



## COMUNE DI FAVRIA (TO)

PROGETTO DI FATTIBILITÀ RELATIVO ALLA PROPOSTA DI FINANZA DI PROGETTO REDATTA AI SENSI DELL'ART. 183 COMMA 15-19 E SS. E ART.179 COMMA 3, DEL D.LGS. N.50/2016 (EX ART. 278 D.P.R. N°207/2010) AVENTE OGGETTO LA "CONCESSIONE PER LO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO DI GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE COMPRESIVO DI FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA E DI REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO NORMATIVO ED EFFICIENZA ENERGETICA"



	<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ</b>
<b>2</b>	Relazione Tecnica

Stato / Codice progetto: <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ Pdf 5000813_0</b>	Codice di classif. elaborato <b>RT 5000813_0</b>	<b>Pag. 1 di 25</b>
--	---	---------------------

Esperto Gestione Energia Reg. Numero EGE_0053 rilasciato da KIWA <b>ing. Luca Moscatello</b>	
---	--

UNITÀ RESPONSABILE: PREVENTIVAZIONE E PROGETTAZIONE				
<b>0</b> Prima Emissione	<b>Alessandro RAVOTTI</b>	<b>Roberto PIDDIU</b>	<b>Luca MOSCATELLO</b>	<b>15/07/2016</b>
Revisione	Incaricato	Verifica Responsabile PRG	Approvazione Responsabile IN	Data

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI.....</b>	<b>6</b>
<b>5. INTERVENTI SUI SOSTEGNI .....</b>	<b>7</b>
<b>6. INTERVENTI SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE: SOSTITUZIONI E RICABLAGGI .....</b>	<b>9</b>
<b>6.1 INTERVENTI SUGLI ACCESSORI (ALIMENTATORE, CONDENSATORE, ACCENDITORE).....</b>	<b>14</b>
<b>6.2 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE .....</b>	<b>14</b>
<b>7. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO.....</b>	<b>14</b>
<b>8. AMPLIAMENTI .....</b>	<b>15</b>
<b>9. RISPARMIO ENERGETICO ED IMPATTO AMBIENTALE .....</b>	<b>15</b>
<b>10. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI .....</b>	<b>21</b>
<b>10.1 LIMITAZIONE DELLA LUCE DISPERSA E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO ....</b>	<b>24</b>
<b>11. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI .....</b>	<b>24</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha la finalità di illustrare gli interventi di risparmio energetico, ammodernamento tecnologico, e di adeguamento e messa a norma pianificati per gli impianti di illuminazione pubblica del comune di Favria al fine di conseguire gli obiettivi prefissati ed esposti in premessa alla relazione illustrativa.

Lo studio di fattibilità è uno strumento conoscitivo utile a supportare le valutazioni relative all'opportunità di adottare scelte di tipo associativo o di ampliare l'ambito di operatività. Sulla base dei contenuti dello studio eseguito da Enel Sole sarà possibile fare una prima verifica tecnica di realizzabilità dal punto di vista organizzativo-gestionale. Pertanto le scelte legate ai materiali potranno subire variazioni, in accordo con l'Amministrazione Comunale, nei successivi livelli di progettazione, e potranno essere modificati con materiali analoghi dalle caratteristiche estetiche e funzionali equivalenti o superiori, in funzione di eventuali specifiche esigenze e comunque sempre in accordo con l'Amministrazione Comunale.

La stima circa la durata dei seguenti lavori previsti è riportata nell'elaborato 3, "Cronoprogramma dei lavori".

Complessivamente si prevede di effettuare i lavori totali entro **7 mesi solari** (150 giorni lavorativi) dalla data di consegna dei lavori.

Nei successivi paragrafi saranno presentati tutti gli interventi proposti per ciascuno dei componenti dell'impianto di pubblica illuminazione. Gli interventi proposti relativi a risparmio energetico, messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti, possono essere infatti riconducibili agli interventi sui singoli componenti degli impianti di pubblica illuminazione: quadri di alimentazione, linee elettriche, sostegni, apparecchi, sistemi di protezione contro i contatti indiretti, ecc..

## 2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI

Attualmente gli impianti di illuminazione pubblica sono alimentati a partire da 26 quadri di alimentazione/protezione/comando.

Gli interventi proposti consistono nella **revisione di 26 quadri elettrici esistenti congiuntamente alla installazione di nuovi interruttori astronomici** per la gestione degli orari di accensione/spegnimento.

### INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI

**revisione dei quadri elettrici esistenti** (sostituzione di componenti vetusti, rifacimento cablaggi delle apparecchiature) ed installazione di **orologio astronomico** per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare)

cadauno

26

A valle degli interventi tutti gli impianti saranno dotati orologio astronomico per la gestione dei periodi di accensione e spegnimento degli impianti.

La tempestiva accensione degli impianti rappresenta una fonte di risparmio spesso trascurata. Sfruttando anche solo parte del crepuscolo civile<sup>1</sup> (sia all'alba che al tramonto) e posizionando l'accensione/spegnimento entro la fine dello stesso, si può ottenere un risparmio di una o due decine di minuti di accensione al giorno, quantificabile in circa il 2/3% delle ore totali di funzionamento (rispetto alle 4200 h/anno, dato medio presente in letteratura).

La durata del crepuscolo è determinata da due fattori: la latitudine geografica e la stagione.

Considerata la latitudine del comune di Favria, gli interruttori astronomici si prevede saranno settati impostando, rispetto ai valori di default, un ritardo nell'accensione di 20 min ed un anticipo nello spegnimento di 20 min. Con tali impostazioni le ore annue di funzionamento saranno pari a  $H = 4\,052$  ore/anno.

### 3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE

Le linee elettriche esistenti presentano una certa percentuale di tratti di condutture non adeguate dal punto di vista della messa a norma che non garantiscono una adeguata continuità di servizio a causa dell'usura e delle condizioni in cui si trovano.

### INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE

**rifacimento di linea elettrica interrata mediante realizzazione di nuovo scavo** per canalizzazione interrata e nuovi cavi FG7OR, compresa installazione ove necessario di eventuali pozzetto, chiusino in ghisa classe C250, e giunti in gel

m

960

<sup>1</sup> **Crepuscolo civile:** (serale) comprende il periodo che intercorre tra il tramonto del sole e l'istante in cui esso raggiunge la distanza zenitale di 96° (-6° dall'orizzonte), momento nel quale inizia il crepuscolo nautico. Al mattino il crepuscolo civile comprende il periodo che intercorre tra l'istante in cui il sole raggiunge la distanza zenitale di 96° (-6° dall'orizzonte) e la sua levata. **In questo intervallo è possibile distinguere chiaramente gli oggetti circostanti e condurre attività all'aperto senza utilizzare illuminazione supplementare.**

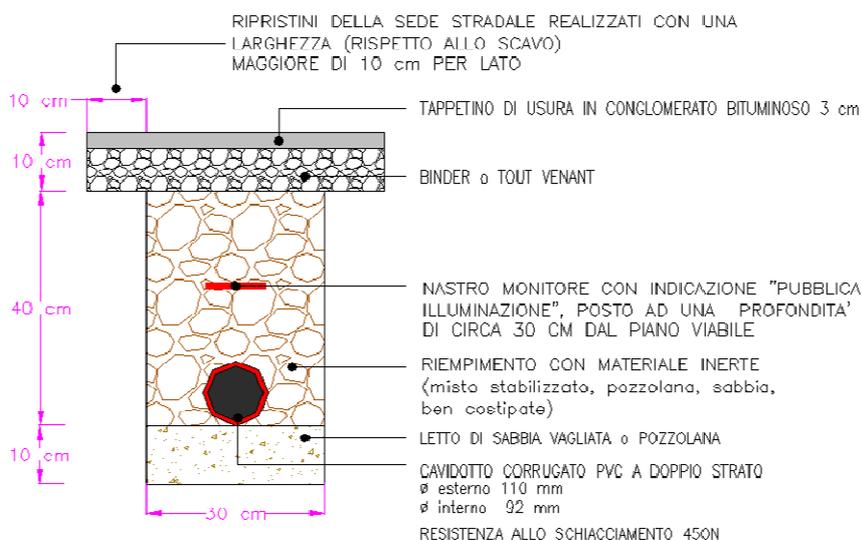
Considerando un'interdistanza media dei punti luce pari a 30m, il numero di campate soggette a rifacimento risulta essere pari a  $960/30 = 32$ , che rispetto ai 724 punti luce esistenti rappresenta circa il 4.5%.

Le nuove linee elettriche interrato saranno realizzate (salvo diverse prescrizioni degli Enti Locali):

- cavi FG7(O)R, con tensione di isolamento 0.6/1 kV, adeguati alla classe II
- sezione adeguata e uniformemente distribuita (contenere cadute di tensione)
- utenze equilibrate sulle tre fasi, con conseguente equilibrio dei carichi
- installazione di pozzetti accessibili, con chiusino in ghisa sferoidale C250
- installazione di giunzioni accessibili, realizzate con giunti in gel in classe II di isolamento o mediante Guaina Isolante Termorestringente.

Lo scavo necessario ad accogliere il cavidotti avrà una sezione convenzionale (larghezza x profondità) pari a 0.3x0.6 m (vedi sezione di scavo tipo nella figura seguente). Questo tipo di scavo sarà impiegato il più possibile, compatibilmente con la natura del terreno.

SCAVO SU CARREGGIATA  
PER LA POSA DELLE LINEE DELL'IMPIANTO DI IP.  
SEZIONE PER SCAVO LONGITUDINALE E/O TRASVERSALE



Nella realizzazione delle linee interrato è prevista la posa di pozzetti in cls 40x40 cm con chiusini in ghisa sferoidale ove necessario. I pozzetti di derivazione saranno del

tipo carrabile e saranno realizzati in elementi prefabbricati. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle parti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi in plastica, costituita da zone circolari con pareti a spessore ridotto. I chiusini in ghisa sferoidale, completi di telaio, saranno rispondenti alle norme UNI-EN 124 saranno di tipo C250/C400, carrabile e riceveranno la marcatura prevista.

Le derivazioni ai punti luce saranno realizzate nella morsettiera (in classe II) interna all'asola di ispezione dei sostegni tramite entra/esci del cavo montante, oppure saranno realizzate all'interno dei pozzetti mediante l'utilizzo di giunti in gel in classe II di isolamento o mediante Guaina Isolante Termorestringente.

La massima caduta di tensione dal punto di consegna alla lampada elettricamente più lontana deve essere contenuta entro il 5% del valore nominale della tensione.

#### 4. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI

Per le derivazioni agli apparecchi è prevista la sostituzione dei cavi di risalita dalle portelle / morsettiera, ciò al fine di garantire un idoneo collegamento durante la sostituzione apparecchi poiché potrebbero avere collocazioni differenti dei morsetti di alimentazione rispetto alle armature stradali esistenti.

##### INTERVENTI SULLE DERIVAZIONI

<b>sostituzione delle derivazioni al punto luce</b> , mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq	cadauno	724
---	---------	-----

L'installazione dei cavi di derivazione prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica per le aree di cantiere prescritta dal codice della strada, dai Piani di Sicurezza e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisorie atte a garantire la viabilità dei luoghi (passerelle, ponteggi provvisori, etc.);
- Rimozione dei cavi di derivazione al punto luce esistenti;
- Trasporto, carico e scarico dei materiali di risulta alla pubblica discarica autorizzata e/o loro momentaneo allontanamento;
- Posa in opera dei nuovi cavi di derivazione FG7(O)R 2x2.5 mmq;
- Posa in opera delle cassette di derivazione, morsettiera e portelle
- Realizzazione delle giunzioni elettriche e dei collegamenti all'apparecchio e alla linea montante.

## 5. INTERVENTI SUI SOSTEGNI

Il parco sostegni è in larga parte adeguato e presenta una percentuale modesta di sostegni in condizioni critiche dal punto di vista della messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti.

La maggioranza dei sostegni non presenta criticità statiche, elettriche o illuminotecniche (ovvero legate alle dimensioni del sostegno in rapporto alla tipologia di strada da illuminare).

Negli impianti più vetusti, i pali risultano generalmente affetti da evidenti stati di ossidazione/corrosione e/o con pericolo di cedimento in quanto hanno subito danni strutturali (incidenti stradali o da altri fenomeni quali eventi atmosferici ed atti vandalici).

