



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

## Modello di audit energetico Lumière

*M. Annunziato, C. Honorati Consonni, S. Fumagalli,  
G. Giuliani, N. Gozo, G. Leonardi,  
V. Albonico, F. Bucci, G. Bianchi, F. Peverelli*



Report RdS/2012/279

## MODELLO DI AUDIT ENERGETICO LUMIERE

M. Annunziato, C. Honorati Consonni, S. Fumagalli, G. Giuliani, N. Gozo, G. Leonardi (ENEA)  
V. Albonico, F. Bucci, G. Bianchi, F. Peverelli (AGESI)

Settembre 2012

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

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

Progetto: Innovazione nell'illuminazione pubblica: nuove tecnologie ed integrazione smart con altre reti di servizi energetici

Responsabile del Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA

Coordinamento Progetto Lumière : Nicoletta Gozo. ENEA



## **MODELLO AUDIT ENERGETICO**

**Realizzato nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico e finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico**

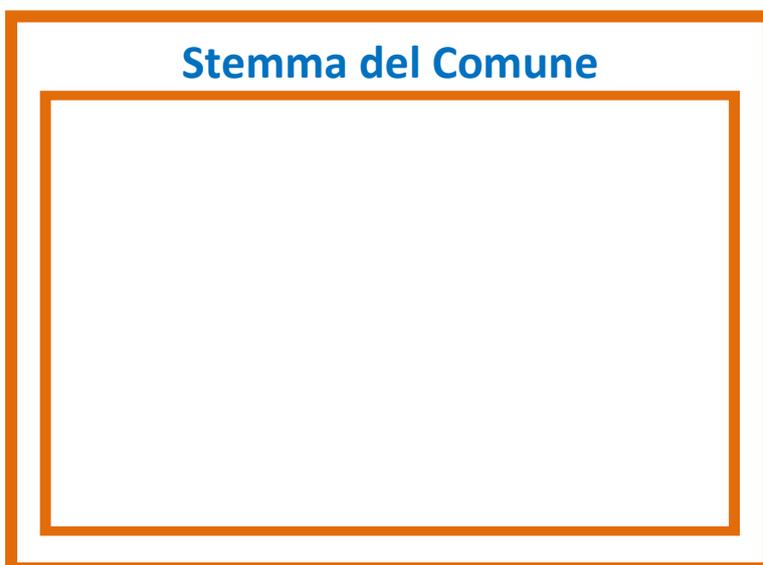
**Le tabelle riportate rappresentano il Modello di Audit Energetico identificato nell'ambito del Progetto Lumière con l'obiettivo di poter elaborare una "fotografia" dell'impianto che ne garantisca la corretta valutazione dello stato e delle prestazioni energetiche ai fini sottoporre al Comune sia un'obiettiva rendicontazione di quanto analizzato sia una valida ipotesi/proposta progettuale di riqualificazione.**

**Si precisa che quando si parla d'IMPIANTO si fa riferimento all'insieme di tutti i dispositivi atti ad illuminare le aree che sono state individuate quali oggetto dell'audit.**

**Ne consegue che la scheda andrà compilata per ogni quadro elettrico di comando che si vuole analizzare e valutare. Qualora l'audit riguardasse diversi quadri il Referto dovrà riportare l'aggregazione dei dati e la Valutazione di Prefattibilità tecnico-economica dovrà essere elaborata accorpendo tutti gli interventi ipotizzati.**

**A tal fine, nel caso che per la sua compilazione, l'Amministrazione non disponesse dei dati, ma fosse necessario effettuare un censimento in campo, si evidenzia l'opportunità di utilizzare un software dedicato, in grado di poter contestualmente acquisire sia i dati e le condizioni di ogni singolo elemento costituente l'impianto sia la sua corretta localizzazione sul Territorio.**

**Realizzato in collaborazione con Agesi**



## A. DATI GENERALI

<b>Nome Comune</b>		
<b>Provincia</b>		
<b>Regione</b>		
<b>Abitanti</b>	Data	Numero
<b>Superficie [km<sup>2</sup>]</b>		
<b>Responsabile tecnico</b>		
<b>Riferimenti</b>	Telefono	
	Email	
<b>Data di realizzazione dell'Audit</b>	Primo sopralluogo	
	Secondo sopralluogo	

## B. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

### B1. DATI QUADRI ELETTRICI

Compilare per ogni Q.E.:

