SIMET SOLUZIONI ENERGETICHE S.r.l.
Via Marco Polo 31
35020 - Albignasego (PD)
Tel. 049 685449 - 049 684816
C.F e P.IVA 05571100287

PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO AI SENSI DELL'ART. 193 DEL D.LGS 36/2023 PER L'INDIVIDUAZIONE DEL PROMOTORE, FINALIZZATA ALLA PROGETTAZIONE, RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA E SEMAFORICI DEL COMUNE DI MARTELLAGO (VE)

ELABORATO	
05	**ANALISI ENERGETICA**
SCALA	
-	

Soggetto Proponente - Amministratore Delegato

SIMET SOLUZIONI ENERGETICHE S.r.l.
Ing. Donato Stanca

SIMET SOLUZIONI ENERGETICHE S.R.L.
Via M. Polo, 31 - 35020 Albignasego (PD)
Tel. 049.685449
C.F. e P.IVA 05571100287

Il Progettista

RESTART ENGINEERING S.r.l.
Per. Ind. Luca Giuliani

ORDINE DEI PERITI INDUSTRIALI DELLA PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
Per. Ind. GIULIANI LUCA n° 1352

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	01/02/2024	I emissione			

Il presente elaborato è opera dell'ingegno e costituisce oggetto di diritto d'autore, tutelato dagli art. 2575 e segg. C.C. e dalla L. 663/1941 e successive modifiche ed integrazioni. Ogni violazione (riproduzione dell'opera, anche parziale o in forma riassuntiva o per stralcio, imitazione, contraffazione , ecc.) sarà perseguita penalmente. Anche laddove, ai sensi della L. 241/1990 fosse esercitato il diritto d'accesso agli atti della procedura di gara e si rendesse necessaria l'esibizione degli elaborati presentati dalla società, di essi non potrà essere estratta copia, ai sensi del comma 2 art. 24 L. 241/1990, dei commi 4,5 e 6 dell'art. 5 e comma 5 lett. d) dell'art. 8 del D.P.R. 352/1992. In caso di violazioni, i contravventori e il responsabile del procedimento di accesso per la Pubblica Amministrazione, ai sensi dell'art. 4 comma 7 del D.P.R. 352/1992, si renderanno responsabili, anche penalmente.

1 ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE 2

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI PER L'OTTENIMENTO DEL RISPARMIO ENERGETICO 3

1.2 RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO 3

1.3 CURVE DI REGOLAZIONE ADOTTATE PER IL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO 4

1.4 ORE ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI 4

1.5 CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO 5

1.5.1 Risparmi energetici ottenibili espressi in TEP/anno 6

1.5.2 Risparmi energetici ottenibili in termini di emissioni di CO_2 6

1.5.3 Riepilogo risparmi energetici ottenuti 7

1.6 CALCOLO DEI CONSUMI DEGLI INTERVENTI IN AMPLIAMENTO 7

1.7 CALCOLO DEI CONSUMI TOTALI 8

1 ANALISI ENERGETICA PRELIMINARE

Le opere di **riqualificazione, efficientamento e messa a norma** proposte riguardano prevalentemente aspetti impiantistici e sono di fatto finalizzate a **ridurre il consumo energetico e l'inquinamento luminoso**, in virtù dei **maggiori rendimenti illuminotecnici** degli apparecchi d'illuminazione dotati di tecnologia a Led rispetto alle sorgenti tradizionali ed alla **migliore direzionalità della sorgente luminosa** sulle aree effettivamente da illuminare.

Dal punto di vista **ambientale**, le suddette opere comportano inoltre alcuni benefici, di seguito descritti:

- l'utilizzo della **tecnologia a Led** rispetto alle fonti tradizionali induce **consistenti risparmi energetici**;
- **la riduzione dei consumi elettrici comporta una conseguente riduzione delle emissioni dei gas serra** connessi alla produzione di energia;
- **l'introduzione di queste apparecchiature ridurrà fortemente l'inquinamento luminoso** degli attuali punti luce in quanto la luce direzionale del Led, nonché l'utilizzo dell'ottica più adeguata al contesto, permetteranno di evitare dispersioni di flusso luminoso oltre l'orizzonte;
- **il miglioramento del livello tecnologico dei quadri elettrici e di altre apparecchiature dei circuiti permetterà una migliore gestione degli impianti stessi**, un maggior controllo dei disservizi ed un più attento monitoraggio del livello di servizio offerto.