Gli interventi previsti sui sostegni sono i seguenti:

<b>INTERVENTI SUI SOSTEGNI</b>		
<b>sostituzione di sostegno esistente con nuovo palo stradale dritto in acciaio zincato</b> , da 6m a 10m fuori terra, troncoconico, della relativa giunzione con nuovo giunto in gel. I sostegni esistenti saranno sostituiti con <b>sostegni di altezza congrua</b> , in modo da garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.	cadauno	20
<b>sostituzione di braccio a parete esistente in ferro verniciato con nuovo braccio a parete</b> in acciaio zincato tubolare curvato oppure con nuovo <b>attacco a parete con tasselli</b> in acciaio zincato tubolare dritto 0,5m. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.	cadauno	4

La sostituzione dei pali prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica prescritta per la segnalazione delle aree di cantiere dal codice della strada e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisorie atte a garantire la viabilità dei luoghi;
- Picchettazione;
- Rimozione del complesso luminoso esistente;
- Verifica blocco di fondazione esistente ed eventuale realizzazione nuovo plinto di fondazione;
- Svellimento della pavimentazione;
- Rottura del sottofondo;
- Eventuale scavo di sbancamento;

- Scavo in fondazione;
- Sistemazione del terreno circostante;
- Fornitura in opera degli accessori necessari (tubi PVC per raccordi e/o formatura incavi e/o alloggiamenti);
- Fornitura, formazione e getto del calcestruzzo per la formazione dei blocchi di fondazione con le dimensioni riportate negli elaborati progettuali;
- Carico, trasporto e scarico a piè d'opera dei sostegni;
- Posizionamento, sollevamento, messa in verticale, allineamento, bloccaggio e sigillatura dei sostegni sul blocco di fondazione;
- Esecuzione (ove richiesta) dei collegamenti per la messa a terra; compreso la fornitura dei materiali occorrenti (capicorda, morsetti e conduttore);
- Realizzazione delle opere edili necessarie per l'ingresso della nuova linea interrata, oppure scavo per l'intercettazione della linea elettrica interrata esistente
- Riparazione di eventuali danni causati, dalle operazioni di scavo e/o demolizione, ad eventuali sottoservizi occulti
- Ripristino pavimentazione esistente

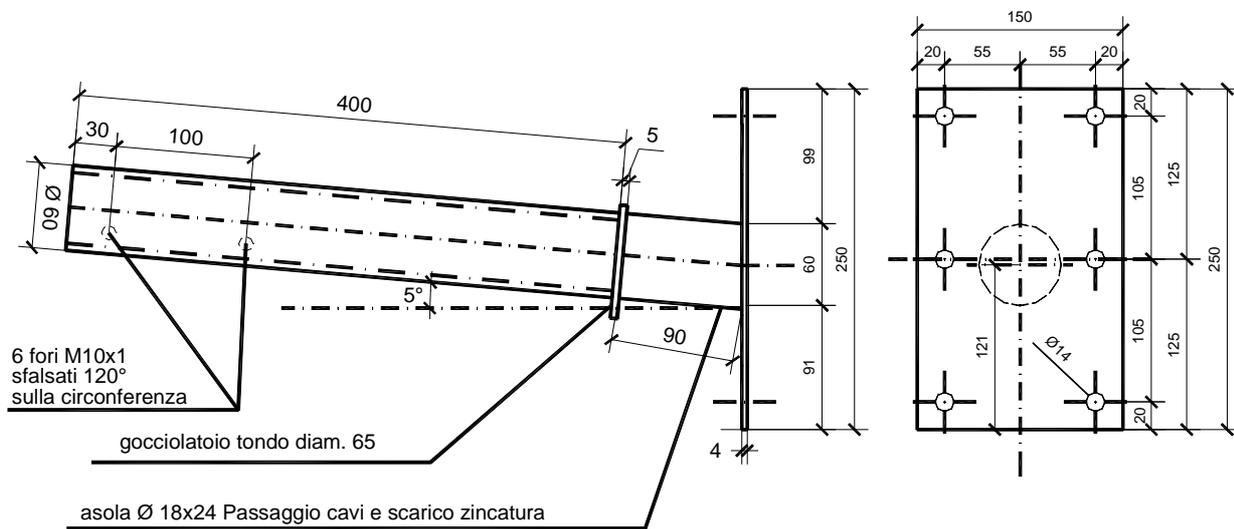
La sostituzione dei bracci a parete prevede le seguenti operazioni:

- Allestimento di tutta la segnaletica prescritta per la segnalazione delle aree di cantiere dal codice della strada e/o da Enti Locali;
- Apprestamento di tutte le opere provvisorie atte a garantire la viabilità dei luoghi;
- Picchettazione;
- Rimozione del complesso luminoso esistente;
- Carico, trasporto e scarico a piè d'opera dei sostegni;
- Posa in opera del braccio su muro con infissione di zanche e/o tasselli, con il ripristino dello stato delle murature e degli intonaci;
- Posa in opera di canalina in rame per protezione risalita linea aerea, ove richiesta;
- Esecuzione (ove richiesta) dei collegamenti per la messa a terra; compreso la fornitura dei materiali occorrenti (capicorda, morsetti e conduttore).

I **bracci a parete previsti**, avranno un attacco a parete con tasselli, sanno in acciaio acciaio zincato 0,5m. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.

VISTA LATERALE

VISTA FRONTALE



## 6. INTERVENTI SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE: SOSTITUZIONI E RICABLAGGI

Negli impianti di pubblica illuminazione sono presenti, in generale, differenti e non omogenee tipologie di apparecchi, con conseguente squilibrio nelle prestazioni illuminotecniche, determinando anche un aggravio dei costi di gestione per la maggiore necessità di magazzino, oltre che un antiestetico impatto visivo.

Mediamente, inoltre, gli apparecchi non conformi alla Legge Regionale hanno spesso un sistema d'illuminazione vetusto e ormai superato, con basso rendimento ottico e forte produzione d'inquinamento luminoso. Al contrario, sempre il linea generale, gli apparecchi con diffusore di tipo cut-off adeguati alla legge regionale sono di più recente installazione, realizzati con tecnologia attuale e rendimenti adeguati.

Il livello di obsolescenza generale degli apparecchi stradali esistenti del parco impiantisco oggetto della presente, è particolarmente elevato, in quanto molti apparecchi stradali sono vetusti e tecnologicamente obsoleti, con bassi valori di rendimento, o con ottiche assenti o inadeguate, alcuni privi di schermo di chiusura o con coppa aperta, danneggiata o degradata, grado di protezione insufficiente, o inadeguati dal punto di vista del risparmio energetico e del contenimento dell'inquinamento luminoso.

È quindi necessario rinnovare il parco apparecchi, andando a sostituire le vecchie armature, con apparecchi di moderna concezione, cut-off, in classe II di isolamento, che soddisfino contemporaneamente tutti i requisiti sia in termini di messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti, sia in termini di risparmio energetico e gestionale.

