



Ricerca di Sistema elettrico

## City Profiler – Software per il supporto all'efficientamento energetico e il monitoraggio degli impianti illuminotecnici

Nicoletta Gozo, Angelo Di Gregorio, Roberto Chierici

CITY PROFILER – SOFTWARE PER IL SUPPORTO ALL'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E IL MONITORAGGIO  
DEGLI IMPIANTI ILLUMINOTECNICI

Nicoletta Gozo (ENEA), Angelo Di Gregorio, Roberto Chierici (CRIET)

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

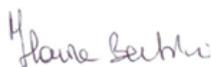
Piano Annuale di Realizzazione 2013

Area: Razionalizzazione e Risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto C.1: Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria, servizi

Obiettivo: Sviluppo di prodotti efficienti per l'illuminazione

Responsabile del Progetto: Ilaria Bertini, ENEA



Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione  
"Realizzazione di moduli software per il calcolo real time di indicatori di prestazione di impianti illuminotecnici"

Responsabile scientifico ENEA: D.ssa Nicoletta Gozo



Responsabile scientifico CRIET: Prof. Angelo Di Gregorio

## Indice

1	SOMMARIO	4
2	INTRODUZIONE	5
3	TASK 2: UN PROTOTIPO PER LA VALUTAZIONE REAL TIME DELLA PRESTAZIONE ED EFFICIENZA ENERGETICA DI UN IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE	7
3.1	GLI OBIETTIVI DEL SOFTWARE	7
3.2	LA METODOLOGIA ADOTTATA	8
3.3	IL PROTOTIPO E IL SUO FUNZIONAMENTO	9
4	TASK 3: UNA NUOVA RELEASE CITY PROFILER IP	18
4.1	GLI OBIETTIVI DEL SOFTWARE	18
4.2	LA METODOLOGIA ADOTTATA	20
4.3	IL SOFTWARE E IL SUO FUNZIONAMENTO	21
5	CONCLUSIONI	25
6	CURRICULUM SCIENTIFICO DEL GRUPPO DI LAVORO	27

## 1 Sommario

Il presente documento descrive le attività realizzate da CRIET nell'ambito del Progetto Lumière per l'annualità 2013-2014. In particolare, CRIET è stato attivamente coinvolto nell'ideazione, progettazione e realizzazione di due iniziative: la predisposizione di un prototipo per la valutazione della prestazione ed efficienza energetica di un impianto di pubblica illuminazione e una nuova versione del software City Profiler IP.

Il prototipo realizzato nel corso del 2014 ha permesso di sviluppare competenze e metodologie operative idonee a fornire al comparto illuminotecnico nazionale modalità innovative ed efficienti per la gestione dei sistemi di pubblica illuminazione. L'esperienza maturata dal gruppo di lavoro ed i moduli sviluppati allo scopo di assicurare il corretto funzionamento del prototipo costituiscono un tassello fondamentale per la creazione di un tool estremamente articolato – il Public Energy Living Lab – il cui sviluppo si pensa possa essere curato nel corso delle prossime annualità.

La nuova release del software City Profiler IP rappresenta una versione migliorativa del programma realizzato nella scorsa annualità. Recepti i suggerimenti e vagliate attentamente le critiche mosse dagli esperti del settore, CRIET ed ENEA hanno lavorato allo sviluppo di una versione che garantisca maggiore fruibilità e minori possibilità di errore in modo tale da consentire un utilizzo ottimale per l'utente finale.

Di seguito, per ciascuno dei task assegnati a CRIET, si presentano gli obiettivi perseguiti, le metodologie utilizzate ed i risultati conseguiti.

## 2 Introduzione

Il tema dell'illuminazione pubblica è sempre più oggetto delle attenzioni di una pluralità eterogenea di soggetti, dalle amministrazioni pubbliche agli esperti del settore, dalle istituzioni nazionali al mondo accademico. Le ragioni dell'interesse nei confronti di tale comparto e delle sue problematiche sono da ricondurre all'attuale contesto economico nazionale e alle importanti iniziative che si ritiene possano essere avviate per conseguire risultati dei quali beneficerebbe l'intera collettività.

Le risorse a disposizione delle amministrazioni si riducono progressivamente con il passare del tempo e le attività volte a promuovere l'efficientamento energetico, inteso nella sua più ampia accezione di contenimento della spesa ed utilizzo razionale dell'energia, possono rappresentare una soluzione importante alle problematiche riscontrate da molti Comuni. Infatti, attraverso un utilizzo più accorto e consapevole degli impianti di pubblica illuminazione e con l'implementazione delle migliori soluzioni offerte del mercato, i Comuni italiani hanno da un lato la possibilità di migliorare la qualità del servizio offerto alla cittadinanza e, dall'altro, possono conseguire risparmi che garantirebbero dapprima la copertura degli interventi di messa a norma e di riqualificazione e, successivamente, la disponibilità di liberare risorse da destinare a iniziative a favore della collettività.

Al fine di creare i presupposti necessari affinché si possano realizzare tali progetti e si riescano a conseguire gli obiettivi prospettati, è tuttavia indispensabile superare una serie di ostacoli oggi assai diffusi nel nostro Paese. In primo luogo è indispensabile avviare campagne di informazione e comunicazione che mettano i responsabili comunali nella condizione di prendere coscienza delle problematiche connesse con il sistema di pubblica illuminazione e delle soluzioni di cui oggi possono disporre. Successivamente, occorre procedere alla raccolta di dati e informazioni che permettano di definire in maniera adeguata la consistenza degli impianti, il loro stato di conservazione e gli interventi da eseguire per la loro messa a norma e riqualificazione. Quest'ultima è una fase particolarmente importante e delicata in quanto, se da un lato deve consentire all'amministrazione di ottenere tutti i dati necessari per avere un quadro completo ed esaustivo della rete di pubblica illuminazione esistente sul suo territorio, dall'altro deve favorire lo sviluppo di un progetto di ammodernamento che sia in grado di presentare ai finanziatori le peculiarità dell'iniziativa, i costi che dovranno essere sostenuti, nonché i tempi e le modalità di rientro del finanziamento.

In tale contesto, CRIET – Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio – da 5 anni collabora stabilmente con ENEA al Progetto Lumière, mettendo a disposizione del gruppo di lavoro le competenze e le conoscenze necessarie per l'ideazione di modelli che consentano di trasferire alle amministrazioni locali gli strumenti utili a una più efficace ed efficiente gestione degli impianti di pubblica illuminazione.

Nel corso del 2014, CRIET è stato coinvolto per la progettazione, lo sviluppo e l'implementazione di strumenti che, anche valorizzando le esperienze maturate nel corso delle precedenti annualità, consentissero di fornire agli amministratori e agli operatori del settore i mezzi necessari per semplificare la gestione del servizio di pubblica illuminazione, favorire il monitoraggio e la valutazione della rete e promuovere una maggior consapevolezza delle decisioni assunte in ambito illuminotecnico. Inoltre CRIET è stato attivamente coinvolto nelle attività di comunicazione e diffusione dei risultati conseguiti dal Progetto Lumière, allo scopo di favorirne una diffusione quanto più capillare possibile e di promuovere le soluzioni realizzate a sostegno dei Comuni italiani.

Più nello specifico, l'attività di CRIET per il periodo 2013/2014 si è concretizzata nell'ideazione e sviluppo di due task:

- Progettazione e sperimentazione di un primo prototipo di software per l'analisi delle prestazioni di un impianto di pubblica illuminazione;
- Perfezionamento e integrazione del software City Profiler IP al fine di mettere a disposizione delle amministrazioni locali un tool in grado di far emergere le differenze tra la situazione degli impianti

di pubblica illuminazione prima degli interventi di riqualificazione e lo scenario che si avrà una volta terminati i lavori.

Nei capitoli successivi sono presentati, per ciascuno dei task assegnati a CRIET, le attività realizzate nel corso della presente annualità e gli obiettivi conseguiti.

### 3 Task 2: Un prototipo per la valutazione real time della prestazione ed efficienza energetica di un impianto di pubblica illuminazione

Il progetto di realizzazione di uno strumento per il monitoraggio in tempo reale e delle prestazioni e dell'efficienza di un impianto di pubblica illuminazione trae origine dalla convinzione che possa contribuire a fornire soluzioni ad alcune delle problematiche riscontrate dalle amministrazioni comunali.

Infatti, i Comuni italiani impegnati nell'implementazione di programmi per l'ammodernamento e la messa a norma della rete di pubblica illuminazione hanno la necessità di disporre di strumenti che consentano di verificare i risultati ottenuti al termine dei lavori: infatti, sempre più frequentemente le iniziative di riqualificazione sono realizzate facendo ricorso a soggetti terzi ed a capitale degli istituti di credito. Il controllo dell'impianto diviene così un'attività di estrema importanza in quanto favorisce il mantenimento di elevati standard di efficienza di funzionamento della rete, assicurando un corretto consumo di energia e, conseguentemente, facilitando il rispetto delle tempistiche previste per la restituzione del capitale.

L'investimento sostenuto dall'amministrazione comunale non permette soltanto di conseguire un'ottimizzazione dei consumi e una riduzione della spesa energetica, ma offre anche la possibilità di erogare maggiori servizi ai cittadini. Il monitoraggio degli impianti ammodernati diviene pertanto di estrema importanza in quanto da un lato pone le condizioni per verificar effettivamente il livello di servizio reso alla collettività e, dall'altro, mette a disposizione dell'amministrazione una serie di informazioni utili per comunicare e condividere con i cittadini i benefici offerti dalle soluzioni adottate.

