso la Royal Astronomical Society⁷⁵: l'aumento delle emissioni luminose disperse nell'atmosfera sta, infatti, stendendo irrimediabilmente un velo nebuloso sul cielo stellato. Tanto che, la metà della popolazione mondiale, non riesce a vedere la Via Lattea, la galassia a cui appartiene, il nostro sistema solare, nemmeno nelle notti più serene.

Il problema interessa ormai l'intero pianeta, in particolare le regioni più industrializzate, e sta crescendo rapidamente negli ultimi anni.

Il contenimento dell'inquinamento luminoso consiste nell'illuminare razionalmente senza disperdere luce verso l'alto, utilizzando impianti e apparecchi correttamente progettati e montati, e nel dosare la giusta quantità di luce in funzione del bisogno, senza costosi e dannosi eccessi.

A causa dell'eccessiva quantità di luce presente nell'ambiente nelle ore notturne, i due terzi circa della popolazione mondiale e la quasi totalità degli abitanti di Stati

⁷⁵ Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., 2001, "Rapporto ISTIL 2001 – Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia" e siti www.inquinamentoluminoso.it e www.istil.it

Uniti ed Europa, non riescono a osservare un vero cielo stellato, mentre un quarto della popolazione mondiale e il 60% di quella europea, vede il cielo notturno come se fosse sempre plenilunio.

Le aree del pianeta maggiormente interessate dal fenomeno vanno dal Nord America all'Europa fino al Sud Est asiatico, oltre ad alcune aree, più limitate, del Sud America, dell'India e del Sudafrica. L'inquinamento luminoso investe prevalentemente le zone costiere, pianeggianti e collinari, mentre risulta essere pressoché assente in prossimità dei rilievi montuosi e delle aree desertiche. Nel Nord America, una delle regioni più illuminate della Terra, la situazione si sta facendo preoccupante. Come affermano gli astronomi, infatti, Stati Uniti, Canada e Messico sono così illuminati da risultare ben visibili dallo spazio, cosa che non succedeva una decina di anni fa. In Europa, i Paesi con le maggiori emissioni di luce artificiale, sono la Gran Bretagna, il Belgio, l'Italia, la Germania e numerose zone della Spagna e della Francia, mentre in Asia il primato dell'inquinamento luminoso spetta a Giappone, Cina e India. A partire dagli anni Ottanta il fenomeno ha cominciato a crescere in tutto il pianeta, tanto che, negli ultimi anni, astronomi, astrofili e numerose associazioni che combattono l'inquinamento luminoso in tutto il mondo, si sono mobilitate per arginare il problema.

6.1.1.1 La situazione in Italia

Le notti trascorse ad osservare il cielo stellato potrebbero presto diventare un lontano ricordo. Secondo le più recenti stime, a causa dell'inquinamento luminoso, più della metà⁷⁶ degli italiani ha perso la possibilità di vedere la Via Lattea, la galassia cui appartiene il nostro sistema solare, anche nelle notti più limpide. Inoltre, per il 75% di loro, la notte non è mai totale a causa della luce diffusa dall'atmosfera. Le aree dove il fenomeno è più evidente si trovano in prossimità dei centri urbani, dove l'illuminazione notturna di strade, piazze e monumenti, ma anche di strutture sportive e luoghi di divertimento, altera la quantità di luce naturale presente nell'ambiente.

Negli ultimi quarant'anni, in Italia, l'inquinamento luminoso è cresciuto del 10% circa

⁷⁶ Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., 2001, "Rapporto ISTIL 2001 – Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia"

ogni anno, dunque la brillantezza⁷⁷ artificiale del cielo notturno è più che quadruplicata. In Lombardia, Campania e Lazio, circa tre quarti della popolazione ha perso la possibilità di vedere la Via Lattea dal luogo dove vive, anche nelle notti più serene. In Liguria, Emilia-Romagna e Toscana, due terzi della popolazione è nelle stesse condizioni. In Sicilia, Veneto, Piemonte, Puglia e Friuli Venezia Giulia, circa metà della popolazione non riesce a vedere la Via Lattea. La percentuale scende a circa un terzo in Sardegna e Marche e ad un quarto in Abruzzo. In Umbria, Calabria e Molise, solo un abitante su dieci vive in un luogo da cui la Via Lattea è totalmente invisibile. Le Regioni più fortunate sono Trentino Alto-Adige, Basilicata e Valle d'Aosta, ove la Via Lattea è ancora visibile per quasi tutti almeno nelle notti più serene⁷⁸.

Di questo passo, nel 2025 la Via Lattea, che appare oggi a pochi "fortunati" sotto forma di un bagliore che attraversa il cielo notturno, potrebbe diventare invisibile da qualunque punto del territorio della nostra penisola.

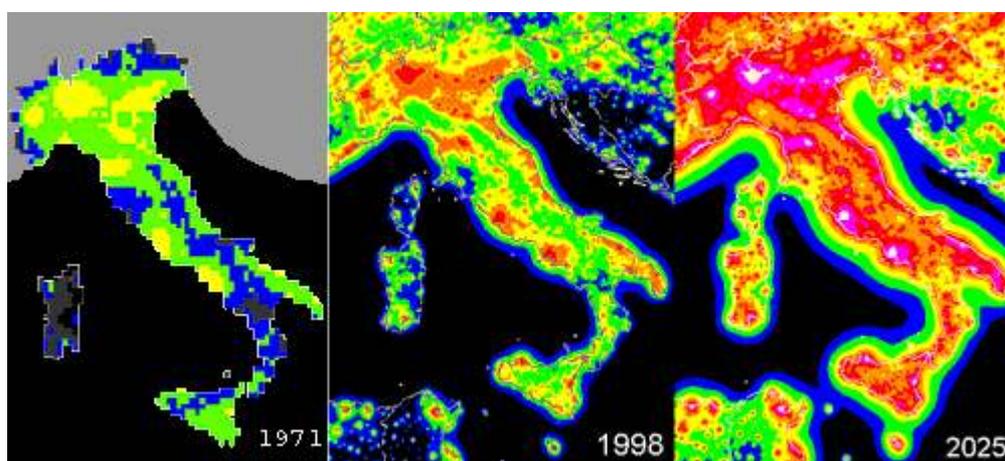
I primi dati relativi all'inquinamento luminoso⁷⁹, sono stati diffusi all'inizio degli anni Settanta, quando i satelliti dell'Aeronautica militare statunitense scattarono le prime "istantanee" notturne della Terra vista dallo spazio. Queste immagini offrivano la possibilità di osservare la distribuzione geografica delle fonti di illuminazione sulla superficie terrestre, ma non erano in grado di fornire dati quantitativi dettagliati. Solo diversi anni più tardi, dispositivi più raffinati, hanno consentito di ottenere informazioni più accurate. Le prime immagini riguardanti la distribuzione dell'inquinamento luminoso nella nostra penisola risalgono al 1971. Esse dimostrano che all'epoca, le zone maggiormente interessate dal fenomeno, erano quelle corrispondenti alle principali città italiane come Torino, Milano, Venezia, Bologna, Firenze, Roma e Napoli. In queste aree la quantità di luce artificiale risultava essere equivalente a quella naturale, ma era ancora possibile distinguere la Via Lattea. Dalle stesse immagini, si evince che, le zone più adatte all'osservazione del cielo stellato, si

⁷⁷ Brillantezza o luminanza: la grandezza che tende a valutare la sensazione luminosa ricevuta dall'occhio, ed che si misura in candele per metro quadro (cd/m²). La brillantezza del cielo non è un fenomeno costante, perché dipende fortemente dalle condizioni atmosferiche e dalle variazioni climatiche stagionali. Le misure standard si riferiscono a notti limpide. Esistono delle mappe, dette "mappe della brillantezza artificiale (B.A.) del cielo notturno", che sono utili per confrontare i livelli di inquinamento luminoso in atmosfera presenti nelle varie aree. Cinzano P., 1997, "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno", Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, VENEZIA

⁷⁸ Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., 2001, "Rapporto ISTIL 2001 – Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia" Pag. 4

⁷⁹ Vedi www.istil.it

trovavano nelle isole e sui rilievi montuosi. Le immagini che seguono sono la testimonianza di ciò che è appena stato scritto. I differenti colori rappresentano i diversi livelli di inquinamento del cielo, rispetto alla sua luminosità naturale. Le zone per nulla o poco inquinante sono rappresentate in blu, con il verde si hanno già livelli artificiali comparabili a quelli naturali. Le zone gialle sono molto inquinante, mentre con l'arancione la brillantezza artificiale è dalle 3 alle 9 volte maggiore di quella naturale (la Via Lattea non è più visibile), il rosso lo si ritrova nelle città medio grandi⁸⁰; nel 2025, la Via Lattea potrebbe essere praticamente invisibile in Italia nelle zone a livello del mare, dove vive la maggior parte della popolazione.



mappa 1971 (Bertiau et al)		mappa 1998		mappa 2025	
<5%	nero	<11%	nero	<11%	nero
6-15%	grigio				
16-35%	blu	11-33%	blu	11-33%	blu
36-110%	verde	33-100%	verde	33-100%	verde
>1.1	giallo	1-3	giallo	1-3	giallo
		3-9	arancio	3-9	arancio
		>9	rosso	9-27	rosso
				27-81	violetto
				>81	bianco

Fig. 6.2 Evoluzione delle mappe di brillantezza artificiale del cielo notturno, tratto da Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D., 2001, "Rapporto ISTIL 2001 – Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia"

La Figura 6.2, alla quale si è fatto poc'anzi riferimento, rappresenta una serie di mappe circa la brillantezza artificiale del cielo notturno nel 1971 (Bertiau, Treanor and De Graeve 1973), quella nel 1998 e un possibile scenario dello stato del cielo nel 2025 se l'incremento medio fosse lo stesso che è stato registrato nei 27 anni precedenti. Le

⁸⁰ Da un monitoraggio svolto nell'ambito del Ministero della Pubblica Istruzione, il risultato ottenuto è che, dalle più importanti città italiane e da gran parte del territorio nazionale, sono visibili solo le stelle fino alle magnitudini 3 – 3,5, che sono circa 160. Questo significa che, tutti coloro che abitano in quelle zone, perdono la visione di circa il 90% del cielo stellato!

previsioni per il 2025 non tengono conto dei positivi effetti delle leggi contro l'inquinamento luminoso approvate recentemente in molte regioni italiane. Ci si aspetta che provvedimenti legislativi come la legge della Regione Lombardia n.17 del 27 marzo 2000 limitino efficacemente la brillantezza artificiale nelle relative regioni.

Una trentina di anni dopo (questo è quello che gli studiosi del settore immaginano pensando di essere nel 2025)...il panorama è cambiato drasticamente, e il fenomeno si è accentuato sull'intera penisola. In prossimità dei grandi centri urbani, dove fino a pochi anni prima era ancora possibile osservare il firmamento, la Via Lattea è diventata praticamente invisibile ed è possibile osservare solo un centinaio di stelle. Confrontando le prime mappe dell'inquinamento luminoso con quelle ottenute negli anni successivi (Fig. 6.2), è stato possibile fare una stima della crescita del fenomeno nel tempo. In questo modo, gli astronomi hanno osservato che esso è destinato ad aumentare, tanto che intorno al 2025 anche sui rilievi alpini e appenninici la quantità di luce artificiale presente nell'ambiente potrebbe essere così elevata da impedire di distinguere la Via Lattea e gran parte delle stelle del firmamento.

Il nostro è uno dei Paesi più illuminati in Europa; insieme a Francia, Spagna, Irlanda, Turchia, Polonia, Grecia e Norvegia. Solo Gran Bretagna e Belgio sono attualmente più illuminati dell'Italia.

L'inquinamento luminoso, inoltre, ha molti effetti negativi sull'ambiente e sulla salute degli esseri che, all'interno dello stesso, vivono. Sono centinaia gli studi ed i rapporti che documentano gli effetti della luce artificiale sull'ambiente, che dimostrano l'alterazione delle abitudini di vita e di caccia degli animali, i disturbi alla riproduzione ed alle migrazioni, l'alterazione dei ritmi circadiani, l'alterazione dei processi fotosintetici delle piante e del fotoperiodismo, e per l'uomo, abbagliamento, miopia e alterazioni ormonali in grado di diminuire le nostre difese contro i tumori.

Alcune di queste importanti conseguenze legate al fattore luce artificiale immessa in atmosfera, saranno trattate nei successivi paragrafi.

L'inquinamento luminoso, infine, costituisce un inutile spreco energetico e di risorse (e, naturalmente, di denaro), come già accennato durante la trattazione. Con il ritmo di crescita attuale dell'inquinamento luminoso, questi problemi non faranno

che aggravarsi. È necessaria una razionalizzazione dell'illuminazione, l'utilizzo di apparecchi ad elevato rendimento e la progettazione di impianti ad elevato coefficiente di utilizzazione, nonché l'utilizzo di lampade ad elevata efficienza.

Le leggi vigenti in Lombardia, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Umbria e Puglia, sono considerate le migliori leggi di questo tipo attualmente in vigore in Italia e tra le migliori nel mondo. Esse si limitano proprio a richiedere di non disperdere alcuna luce verso l'alto e di non sovrailluminare⁸¹. Ci si deve augurare che, le organizzazioni dei produttori di apparecchi di illuminazione, dei produttori di energia elettrica e dei progettisti, abbandonino definitivamente la difesa di pratiche illuminotecniche inadeguate che non garantiscono una appropriata limitazione dell'inquinamento luminoso, sposando con decisione e onestà intellettuale lo sviluppo dell'illuminotecnica in direzione di una nuova eco-illuminotecnica che sia realmente amica dell'ambiente e rispettosa di esso.

Concludendo, illuminiamo bene dove è utile e manteniamo buio il cielo notturno. Risparmiamo denaro e riscopriamo il piacere di guardare il cielo. Eliminiamo gli sprechi e conserviamo la possibilità di acquisire, attraverso lo spettacolo del firmamento, un godimento estetico e, insieme, una cultura scientifica. Sono conclusioni che sembrano molto semplici e molto ovvie. Ma occorre riflettere perchè forse ancora non sono state capite da tutti.

⁸¹ E' stato stimato, come già accennato, che, il 30 - 35% della luce emessa dagli impianti cittadini, punti direttamente verso il cielo, non tenendo conto, tra l'altro, che proprio di notte potrebbe essere risparmiata un poco di energia, senza parlare dell'enorme quantitativo di anidride carbonica immesso nell'atmosfera causato dai maggiori consumi.

6.1.2 Gli effetti sull'uomo

Per migliaia d'anni il firmamento notturno, ha fornito l'ispirazione a poeti e filosofi. La luce delle stelle permette agli uomini, di sperimentare e vivere la natura di notte; il crepuscolo e il buio modificano in modo naturale la percezione del paesaggio. Questa pluralità visiva, stimola gli organi sensoriali e fornisce impressioni diverse da quelle ottenute alla luce del giorno. La luce artificiale, invece, distrae da questo fenomeno naturale e ostacola la nostra percezione; perciò, quando si parla di scomparsa del cielo stellato provocata dall'inquinamento luminoso, ci si riferisce alla perdita di un prezioso patrimonio naturale e culturale!

La luce può diventare un fattore di disturbo quando non ce l'aspettiamo o quando non la desideriamo. Negli ultimi anni, diverse ricerche scientifiche (tra cui quella svolta presso la clinica psichiatrica dell'Università di Basilea⁸²), hanno esaminato gli effetti della luce sugli esseri umani. Da questi studi è emerso che la luce nel luogo e al momento sbagliato, non solo provoca disturbi del sonno⁸³ e alterazioni del battito cardiaco, ma rappresenta anche un serio pericolo per la salute umana.

E' risaputo che, tutte le specie viventi sulla terra, sono influenzate, in modo più o meno ampio, dall'alternanza del giorno e della notte, la stessa biologia su cui è basata la vita si è costruita in miliardi di anni di storia, dove immutabilmente giorno e notte si sono susseguiti senza differenze. La sola alterazione di questa situazione naturale ha evidenti riflessi per esempio sullo stato metabolico e psichico dell'uomo. L'assenza di notti buie e la presenza costante di luce artificiale nelle ore notturne, provoca, infatti, alterazioni dei ritmi circadiani e determina disturbi del sonno e della vista⁸⁴. Senza contare lo stress fisico e psichico scatenato dallo sconvolgimento dei ritmi naturali.

Ben più gravi sono le patologie legate all'alterazione della produzione della melatonina, prodotta proprio durante le fasi di buio, a causa quindi dell'esposizione alla luce per lunghi periodi.

⁸² Vedi www.chronobiology.ch

⁸³ Nel caso dell'insonnia, in particolare nelle donne, si è scoperto che, nel 30% dei casi, è dovuta all'alterazione del ciclo giorno-notte.

⁸⁴ Secondo recenti ricerche, esiste una crescente miopia infantile, per quei bambini che non dormono in ambienti perfettamente bui (Vedi Rivista scientifica Nature).

Questo ultimo aspetto, è certamente uno dei più rilevanti fra quelli evidenziati in un recente congresso di neuroendocrinologia, tenutosi nel 2002 a Colonia (Germania), durante il quale è stato evidenziato che, la ridotta produzione di melatonina, favorisce l'insorgere di alcune tipologie di tumori⁸⁵.

Altro aspetto da considerare, è quello legato al senso di sicurezza che i cittadini associano ad una "abbondante" illuminazione pubblica; ebbene, le luci artificiali non rendono più sicuri nemmeno dai malintenzionati. Infatti, al di là dei coni di luce, si creano effetti d'ombra che possono essere rifugio per i criminali. Non è stata identificata alcuna relazione tra aumento di illuminazione e diminuzione del crimine, anzi, in alcune zone metropolitane londinesi e negli USA, è stato addirittura registrato un aumento degli atti vandalici nelle zone di nuova illuminazione.

Concludendo, abbiamo già trattato nei capitoli precedenti, quanto incide in termini ambientali e economici, sul bilancio del nostro paese, un uso selvaggio e indiscriminato dell'illuminazione artificiale; abbiamo capito quali sono le variazioni apportate da questo fenomeno, nel ciclo naturale-biologico della nostra vita, dunque possiamo affermare che l'inquinamento da luminosità artificiale è un inquinamento fisico e culturale che ha ripercussioni sull'uomo, sulla fauna e sulla flora.

Ridurre e razionalizzare gli impianti di illuminazione artificiale, vuol dire invertire le tendenze, forse le più rozze ed inconsce, della società occidentale di controllo dell'ambiente.

⁸⁵ Negli ospedali americani, per esempio, è stato verificato che le infermiere che svolgevano turni notturni hanno mostrato una insorgenza ai tumori al seno, superiore al 40% rispetto alle colleghe che svolgevano il turno diurno.

6.1.3 Gli effetti sulla flora

La presenza di luce artificiale nelle ore notturne può creare danni a molte specie animali e vegetali. Per la maggior parte degli esseri viventi, la luce è un elemento indispensabile sia per la sopravvivenza che per la riproduzione; anche l'alternanza di luce e buio, svolge un ruolo importantissimo nei loro cicli vitali. Per questo, quando l'uomo immette luce nell'ambiente notturno, altera gli equilibri naturali causando danni agli ecosistemi e agli organismi che ne fanno parte.

Vediamo quali sono le conseguenze della luce artificiale sul mondo vegetale.

La luce artificiale notturna interferisce con il processo di fotosintesi. Secondo alcuni ricercatori, infatti, la presenza di fonti luminose nelle vicinanze di una pianta, provocherebbe uno stress alle foglie direttamente esposte alla luce, determinando una riduzione della loro capacità fotosintetica⁸⁶.

Il ciclo della fotosintesi clorofilliana, subisce alterazioni dovute proprio ad intense fonti luminose che, in qualche modo, "ingannano" il normale oscuramento⁸⁷. Se non è abbastanza chiara la reale portata di questo fenomeno, basti pensare che, è grazie a questo processo che le piante producono ossigeno che respiriamo. A titolo d'esempio, è stato dimostrato che, il parco Lambro di Milano, uno dei pochi polmoni verdi della città, ha ridotto a solo il 10% la sua capacità di produrre ossigeno, a causa della sovrabbondante illuminazione che investe la zona.

La presenza di troppa luce artificiale, inoltre, altera lo sviluppo biologico delle piante, accelerandolo: molte delle piante delle nostre città, invecchiano rapidamente.

Inoltre, la luce altera le "abitudini" di diversi tipi di batteri, insetti o parassiti che vivono in simbiosi con le piante. Per esempio la Cameraria, un insetto che si ciba di foglie, è oggi una delle maggiori fonti di malattia e rapido deperimento della vegetazione, nonché è causa di morte di molti ipocastani delle nostre città, in quanto scambiando le notti in giornate, tali insetti trascorrono tutte le 24 ore a divorare le loro foglie⁸⁸.

⁸⁶ Vedi il sito www.sapere.it

⁸⁷ Si pensi solo che, per molte specie, l'inizio e la fine dei periodi di riposo (la fogliazione), il tasso di crescita, la forma della pianta e delle foglie, la costituzione di organi di riserva, la caduta delle foglie in autunno, la pigmentazione e la resistenza al gelo, sono influenzati dalla durata del giorno e della notte!

⁸⁸ Vedi sito www.quibollate.it

A essere danneggiati dalla presenza di luce artificiale nell'ambiente notturno, oltre a piante e animali, possono essere però anche interi ecosistemi, come un lago. Come emerge da alcuni recenti studi, infatti, nei laghi inquinati dalla luce artificiale⁸⁹ vi sarebbe una diminuzione dello zooplancton e una proliferazione abnorme di alghe. Un simile sconvolgimento dell'equilibrio può provocare un'alterazione della catena alimentare con ripercussioni poi su tutti gli altri organismi appartenenti all'ecosistema.

Nel 1983 la dottoressa Casagrande ed il professor Giulini dell'Università di Padova, evidenziarono che gli alberi dei viali cittadini che si trovavano in prossimità dei lampioni stradali, avevano le chiome procombenti verso le sorgenti luminose in maniera vistosa. L'analisi degli spettri di emissione delle lampade impiegate per l'illuminazione urbana della città, comparata con quella degli spettri di assorbimento dei principali pigmenti fotosintetici, dimostrarono che il tipo di lampade che maggiormente influiscono sulle piante, sono quelle ad incandescenza ed al quarzo-iodio, poiché presentano delle ampie emissioni che interferiscono con le radiazioni assorbite dalle clorofille e dai fitocromi.

In conclusione, lo studio più rappresentativo sugli effetti dell'illuminazione artificiale sulla vegetazione, è quello condotto presso il Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova, su due piante di Magnolia Grandiflora dell'orto botanico della città nel 1995, da: Roman A., il Professor Giulini, il Professor Giacometti e il Dottor Cinzano).

Di seguito proponiamo le parti salienti del rapporto.

