



## COMUNE DI DELLO (BS)

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>4</b>	Relazione Tecnica

Stato / Codice progetto: <b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ</b> <b>PdF OR-0000047869</b>	Codice di classif. elaborato <b>RT OR-0000047869</b>	<b>Pag. 1 di 39</b>
--	---	---------------------

Progettista Responsabile:

Esperto Gestione Energia Reg. Numero EGE\_0053 rilasciato da KIWA

**ing. Luca Moscatello**



UNITÀ RESPONSABILE: ENGINEERING & OPERATIONS - PROGETTAZIONE				
<b>0</b> Prima Emissione	<b>A. Gatta</b>	<b>R. Piddu</b>	<b>L. Moscatello</b>	<b>12/12/2016</b>
<b>Revisione</b>	<b>Incaricato</b>	<b>Verifica Responsabile PRG</b>	<b>Approvazione Responsabile IOP</b>	<b>Data</b>

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI .....	4
3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE .....	6
4. INTERVENTI SUI SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	9
5. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI .....	10
6. INTERVENTI SUI SOSTEGNI .....	11
7. INTERVENTI SUGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE: SOSTITUZIONI E RICABLAGGI	
16	
7.1 INTERVENTI SUGLI ACCESSORI (ALIMENTATORE, CONDENSATORE, ACCENDITORE).....	22
7.2 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE .....	22
8. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO.....	23
9. CORRETTO DIMENSIONAMENTO ILLUMINOTECNICO DEGLI IMPIANTI, IN	
RELAZIONE ALLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA .....	24
10. AMPLIAMENTI.....	25
11. RISPARMIO ENERGETICO ED IMPATTO AMBIENTALE .....	27
12. BENEFICI AMBIENTALI ATTESI .....	34
12.1 LIMITAZIONE DELLA LUCE DISPERSA E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO .....	36
13. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI.....	37

## 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 al fine di conseguire gli obiettivi prefissati ed esposti in premessa alla relazione illustrativa.

Il progetto 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 5, cronoprogramma 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 61 quadri di alimentazione/protezione/comando con un evidente eccessivo frazionamento delle pertinenze stesse.

Sono presenti n.4 quadri di comando dotati di sistemi di regolazione del flusso luminoso.

I quadri elettrici degli impianti ex Enel Sole **non hanno un punto di fornitura dedicato** equipaggiato con gruppo di misura (contatore) ma sono derivati direttamente dalle linee di Enel Distribuzione mediante un piccolo quadro elettrico comandato tramite interruttore crepuscolare ed alimentati con una linea elettrica dedicata (impianti a forfait). In alcuni casi inoltre i punti luce non hanno neppure una linea elettrica dedicata ma sono derivati singolarmente dalla linea di Enel Distribuzione e comandati da una sonda crepuscolare installata puntualmente su ogni singolo apparecchio di illuminazione; si parla in tal casi di **promiscuità elettrica**. In entrambe i casi comunque (impianti ex Enel Sole) manca sempre il gruppo di misura (contatore) per la contabilizzazione dell'energia elettrica consumata.

Gli interventi proposti consistono nella **sostituzione di 33 quadri elettrici esistenti** e nella **revisione di 20 quadri elettrici esistenti**; è inoltre prevista la **rimozione di 8 quadri elettrici esistenti** per la realizzazione di accorpamento impianti.

Saranno inoltre installati **33 nuovi punti di fornitura** dedicati (equipaggiati con gruppo di misura dell'ente distributore dell'energia elettrica) al fine di trasformare gli impianti a forfait esistenti in tradizionali impianti con contabilizzazione da gruppo di misura.

Tutti i quadri saranno equipaggiati con interruttore astronomico per la gestione degli orari di accensione/spegnimento.

INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI		
<b>rimozione di quadri elettrici</b> di protezione e comando	cadauno	8
<b>sostituzione di quadri elettrici</b> di protezione e comando, con nuovi quadri elettrici equipaggiati con <b>orologio astronomico</b> per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare). Compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250 e delle giunzioni.	cadauno	33
<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	20
onere da sostenere nei confronti dell'Ente Distributore per nuovo punto di fornitura e contatore	cadauno	33

La sostituzione dei quadri elettrici prevede le seguenti operazioni:

- rimozione del quadro elettrico esistente;
- verifica del blocco di fondazione esistente ed eventuale realizzazione di nuovo basamento in calcestruzzo;
- realizzazione delle opere edili necessarie per l'ingresso della nuova linea interrata, oppure scavo per l'intercettazione della linea elettrica interrata esistente;
- installazione del nuovo quadro elettrico completo delle necessarie apparecchiature di alimentazione, protezione e comando
- realizzazione di tutti i collegamenti, compresa la perfetta regolazione e programmazione delle apparecchiature
- ripristino pavimentazione esistente

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 tutto il crepuscolo (sia all'alba che al tramonto) e posizionando l'accensione/spegnimento alla 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).

Gli interruttori astronomici si prevede saranno settati impostando, rispetto ai valori di default, un ritardo nell'accensione di 15 min ed un anticipo nello spegnimento di 15 min. Con tali impostazioni le ore annue di funzionamento saranno pari a  $H = 4.100$  ore/anno.

### 3. INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE

Le linee elettriche esistenti presentano una percentuale modesta di tratti di condutture non adeguate dal punto di vista della messa a norma, ammodernamento tecnologico, riqualificazione e messa in sicurezza degli impianti in quanto i cavi sono nella quasi totalità di tipo FG7OR o precordato RE4E4X, entrambe con isolamento 0,6/1kV, adeguati anche agli impianti in doppio isolamento per illuminazione pubblica.

In alcuni impianti **a forfait**, i punti luce non hanno una linea elettrica dedicata ma sono derivati singolarmente dalla linea di Enel Distribuzione e comandati da una sonda crepuscolare installata puntualmente su ogni singolo apparecchio di illuminazione; si parla in tal caso di **promiscuità elettrica**; per molti di questi punti luce occorrerà ricostruire ex-novo la linea di alimentazione e collegare la stessa ad un impianto di illuminazione pubblica esistente oppure ad un nuovo punto di fornitura dedicato.

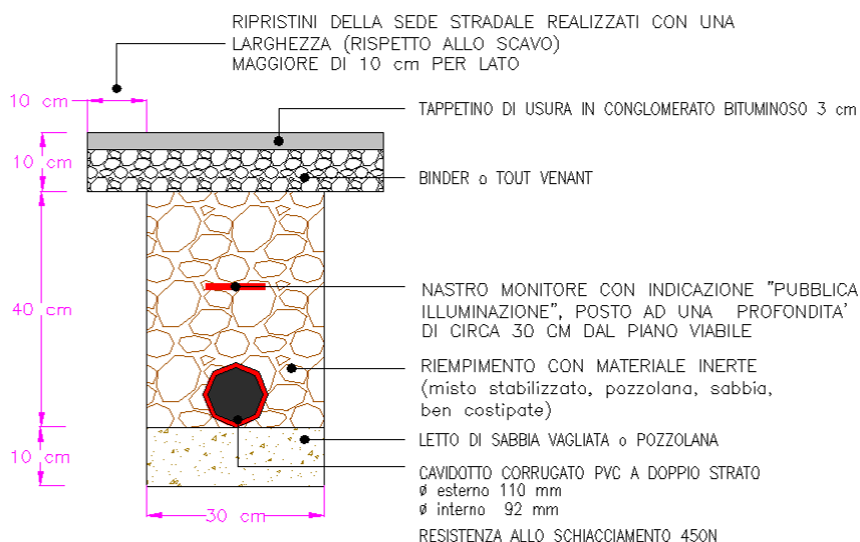
INTERVENTI SULLE LINEE ELETTRICHE		
<b>rifacimento di linea elettrica interrata mediante realizzazione di nuovo scavo</b> per canalizzazione interrata e nuovi cavi FG7OR, compresa installazione ove necessario di eventuali pozzetto, chiusino in ghisa classe C250, e giunti in gel	m	698
<b>sostituzione di linea elettrica interrata mediante sfilaggio dei cavi esistenti</b> ed infilaggio nel cavidotto esistente dei nuovi cavi FG7OR, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	1800
<b>sostituzione di linea aerea esistente (su palificazione)</b> con nuova linea aerea realizzata in cavo precordato RE4E4X, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	1260
<b>sostituzione di linea aerea esistente (a parete)</b> con nuova linea aerea realizzata in cavo precordato RE4E4X, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	2730

Le nuove linee elettriche interrate 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 cavidotto 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 essere 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 interrate è prevista la posa di pozzetti in cls 40x40 cm con chiusini in ghisa sferoidale. 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, carrabile e recheranno 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.