Il controllo continuo dello stato di funzionamento del sistema di pubblica illuminazione consente di verificare costantemente che la rete funzioni nel rispetto dei criteri stabiliti dai responsabili comunali. Un tool di monitoraggio è dunque utile per riscontrare eventuali anomalie o malfunzionamenti e permette all'amministrazione di intraprendere tempestivamente le azioni necessarie per evitare sprechi di risorse e disservizi per la collettività.

Un ultimo vantaggio derivante dall'introduzione di un sistema di monitoraggio degli impianti e di archiviazione puntuale delle informazioni relative al funzionamento degli stessi è associato alla possibilità di avviare una gestione trasparente e partecipata del servizio di pubblica illuminazione. Da ciò discende, infatti, l'opportunità di migliorare i rapporti con il gestore della rete di pubblica illuminazione e, conseguentemente, di offrire ulteriori vantaggi a tutta la comunità.

Per queste ragioni, CRIET ed ENEA hanno ritenuto opportuno avviare i lavori per sviluppare un primo prototipo di software per il monitoraggio real time del funzionamento dei sistemi d'illuminazione comunali.

#### 3.1 *Gli obiettivi del software*

Il prototipo predisposto da CRIET nel corso del 2014 si ricollega al più ampio progetto del Public Energy Living Lab, ovvero un sistema di monitoraggio nazionale che intende garantire un controllo puntuale circa il funzionamento della rete di pubblica illuminazione italiana. A tal fine, il progetto prevede anzitutto la realizzazione di un database all'interno del quale raccogliere informazioni sui consumi energetici nazionali. Grazie alla tracciabilità nel tempo dei dati, i dettagli acquisiti potranno essere utilizzati per monitorare le prestazioni della rete, evidenziare eventuali anomalie e far emergere le best practice locali e nazionali.

Alla luce di questo scenario, nel corso del 2014 CRIET, in collaborazione con ENEA, ha provveduto a progettare e realizzare un primo prototipo di programma che, seppur facendo uso di dati acquisti presso alcuni impianti sperimentali, ha permesso di analizzare la struttura tecnologica sottostante, avviare il processo di definizione dell'architettura software, valutare la tipologia e la mole di informazioni da acquisire e studiare quali potessero essere i primi benchmark da restituire all'utente.

Obiettivo del software è quindi permettere un'analisi dei sistemi d'illuminazione basata su informazioni acquisite in parte dal progetto strutturale di realizzazione dell'impianto e in parte attraverso i dati periodicamente raccolti tramite strumenti appositamente installati sulla rete monitorata. In questo modo, l'utente interessato può disporre di:

- a) Indicatori di progetto;
- b) Indicatori di performance;
- c) Parametri di diagnostica;
- d) Confronti rispetto alle best practice esistenti.

Le ragioni che spiegano l'importanza di un sistema di monitoraggio e valutazione come quello contenuto in questo prototipo sono molteplici. Innanzitutto, una verifica dell'adeguatezza del progetto illuminotecnico rispetto al contesto nel quale lo stesso ha trovato applicazione consente di accertare che le soluzioni individuate in sede di ideazione degli impianti siano in linea con quanto previsto dalle normative e rispondano alle esigenze del territorio. Il controllo delle prestazioni permette sia alle amministrazioni locali sia ai gestori di verificare il corretto funzionamento delle strutture illuminotecniche in relazione alle loro caratteristiche e ai profili di funzionamento definiti in sede di programmazione delle fasi di accensione e spegnimento. Il sistema di diagnostica consente ai tecnici e ai professionisti di rilevare eventuali scostamenti nei consumi e potrebbe persino suggerire le possibili ragioni che spiegano tale differenza. Infine, grazie ad un confronto con le best practice esistenti, è possibile comparare le diverse performance degli impianti monitorati e, conseguentemente, far emergere delle soluzioni che garantirebbero alle amministrazioni di erogare ai cittadini un miglior servizio.

In sintesi, il prototipo realizzato da CRIET, oltre a consentire la comprensione delle connessioni da implementare tra il database per l'archiviazione dei dati e l'interfaccia utente (gettando così le basi per una major release alla quale si ipotizza di lavorare nella prossima annualità), permette di acquisire importanti informazioni e conoscenze sugli impianti di pubblica illuminazione. I dati raccolti, infatti, possono essere utilizzati dal programma per elaborare valutazioni circa l'adeguato dimensionamento degli impianti rispetto alle caratteristiche tecniche previste dalla normativa vigente, analizzare il corretto funzionamento della rete in relazione alle sue peculiarità, nonché identificare le best practice che consentono di presentare alle amministrazioni modelli per una efficace ed efficiente gestione del sistema di pubblica illuminazione.

### *3.2 La metodologia adottata*

I lavori per la progettazione e la realizzazione del primo prototipo per la valutazione real time delle prestazioni di un impianto sono stati complessi e hanno richiesto l'impegno di un eterogeneo gruppo di professionisti. Infatti, la creazione del modello ha visto il coinvolgimento di figure professionali con competenze estremamente diverse tra loro: gli esperti del settore dell'illuminazione pubblica sono stati affiancati da informatici che si sono occupati della creazione della struttura hardware e software sottostante il prototipo e da esperti di management impegnati nel coordinamento dei lavori nell'implementazione del funzionamento del programma. Le attività sono state avviate soltanto nel mese di marzo a causa di ritardi amministrativi non imputabili al gruppo di lavoro e hanno richiesto la realizzazione di numerose riunioni. I meeting si sono resi necessari in quanto le complessità dell'obiettivo prefissato sono molteplici e, pertanto, è apparso da subito indispensabile un coordinamento delle attività e una condivisione delle scelte progettuali.

Nello specifico, sono quindi state effettuate:

- Tre riunioni preparatorie nel trimestre marzo-maggio 2014 nel corso delle quali si è provveduto a definire puntualmente quali fossero gli obiettivi che si intendevano perseguire con il software. Tali incontri sono risultati essere estremamente importanti in quanto hanno facilitato la condivisione all'interno del gruppo di lavoro dei risultati da raggiungere;
- Un incontro presso la sede ENEA di Casaccia (RM) e uno presso la sede ENEA di Ispra per la presentazione del progetto a tutti i professionisti coinvolti. In particolare, nel corso di tali giornate sono stati illustrati gli obiettivi da perseguire con la creazione del primo modello di software, sono state discusse le possibili finalità del Public Living Lab e i target conseguibili nel corso del biennio 2014/2015, oltre a definire le tempistiche e i traguardi intermedi per lo sviluppo del prototipo;

- Due riunioni tra i tecnici informatici responsabili del progetto per i diversi enti coinvolti. I lavori preparatori condotti nel corso di tali incontri sono stati definiti come indispensabili sia da ENEA che da parte di CRIET in quanto, sin dall'avvio del progetto, è emersa la necessità di un confronto finalizzato alla condivisione del linguaggio di programmazione da utilizzare e all'individuazione della tipologia di database sottostante il software. In seguito, i tecnici informatici hanno continuato il rapporto di collaborazione per elaborare la migliore struttura di raccolta dati alla luce dei protocolli solitamente utilizzati dal reparto IT di ENEA;
- Sei conference call tra i diversi soggetti coinvolti nel team di lavoro. Queste sono risultate imprescindibili per risolvere le problematiche emerse nel corso della realizzazione del progetto, nonché per mantenere un aggiornamento continuo tra i componenti del gruppo e coordinare le attività di progettazione e sviluppo del prototipo;
- Otto meeting di lavoro presso la sede ENEA di Ispra. Questi incontri hanno rappresentato una fase indispensabile del progetto di sviluppo prototipo del software. Oggetto di queste riunioni è stata infatti la pianificazione dell'architettura del programma, l'identificazione delle informazioni necessarie a elaborare indicatori per la valutazione degli impianti, nonché l'individuazione di funzionalità e formule del software e della struttura del database contenente tutti i dati acquisiti e i risultati prodotti dal programma.

Nel complesso, la progettazione e la creazione del prototipo realizzato da CRIET ha richiesto l'impegno di professionisti senior e junior che nel periodo marzo-agosto 2014 hanno dedicato numerose giornate di lavoro al coordinamento delle attività svolte e allo sviluppo del progetto.

### 3.3 *Il prototipo e il suo funzionamento*

Il prototipo realizzato nel corso dell'annualità richiede un'installazione client in locale e prevede la scrittura delle informazioni acquisite all'interno del database che viene fornito insieme al software. In questo modo, è possibile archiviare le informazioni ottenute nel corso della compilazione e, allo stesso tempo, si consente al programma di memorizzare anche le valutazioni elaborate durante la sua esecuzione.

Il software predisposto da CRIET nel corso del 2014 si compone di due sezioni:

- a) **Sezione di input**, riservata all'acquisizione di informazioni relative alle caratteristiche dei quadri elettrici e delle zone stradali che concorrono a formare il sistema di pubblica illuminazione analizzato
- b) **Sezione di valutazione**, all'interno della quale sono elaborate analisi relative a caratteristiche e prestazioni degli impianti.