<b>INTERVENTI SUGLI APPARECCHI LUMMINOSI</b>		
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale</b> esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente <b>led, EnelSole/Fivep Archilede E</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	669
<b>sostituzione di apparecchio illuminante</b> con nuovo proiettore a sorgente led <b>DISANO ASTRO</b> nelle versioni 24 e 32 led	cadauno	7

In questo modo, a valle degli interventi, tutti gli impianti ove saranno installati nuovi apparecchi illuminanti saranno interamente equipaggiati con una tipologia di luce ad elevata qualità, tonalità bianco/calda 3000/4000K.

La sostituzione di un così consistente numero di apparecchi consente di uniformare e rendere omogeneo il parco apparecchi, con conseguente equilibrio delle prestazioni illuminotecniche, e riduzione dei costi di gestione per la minore necessità di magazzino, oltre che un migliore impatto visivo a livello estetico.

**Gli apparecchi previsti hanno Ottica di tipo Cut- off**, realizzata al fine di ottenere i migliori risultati illuminotecnici senza necessità di inclinare l'armatura, nel rispetto dei più restrittivi criteri di contenimento della dispersione di flusso luminoso verso l'alto. **Gli apparecchi luminosi saranno in classe II di isolamento.**

Di seguito un confronto tra il parco lampade ante e post operam:

<b>TIPO APPARECCHIO ANTE OPERAM</b>	<b>Q.TA'</b>	<b>%</b>
Apparecchi stradali (armature aperte e chiuse)	639	88,3%
lanterne quadrangolare [esistente]	52	7,2%
Proiettore/apparecchi speciali [esistente]	33	4,6%
<b>TOTALE</b>	<b>724</b>	<b>100,0%</b>

<b>TIPO APPARECCHIO POST OPERAM</b>	<b>Q.TA'</b>	<b>%</b>
Enel Sole Archilede EVOLUTION [nuovo]	669	92,4%
lanterne quadrangolare [esistente]	52	7,2 %
proiettore [nuovo]	7	1,0%
<b>TOTALE</b>	<b>728</b>	<b>100,0%</b>



L' incremento del numero di apparecchi installati tra ante operam (724) e post operam (728) è determinata dal fatto che è prevista l'implementazione di 4 nuovi centri luce in Via CERNAIA.

Ogni tipologia di materiale scelto rappresenta, allo stato attuale, la soluzione tecnica più performante a disposizione.

Modello		ARCHILEDE Evolution				
CORPO	COLORE	OTTICA	SORGENTE	CHIUSURA	UNITÁ ALIMENTAZIONE	
Alluminio pressofuso	Grigio RAL 9007	STRADALE E ASIMMETRICA	LED	Vetro piano	Alimentatore elettronico	
TENSIONE ALIMENTAZIONE	CLASSE DI ISOLAMENTO	PROTEZIONE UNITÁ ELETTRICA	RESISTENZA URTI SCOCCA	PESO	PIASTRA LED	
120 - 240 Vac 50 - 60 Hz		IP 66	IK04	8 Kg	Sostituibile	
<p><b>Archilede E</b> E v o l u t i o n</p> <p>16 LED</p>						
<p>28 LED</p>			<p>44 LED</p>			
ARCHILEDE EVOLUTION			Corrente di pilotaggio a 700 mA		Corrente di pilotaggio a 525 mA	
Numero LED	Temperstura Colore	Indice Resa Cromatica	Potenza	Flusso in uscita	Potenza	Flusso in uscita
[-]	[K]	[-]	[W]	[lm]	[W]	[lm]
16	4 000	70	38	3 750	28	2 975
28	4 000	70	66	6 450	49	5 110
44	4 000	70	101	9 940	76	7 930

Modello	DISANO ASTRO
 <p><b>Download</b>            DAF 3D            - 1787_tutti.dxf            3DG            - disano_1787_astro_32_led.3ds            3DM            - disano_1787_astro_32_led.3dm            Montaggi            - astro.pdf</p>	<p><b>Corpo:</b> In alluminio pressofuso con alette di raffreddamento integrate nella copertura.</p> <p><b>Diffusore:</b> vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001).</p> <p><b>Dotazione:</b> dispositivo automatico di controllo della temperatura.</p> <p><b>Resistenza ai picchi di tensione della rete</b> mediante diodo di protezione.</p> <p><b>Equipaggiamento:</b> Completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea.</p> <p><b>Valvola anticondensa</b> per il ricircolo dell'aria.</p> <p><b>Dissipatore:</b> Il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento dei LED con temperature inferiori ai 50° (Tj = 85°) garantendo ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita.</p> <p><b>Possibilità di scegliere la corrente di pilotaggio</b> dei LED. La scelta di una corrente più bassa aumenterà l'efficienza e quindi migliorerà il risparmio energetico.</p> <p><b>LED:</b> ottiche in PMMA con alta resistenza alla temperatura e ai raggi UV.</p> <p><b>Tecnologia LED</b> di ultima generazione Ta-30+40°C vita utile 80.000h al 70% L70B20.</p> <p><b>Classificazione rischio fotobiologico:</b> Gruppo di rischio esente secondo le EN62471.</p> <p>LED 4000K - 700mA - 12960lm - 94W - CRI 70 - Surge protector 6/8Kv</p> <p>LED 4000K - 700mA - 17280lm - 125W - CRI 70 - Low optical flicker - Surge protector 6/8Kv</p> <p>LED 4000K - 700mA - 25920lm - 187W - CRI 70 - Surge protector 6/8Kv</p> <p>LED 4000K - 700mA - 34560lm - 250W - CRI 70 - Low optical flicker - Surge protector 6/8Kv</p>

## 6.1 INTERVENTI SUGLI ACCESSORI (ALIMENTATORE, CONDENSATORE, ACCENDITORE)

Il parco accessori (alimentatore, condensatore, accenditore) sarà dunque rinnovato in modo pressoché totale, attraverso la sostituzione (ove previsto) dell'apparecchio (il nuovo apparecchio equipaggia ovviamente nuovi accessori).

Gli alimentatori sostituiti saranno quindi 93% degli esistenti.

## 6.2 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE

In totale il parco lampade risulta essere costituito da 724 sorgenti luminose.

Durante il periodo nel quale saranno eseguiti i lavori iniziali è prevista la sostituzione della **totalità delle lampade** attualmente equipaggiate tramite apparecchi con nuove sorgenti a LED.

E' pertanto prevista la sostituzione di tutte sorgenti attualmente presenti nell'impianto di IP con sorgenti di più moderna concezione e di caratteristiche illuminotecniche e funzionali migliori.