[...] Gli studi che abbiamo condotto hanno evidenziato una diminuzione dell'efficienza fotosintetica delle foglie direttamente illuminate da una lampada ai vapori di mercurio. Ecco i risultati a cui siamo giunti dopo circa un anno di esperimenti; abbiamo selezionato tre zone di due magnolie, in modo tale da poter avere dei campioni di una pianta provenienti sia dalla parte illuminata che dalla parte oscura, e dei campioni al buio provenienti da un'altra pianta; è evidente che l'efficienza fotosintetica (indicata con il parametro Fp) della zona esposta all'illuminazione artificiale, è significativamente inferiore rispetto alle due zone che si trovano in condizione di buio. La conclusione logica dello studio è che, la presenza di una sorgente luminosa in prossimità della pianta, causa uno stress alle foglie che sono direttamente esposte alla luce, alterandone il normale processo fotosintetico. Per la misura dell'efficienza fotosintetica, e quindi per l'analisi dello stato fisiologico delle foglie interessate all'esperimento, abbiamo utilizzato il metodo dell'induzione di fluorescenza. Infatti la maggior parte dell'energia solare che viene assorbita dalle foglie, viene utilizzata per i processi della fotosintesi, mentre il resto è dissipato sotto forma di calore e di fluorescenza: tramite uno strumento chiamato PAM (Photoamplitude Modulate Fluorimeter), si è in grado di misurare la quantità di energia emessa sotto forma di fluorescenza, che nei sistemi in vivo, si aggira intorno al 3-5% sul totale dell'energia assorbita. Ed è proprio la quantità e la cinetica dell'emissione di fluorescenza, che ci ha permesso di capire qual'era lo stato fisiologico delle

⁸⁹ Gli scienziati hanno constatato che generalmente, i laghi situati vicino agli abitati, sono illuminati da 5 a 30 volte di più rispetto a quelli ubicati nelle zone rurali.

piante. Infine direi che, non è azzardato pensare che le sorgenti luminose, possano essere responsabili di un microclima nelle foglie che sono a più diretto contatto con esse (aumento della temperatura, dell'umidità relativa ed estensione della luce diurna), tale da favorire il prolungamento del periodo vegetativo oltre il suo normale termine. Certamente è auspicabile una maggior attenzione nella costruzione degli impianti di illuminazione, in modo da evitare dispersione di luce inutile, e soprattutto laddove è possibile utilizzare lampade a spettro di emissione ristretto (come le lampade al sodio bassa pressione)⁹⁰.

6.1.4 Gli effetti sulla fauna

La luce, per la maggior parte dei sistemi biologici, è un fattore vitale: tutte le forme di vita nella loro evoluzione non hanno potuto prescindere dall'esistenza della principale sorgente di luce per il nostro pianeta, il Sole. È quindi chiaro come l'alternarsi tra giorno e notte, tra luce e buio, sia un fattore fondamentale per la vita degli esseri viventi, siano essi animali che piante. Nel momento in cui si altera questo equilibrio con l'irraggiamento di luce artificiale sugli ecosistemi in cui vivono e si riproducono gli esseri viventi, vi è il rischio molto concreto di creare dei danni irreversibili. Dal punto di vista ecologico, sono importanti soprattutto l'intensità della luce, la composizione dello spettro, il momento e la durata, la periodicità dell'illuminazione e la direzione.

Witherington (1992)⁹¹ ha studiato la risposta comportamentale delle tartarughe di mare nella deposizione delle uova⁹² (che avviene di notte) alla presenza di luce artificiale. Egli ha condotto i propri studi su due specie di testuggini marine (Caretta Caretta⁹³ o



tartaruga verde e Chelonia Mydas o tartaruga di mare), le quali nidificano

⁹⁰ Di Andrea Roman, www.inquinamentoluminoso.it

⁹¹ Di Andrea Roman, www.inquinamentoluminoso.it, a fianco foto di tartaruga marina.

⁹² Le conseguenze dell'illuminazione artificiale sulle testuggini, sono, infatti, le più conosciute. Questi animali che escono dalle uova di notte sulla spiaggia, sfruttano punti di riferimento visivi per raggiungere il mare. È soprattutto la lucentezza delle acque marine, dovuta al riflesso della luce della luna e delle stelle, ad attirare i giovani animali verso l'elemento vitale. Poiché questi, istintivamente, si muovono nella direzione più chiara, la luce artificiale posta vicino alle spiagge, rappresenta spesso una trappola mortale. Tratto da Klaus G., Kagi B., Kobler R.L., Maus K., Rigetti A., 2005, " *Prevenzione delle emissioni luminose – Raccomandazioni, entità, causa ed effetti sull'ambiente –*", Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFARP), BERNA, pag. 18

⁹³ Caretta Caretta è una tartaruga che possiamo incontrare anche lungo le nostre spiagge

rispettivamente sulle spiagge di Melbourne Beach, in Florida, e Tortuguero, in Costa Rica. Lo studioso ha selezionato un settore di spiaggia isolata, in ciascuno dei due luoghi, che presentasse condizioni di buio e fosse lontano da attività umane; qui vi ha effettuato esperimenti con condizioni di buio (di controllo), e di illuminazione prodotta da lampade ai vapori di mercurio ed al sodio a bassa pressione. I risultati ottenuti, evidenziarono un influsso molto evidente della luce prodotta dalle lampade ai vapori di mercurio in un'area di 50 metri circa di raggio intorno al lampione; qui il numero di tartarughe verdi e tartarughe marine che si annidavano, era significativamente ridotto rispetto a condizioni di buio; in presenza d'illuminazione con lampade LPS, la differenza rispetto alle condizioni di buio, appariva meno marcata. Inoltre, riscontrò anche che diminuiva il numero di tartarughe che transitavano in prossimità dei lampioni senza annidarsi, e che nel ritorno verso l'oceano, gli animali non seguivano il percorso usuale più diretto. Egli attribuì questi fenomeni al fatto che le radiazioni luminose emesse dalle lampade ai vapori di mercurio (e quindi anche da tutte quelle lampade che hanno emissioni spettrali ampie), interferivano con lo spettro di sensibilità visiva delle tartarughe, le quali confondevano le luci delle lampade con la luce diurna. In conclusione, la presenza di luce artificiale sulle spiagge di nidificazione, è una seria minaccia per la continuazione della specie stessa ed è necessario trovare alternative accettabili per evitarne la completa estinzione.

Quello dei lepidotteri è un altro ordine di animali che subisce un pesante effetto di disorientamento da parte delle luci artificiali: è dimostrato, infatti, che le falene impostano la loro rotta migratoria basandosi sulla Luna o su stelle particolarmente luminose. Purtroppo, singole sorgenti luminose o, addirittura, concentrazione di luce artificiale di agglomerati urbani, competono con le luci celesti, disorientando e attraendo le falene; la conseguenza è la demolizione dello sciame migratorio e soprattutto la decimazione degli individui (con l'altissimo rischio dell'estinzione di intere specie), in quanto essi si vengono a trovare in ambienti inidonei alla loro vita.

Gli insetti notturni⁹⁴, infatti, sono attratti soprattutto dalla luce artificiale con una lunghezza d'onda oscillante tra i 280 e i 750 nanometri. Invece di cercare cibo, di deporre le uova, sprecano inutilmente la loro energia, per volare attorno alle lampade con il rischio di morire per esaurimento delle forze, o carbonizzati o perché

⁹⁴ Soprattutto le falene, i neurotteri, i tricotteri e i coleotteri

facili prede dei loro nemici (rappresentati soprattutto da pipistrelli, ragni e insetti predatori). Gli scienziati stimano che, nei mesi estivi ogni notte, circa 150 insetti vengano uccisi in media da ogni lampione. Ciò significa che, in un paese come la Germania, ad esempio, che conta circa 6.8 milioni di lampioni, deperisce ogni notte, in media, più di un miliardo di insetti⁹⁵.

Nelle vicinanze di Matera vi è una lampada a vapori di mercurio da 2000 W, utilizzata per l'illuminazione di una statua, che purtroppo è divenuta tristemente famosa. Nel 1992 è stato calcolato, dall'entomologo tedesco Axel Hausmann, che ogni notte, da maggio a settembre, circa 5.000 farfalle notturne vi vadano a morire.

Anche quelle specie di uccelli che usano l'orientamento astronomico (come alcuni passeriformi) nelle loro migrazioni notturne, possono essere disturbati dalla presenza di fonti luminose artificiali. Questi animali volano, di solito, a poche centinaia di metri dal suolo e la presenza di luci dirette o riflesse, rappresenta un effetto di disturbo, spesso deviandoli nella rotta⁹⁶. Gli scienziati ritengono che, solo sul territorio del Nord-America, ogni anno muoiono tra 100 milioni e 1 miliardo di uccelli migratori, in seguito alle collisioni con edifici adibiti ad uffici, illuminati di notte. Da tale fenomeno, sono interessate più di 450 specie⁹⁷. A tal proposito, uno studio dell'Università di Milano, sui cicli migratori degli uccelli notturni, ha dimostrato come le rotte di questi uccelli, siano state alterate dalla presenza dell'aeroporto di Malpensa. Il risultato è una drammatica riduzione di popolazioni di volatili (85% in meno), a causa della mortalità per denutrizione degli stessi, poiché, attratti dalle torri faro, scendevano al

⁹⁵ Tra le vittime si trovano anche specie minacciate d'estinzione; in un'indagine sulla forza di attrazione che la luce artificiale esercita sugli insetti, svolta nella città di Kiel, gli scienziati hanno contato 31 specie di coleotteri che figurano nella Lista rossa dello Schleswig-Holstein. Tratto da Klaus G., Kagi B., Kobler R.L., Maus K., Rigetti A., 2005, " *Prevenzione delle emissioni luminose – Raccomandazioni, entità, causa ed effetti sull'ambiente –*", Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), BERNA, pag 18

⁹⁶ Soprattutto quando la visuale non è buona, vengono attirati e fuorviati da singole fonti di luce e dalle "cupole luminose" che coprono le maggiori città. Il loro percorso è così inutilmente e pericolosamente allungato. Poiché gli uccelli vengono attirati da edifici alti e illuminati, il pericolo che si schiantino contro, è maggiore!

⁹⁷ Perciò, durante il periodo migratorio, negli edifici alti, occorrerebbe spegnere le luci: questa è la conclusione alla quale sono giunti i ricercatori che hanno contato, per 2 anni, gli uccelli schiantatisi contro la facciata di vetro di un grattacielo nella città di Chicago. Una volta spente le luci di notte, infatti, si è registrato un calo delle perdite, a seguito di collisioni, pari all' 88%! Tratto da Klaus G., Kagi B., Kobler R.L., Maus K., Rigetti A., 2005, " *Prevenzione delle emissioni luminose – Raccomandazioni, entità, causa ed effetti sull'ambiente –*", Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), BERNA, pag 19

suolo per nutrirsi senza trovare la fauna diurna attesa ed alla base della loro catena alimentare⁹⁸.

Per i pipistrelli, gli insetti che sono attirati dai lampioni, rappresentano una facile preda. A medio termine, però, l'impoverimento dell'entomofauna, potrebbe causare anche una riduzione della varietà alimentare delle specie che si nutrono di insetti. Inoltre, la luce artificiale, può avere altre gravi conseguenze negative per questo gruppo di animali. Si sa ad esempio che, molti pipistrelli diventano attivi all'imbrunire; le osservazioni hanno rivelato che gli animali escono più tardi dai loro nidi, se l'ingresso degli stessi è illuminato. Ne consegue che l'attività notturna inizia più tardi, e di conseguenza, questi mammiferi, hanno meno tempo per cercare cibo. Spesso i luoghi in cui vivevano da anni, sono abbandonati a causa di un illuminazione attivata di recente. Quest'ultima considerazione ci permette di concludere che, gli ambienti illuminati, limitano il territorio in cui singoli animali sono attivi, con conseguenze sull'offerta di cibo⁹⁹.

Concludendo, la carrellata di cui sopra, rappresenta esempi significativi che inducono ad attente riflessioni e soprattutto, pongono grossi interrogativi sul rapporto tra inquinamento luminoso e vita degli animali nelle aree protette e non.

⁹⁸ Vedi sito www.quibollate.it

⁹⁹ Tratto da Klaus G., Kagi B., Kobler R.L., Maus K., Rigetti A., 2005, " *Prevenzione delle emissioni luminose – Raccomandazioni, entità, causa ed effetti sull'ambiente –*", Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFARP), BERNA, pag 20

6.2 Gli accorgimenti nella progettazione degli impianti: le buone pratiche

Per indirizzare lo sviluppo dell'illuminazione esterna notturna in una direzione virtuosa di rispetto dell'ambiente e di risparmio energetico, altrimenti non adeguatamente intrapresa, sono necessari interventi legislativi. La soluzione più naturale ed efficace, quella di spegnere tutte le luci esterne, non è ovviamente realizzabile nel mondo moderno ove l'illuminazione artificiale è una necessità sociale. La seconda possibilità, in una ipotetica scala di efficacia decrescente, sarebbe quella di rinunciare all'installazione di qualunque nuovo impianto di illuminazione esterno; questo non eliminerebbe l'inquinamento luminoso, ma porterebbe a zero il suo tasso di incremento che oggi, in Italia, raggiunge anche il 10% all'anno (come già accennato nel capitolo 6). Quest'ultima soluzione non creerebbe il buio, ma sarebbe probabilmente in conflitto con le necessità di sviluppo di un Paese industriale avanzato come il nostro.

L'inquinamento luminoso, infine, costituisce un inutile spreco energetico e di risorse (e, naturalmente, di denaro), come già accennato durante la trattazione. Con il ritmo di crescita attuale dell'inquinamento luminoso, questi problemi non potranno che aggravarsi. Non dobbiamo confondere, però, il problema di un necessario e auspicabile progresso, svolto però nel rispetto della natura, con il falso problema di una scelta tra una buia età della pietra e una illuminata civiltà. Nessuno chiede di fare il buio o di impedire lo sviluppo dell'illuminazione. Sarebbe sufficiente la terza possibilità: consentire l'incremento dell'illuminazione ponendo, nel contempo, un tetto al suo tasso di crescita in modo da favorirne un uso più oculato, attento e razionale. Un tetto all'incremento annuo del flusso luminoso installato in ogni Comune e un tetto all'incremento annuo dei consumi di energia elettrica per illuminazione esterna, favorirebbe non "il buio", bensì la razionalizzazione dell'illuminazione, l'utilizzo di apparecchi ad elevato rendimento e la progettazione di impianti ad elevato coefficiente di utilizzazione (il primo) e l'utilizzo di lampade ad elevata efficienza (il secondo).

Negli Stati Uniti si segue una strada diversa con limiti non all'incremento ma al flusso luminoso installato per unità di superficie. Le leggi vigenti in Lombardia, Emilia-Romagna, Marche, Umbria, Abruzzo e Puglia (così come accennato nel capitolo dedicato all'apparato normativo), sono considerate le migliori leggi di questo tipo attualmente in vigore in Italia e tra le migliori nel mondo. Esse si limitano proprio a richiedere di non disperdere alcuna luce verso l'alto e di non sovrailluminare.

Le suddette leggi regionali, costituiscono il corretto punto di partenza per una illuminazione ecologica feconda di proficui sviluppi. Il knowhow tecnologicamente avanzato che l'industria e l'illuminotecnica italiana possono raggiungere nel settore dell'illuminazione eco-compatibile, grazie al "laboratorio" rappresentato da queste regioni, è una formidabile opportunità per sviluppare l'esportazione di materiali e professionalità progettuale nel mondo.

Non si possono quindi più trascurare alcune riflessioni che nascono osservando la situazione che accomuna la maggior parte delle grandi città e dei centri minori italiani: è possibile che si debba praticare lo sport di notte con impianti di illuminazione forsennati? E' così necessario giocare a calcetto o a tennis sotto migliaia di watt? E' forse necessario illuminare numerosi depositi, strade desolate, vie deserte? O forse non è plausibile operare un progetto del territorio notturno in cui le singole parti riprendano le corrette posizioni, sostituendo all'insieme omogeneo e irricognoscibile le luci e il buio?!?

E' dunque così indispensabile avere una luce così forte ovunque, così piatta, così abbagliante? A fronte della volgarità di chi utilizza la quantità, non è forse possibile una maggiore qualità della luce e la ricostruzione di una relazione qualificata tra luce, livello di luminosità, territorio e uomo?

Per cercare di rispondere a queste interrogazioni e per porre fine allo spreco di energia elettrica e alla dispersione di luce verso il cielo, basterebbe un po' di buon senso. Illuminare soltanto dove serve, senza esagerare con le potenze e facendo attenzione a non "gettare" luce ovunque. Purtroppo, data la situazione, è indispensabile fissare una serie di regole chiare e facili da seguire, anche da chi non possiede specifiche conoscenze tecniche. Questi, in generale, i criteri essenziali di un buon provvedimento normativo su scala regionale:

- ✓ Limite di 0,49 candele per 1000 lumen oltre il piano dell'orizzonte per tutti i nuovi impianti su tutto il territorio regionale (cioè uso esclusivo di impianti full cut-off o di altri impianti dotati di adeguata schermatura);
- ✓ obbligo di adozione dei valori minimi previsti dalle normative di sicurezza vigenti relativamente alle luminanze delle superfici;
- ✓ obbligo di diminuzione dei livelli di luminanza in quegli orari in cui le caratteristiche di uso della superficie lo consentano. Sulla gran parte delle nostre strade sarebbe possibile abbassare la luminanza a partire dalle 23;

- ✓ obbligo per i Comuni di dotarsi di piani dell'illuminazione conformi ai criteri della legge regionale. In tal caso non si tratterebbe di un ulteriore peso imposto ai Comuni, ma di uno strumento strategico che permetterebbe loro di conoscere esattamente lo stato di fatto degli impianti esistenti, programmando la costruzione di nuovi o la sostituzione di quelli ormai obsoleti;
- ✓ obbligo di redazione del progetto illuminotecnico, da affidare a tecnici di comprovata esperienza.

Di seguito si ripropongono alcune di quelle che vengono definite "buone pratiche"¹⁰⁰, attraverso le quali saranno forniti elementi per una immediata valutazione sull'efficacia di un impianto nei confronti della prevenzione dell'inquinamento luminoso; l'argomento riveste estremo interesse sia per i progettisti, sia per gli astronomi e gli astrofili o comunque per tutte le associazioni interessate alla tutela ambientale.

¹⁰⁰ L'approfondimento del tema è stato tratto da Vedovato M., 2002, *"La prevenzione dell'inquinamento luminoso – breve guida per valutare gli impianti di illuminazione esterna –"*, CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno -, TRENTO.

6.2.1 I “percorsi” della luce

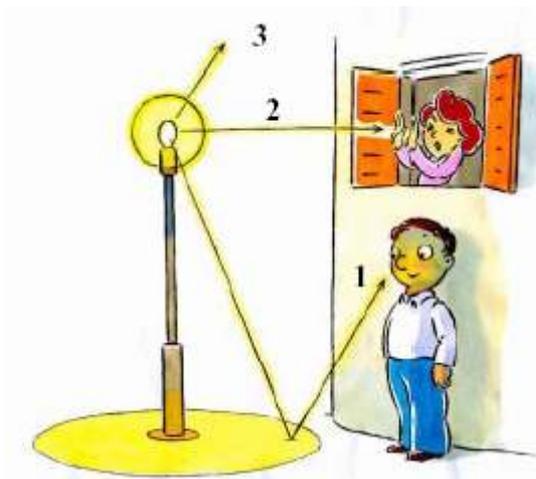


Fig. 6.3 – La visione: solo il raggio 1, dopo essersi riflesso sull'area da illuminare, è funzionale allo scopo. Invece i raggi 2 e 3, non colpendo l'oggetto sono inutilizzati. Anzi il raggio 2 è addirittura di ostacolo alla visione in quanto, arrivando direttamente all'occhio, provoca abbagliamento.

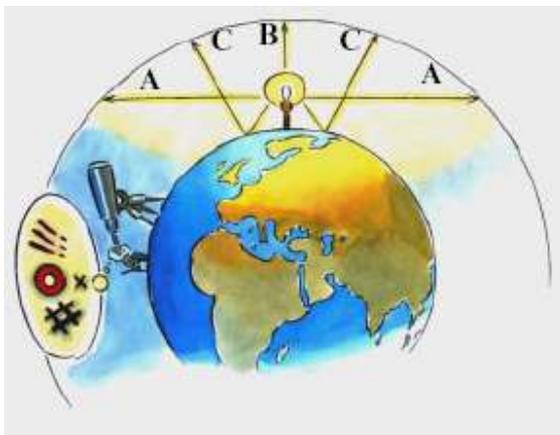


Fig. 6.4 – Il contributo più rilevante all'inquinamento luminoso è dovuto alle emissioni orizzontali (direzione A) che arrivano a propagarsi molto lontano (oltre 200 km) rispetto alla sorgente.

Cominciamo con un concetto banale che non sarà male rinfrescare: perché vediamo quando si illumina? Come illustrato nella Figura 6.3¹⁰¹, la luce per illuminare deve seguire un percorso analogo a quello indicato dalla linea spezzata 1: dalla sorgente il raggio raggiunge un'area (per esempio una pavimentazione stradale) per venire in parte riflesso verso l'occhio dell'osservatore, dove avverrà il processo della visione. La luce che si propaga in altre direzioni, per esempio lungo le linee 2 e 3, rimane inutilizzata; anzi la luce lungo la direzione 2 è addirittura controproducente poiché, arrivando direttamente alla pupilla, causando abbagliamento. Quindi solo la luce che si riflette nell'area da illuminare è funzionale allo scopo. Vale la pena, a questo punto, analizzare una definizione più tecnica di inquinamento luminoso:

“ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte”.

¹⁰¹ Si ringraziano Giuliano Lunelli, autore di questi disegni e Cielobuio per la gentile concessione delle immagini.

La prima parte della proposizione appare immediatamente chiara: la luce che non colpisce gli oggetti da illuminare rimane inutilizzata. La seconda necessita, invece, un approfondimento; andiamo perciò ad analizzare come si propaga l'inquinamento luminoso. Nella Figura 6.4 sono evidenziate tre tipiche emissioni luminose emesse da un lampione "a palla"; nell'esempio qui proposto il lampione a palla è utilizzato in quanto riassume tutti i possibili difetti di un impianto illuminante. Analizziamo perciò ciascuna di queste emissioni:

- Emissione A: è diretta verso l'orizzonte; come intuibile dalla figura, è un tipo di emissione che arriva a propagarsi molto lontano dalla sorgente, fino a 200 - 300 km di distanza, oltre la quale interviene la naturale curvatura terrestre a disperdere nello spazio la luce fin qui arrivata. In questo tragitto la luce deve attraversare un maggiore spessore atmosferico (rispetto a B e C), per cui il meccanismo della diffusione (interazione tra la luce, le molecole dell'aria e le polveri in sospensione), agisce molto più efficacemente e, di conseguenza, più rilevante è l'aumento di luminosità artificiale del fondo del cielo. A titolo di esempio, Milano contribuisce all'inquinamento luminoso di Asiago, sede dei più grandi telescopi su suolo italiano, per il 3%!
- Emissione B: è diretta verso la verticale; dopo aver attraversato l'atmosfera si perde nello spazio. Contribuisce ad aumentare l'inquinamento luminoso a livello locale.
- Emissione C: è dovuta alla luce riflessa (inquinamento da luce indiretta) dalle superfici illuminate (strade, marciapiedi, piazze...), quindi dalla luce realmente utilizzata per illuminare. Questo contributo, sommandosi all'emissione B, contribuisce ad aumentare l'inquinamento luminoso a livello locale; tipicamente il flusso luminoso riflesso ammonta a circa il 10% del flusso incidente.

Appare ora chiaro, come il contributo più rilevante all'inquinamento luminoso non è, come molti ancora credono, quello diretto verso la verticale, ma quello diretto a bassi angoli sopra la linea dell'orizzonte (Figura 6.5). Su questo punto conviene fare alcune considerazioni. In alcuni ambienti illuminotecnici, si sostiene che le emissioni orizzontali non contano poiché vengono intercettate dalle pareti degli edifici; tale teoria è facilmente confutabile. Infatti, se può essere esatta per impianti collocati nel centro di una grossa città in cui le vie, e quindi le case, si incrociano le une con le

altre in modo apparentemente confuso, la cosa è molto meno vera se l'urbanistica si sviluppa con grandi arterie diritte partenti da un centro (Parigi, per fare un esempio). Inoltre man mano che ci si allontana dal centro, al diradarsi delle abitazioni, la luce è sempre più libera di propagarsi, fermo restando che le periferie sono infestate da più o meno potenti fari, faretti, torri faro quasi sempre installati per illuminare le cose più inutili ed assurde, per i quali, trattandosi di campi aperti, non vi sono efficaci schermature da parte degli edifici. Inoltre non esistono solo grandi città come Milano e Torino! Non si dimentichi che vi sono pure una miriade di cittadine e piccoli paesi, il cui ridotto numero di abitazioni, di altezza meno elevata, non offre alcuna efficace copertura alle dispersioni orizzontali; in questo caso il problema si manifesta nella sua interezza. In zone di montagna si aggiungono gli effetti delle altimetrie, per cui lampioni collocati nelle zone più alte, sono liberi di diffondere luce ovunque, boschi compresi. Comunque, anche laddove sussista l'effetto di schermo degli edifici, si tratta evidentemente di luce che entra, non richiesta, attraverso le finestre in appartamenti privati! Ecco quindi la necessità prestare la massima cura per eliminare le emissioni a bassi angoli sopra la linea dell'orizzonte, tenendo presente che il tutto va comunque a vantaggio di una più confortevole visibilità, oltre ad evitare il dover fare una marea di regolamenti nei quali quello che è consentito in un posto è vietato in un altro, il tutto a scapito della chiarezza e facilità di applicazione.