In tal modo si è cercato di facilitare la fruibilità del programma da parte dell'utente: in un primo momento, infatti, vengono richieste una serie di informazioni propedeutiche all'elaborazione delle valutazioni e, successivamente, sono presentati all'utente i risultati delle analisi prodotte dal software.

I moduli di acquisizione dei dati, contenuti all'interno della prima sezione, sono quelli che richiedono maggior impegno e attenzione da parte dell'utente in quanto, sulla base degli input ottenuti, il software procede a creare un database contenente i dati degli impianti di pubblica illuminazione oggetto d'analisi. Queste informazioni saranno successivamente utilizzate dal programma come baseline di confronto per predisporre i KPI elaborati all'interno della sezione successiva e, pertanto, è importante che siano il più possibile corrette e aggiornate.

Per ragioni strettamente connesse con le tempistiche di realizzazione del progetto e con la necessità di eseguire frequenti interventi e controlli sul funzionamento sull'architettura del software, l'attuale release prevede che le informazioni sull'operatività degli impianti utilizzate per pervenire ai KPI richiesti siano acquisite da un database. Tuttavia, si prevede che in futuro tale procedura avverrà grazie alla trasmissione delle informazioni da parte di uno smart meter installato all'interno del quadro elettrico che si intende analizzare.

Procedendo con un'analisi di maggior dettaglio, di seguito si presentano le peculiarità di ciascuna sezione che concorre a formare il prototipo sviluppato nel corso del 2014.

All'interno della **sezione di input**, mediante un'analisi dello stato di fatto dell'impianto, vengono acquisite tutte le informazioni di audit che permettono di risalire alle soluzioni che sono state adottate in sede di installazione e alle caratteristiche dell'impianto stesso allo scopo di comprenderne quali dovrebbero essere le prestazioni che dovrebbero garantire alla collettività. A tale scopo, sono stati progettati e sviluppati tre moduli che consentono al software di archiviare tutti i dati necessari per la successiva elaborazione dei KPI, ovvero:

1. Modulo per l'acquisizione delle informazioni relative ai quadri elettrici;
2. Modulo per l'acquisizione delle informazioni relative alle zone stradali;
3. Modulo per la definizione del profilo di funzionamento degli impianti oggetto d'analisi.

Il primo modulo richiede all'utente di individuare una serie di dati relativi ai quadri che compongono il sistema di pubblica illuminazione che si intende analizzare. Sono informazioni preziose perché, oltre a fornire indicazioni relative alla numerosità e alle tipologie di apparecchi in uso presso il Comune per il quale è realizzato lo studio, permettono di conoscere quali sono le linee che afferiscono a un determinato apparecchio e come le stesse sono attualmente gestite dai responsabili comunali.

**Figura 1 – Modulo acquisizione informazioni quadro elettrico**

The screenshot shows a web interface titled "Modifica quadro elettrico" (Modify electrical panel). The interface includes a search bar, a sidebar with navigation options like "Dashboard", "Quadri elettrici", "Zone stradali", "Monitoring", "KPI di progetto", and "KPI di performance". The main content area contains a form with the following fields and values:

- Pod: pod
- Indirizzo: indirizzo
- Latitudine: 0
- Longitudine: 0
- Tipologia: Esterna
- Numero fasi: Monofase
- Numero sottopiedi: 1
- Tensione di alimentazione (V): 2
- Numero di linee in uscita dal QE: 3
- Tipo linee in uscita dal QE: Altro
- Consumo elettrico annuo desunto (kWh): 40
- Potenza installata (kW): 5
- Potenza installata comprensiva di perdite (kW): 5
- Tipo di accensione: Orologio
- Ore di accensione annue: 7
- Tipo di regolazione del flusso luminoso: Nessuna

There are also several checkboxes for additional settings, such as "Presenza di conduttore di neutro in comune con altri distributori", "Presenza di telecomando su QE", "Circuoculare", and "Promiscuità linee di distribuzione". The form has "Salva" and "Annulla" buttons at the bottom right.

Per la compilazione del secondo modulo, il software richiede all'utente di aggregare i punti luce con le stesse caratteristiche, afferenti alla stessa linea e collocati all'interno della medesima area, come zone stradali omogenee. Tale decisione, seppur presentando un certo grado di approssimazione, è stata individuata e approvata dai tecnici ENEA in quanto si è ritenuto possa condurre a valutazioni attendibili e, allo stesso tempo, permetta agli addetti comunali di ridurre in maniera considerevole i tempi di raccolta dei dati. Attraverso il secondo modulo, dunque, l'utente fornisce informazioni precise e dettagliate sulle zone stradali, sui punti luce che le compongono, nonché sulle caratteristiche dell'area presso le quali sono ubicate.

Figura 2 – Modulo acquisizione informazioni zona stradale

ENEA Public Lighting Living Lab

Search...

Dashboard

Quadri elettrici

Zone stradali

Monitoring

KPI di progetto

KPI di performance

### Modifica zona stradale

E' qui possibile modificare le proprietà di zona stradale

Quadro elettrico	prod	✓
Identificativo anemometro	kl_umar_meter	✓
Data ispezione	18/09/14	✓
Localizzazione (indirizzo)	viale Sarca 45	✓
Latitudine inizio strada	52.35	✓
Longitudine inizio strada	23.36	✓
Latitudine fine strada	52.36	✓
Longitudine fine strada	23.36	✓
Identificativo zona omogenea	kl zona	✓
Localizzazione zona omogenea	nord milano	✓
Tipologia	Strada	✓
Tipologia strada	A1 - Autostrade extraurbane - Limite di velocità 130-150 km/h	✓
Classe illuminotecnica	ME1	✓
Tipologia marlo stradale	Asfalto	✓
Riflettanza marlo stradale	0.217	✓
Lunghezza totale (m)	100	✓
Larghezza media (marciapiede escluso)	5	✓
Superficie (m <sup>2</sup> )	500	✓
Numero sensi di marcia	2	✓
Numero corsie per senso di marcia	2	✓

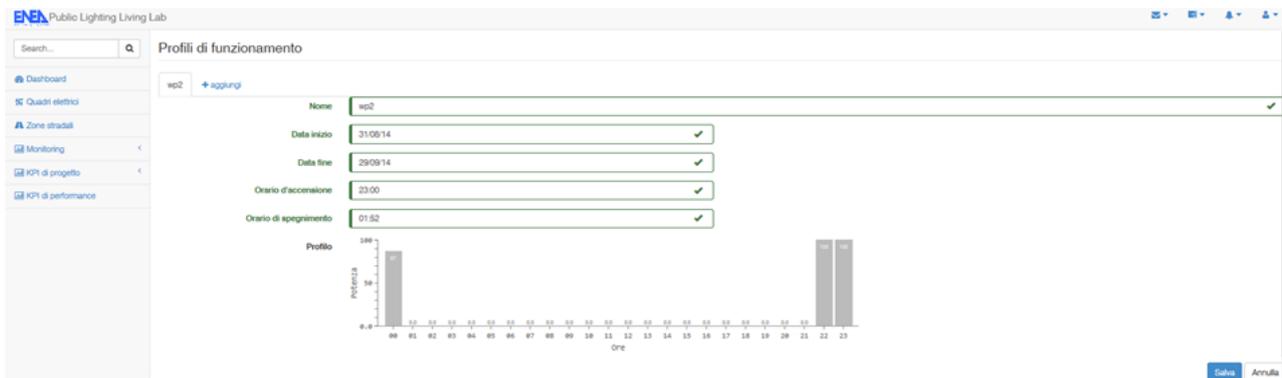
### Punti Luce

pt1 + aggiungi

Nome	pt1	✓
Numero punti luce	4	✓
Tipologia corpi illuminanti	Stradale	✓
Tipologia chiusura	Vetro piano	✓
Rendimento	0.75	✓
Efficienza	85	✓
Grado apertura	70	✓
Modello		✓
Età	Da 0 a 5 anni	✓
Tit	5	✓
Tipologia sorgente	Led	✓
Potenza nominale	250	✓
Flusso luminoso (lm)	23	✓
Perdite alimentatore	0	✓
Tipologia installazione	Su palo	✓
Altezza	8	✓
Lunghezza braccio (m)	2.5	✓
Età soletgri	Da 0 a 5 anni	✓
Interdistanza media tra i soletgri (m)	25	✓

Il terzo e ultimo modulo sottopone all'utente una serie di quesiti finalizzati a ricreare un profilo di funzionamento degli impianti. Si tratta di un passaggio indispensabile in quanto le indicazioni fornite saranno successivamente utilizzate come punto di partenza per condurre analisi e valutazioni sulla rete soggetta a monitoraggio. Il profilo di funzionamento viene visualizzato per zona stradale qualora l'impianto oggetto d'analisi sia dotato di sistemi di regolazione punto a punto; viceversa, il profilo è visualizzato per quadro elettrico.

**Figura 3 – Modulo per definizione profilo di funzionamento dell'impianto**



Durante questa prima fase di acquisizione delle informazioni, il software procede a sviluppare una serie di connessioni con il database in modo da garantire una corretta archiviazione dei dati e avere così la possibilità di elaborare indicazioni in merito alla prestazione teorica che, sulla base delle sue peculiarità, l'impianto dovrebbe garantire. La necessità di determinare tale stima è dettata dall'esigenza di ricreare un riferimento rispetto al quale, nelle fasi successive, verranno prodotte valutazioni e confronti.