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

- cavi precordati di tipo RE4E4X oppure cavi FG7(O)R su fune d'acciaio, 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 giunzioni accessibili, entro apposite cassette di derivazione.

I cavi devono seguire per quanto possibile cornicioni e sporgenze degli edifici.

Per la realizzazione delle nuove linee (interrate ed aeree) nelle successive fasi progettuali saranno elaborati i calcoli elettrici che permetteranno di ottimizzare il dimensionamento delle linee.

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. INTERVENTI SUI SISTEMI DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per quanto concerne la protezione dai contatti indiretti, gli impianti **non ex Enel Sole** si trovano in generale in discrete condizioni e correttamente mantenuti, con adeguata protezione dai contatti indiretti, mentre gli impianti **ex Enel Sole** essendo derivati dalle linee di Enel Distribuzione risultano privi di impianto di terra e quindi per garantire la protezione dai contatti indiretti dovrebbero essere realizzati in classe II di isolamento.

Negli impianti in classe II si provvederà ad adeguare il complesso luminoso mediante la sostituzione dei componenti usurati e/o danneggiati con nuovi componenti in classe II.

Alcuni impianti **promiscui o a forfait**, essendo derivati dalle linee di Enel Distribuzione, risultano privi di impianto di terra e quindi per garantire la protezione dai contatti indiretti dovrebbero essere realizzati in classe II di isolamento:

- Al posto degli apparecchi sostituiti saranno installati nuovi apparecchi in classe II di isolamento (mod. Archilede);
- Le derivazioni saranno sostituite con nuove giunzioni e derivazione (cassette di derivazione, giunti, collegamenti e morsettiere) adeguati alla classe II di isolamento
- Le linee elettriche montanti se già non adeguate alla classe II di isolamento (cavi FG7OR oppure RE4E4X) saranno sostituite con cavi conformi alla classe II

Tutti gli interventi che saranno realizzati in impianti in classe II di isolamento saranno eseguiti conformemente alla classe II di isolamento, utilizzando solamente componenti elettrici idonei alla classe II.

## 5. SOSTITUZIONE DELLE DERIVAZIONI

Le derivazioni agli apparecchi (cassette di derivazione e cavi) sono in alcuni casi giunzioni prive di scatola di derivazione e/o isolate con semplice nastro isolante.

Per sanare tali criticità saranno sostituiti anche la cassetta di derivazione (portella e morsettiera in asola palo oppure cassetta ottagonale esterna a palo/parete) ed i cavi di alimentazione apparecchio (FG7OR 2x2.5 mm<sup>2</sup>).

INTERVENTI SULLE DERIVAZIONI		
sostituzione delle derivazioni al punto luce, mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq, cassetta di derivazione, morsettiera, e della portella in asola palo.	cadauno	1.033

È prevista la posa di morsettiera e portelle per installazione in asola palo e/o di cassette di derivazione ottagonali, con esecuzione idonea alla classe II di isolamento.

L'installazione delle cassette e 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;
- Rimozione delle cassette di derivazione 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.

	Relazione Tecnica	PdF OR-0000047869
		Elaborato 4
		Pagina <b>11</b> di 39

## 6. 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).

La criticità di maggiore impatto è legata alla presenza di vetusti pali in ferro verniciato e dalla massiccia presenza di pali CAC (antiestetici a causa dell'imponente presenza e del materiale utilizzato, ma adeguati dal punto di vista meccanico).

Alcuni sostegni degli impianti ex Enel Sole peraltro presentano promiscuità meccanica con le linee di Enel Distribuzione.

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 (causati dal tiro delle linee aeree, incidenti stradali o da altri fenomeni quali eventi atmosferici ed atti vandalici).