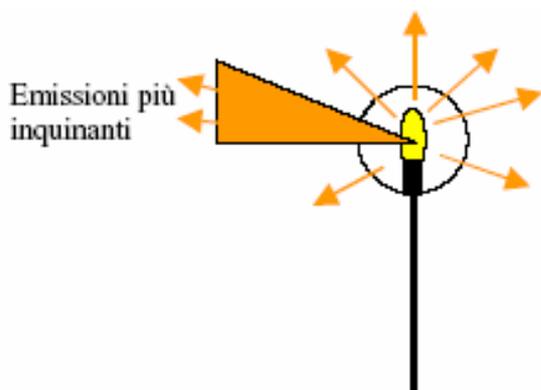


Fig. 6.5 – Il contributo più rilevante all'inquinamento luminoso è quello diretto a bassi angoli sopra la linea dell'orizzonte.

Ad ogni modo è doveroso agire su tutte le direzioni di propagazione: quelle al di sopra dell'orizzonte (A e B) attraverso l'utilizzo, come vedremo, di appropriate schermature, e quelle da luce indiretta (tipo C) attraverso il mantenimento di adeguati livelli di illuminazione, evitando le illuminazioni a giorno, autentico ed inutile

spreco di risorse. Si ricordi che illuminare non significa trasformare la notte in giorno; la notte esiste da molto tempo prima dell'arrivo dell'uomo e funge da regolatore dei cicli biologici di tutte le specie viventi e pertanto le va tributato il dovuto rispetto.

6.2.2 Apparecchi d'illuminazione

Un corpo illuminante è composto fondamentalmente da due parti:

- 1) la lampada;
- 2) l'armatura, comprendente il guscio di protezione, il supporto della lampada e il sistema ottico.

La scelta di un buon apparecchio, passa attraverso un'opportuna valutazione di questi due elementi; è del tutto inutile scegliere un'ottima lampada per poi inserirla in un'armatura mediocre e viceversa. Analizzeremo perciò le due componenti per fornire dei criteri di valutazione facilmente comprensibili, quindi passeremo ad esempi pratici con confronti diretti tra diverse soluzioni.

6.2.2.1 Le lampade

Ne esistono di diversi tipi: ad incandescenza, ai vapori di mercurio ad alta pressione, a fluorescenza, alogene, agli alogenuri metallici, ai vapori di sodio ad alta e bassa pressione... In questa sede non ne descriveremo il principio di funzionamento, per il quale esistono numerosi testi specializzati, ma ci limitiamo a sottolineare come ogni lampada abbia una propria efficienza luminosa, ossia, per una data potenza assorbita, produce una determinata quantità di luce. Sostituendo una lampada poco efficiente con un'altra di maggior efficienza, si otterrà, a parità di potenza assorbita, una maggior quantità di luce. Quest'ultima osservazione ci indica che, se la luce prodotta dalla lampada poco efficiente era comunque adeguata, si potrà ottenere la stessa quantità di luce con una lampada a maggior efficienza, impegnando però una potenza minore, con un conseguente risparmio energetico. La consultazione della Tabella 6.1 è veramente istruttiva: in essa è quantificata

l'efficienza luminosa di molte lampade comunemente usate; l'efficienza luminosa è espressa dal rapporto lumen/Watt (simbolo lm/W)¹⁰².

LAMPADA	EFFICIENZA (lumen/Watt)
Incandescenza	8-25
Vapori di mercurio	35-50
Alogenuri metallici	70-110
Vapori di sodio alta pressione	90-135
Vapori di sodio bassa pressione	100-200

Tab. 6.1

E' immediato constatare come le lampade al sodio, in particolare quelle a bassa pressione, vantino eccellenti prestazioni. Una lampada ai vapori di mercurio da 250 Watt può produrre fino a 12500 lumen (= 50 lm/W x 250 W), una lampada ai vapori di sodio a bassa pressione da soli 90 Watt può arrivare fino a 18000 lumen (= 200 lm/W x 90 W). Ipotizzando 4100 ore di accensione all'anno, ad un costo di 0,15 € per kilowattora, si può ricavare la Tabella 6.2, nella quale sono riportati i costi energetici di alcune lampade, nella condizione di avere quantità simili di luce prodotta; i valori indicati di potenza e di luce sono tipici di molti impianti. Per esempio una lampada ai vapori di sodio ad alta pressione da 150 W comporterà un spesa annua di 0,15 € x 4100 ore x 150 W/100 = 92,25 € annui.

Lampada	Potenza (Watt)	Luce prodotta (lumen)	Costo annuo
Vapori di Mercurio	250 W	12700 lm	153,75 € (100%)
Sodio alta pressione	150 W	14500 lm	92,25 € (60%)
Sodio bassa pressione	90 W	13000 lm	55,35 € (36%)

Tab. 6.2

Naturalmente bisogna considerare la resa cromatica (ossia la possibilità di percepire i colori); da questo punto di vista le lampade al sodio ad alta pressione sono più versatili, tuttavia è evidente il grande vantaggio nell'impiego di lampada ad alta efficienza.

¹⁰² Il lumen è un'unità di misura che esprime la quantità di luce prodotta; più lumen vengono prodotti, a parità di potenza assorbita (misurata in Watt), più alta è l'efficienza della lampada.

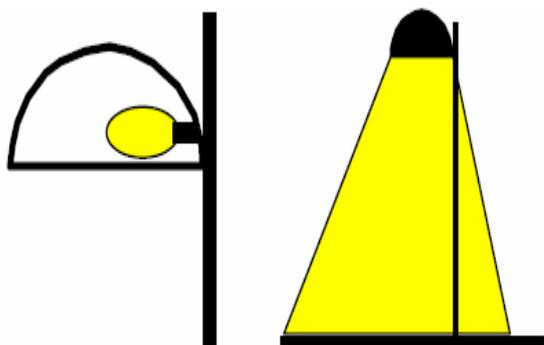


Fig. 6.6 - Esempio di apparecchio totalmente schermato (full cut-off). La lampada è completamente nascosta all'interno dell'armatura, a sua volta disposta parallelamente al terreno (montaggio orizzontale). Il cono di luce è indirizzato completamente verso terra, senza inutili dispersioni e con maggior confort visivo.



Fig. 6.7 - Un corpo illuminante è composto da un guscio di protezione, da lampada e relativo supporto, e dal sistema ottico formato da riflettore interno e vetro di protezione.

6.2.2.2 Le armature

Per evitare inutili dispersioni di luce, conviene utilizzare corpi totalmente schermati (*full cut-off*), come quello rappresentato in figura 6.6. Si noti in particolare come la lampada sia completamente incassata in una armatura montata orizzontalmente; questo è il concetto base (lampada incassata + montaggio orizzontale). L'armatura, è costituita da un guscio di protezione, dal supporto della lampada e dal sistema ottico formato, in generale, da un vetro di protezione esterno, per il momento supposto trasparente, e da un riflettore interno (Figura 6.7); al sistema ottico è affidato il compito di "sagomare" il cono di luce per indirizzarlo nel modo più preciso possibile verso l'area da illuminare. E' immediato intuire come, la presenza del riflettore interno, consenta di rinviare verso terra, anche la radiazione inizialmente diretta verso l'alto. Gli apparecchi *full cut-off*, possono essere con vetro piano orizzontale o con vetro curvo completamente incassato nell'armatura (Figure 6.8 e 6.9).

Il vetro curvo, se sporge dall'armatura, a causa fenomeni di rifrazione e riflessione, consente ad una parte di flusso luminoso di indirizzarsi al di sopra

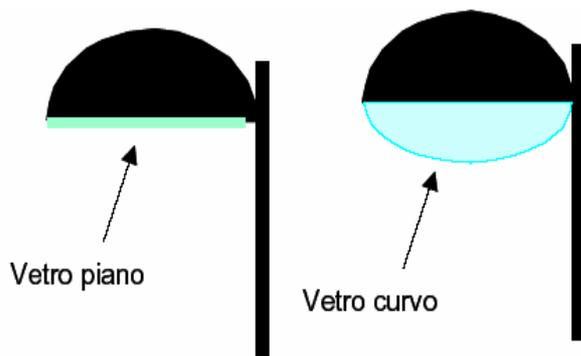


Fig. 6.8 - Esempi di vetro piano e vetro curvo; in questo caso il vetro curvo, sporgendo dall'armatura, disperde luce al di sopra dell'orizzonte.



Fig. 6.9 - Apparecchio full cut-off a vetro curvo: la copertura dell'apparecchio intercetta le dispersioni luminose verso l'orizzonte.

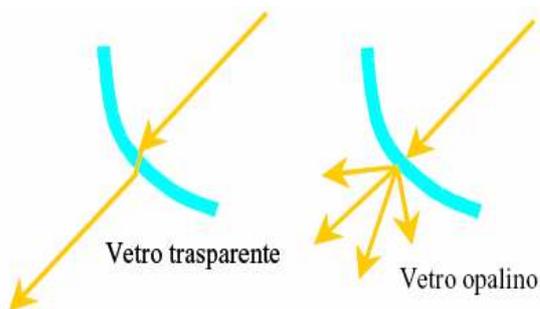


Fig. 6.10 - Differenza di comportamento di un raggio luminoso in presenza di vetro trasparente e di vetro opalino. Se il vetro curvo sporge dall'armatura, il vetro opalino disperde più luce al di sopra della linea dell'orizzonte rispetto a quello trasparente.

dell'orizzonte. E' bene tuttavia conoscere alcuni limiti del vetro piano. Il vetro di protezione curvo consente, a parità di altre condizioni, di ottenere un cono di luce di maggior apertura. Ciò avviene perché, nell'attraversare un vetro, la luce subisce dei fenomeni di riflessione e rifrazione. Senza andare nel dettaglio, nel caso del vetro piano, all'aumentare dell'angolo di incidenza, diminuisce la quantità di luce che riesce ad attraversare il vetro; molta luce viene quindi rinvia indietro, verso il riflettore, ma ad ogni riflessione una parte di flusso luminoso viene assorbita dall'armatura a scapito del rendimento globale del corpo illuminante. L'adozione di un vetro curvo (sempre supposto trasparente), come quello a destra nella Figura 6.8, sembrerebbe perciò, a prima vista, preferibile, però, come detto, c'è il prezzo da pagare in termini di luce che riesce a "scappare" al di sopra dell'orizzonte (si ricordi che sono le emissioni verso l'orizzonte le più inquinanti) e di luce che viene emessa poco sotto l'orizzonte, aumentando il fenomeno dell'abbagliamento e diminuendo il confort visivo; dunque, più il vetro è curvo e maggiore sarà la luce dispersa. Viceversa il vetro piano orizzontale, pur con i limiti evidenziati,

non produce inquinamento luminoso e limita fortemente l'abbagliamento.

Naturalmente se il vetro curvo rientra nello schema di Figura 6.9, non vi sono comunque dispersioni, per di più senza gli svantaggi del vetro piano. Una critica spesso mossa ai corpi illuminanti *full cut-off*, è quella di produrre un cono di luce più stretto, costringendo il progettista ad aumentare il numero dei pali rispetto a quello necessario. Questo può essere vero se si confrontano apparecchi classificati secondo la CIE (Commission Internationale dell'Eclairage) come *cut-off* e *semi cut-off*, ma non nel caso dei *full cut-off* come vengono intesi in Europa, cioè con nessuna limitazione all'intensità luminosa ammessa al di sotto della linea dell'orizzonte (a differenza dei *cut-off* secondo la definizione CIE) e nessuna dispersione al di sopra di essa. Se non ci sono limitazioni alle intensità ammesse al di sotto della linea dell'orizzonte (senza però esagerare per evitare di abbagliare), è possibile produrre, grazie ad appropriate forme del riflettore interno, apparecchi *full cut-off* che permettano interdistanze tra palo e palo anche superiori a quelle possibili con i *semi cut-off*. Le obiezioni tipiche ai *full cut-off*, compresi quelli a vetro piano, con i quali sono ormai possibili interassi di quasi quattro volte l'altezza del palo, sono, perciò, superate, purché si presti attenzione alla scelta dei corpi illuminanti; le differenze tra un pessimo ed un buon *full cut-off* sono notevoli!

Sulla scelta dell'armatura da utilizzare nell'impianto di illuminazione, pesano diversi elementi, non ultimo, il costo d'acquisto. In passato i lampioni anti inquinamento luminoso, erano spesso ignorati a causa del loro presunto maggior costo. Oggi il prezzo d'acquisto di un'armatura *full cut-off*, è sicuramente equiparabile a quello di un'armatura tradizionale. Anche la resa in termini di luminanza è uguale se non superiore, perché la luce irradiata, oltre a non abbagliare, permette di coprire distanze pari a 4 volte l'altezza del palo, come poco prima accennato. Il lampione *full cut-off*, quello cioè che garantisce l'assenza di emissioni luminose al di sopra dell'orizzonte è considerato, da chi si occupa di inquinamento luminoso, la risposta migliore perché già ampiamente disponibile, efficiente e di facile installazione. Ciò non significa che la tecnologia *full cut-off* sia l'unica possibile. Chi proprio non vuole rinunciare all'installazione di lampioni con vetro prismatico o con vetro curvo, può pur sempre realizzare una schermatura che impedisca, alla luce parassita, di salire verso l'alto. Sarebbe però auspicabile che l'installazione avvenisse in maniera corretta, evitando inutili inclinazioni verso l'alto.

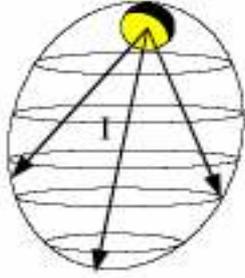
Tra l'altro la diminuzione dell'abbagliamento permessa dai *full cut-off* fa diventare meno importanti, per una visione ottimale, i requisiti di uniformità della luminanza del manto stradale. Quando abbiamo parlato di vetri curvi, abbiamo ipotizzato fossero trasparenti; il motivo di questa scelta è semplice. A parità di forma del vetro curvo (Figura 6.10), quello trasparente, se sporge dall'armatura, irradia sopra l'orizzonte una quantità di luce nettamente inferiore rispetto al vetro opalino in quanto, quest'ultimo, diffonde "a ventaglio", verso l'esterno, ogni raggio luminoso incidente. Dall'adozione di un'illuminazione totalmente schermata conseguono evidenti due vantaggi:

- la luce prodotta è completamente inviata verso il terreno, assolvendo il compito di illuminare, per cui, l'unica residua forma di inquinamento luminoso, è quella determinata dalla riflessione verso la verticale della luce incidente sulle pavimentazioni;
- non vi è la visione diretta della lampada.

Quest'ultima condizione è particolarmente importante in quanto, assicura un adeguato confort visivo; tale aspetto, è purtroppo spesso dimenticato. Nell'esempio di Figura 6.11 si può notare come sia più confortevole l'illuminazione schermata.



Fig. 6.11 - Lo stesso viale con illuminazione non schermata (a sinistra) e schermata. Come è più confortevole e riposante l'illuminazione di destra senza inutili abbagliamenti!



6.12 - Esempio di solido fotometrico: i vettori sono le intensità luminose nelle varie direzioni.

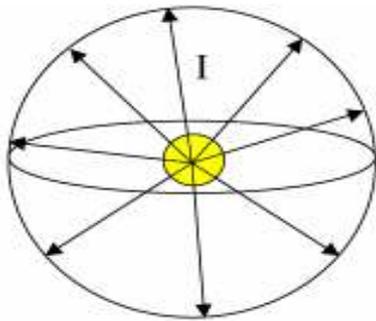


Fig. 6.13 - Il solido fotometrico di una sorgente luminosa isotropa, la cui emissione è identica in tutte le direzioni, ha, per intuitive ragioni, una forma sferica.

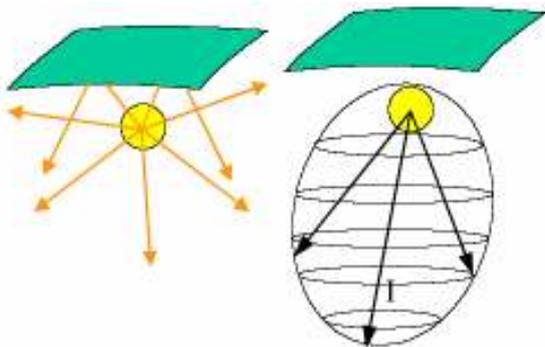


Fig. 6.14 - La presenza di un riflettore (a sinistra) rinvia verso il basso la parte di flusso luminoso altrimenti diretta verso l'alto. Il solido fotometrico complessivo del sistema sorgente+riflettore (a destra), deve deformarsi rispetto al solido della sola sorgente, assumendo una forma più complessa rispetto alla sfera di figura 6.13

6.2.3 Le curve fotometriche

Per esprimere un giudizio sulla validità di un corpo illuminante, non solo dal punto di vista dell'inquinamento luminoso, bisogna valutare le cosiddette "curve fotometriche", ossia la rappresentazione grafica di come la luce viene distribuita attorno l'apparecchio stesso. In termini intuitivi, un solido fotometrico è una superficie chiusa (figura 6.12) al cui interno è collocata, in modo opportuno, una sorgente luminosa. Da tale sorgente si possono disegnare tanti vettori che intercettano la superficie del solido; ciascun vettore rappresenta l'intensità luminosa in quella direzione. In figura 6.13, è rappresentata una sorgente isotropa, ossia con la stessa intensità in ogni direzione: si intuisce facilmente come il suo solido fotometrico debba essere una sfera di raggio pari al valore "I" dell'intensità luminosa. L'inserimento, sopra la sorgente, di un riflettore, costringe la parte di luce diretta verso l'alto a riflettersi verso terra; di conseguenza il solido fotometrico del sistema sorgente + riflettore si deforma rispetto a quella della sola sorgente, passando dalla forma sferica, ad una superficie di forma molto più complessa (fig. 6.14). Per valutare quanta parte di luce

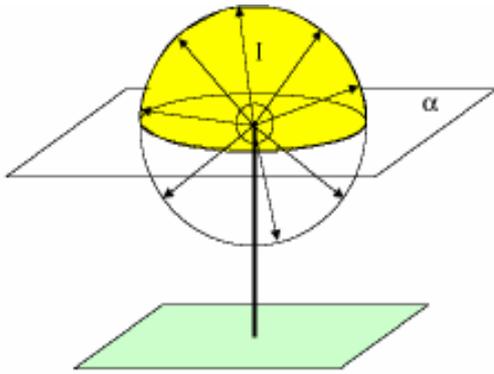


Fig. 6.15 - Il solido fotometrico è utile per valutare il flusso disperso. Un piano α orizzontale passante per la sorgente luminosa, dividendo in due il solido, evidenzia il flusso disperso verso l'alto rispetto al totale.

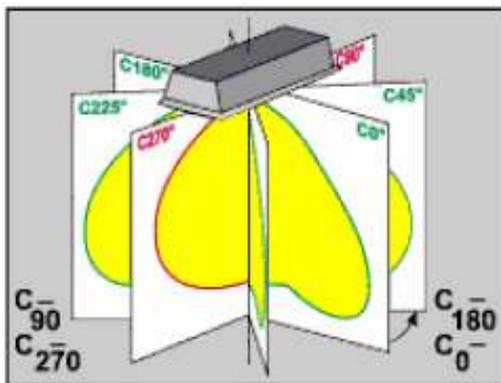


Fig. 6.16 - Sezionando il solido fotometrico con una stella di piani verticali si ottengono le curve fotometriche riportate nei cataloghi.

si disperda al di sopra della linea dell'orizzonte, può far comodo pensare al solido fotometrico come rappresentativo del flusso luminoso totale emesso dalla lampada, sebbene ciò non sia affatto vero. Per esempio, inseriamo la nostra sorgente isotropa (quella già vista in figura 6.15) su un palo; è intuitivo che metà della luce prodotta va verso terra, l'altra metà verso l'alto. Ciò è confermato dall'analisi del solido fotometrico (figura 6.15): facendo passare un piano (piano α) parallelo al terreno e passante per la sorgente luminosa, questo piano divide il solido in due parti. La parte sopra (pari alla metà del totale), rappresenta il flusso disperso, quindi inquinante, al di sopra della linea dell'orizzonte. Per visualizzare graficamente il solido fotometrico, bisogna sezionarlo tramite un opportuno fascio di piani verticali e riportare su un foglio le sezioni così ottenute (figura 6.16); queste vanno a costituire le "curve fotometriche".

Nei cataloghi dei produttori, le curve fotometriche sono riportate in forma parametrica, relativamente a un flusso luminoso di 1000 lumen, quindi bisogna moltiplicare il valore dell'intensità letto sul diagramma per il numero di

kilolumen effettivamente emessi della lampada. In particolare, sono interessanti le curve ottenute sezionando con un piano parallelo all'asse stradale (il cosiddetto piano $C=0^\circ-C=180^\circ$), per valutare l'interasse tra i punti luce e con un piano ortogonale all'asse stradale (piano $C=90^\circ-C=270^\circ$), per verificare se l'illuminazione è in grado di coprire tutta la larghezza della strada. Nell'esempio di figura 6.17, si osserva la situazione sul piano parallelo all'asse stradale; in questo caso sono utilizzati apparecchi *full cut-off*, la cui intensità massima corrisponde ad un angolo γ (angolo tra la verticale e la direzione considerata) molto elevato. La soluzione è molto vantaggiosa: infatti sotto il palo arriva meno luce che si distribuisce però su un'area più piccola mentre lontano dal palo arriva una quantità maggiore di luce che si distribuisce su un'area più grande; le due cose si compensano, dando luogo, quindi, ad un'illuminazione più uniforme. Le altezze dei sostegni per illuminazione stradale, unificate a livello internazionale, sono di 8 m, 10 m, 12 m, 15 m.

E' interessante mettere in rilievo un aspetto tipico della progettazione, ove è necessario bilanciare opposte esigenze; nella figura 6.18 si osservano due differenti realizzazioni di un impianto. Con un palo più alto, si ottengono interassi maggiori ma molta luce può cadere al di fuori dell'area da illuminare; a destra, con un palo più basso, gli interassi sono minori ma la luce è meglio utilizzata. Inoltre con un palo più alto probabilmente bisognerà impiegare lampade di potenza maggiore rispetto al caso di un palo più basso; a priori è difficile dire se è meglio utilizzare pali alti ed interassi elevati (minor numero di punti luce ma lampade di potenza più alta e maggior spreco di luce), o pali bassi ed interassi accorciati (lampade di potenza più bassa, migliore utilizzo della luce, ma maggior numero di punti luce). Una possibile soluzione potrebbe essere quella di considerare vincente l'impianto che consente di impegnare la minore potenza complessiva (somma della potenza assorbita da ciascun punto luce).



Fig. 6.17 -Osservando le curve fotometriche lungo un piano parallelo all'asse stradale si ricava l'interasse tra i pali. Per intensità massime con angoli γ elevati si ottengono interassi ottimali anche con apparecchi *full cut-off*.