La figura seguente illustra il data model del prototipo sviluppato.



La **sezione di valutazione** si compone di quattro moduli all'interno dei quali le informazioni acquisite nella fase di input vengono utilizzate per realizzare una serie di confronti: alcuni indicatori di performance sono elaborati una tantum nel momento in cui si avvia il processo di monitoraggio della rete, mentre altri sono calcolati ciclicamente ogni qual volta il software riceve dati aggiornati sul funzionamento degli impianti.

Più nel dettaglio, le elaborazioni riguardano:

1. KPI di progetto
2. KPI di performance
3. Diagnostica
4. Benchmarking

### KPI di progetto

Un primo obiettivo individuato dagli esperti di CRIET ed ENEA nel momento in cui sono stati avviati i lavori di progettazione del presente software riguarda la possibilità di sviluppare KPI finalizzati a fornire indicazioni sugli impianti di pubblica illuminazione e la loro conformità al contesto nel quale sono installati. Si è quindi ritenuto opportuno assumere come punto di partenza le informazioni acquisite durante la redazione dello stato di fatto degli impianti analizzati e progettare il sistema in modo da elaborare informazioni utili a questo scopo.

I KPI di progetto sono quindi calcolati in funzione di alcune peculiarità del sistema illuminotecnico, delle caratteristiche della strada dove si colloca l'impianto (normativa vigente, classe stradale, categoria illuminotecnica d'ingresso, ampiezza della carreggiata) e della tecnologia installata. Al termine del processo valutativo, il programma restituisce indicazioni in merito all'adeguatezza delle sorgenti luminose adottate in virtù della loro efficienza luminosa e dei parametri minimi previsti dalle attuali leggi in vigore, nonché un giudizio sull'eventuale sovradimensionamento o sottodimensionamento dell'impianto in virtù della tipologia di strada servita dai punti luce analizzati.

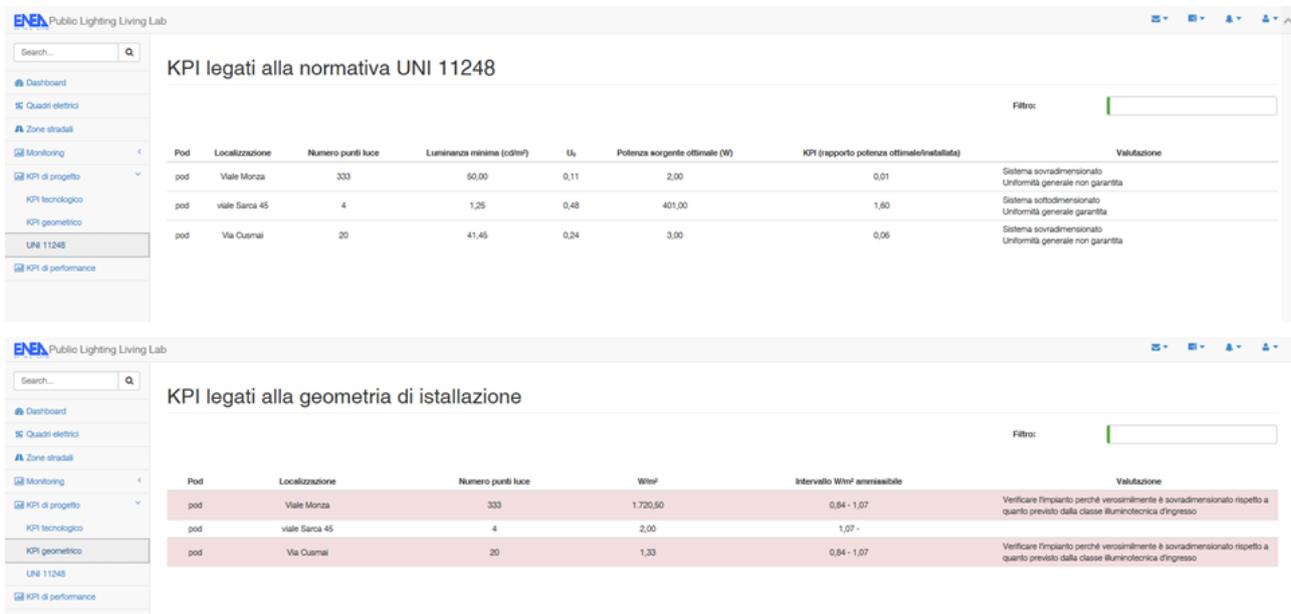
In particolare, sono stati elaborati due KPI di progetto relativi all'efficienza luminosa delle sorgenti installate e al corretto dimensionamento dell'impianto rispetto alla zona stradale dove lo stesso è collocato. Più nel dettaglio, il software presenta i seguenti KPI:

- a) **Indicatore tecnologico.** L'indicatore prevede un confronto tra l'efficienza luminosa della sorgente installata e l'efficienza luminosa minima ammissibile secondo i parametri CAM – Criteri Ambientali Minimi stabiliti dal D.M. del 23 dicembre 2013. Il software da un lato verifica la conformità della sorgente utilizzata rispetto alla normativa vigente e, dall'altro, per le sorgenti ammissibili, controlla il rispetto del limite minimo di efficienza luminosa.
- b) **Indicatore di adeguatezza dimensionale.** L'indicatore effettua una valutazione fra i  $W/m^2$  massimi ammissibili per la classe illuminotecnica d'ingresso della strada ove si colloca l'impianto e  $W/m^2$  dedotti dalla geometria d'installazione dell'impianto. Al termine delle elaborazioni, il programma restituisce un'indicazione circa il corretto dimensionamento dell'impianto analizzato.
- c) **Indicatore di sovradimensionamento del progetto.** L'indicatore valuta il rapporto tra la potenza installata sulla strada e la potenza ottimale. La potenza ottimale è calcolata a partire dalle condizioni attuali dell'impianto (classe e larghezza strada, caratteristiche asfalto, altezza punto luce e sbraccio, distanza interpalo, caratteristiche lampade ed apparecchio) definendo quale dovrebbe essere la potenza delle lampade per rispettare la normativa di progetto.

I KPI di progetto presentati, calcolati utilizzando come parametri di riferimento i dati dell'audit acquisiti nella precedente sezione, sono elaborati dal software soltanto una volta all'inizio del processo di monitoraggio della rete. Infatti tali indicatori, poiché sono di tipo progettuale, necessitano di essere aggiornati soltanto nel caso in cui il Comune decida di apportare modifiche strutturali alla propria rete di pubblica illuminazione.

Di seguito si presentano alcune schermate del prototipo relative ai KPI di progetto

**Figura 5 – Esempi di elaborazione KPI di progetto**



## KPI di performance

L'elaborazione dei KPI di performance, contrariamente a quanto accade per gli indicatori di progetto poc'anzi presentati, è avviata ogni volta che il programma riceve un pacchetto dati relativo al funzionamento degli impianti. Superata la fase prototipale del progetto nella quale le informazioni vengono acquisiti da una banca dati preesistente, la soluzione più verosimile che può essere prospettata prevede che i dati provenienti dagli smart meter vengano rilevati a livello orario e trasmessi al software con cadenza giornaliera. Questa procedura, unita ad un'archiviazione in locale delle informazioni acquisite, permette un'ottimizzazione del processo di trasmissione e garantisce la possibilità, qualora ve ne sia la necessità, di recuperare i dati anche in momenti successivi. In ultima analisi, questa procedura permette di creare un sistema di monitoraggio puntuale che consente di elaborare indicatori e valutazioni che si caratterizzano per un elevato grado di affidabilità.

In particolare, il processo di collaborazione e cooperazione fra CRIET e gli esperti illuminotecnici di ENEA ha portato a individuare due KPI di performance da proporre all'utente per fornire una valutazione circa le prestazioni erogate alla collettività dall'impianto.

Pertanto, i KPI di performance calcolati dal prototipo sono:

- Rapporto tra il consumo giornaliero atteso ed il consumo giornaliero misurato.** L'indicatore, che prevede il confronto tra i consumi giornalieri che è lecito attendersi in virtù delle caratteristiche dell'impianto e della sua gestione (potenza installata, perdite, modalità di gestione) e quelli effettivamente rilevati dallo smart meter, è calcolato come:

$$Performance_1 = \frac{\text{Consumo atteso (Wh)}}{\text{Consumo misurato (Wh)}}$$

- Percentuale di energia risparmiata grazie alla dimmerazione.** L'indicatore consente di valutare l'importanza degli strumenti di regolazione del flusso luminoso mediante un confronto fra il consumo giornaliero che si avrebbe in assenza di dimmerazione e il consumo giornaliero misurato sulla base dei dati inviati dallo smart meter. In formula, il KPI è così calcolato:

$$KPI \text{ Performance}_2 = \frac{\text{Consumo atteso senza regolazione (Wh)} - \text{Consumo misurato (Wh)}}{\text{Consumo atteso senza regolazione (Wh)}} \cdot 100\%$$

Gli indicatori di performance presentati possono ovviamente essere declinati su base giornaliera, settimanale, mensile e annuale. In questo modo l'utente ha la possibilità di effettuare controlli relativamente al funzionamento degli impianti sulla base dell'arco temporale di suo interesse.