È presente una piccola quantità di sostegni progettati con altezze ed interdistanze inadeguate alla tipologia di strada, causa di conseguenza di inefficienza di tipo illuminotecnico.

Gli interventi previsti sui sostegni sono i seguenti:

<b>INTERVENTI SUI SOSTEGNI</b>		
<b>sostituzione di sostegno esistente in vetroresina con nuovo palo stradale dritto in acciaio zincato verniciato</b> , da 4m fuori terra, troncoconico, compresa sostituzione della relativa giunzione con nuovo giunto in gel o termorestringente. 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	9
<b>Ispezione pali in ferro verniciato per verificare la presenza di corrosione</b> e rifacimento della protezione nella zona di incastro con il terreno. E' prevista la sostituzione dei sostegni ritenuti non più idonei ( <b>stimati in circa in circa 15 unità</b> ).	cadauno	96
<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	70
<b>sostituzione di braccio su palo esistente in ferro verniciato con nuovo braccio su palo</b> in acciaio zincato tubolare curvato o dritto (asta).	cadauno	185
<b>sostituzione di fune di acciaio tra due punti di amarro per sospensione</b> di apparecchio illuminante compresa la posa dei ganci, occhielli, morsetti, radance, tenditore, collari	cadauno	16

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 provvisionali 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;

	Relazione Tecnica	PdF OR-0000047869
		Elaborato 4
		Pagina <b>13</b> di 39

- 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

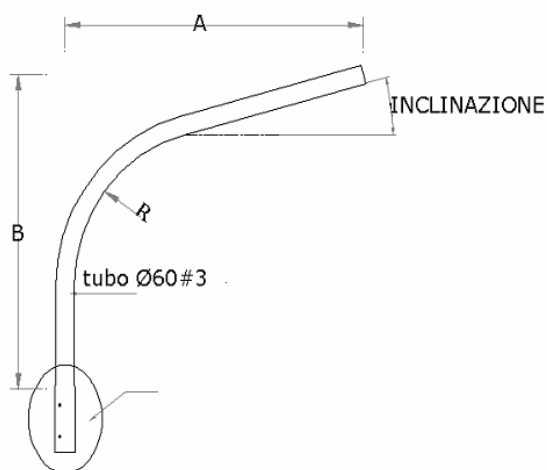
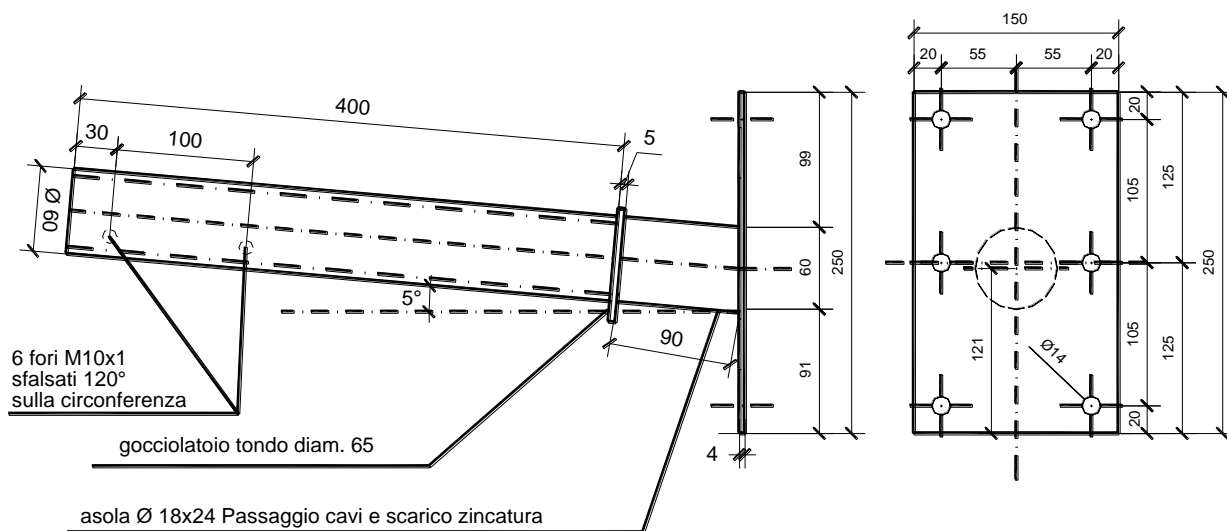
La sostituzione dei bracci a parete prevede le seguenti operazioni:

- 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).