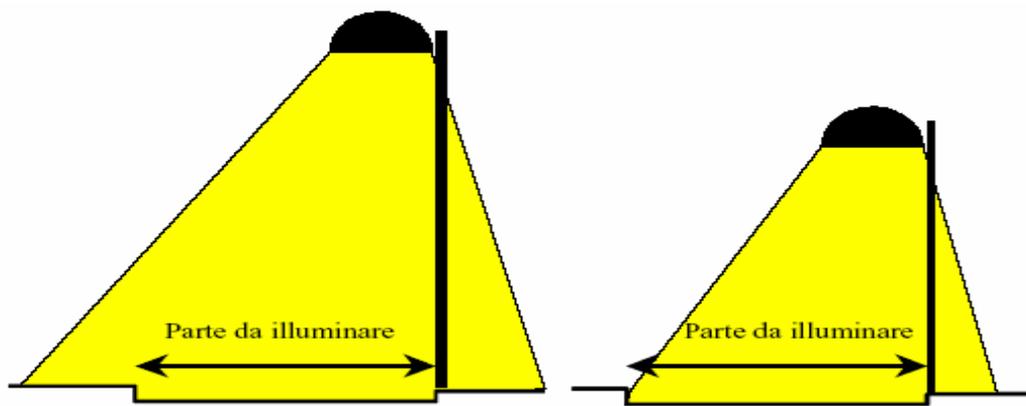


Fig. 6.18 - Esigenze contrastanti: a sinistra, con un palo più alto, si ottengono interassi maggiori ma molta luce cade al di fuori dell'area da illuminare; a destra, con un palo più basso, gli interassi sono minori ma la luce è meglio utilizzata.



Fig. 6.19 - Tipici e comunissimi corpi illuminanti altamente inquinanti. Alcuni, come i tre globi in alto, disperdono verso l'alto dal 50 fino al 75% della luce prodotta. Sono illuminazioni talmente modeste, che non andrebbero nemmeno prese in considerazione!

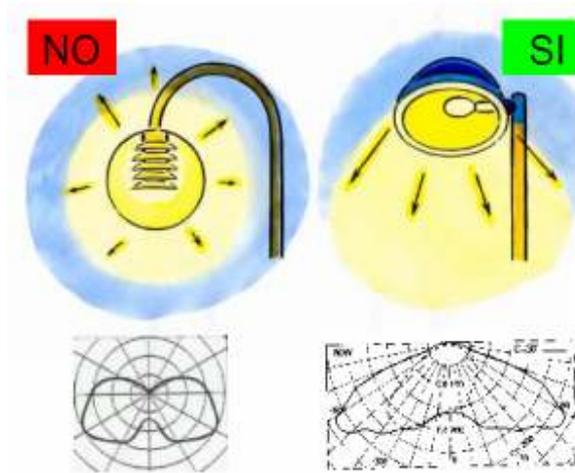


Fig. 6.20 - Anche la migliore sfera non schermata, a sinistra, produce un rilevante inquinamento luminoso: si noti, dall'analisi della curva fotometrica, la grande dispersione di luce sopra l'orizzonte. Ottima invece la sfera schermata di destra.

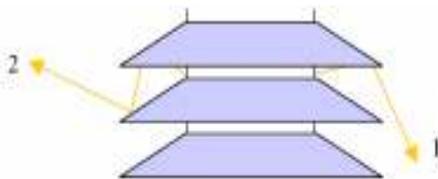


Fig. 6.21 - Non è vero che le alette frangiluce eliminano l'inquinamento luminoso; il raggio 2, dopo aver subito una seconda riflessione, si perde verso l'alto.

6.2.4 Confronti tra corpi illuminanti

Dopo tante elucubrazioni, siamo ora in grado di proporre delle alternative agli impianti inquinanti normalmente installati. E' importante sottolineare come, nella maggior parte dei casi, sia sempre possibile trovare una soluzione, anche salvaguardando l'estetica dell'arredo urbano; analizzeremo quindi una serie di comuni apparecchi da illuminazione esterna per dimostrare quanto affermato. Naturalmente corpi come quelli in figura 6.19 sono talmente mediocri che non dovrebbero assolutamente essere presi in considerazione.

6.2.4.1 Le sfere

Le sfere non schermate sono molto utilizzate nell'arredo urbano, anche per ragioni legate al limitato costo iniziale, peraltro vanificato dallo spreco energetico legato a tali apparecchi. Nell'esempio in figura 6.20 sono messi a confronto il miglior tipo di sfera non schermata, con lampada rivolta verso il basso e dotata di alette frangiluce, e una buona sfera (o, più precisamente, semisfera) *full cut-off*. Si noti, dalla curva fotometrica, la grande dispersione dell'esempio di sinistra, considerando che è la migliore sfera non schermata in commercio!

Al contrario, ottimo il corpo di destra. Vale la pena spendere due parole di più sulla sfera di sinistra; alcuni produttori la pubblicizzano come apparecchio anti inquinamento luminoso perché dotata di alette frangiluce, affermazione evidentemente che lascia il tempo che trova, come appena visto. Analizziamo come funzionano le alette frangiluce (figura 6.21): alcuni raggi, come quello contrassegnato dal numero 1, vengono, dopo la riflessione, indirizzati correttamente verso il basso, altri raggi (come il raggio 2) subiscono una seconda riflessione, con l'aletta inferiore, e fuggono verso l'alto. Inoltre ad ogni riflessione una parte di luce viene assorbita a scapito del rendimento generale del corpo illuminante; all'aumentare del numero di frangiluce, diminuisce la luce dispersa sopra l'orizzonte, ma la tempo stesso, cala il rendimento dell'apparecchio (generalmente attorno al 40%, il che vuol dire che solo il 40% della luce prodotta dalla lampada riesce a uscire dal corpo illuminante).

6.2.4.2 Le lanterne

Le lanterne sono fra i corpi illuminanti più utilizzati negli antichi centri storici per il loro aspetto da fine ottocento inizio novecento. Negli esempi di figura 6.22, l'estetica è identica, ma i risultati sono molto diversi: nelle lanterne schermate la lampada è ben incassata nell'armatura, a differenza di quelle non schermate, ove la lampada, rimanendo in vista, produce fastidiosi abbagliamenti. Va precisato che anche nelle lanterne schermate permane un po' di dispersione luminosa per via delle riflessioni sui vetri inclinati di protezione; situazione comunque ampiamente migliorativa rispetto alle pessime lanterne "tradizionali" (purché i vetri laterali siano trasparenti e lisci, non opalini, traslucidi o a buccia d'arancia).



Fig. 6.22 - Lanterna schermata, a sinistra e, non schermata, a destra. La forma è identica, ma nella prima la lampada è completamente incassata all'interno dell'armatura.

6.2.4.3 L'illuminazione stradale

Anche nell'importante settore dell'illuminazione stradale è possibile fare molto. Ancora una volta (figura 6.23) il concetto è quello della lampada incassata, abbinata al montaggio orizzontale dell'armatura; nell'illustrazione vediamo un classico e molto inquinante lampione stradale, con vetro prismatico di protezione, (in alcuni casi si disperde oltre il 30% della luce prodotta), a confronto con un lampione di moderna concezione. Si sottolinea nuovamente come, con dei moderni buoni apparecchi *full cut-off*, anche a vetro piano, non sia più necessario diminuire, rispetto ai lampioni a vetro prismatico, l'interdistanza tra palo e palo per mantenere l'uniformità di illuminazione richiesta dalle norme di sicurezza. La diminuzione del fattore d'abbagliamento, rende addirittura più confortevole la visione a tutto vantaggio della sicurezza stradale.

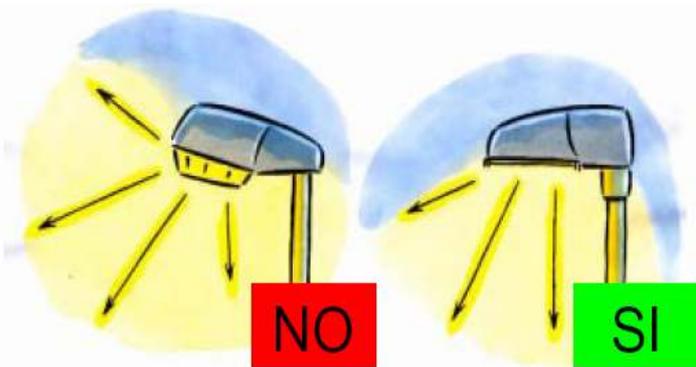


Fig. 6.23 - A sinistra un classico lampione inquinante a vetro prismatico, a destra un più moderno *full cut-off*, correttamente installato, a vetro piano orizzontale.

6.2.4.4 Fari e torri faro

Il capitolo dei fari e delle torri faro è importante, se non altro, per l'altissima quantità di luce prodotta da tali apparecchi; è sotto gli occhi di tutti, l'abuso che si fa di questi corpi, anche per illuminare le cose più inutili ed assurde (anche se generalmente sono utilizzati per illuminare parcheggi o grandi spazi, come quelli antistanti ai capannoni commerciali o industriali); spesso, tali dispositivi, sono installati con pressappochismo sconcertante con conseguenti fortissimi abbagliamenti. Esistono due tipi di faro: simmetrico ed asimmetrico (figura 6.24); il primo produce un fascio di luce simmetrico e per coprire l'area da illuminare viene

montato inclinato (figura 6.25), spesso verticalmente o quasi, con rilevanti dispersioni a bassi angoli sopra l'orizzonte (le emissioni più nocive, come ripetutamente detto) e al di fuori delle aree da illuminare. Questi ultimi andrebbero invece sostituiti con proiettori asimmetrici montati orizzontalmente; si noti dalla figura 6.25, come i proiettori asimmetrici presentino un massimo dell'intensità luminosa che va a cadere molto distante dall'apparecchio, con grandi vantaggi, sia per l'uniformità dell'illuminazione, sia per la vasta area illuminata. Il massimo dell'intensità luminosa esce infatti dal proiettore con un angolo anche maggiore di 60° rispetto alla perpendicolare tracciata dal vetro. Bisogna segnalare che, quando usati, vengono spesso montati, erroneamente, inclinati, come fossero semplici proiettori simmetrici. In questo caso si vanificano le migliori caratteristiche di questo tipo di proiettori e, paradossalmente, si illumina di più il cielo che non la superficie che vorremmo illuminare (figura 6.26). Dunque non basta la scelta di ottimi corpi illuminanti, bisogna saperli anche montare correttamente per non creare danni ancora maggiori.

Va precisato, inoltre, che, molti proiettori asimmetrici, tagliano la luce già ad angoli γ di circa 80° , quindi nel montaggio, tollerano una leggera di inclinazione (sui 5° circa); naturalmente la cosa va valutata con attenzione, in caso di reale e tecnicamente giustificata necessità nonché sotto l'attento occhio di un progettista preparato per non giungere a installazioni palesemente errate, come quelle appena viste. L'impiego dei proiettori asimmetrici è in grado di sostituire i proiettori simmetrici nella quasi totalità dei casi: parcheggi, piazze, monumenti, campi sportivi.

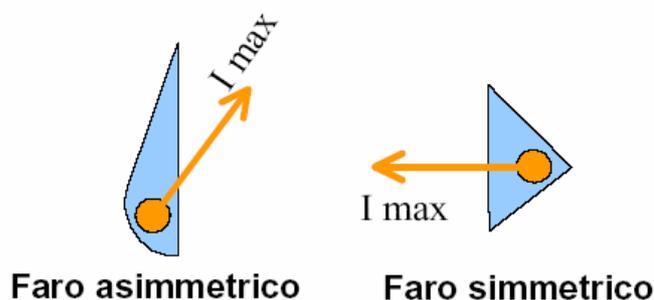


Fig. 6.24 - Differenza tra proiettore asimmetrico e simmetrico; si notino la differente forma dell'armatura, della posizione della lampada e della direzione dell'intensità massima. I proiettori asimmetrici vanno impiegati, correttamente installati, al posto dei simmetrici. Questi ultimi andrebbero vietati per i loro pericolosi abbagliamenti.

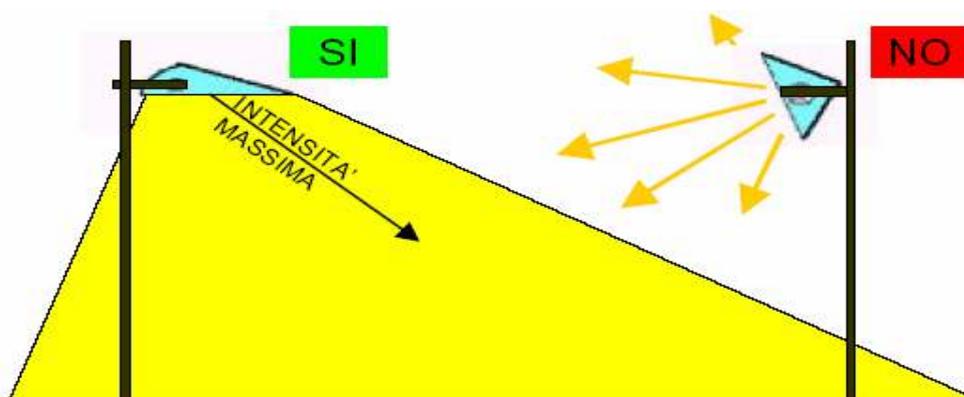


Fig. 6.25 - A sinistra, un proiettore asimmetrico illumina una vasta area senza alcuna dispersione luminosa. Il classico proiettore simmetrico, a destra, oltre alla notevole luce dispersa produce pericolosi abbagliamenti. Esistono anche ottimi fari asimmetrici appositamente realizzati per gli impianti sportivi.

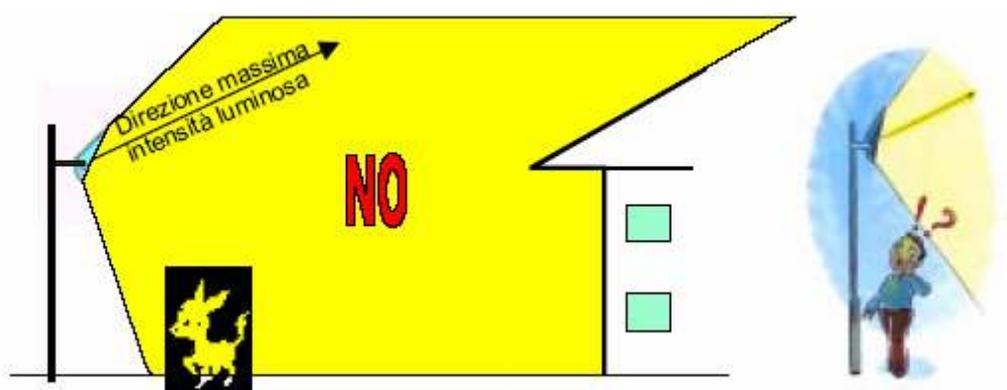


Fig. 6.26 - Tipico e, purtroppo, comunissimo montaggio errato di un proiettore asimmetrico. Non ci sono adeguate parole di biasimo per codeste realizzazioni! Giustamente il passante avveduto, si interroga perplesso: l'installazione degli asimmetrici è diversa da quella dei simmetrici?!?

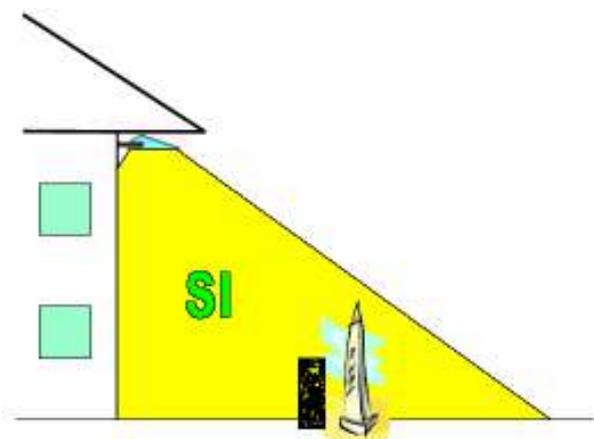


Fig. 6.27 - Per palazzi e monumenti, privilegiare l'illuminazione dall'alto verso il basso, utilizzando, ad esempio, proiettori asimmetrici (installati correttamente!) come in figura. Con questo sistema risultano illuminati sia il palazzo, sia la piazza.



Fig. 6.28 - l'illuminazione dal basso, va riservata ai soli edifici di grande importanza storica. Il fascio di luce deve però rimanere interamente contenuto entro la sagoma dell'edificio. Si possono usare proiettori asimmetrici purché l'inclinazione del vetro piano non superi la verticale. Utilizzare faretto tipo spot (a fascio concentrato) per illuminare il campanile.

6.2.4.5 Illuminazione di edifici e monumenti

Altro capitolo importante è l'illuminazione di palazzi e monumenti, spesso però, si assiste a "spettacoli" di luce, in cui, al posto di valorizzare l'aspetto storico-architettonico e culturale dell'opera, questa è deturpata per l'eccessiva e erronea illuminazione. Per cominciare, è bene privilegiare l'illuminazione dall'alto verso il basso utilizzando, ad esempio, proiettori asimmetrici orizzontali (figura 6.27); in questo caso si raggiunge il duplice scopo di riuscire ad illuminare contemporaneamente la facciata di un palazzo e del monumento con relativa piazza. L'illuminazione dal basso verso l'alto va riservata solo ai monumenti di fondamentale importanza storica ed architettonica e in quei casi di reale impossibilità a fare altrimenti; naturalmente bisogna avere cura che, il fascio luminoso, rimanga contenuto all'interno della sagoma dell'edificio. In questo caso è ancora utile il proiettore asimmetrico, montato con inclinazione tale che il vetro piano non superi la verticale (figura 6.28); a questi possono essere affiancati fari tipo spot (a fascio concentrato) per l'illuminazione di strutture più strette e sporgenti rispetto alla facciata dell'edificio, come ad esempio i campanili.



Fig. 6.29 - Corretta illuminazione dal basso di un edificio storico. Il flusso luminoso rimane contenuto entro la sagoma dell'edificio.



Fig. 6.30 - Ancora un esempio di illuminazione dall'alto. Seguendo le indicazioni prima illustrate si possono ottenere eccellenti risultati senza disperdere luce.

In ogni caso, sia per l'illuminazione radente dall'alto, sia per l'illuminazione dal basso, vanno previsti dei riduttori per diminuire o, meglio, spegnere l'illuminazione dopo una certa ora: tenere illuminato un monumento alle due di notte, per pochi nottambuli, è evidentemente un autentico spreco. L'illuminazione dal basso verso l'alto non andrebbe permessa, come purtroppo spesso accade, per illuminare fabbriche, capannoni o, addirittura, vecchi tralicci arrugginiti di nessun interesse storico. A questi ultimi andrebbe consentita solo l'illuminazione dall'alto verso il basso e unicamente per motivi di sicurezza oppure, ancora meglio, l'illuminazione pilotata da sensori di movimento. L'impatto dell'impianto di illuminazione sul paesaggio urbano è notevole. A seconda del tipo di lampione utilizzato si può valorizzare o banalizzare superfici architettoniche di pregio e dare, degli spazi, una lettura del tutto diversa rispetto alla luce del giorno. Illuminare bene significa perciò non esagerare e, soprattutto, non "gettare" luce ovunque.

Qualora si voglia valorizzare un edificio, è essenziale fare in modo, se le lampade sono installate dal basso verso l'alto (figura 6.29) , che la luce non valichi il corpo illuminato. Molto meglio, se possibile, l'illuminazione dall'alto verso il basso (figura 6.30), come già accennato.

6.2.5 Le tecniche per limitare l'inquinamento luminoso residuo¹⁰³

L'utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso, è un concetto fondamentale richiamato ad esempio, anche nella Legge Regionale n. 19 del 2003 (e nella sua delibera applicativa), in quanto funzionale ad un uso razionale dell'energia elettrica ai fini del risparmio energetico. Inoltre, la riduzione del flusso è una misura molto efficace e di complemento delle altre tecniche adottate per ridurre l'inquinamento luminoso, dato che il fenomeno, è dovuto in una parte non trascurabile anche al riflesso della luce sul manto stradale. L'utilizzo di tali sistemi ha inoltre effetti positivi sulla durata degli apparecchi illuminanti.

Di seguito si riporta l'esplicito riferimento a quanto appena detto, contenuto nel D.G.R. n. 2263/2005 art. 5, comma 2, lett. d):

“Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata...devono essere muniti di appositi dispositivi, che agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura non inferiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività. L'orario entro cui operare tale riduzione è stabilito con atto dell'Amministrazione comunale competente”.

6.2.5.1 Riduzione di flusso e parzializzazione

Anche quando si installa un impianto ponendo molta cura nel progetto, così da avere un basso livello di dispersione di luce, e si cerca di limitare il più possibile la quantità di luce riflessa in cielo dalla superficie illuminata, tuttavia, inevitabilmente, una certa quantità di luce, continua ad essere riflessa in cielo. Essa non si può eliminare a causa delle necessità del processo stesso di illuminazione. Per limitare anche l'inquinamento luminoso prodotto da questa restante residua dispersione di luce, un modo efficace, è quello di ricorrere alla *riduzione di flusso* dell'illuminazione. Essa consiste nel diminuire il livello di illuminazione dopo una certa ora della notte. L'intervallo orario in cui applicare la riduzione di flusso dipende principalmente delle caratteristiche d'uso e di viabilità dell'area illuminata dall'impianto. Come è facile comprendere, questa tecnica consente un risparmio energetico non trascurabile. Vari metodi vengono utilizzati per operare la riduzione di flusso. Uno di essi, chiamato

¹⁰³ Cinzano P., 1997, "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno", Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, VENEZIA

parzializzazione, risale a molti anni fa e consiste nello spegnere una certa frazione di lampade: nell'illuminazione stradale, ad esempio, una lampada si ed una no. Tale soluzione è nota anche con il nome di "tutta notte-mezzanotte" ma, lo spegnimento alternato del 50% degli apparecchi illuminanti, genera al suolo alternate zone di luce ed ombra, che non garantiscono l'uniformità della luminanza del manto stradale richiesta dalle norme di sicurezza.

Un metodo migliore, consiste nell'utilizzo di appositi limitatori di potenza che consentono di diminuire l'emissione di luce di tutte le lampade contemporaneamente, senza creare disuniformità. Essi permettono di regolare il livello della luminanza al valore richiesto dalla quantità di traffico o dalla intensità d'uso della superficie illuminata. La luce dispersa, viene quindi, limitata ed il risparmio energetico è notevole senza che le altre caratteristiche dell'impianto di illuminazione vengano mutate. La regolazione della potenza della lampada, e del flusso da essa emesso, è possibile per tutti i tipi di lampade a scarica, e si ottiene, di solito, riducendo il valore della tensione efficace della corrente di alimentazione.

In commercio attualmente esistono diverse tecniche adottabili per la riduzione del flusso luminoso, e per la maggior parte sono sistemi flessibili ed energeticamente efficienti.

I sistemi di riduzione del flusso luminoso si suddividono principalmente in 2 grandi famiglie:

- sistemi di riduzione centralizzati, che agiscono a livello di quadro riducendo la tensione a valle dello stesso, indiscriminatamente a tutte le sorgenti luminose che vi sono collegate e senza distinzione alcuna (per questo motivo non sono applicabili ovunque, ma sono di semplice installazione ed hanno dei payback molto ridotti);
- sistemi di riduzione punto a punto, che agiscono direttamente sulla singola lampada, e quindi molto versatili, efficaci, ma con costi più elevati.

Entrambi i sistemi, possono essere adottati indifferentemente, e possono essere telecontrollati a distanza, per monitorarne le caratteristiche ed anomalie e variarne le condizioni operative a seconda delle specifiche esigenze. In particolare, nei sistemi punto a punto, è possibile anche conoscere il guasto sulla singola lampada.

La scelta di un sistema o dell'altro, è legata a considerazioni che deve fare il comune in base a principi di opportunità, struttura organizzativa, esigenze specifiche, impegno economico e benefici reali o preventivati. Di seguito sono illustrate brevemente le caratteristiche del sistema con i pro e i contro.