### Diagnostica

Uno degli obiettivi prefissati in sede di pianificazione del presente progetto prevede la creazione uno strumento in grado di supportare le amministrazioni e i gestori nel controllo del corretto funzionamento della rete di pubblica illuminazione. La possibilità di disporre quotidianamente di informazioni relative all'operatività oraria di ciascun impianto, infatti, costituisce il presupposto indispensabile per poter verificare ed individuare puntualmente eventuali anomalie.

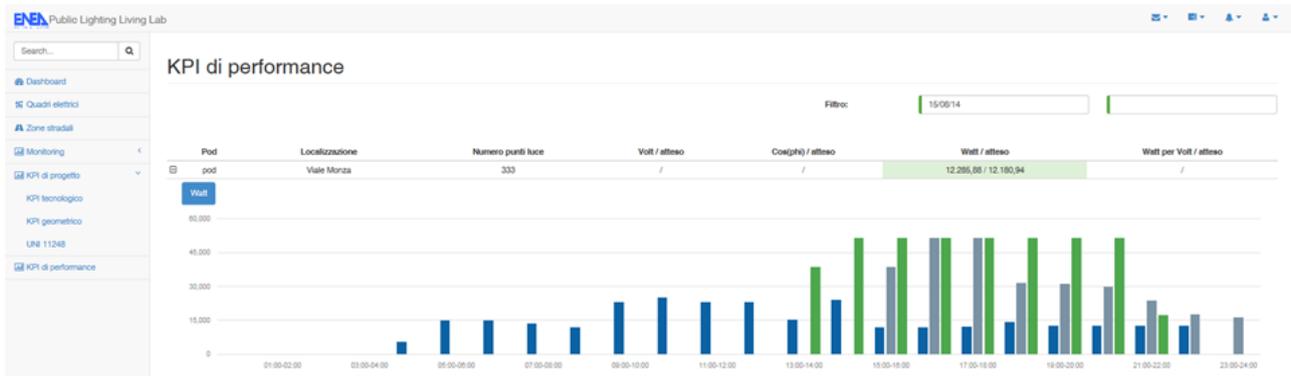
Il prototipo realizzato da CRIET ed ENEA è quindi stato strutturato in modo tale da avere un apposito modulo di diagnostica che consente di effettuare un check up degli impianti monitorati. Il controllo avviene utilizzando le informazioni acquisite dall'utente attraverso la maschera di definizione del profilo di funzionamento degli impianti oggetto d'analisi contenuta nella prima sezione del software. I dati acquisiti vengono confrontati con quelli ciclicamente inviati dallo smart meter al database allo scopo di evidenziare eventuali scostamenti rispetto a quanto sarebbe lecito attendersi in virtù del profilo di funzionamento definito dai tecnici comunali. Al termine dei lavori, sono stati individuati quattro parametri per controllare il corretto funzionamento degli impianti e il rispetto dei profili di funzionamento stabiliti dall'amministrazione comunale:

- a) **Tensione di alimentazione:** parametro elaborato su base oraria. Prevede il confronto tra la tensione di alimentazione misurata dallo smart meter con la tensione prevista in virtù del profilo di funzionamento scelto dall'utente;
- b) **Potenza oraria:** parametro elaborato su base oraria. Prevede il confronto tra la potenza oraria rilevata dallo smart meter e la potenza oraria prevista, derivata dalle caratteristiche degli impianti, calcolata in funzione della tensione di alimentazione;
- c) **Cos(φ):** parametro elaborato su base oraria. Prevede il confronto tra il Cos(φ) misurato dallo smart meter e il Cos(φ) minimo che deve essere garantito per evitare un'eccessiva dispersione di corrente;
- d) **Consumo giornaliero:** parametro elaborato quotidianamente. Prevede un confronto tra il consumo di energia giornaliero effettivo, elaborato dal software sulla base dei dati di potenza oraria forniti, e consumo di energia giornaliero previsto, calcolato in funzione delle caratteristiche dell'impianto.

Per poter consentire una facile interpretazione dei risultati da parte dell'utente, il software produce dei warning ogni qual volta le misurazioni effettuate dallo smart meter non sono in linea con il profilo individuato sulla base delle caratteristiche dell'impianto e/o con il funzionamento descritto dall'utente. Tuttavia, al fine di evitare che scostamenti tollerabili e minime anomalie comunque imputabili ad un normale funzionamento degli impianti attivino segnali d'allarme ingiustificati, si è deciso di fissare un margine di tolleranza per ciascun parametro monitorato. In particolare, la percentuale di scostamento accettata è fissata al 10% per la tensione di alimentazione, la potenza oraria ed il consumo giornaliero, mentre si è stabilito che il cos(φ) non produca alcun allarme nel caso presenti valori compresi tra 0,8 e 1.

Di seguito si presenta una esemplificazione della fase di performance e di diagnostica

**Figura 6 – Grafici esemplificativi delle fasi di performance e diagnostica**



## Benchmarking

La quinta ed ultima funzionalità di cui è provvisto il prototipo realizzato nel corso della presente annualità è quella relativa al benchmarking, ovvero la possibilità di confrontare i dati periodicamente acquisiti con dei parametri di riferimento al fine di fornire indicazioni relative alle prestazioni che l'impianto analizzato è in grado di garantire. Al fine di favorire una più agevole ed immediata interpretazione dei risultati ai quali il software perviene, si è ritenuto opportuno far generare automaticamente al software grafici contenenti confronti più significativi emersi nel corso delle analisi realizzate. La rilevanza di tale funzionalità è strettamente connessa con la necessità di non limitarsi a fornire esclusivamente indicazioni in merito al singolo impianto ed al suo funzionamento in un preciso momento ma, piuttosto, di indicare quali siano le migliori performance che il gestore dovrebbe assumere come obiettivo. Così procedendo, infatti, si offre la possibilità ai soggetti interessati di prender coscienza di eventuali situazioni che, opportunamente esaminate ed eventualmente migliorate, potrebbero offrire un miglior rendimento in termini di efficienza e/o prestazionali.

Tutti i dati acquisiti ed elaborati dal software sono archiviati in un database al quale è lecito ipotizzare possano accedere i tecnici delle amministrazioni comunali, i professionisti delle società responsabili del servizio di pubblica illuminazione e gli esperti del settore al fine di promuovere una gestione trasparente, efficace ed efficiente degli impianti presenti sul territorio nazionale. Si tratta di un'importante base informativa sulla quale vi è la possibilità di avviare un dialogo che conduca ad un rapporto migliore tra Comuni e società erogatrici di servizi.

## 4 Task 3: una nuova release City Profiler IP

Tra i principali obiettivi che si propone il progetto Lumière vi è certamente il supporto alle amministrazioni locali nella definizione del processo di efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione. A tal proposito, numerose sono le iniziative avviate dal gruppo di lavoro Lumière, alcune finalizzate a promuovere tra gli amministratori comunali una maggiore conoscenza e competenza in merito alla rete di pubblica illuminazione e ai processi che devono essere attuati per garantire un ammodernamento della stessa, alcune di stampo prettamente più operativo e quindi progettate per offrire un supporto concreto verso la riqualificazione degli impianti.

Nel corso delle passate annualità, CRIET ha partecipato attivamente allo sviluppo del progetto Lumière sia fornendo un supporto di tipo manageriale indirizzato ad accrescere la cultura illuminotecnica all'interno delle realtà comunali, sia realizzando software che, valorizzando le iniziative di comunicazione e diffusione promosse da ENEA e dai partner Lumière, consentissero agli amministratori locali di intraprendere concretamente un percorso avente come obiettivo l'ammodernamento degli impianti di pubblica illuminazione. Più in dettaglio, allo scopo di affiancare i pubblici amministratori nella gestione degli impianti di pubblica illuminazione e volendo promuovere la definizione di efficaci progetti di efficientamento, ENEA ha deciso di avviare lo sviluppo di una famiglia di software di supporto – *City Profiler* – rivolta a tutti i Comuni italiani. Obiettivo primario di questo pacchetto di programmi, sviluppati nel corso del tempo nell'ambito del Progetto Lumière, è semplificare la gestione degli impianti, incentivare la programmazione degli interventi di riqualificazione energetica e consentire il monitoraggio delle prestazioni energetiche al termine dei lavori di efficientamento.

La progettazione e la realizzazione dei software del progetto Lumière ha visto il coinvolgimento diretto di CRIET che, con la collaborazione di ENEA, ha sviluppato i programmi City Performance Profiler (2012) e City Profiler IP (2013). Il City Performance Profiler, in particolare, è stato ideato a fronte della diffusa necessità delle amministrazioni locali di ottenere informazioni utili e supporto nella progettazione dei programmi di riqualificazione energetica. Si è quindi ritenuto opportuno proporre uno strumento di simulazione che potesse fornire indicazioni circa le iniziative da intraprendere per realizzare un progetto di efficientamento energetico, elaborare alcune stime di massima sui costi da sostenere e restituire delle valutazioni sui risparmi conseguibili, sia in termini di consumi sia in termini economici.

Il tool sviluppato nel 2013, il City Profiler IP, è invece stato realizzato allo scopo di mettere a disposizione dei Comuni un tableau de bord per affiancarli lungo l'intero processo di efficientamento energetico. L'intento del software era pertanto coadiuvare gli amministratori nell'individuazione delle migliori attività da intraprendere per ottenere i risultati desiderati, oltre a mostrar loro gli output ai quali è possibile pervenire una volta eseguiti gli interventi necessari per riqualificare gli impianti di pubblica illuminazione.