Gli attacchi a parete, avendo dimensioni ridotte sono in grado di garantire le prescritte prestazioni illuminotecniche ed un adeguato valore estetico delle installazioni.

VISTA LATERALE

VISTA FRONTALE



CODICE	DIMENSIONI			NOTE
	A (sporgenza) mm	B (altezza) mm	C (raggio di curvatura) mm	
1000/1000/05	1000	1000	500	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm Inclinazione: 5°
1000/1500/05	1000	1500	500	
1500/1500/05	1000	1500	500	
2X1000/1000/05	2X1000	100	500	
2X1000/1500/05	2X1000	1500	500	
2X1500/1500/05	2X1500	1500	500	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm Inclinazione: 0°
500/0	500	300	300	
2X500/0	500	300	300	
1000	-	1000	-	Diametro tubo: 60,3 mm Spessore: 3 mm

**Le tesate per sospensioni in precarie condizioni meccaniche saranno sostituite** con nuove tesate realizzate con fune d'acciaio spiroidale.

La sostituzione delle tesate 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 della fune d'acciaio tra due punti di amarro, con infissione di ganci, occhielli, tenditori, 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 pali in ferro verniciato che non saranno sostituiti verranno verniciati, mediante nuovi cicli di verniciatura anticorrosiva compreso il rifacimento della protezione all'incastro con installazione di guaina protettiva termorestringente, formazione di collarino in calcestruzzo alla base del palo, eventuale messa a piombo del sostegno, in modo da garantirne un adeguato valore estetico delle installazioni.

L'applicazione della guaina anticorrosione alla base dei pali e/o la formazione del collarino di calcestruzzo per la protezione della base stessa, 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;
- Scalzamento del calcestruzzo alla base del sostegno e spazzolatura della base stessa;
- Pulizia delle superfici dei sostegni mediante spazzolatura o applicazione di solventi, aggrappanti e fissativi;
- Formazione della fascia protettiva di materiale termo restringente;
- Formazione del collarino di protezione in calcestruzzo all'incastro del sostegno;
- Ripristino pavimentazione esistente.

## **7. 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.

La verifica della rispondenza delle apparecchiature ai disposti della Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso ha evidenziato quindi che una parte delle stesse è difforme da quanto prescritto.

Mediante 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 in 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 impianti è 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, 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 LUMINOSI</b>		
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale</b> esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente <b>led, EnelSole/iGuzzini Archilede HP, EnelSole/Fivep Archilede E</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	822
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo arredo urbano</b> esistente con nuovo apparecchio arredo urbano a sorgente <b>led, EnelSole/Fivep Archilede MT</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	93
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo arredo urbano</b> esistente con nuovo apparecchio arredo urbano a sorgente <b>led, Disano o equivalente</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico</b> , vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	12
<b>refitting a led di lanterne artistiche esistenti</b> con installazione di nuova piastra con ottica cut-off a sorgenti led (GDS spa) realizzata con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) per sorgenti led, dimmerabili, ad elevata qualità cromatica (led, Ra 65, 3000/4000 K)	cadauno	106

In questo modo, a valle degli interventi, tutti gli impianti saranno interamente equipaggiati con una tipologia di luce ad elevata qualità, tonalità bianco/calda 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.**


**Tutti gli apparecchi post operam previsti nell'intervento rispettano pienamente la legge regionale Lombardia LR 17/00 in materia di inquinamento luminoso, sia quelli nuovi sostituiti, sia quelli esistenti ricablati.** Si prevede pertanto di azzerare l'inquinamento luminoso.