La valutazione dei consumi energetici si basa sull'individuazione delle potenze nominali degli apparecchi, sull'applicazione delle perdite e sulle ore di funzionamento dell'impianto. Si riportano di seguito i consumi in base a quanto riscontrato in campo:

DATI GENERALI DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA	TOTALE
Nr. Corpi illuminanti totali	4.804
Nr. Sostegni totali	4.421
Nr. Quadri elettrici totali	80
Nr. Sottoquadri elettrici totali	13
CONSUMO ANNUO IMPIANTI ILLUMINAZIONE PUBBLICA [kWh/anno]	**753.795,08**

DATI GENERALI DEGLI IMPIANTI SEMAFORICI	TOTALE
Nr. fuochi totali	267
Nr. Sostegni totali	31
Nr. Quadri elettrici totali	10
CONSUMO ANNUO IMPIANTI SEMAFORICI [kWh/anno]	**6.905,97**

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI PER L'OTTENIMENTO DEL RISPARMIO ENERGETICO

La proponente persegue il conseguimento di un miglioramento dell'efficienza e della qualità del servizio di illuminazione pubblica, favorendo altresì di ottenere un risparmio energetico e di conseguenza anche economico, il tutto nel rispetto dei requisiti tecnici di sicurezza degli impianti.
Durante l'intero iter progettuale saranno rispettati i seguenti criteri guida:

- **scelta dei prodotti calata sul contesto urbano** e di impiego;
- rispondenza ai **Criteri Ambientali Minimi**;
- scelta dei prodotti ad **alte performance** sia in termini di **prestazione energetica** (maggior IPEA) che in termini di **qualità, durabilità e robustezza dei materiali propos**ti (alta vita utile, certificati apparecchi, etc.).

Oltre ai criteri guida sopra elencati, punto di partenza per ogni progetto di riqualificazione illuminotecnica ed efficientamento energetico, la redazione della proposta progettuale riguardante il **Comune di Martellago** si basa su solide fondamenta tecniche individuate tramite la condivisione degli obiettivi con l'Amministrazione.
Gli interventi previsti nella proposta, che hanno una ricaduta positiva in termini di risparmio energetico, sono essenzialmente riconducibili all'installazione di **apparecchi a led di ultima generazione**, pertanto altamente efficienti, ed all'introduzione di un sistema di **telecontrollo da quadro** che, consentendo una gestione più efficiente, e l'ottimizzazione degli interventi manutentivi.
I nuovi apparecchi dotati di tecnologia LED consentono da un lato di risparmiare sui consumi, grazie alle elevate performance, e dall'altro di rispettare le norme sull'inquinamento luminoso regionali e i dettami dei CAM apparecchi. La **tecnologia LED**, infatti, a parità di prestazioni illuminotecniche, **impiega minore potenza** rispetto alle altre sorgenti in commercio con conseguente risparmio sui consumi. Questo comporta da un lato una convenienza economica legata al minor acquisto di energia e dall'altro un risparmio in termini di emissioni di CO_2 equivalente e TEP, con conseguente abbassamento dell'impatto ambientale legato all'esercizio dell'impianto. La tecnologia LED ha inoltre una possibilità di dimmerazione più spinta del flusso luminoso, rispetto alle altre sorgenti in commercio, consentendo **una regolazione più accurata** e permettendo **un'illuminazione più uniforme** rispetto ai classici sistemi tutta notte/mezzanotte, senza rinunciare al **risparmio sui consumi**. Gli apparecchi proposti completano il quadro positivo legato a questa nuova tecnologia, in quanto dotati di **ottiche modulabili**, che consentono una regolazione ad hoc della direzione del flusso in relazione ai parametri illuminotecnici da rispettare.