Sistemi per la regolazione del flusso luminoso

L'introduzione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso, è fortemente consigliata unitamente a sistemi di telecontrollo a distanza in quanto permette di conseguire notevoli risparmi, così come già accennato.

Regolatori di flusso luminoso centralizzati

Descrizione:

Un quadro di comando gestisce una o più linee a cui sono collegati più punti luce.

Pro

- Tecnologia abbastanza consolidata.
- Permettono di ottenere buoni risultati con una spesa contenuta: 30-40 euro/punto luce (valore medio con 100 punti luce a quadro).
- Permettono una maggior durata di lampada, per effetto della stabilizzazione di tensione.

Contro

- Non permettono la variazione differenziata dei punti luce.
- Le lampade sono alimentate a tensione decrescente.
- La tecnologia con ferromagneti nei prossimi anni potrebbe essere obsoleta.
- Deve essere gestito e mantenuto nel tempo da personale qualificato.
- Sono dotati di molte parti meccaniche in movimento che abbisognano di frequente manutenzione, come pulizia spazzole, regolazione cuscinetti ecc.. Le ultime generazioni, hanno abolito la regolazione meccanica, sostituendola con dei relè di commutazione, ma anche questi proprio perché relè, hanno nel tempo problemi di rimbalzo dei contatti, usura dei contatti, molle che nel tempo perdono elasticità; in ogni caso, rispetto ai regolatori elettromeccanici, la manutenzione è di entità trascurabile.
- Molto spesso hanno gravi problemi di sfasamento e altrettanto di armoniche pertanto a impianto funzionante è sempre opportuno fare un'analisi con opportuna strumentazione.

Sistemi di telecontrollo

Sono sistemi che, tramite tecnologie GSM, GPRS, ecc.. permettono di gestire/monitorare/variare da una centrale operativa (che può essere un semplice PC), una serie di parametri legati all'impianto d'illuminazione.

Consentono di controllare il quadro, sino alla gestione e regolazione del singolo punto luce, permettendo, fra le varie funzioni, di :

- Ricevere allarmi e misure elettriche.
- Modificare a distanza i parametri di funzionamento di un regolatore.
- Comandare l'accensione di impianto.
- Censire lo stato di fatto e programmare la manutenzione.

Il sistema di telecontrollo, aggiunge, ad un sistema di riduzione del flusso luminoso, una gestione più completa ed integrata, riducendo anche i costi, non sempre quantificabili, di manutenzione.

6.2.5.2 Illuminazione alternata e illuminazione mista

Può accadere che una superficie illuminata non richieda tutta la notte lo stesso tipo di luce. Per esempio, potrebbe essere richiesta nelle ore di maggiore utilizzo una certa percezione dei colori che in altri orari non è necessaria. In questo caso è possibile ridurre il disturbo prodotto dalla quota di inquinamento luminoso che resta, dopo aver eliminato tutta la dispersione dall'impianto e ridotto il più possibile la luce riflessa. Un metodo efficace è quello di usare l'*illuminazione alternata*. Essa consiste nell'alloggiare nell'armatura due lampade di tipo diverso. A seconda dell'orario, a sua volta legato alle caratteristiche d'uso dell'area o della strada, si utilizza la prima o la seconda lampada. L'esempio classico è dato da una lampada al sodio ad alta pressione da utilizzare nelle ore in cui è richiesta la percezione dei colori e una lampada al sodio a bassa pressione da utilizzare negli altri orari. Il metodo è stato utilizzato con successo anche con i lampioni cut-off e consente, come è ovvio, un risparmio notevole di energia elettrica. A seconda delle caratteristiche della superficie da illuminare si può scegliere di mantenere gli stessi livelli di illuminazione al suolo, variando solo il tipo di luce o di utilizzare nelle ore previste non solo luce meno inquinante ma anche livelli di illuminazione inferiori. L'utilizzo di due lampade nella

stessa armatura fa peggiorare leggermente il controllo dell'emissione di luce ma non è difficile ottimizzare l'impianto. Nonostante questo leggero peggioramento, il risparmio di energia elettrica ed il minore disturbo prodotto compensano ampiamente questa scelta.

Un esempio di area in cui questo metodo potrebbe essere applicato sono le strade dei quartieri residenziali non periferici di una città, ove nelle ore di maggior movimento si desidera una luce più bianca di quella delle lampade al sodio a bassa pressione. Un altro esempio sono i piazzali delle stazioni.

Molte ditte, su richiesta, danno la possibilità di montare due lampade, una al sodio a bassa pressione ed una al sodio ad alta pressione, nelle loro armature, siano esse armature cut-off, totalmente schermate, proiettori asimmetrici, lampioni cut-off. In Europa ad esempio, tali configurazioni sono distribuite in Spagna, contrassegnate talvolta con il termine "special IAC". In Italia non risulta finora che esse siano state richieste. Per fare qualche esempio concreto ecco due combinazioni approvate dalla *Oficina tecnica para la proteccion de la calidad del cielo* dell'*Instituto de Astrofisica de Canarias* e reperibili sul mercato spagnolo: nell'apparecchio totalmente schermato con vetro di protezione piano PHILIPS H-SRP-483 si può montare una lampada al sodio ad alta pressione da 150 W ed una a bassa pressione da 55 W, nel proiettore asimmetrico PHILIPS SNF011 si può montare una lampada al sodio ad alta pressione da 1000 W ed una a bassa pressione da 90 W.

L'*illuminazione mista* è un ulteriore metodo che si può utilizzare per diminuire il disturbo prodotto dall'inquinamento luminoso prodotto da un impianto dopo aver eliminato tutte le cause di dispersione di luce e dopo aver ridotto la luce riflessa dalla superficie. Esso si applica quando un impianto debba garantire una certa percezione dei colori tutta la notte e non sia possibile, perciò, utilizzare lampade al sodio a bassa pressione o l'illuminazione alternata con le stesse lampade. Questa tecnica, ben nota agli ingegneri dell'illuminazione che la usano per correggere la tonalità cromatica di un impianto, è divenuta famosa come tecnica per limitare l'inquinamento luminoso da quando un commerciante di automobili statunitense, che aveva l'esigenza di illuminare un'ampia area esterna di esposizione delle sue vetture consentendo di distinguere i colori, decise di mescolare assieme lampade al sodio a bassa pressione e lampade al sodio ad alta pressione. Le prime costituiscono la base dell'illuminazione dell'area mentre le seconde forniscono una piccola quantità di luce non monocromatica che consente di distinguere i colori. Questa

tecnica consente di usare il più possibile le lampade al sodio a bassa pressione, riservando le lampade al sodio ad alta pressione per consentire la percezione del colore solo dove e quando è necessario. Le lampade dei due tipi possono essere montate in armature diverse o nella stessa armatura, come nel caso dell'illuminazione alternata, ma funzionare assieme.

6.2.6 Conclusioni

La trattazione delle "buone pratiche" per l'installazione di corpi illuminanti, ci consente di affermare che, la prevenzione dell'"inquinamento luminoso, coincide semplicemente con la realizzazione di impianti ben fatti, senza perciò ledere il desiderio dei cittadini di avere città illuminate in modo adeguato. Quindi non è vero, come talvolta si sente dire, che gli astronomi o gli astrofili, vorrebbero riportare tutti al buio! Vale la pena evidenziare i seguenti punti:

- combattere l'inquinamento luminoso conviene a tutti: ai cittadini, agli amministratori, all'ambiente;
- e' necessaria una più attenta valutazione dei parametri progettuali;
- la ricerca di una illuminazione più rispettosa dell'ambiente favorirà la produzione di apparecchi più efficienti;
- i progettisti dovranno cogliere questa nuova sfida del terzo millennio per non rimanere esclusi dal mercato.

Come già ampiamente trattato nel cap. 5 di questa tesi, ricordiamo come in Italia si stiano compiendo grandi progressi, grazie all'approvazione di alcune leggi regionali in materia; ad esempio la Regione Lombardia, come più volte ribadito, Regione leader nel settore, è stata insignita, nell'anno 2000, dell'importante riconoscimento "Primo Premio Internazionale per una stella in più", attribuito, all'unanimità, dall'International Dark-Sky Association di Tucson (USA), dall'Associazione CieloBuio e dall'Unione Astrofili Italiani, per l'approvazione della Legge Regionale 17/2000, il miglior provvedimento europeo in materia di inquinamento luminoso. Se iniziative analoghe non prenderanno rapidamente piede su tutto il territorio, nel 2025 la Via Lattea, antica compagna di strada di tutte le generazioni umane ed ispiratrice di

artisti e poeti, sarà invisibile da tutta l'Italia¹⁰⁴. La vista dell'Universo, il più grandioso spettacolo naturale (infinitamente superiore a qualsiasi creatività luminosa umana), ci sarà per sempre preclusa e i nostri figli leggeranno dell'esistenza delle stelle soltanto sui libri!

¹⁰⁴ Cinzano P., Falchi F., Christopher D. E., 2001, "Rapporto ISTIL 2001- Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia", Istituto di Scienza e Tecnologia dell'inquinamento luminoso-Light Pollution Science and Technology Institute.

6.2.6.1 Vero e Falso

Cerchiamo di sfatare qualche mito e di fare un po' di chiarezza

VERO

- ✓ I lampioni *full cut-off* permettono di illuminare senza abbagliare.
- ✓ Si può diminuire l'intensità del flusso luminoso oltre una certa ora.
- ✓ I parzializzatori di flusso, quelli che fanno calare la potenza senza spegnere le lampade, permettono un sostanziale risparmio e aumentano la durata dei bulbi, con benefici per i costi di manutenzione.
- ✓ Lo spegnimento alternato dei lampioni non rappresenta la scelta migliore, perché crea un'alternanza non ideale di zone illuminate e buie.
- ✓ Con lampade *full cut-off*, si possono raggiungere interdistanze (la distanza tra un lampione e l'altro) pari a 4 volte l'altezza del palo su cui sono installate.
- ✓ Le tecnologie *full cut-off* non sono le uniche a garantire zero emissioni oltre l'orizzonte. Qualunque armatura può essere utilizzata a patto che sia adottata un'adeguata schermatura. Adattare però un prodotto obsoleto garantisce in genere risultati non sempre all'altezza delle attese.

FALSO

- ✓ Più luce c'è, maggiore è la sicurezza. In realtà, non è stata provata alcuna relazione tra la presenza di forte illuminazione notturna e la diminuzione di eventi criminosi. La luce porta a maggiore sicurezza soltanto se il territorio illuminato è anche soggetto a vigilanza. Illuminare a giorno il proprio giardino per tenere lontani i ladri serve a poco se qualcuno non controlla, durante tutta la notte, cosa accade. Paradossalmente, molta luce rende spesso la vita più semplice ai ladri che possono lavorare senza l'uso di torce.
- ✓ Molta luce sulla strada migliora la sicurezza della circolazione. Molti studi hanno dimostrato che quanto maggiore è l'illuminazione, tanto maggiore è il senso di sicurezza del guidatore, che si traduce in una velocità media più elevata, soprattutto quando l'asse stradale è rettilineo e molto largo. In realtà, sarebbe meglio differenziare la potenza aumentandola soltanto in prossimità di punti pericolosi, quali incroci, attraversamenti pedonali o altro. Il guidatore percepisce immediatamente il pericolo e rallenta.
- ✓ Non si può illuminare i campi sportivi senza inquinare. Esistono oggi in commercio eccellenti proiettori asimmetrici che permettono di illuminare in maniera uniforme la superficie di gioco senza gettare luce verso l'alto e senza abbagliare i giocatori.

6.2.7 Allegati

6.2.7.1 Allegato 1 "Linee guida per la progettazione di tipologie di Impianti suddivisi per aree omogenee"¹⁰⁵

Per facilitare la puntuale applicazione della norma di legge, sono di seguito raccolti alcuni appunti e suggerimenti per la progettazione degli impianti d'illuminazione pubblica e privata. Le indicazioni progettuali si riferiscono esclusivamente alle tematiche relative ai criteri illuminotecnici, allo scopo di ottenere un efficace abbattimento dell'inquinamento luminoso e per favorire il risparmio energetico; per quanto riguarda, quindi, gli ulteriori aspetti progettuali (elettrici, dimensionali, ecc..), si rimanda alle relative disposizioni di legge nazionale e regionale.

Criteria comuni:

- **Gli impianti realizzati dovranno avere una intensità massima nell'emisfero superiore (con $\gamma \geq 90^\circ$) di 0,49 candele (cd) per 1000 lumen.**
- Gli apparecchi dovranno essere dotati delle lampade più efficienti disponibili sul mercato, e comunque con efficienza luminosa ≥ 90 lm/W.
- Nell'illuminazione di strade a traffico motorizzato, la luminanza media mantenuta, **non** deve superare il livello minimo raccomandato dalle norme di sicurezza. Come riferimento per ottenere impianti a 'regola d'arte', è possibile utilizzare una qualsiasi delle norme di un paese della Comunità Europea.
- Utilizzare come riferimento la norma che consente il livello minimo di luminanza, a parità di tipo di strada, permette di contenere le spese energetiche che il Comune dovrà sostenere per tutta la vita dell'impianto.
- Gli impianti devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti, in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. La riduzione va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata, siano tali che, la sicurezza, non venga compromessa.

¹⁰⁵ A norma di Legge della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/00 (supp. n.13 al BURL del 30/03/00) e compatibili con le attuali leggi regionali: Legge della Regione Veneto n. 22 del 27/06/97, Legge della Regione Toscana n. 37 del 21/03/00, Legge della Regione Lazio n. 13 del 13/04/00, CieloBuio Coordinamento Nazionale per la Protezione del Cielo Notturno, pubblicata nell'Aprile 2000.

- Nel calcolo della luminanza, utilizzare il tipo di pavimentazione stradale effettivamente presente. Ad esempio, nel caso di asfalti con inerti chiari (R1) si possono ottenere le stesse luminanze che con un asfalto scuro (R3) utilizzando illuminamenti inferiori.
- A parità di luminanza al suolo, utilizzare l'apparecchio che permetta di ottenere l'impianto dalla minima potenza possibile, in modo da minimizzare le spese di gestione ed esercizio (guasti, sostituzione lampade, pulizia ottiche, spese per l'energia elettrica, ecc..) che il Comune dovrà affrontare durante l'arco della vita dell'impianto (fare il calcolo per una vita media dell'impianto di 25 anni). In ogni caso preferire apparecchi che, consentano la maggior interdistanza possibile tra i punti luce.

Impianti extraurbani (circonvallazioni, autostrade, tangenziali ecc.):

- Utilizzare lampade al sodio a bassa pressione,
- Utilizzare torri-faro solo se la potenza installata risulti inferiore al corrispondente (quanto a luminanza sulla sede stradale) impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie stradale).

Grandi aree (parcheggi, piazzali, piazze, ecc.):

- Utilizzare torri-faro solo se la potenza installata risulti inferiore al corrispondente (cioè, a parità di luminanza sulla sede stradale) impianto con apparecchi tradizionali o se il fattore di utilizzazione supera il valore di 0,5 (considerare nel calcolo del fattore di utilizzazione solo la superficie da illuminare).
- Nel caso di impianti ubicati in zone non residenziali (es. zone industriali) utilizzare lampade al sodio a bassa pressione. Qualora fosse necessaria la percezione dei colori integrare la luce delle lampade al sodio a bassa pressione con alcune ad alta pressione (illuminazione mista).
- Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi per lo spegnimento o per la riduzione del flusso nelle ore in cui l'impianto stesso non è utilizzato (es. parcheggi di centri commerciali).

Impianti sportivi:

- Per questo tipo di impianti è consentito l'utilizzo di lampade agli ioduri metallici, anche se restano da preferire quelle al sodio in tutti i casi in cui la percezione del colore non sia fondamentale.
- Prevedere diversi livelli di illuminazione in relazione all'utilizzo dell'impianto (allenamento, gara, riprese televisive).
- Usare proiettori asimmetrici montati con vetro di protezione orizzontale o altri equivalenti in modo da ottenere 0,49 candele per 1000 lumen a $\gamma \geq 90^\circ$ e da contenere la dispersione di luce al di fuori del campo di gara/gioco (es. sugli spalti).
- Inoltre, nel caso di illuminazione di piste da sci, usare apparecchi a bordo pista rivolti verso valle. Questo permette di aumentare i contrasti sul manto nevoso (grazie alla luce quasi radente per la bassa altezza delle sorgenti), di non abbagliare gli sciatori (apparecchi rivolti a valle) e di contenere al massimo la potenza installata (tenere conto dell'alta riflettività del manto nevoso nel calcolo delle luminanze). In questo tipo di impianti è fondamentale porre la massima attenzione nel limitare la luce dispersa al di fuori delle piste e l'intensità luminosa stessa, vista la grande riflettività della neve, al fine anche di salvaguardare l'ambiente naturale circostante.

Centri storici e vie commerciali:

- Tenere conto dell'illuminazione prodotta anche dai privati mediante insegne luminose, vetrine illuminate ecc., in modo da ridurre al minimo la potenza installata.
- Nel caso siano presenti alberi, porre attenzione affinché i centri luminosi siano posizionati in modo tale che il flusso verso le superfici da illuminare non sia intercettato significativamente dalla chioma degli alberi stessi.
- Se le esigenze architettoniche richiedono l'uso di apparecchi cosiddetti da 'arredo urbano' questi devono comunque soddisfare i requisiti indicati nei "criteri comuni a tutti gli impianti" (0 candele per 1000 lumen a $\gamma \geq 90^\circ$).
- Nei centri storici sono preferibili apparecchi posizionati sotto gronda.

Illuminazione di edifici e monumenti:

- Usare un'illuminazione radente dall'alto verso il basso seguendo le indicazioni dell'art.6, comma 10 della Legge Lombarda: *Nell'illuminazione di edifici e monumenti devono essere privilegiati sistemi di illuminazione dall'alto verso il basso. Solo nel caso in cui ciò non risulti possibile e per soggetti di particolare e comprovato valore architettonico, i fasci di luce devono rimanere di almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare e, comunque, entro il perimetro degli stessi provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro".*
- Non superare nelle superfici illuminate la luminanza delle aree circostanti (es. strada, altri edifici). In ogni caso non superare una luminanza di 1 cd/m² (2 cd/m² nel caso di edifici di particolare valore storico o architettonico) in funzione sempre della luce già presente nell'ambiente circostante.
- Nel caso di capannoni industriali utilizzare lampade al sodio a bassa pressione oppure sistemi con sensori di movimento per l'accensione dell'illuminazione di sicurezza.
- Nel caso di edifici senza alcun valore storico ed artistico utilizzare lampade al sodio oppure sistemi con sensori di movimento per l'accensione dell'illuminazione di sicurezza.
- Nell'illuminazione di edifici e monumenti si devono provvedere sistemi di controllo che provvedono allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro.

Insegne prive di illuminazione propria

L'illuminazione deve essere realizzata dall'alto verso il basso; appartengono a questa categoria le insegne con sorgenti di luce esterne alle stesse.

Deroghe

La deroga ai presenti criteri è concessa per:

a) tutte le sorgenti luminose internalizzate e quindi non inquinanti, quali quelle all'interno degli edifici, nei sottopassaggi, nelle gallerie, ed in strutture simili, che schermano la dispersione della luce verso l'alto;

b) le sorgenti di luce con emissione non superiore ai 1500 lumen cadauna (flusso totale emesso dalla sorgente in ogni direzione) in impianti di modesta entità, cioè costituiti da un massimo di tre centri, con singolo punto luce. Per gli impianti con un numero di punti luce superiore a tre, la deroga è applicabile solo ove gli apparecchi, nel loro insieme, siano dotati di schermi tali da contenere il flusso luminoso, oltre i 90°, complessivamente entro 2250 lumen, fermi restando i vincoli del singolo punto luce e dell'emissione della singola sorgente, in ogni direzione, non superiore a 1500 lumen;

c) le sorgenti di luce di uso temporaneo o che vengano spente entro le ore 20.00, nel periodo di ora solare, ed entro le ore 22.00, nel periodo di ora legale, quali, ad esempio, i proiettori ad alogeni, le lampadine a fluorescenza o altro, regolati da un sensore di presenza;

d) le insegne pubblicitarie non dotate di illuminazione propria, di modesta entità, quali:

- le insegne di esercizio, come indicate all'art. 23 del codice della strada e relativo regolamento di attuazione, e quelle con superfici comunque non superiori a 6 metri quadrati, con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso;
- gli apparecchi di illuminazione esterna delle vetrine, per un numero non superiore a tre vetrine, con flusso luminoso comunque diretto dall'alto verso il basso;

f) le sorgenti di luce di cui sia prevista la sostituzione entro quattro anni dalla data di entrata in vigore della l.r. 17/00;

g) le strutture in cui vengano esercitate attività relative all'ordine pubblico, all'amministrazione della giustizia e della difesa, limitatamente alla sola riduzione dei consumi elettrici.

Per tutte le insegne luminose permane comunque l'obbligo dello spegnimento totale.

6.2.7.2 Allegato 2 “ I mostri del cielo - galleria degli orrori perpetrati ai danni del cielo notturno” ¹⁰⁶

APPARECCHI A DIFFUSIONE LIBERA, ORNAMENTALI o RESIDENZIALI



Impianto che disperde oltre il 60% della luce verso l'alto. I corpi illuminanti a sfera sono gli strumenti d'illuminazione più inquinanti ed inefficienti.



Utilizzando le lanterne tradizionali, si rischia di illuminare i piani alti dei palazzi piuttosto che la strada, l'efficienza è bassa e per ottenere un illuminamento sufficiente è necessario utilizzare un'alta densità di corpi.

¹⁰⁶ Le immagini sono state tratte dalla stessa rubrica (“Mostri del cielo”) di CieloBuio, sull'omonimo sito www.cielobuio.org



A sinistra i soliti globi che abbagliano; a destra un nuovo impianto full cut-off che illumina meglio, ma non abbaglia.



Ecco come illuminano le sfere; notare l'ombra sotto il palo.



S. Pellegrino Terme (BG). Il paese delle "palle"! Viale principale nei pressi del Municipio.
Foto: D. Bonata



Inquinano



Non inquinano



Due ottime armature full cut-off. Quella a sinistra è stata però installata in maniera errata, in quanto è stata data un'inclinazione verso l'alto che, di fatto, altera i parametri illuminotecnici, modificando la quantità di luce che giunge a terra e provocando al contempo forte inquinamento luminoso.



Lampioni a vetro curvo montati erroneamente su pali a sbraccio inclinato : il massimo della luminanza è visibile sul bordo opposto della strada e la luce si irradia per parecchi metri verso i campi.



Un parcheggio illuminato a giorno, ma deserto.



Due ottimi esempi di impianti non inquinanti

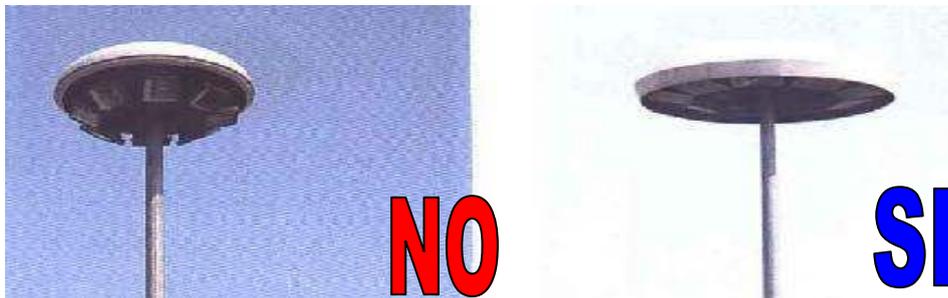


Conegliano (TV). Questa è l'immagine che la cittadina veneta propone a chi giunge da sud lungo la statale "Pontebbana". Il sistema proiettori-vele, utilizza ben poca della notevole potenza installata. Il risultato è una grande luminescenza tutt'intorno e poca luce a terra. Foto S. Tocchet - VenetoStellato.