A valle degli interventi quindi sostanzialmente l'intero parco impianti sarà equipaggiato con sorgenti di elevata qualità con tecnologia led

tipo sorgente ante	W sorgente ante	q.tà ante	W tot ante
SODIO AP	70	103	8549
SODIO AP	150	183	31659
SODIO AP	250	6	1662
SODIO AP	600	3	1911
IODURI	70	29	2407
IODURI	100	4	472
MERCURIO	125	396	55044
		<b>724</b>	<b>101704</b>

tipo sorgente post	W sorgente post	q.tà post	W tot post
SODIO AP	150	52	8996
LED	28	310	20460
LED	44	353	35653
LED	96	6	841.8
LED (pr)	24	4	808
LED (pr)	32	3	807
		<b>728</b>	<b>67565,8</b>

## 7. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Nel presente studio di fattibilità, tutti gli impianti saranno dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso; le soluzioni adottate sono le seguenti:

- **REGOLAZIONE PUNTUALE MEDIANTE ALIMENTATORE ELETTRONICO DIMMERABILE STAND-ALONE:** Apparecchi di illuminazione per sorgenti led (nuovi, Archilede EVOLUTION) equipaggiati con alimentatore elettronico dimmerabile, che permette la regolazione puntuale del flusso luminoso

mediante commutazione automatica con profilo tarabile in modo continuo sia in ampiezza che in durata, senza l'adozione dei regolatori.

<b>TIPO DI SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO INSTALLATO</b>	<b>Q.TA' PUNTI LUCE</b>
PUNTUALE ALIMENTATORE ELETTRONICO DIMEMRABILE STAND ALONE	669
<b>TOTALE</b>	<b>669</b>

## 8. AMPLIAMENTI

La presente offerta prevede anche l'installazione in ex-novo di nuovi punti luce, compresa linea elettrica aerea oppure interrata, per ampliamento impianti di illuminazione pubblica.

installazione di punti luci aggiuntivi al termine dei lavori iniziali, costituiti da palo stradale in acciaio zincato, apparecchio Archilede HP di potenza adeguata alla classe illuminotecnica della strada, morsettiere, cavi di derivazione, e linea elettrica di alimentazione di tipo interrata in cavidotto.	punti luce	4
--	------------	---

L'ubicazione dei punti luce sarà scelta dall'amministrazione comunale in funzione delle esigenze della stessa (nuove lottizzazioni, illuminazione strade attualmente non coperte da impianti IP, ecc.) che potrà utilizzare tale miglioria per coprire eventuali zone buie non attualmente servite dall'impianto di illuminazione esistente, oppure per estendere l'impianto in zone come nuove lottizzazioni, ecc..

## 9. RISPARMIO ENERGETICO ED IMPATTO AMBIENTALE

Nei paragrafi precedenti sono stati evidenziati gli interventi proposti, molti dei quali determinano una riduzione dei consumi con conseguente risparmio energetico.

Il risparmio energetico ottenibile attraverso questi interventi proposti sugli impianti esistenti di illuminazione pubblica, viene di seguito calcolato rispetto allo stato attuale degli stessi.

Il risparmio energetico è calcolato confrontando il consumo energetico annuale ante operam con il consumo energetico annuale post operam (a valle degli interventi previsti nel presente studio di fattibilità).

I consumi energetici ante operam sono calibrati sulla consistenza attuale degli impianti di pubblica illuminazione della città (costituiti da 724 punti luce e 26 quadri elettrici di protezione e comando) trasmessi dalla amministrazione comunale.

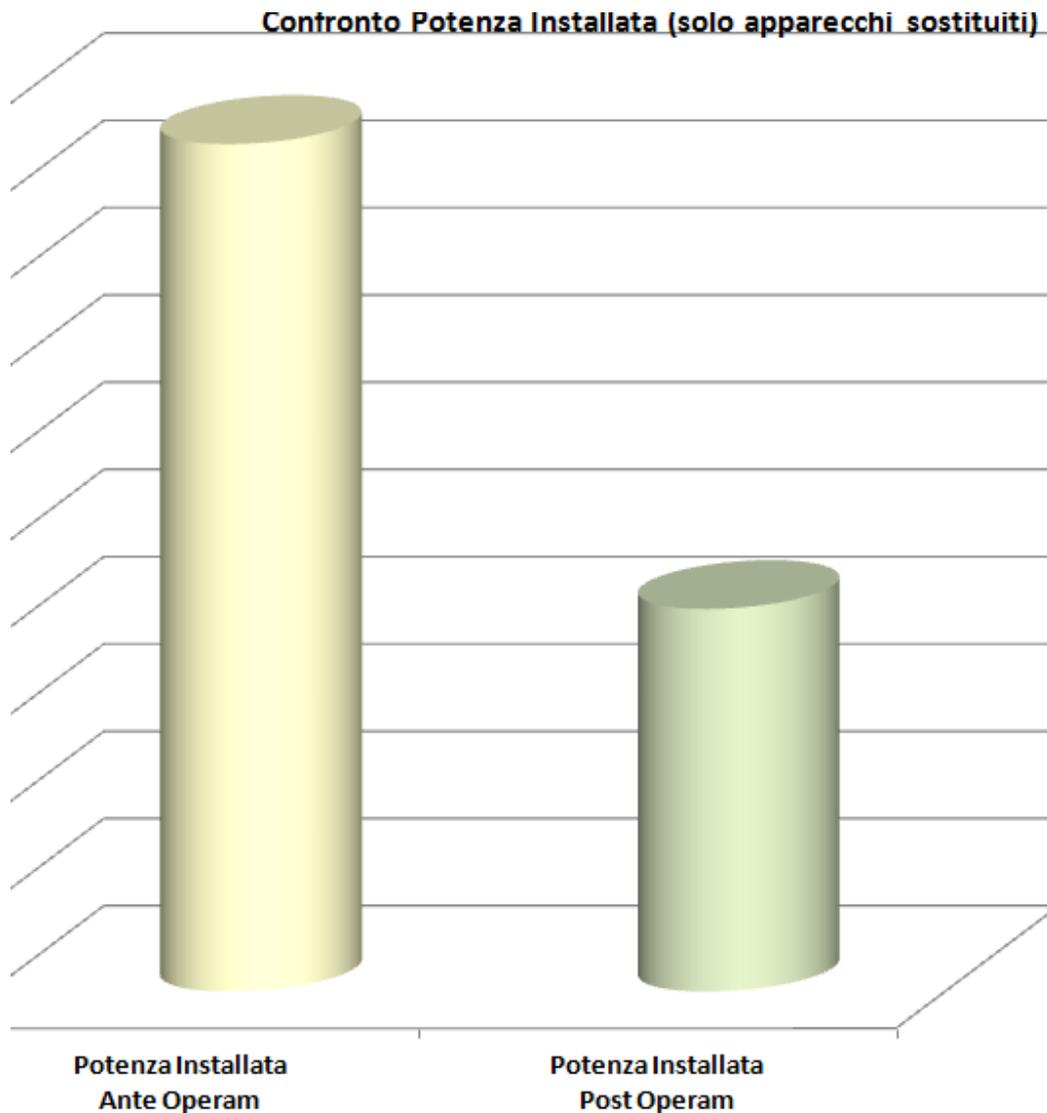
Il parco lampade ante operam e post operam è indicato rispettivamente nelle seguenti tabelle.