Nel corso del 2014 CRIET ha ricevuto l'incarico di arricchire la famiglia City Profiler con lo sviluppo di un upgrade del software City Profiler IP sviluppato nel corso della precedente annualità. Il tool si rivolge alle amministrazioni comunali interessate a ottenere una valutazione puntuale degli interventi da effettuare sulle componenti della rete di pubblica illuminazione, nonché l'individuazione dei costi e benefici associati alle attività di ammodernamento degli impianti. Il software rappresenta pertanto un importante strumento per gli amministratori comunali ai quali viene offerta sia la possibilità di controllare step by step il processo di efficientamento della rete di pubblica illuminazione, sia di compiere importanti valutazioni circa l'adozione degli smart services.

### 4.1 Gli obiettivi del software

Alla luce delle difficoltà riscontrate dagli amministratori comunali nel reperire informazioni accurate circa lo stato di conservazione degli impianti presenti all'interno del proprio territorio e della diffusa carenza di conoscenze circa le possibili soluzioni implementabili allo scopo di migliorare le prestazioni energetiche e prestazionali della rete di pubblica illuminazione, ENEA e CRIET hanno lavorato allo sviluppo di una nuova

release del software City Profiler IP volta ad affiancare i responsabili comunali nella definizione del processo di riqualificazione illuminotecnica.

La versione 2014 del programma è stata quindi predisposta con l'intento di offrire agli utilizzatori uno strumento in grado di supportarli durante tutta la durata del processo di riqualificazione ed efficientamento della rete di pubblica illuminazione.

L'obiettivo prefissato per il programma è quello di fornire ai responsabili comunali un tool che consenta di monitorare tutte le operazioni di riqualificazione e ammodernamento degli impianti, governando gli interventi individuati in fase di progettazione, elaborando valutazioni circa la fattibilità economico-finanziaria del progetto e fornendo scenari che permettano di valutare anticipatamente i risultati ai quali si potrà pervenire una volta terminati i lavori.

Grazie all'utilizzo della nuova versione del software, l'amministrazione comunale ha quindi la possibilità di essere coadiuvata nel processo decisionale che caratterizza tutte le fasi del programma di riqualificazione e ammodernamento della rete di pubblica illuminazione. Più in particolare, il software consente di:

- Acquisire consapevolezza e conservare i dati contenuti nel censimento degli impianti di pubblica illuminazione presenti all'interno del proprio territorio;
- Verificare lo stato di conservazione degli elementi che compongono la rete di pubblica illuminazione;
- Controllare puntualmente le decisioni che sono state definite insieme ai professionisti incaricati circa gli interventi che dovranno essere realizzati a livello di quadro e di singolo punto luce;
- Preventivare i costi che dovranno essere sostenuti per procedere con le opere di ammodernamento e messa a norma degli impianti;
- Ottenere una valutazione circa la fattibilità economico-finanziaria delle diverse ipotesi d'intervento sottoposte all'amministrazione comunale.

Rispetto alla versione precedente, l'edizione 2014 del software si caratterizza per una maggiore semplicità di utilizzo da parte dell'operatore. Infatti, per rendere più agevole l'utilizzo del programma da parte del personale comunale e, allo stesso tempo, cercare di contenere quanto più possibile la possibilità di errore imputabile all'utilizzatore, si è ritenuto opportuno ricondurre la fase di inserimento dati a un'operazione di upload di un file precedentemente compilato. Tale modifica, alla quale si è giunti anche grazie alla collaborazione con i diversi attori del team Lumière e al confronto costante con i responsabili ENEA del progetto, consente un miglior impiego delle risorse da parte dell'amministrazione comunale in quanto permette di ridurre in maniera consistente il tempo necessario per l'immissione delle informazioni richieste dal software e, in ultima analisi, semplifica il lavoro degli addetti comunali.

Inoltre, grazie all'utilizzo del software, i decisori pubblici sono in grado di compiere delle valutazioni in merito alla possibilità di installare, durante i lavori di riqualificazione ed efficientamento della rete, tecnologie smart service: infatti, l'adozione di elementi finalizzati ad accrescere le potenzialità degli impianti di pubblica illuminazione può determinare variazioni, anche sostanziali, dell'investimento economico richiesto all'amministrazione comunale e, pertanto, è importante mettere a loro disposizione un tool che fornisca indicazioni in merito alla fattibilità economico-finanziaria di tale operazione.

Infine, i risultati ai quali è possibile pervenire grazie all'utilizzo della release 2014 del software offrono la possibilità di supervisionare l'intero quadro delle operazioni che compongono il processo di messa a norma e riqualificazione del sistema di pubblica illuminazione comunale, controllando i singoli interventi che dovranno essere realizzati, i costi che dovranno essere sostenuti per ultimarli e i benefici che ne deriveranno. Inoltre, il software rappresenta per le amministrazioni uno strumento in grado di indirizzare le azioni di efficientamento, favorendo la realizzazione di progetti unitari che prevedano, sin dalla fase di ideazione, interventi strutturali e integrati.

La nuova versione del City Profiler IP è quindi rivolta a tutte le amministrazioni comunali italiane che, volendo intraprendere un percorso di efficientamento della rete di pubblica illuminazione finalizzato ad accrescere i risparmi e a fornire un miglior servizio alla collettività, necessitano di valutare nel dettaglio le opportunità e le minacce sottostanti a un programma di ammodernamento degli impianti.

## 4.2 *La metodologia adottata*

Uno degli obiettivi individuati dal gruppo di lavoro in sede di progettazione della release 2014 prevedeva che lo sviluppo avvenisse massimizzando le esperienze maturate nell'ambito del Progetto Lumière nel corso delle precedenti annualità. In questo modo, infatti, si è ritenuto di poter elaborare uno strumento che, recependo le istanze e le problematiche provenienti dagli amministratori pubblici, potesse fornire soluzioni alle difficoltà quotidianamente riscontrate dai Comuni interessati a riqualificare gli impianti d'illuminazione.

Al fine di sviluppare un prodotto che rispondesse alle esigenze appena descritte, ENEA e CRIET hanno ritenuto opportuno presentare la famiglia City Profiler nel corso di alcune delle Giornate Lumière organizzate tra il 2013 e il 2014. Tali momenti formativi sono stati ideati da un lato per proporre alle amministrazioni locali gli strumenti già disponibili per l'utilizzo quali, ad esempio, le Linee Guida Lumière e, dall'altro, per favorire momenti di dialogo e confronto con i rappresentanti del governo sul territorio. Nel corso di questi eventi, infatti, vi è la possibilità di raccogliere preziosi feedback in merito alle attività precedentemente condotte e spunti per nuove funzionalità da implementare nel prossimo futuro.

CRIET ha quindi partecipato alle Giornate Lumière svoltesi il 30 novembre 2013 a La Spezia, il 10 aprile 2014 a Belluno, il 9 maggio 2014 a Napoli e il 20 maggio 2014 ad Assago (MI), oltre ad aver presentato i propri lavori alla Giornata sull'Illuminazione Pubblica promossa da ENEA e Regione Lombardia il 28 gennaio 2014 a Milano. Questi eventi, oltre a offrire la possibilità di avviare importanti accordi di collaborazione tra istituzioni, hanno permesso di instaurare rapporti con diversi amministratori che hanno manifestato il loro interesse nei confronti di iniziative tese a migliorare i processi di ammodernamento degli impianti di pubblica illuminazione.

Più nello specifico, nel corso delle Giornate Lumière è stato possibile presentare al pubblico l'attività svolta da CRIET e illustrare le peculiarità e le funzionalità dei software City Profiler. Si è pertanto trattato di grandi opportunità per mostrare ai rappresentanti dei Comuni e agli operatori del settore la struttura dei software e le loro potenzialità. Inoltre, è stato possibile raccogliere indicazioni e suggerimenti per migliorare i programmi esistenti e iniziare a progettare la nuova release del City Profiler IP. In estrema sintesi, gli incontri hanno permesso di rafforzare e instaurare nuovi legami con importanti attori del settore illuminotecnico e hanno costituito l'occasione per confrontarsi sulle linee di sviluppo dei nuovi tool.

Le indicazioni, i suggerimenti e le osservazioni emerse durante le Giornate Formative Lumière sono successivamente state utilizzate per avviare il progetto e per l'elaborazione della nuova versione del programma destinato alle amministrazioni locali. In particolare, è emersa la necessità di sviluppare in maniera congiunta il software, individuando momenti di incontro ai quali sono stati chiamati a partecipare esperti che, grazie alle competenze maturate nel corso degli anni, potessero favorire l'ideazione di un programma adatto a rispondere a una pluralità di esigenze. Nel dettaglio sono state quindi realizzati:

- Due incontri preparatori durante i quali sono state definite le linee di sviluppo della nuova release del software. Si è trattato di momenti di estrema importanza per la nascita del nuovo applicativo in quanto hanno consentito di elaborare valutazioni sui riscontri emersi nel corso delle riunioni con gli amministratori e i professionisti del settore. Dagli incontri, ai quali hanno partecipato rappresentanti di ENEA, CRIET e altri partner del Progetto Lumière, sono scaturite le linee di sviluppo del software;
- Otto riunioni operative nel corso delle quali sono state affrontate le questioni tecniche per lo sviluppo della nuova release;
- Tre incontri di aggiornamento durante i quali gli esperti illuminotecnici e di management si sono confrontati con i tecnici informatici incaricati di implementare il software, condividendo il modello

di archiviazione dei dati e l'interfaccia grafica. Questi incontri si sono resi indispensabili per garantire continuità allo sviluppo del programma e verificare l'allineamento del gruppo di lavoro con le tempistiche e gli obiettivi prefissati in sede di progettazione del software.