Anagrafica quadro elettrico				
Numero progressivo				
Indirizzo				
Punto di fornitura di energia elettrica (POD)				
COD/CL				
COD				
Tipologia di contratto (barrare la tipologia)	Maggior Tutela	Salvaguardia	Mercato Libero	
In caso di mercato libero indicare la tariffa	170	€/MWh	Mese e anno di riferimento	05/11
Potenza contrattuale	20 kW			
Foto QE				

Dati tecnici generali	
Classificazione delle strade	ME3a, ME4b...
Distanza media tra i pali	
Larghezza media carreggiata	
Numero di corsie di marcia	
Strada a senso unico	

<b>Dati tecnici quadro elettrico</b>			
Tensione di alimentazione			
Numero fasi			
Numero circuiti in uscita			
Numero sottoquadri			
Grado di protezione meccanica QE (minimo IP54)			
Tipo di protezione generale (magnetotermico, differenziale)			
Tipo di accensione (barrare tutte le tipologie utilizzate)	Crepuscolare	SI	NO
	Orologio	SI	NO
	Orologio astronomico	SI	NO
	Telecontrollo o telegestione	SI	NO
	Manuale	SI	NO
Ore annue di accensione	4200 h/anno		
Stato QE (indicare con una croce)	In buono stato		
	Da sostituire		
	Da mettere a norma		
	Da mantenere		
Tipo linea in uscita dal QE (indicare con una croce)	Aerea		
	Sotterranea		
	Mista		
Presenza di conduttore di neutro in comune con impianti Enel:		SI	NO

<b>Misure in ingresso/uscita</b>	
Tensioni di fase	
Correnti di fase	
Potenza attiva	
Tensioni di fase in regime di riduzione (se applicabile)	
Potenza assorbita in regime di riduzione del flusso luminoso (se applicabile)	
Potenza reattiva	
Cosφ (riferimento min 0,9)	

Misura di isolamento circuiti in uscita (rif min 0,25 Mohm)	
Caduta di tensione (riferimento max 5% CEI 64.8/7)	

### CORPI ILLUMINANTI

Tipologia corpi illuminanti (allegare foto di ciascuna tipologia)						
	numero	Cut-off		stato di conservazione	età	note
		SI	NO			
Stradali con ottica aperta		SI	NO			
Stradali con ottica chiusa		SI	NO			
"Gonnelle" a sospensione		SI	NO			
Globi		SI	NO			
Lanterne arredo urbano		SI	NO			
Proiettori		SI	NO			
Altro		SI	NO			

### SOSTEGNI

Tipologia sostegni						
	altezza			TOTALE	note	
	fino a 8 m	da 8 a 13 m	oltre			
Pali						
Mensole a parete						
Funi d'acciaio/Tesate						
Torri faro						
Altro						
TOTALE						
Per le torri faro è presente il certificato di manutenzione delle funi/catene					SI	NO

<b>Materiale sostegni</b>				
	numero	finitura (zincato, verniciato...)	stato di conservazione	note
Acciaio (*)				
Alluminio (**)				
Cemento				
Ghisa				
Legno (***)				
Altro				

(\*) specificare AISI, Fe... - (\*\*) tipo di lega - (\*\*\*) se possibile indicare il tipo

### **LINEE DI ALIMENTAZIONE**

<b>Tipologia linee di alimentazione</b>			
	Numero di linee	lunghezza (m)	note
Cavo interrato			
Cavo aereo			
Aeree in rame nudo			

### **SISTEMI DI RISPARMIO ENERGETICO**

Parzializzazione accensione (tutta notte – mezza notte)		SI	NO				
Presenza di regolatore di flusso centralizzato	In funzione	SI	NO				
	In bypass	SI	NO				
	Fuori servizio	SI	NO				
Ore di riduzione			[ore/anno]				
Percentuale di riduzione	10%						
Presenza di regolatore di flusso punto punto	In funzione	SI	NO	Tipo	biregime	N. di punti luce	186
	In bypass	SI	NO	Tipo	dimmerabile	N. di punti luce	57
	Fuori servizio	SI	NO	Tipo		N. di punti luce	
Ore di riduzione*	2000 ore/anno						
Potenza controllata lampade+alimentatori TOTALE							

Percentuale di riduzione (media pesata)**	10%
---	-----

\* si ipotizza che tutti i regolatori pto-ptto dello stesso quadro elettrico siano in funzione per il medesimo numero di ore all'anno.