Milano. Illuminazione all'esterno del Teatro degli Arcimboldi, realizzata con vele palesemente fuori legge. Foto R. Benatti – GACB

FARI, PROIETTORI, TORRI-FARO E FACCIATE DI EDIFICI



Esempi di torri faro. Come non devono essere realizzate, ossia con riflettori con inclinazione maggiori di 0° (sinistra), come devono essere progettate (destra), con sistema *full cut-off* e con riflettori che sono paralleli al terreno e preferibilmente inclusi all'interno di un armatura.





Remanzacco (UD). Una nuova illuminazione eccessiva. Il faro simmetrico usato per illuminare il capannone, è posizionato talmente male che disperde oltre la metà del flusso luminoso (oltre il 50% della luce irradiata da questo faro sale inutilmente verso il cielo), rendendo sovrailluminata la porzione di terreno interessata dal fascio e, naturalmente, il capannone. Foto [C.A.S.I.](#)



Una nostra simulazione di come si potrebbe illuminare senza inquinare. Basta montare le alette paraluce sul faro (in commercio se ne trovano di tutte le misure) e orientarle per dirigere la luce esattamente dove occorre, oppure usare proiettori asimmetrici.



Un'ottima illuminazione, dall'alto verso il basso, a Tarvisio.



Ecco come si dovrebbe illuminare la facciata di un'attività commerciale. I faretti sono correttamente orientati verso il suolo e non inquinano, l'illuminazione lungo l'intero corpo non abbaglia mettendo in risalto le vetrine sottostanti e il percorso pedonale antistante.



L'illuminazione dall'alto verso il basso, è da preferire sempre, ma se per questioni tecniche ciò non è possibile, è essenziale dotare il faretto di alette paraluce che orientino correttamente il fascio e impediscano pericolosi fenomeni di abbagliamento.

FASCI DI LUCE



I fari rotanti sono espressamente vietati da tutte le leggi regionali per la lotta all'inquinamento luminoso e dal codice della strada (Art. 23).



Fossalta di Portogruaro (VE). La discoteca Palmariva.

ALCUNE "BELLE VISTE"



Ecco come appare la pianura friulana fotografata in condizioni normali dal rifugio Pelizzo, sul Monte Matajur. La luce artificiale sale di parecchi gradi in cielo e nasconde gran parte delle stelle prossime all'orizzonte.



Vittorio Veneto (TV) (130 m slm) dalla collina di Piaderna (350 m slm) sulla cui sommità si trova l'Osservatorio Astronomico, uno dei siti protetti dalla legge veneta 22/97; in evidenza l'illuminazione dello stadio di calcio. Foto di Luca Casagrande.

...e per finire...

Prima Venere...



Dopo il faro...



Scempio ambientale sulla Marmolada. Un mega-faro sostituisce il tramonto di Venere sulle incontaminate vette dolomitiche. Foto di Claudio Prà (Associazione Astrofili "Cieli Dolomitici").

7 Caso studio: il Piano della luce di Casola Valsenio (Ra)

7.1 Premessa



Casola Valsenio, è un piccolo comune di circa 3.000 abitanti, della provincia di Ravenna. Nella seduta consiliare del 21 giugno 2007, sono stati presentati gli elaborati del PRIC¹⁰⁷ (Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale), redatti dalla Società Idea su incarico del Comune di Casola Valsenio e con la collaborazione di HERA Luce, la società che gestisce l'illuminazione pubblica dello stesso Comune. Lo strumento si integra con il complesso della pianificazione urbanistica, ed è previsto dalla Legge regionale n. 19/2003 "Norme per la riduzione dell'inquinamento luminoso e il risparmio energetico".

Perché allora la scelta del PRIC del comune di Casola Valsenio?

¹⁰⁷ Il "PRIC" è lo strumento di programmazione degli interventi di illuminazione pubblica sul territorio, secondo precisi standard e modalità estetiche, funzionali, di risparmio energetico e di contrasto dell'inquinamento luminoso. Attualmente, quello di Casola Valsenio, è già stato approvato dal Consiglio comunale.

Perchè è un piano ambizioso, il primo in assoluto del genere presentato a livello regionale¹⁰⁸, che si pone l'obiettivo di ridisegnare l'illuminazione pubblica, ma anche privata, della "città delle erbe e dei frutti dimenticati"¹⁰⁹.

L'idea alla base di questo progetto è quella, sempre più attuale, del consumo ecologicamente sostenibile e dell'abbattimento dell'inquinamento luminoso. Quindi, bando alle tecnologie obsolete che finora hanno causato sprechi inutili di energia, e via libera alle moderne tecniche che abbattano i costi e migliorano la qualità del servizio. «Questo progetto - spiega l'assessore ai Lavori pubblici, Claudio Ricciardelli - permetterà a Casola, dal centro alla periferia, di dotarsi di un'illuminazione efficiente e sostenibile. La riorganizzazione dell'illuminazione casolana, permetterà di valorizzare quella che è la più importante risorsa del paese: l'ambiente». Il PRIC ha suddiviso gli impianti di illuminazione pubblica esistenti a Casola, in 5 gruppi, secondo un ordine di priorità degli interventi per la sicurezza elettrica e statica e per la riduzione dei consumi. Per ciascun impianto esiste una scheda analitica, sulla base della quale è stata redatta una stima di costo dell'ipotesi progettuale di adeguamento, contestualmente alla valutazione del risparmio che si potrà realizzare. «E' con il risparmio - dice l'assessore - che si prevede di finanziare buona parte degli investimenti programmati».

Dunque una svolta "eco-compatibile" per Casola Valsenio, che rappresenta l'esempio di comune virtuoso, da seguire, perché rappresentativo per tutti quei comuni italiani di medie dimensioni, che, come la maggior parte di essi, ha sempre trascurato lo stretto legame tra il bilancio economico e quello ambientale¹¹⁰.

¹⁰⁸ La redazione del Piano è stata finanziata con le risorse del Programma ambientale della Regione Emilia-Romagna, assegnate al Comune di Casola Valsenio.

¹⁰⁹ La vocazione di Casola Valsenio, è in quella delle erbe officinali, che già agli inizi del 1900 erano raccolte negli incolti, essiccate e vendute e delle quali, nel 1938, il giovane Augusto Rinaldi Ceroni, iniziò a sperimentare la coltivazione. Un esperimento cresciuto fino a trasformarsi, nel 1974, in un vero orto botanico specializzato in piante officinali, dove su oltre 4 ettari vengono coltivate più di 400 varietà di erbe. Oggi il Giardino delle Erbe "Augusto Rinaldi Ceroni", rappresenta un importante punto di riferimento per tutto il mondo scientifico e per chi si occupa, per lavoro o diletto, di queste piante. E' dotato di un centro di documentazione, laboratori e olfattoteca; offre itinerari didattici, visite guidate, consulenze qualificate. Si possono acquistare piante, semi e prodotti derivati o passeggiare per i bei gradoni coltivati respirando un'atmosfera magica e profumata. La Strada della Lavanda, che collega la piccola frazione di Zattaglia, posta nel cuore del Parco della Vena del Gesso Romagnola, alla Valle del Santerno, passando per Casola Valsenio, corre tra affascinanti paesaggi ed incanta con le sue fioriture lilla. La Strada dei Frutti Dimenticati, che porta alla Rocca di Monte Battaglia, conserva antiche varietà di rare piante da frutto.

¹¹⁰ Rappresenta un luogo comune quello che riguarda le scelte in campo di illuminazione pubblica: tutti i comuni di medie dimensioni, che si devono confrontare con un budget contenuto, e che devono razionalizzare le spese e le scelte verso un bilancio annuale sempre più gravoso, hanno la tendenza,

7.2 Analisi dello stato di fatto

7.2.1 Collocazione territoriale e caratteristiche del territorio

Si premette che, la trattazione dell'elaborato del PRIC di Casola Valsenio, in questa tesi, riguarda una selezione delle parti più significative¹¹¹.

La comunità montana dell'appennino faentino, collega i territori dei 5 comuni delle due province romagnole: Modigliana, Tredozio, Casola Valsenio, Brisighella e parte di Riolo Terme.

Il territorio ha una superficie di 84.40 kmq e presenta caratteristiche prevalentemente collinari e montane, conta di un unico centro abitato di rilievo, costituito dal capoluogo e di alcuni centri minori prevalentemente dislocati in prossimità di pievi e di Abbazie. Il paesaggio passa dalle colline dolcemente ondulate e coperte dal verde della campagna e del bosco, all'aspra linea delle rocce gessose. Natura, arte e storia, soddisfa le diverse esigenze: pesca nei fiumi, speleologia, paleontologia, archeologia.

Il comune di Casola Valsenio, è posto sulla riva sinistra del fiume Senio, ad una altezza di m. 195, il suo territorio si sviluppa lungo la direttrice provinciale "Casolana – Riolese", che da Faenza collega Riolo Terme e poi Casola V., Palazzuolo di Romagna e Marrani.

Il territorio è quasi completamente montuoso e si svolge lungo la valle del Senio: a nord è contraddistinto dal Parco della Vena del gesso, visibile con le sue cave, mentre, verso sud, è contraddistinto da ampie aree boschive alternate a zone coltivate.

Due strade panoramiche l'attraversano ortogonalmente: quella del Prugno, verso la valle del Santerno e quella di Zattaglia, verso il Sintria.

Le quote interessanti sono: Monte Battaglia di m. 715, teatro di guerra partigiana, Monte Cece di m. 759 e Monte Ceruno, con i ruderi dell'antico Castello.

nello specifico, a scegliere la soluzione illuminotecnica più economica nel momento in cui si propone l'esigenza, senza programmare e prevedere cosa, invece, sarebbe più opportuno scegliere per un ritorno economico e ambientale, nel medio-lungo periodo.

¹¹¹ La documentazione integrale è stata ottenuta grazie alla gentile concessione dello studio I-dea s.r.l., Illuminazione – Design – Energia – Ambiente, di Imola (Bo).

7.2.2 Caratteri storico ambientali

La presenza dell'uomo nella valle, risale alla preistoria. Dal VII al IV secolo, stazionarono Etruschi, Galli e Romani, numerosi sono i ritrovamenti che testimoniano tali presenze. Alla fine del primo millennio, si diffuse il Monachesimo e, con esso, una consistente lavorazione dei terreni. I monaci Benedettini fondarono l'Abbazia di Valsenio che, a poco a poco, accentrò la vita economica e religiosa della valle.

Sorsero quindi diversi castelli autonomi e piccoli borghi, tra i quali quello di Casola.

Le origini del paese risalgono alla prima metà del XII secolo, probabilmente con insediamenti che ora sono riconducibili nei resti dell'antica Chiesa di Sopra. Nel 1216 i faentini assediaron e distrussero i castelli di Monte Fortino e Casola sovrastanti appunto la chiesa e, successivamente, i casolari si stabilirono più in basso, su un terrazzo naturale sul fiume Senio, là dove vi confluisce il rio Casola e dove già esisteva un sobborgo a servizio dei vecchi castelli.

Il borgo rimase, per secoli, di non rilevante importanza, fino alla metà del 1500, anno in cui, la vittoria dei signori di Ceruno contro le truppe di Guido Vaini. Da quel momento in poi, nel borgo avvennero i primi ampliamenti: a questo periodo risale la costruzione della Torre dell'orologio, la Chiesa di S.M. Maddalena e altri edifici di rilievo.

Dopo il 1860, Casola divenne un importante centro commerciale, grazie alle abbondanti produzioni d'uva e di legname e grazie all'allevamento del bestiame.

Il territorio fu poi teatro nell'ultima guerra di feroci scontri tra gli alleati e le truppe tedesche: la famosa linea Gotica, che contò alla fine del conflitto migliaia di morti: Monte Battaglia rappresentò uno degli episodi più cruenti della lotta d'Italia.

Il territorio è quindi costellato di notevoli presenze antiche, alcune delle quali discretamente conservate, ma non valorizzate all'interno del contesto ambientale.

Inoltre anche la parte naturale è degna di nota per i suoi ampi boschi e aree di notevole bellezza naturalistica.

Le prime tre tavole della parte cartografica evidenziano gli elementi importanti di caratterizzazione del territorio a diverse scale.

7.2.3 Individuazione delle tipologie urbanistiche omogenee ai fini dell'illuminazione

Dalla visione del Piano Regolatore di Casola Valsenio, approvato nel 2001, si può affermare che, il territorio extraurbano presenta una certa omogeneità nel settore montano di grande valore naturalistico-ambientale caratterizzato da pochissimi agglomerati, prevalentemente case sparse, spesso abbandonate. Si individuano due aree di tutela: il "Parco della Vena del Gesso", posto a sud, e l'area di tutela paesaggistica del Cardello in prossimità di Casola Valsenio.

I centri di maggiore importanza si sviluppano tutti lungo la Casolana – Riolese. A seguire da sud verso nord troviamo: Borgo Rivola, l'area industriale a ridosso dell'antica Abbazia Valsenio e alcune ville di notevole pregio situate nell'intorno, il Cardello, Casola Valsenio, Baffadi, Mercatale e Sant'Apollinare.

L'area intorno alla Vena del Gesso, presenta diversi livelli di trasformazione, in particolare si segnala un degrado morfologico e funzionale dell'area agricola, che presenta caratteristiche tipiche del paesaggio agricolo e collinare romagnolo (alternato da seminativi e vigneti).

L'attuale struttura urbana di Casola Valsenio risulta articolata in tre diversi settori: il polo urbano del centro storico, il tessuto urbano nella zona di espansione a monte e a valle del centro urbano di formazione postbellica, le aree edificate in fondovalle lungo la statale e il fiume Senio.

Aree di tutela e di evidenza, sono rappresentate dai Giardini delle Erbe Officinali posti lungo la via del Prugno e dall'area del lungofiume che, solo parzialmente, è attrezzata a parco fluviale.

La viabilità principale è costituita dalla provinciale n. 306 Casolana – Riolese che corre in fondovalle, dalle strade provinciali del prugno e di Zattaglia, trasversali alla vallata principale, e dalle strade comunali delle zone collinari e della città di Casola.

7.2.4 Aree, siti ed edifici di particolare importanza e destinazione

Come abbiamo visto il comune presenta un territorio ricco di bellezze naturalistiche, storiche ed ambientali che devono essere tutelate anche da un punto di vista illuminotecnico così come prescrive la L.R. n.19/2003 e la relativa direttiva di applicazione. Il turismo, unito alla valorizzazione del paesaggio, può trovare, in una corretta pianificazione della luce, una maggiore qualità, attraverso la quale, inoltre

può trovare incentivo e sviluppo tale settore. Di notte si possono mettere in evidenza elementi che, di giorno, potrebbero non essere notati. Per questo motivo, i luoghi oggetto di interesse, sono stati censiti in schede allegate al Piano, all'interno delle quali esistono indicazioni sull'illuminazione corretta del singolo sito.

L'attenzione è stata posta anche su una ricerca e individuazione di resti di tracciati dell'antica viabilità pre-novecentesca, allo scopo di valorizzarli e renderli fruibili data la loro rilevante valenza storica¹¹².

Elenco degli ambiti storici e di tutela:

1. Borgo e chiesa del Prugno.
2. Villa Tisa.
3. Abbazia Valsenio.
4. Orti officinali
5. Il Cardello
6. Chiesa di sopra.
7. Centro storico:
 - 7.1 Torre del Galbetto
 - 7.2 chiesa di s. Francesco
 - 7.3 Biblioteca
 - 7.4 Chiesa di S. Dorotea
 - 7.5 Chiesa di S.M. Assunta
 - 7.6 Monumento ai caduti
 - 7.7 Chiesa di S. Lucia
8. Chiesa della Peschiera
9. Chiesa di Pagnano
10. Torre del Ceruno
11. Il Cozzo
12. Oriano
13. Chiesa di Rivacciola
14. Mercatale
15. Palazzo del Romitorio
16. Chiesa di S. Apollinare
17. Torre Baglioni
18. Monte Battaglia

¹¹² Nella cartografia dedicata è possibile trovare ulteriori informazioni.

7.2.5 Storia dell'illuminazione del Comune

Le notizie sull'illuminazione comunale sono piuttosto scarse e di difficile reperibilità. L'analisi che si è svolta, è stata soprattutto di tipo fotografico (fotografie d'archivio trovate nella biblioteca comunale).

Una prima fotografia che lascia intravedere l'illuminazione nel centro di Casola, risale probabilmente intorno agli anni '30 o '40 e presenta un corpo illuminante a campana in vetro fissato su mensola a muro (segue foto).



Un'altra foto interessante risale al 1950 circa, quando venne fatta l'illuminazione di via Roma. E' interessante notare che i corpi illuminanti sono lampade al neon su palo. Poi intorno agli anni sessanta si installarono armature stradali su mensola nelle vie del centro storico. Di seguito immagini di quel periodo di via Matteotti e piazza Sasdelli.



Via Roma



Via Matteotti

Da queste poche immagini si può capire che sicuramente le lanterne che oggi sono posizionate nel centro storico, considerate come corpi illuminanti adeguati, non

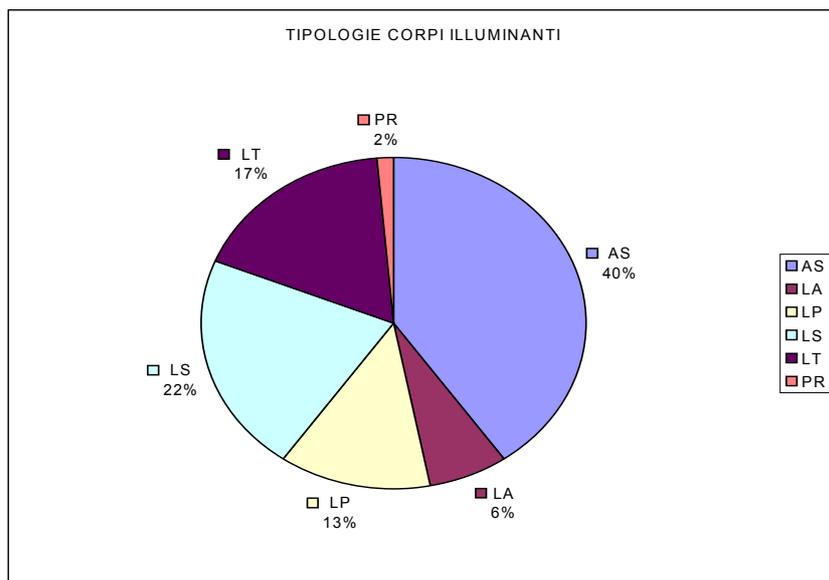
trovano un riscontro storico nella realtà di Casola Valsenio e quindi si può affermare che, se si dovranno effettuare cambiamenti ai corpi attualmente inseriti nel centro storico, si dovranno utilizzare altri tipi di corpi illuminanti, che richiamino la tipologia a campana come si evince dall'analisi fotografica.

Si rimanda alle indicazioni tipologiche da adottare situate nella sezione di progetto.

7.2.6 Rilievo dell'illuminazione esistente: impianti e corpi illuminanti.

Dal rilievo effettuato sullo stato attuale dell'illuminazione del comune, sono state individuate le tipologie dei corpi illuminanti e le tipologie delle sorgenti. Di seguito si allegano i grafici che contengono in forma sintetica tutte le informazioni raccolte.

7.2.6.1 Tipologie corpi illuminanti



Le tipologie dei corpi illuminati presenti sono moltissime soprattutto a livello di corpi illuminanti di arredo. Per semplificare sono state suddivise in:

AS – Armature stradali;

LA – Corpi illuminanti di arredo;

LP – corpi illuminanti a sfera prismaticizzati;

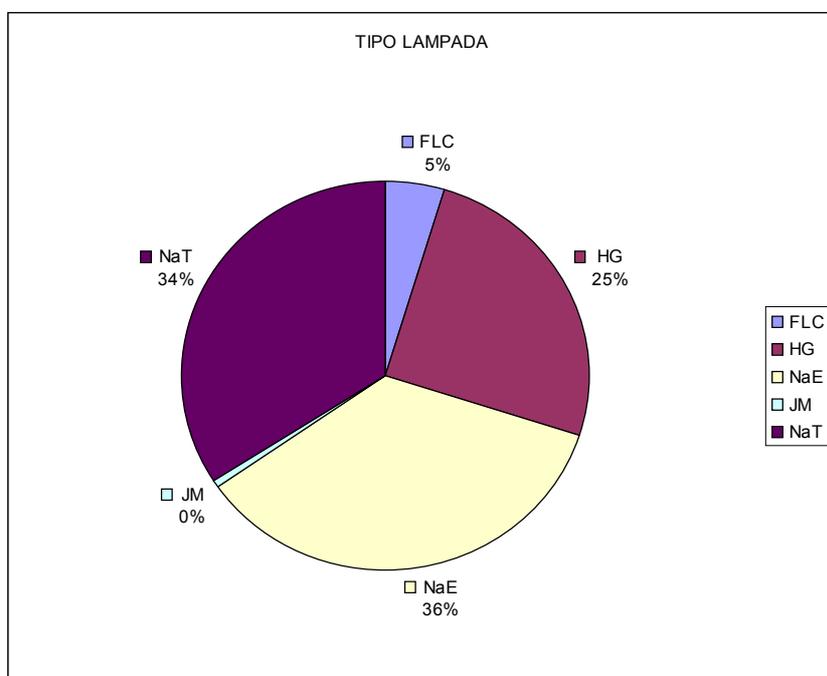
LS – lanterne in stile;

LT – corpi illuminanti a sfera trasparente.

Dall'analisi risulta che il 40% del totale è costituito da armature stradali, il 40% da corpi illuminanti di arredo o a sfera e il 20% circa da lanterne in stile.

In funzione della frammentazione così elevata dei corpi illuminanti si è deciso di proporre un abaco tipologico molto ristretto per migliorare sia l'aspetto gestionale che l'aspetto estetico della città.

7.2.6.2 Tipologie lampade



Le tipologie delle lampade sono state suddivise in:

FLC – Fluorescenti compatte;

HG – Lampade al mercurio;

NAE – Lampade al sodio elissoidali;

JM – lampade a ioduri metallici;

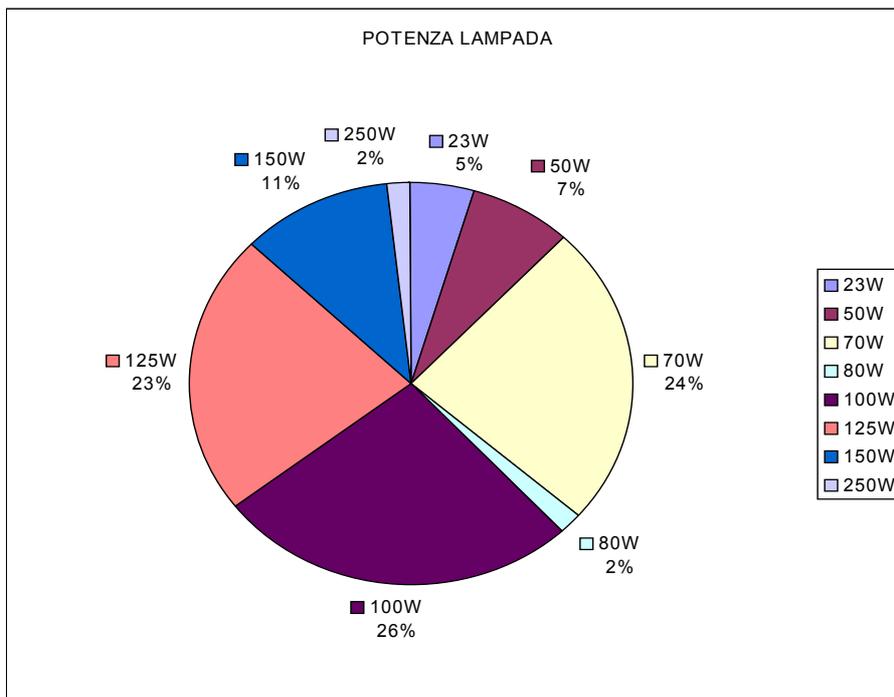
NAT – Lampade al sodio tubolari.