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

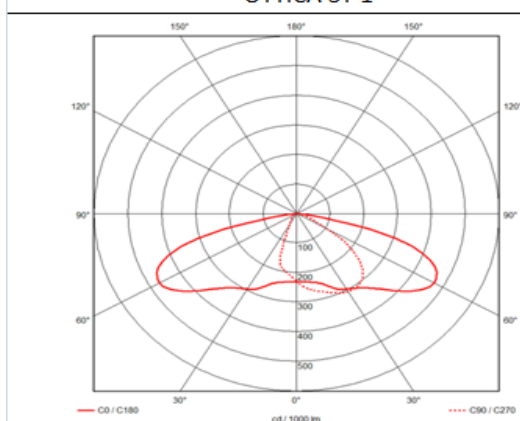
<b>tipo apparecchio ante</b>	<b>Totale</b>	<b>%</b>
Aramtura Aperta	330	28,33%
Armatura Chiusa	606	52,02%
Arredo Urbano	200	17,17%
Proiettore	29	2,49%
<b>Totale complessivo</b>	<b>1165</b>	<b>100,00%</b>

<b>tipo apparecchio post</b>	<b>Totale</b>	<b>%</b>
Archilede HP/E	822	70,56%
Archilede MT	93	7,98%
Refitting LED kit GDS	106	9,10%
Disano o similare	12	1,03%
Esistenti	132	11,33%
<b>Totale complessivo</b>	<b>1165</b>	<b>100,00%</b>

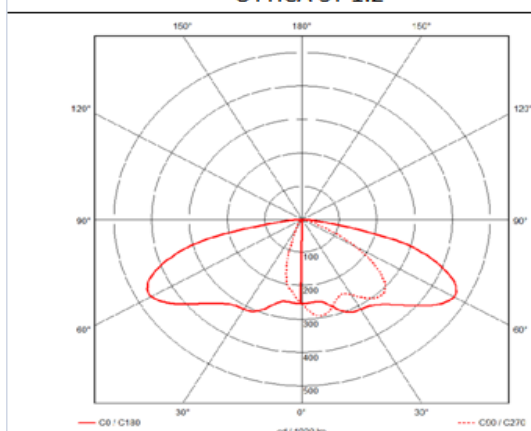
Ogni tipologia di materiale scelto rappresenta, allo stato attuale, la soluzione tecnica più performante a disposizione.

Marca - Modello (o similare)	Enel Sole - ARCHILEDE High Performance				
CORPO	COLORE	OTTICA	LAMPADA	CHIUSURA	UNITÁ ALIMENTAZIONE
Alluminio pressofuso	Grigio RAL 9007	STRADALE E ASIMMETRICA	LED	Vetro piano	Alimentatore elettronico
TENSIONE ALIMENTAZIONE	CLASSE DI ISOLAMENTO	PROTEZIONE UNITÁ ELETTRICA	PROTEZIONE OTTICA	PROTEZIONE AGLI URTI	PIASTRA LED
160 - 305 Vac 47 - 63 Hz		IP 67	IP 67	IK08	Sostituibile