\*\* si deve fare la media delle percentuali di riduzione delle potenze di ciascun regolatore di flusso pto-ptto pesata con le potenze delle lampade che riducono.

### SISTEMI DI TELECONTROLLO PER GESTIONE DA REMOTO

Telecontrollo a livello quadro			
Dispositivo installato su quadro elettrico	SI	NO	
Il dispositivo è in funzione?	SI	NO	
Telecontrollo a livello punto-punto			
Dispositivo installato su punto luce	SI	NO	Numero di punti luce
I dispositivi sono in funzione?	SI	NO	

### SORGENTI LUMINOSE

Categoria di riferimento della strada	Tipo di sorgente	Potenza lampada [W]	Potenza lampada + alimentatore [W]	N. lampade Comune	N. lampade Terzi	Di cui con riduttore di flusso (in funzione)	Note
ME4a	SAP	100	115	489	250	350	
ME4a	HG	210	231	50	0	0	
<b>TOTALE</b>							

\* I dati in grigio sono inseriti a titolo di esempio

### RIASSUNTO Q.E.

Potenza lampade TOTALE		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE		kW
Ore annue di accensione		h/anno
Ore di riduzione*		h/anno
% di riduzione (media pesata se ci sono riduttori PTO-PTO)**		%
Energia lampade+alimentatori TOTALE		kWh/anno
Perdite di linea		%
Energia lampade+alimentatori+perdite di linea TOTALE		kWh/anno

\* si ipotizza che tutti i regolatori (a livello di quadro elettrico e/o pto-pto) dello stesso quadro elettrico siano in funzione per il medesimo numero di ore all'anno.

\*\* si deve fare la media delle percentuali di riduzione delle potenze di ciascun regolatore di flusso pto-pto pesata con le potenze delle lampade che riducono.

Costo del kWh		€/kWh
Spesa per la componente energia		€/anno

**In una zona rappresentativa dell'impianto, eseguire misure illuminotecniche secondo norma (UNI EN 13201-2...4) oppure dichiarando il metodo utilizzato.**

## B2. DATI COMPLESSIVI

Categoria di riferimento della strada	Tipo di sorgente	Potenza lampada [W]	Potenza lampada + alimentatore [W]	N. lampade Comune	N. lampade Terzi	Di cui ridotte (in funzione) (numero)	Note
ME4a	SAP	100	115	600	50	300	500
ME4a	HG	210	231	200	0	0	50
<b>TOTALE</b>							

Potenza lampade TOTALE		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE		kW
Energia lampade+alimentatori TOTALE		kWh/anno
Energia lampade+alimentatori+perdite linea TOTALE		kWh/anno
Spesa per la componente energia		€/anno

Spesa per la componente energia		€/anno
---------------------------------	--	--------

<b>Manutenzione</b>				
Costo annuale manutenzione				€/anno (IVA esclusa)
Anno di riferimento				
Manutenzione ed esercizio con personale interno	SÌ	NO		€/anno (IVA esclusa)
Manutenzione ed esercizio con Ditta esterna	SÌ	NO		€/anno (IVA esclusa)
Reperibilità e pronto intervento	SÌ	NO		€/anno (IVA esclusa)
Manutenzione straordinaria	SÌ	NO		€/anno (IVA esclusa)
L'approvvigionamento materiali è gestito all'interno?	SÌ	NO		€/anno (IVA esclusa)
Numero elettricisti				
Numero cestelli				
Numero autogru				

## C. ANALISI DI PREFATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA (SINTESI)

Valutazione complessiva dello stato dell'impianto:

.....

.....

.....

### INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

#### 1) sostituzione lampade

Tabella lampade sostituite

						TOTALE	
Pre-intervento	Tipo	HG	HG	SAP	IM		
	Potenza	80	125	70	150		W
	Numero	745	423	149	256	(e)	
	N sostituzioni lampade/anno	(a)	Xxx	Xxx	Xxx		
	Costo sostituzione lampada	(b)	Xxx	Xxx	Xxx		€
	Costo manodopera	(a x b)	Xxx	Xxx	Xxx		€
Post-intervento	Tipo	SAP	SAP	LED	LED		
	Potenza	50	70	30	45		W
	Numero	745	423	149	256	1573	
	N sostituzioni lampade/anno	(c)	Yyy	Yyy	Yyy		
	Costo investimento	Yyy	Yyy	Yyy	Yyy		
	Costo sostituzione lampada	(d)	Yyy	Yyy	Yyy		€
	Costo manodopera	(c x d)	Yyy	Yyy	Yyy		€