ANTE OPERAM			
tipo sorgente ante	potenza sorgente ante (nominale)	q.tà apparecchi ante (per tipologia)	W (tot) (inc. acc)
-	W	-	W
MERCURIO	125	42	5838
SODIO AP	150	10	1730
MERCURIO	125	354	49206
SODIO AP	70	103	8549
SODIO AP	150	173	29929
SODIO AP	250	6	1662
SODIO AP	600	3	1911
IODURI	70	29	2407
IODURI	100	4	472
	TOTALE	724	101704

POST OPERAM			
tipo sorgente ante	potenza sorgente ante (nominale)	q.tà apparecchi ante (per tipologia)	W (tot) (inc. acc)
-	W	-	W
SODIO AP	150	52	8996
LED	28	310	20460
LED	44	353	35653
LED	96	6	841.8
LED (pr)	24	4	808
LED (pr)	32	3	807
	TOTALE	728	67565,8
		RIDUZIONE	-33,57%

La potenza installata sarà quindi ridotta di oltre il 39% grazie agli interventi proposti.

POTENZA COMPRESI ACCESSORI	INSTALLATA	kW	
ANTE OPERAM		101,7	
POST OPERAM		67,6	- 33,57% rispetto all'ante operam
POTENZA TOTALE COMPRESI (ANTE OPERAM - POST OPERAM)	RISPARMIATA ACCESSORI	34,1	



Per valutare il conseguente risparmio energetico occorre calcolare l'energia assorbita nel corso di un anno dall'installazione esistente (ante operam) e quella assorbita nel corso di un anno dalle stesse installazioni a valle degli interventi previsti (post operam) considerando ovviamente anche gli effetti dei sistemi di riduzione della potenza installati in ciascun impianto, quando presenti.

Di seguito **il calcolo del consumo energetico ante operam**, partendo dal database di censimento che descrive puntualmente il parco lampade ante operam, dettagliando anche la presenza di eventuali sistemi di riduzione della potenza installati (regolatori di flusso, tutta-notte / mezza-notte, ecc.).

I coefficienti R di riduzione della potenza associati ai vari sistemi esistenti sono i seguenti:

	R
nessuna regolazione	1
regolazione di flusso	0,7

Il coefficiente associato alla regolazione di flusso è stato calcolato stimando che eventuali sistemi di regolazione del flusso funzionino con un coefficiente pari a 0,7 (ovvero riduzione del 30% di potenza durante le ore di regolazione).

Per il calcolo dell'energia elettrica sono stati considerati inoltre i seguenti parametri:

K	1,05	coefficiente % di aumento della potenza installata, per tener conto delle perdite di linea
H	4200 h	ore annue di accensione totali annue dell'impianto di pubblica illuminazione (valore standard normalmente usato in letteratura)
Hr	2200 h	ore annue di funzionamento annue dell'impianto di pubblica illuminazione durante la fase di regolazione del flusso luminoso (regolazione dalle ore 00:00)

Per ciascuna lampada, considerando la potenza totale assorbita dal sistema (incluse le perdite negli accessori) la formula adottata per il calcolo dell'energia è la seguente:

$$\frac{\text{kW} \times \text{K} \times [\text{H}-\text{Hr}] + \text{kW} \times \text{K} \times \text{Hr} \times \text{R}}{\text{energia assorbita}} = \text{annua}$$

*Negli impianti esistenti in realtà, come già accennato, non sono presenti sistemi di regolazione del flusso luminoso, per cui il coefficiente R sarà pari ad 1 per ogni lampada.*

La potenza installata attualmente, comprese le perdite negli accessori, risulta pari a 101,7 kW (tabella precedente).

Il Consumo Energetico Ante Operam e' quindi pari a **448 515 kWh/anno**.

Di seguito **il calcolo del consumo energetico post operam**, partendo dal database di censimento che descrive puntualmente il parco lampade post operam, dettagliando anche la presenza di eventuali sistemi di riduzione della potenza installati (regolatori di flusso, tutta-notte / mezza-notte, ecc.).

I coefficienti R di riduzione della potenza associati ai vari sistemi esistenti sono i seguenti:

	R
NESSUNA REGOLAZIONE	1
ALIMENTATORE BIREGIME	0,7
ALIMENTATORE ELETTRONICO (LED)	0,7

Il coefficiente associato a tutti i sistemi di regolazione del flusso luminoso è pari a 0,7 (ovvero riduzione del 30% di potenza durante le ore di regolazione).

Per il calcolo dell'energia elettrica sono stati considerati inoltre i seguenti parametri:

K	1,05	coefficiente % di aumento della potenza installata, per tener conto delle perdite di linea
H	4052 h	ore annue di accensione totali annue dell'impianto di pubblica illuminazione (orologio astronomico)
Hr	2934 h	ore annue di funzionamento annue dell'impianto di pubblica illuminazione durante la fase di regolazione del flusso luminoso (regolazione dalle ore 22:00)

Per l'area centrale della città di Favria, asservita dalle lanterne quadrangolari oggetto di riqualifica tramite piastre led, si annota che pur essendo quest'ultime corredate di dispositivi per la riduzione del flusso luminoso, non è prevista l'attuazione di tale regolazione in tale area.