Dall'analisi risulta che, il 70% del totale è costituito da lampade al sodio e quindi ad alta efficienza, il 25% da lampade al mercurio, non più in commercio in quanto

altamente inquinanti e a bassa efficienza, e il 5% circa da lampade fluorescenti compatte di bassa vita utile e efficienza scarsa.

7.2.6.3 Potenze lampade

Le tipologie delle potenze delle lampade sono state suddivise in:



Dall'analisi risulta che le tre taglie di lampade più diffuse sono quelle da 70-100-125W e ricoprono una fetta del 75% circa sul totale.

Altro dato interessante riguarda la classificazione delle strade: la maggior parte di queste è classificata come F, ciò vuol dire che la potenza installata sulle lampade deve essere, almeno per il 70%, inferiore a 100W, mentre dai rilievi risulta che solo il 40% circa rispetta questa prescrizione; inoltre, considerando anche tutte le lampade con potenza 125W, che necessariamente andranno sostituite nel tempo con quelle da 70W, i risparmi in termini energetici e economici risultano interessanti.

7.2.7 Indagine sulla condizione elettrica degli impianti d'illuminazione del comune

Dall'indagine effettuata sulla condizione elettrica degli impianti d'illuminazione del comune, si evince che, nel complesso gli impianti esaminati non godono di un buono stato di conservazione, né sono realizzati nel rispetto delle normative vigenti, disattendendo, per la maggior parte dei casi, le prescrizioni in termini di protezione dei contatti indiretti e la L.R. n.19/2003 per quanto riguarda il risparmio energetico e l'inquinamento luminoso.

Ciascun quadro elettrico di comando non sempre alimenta linee omogenee dal punto di vista impiantistico ed estetico. L'effetto di stratificazione, dovuto a successive realizzazioni di differenti parti di impianto, ha comportato l'allacciamento al medesimo quadro, di linee molto diversificate sia per la differente tipologia delle condutture elettriche sia per i materiali impiegati, e per le differenti soluzioni tecniche adottate (es. linee in cavidotto, linee aeree, linee con o senza impianto di terra).

Le tipologie di lampade più frequenti rilevate sono quelle a sfera, che rappresentano la categoria più inquinante se parliamo di inquinamento luminoso.

7.3 Classificazione illuminotecnica del territorio

7.3.1 Criteri illuminotecnici generali

Il livello di illuminazione di una strada è condizionato da numerosi fattori, quali:

- sicurezza individuale;
- intensità del traffico motorizzato;
- tipologia della strada;
- edifici illuminati a fianco della strada;
- presenza di ciclisti e/o pedoni;
- negozi e aree commerciali;
- zone alberate e giardini.

Questi fattori si possono ritrovare nella classificazione dei percorsi riportata al punto successivo, che è alla base del presente Piano. In termini di livelli di illuminazione, si devono identificare preliminarmente le seguenti classificazioni illuminotecniche.

- Strade a prevalente traffico motorizzato. I livelli di illuminazione vengono assegnati in termini di luminanza, ossia di luce riflessa dal manto stradale. Il

criterio illuminotecnico adottato è giustificato dalla necessità di rilevare tempestivamente la presenza di un ostacolo sulla strada, per permettere a chi guida un autoveicolo di intervenire con una manovra correttiva e garantire quindi la sicurezza della circolazione (norma UNI 10439);

- Strade con presenza di pedoni o traffico misto. In questo caso ciò che conta è l'illuminamento del fondo stradale, ossia la luce che vi cade sopra, a cui va aggiunto l'illuminamento sul piano verticale, nei casi in cui sicurezza e comfort visivo richiedono che viandanti ed oggetti possano essere riconosciuti, e non soltanto percepiti (norma Uni EN 13201).

7.3.2 Classificazione delle strade

La classificazione delle strade riportata nel presente Piano, è coerente con le indicazioni avute dal Comune Ufficio PM, dato che non è presente il PUT Piano Urbano del Traffico, e a loro volta rientrano nelle classi definite nel Codice della strada (D.Lgs.285 del 30/4/1992 e successive modifiche) e sulla base al D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti.

Si è identificata la classificazione illuminotecnica relativa alla classe della strada applicando le più recenti norme di buona tecnica. Ad oggi, le più importanti sono la norma italiana UNI 10439/2001 e la norma tedesca DIN 5044. Si è scelta la norma UNI che è più conforme alle indicazioni del citato Decreto Ministeriale¹¹³.

7.3.2.1 Flussi di traffico orari ai fini di una corretta de-classificazione

In accordo con l'ufficio P.M. del Comune, che ha già rilevato i flussi di traffico veicolare in funzione degli orari, si è stabilito che l'orario di parzializzazione degli impianti, o spegnimento per quelli relativi agli elementi architettonici presenti, è per il periodo invernale le ore 22.00 mentre per il periodo estivo le ore 24.00.

¹¹³ Per maggiori informazioni vedi il paragrafo sulle linee guida per la redazione del PRIC o l'apparato normativo

7.4 Attuazione

Il PRIC si attua attraverso le Norme Tecniche di Attuazione e in particolare i progetti attuativi riguarderanno aree e percorsi indipendentemente da eventuali realizzazioni per parti per garantire uniformità progettuale sotto il profilo illuminotecnico, estetico e di colore della luce, sia per quanto riguarda gli interventi sugli impianti esistenti che per i nuovi impianti.

Le prescrizioni del presente Piano nascono dall'incrocio di più informazioni provenienti da diverse fonti: in particolare, ci si riferisce a determinate zone, poiché sono le stesse individuate dal PRG, sulle quali sono stati effettuati anche sopralluoghi. Le prescrizioni del Piano dunque sono coerenti e si integrano con quelle del PRG. Di seguito si propongono solo alcuni articoli delle Norme Tecniche d'Attuazione.

7.4.1 Prescrizioni comuni per tutti i nuovi impianti

Le esigenze di contenimento dei consumi energetici devono essere rispettate nelle tipologie impiantistiche, efficienza delle lampade e di apparecchi di illuminazione previste dal piano per l'illuminazione stradale, in conformità con i livelli di illuminazione necessari per garantire la sicurezza e con i colori della luce previsti in funzione di guida ottica e/o resa dei colori.

Gli impianti di illuminazione esterna pubblici e privati devono possedere, contemporaneamente, i seguenti requisiti:

- apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $\gamma \geq 90^\circ$, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso;
- equipaggiati di lampade al sodio ad alta e bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione;
- elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà;
- realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, o, in assenza di queste, valori di luminanza media mantenuta

omogenei e, in ogni caso, contenuti entro il valore medio di una candela al metro quadrato;

- realizzati ottimizzando l'efficienza degli stessi, e quindi impiegando, a parità di luminanza, apparecchi che conseguono impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce e impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00 orario estivo (ore 23.00 orario invernale), l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;
- calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;
- orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;
- realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta;
- I requisiti di cui sopra non si applicano per le sorgenti interne ed internalizzate, per quelle in impianti con emissione complessiva al di sopra del piano dell'orizzonte non superiore ai 2250 lumen, costituiti da sorgenti di luce con flusso totale emesso in ogni direzione non superiore a 1500 lumen cadauna, per quelle di uso temporaneo che vengono spente entro le ore venti nel periodo di ora solare ed entro le ventidue nel periodo di ora legale, per gli impianti di modesta entità e per gli impianti per i quali è concessa deroga, così come definito dalle direttive della L.R. n.19/2003.

7.4.2 Piazze che prevedono una riqualificazione di arredo

Riguarda le piazze e le aree di ritrovo esistenti in cui sono attualmente presenti corpi illuminanti di arredo non a norma.

In tali zone gli interventi sono obbligatoriamente di arredo e conformi all'abaco delle tipologie dei corpi illuminanti allegato al Pric.

Devono essere dotate di impianti di illuminazione coerenti con i progetti di riqualificazione urbana e architettonica sviluppati, generalmente possono essere illuminate tramite proiettori sottogronda con in aggiunta corpi illuminanti dedicati per un'illuminazione di accento e scenografica, sempre nel rispetto della L.R. n. 19/2003.

L'impianto deve utilizzare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredato di eventuali schermi antidispersione.

7.4.3 Monumenti o aree di tutela dove si prevedono interventi particolari

Riguarda quei monumenti o aree censite nel piano dove, per la loro importanza storica e paesaggistica e nel caso debbano essere illuminati, sono date indicazioni precise per gli interventi da effettuare. Tali indicazioni sono contenute nell'elenco delle schede di elementi storici o ambientali di tutela allegato al Pric.

L'illuminazione degli edifici deve avvenire, di norma, dall'alto verso il basso. Solo in caso di illuminazione di edifici classificati di interesse storico-architettonico e monumentale e di quelli di pregio storico, culturale e testimoniale, i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo, comunque, almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare e, in ogni caso, entro il perimetro della stessa, provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro. In tal caso devono essere utilizzate basse potenze e, se necessari, dispositivi di contenimento del flusso luminoso disperso come schermi o alette paraluce.

La luminanza media mantenuta non deve superare quella delle superfici illuminate nelle aree circostanti, quali strade, edifici o altro e, in ogni caso, essere contenuta entro il valore medio di 1 cd/m².

7.4.4 Aree private da adeguare.

Riguarda le aree private che essendo parte di un interesse storico ambientale, devono prevedere impianti di arredo conformi alle indicazioni previste dall'abaco dei corpi illuminanti allegato al Pric.

7.4.5 Impianti altamente inquinanti

Riguarda gli impianti privati e pubblici che, per il tipo di corpi illuminanti e/o per il tipo di installazione degli stessi, risultano essere fortemente inquinanti per le emissioni disperse verso l'alto secondo la L.R. 19/2003. Tali impianti devono essere adeguati, entro un anno dall'approvazione del piano, o con la sostituzione, o con la

schermatura, o il nuovo posizionamento dei corpi illuminati non inquinanti. Gli interventi di messa a norma devono essere effettuati nel rispetto della "Direttiva per l'applicazione della Legge regionale del 29 settembre 2003 n. 19".

7.4.6 Aree di tutela

E' oggetto di particolare tutela dall'inquinamento luminoso, il sistema regionale delle aree naturali protette, i siti della "Rete Natura 2000" e gli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non professionali, di rilevanza regionale o interprovinciale che svolgono attività di ricerca scientifica o di divulgazione.

Nelle zone di protezione dall'inquinamento luminoso, tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici e privati, (anche in fase di progettazione o di appalto), devono rispondere ai requisiti specificati all'articolo 5.6 della L.R. n.19/2003 e relativa direttiva d'applicazione.

La Provincia di Ravenna e il Comune di Casola Valsenio, non ha ancora definito le zone di protezione dall'inquinamento luminoso, come previsto dalla Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna n. 2263 del 29 Dicembre 2005 "Direttiva per l'applicazione della Legge regionale del 29 settembre 2003 n. 19, in quanto nessun osservatorio locale ha ancora presentato apposita domanda.

A livello comunale sono state individuate le seguenti aree di protezione:

Area Parco Regionale della Vena del Gesso;

Area paesaggistica del Cardello;

Parco del lungofiume;

Area di valenza naturalistica.

7.4.7 Allegato “Schede degli Elementi storici di tutela”

Di seguito si propongono alcune schede contenute nel Piano di Casola, queste rappresentano un approfondimento circa le rilevanze storico-monumentali-ambientali del paese, e contengono indicazioni tecniche generali, utili nel momento in cui si decida di intervenire con un progetto specifico riguardante l'area in cui sono inserite. Si ricorda che le emergenze storiche in oggetto, sono riassunte al paragrafo 7.2.4.

ELEMENTI STORICI DI TUTELA

Prugno: Foto realistica dello stato di fatto





Osservazioni

Il borgo del Prugno è già ricordato nel XII secolo, prima come castello, poi come distretto rurale. La chiesa, intitolata a Santa Margherita, si presenta con muratura in sassi e mattoni, ed è affiancata al complesso del borgo. La necessità di una illuminazione, è testimoniata da alcuni elementi autocostruiti, che illuminano il presepe perpetuo e la piazzetta peraltro assolutamente non a norma.

Indicazioni generali per gli interventi.

L'originalità e la valenza storica del luogo, necessitano di interventi mirati e progettati nel rispetto della normativa e della tutela dei beni culturali.

L'illuminazione dell'area intorno alla chiesa e alla piazza, deve essere concepita secondo un'ottica di riqualificazione e adeguamento normativo, oltre che con l'uso di corpi illuminanti di arredo e di effetti luminosi scenografici. La luce artificiale deve essere calibrata al contesto: non devono essere usate alte potenze, i cromatismi devono essere controllati.

Indicazioni tecniche.

Corpi illuminanti di arredo, di altezza non superiori a 3 m con ottica cut-off.

Sorgenti luminose al sodio A.P. di potenza max di 70 W.

Villa Tisa: Foto realistica dello stato di fatto



Entrata



Viale di ingresso

Osservazioni

Villa privata sette-ottocentesca immersa in uno splendido parco.

Indicazioni generali per gli interventi.

La bellezza dell'edificio e la valenza storica del luogo, necessita di interventi mirati e progettati nel rispetto della normativa e della tutela dei beni culturali.

Gli eventuali interventi di illuminazione del manufatto, devono essere concepiti utilizzando corpi illuminanti di arredo ed eventualmente proiettori per ottenere effetti luminosi scenografici. La luce artificiale deve essere calibrata al contesto: non devono essere usate alte potenze, i cromatismi devono essere controllati.

Indicazioni tecniche.

Corpi illuminanti di arredo, di altezza tra i 1,00 e i 3 m con ottica cut-off.

Sorgenti luminose al sodio A.P. di potenza max di 70 W o con lampade fluorescenti compatte.

Centro storico di Casola Valsenio: Foto realistica dello stato di fatto



Via Matteotti





Via Matteotti



Osservazioni

Il centro storico antico si sviluppa lungo la via Matteotti e le sue laterali.

Indicazioni generali per gli interventi.

Il primo tratto di via Matteotti, è attualmente illuminato con lanterne cut-off a norma se non fosse per i vetri laterali. Diversi interventi sono stati realizzati recentemente senza però essere a norma. Eventuali nuovi interventi di ampliamento o di sostituzione, devono tenere conto dell'indagine storica sui corpi illuminanti, da cui si evince che, la lanterna non è un corpo illuminante anticamente usato in questo comune. Inoltre si deve rimediare ai precedenti interventi in ottica di risparmio energetico, conformando i corpi illuminanti nel rispetto della legge regionale n. 19/2003 e al DGR n. 2263/2005.

Indicazioni tecniche.

Corpi illuminanti di arredo su palo o a mensola di altezza tra i 3 e i 5 m con ottica cut-off. Corpi illuminanti a Led anche incassati. Proiettori di modeste dimensioni, scelti con attenzione alle ottiche e posizionati nel rispetto dell'architettura e del sito in modo non invasivo, usati a "tocchi di luce" con sorgenti anche a ioduri metallici.

Sorgenti luminose al sodio A.P. di potenza max di 70 W calibrata ai siti.

Uso dei colori motivato nelle scelte progettuali e architettoniche.

Monte Battaglia: Foto realistica dello stato di fatto





Osservazioni

Torre rimasta del castello di *Monte Battagliola* attestata a partire dal 1383.

Indicazioni generali per gli interventi.

Attualmente esistono 4 fari, come da foto, posti agli angoli che illuminano il monumento dal basso verso l'alto. La loro posizione è errata.

Eventuali nuovi interventi di illuminazione del manufatto, devono sostituire tale illuminazione con una concepita utilizzando i corpi illuminanti a proiettore, in maniera più discreta, cercando l'effetto scenografico e, nei percorsi esterni, l'uso di lampioni di arredo. La luce artificiale deve essere calibrata al contesto: non devono essere usate alte potenze, i cromatismi devono essere controllati. Interventi tutti concepiti nel rispetto alla legge regionale n. 19/2003 e al DGR n. 2263/2005.

Indicazioni tecniche.

Proiettori di modeste dimensioni scelti con attenzione alle ottiche e posizionati nel rispetto dell'architettura e del sito in modo non invasivo, usati a "tocchi di luce". Corpi illuminanti di arredo di altezza tra i 1,20 e i 3 m con ottica cut-off o a led anche incassati.

Sorgenti luminose al sodio A.P. di potenza max di 70 W.

7.5 Gestione della luce

L'utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso è un ulteriore concetto fondamentale, in quanto funzionale ad un uso razionale dell'energia elettrica ai fini del risparmio energetico. Inoltre, la riduzione del flusso è una misura molto efficace e di complemento delle altre tecniche adottate per ridurre l'inquinamento luminoso, dato che il fenomeno è dovuto in una parte non trascurabile anche al riflesso della luce sul manto stradale.

L'utilizzo di tali sistemi ha inoltre effetti positivi sulla durata degli apparecchi illuminanti oltre che agire puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura non inferiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività.

In commercio attualmente esistono diverse tecniche adottabili per la riduzione del flusso luminoso, e si suddividono principalmente in 2 grandi famiglie:

- sistemi di riduzione centralizzati, che agiscono a livello di quadro riducendo la tensione a valle dello stesso indiscriminatamente a tutte le sorgenti luminose che vi sono collegate e senza distinzione alcuna (per questo motivo non sono applicabili ovunque, ma sono di semplice installazione ed hanno dei payback molto ridotti);
- sistemi di riduzione punto a punto, che agiscono direttamente sulla singola lampada, e quindi molto versatili, efficaci, ma con costi più elevati.

Entrambi i sistemi possono essere adottati indifferentemente, e possono essere telecomandati a distanza, per monitorarne le caratteristiche ed anomalie e variarne le condizioni operative a seconda delle specifiche esigenze. In particolare nei sistemi punto a punto è possibile anche conoscere il guasto sulla singola lampada.

La scelta fatta per il Comune di Casola Valsenio è la seguente:

- impianti di riduzione centralizzati per il centro urbano di Casola e la zona Industriale;
- impianti di riduzione punto a punto per tutti gli altri impianti in cui sono presenti punti luce con una potenza complessiva superiore a 1kW.

7.6 Valutazioni energetiche

Poiché la nuova normativa di legge, prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che ne deriveranno, saranno notevoli, in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse, controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi, riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni ed, infine, utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Ad accrescere i vantaggi economici oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature di illuminazione, è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc..), nonché l'utilizzo di impianti ad alta tecnologia, con bassi costi di gestione e manutenzione.

Nelle schede delle sezioni di progetto, sono stati inseriti anche i valori indicativi dei consumi energetici relativi agli impianti, una volta rinnovati, e sono stati confrontati con i consumi attuali.

Come valutazione, si allega un prospetto indicativo, relativo alle sezioni prese in esame, in cui sono indicati i dati relativi ai punti luce e alla loro potenza totale consumata attualmente, e quella consumata una volta che gli impianti saranno a norma e ristrutturati.

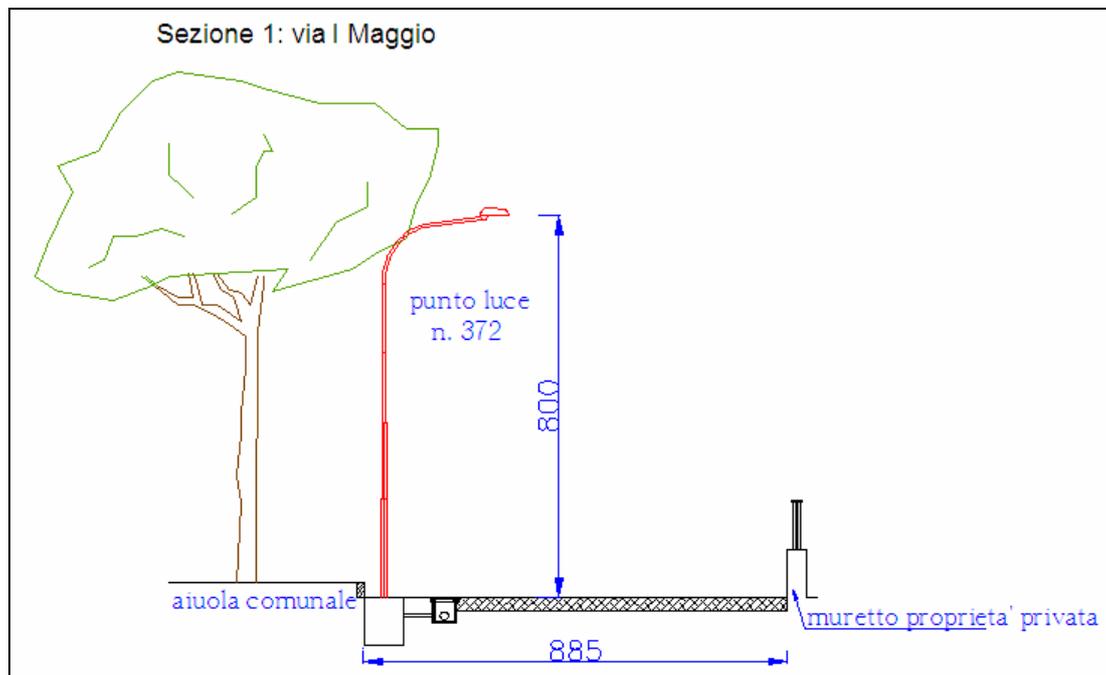
Il dato evidente è che si potrà risparmiare il 30% circa di potenza e quindi di energia, considerando che, il costo dell'energia, è aumentato del 30% nell'ultimo anno, con l'adeguamento e rinnovo degli impianti, il costo dovuto all'aumento di energia, sarebbe azzerato. Di seguito si propone una scheda tipo, quella di Via I Maggio, come esempio di come è stato effettuato lo studio. Successivamente il prospetto che evidenzia il risparmio possibile, ottenibile con la messa a norma degli impianti, nelle sezioni stradali prese in considerazione.

TIPOLOGIE DEGLI APPARECCHI

STATO DI FATTO

Via 1° Maggio

Foto realistica dello stato di fatto



Sezione

Osservazioni

Il punto luce è costituito da armature aperte o con coppa prismaticizzata e lampada al mercurio, quindi sono da sostituire in quanto obsolete e non a norma. I pali in acciaio non hanno collarino, hanno un'altezza di circa 8 m con sbraccio e si presentano in condizioni discrete.