\*\*\* I dati in grigio sono inseriti a titolo di esempio

Categoria di riferimento della strada	Tipo di sorgente	Potenza lampada [W]	Potenza lampada+ alimentatore [W]	N. lampade Comune	N. lampade Comune FV	N. lampade Terzi	Di cui ridotte (in funzione) (numero)
ME4a	SAP	100	115	800	50	300	550
ME4a	HG	210	231	0	0	0	0
<b>TOTALE</b>							

Numero armature da sostituire	(e)	
Potenza lampade TOTALE (1)		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE (1)		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE		kW
Energia lampade+alimentatori TOTALE (1)		kWh/anno
Risparmio energia lampade+alimentatori TOTALE (1) (A)		kWh/anno

Spesa per la componente energia (1)		€/anno
Risparmio spesa per la componente energia (1) (E)		€/anno
Risparmio sulla manutenzione (1) (I)		€/anno
Costo di investimento (1) (M)		€

\*(1) questo numero fa riferimento al primo tipo di intervento di efficientamento (Sostituzione lampade)

\*\* Le lettere tra parentesi sono riferimenti utilizzati successivamente nel calcolo del TRA

\*\*\* I dati in grigio sono inseriti a titolo di esempio

## 2) Razionalizzazione accensioni

Numero di orologi astronomici da installare		
Potenza lampade TOTALE		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE		kW
Ore annue di accensione (2)		h/anno
Ore (medie) di riduzione		h/anno
Energia lampade+alimentatori TOTALE (2)		kWh/anno
Risparmio energia lampade+alimentatori TOTALE (2) (B)		kWh/anno

Spesa per la componente energia (2)		€/anno
Risparmio spesa per la componente energia (2) (F)		€/anno
Risparmio sulla manutenzione (2) (J)		€/anno
Costo per orologio astronomico		€
Costo di investimento (2) (N)		€

\*(2) questo numero fa riferimento al secondo tipo di intervento di efficientamento (Razionalizzazione accensioni)

\*\* Le lettere tra parentesi sono riferimenti utilizzati successivamente nel calcolo del TRA

## 3) Installazione regolatori di flusso LINEA

Numero di quadri <15 kW su cui si installa il regolatore		
Numero di quadri >15 kW su cui si installa il regolatore		
Potenza lampade TOTALE		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE (3)		kW
Ore annue di accensione		h/anno
Ore (medie) di riduzione (3)		h/anno
Energia lampade+alimentatori TOTALE (3)		kWh/anno
Risparmio energia lampade+alimentatori TOTALE (3) (C)		kWh/anno

Spesa per la componente energia (3)		€/anno
-------------------------------------	--	--------

Risparmio spesa per la componente energia (3)(G)		€/anno
Risparmio sulla manutenzione (3) (K)		€/anno
Costo del regolatore per quadri <15 kW		€
Costo del regolatore per quadri >15 kW		€
Costo di investimento (3) (O)		€

\*(3) questo numero fa riferimento al terzo tipo di intervento di efficientamento (Regolatori di flusso "linea")

\*\* Le lettere tra parentesi sono riferimenti utilizzati successivamente nel calcolo del TRA

#### 4) Installazione regolatori di flusso PUNTO PUNTO

Numero di punti luce su cui si installa il regolatore		
Numero di quadri su cui si installano i regolatori		
Potenza lampade TOTALE		kW
Potenza lampade+alimentatore TOTALE		kW
Potenza controllata lampade+alimentatore TOTALE (4)		kW
Ore annue di accensione		h/anno
Ore (medie) di riduzione (4)		h/anno
Energia lampade+alimentatori TOTALE (4)		kWh/anno
Risparmio energia lampade+alimentatori TOTALE (4) (D)		kWh/anno

Spesa per la componente energia (4)		€/anno
Risparmio spesa per la componente energia (4) (H)		€/anno
Risparmio sulla manutenzione (4) (L)		€/anno
Costo del regolatore per singolo punto luce		€
Costo del regolatore per quadro elettrico		€
Costo di investimento (4) (P)		€

\*(4) questo numero fa riferimento al quarto tipo di intervento di efficientamento (Installazione regolatori di flusso "punto punto")