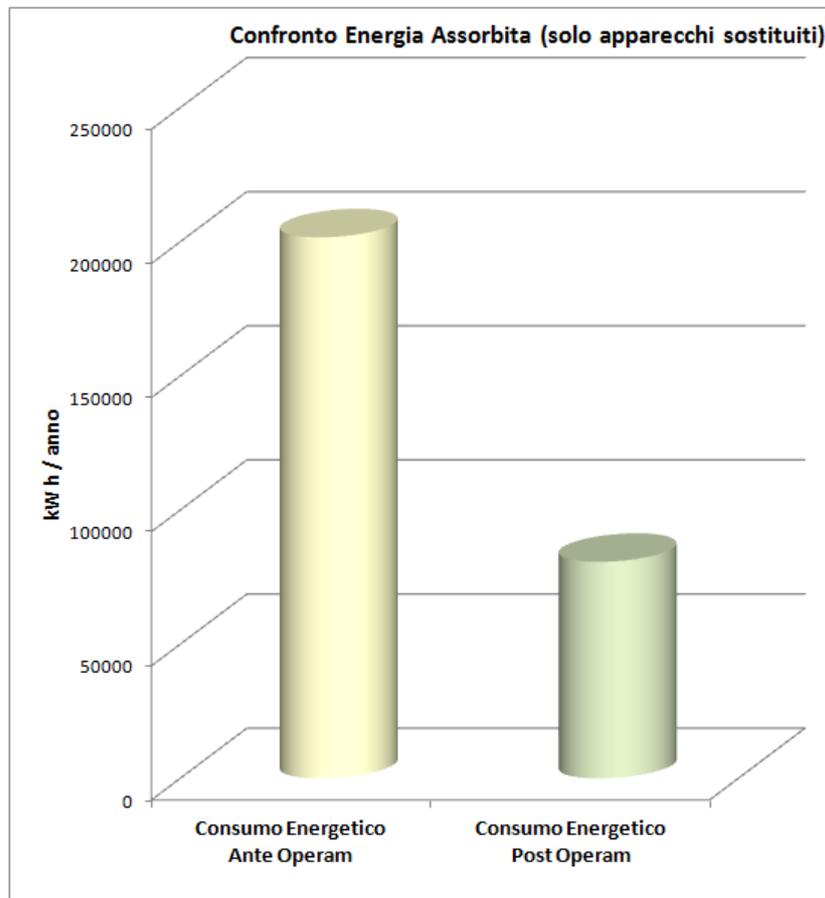
Per ciascuna tipologia di lampada, considerando la potenza totale assorbita dal sistema (incluse le perdite negli accessori) la formula adottata per il calcolo dell'energia è la seguente:

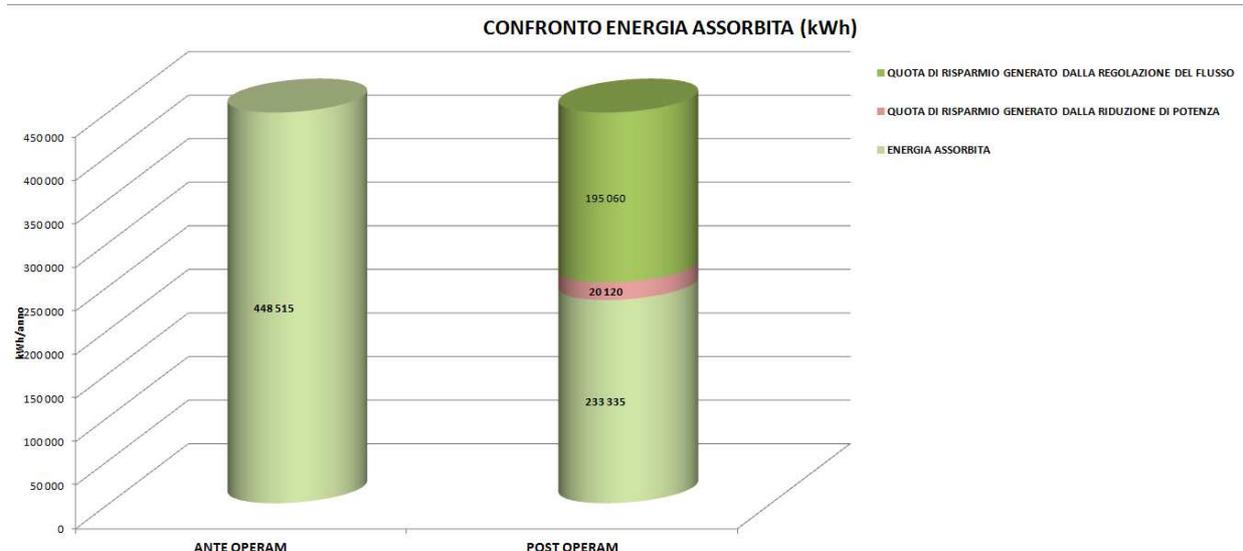
$$\begin{array}{rcl}
 \text{kW} \times \text{K} \times [\text{H}-\text{Hr}] & + & \\
 \text{kW} \times \text{K} \times \text{Hr} \times \text{R} & = & \\
 \hline
 \text{energia annua assorbita} & & 
 \end{array}$$

Il Consumo Energetico Post Operam e' quindi pari a **233335 kWh/anno**.

Ovvero, è possibile conseguire attraverso gli interventi proposti sugli impianti esistenti una riduzione dell'energia assorbita come riassunto in tabella.

energia assorbita ante operam	448515	kW h / anno		
energia assorbita post operam	233335	kW h / anno	<b>- 48%</b>	<b>rispetto all'ante operam</b>
<b>Risparmio Energetico Totale</b>	<b>215180</b>	<b>kW h / anno</b>		





IL RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE E' PARI A CIRCA 215 MWh/anno, CORRISPONDENTE AD UN RISPARMIO DEL 48% RISPETTO ALLO STATO ANTE OPERAM

## 10. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI

Gli interventi previsti per la riduzione dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico si traducono anche in benefici in termini ambientali.

Il risparmio energetico viene oggi solitamente espresso in TEP.

Il TEP (tonnellate equivalenti di petrolio; in lingua inglese: tonne of oil equivalent, TOE) rappresenta la quantità di energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo; vale circa 42 GJ. Il valore è fissato convenzionalmente, dato che le diverse varietà di petrolio posseggono diversi poteri calorifici e le convenzioni attualmente in uso sono più di una. È un'unità di misura usata per rendere più maneggevoli le cifre relative a grandi valori di energia. L'energia liberata dalla combustione di una tonnellata di petrolio è più intuitiva dell'equivalente valore di 42 miliardi di Joule. Sono pure utilizzati i multipli MTOE (un milione di TOE) e GTOE (un miliardo di TOE).