Le attività sopra descritte hanno consentito di pervenire alla nuova release del tool City Profiler IP le cui caratteristiche e modalità di funzionamento sono presentate nel corso del successivo paragrafo.

### **4.3 Il software e il suo funzionamento**

Il software predisposto nel corso della presente annualità si prefigge l'obiettivo di fornire agli amministratori comunali uno strumento in grado di supportare nelle decisioni che riguardano l'intero processo di ammodernamento e riqualificazione della rete di pubblica illuminazione. La nuova release del programma si caratterizza per un maggior grado di precisione rispetto alla precedente in quanto richiede l'inserimento di dati puntuali relativi alle componenti di ciascun impianto.

Prima di iniziare ad utilizzare il programma, è indispensabile che l'amministrazione abbia già provveduto a conferire ad un professionista l'incarico per la redazione di un censimento contenente i dati relativi alla consistenza e allo stato di conservazione degli elementi che concorrono a formare la rete di pubblica illuminazione. Tali informazioni, infatti, sono utilizzate dal software come punto di partenza per elaborare le stime e le valutazioni richieste dai responsabili comunali.

Il software 2014, ideato pensando ad un suo utilizzo in locale, prevede l'installazione di un file eseguibile sui computer a disposizione dei tecnici comunali. L'adozione di un'applicazione desktop, infatti, non prevede l'archiviazione dei dati su un database centralizzato e, pertanto, consente di simulare diversi scenari attraverso i quali l'amministrazione ha la possibilità di comprendere al meglio le ricadute economiche e tecniche delle scelte a sua disposizione.

Cinque sono i moduli che concorrono a formare la nuova release del software City Profiler IP:

- a) Anagrafica;
- b) Input;
- c) Dati gestionali;
- d) Setup costi;
- e) Risultati.

Di seguito si presenta una breve descrizione di ciascun modulo del software, illustrandone il relativo contenuto e funzionamento.

#### **Anagrafica**

Una volta installato il file eseguibile sulla propria macchina, è possibile avviare il programma. Dopo una breve presentazione, il software presenta all'utente il primo modulo di anagrafica. All'interno di tale sezione, funzionale ad una migliore profilazione del Comune, il programma richiede all'utente di fornire una serie di informazioni relative all'amministrazione locale per la quale saranno elaborate le analisi.

#### **Input**

Al termine dell'inserimento dei dati anagrafici del Comune, il software consente all'utente di passare alla schermata successiva nella quale si richiede di caricare due documenti. Un primo file deve contenere i dati relativi ai quadri elettrici ed ai punti luce raccolti nel corso del censimento, mentre un secondo documento deve presentare in maniera puntuale gli interventi individuati per garantire la messa a norma e l'efficientamento della rete di pubblica illuminazione.

Per garantire a tutti i Comuni italiani la possibilità di utilizzare con successo il programma, è emersa come imprescindibile la necessità di individuare un format predefinito, condiviso con gli esperti del settore, all'interno del quale inserire le informazioni richieste dal software per poter procedere all'elaborazione dei

dati. Tuttavia, le ragioni di tale scelta non sono soltanto di carattere tecnico ma sono da ricercare anche nella volontà del gruppo di lavoro di mettere a disposizione delle amministrazioni un tool in grado, da un lato, di contenere i tempi di raccolta ed elaborazione delle informazioni da parte dell'utente e, dall'altro, di limitare le probabilità di errori materiali in fase di inserimento dei dati.

A tal scopo, all'interno del modulo di input, il software permette all'utente di scaricare due file Excel da compilare e da utilizzare come modello per il caricamento dei dati di input.

La conformità della struttura utilizzata per la trasmissione delle informazioni richieste, nonché la correttezza formale dei dati presentati all'interno dei due documenti caricati, viene sottoposta a controllo da parte del software. Nel caso in cui si verificano errori materiali in fase di compilazione, il programma richiede all'utente di correggere i dati difformi rispetto a quanto richiesto: per una migliore fruizione, il software prevede la possibilità di scaricare una copia aggiornata del file all'interno del quale le celle contenenti errori sono evidenziate in modo automatico.

Soltanto una volta terminati gli opportuni controlli e verificata la correttezza formale di tutti i dati inseriti dall'utente, il software abilita la possibilità di accedere al modulo successivo.

### **Dati gestionali**

Il terzo modulo di cui si compone la nuova release del City Profiler IP prevede l'immissione da parte dell'utente di una serie di informazioni relative all'attuale gestione degli impianti di pubblica illuminazione da parte dell'amministrazione locale.

Più nel dettaglio, i dati richiesti riguardano:

- a) L'energia elettrica
- b) La manutenzione
- c) Il finanziamento dell'investimento

Per quanto attiene alle prime due tipologie di informazioni, i dati richiesti possono essere facilmente recuperati dall'operatore facendo espressa richiesta al gestore incaricato di garantire il servizio di pubblica illuminazione o, alternativamente, facendo ricorso alle bollette ricevute in precedenza e archiviate dalla contabilità comunale. Per quanto riguarda la terza informazione, il software richiede all'utente di fornire indicazioni in merito alle modalità con le quali il Comune intende far fronte agli investimenti che dovranno essere necessariamente sostenuti per poter avviare i lavori di riqualificazione ed efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione.

Al fine di garantire il rispetto dei vincoli al Patto di Stabilità previsti dalla normativa vigente, prima di consentire all'utente di accedere al modulo successivo il programma effettua una verifica volta a controllare che l'importo annualmente individuato dall'amministrazione per rimborsare l'investimento non sia superiore alla spesa annuale attualmente sostenuta dal Comune per la componente energia e per gli interventi di manutenzione degli impianti.

Una volta inseriti correttamente tutti i dati di input richiesti ed effettuate le verifiche poc'anzi descritte, il software abilita la possibilità per l'utente di accedere al modulo successivo.

### **Setup costi**

Nella sezione di Input, il software ha provveduto ad acquisire ed archiviare il documento contenente tutte le scelte di ammodernamento ed efficientamento individuate dai responsabili comunali al fine di garantire la riqualificazione degli impianti e il conseguimento dei risultati prefissati in sede di programmazione.

Il quarto modulo prevede la definizione dei costi dei singoli interventi contenuti nel documento di progettazione: si tratta di una fase di estrema importanza in quanto propedeutica all'elaborazione dell'ammontare complessivo dell'investimento che l'amministrazione comunale dovrà sostenere per garantire la completa riuscita delle operazioni di efficientamento.

Nel tentativo di supportare l'utente nell'utilizzo del programma, la scheda contenente le voci di costo viene presentata all'utente con un costo indicativo per ciascuna operazione: il valore è stato elaborato calcolando la media dei risultati di alcune indagini di mercato condotte in collaborazione con alcuni professionisti del settore. La precompilazione del documento rappresenta inoltre una soluzione al problema di reperimento di tutte le informazioni da parte delle amministrazioni locali. Infatti, nel caso in cui l'utente non sia in possesso di alcune delle informazioni richieste, il ricorso ad un dato medio di mercato consente di continuare nel processo di elaborazione delle valutazioni.

Tuttavia, poiché appare lecito supporre che gli interventi richiesti dal sistema illuminotecnico comunale siano stati individuati da un esperto in materia, si ritiene che l'utente disponga di un preventivo con costi aggiornati sulla base delle specifiche caratteristiche dei propri impianti. Per questo motivo, la schermata offre la possibilità di intervenire sulle singole voci modificandone i valori in essa contenute. In questo modo, il software potrà pervenire a valutazioni puntuali basate sulle specifiche del singolo comune

## Risultati

Al termine dell'acquisizione di tutti gli input necessari, il software consente all'utente di accedere all'area dei risultati. All'interno della presente sezione, l'utente ha la possibilità di scaricare in locale due documenti:

- a) Un file Excel contenente i risultati elaborati dal software;
- b) Un file Word contenente una sintesi delle valutazioni elaborate dal software.

Il primo documento è costituito da un database all'interno del quale vengono presentate tutte le operazioni di messa a norma e ammodernamento richieste per i quadri elettrici e per i singoli punti luce per raggiungere gli obiettivi di efficientamento energetico. Insieme alla descrizione degli interventi, il file contiene tutte le analisi elaborate dal software, consentendo così all'utente di visionare quali sono le modifiche apportate al proprio sistema di pubblica illuminazione ed i relativi costi che dovranno essere sostenuti.

Il secondo documento contiene un riepilogo di tutti i vantaggi di cui potrà beneficiare il Comune a seguito delle operazioni sulla rete di pubblica illuminazione. In particolare, le informazioni più importanti contenute nel documento di sintesi sono:

- a) kWh annualmente risparmiati una volta ultimati gli interventi di riqualificazione;
- b) Risparmi annui complessivi conseguiti grazie a gli interventi di riqualificazione;
- c) Ammontare complessivo dei costi da sostenere per effettuare gli interventi di riqualificazione;
- d) Tempo necessario per ripagare l'investimento sostenuto dal Comune.