Misurazioni:

Luminanza minima (cd/mq)	0,14
Luminanza media (cd/mq)	0,39
Luminanza massima (cd/mq)	0,75
Uniformità generale	0,36
Uniformità longitudinale	0,58
Incremento di soglia Ti (%)	12,65
Rapporto medio di emissione superiore (Rn)	3,04

Valori a norma

Valori non a norma

TIPOLOGIE DEGLI APPARECCHI

PROGETTO

VIA 1° MAGGIO

Caratteristiche degli apparecchi

Armatura stradale

- altezza su palo: 9 – 10 m
 - interdistanza: > 3,7 x altezza del palo
 - sorgente: 70W NaAP
 - temperatura di colore: 2000 – 3000 °K
 - tipo di ottica: stradale
-

Calcoli illuminotecnici

Luminanza media (cd/mq)	0,50
Uniformità generale	> 0,35
Uniformità longitudinale	> 0,40

STAMPARE TABELLA VERDE GIALLA

7.7 Piano di intervento

Completato il rilievo, si è passati ad un attento esame dei dati e si è stilata una classificazione degli impianti per permettere all'Amministrazione Comunale una valutazione sulle priorità degli interventi. Gli impianti sono stati suddivisi in 5 gruppi omogenei e definiti nel seguente modo:

GRUPPO 0: rispondono a questa tipologia tutti quegli impianti, di realizzazione recente e non, per i quali non si ravvisa la necessità di particolari interventi essendo già a norma anche con la L.R. n.19/2003;

GRUPPO 1: rispondono a questa tipologia tutti quegli impianti, di realizzazione recente e non, per i quali non si ravvisa la necessità di particolari interventi urgenti per il ripristino delle condizioni di sicurezza per le persone, in quanto in buone condizioni o per cui sono già stati redatti dei progetti specifici, in tali impianti però si può intervenire con lavori limitati per ottenere risparmi energetici o migliorare la organizzazione delle linee e dei quadri;

GRUPPO 2: appartengono a questa tipologia gli impianti per i quali il miglioramento della sicurezza per le persone e l'adeguamento alla L.R. n.19/2003 si ottiene con interventi di modesta entità e con interventi più onerosi per risparmio energetico;

GRUPPO 3: sono impianti per i quali gli interventi sono consistenti;

GRUPPO 4: sono impianti per i quali, in considerazione dell'elevato grado di usura dei componenti e degli interventi indispensabili per la messa in sicurezza, della dispersione del flusso luminoso e dell'alto consumo energetico, si reputa necessaria una radicale ristrutturazione e/o la completa demolizione e ricostruzione.

La tabella di seguito riportata riassume nel complesso lo stato di conservazione degli impianti esaminati.

SITUAZIONE SCHEMATICA IMPIANTI I.P.						
ZONA D'INTERVENTO		GRUPPO 0	GRUPPO 1	GRUPPO 2	GRUPPO 3	GRUPPO 4
QUADRO N.18	Via Capalmonte	x				
QUADRO N.12	Via Casolana - Baffadi		x			
QUADRO N.7	Via Casolana - Cà Rondino		x			
QUADRO N.11	Via Bartoli			x		
	Via Zaccagnini			x		
	Via Cardello	x				
	Via Casolana	x				
QUADRO N.25	Via Casolana	x				
QUADRO N.11	Via Cenni				x	
QUADRO N.1	Via Cenni G.					x
	Via dei Fiori			x		
	Via dei Mulini			x		
	Via del Macello	x				
	Via del Rosso			x		
	Via della Chiesa			x		
	Via della Pace				x	
	Via della Sorgente	x				
	Via delle Rimesse	x				
QUADRO N.2	Via della Storta				x	
QUADRO N.11	Via delle Vigne			x		
QUADRO N.2	Via Don Milani					x
QUADRO N.1	Via Fondazza				x	
QUADRO N.2	Via Gramsci					x
QUADRO N.1	Viale IV Novembre			x		
QUADRO N.3	Via Laharnar	x				
QUADRO N.1	Via Marconi		x			
	Via Matteotti		x			
QUADRO N.11	Via Mons. Angelo Poli			x		
QUADRO N.1	Via Monte Fortino				x	
	Viale Neri				x	
	Piazza Oriani			x		
	Via Peschiera			x		
QUADRO N.11	Via Prugno					x
QUADRO N.1	Via Rimembranze				x	
	Via Roma				x	
QUADRO N.11	Via Romagna			x		
QUADRO N.1	Via Santa Martina			x		
	P.zza Sasdelli		x			
	Via Soglia			x		
	Via Volta			x		
	Via XIV Maggio				x	
	via XXV Aprile					x

QUADRO N.20	Via Casolana-Mercatale		x			
QUADRO N.17	Via Casolana-sant' Apollinare		x			
	Via sant' Apollinare	x				
QUADRO N.9	Via I Maggio					x
QUADRO N.19	Via Zattaglia		x			
QUADRO N.1	Via G. Cenni – area sportiva	x				

7.7.1 Illustrazione delle ipotesi di progetto

L'identificazione degli interventi necessari per la messa in sicurezza degli impianti, nonché l'adeguamento degli stessi alla L.R. n. 19/2003, e la relativa quantificazione dei costi, è stata condotta individuando anche i risparmi gestionali.

Gli impianti rientranti nel gruppo 0 sono rimasti esclusi, in quanto non è stata rilevata la necessità di eseguire interventi per la messa in sicurezza e adeguamento.

Per gli impianti rientranti nel gruppo 1, gli interventi previsti dal progetto sono minimi, in quanto gli impianti si presentano in discrete condizioni.

Per gli impianti rientranti nel gruppo 2 si è quantificato un intervento di sistemazione di media entità.

Per gli impianti del gruppo 3 si è previsto un intervento oneroso e consistente.

Per gli impianti del gruppo 4 si è previsto il totale rifacimento degli stessi.

7.7.1.1 Stima dei costi e dei risparmi gestionali delle ipotesi progettuali

ZONA D'INTERVENTO		COSTO INTERVENTO	RISPARMIO GESTIONALE	PRIORITA'
QUADRO N.18	Via Capalmonte	0,00	0,00	0
QUADRO N.12	Via Casolana - Baffadi	200,00	0,00	1
QUADRO N.7	Via Casolana – Cà Rondino	3.000,00	0,00	1
QUADRO N.11	Via Bartoli	1.000,00	0,00	2
	Via Zaccagnini	1.000,00	100,00	2
	Via Cardello	0,00	0,00	0
	Via Casolana	0,00	0,00	0

QUADRO N.25	Via Casolana	0,00	0,00	0
QUADRO N.11	Via Cenni	6.000,00	200,00	3
QUADRO N.1	Via Cenni G.	30.000,00	2.000,00	4
	Via dei Fiori	2.400,00	300,00	2
	Via dei Mulini	10.000,00	1.400,00	2
	Via del Macello	0,00	0,00	0
	Via del Rosso	1.000,00	150,00	2
	Via della Chiesa	1.000,00	100,00	2
	Via della Pace	1.000,00	100,00	3
	Via della Sorgente	0,00	0,00	0
	Via delle Rimesse	0,00	0,00	0
QUADRO N.2	Via della Storta	4.000,00	500,00	3
QUADRO N.11	Via delle Vigne	1.000,00	0,00	2
QUADRO N.2	Via Don Milani	12.000,00	800,00	4
QUADRO N.1	Via Fondazza	4.000,00	400,00	3
QUADRO N.2	Via Gramsci	20.000,00	1.100,00	4
QUADRO N.1	Viale IV Novembre	500,00	100,00	2
QUADRO N.3	Via Laharnar	0,00	0,00	0
QUADRO N.1	Via Marconi	2.400,00	0,00	1
	Via Matteotti	5.200,00	800,00	1
QUADRO N.11	Via Mons. Angelo Poli	1.000,00	100,00	2
QUADRO N.1	Via Monte Fortino	3.000,00	450,00	3
	Viale Neri	20.000,00	2.200,00	3
	Piazza Oriani	7.000,00	400,00	2
	Via Peschiera	3.000,00	500,00	2
QUADRO N.11	Via Prugno	300,00	150,00	4
QUADRO N.1	Via Rimembranze	2.000,00	200,00	2
	Via Roma	18.000,00	2.000,00	2
QUADRO N.11	Via Romagna	3.000,00	400,00	2
QUADRO N.1	Via Santa Martina	100,00	100,00	2
	P.zza Sasdelli	3.200,00	100,00	1
	Via Soglia	8.000,00	1.300,00	2
	Via Volta	2.000,00	100,00	2
	Via XIV Maggio	1.000,00	100,00	3
	via XXV Aprile	600,00	100,00	4
QUADRO N.20	Via Casolana-Mercatale	2.400,00	200,00	1
QUADRO N.17	Via Casolana-sant'Apollinare	300,00	0,00	1
	Via sant'Apollinare	0,00	0,00	0
QUADRO N.9	Via I Maggio	18.000,00	1.500,00	4
QUADRO N.19	Via Zattaglia	4.000,00	200,00	1
QUADRO N.1	Via G. Cenni – area sportiva	0,00	0,00	0
TOTALE COMUNE		€ 202.600,00	€ 18.150,00	

7.8 Il bilancio del caso studio

L'obiettivo che si è inteso raggiungere con la redazione del PRIC, non è solo quello di redigere un documento teorico di pianificazione della luce, ma, invece, quello di programmare, praticamente, gli interventi di risanamento degli impianti e per offrire un servizio ottimizzato nell'interesse del Comune.

Infatti, sviluppando una pianificazione articolata, non è il progettista che vincola l'Amministrazione Comunale ad una soluzione univoca, ma è la stessa Amministrazione che potrà indicare ai vari progettisti le scelte, in base alle proprie esigenze, alle risorse finanziarie disponibili e al risultato che vuole assicurare ai propri cittadini. Un dato interessante è quello del servizio fornito (livello di luce), il quale risulterà maggiore del 30% rispetto all'attuale.

Dall'analisi del Piano esposta, si può evidenziare che, oltre ad avere un risparmio energetico minimo del 30%, a seguito della sostituzione dei corpi illuminanti (riducendo la potenza delle lampade installate), il risparmio energetico si potrà incrementare anche fino ad un 40-50% con interventi più onerosi di ottimizzazione delle interdistanze.

STIMA CONSUMI ATTUALI

					Ore accensione annue	
Pot. Totale (W)	Pot. Media (W)	Energia consumata (KWh/anno)	Spesa annua (Euro)	Costo kWh (B4)	Piena potenza	Riduzione
51885	99	215323	32.298,41	€ 0,15	1850	2300
					4150	

STIMA CONSUMI DOPO INTERVENTI

	Watt					Pot. Totale (W)	Pot. Media (W)	Energia consumata (KWh/anno)	Spesa annua (Euro)
	50	70	100	150	250				
Tipo									
SAP	40	127	139	58	5				
HG	9	120		4					
FLC	25								
TOTALI	49	247	139	62	5	42315	80	146410	21.961,49

Il primo intervento, realizzato in seguito alla redazione del PRIC, è consistito nei lavori per la riduzione dei consumi energetici e l'abbattimento dell'inquinamento luminoso, in alcune vie del paese, Via Matteotti, Via Gramsci, Via I Maggio, il cui primo stralcio, è stato appena ultimato. Tali opere sono state finanziate in parte anche dalla Regione Emilia – Romagna, nell'ambito del Piano d'Azione Ambientale 2006-2007, come valido esempio di risparmio energetico e di valorizzazione ambientale.

Tale progetto prevede le seguenti opere: interventi di sostituzione di corpi illuminanti dotate di lampade al mercurio (Hg), con nuovi corpi illuminanti cut-off (antiquinamento luminoso) con lampade al sodio (NaAP), di minor potenza, ma che garantiscono lo stesso livello di luce; installazione di un nuovo quadro di comando con regolatore di flusso che permette una riduzione di circa il 30% dei consumi energetici (così come è deducibile dai due prospetti sopra).

Nello specifico, l'intervento comprende la sostituzione di circa 90 corpi illuminati con lampade al mercurio, altamente inquinanti sia dal punto di vista ambientale (smaltimento del mercurio, oggi tali lampade non sono più in commercio), che dal punto di vista dell'inquinamento luminoso (corpi illuminanti a sfera disperdenti luce verso l'alto).

Con l'intervento proposto, oltre all'abbattimento dell'inquinamento luminoso, all'eliminazione di lampade inquinanti, si ottiene anche un notevole risparmio energetico, infatti, i corpi illuminanti presenti attualmente consumano 13kW, dopo i lavori, la potenza consumata sarà di circa 7kW.

Per di più, l'installazione del regolatore di flusso, presso il quadro di via Volta, che attualmente presenta una potenza impegnata di 25kW, apporterà un risparmio di circa il 40%, sull'energia consumata.

Il risultato ottenuto è quello del risparmio energetico, garantendo allo stesso tempo la qualità del servizio fornito, cioè i livelli di luce. Alla fine dell'intervento si ottengono i seguenti risultati:

- Inquinamento luminoso e ambientale: zero;
- Risparmio energetico di 58.100 kWh/anno
- Minor potenza assorbita 7 kW
- Minor produzione di 35 ton/anno di CO₂

Costo previsto dell'intervento

101.453,57

Finanziamento ottenuto

50.000,00

Cofinanziamento

51.453,57

Al termine dell'elaborato di tesi, si inseriscono, a titolo esemplificativo, alcune delle tavole del PRIC di Casola Valsenio.

8 Conclusioni

Il lavoro svolto offre diversi spunti di riflessione. Sicuramente l'aver preso coscienza dei continui e consistenti aumenti del costo dell'energia per l'illuminazione pubblica, non può che convincere della necessità di intervenire in un settore che, per i suoi costi, "pesa" come terza voce nel bilancio delle Amministrazioni Locali, che corrono il rischio di non riuscire più a garantire un servizio irrinunciabile per la collettività, come quello dell'illuminazione pubblica. Aspetto direttamente collegato, è quello che riguarda, a fronte di una difficoltà nell'evadere la "salata bolletta annuale", lo spregiudicato spreco di denaro che passa attraverso corpi illuminanti (e lampade installate) particolarmente energivori. Per non parlare dell'immoralità che accompagna coloro che ancora non condividono (mi riferisco ad alcuni produttori di corpi illuminanti) l'urgente necessità di normare gli impianti di illuminazione, sfruttando le più avanzate tecnologie in commercio, per limitare i danni dell'inquinamento luminoso.

Altro aspetto interessante e sconcertante allo stesso tempo, è l'enorme quantità di tonnellate di anidride carbonica, che ogni anno viene immessa in atmosfera dagli impianti di illuminazione.

Dunque credo che ci siano diversi elementi messi in luce dalla trattazione.

Ora, ciò che viene naturale chiedersi è, se il tanto nominato strumento di piano, il PRIC, sia in grado di intervenire, in una formula risolutiva, alle diverse questioni emerse.

Io credo di poter affermare con una certa sicurezza di sì!

Il lavoro, in più punti, mette in evidenza le potenzialità di questo strumento, mi riferisco ai risultati documentati, in termini di risparmio e efficienza energetica e riduzione di anidride carbonica immessa in atmosfera, dall'applicazione di diversi sistemi di Energy Saving. Non solo, sono stati evidenziati i vantaggi ottenibili attraverso il PRIC, tra i quali, la possibilità di programmare e pianificare gli interventi di risanamento degli impianti; quantificare i costi di adeguamento e messa a norma, con relativi minori costi di gestione; uniformare le tipologie impiantistiche a livello di zone omogenee ottimizzando il servizio offerto alla cittadinanza; valorizzare gli spazi urbani attraverso la luce.

L'inquinamento luminoso può essere fortemente contrastato dall'applicazione dello strumento, applicando le "buone pratiche" nella realizzazione degli impianti, di conseguenza il beneficio è esteso anche agli ecosistemi, oltre che alla volta celeste (sono stati affrontati gli impatti negativi sugli ecosistemi, sulla flora e sulla fauna, causati da una eccessiva e non progettata illuminazione).

Da non dimenticare, è l'aspetto architettonico dell'illuminazione urbana: nei molteplici significati della città, la luce deve essere in grado di articolarsi e interagire con le diverse forme che la materia assume. Gli apparecchi di illuminazione devono variare, non solo nel proprio disegno formale, ma anche e soprattutto, nella capacità delle loro caratteristiche fotometriche di relazionarsi con forme e situazioni della città che vanno interpretate e risolte secondo le differentiintonie percettive: portici, tetti, terrazzi, specchi d'acqua, rilievi, alberi e piazze dovranno avere una specifica direzionalità di luce.

La luce artificiale concorre in modo considerevole alla nostra percezione e fruizione degli spazi, crea livelli, modifica i colori, assumendo così la valenza di un vero e proprio materiale architettonico. In relazione al tipo di sorgente utilizzata, la luce è in grado di suscitare sensazioni differenti e anche di migliorare l'aspetto dell'ambiente in cui si trova inserita; un impianto di illuminazione deve essere parte integrante del contesto in cui va ad inserirsi, non può essere avulso da ciò che lo circonda. Per questo motivo è importante progettare la luce ed è necessario conoscere a fondo il luogo su cui si va ad intervenire, a maggior ragione se si tratta, di un centro storico, in cui la luce deve sottolineare le dimensioni storico-artistiche originarie.

Dunque, seppure il PRIC, può essere definito come uno strumento unitario, che indica scelte programmatiche che devono ispirare e accompagnare qualunque futuro intervento sull'illuminazione pubblica in città, tuttavia è possibile evidenziare anche alcuni punti di debolezza dello strumento: innanzitutto, è comunque uno strumento "aggiuntivo", che per l'Ente comporta anche oneri, deve essere aggiornato piuttosto frequentemente, in modo tale da offrire soluzioni tecnologiche d'avanguardia. L'uniformità che si vuole raggiungere nella tipologia dei corpi illuminanti, spesso è un aspetto ritenuto "limitante" per alcuni progettisti, poiché la scelta del corpo illuminante, deve rientrare tra quelli contenuti nell'abaco tipologico. Una criticità rilevata, a mio avviso, di ben diversa consistenza da quelle appena citate, caratterizza il PRIC.

A mio avviso, nella sua formulazione attuale in Italia, il PRIC, probabilmente non garantisce, in misura sufficiente, il passaggio da un'idea di piano tecnico settoriale dell'illuminazione pubblica, a carattere strettamente prestazionale e normativo, a quella più attuale, di un piano urbanistico della luce a carattere strategico.

Il PRIC, si pone, in realtà, anche altri obiettivi, oltre al risparmio energetico e all'ottimizzazione funzionale delle scelte illuminotecniche, poiché prende in considerazione la specificità dei centri storici e delle aree monumentali e accenna alla natura culturale, prima che tecnica dell'illuminazione, in questi luoghi.

I parametri di valutazione e la metodologia analitica proposti, di fatto, si esauriscono nello sforzo di ricondurre il problema della città, anche di quella storica, ad una base di informazioni "oggettive". Si avverte, in altre parole, una asimmetria di elaborazione concettuale fra la indubbia chiarezza con cui sono trattati i temi tecnico-normativi e l'approssimazione, con i quali vengono accostati i temi che appartengono alla sfera delle scelte estetiche o creative dei progettisti (che trovano, probabilmente, maggiore spazio nel Pdl – Piano della Luce Decorativa).

Vorrei terminare questo paragrafo conclusivo con un breve estratto di un brano, scritto da Claudio Armini, dell'interpretazione, attraverso una suggestiva metafora teatrale, della luce nello spazio urbano.

Se la città è palcoscenico di teatro, i palazzi sono le quinte. Dalle quinte, come dai portoni, le persone, gli attori, entrano ed escono, vanno in scena sotto le luci della ribalta: che sottolineano i movimenti, proiettano le ombre, esaltano la dimensione degli spazi, disegnano i corpi, i volti. Le luci scolpiscono le superfici e le profondità, creano le prospettive, indicano le vie di fuga. Le luci riempiono i vuoti e sfondano i pieni. Creano altri punti di vista, altre sensazioni, diverse percezioni. Le luci fanno vedere quel che c'è, quello che succede: oppure lo celano, lo mettono in ombra. Le luci modificano anche la materialità delle scene e degli attori, perché penetrano dentro, ne superano superfici ed apparenze. Le luci possono nascondere, spengendosi sulle bruttezze. O scoprire, illuminando, le essenze. Ci sono città belle solo di luci, perché, come certi animali, sono città per la notte. Il teatro, ha bisogno di storie, attori, registi, scenografici, tecnici delle luci. Le città lo stesso: le storie, gli attori, i registi della vita, i tecnici siamo noi. Ci capita di girare per le stanze con l'abat-jour in mano per trovare la luce migliore, l'ombra della poesia, l'effetto intimo, guidati da sapienza ed equilibrio, con senso estetico e del piacere. Puntiamo la luce su uno spigolo, su un muro, un soffitto, un quadro, un oggetto. E la stanza si trasforma sotto i nostri occhi. Irriconoscibile. Più bella. Le città hanno bisogno anche di architetti della luce. Perché le luci ne scoprono un'altra anima, la liberano dalle ombre e ce la mostrano intera. Diversa, sotto un'altra luce.

9 Bibliografia

AA.VV., 2000, "Manuale d'illuminotecnica" , Tecniche Nuove, MILANO

Aidi, 1998, "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica", AIDI

Arpav, 2003, "A proposito di inquinamento luminoso", Arpav – Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto – Area Tecnico Scientifica, PADOVA

Bettini V., 2004, "Ecologia urbana – L'uomo e la città" , Utet, TORINO, Pag. 228

CieloBuio, 2000, "Linee guida per la stesura di Piani Comunali dell'Illuminazione" – a norma di L.R. Lombardia n. 17 del 27.03.00

Cinzano P., 1997, "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno", Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, VENEZIA

Cinzano P., Falchi F., Christopher D. E., 2001, "Rapporto ISTIL 2001- Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia", Istituto di Scienza e Tecnologia dell'inquinamento luminoso-Light Pollution Science and Technology Institute.

Cinzano P., 2002, "Light pollution and the protection of the night environment Venezia: salvare la notte", Cinzano P.

Klaus G., Kagi B., Kobler R.L., Maus K., Rigetti A., 2005, " Prevenzione delle emissioni luminose – Raccomandazioni, entità, causa ed effetti sull'ambiente –", Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), BERNA

Legambiente, 2005, "Kyoto chiama Italia - Fonti rinnovabili, efficienza, risparmio", Legambiente, Roma

Lorenzoni A., Porcu D., Sabbadin D., 2006, "Facciamo piena luce - Indagine nazionale sull'efficienza nell'illuminazione pubblica –", Legambiente Onlus e dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Padova

Palladino P., 2005, "Manuale di Illuminazione", Tecniche Nuove, MILANO

Regione Emilia Romagna, 2006, *“Circolare esplicativa delle norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico”*, allegato L pagg. 76-82

Servizi energia regionali e provinciali, *“Efficiency Quaderni di efficienza energetica”*,...,Renale e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio

Terzi C., 2001, *“ I piani della luce”*, Domus – I libri I Guzzini, MILANO

Vedovato M., 2002, *“La prevenzione dell'inquinamento luminoso – breve guida per valutare gli impianti di illuminazione esterna – ”*, CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno -, TRENTO

Siti web consultati

www.aidiluce.it

www.arpav.veneto.it

www.assoelettrica.it

www.chronobiology.ch

www.cielidolomitici.it

www.cielobuio.org

www.darksky.com

www.dipastro.pd.astro.it

www.disano.it

www.enea.com

www.enel.it

www.eu-greenlight.org

www.fire-italia.it

www.greencrossitalia.it

www.inquinamentoluminoso.it

www.ipcc.ch

www.istil.it

www.kyotoclub.org

www.lanuovaecologia.it

www.legambiente.com

www.legambientepadova.it/ricerca_luce

www.luceonline.it

www.minambiente.it

www.novambiente.it

www.quibollate.it

www.sapere.it

www.uai.it

www.venetostellato.it

www.wikipedia.org

RINGRAZIAMENTI

Un grazie di cuore a tutte le persone che mi sono state vicine in questi anni di Università, che mi hanno sostenuta moralmente e che hanno condiviso con me ogni momento: la mia famiglia e le persone a me care.

Un grande abbraccio a mia sorella Paola, che ha dedicato il suo tempo e le sue forze per vivere con me quest'esperienza.

Ringrazio il Prof. Virginio Bettini, che ha accettato di seguire con me questo particolare tema.

Un grazie sincero ad Alberto Ricci Petitori, per i suoi preziosi aiuti e consigli, per la sua disponibilità, e per la generosità del supporto tecnico e morale!

Ringrazio Diego Bonata, che ha sempre e prontamente dato una risposta a tutti i miei quesiti, lo ringrazio soprattutto perché è apprezzabile l'enorme lavoro che fa per la lotta all'inquinamento luminoso.

Ringrazio Marco Stevanin, che mi ha seguito nelle prime fasi di stesura della tesi.

Un grazie enorme alle mie due compagne d'avventura: Fabiana e Claudia, che hanno reso quest'esperienza unica!

Un ringraziamento infine a due persone fantastiche: Giuliano e Giovanna