In riferimento alla Delibera EEN 3/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas, datata 28 marzo 2008, si assume come fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio (TEP o TOE) il seguente parametro:

fattore di conversione =  $0.187 \times 10^{-3}$  TEP/kWh

Considerando il risparmio energetico conseguito con gli interventi sugli impianti di pubblica illuminazione l'energia complessivamente risparmiata si traduce in tonnellate equivalenti di petrolio risparmiato annualmente con gli interventi previsti, rispetto all'impianto esistente:

energia ante operam	assorbita	448515	kW h / anno		
energia post operam	assorbita	233335	kW h / anno	- <b>48%</b>	<b>rispetto all'ante operam</b>
<b>Risparmio Totale</b>	<b>Energetico</b>	<b>215180</b>	<b>kW h / anno</b>		
Tonnellate Petrolio risparmiate ogni anno	Equivalenti di	40	TEP / anno		

Per effettuare la conversione dei TEP in CO<sub>2</sub>, occorre considerare la TABELLA DEI PARAMETRI STANDARD NAZIONALI dei " Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC" del Piano Nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, che introduce i fattori di conversione dei TEP in CO<sub>2</sub> emessa.

PARAMETRI STANDARD <sup>1</sup> - COMBUSTIBILI/MATERIALI					
Combustibile/Materiale	Unità di misura utilizzata per consumo di combustibile	Fattore Emissione <sup>2</sup> (tCO <sub>2</sub> /Un. di misura quantità)	Coefficiente Ossidazione	PCI	Unità di Misura PCI
Gas naturale (metano)	1000 Stdm <sup>3</sup>	1,956	1	8,376	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	55,820	1	35,046	GJ/1000 Stdm <sup>3</sup>
Olio combustibile	TJ	76,328	1	41,163	GJ/t
	t	3,142	1	0,984	tep/t
Gasolio riscaldamento (dati sperimentali)	TJ	73,587	1	42,877	GJ/t
	t	3,155	1	1,025	tep/t
Benzina senza piombo per autotrazione (dati sperimentali)	t	3,140	1	42,817	GJ/t
	t	3,140	1	1,023	tep/t
GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)	t	3,024	1	46,110	GJ/t
	t	3,024	1	1,102	tep/t
Coke da petrolio (pet coke)	TJ	94,074	1	34,098	GJ/t
	t	3,208	1	0,847	tep/t
Carbone da vapore	TJ	93,84	1	25,153	GJ/t
	t	2,360	1	0,601	tep/t
Coke (metallurgico)	TJ	110,097	1	29,045	GJ/t
	t	3,198	1	0,694	tep/t
Carbone per cokeria, altro carbone bituminoso	TJ	97,66	1	30,961	GJ/t
	t	3,024	1	0,74	tep/t
Agglomerati di carbone (sub-bituminoso)	TJ	96,1	1	n.d.	tep/t
Gas derivati di raffineria	TJ	57,386	1	47,298	GJ/t
	t	2,693	1	1,122	tep/t
Gas derivati da cokeria	1000 Stdm <sup>3</sup>	0,761	1	4,191	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	43,412	1	17,533	GJ/1000 Stdm <sup>3</sup>
Gas derivati da convertitore	1000 Stdm <sup>3</sup>	1,158	1	1,143	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	194,068	1	5,965	GJ/1000 Stdm <sup>3</sup>
Idrocarburi pesanti per gassificazione	t	3,132	1	0,930	tep/t
Gas derivati di altoforno	1000 Stdm <sup>3</sup>	0,905	1	0,855	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	253,196	1	3,576	GJ/1000 Stdm <sup>3</sup>
Oriemulsion	TJ	77	1	27,50	GJ/t
Virgin nafta	TJ	73,3	1	44,5	GJ/t

Si può prendere ad esempio a riferimento come materia prima l'olio combustibile, avente fattore di conversione pari a  $3,142/0,984 = 3,193$  tCO<sub>2</sub>/tep.

Possiamo ora calcolare la quantità di CO<sub>2</sub> che i nuovi impianti previsti in progetto non immetteranno in atmosfera rispetto agli impianti esistenti, grazie al progetto proposto:

<b>Risparmio Energetico Totale</b>	<b>215180</b>	<b>kW h / anno</b>
Tonnellate Equivalenti di Petrolio risparmiate ogni anno	40	TEP / anno
Tonnellate di CO2 risparmiate ogni anno	128	t CO2 / anno

### 10.1 LIMITAZIONE DELLA LUCE DISPERSA E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Si intende per "inquinamento luminoso" ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa e' funzionalmente dedicata ed in particolare modo verso la volta celeste.

Le leggi e le Normative in materia limitano l'inquinamento luminoso al fine di promuovere le attività di ricerca e divulgazione scientifica degli Osservatori Astronomici ed ovviamente al fine di evitare inutili sprechi di energia.

I nuovi impianti, devono essere realizzati in conformità alla Norma UNI EN 13201 e UNI 10819 " Requisiti per la limitazione della luminanza del cielo da luce artificiale" e delle eventuali Leggi Regionali in materia

### 11. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Di seguito le tabelle che sintetizzano tutti gli interventi proposti.

DESCRIZIONE	u.m.	QTA'
<b>revisione dei quadri elettrici esistenti</b> (sostituzione di componenti vetusti, rifacimento cablaggi delle apparecchiature) ed installazione di <b>orologio astronomico</b> per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare)	cadauno	26
<b>sostituzione di sostegno esistente con nuovo palo stradale</b> dritto in acciaio zincato, da 6m a 10m fuori terra, troncoconico, compresa sostituzione della cassetta di derivazione I sostegni esistenti saranno sostituiti con sostegni di altezza congrua, in modo da garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.	cadauno	20
<b>sostituzione di braccio a parete</b> esistente in ferro verniciato con nuovo braccio a parete in acciaio zincato tubolare curvato oppure con nuovo attacco a parete con tasselli in acciaio zincato tubolare dritto 0,5m. Gli attacchi a parete con tasselli, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.	cadauno	4

<b>sostituzione delle derivazioni al punto luce</b> , mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq	cadauno	724
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale</b> esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente <b>led, EnelSole/Fivep Archilede EVOLUTION</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II e con apparecchi a sorgente LED DISANO ASTRO.	cadauno	676
<b>rifacimento di linea elettrica interrata</b> mediante realizzazione di nuovo scavo per canalizzazione interrata e nuovi cavi FG7OR, compresa installazione ove necessario di eventuali pozzetto, chiusino in ghisa classe C250, e giunti in gel	m	960
<b>Nuovi centri luce</b> con sostegno a palo	cadauno	4