\*\* Le lettere tra parentesi sono riferimenti utilizzati successivamente nel calcolo del TRA

Stima del risparmio energetico complessivo [kWh/anno] (A+B+C+D)	
Stima del corrispondente risparmio economico [€/anno] (E+F+G+H) (Q)	
Stima del risparmio economico sulla manutenzione [€/anno] (I+J+K+L) (R)	

Flussi di cassa annui generati dall'investimento (FC=Q+R) [€/anno]	
Stima costi di realizzazione complessivi (I <sub>0</sub> ) [€] (M+N+O+P)	
r *	
f *	
f' *	
Stima Tempo di Ritorno in forma attualizzata degli interventi proposti [anni] *	

$$T.R.A. = \log_{(i+1)} \frac{FC}{FC - I_0 * i}$$

Tempo di Ritorno Attualizzato = \*

Dove

- i: interesse di calcolo reale.

$$i = r - f - f'$$

Dove:

- r: tasso di interesse. Usualmente è utilizzato il tasso che rappresenta il costo medio ponderato del capitale o Weighted Average Cost of Capital (WACC). Il tasso d'interesse al quale si attualizzano i flussi finanziari (in entrata ed in uscita) è denominato costo opportunità del capitale perché rappresenta un'alternativa alla quale si rinuncia per intraprendere il particolare progetto d'investimento analizzato;
- f: inflazione ISTAT;
- f': deriva dell'inflazione.

Per dare un'idea dei valori percentuali che vengono utilizzati in questi anni:

- r = + 5-8%;
- f = + 1-3%;
- f' = + 1-2% (per il mercato dell'energia).

N.B. Questa formula per calcolare il T.R.A. ipotizza i flussi di cassa costanti nei vari anni e solo soggetti al fenomeno dell'inflazione.

Note e raccomandazioni generali:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## **INTERVENTI STRUTTURALI**

### **1) Interventi per infrastrutture**

Per esempio sostituzione di armature vetuste e/o non cut-off

Per esempio sostituzione di pali vetusti

Altro

Costo realizzazione intervento (S):

### **2) Interventi di messa a norma**

Costo realizzazione intervento (T):

### **3) Interventi per la sicurezza**

Per esempio sostituzione di un quadro elettrico

Per esempio sostituzione di pali vetusti

Costo realizzazione intervento (U):

### **4) Riscatto dell'impianto**

Costo realizzazione intervento (V):

**Per ognuno dei precedenti interventi inserire una descrizione**

Stima del risparmio energetico complessivo [kWh/anno] (A+B+C+D)	
Stima del corrispondente risparmio economico [€/anno] (Q)	
Stima del risparmio economico sulla manutenzione [€/anno] (R)	
Flussi di cassa annui generati dall'investimento (FC=Q+R) [€/anno]	
Stima costi di realizzazione complessivi (I <sub>0</sub> ) [€] (M+N+O+P+S+T+U+V)	
r *	
f *	
f' *	
Stima Tempo di Ritorno in forma attualizzata degli interventi proposti * [anni]	
<p style="text-align: center;"><math>T.R.A. = \log_{(i+1)} \frac{FC}{FC - I_0 * i}</math></p> <p>Tempo di Ritorno Attualizzato = *</p> <p>Dove</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• i: interesse di calcolo reale.</li> </ul> <p><math>i = r - f - f'</math></p> <p>Dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• r: tasso di interesse. Usualmente è utilizzato il tasso che rappresenta il costo medio ponderato del capitale o Weighted Average Cost of Capital (WACC). Il tasso d'interesse al quale si attualizzano i flussi finanziari (in entrata ed in uscita) è denominato costo opportunità del capitale perché rappresenta un'alternativa alla quale si rinuncia per intraprendere il particolare progetto d'investimento analizzato;</li> <li>• f: inflazione ISTAT;</li> <li>• f': deriva dell'inflazione.</li> </ul> <p>Per dare un'idea dei valori percentuali che vengono utilizzati in questi anni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• r = + 5-8%;</li> <li>• f = + 1-3%;</li> <li>• f' = + 1-2% (per il mercato dell'energia).</li> </ul> <p>N.B. Questa formula per calcolare il T.R.A. ipotizza i flussi di cassa costanti nei vari anni e solo soggetti al fenomeno dell'inflazione.</p> <p><u>Note e raccomandazioni generali:</u></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	