1.2 RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

La sostituzione delle sorgenti luminose e l'installazione di apparecchi di ultima generazione con ottiche regolabili consentono, a parità di risultati illuminotecnici, di utilizzare sorgenti a minore potenza con conseguente notevole efficientamento delle prestazioni dell'impianto.
Ogni apparecchio illuminante a LED sarà dotato di **alimentatore elettronico dimmerabile con profilo di riduzione preimpostato secondo i profili adottati** compatibili con le curve di regolazione proposte ed aggiornabile, determinato sulla base delle classi illuminotecniche di progetto e di esercizio. Così come stabilito dalla **Norma UNI 11431:2021**, la variazione del flusso luminoso emesso dagli apparecchi di illuminazione di un impianto stradale è una soluzione tecnica adottata dai progettisti per ottenere le **categorie illuminotecniche di esercizio previste dalla UNI 11248.**

I dispositivi per la regolazione del flusso luminoso hanno la finalità di variare, in modo controllato, il flusso luminoso emesso dagli apparecchi di illuminazione. Il corretto impiego di questi dispositivi richiede all'utilizzatore la dettagliata conoscenza di **parametri prestazionali del regolatore di flusso luminoso**:

- per determinare le **condizioni operative del regolatore di flusso luminoso**, ai fini del raggiungimento delle prestazioni della categoria illuminotecnica desiderata;
- per **stimare il risparmio energetico conseguibile** applicando un dato dispositivo in definite condizioni operative;

- per valutare, qualitativamente, le c**aratteristiche del prodotto più confacente per ogni specifica applicazione.**

1.3 CURVE DI REGOLAZIONE ADOTTATE PER IL CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

La tecnologia LED permette una facile ed affidabile regolazione del flusso luminoso. Gli apparecchi sono equipaggiati con un alimentatore elettronico in grado di regolare l'emissione luminosa agendo direttamente sulla corrente che alimenta i LED del gruppo ottico e configurato con un **profilo di dimmerazione automatica** che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo i consumi energetici nelle ore centrali della notte, quando frequentemente è sufficiente un livello di illuminazione inferiore. Il profilo di riduzione si adatta automaticamente alla durata del periodo notturno durante l'anno.
Al fine di ottenere una configurazione illuminotecnica in linea con l'infrastruttura cittadina e rispettosa delle normative e leggi attualmente vigenti, in caso di aggiudicazione le curve di regolazione che la Proponente intende adottare per il parco lampade di Martellago sono le seguenti, differenziate e studiate appositamente:

- **Profilo DIMM1:** nessuna regolazione, funzionamento a pieno regime (apparecchi già a led di ultima generazione da non riqualificare, attraversamenti pedonali, ecc.);
- **Profilo DIMM2:** dimmerazione del 30% dalle 23:00 alle 05:00 (standard);
- **Profilo DIMM3:** dimmerazione del 50% dalle 23:00 alle 05:00 (zona industriale);
- **Profilo DIMM4:** dimmerazione del 50% dalle 23:00 alle 05:00 (parchi);
- **Profilo DIMM5:** dimmerazione del 50% dalle 23:00 alle 05:00 (monumenti).

*Ad ogni modo, in caso di aggiudicazione, nelle successive fasi progettuali, **si delineeranno in accordo con l'Amministrazione i possibili differenti profili di dimmerazione** in funzione anche delle zone di installazione dei corpi illuminanti.*

Così come stabilito dal "*Regolamento di Attuazione della L.R. n.17/09"* l'illuminazione di monumenti ed edifici deve essere preferibilmente di tipo radente dall'alto verso il basso e solo nei casi di conclamata impossibilità (o per manufatti di particolare e comprovato valore storico) i fasci di luce posso 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 entro le ore ventiquattro.
È prevista deroga nei casi di assoluta impossibilità di attuazione della stessa e per soggetti di particolare e comprovato pregio architettonico. In questo caso, i fasci di luce rimarranno 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 diminuzione della potenza entro le ore 22.00 nel periodo di ora solare ed entro le ore 23.00 nel periodo di ora legale**.
L'impianto previsto utilizzerà ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce.