I documenti presentati nell'area dei risultati permettono quindi all'utente di avere una visione d'insieme degli interventi da attuare sulla rete di pubblica illuminazione del proprio Comune, nonché di ottenere una sintesi estremamente significativa dei principali costi e benefici che caratterizzano il processo di riqualificazione ed efficientamento degli impianti.

L'utilizzo del software permette all'amministrazione di pervenire ad una valutazione delle decisioni assunte in merito all'efficientamento dei propri impianti illuminotecnici. In particolare, il programma permette di sviluppare una corretta analisi degli smart services e della loro eventuale adozione all'interno del sistema di pubblica illuminazione comunale. La decisione di procedere all'installazione di tecnologie per il monitoraggio e il controllo della città rappresenta un passaggio di estrema importanza nel corso della definizione di un progetto di riqualificazione e richiede ai responsabili comunali di compiere riflessioni di duplice natura: occorre infatti valutare sia le ricadute strategico-politiche di tale scelta, sia la fattibilità economico-finanziaria di questi interventi.

Tuttavia, se dal punto di vista strategico le decisioni assunte in materia di smart service possono essere valutate soltanto in funzione del programma politico assunto dall'amministrazione e del livello di servizio

che questa si è impegnata a fornire a cittadini per migliorare il livello di soddisfazione percepito, un supporto per valutare l'eventuale integrazione delle tecnologie smart city nel piano per la riqualificazione della rete di pubblica illuminazione può essere fornito dal software. Alla luce di quelli che sono gli effettivi passaggi che concorrono a determinare il progetto di riqualificazione illuminotecnica, il programma permette infatti di acquisire informazioni sullo stato dell'arte degli impianti e, consentendo di caricare progetti di ammodernamento con diversi profili di servizio, garantisce una simulazione dei diversi scenari.

Il software rappresenta pertanto uno strumento utile in quanto consente di elaborare diverse situazioni e di ottenere una valutazione economico-finanziaria delle possibili scelte a disposizione del Comune. In questo modo, si mette a disposizione delle amministrazioni locali uno strumento che le supporta nell'individuazione della migliore scelta da intraprendere per garantire ai cittadini il conseguimento di un risultato in grado di migliorare il livello dei servizi loro offerti.

## 5 Conclusioni

Il rapporto tra CRIET ed ENEA, giunta ormai al quinto anno, ha consentito di condividere esperienze e conoscenze per proseguire nell'attività di ideazione e progettazione di iniziative in grado di contribuire al miglioramento dell'intero sistema illuminotecnico italiano.

Le attività realizzate nel corso dell'annualità 2013/2014 hanno permesso di valorizzare al meglio la collaborazione degli esercizi precedenti in quanto, grazie al proficuo confronto su alcune importanti tematiche legate all'efficientamento della pubblica illuminazione ed al network costituito con i rappresentanti delle realtà territoriali, è stato possibile sviluppare iniziative che rispondessero a esigenze manifestate dagli operatori del settore.

In particolare, la nuova release del software City Profiler IP ha recepito le richieste di semplificazione del processo di caricamento dati pervenute nel corso del 2013. Infatti, l'immissione di una vasta mole di informazioni attraverso una serie di maschere appositamente progettate consentiva all'utente di prendere progressivamente coscienza degli effetti derivanti dalle scelte compiute dall'amministrazione comunale ma, simultaneamente, determinava un incremento non trascurabile del tempo necessario per l'utilizzo del programma, esponeva a maggiori possibilità di errore a causa dell'inserimento manuale dei dati ed ostacolava il processo di verifica e correzione di eventuali errori. La nuova release, sviluppata grazie alla collaborazione con ENEA ed i partner Lumière, introduce soluzioni correttive apportate nel tentativo di rispondere alle esigenze manifestate dai potenziali destinatari del software. Per questa ragione, la nuova versione del City Profiler IP mette a disposizione dell'utente dei modelli Excel che possono essere scaricati, compilati con i dati richiesti e nuovamente caricati all'interno del programma: è stato così possibile ridurre le possibilità di errore e ridurre i tempi necessari per pervenire ai risultati desiderati.

Il prototipo per la valutazione delle prestazioni e dell'efficienza di un impianto di pubblica illuminazione vuole essere un contributo del tutto innovativo all'interno di Lumière e rappresenta un importante punto di partenza l'ambizioso progetto che prevede la realizzazione del Public Energy Living Lab. Il software, sebbene costituisca uno strumento prototipale al quale sarà necessario apportare le opportune correzioni e migliorie per raggiungere i risultati di medio periodo individuati da ENEA e Lumière, ha permesso di gettare le basi per le iniziative future. Questa prima fase di analisi e sviluppo di un modello prototipale ha permesso di maturare ed acquisire importanti esperienze soprattutto per quanto concerne gli aspetti organizzativi ed operativi del gruppo di lavoro: occorre infatti ricordare che i traguardi prefissati sono estremamente ambiziosi e, pertanto, un forte dispendio di energie e risorse è stato destinato alla predisposizione di procedure e metodologie che consentissero di avviare proficui rapporti di collaborazioni tra soggetti con competenze estremamente eterogenee.

Il prototipo rappresenta pertanto il punto di partenza ottimale per sviluppare le attività di ricerca delle prossime annualità. Nel corso dei prossimi anni è lecito supporre lo sviluppo di moduli addizionali che consentano l'elaborazione di diagnostiche più puntuali e dettagliate e l'individuazione di nuovi KPI che permettano di elaborare un maggior flusso di informazioni ottenendo, conseguentemente, un set più ampio di valutazioni da mettere a disposizione dei soggetti interessati. Tale soluzione consentirebbe di fornire un supporto di estrema importanza per l'intero comparto illuminotecnico nazionale, favorendo l'individuazione di nuove modalità di gestione del servizio di pubblica illuminazione i cui benefici ricadrebbero sulle amministrazioni locali, sugli operatori di settore e, non ultimo, sulla cittadinanza.

Pertanto, per le prossime annualità sarebbe opportuno avviare programmi che prevedano:

- Lo sviluppo di nuovi software della famiglia City Profiler in modo da consentire una sempre maggiore diffusione della cultura illuminotecnica tra i responsabili comunali e mettere a disposizione delle amministrazioni interessate dei tool in grado di fornire un supporto concreto nella definizione e nell'attuazione di iniziative tese a migliorare le condizioni di funzionamento degli impianti di pubblica illuminazione;

- Il proseguimento delle attività intraprese per la realizzazione del Public Energy Living Lab. Numerose sono ancora le problematiche da affrontare e le soluzioni da individuare al fine di garantire al sistema illuminotecnico nazionale la possibilità di attuare modelli di gestione efficaci ed efficienti del servizio di pubblica illuminazione. Tuttavia, i lavori attuati nel corso della presente annualità, le metodologie di cooperazione tra i partner del Progetto Lumière individuate e i primi risultati conseguiti rappresentano un'eccellente base di partenza sulla quale prevedere la realizzazione di progetti più ambiziosi ed i cui risultati avrebbero ricadute positive su tutto il comparto dell'illuminazione nazionale.

## 6 Curriculum scientifico del gruppo di lavoro

Dott. **Roberto Chierici**, Laurea Magistrale in Scienze Economico-Aziendali. Consulente direzionale per l'analisi economico-finanziaria aziendale. Dottorando in Economia Aziendale, Management e Economia del Territorio e Assistente alla docenza presso la Facoltà di Economia dell'Università di Milano-Bicocca. Ha collaborato in diversi progetti del CRIET – Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio fra i quali: l' "Osservatorio Impresa Monza Brianza – Un'analisi pilota per le decisioni di sviluppo", "La previsione delle crisi di impresa", "Osservatorio sull'immagine delle aziende di credito di Monza e Brianza – Analisi dell'attitudine", "Smart City dei Bambini: tecnologie abilitanti per la società del domani. Stato dell'arte in Lombardia" e, inoltre, su tutti i progetti del Centro di Ricerca relativi all'efficientamento energetico nell'illuminazione pubblica.

Prof. **Angelo Di Gregorio**, Professore ordinario di Economia e Gestione delle Imprese presso l'Università di Milano-Bicocca, Direttore del CRIET – Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio, Direttore del Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali e Diritto dell'Economia dell'Università di Milano-Bicocca, membro del Comitato Scientifico del Dipartimento per lo Sviluppo delle Economie Territoriali della Presidenza del Consiglio. È stato coordinatore di più di venti congressi nazionali e partecipa al comitato di direzione di diverse riviste scientifiche. È autore di numerosi articoli e volumi in ambito manageriale. Da diversi anni si occupa delle problematiche dell'efficientamento energetico nell'illuminazione pubblica sia a livello di ricerca teorica che applicata con la provincia e numerosi Comuni di Monza e Brianza.

Dott.ssa **Nicoletta Gozo**, nata a Milano il 25 giugno 1963, laureata in Scienze Politiche presso l'Università degli Studi di Milano. Dal 1986 lavora presso ENEA come sviluppatrice e coordinatrice di Progetti per il miglioramento della gestione energetica del territorio. E' oggi coordinatrice del Progetto Lumière dedicato al miglioramento dell'efficienza energetica nel settore dell'illuminazione pubblica.