1.4 ORE ACCENSIONE DEGLI IMPIANTI

Tutti i quadri saranno dotati di dispositivi di telecontrollo con a bordo orologio astronomico. Gli orologi astronomici sono dispositivi che permettono di regolare l'orario di accensione e spegnimento degli impianti sulla base del calcolo effettivo degli orari di alba e tramonto, effettuato da un componente in relazione al periodo dell'anno e alle coordinate geografiche. L'utilizzo di tale dispositivo serve ad **ottimizzare il periodo di accensione** dell'impianto evitando che vi sia spreco di energia nel caso in cui i punti luce si accendano prima del previsto, o sottoilluminazione nel caso in cui essi non si accendano quando necessario, consentendo inoltre di **assicurare la sostanziale contemporaneità di accensioni e spegnimenti**. Sfruttando la precisione di questo dispositivo per l'accensione e spegnimento, rispetto ad esempio agli

interruttori crepuscolari, si possono risparmiare un 2-3% delle ore di funzionamento in un anno, rispetto a quanto si rileva in letteratura.
Il sistema di telecontrollo adottato prevede la presenza di **dispostivi automatici operanti in modalità combinata** (orologio astronomico e sensore crepuscolare) al fine di garantire l'accensione degli impianti anche in particolari condizioni di anomala scarsa luminosità o per ovviare a malfunzionamenti dell'orologio astronomico.
Le **ore di accensione** considerate nella presente proposta risultano pari a **4.196** in conformità a quanto previsto dall'Allegato A alla Delibera ARERA ARG/elt29/08 per la fascia geografica centrale.

1.5 CALCOLO DEL RISPARMIO ENERGETICO

La sostituzione delle sorgenti luminose e l'installazione di apparecchi di ultima generazione con ottiche regolabili diverse consentono, a parità di risultati illuminotecnici, di utilizzare sorgenti a minore potenza con conseguente notevole efficientamento delle prestazioni dell'impianto.
Il calcolo è stato effettuato tenendo conto dei seguenti parametri:

- consumo ante dedotto da quanto riscontrato in campo e da successivi approfondimenti progettuali;
- perdite per sorgenti a led (alimentatore e rete) assunte pari al 3%;
- calcolo dei TEP equivalenti in riferimento al dato indicato dal FIRE (*La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico - scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico*) 1 TEP = 5.347,59 kWh
- calcolo della CO2 in riferimento al rapporto 0,355 kgCO2/kWh.

L'energia post opera è stata così calcolata:

$$\text{Energia} = \frac{\text{P netta} * \text{perdite} * [\text{ore P. P.} + (\text{ore RID} * \%\ \text{rid})]}{1000} \quad [kWh\ anno]$$

In cui:

- ***P*** $_{netta}$ = potenza netta in watt che corrisponde alla potenza nominale dell'apparecchio dichiarato dal costruttore alla corrente di pilotaggio di utilizzo esclusa la potenza dissipata dal sistema di alimentazione;
- ***perdite*** = potenza dissipata sotto forma di calore o altra forma di energia dal sistema di alimentazione, regolazione o di linea, partendo dal punto di consegna dell'energia elettrica. Tali perdite sono pari a: 15% per apparecchi con tecnologia a scarica con alimentatore elettromeccanico, 9% per apparecchi con tecnologia a scarica con alimentatore elettronico e 3% per apparecchi con tecnologia LED.
- ***ore*** $_{P.P.}$ = ore a piena potenza, variabili a seconda della curva di regolazione;
- ***ore*** $_{RID}$ = ore a potenza ridotta, variabili a seconda della curva di regolazione;
- ***%*** $_{rid}$ = % di riduzione della potenza netta adottata.

Tenendo conto delle **sole opere di riqualifica**, il consumo finale degli impianti di **illuminazione pubblica** di Martellago ed i relativi risparmi conseguibili, sono riepilogati nella tabella a seguire; mentre il consumo finale degli **impianti semaforici risulta invariato** in quanto, dal momento che le lanterne semaforiche sono già a led, non sono previsti interventi di efficientamento sull'esistente.

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto illuminazione pubblica [kWh/anno]	753.795,08	592.747,45	**161.047,63**
Consumo impianto semaforico [kWh/anno]	6.905,97	6.905,97	**0**

1.5.1 RISPARMI ENERGETICI OTTENIBILI ESPRESSI IN TEP/ANNO

Per il calcolo **dell'energia consumata in termini di TEP** (Tonnellate di petrolio equivalente) si fa riferimento al dato indicato dal *FIRE (La Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia - FIRE - associazione tecnico - scientifica incaricata dal Ministero dello Sviluppo Economico*) per cui il passaggio da kWh a TEP è determinato dalla seguente fattore di conversione:

1 TEP = 5.347,59 kWh

Partendo dal consumo energetico si sono valutati i TEP corrispondenti convertendo l'Energia Primaria secondo i parametri di conversione sopra indicati. Si riporta in seguito tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dagli interventi di riqualifica degli impianti esistenti:

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto illuminazione pubblica [kWh/anno]	753.795,08	592.747,45	**161.047,63**
T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	140,96	110,84	**30,12**

1.5.2 RISPARMI ENERGETICI OTTENIBILI IN TERMINI DI EMISSIONI DI CO_2

Di seguito si esplicita il calcolo effettuato, facendo riferimento alla metodologia di calcolo delle **emissioni di CO_2 legate al consumo e prelievo di energia elettrica da rete nazionale** con il seguente fattore di conversione: **0,355 kg di CO_2 /kWh.**

Per l'individuazione del coefficiente utile al calcolo delle emissioni di CO_2 legate al consumo di energia elettrica si è fatto riferimento alle valutazioni realizzate da *GHG Protocol* che prende in considerazione il mix energetico nazionale. Da tale studio si evince che per il calcolo delle emissioni legate al consumo di energia elettrica acquistata sul mercato italiano il mix energetico nazionale è pari a ***0,355 kg di CO_2/kWh***.

La stima delle emissioni aggregate di gas serra (GHG) si basa sulla seguente relazione, riportata su diverse ricerche scientifiche in merito:

$$CO_2 e = \Sigma i\ (GWPi * Ei),$$

con:

- CO_2 e = emissioni di CO_2 equivalente espresse in t/anno;
- GWPi = "Global Warming Potential" coefficienti GWP da IPCC;
- Ei = emissioni di gas serra (GHG) convertendo l'Energia Primaria secondo i parametri di conversione sopra indicati.

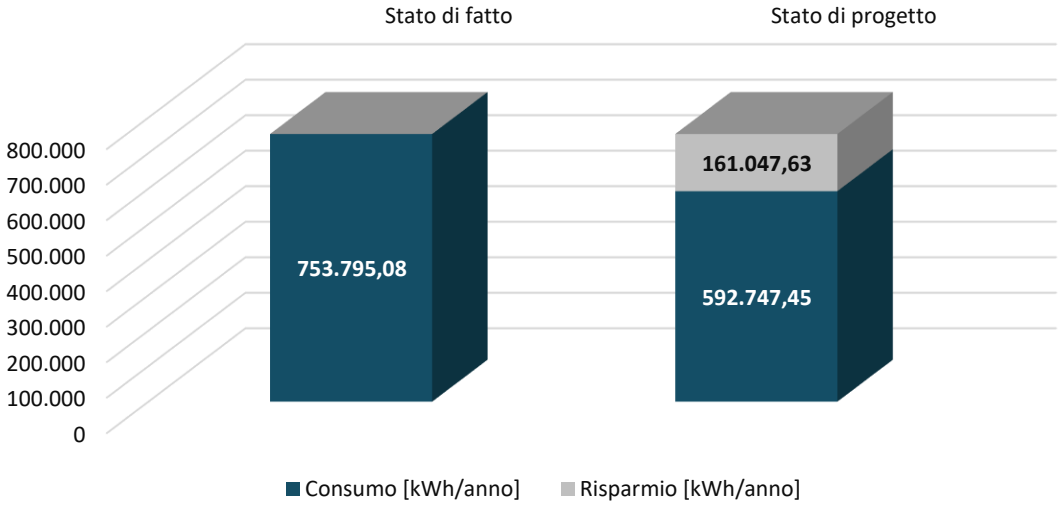
Si riporta in seguito tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dagli interventi di riqualifica degli impianti esistenti:

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto illuminazione pubblica [kWh/anno]	753.795,08	592.747,45	**161.047,63**
CO_2 equivalenti [ton/anno]	267,60	210,43	**57,17**

1.5.3 RIEPILOGO RISPARMI ENERGETICI OTTENUTI

Si riporta di seguito in forma tabellare il riepilogo dei risparmi energetici ottenuti a seguito delle opere di riqualificazione descritte nella Proposta.

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianto illuminazione pubblica [kWh/anno]	753.795,08	592.747,45	**161.047,63**
T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	140,96	110,84	**30,12**
CO_2 equivalenti [ton/anno]	267,60	210,43	**57,17**



Grazie all'adozione dei nuovi corpi illuminanti a led, calibrati sull'effettiva esigenza illuminotecnica della sede stradale, equipaggiati di idonea ottica e temperatura di colore, il ***consumo del parco lampade post riqualificazione sarà pari a 590.724,57 KWh/anno, conseguendo quindi un risparmio del 21,0%.***

1.6 CALCOLO DEI CONSUMI DEGLI INTERVENTI IN AMPLIAMENTO

Per quanto riguarda gli interventi di ampliamento sugli impianti di **illuminazione pubblica** si è calcolato che i **consumi siano pari a 15.760,08 kWh/anno**; si riporta di seguito in forma tabellare il riepilogo dei consumi energetici calcolati a seguito del progetto delle opere di ampliamento descritte nella Proposta.

DESCRIZIONE	AMPLIAMENTO	TOTALE	RISPARMIO
Consumo impianto illuminazione pubblica [kWh/anno]	15.760,08	608.507,52	**145.287,56**
T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	2,95	113,79	**27,17**
CO_2 equivalenti [ton/anno]	5,59	216,02	**51,58**

Il consumo del parco lampade totale sarà pari a 608.507,52 kWh/anno, conseguendo quindi un risparmio del 19,3%.

Per quanto riguarda gli interventi in ampliamento che interessano gli **impianti semaforici** si è calcolato che i **consumi siano pari a 2.014,36 kWh/anno**; si riporta di seguito in forma tabellare il riepilogo dei consumi energetici calcolati a seguito del progetto delle opere di ampliamento descritte nella Proposta.

DESCRIZIONE	AMPLIAMENTO	TOTALE
Consumo impianto semaforico [kWh/anno]	2.014,36	8.920,34
T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	0,38	1,67
CO_2 equivalenti [ton/anno]	0,72	3,17

1.7 CALCOLO DEI CONSUMI TOTALI

Considerando sia gli impianti di illuminazione pubblica che semaforici a valle degli interventi di riqualificazione ed ampliamento descritti nella Proposta; si riassumono di seguito in forma tabellare i consumi energetici calcolati ed i risparmi conseguibili.

DESCRIZIONE	ANTE	POST	RISPARMIO
Consumo impianti di illuminazione pubblica e semaforico [kWh/anno]	760.701,05	617.427,86	**143.273,19**
T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) [ton/anno]	142,25	115,46	**26,79**
CO_2 equivalenti [ton/anno]	270,05	219,19	**50,86**

Il risparmio complessivo ottenibile** a seguito degli **interventi di riqualificazione ed ampliamento,** considerando **sia gli impianti di illuminazione pubblica, sia gli impianti semaforici,** risulta **pari al 18,8%.