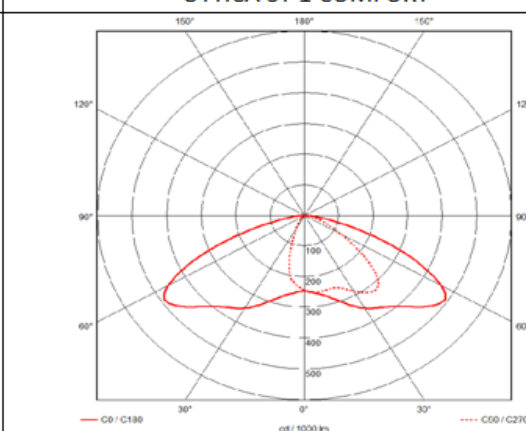
OTTICA ST 1



OTTICA ST 1.2

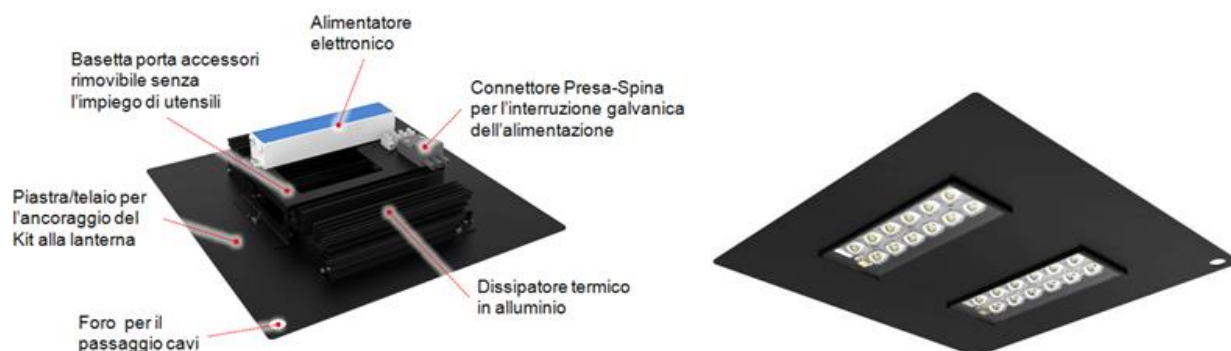


OTTICA ST 1 COMFORT



Optica	n° Leds	Profilo 1 (100% a 375mA)			Profilo 2 (100% a 450mA)			Profilo 3 (100% a 525mA)			Profilo 4 (100%/70%) a 375mA
		Alimentazione [mA]	Potenza [W]	Flusso in uscita [Φ]	Alimentazione [mA]	Potenza [W]	Flusso in uscita [Φ]	Alimentazione [mA]	Potenza [W]	Flusso in uscita [Φ]	mA
ST1	24	375mA	31,2	3180	450mA	37,6	3680	525mA	44	4140	375mA
	42	385mA	54,4	5700	465mA	65,9	6620	525mA	74,6	7240	385mA
	66	380mA	84,1	8860	455mA	101	10210	525mA	117	11380	380mA
ST1C	30	375mA	38,6	3780	450mA	46,4	4370	525mA	54,4	4910	375mA
	48	375mA	60	6050	450mA	72,3	6990	525mA	84,6	7860	375mA
ST1.2	30	390mA	40,1	4120	460mA	47,5	4690	525mA	54,4	5170	390mA
	48	390mA	62,5	6590	460mA	73,9	7500	525mA	84,6	8280	390mA
A45C	48	375mA	60	5730	450mA	72,3	6620	525mA	84,6	7450	375mA
	72	375mA	91	8600	450mA	109,6	9930	525mA	128,3	11170	375mA
A60	48	375mA	60,7	6370	450mA	73,1	7360	525mA	85,6	8280	375mA
	72	375mA	91	9550	450mA	109,6	11030	525mA	128,3	12410	375mA

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	
						
16 LED						
						
28 LED			44 LED			
						
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



I KIT LED sono disponibili con due diverse **ottiche STRADALE e ROTOSIMMETRICA**. Per ciascuna ottica sono disponibili **3 taglie di potenza**. È possibile selezionare due diverse correnti di pilotaggio (700 mA e 525 mA) dei LED per ottenere diversi livelli di flusso luminoso in uscita dall'apparecchio.

	Ottica Stradale			Ottica <u>Rotosimmetrica</u>		
Taglia	Numero LED	Potenza	Flusso in uscita	Numero LED	Potenza	Flusso in uscita
<b>[-]</b>	<b>[N°]</b>	<b>[W]</b>	<b>[lm]</b>	<b>[N°]</b>	<b>[W]</b>	<b>[lm]</b>
Inferiore	12	2234,7	28,4	10	1937,9	24,0
Media	16	2957,6	37,7	14	2654,5	32,6
Superiore	24	4445,6	54,7	20	3791,7	45,9

I valori sopra indicati si riferiscono alla corrente di pilotaggio di 700 mA.

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

Il parco accessori (alimentatore, condensatore, accenditore) sarà dunque rinnovato in modo pressoché totale, in quanto tutti gli accessori saranno sostituiti attraverso il ricablaggio (sostituzione dei soli accessori in un apparecchio esistente) e attraverso la sostituzione dell'apparecchio (il nuovo apparecchio equipaggia ovviamente nuovi accessori).

Gli alimentatori sostituiti saranno quindi oltre il 88% degli esistenti.

## 7.2 INTERVENTI SULLE SORGENTI LUMINOSE

In totale il parco lampade risulta essere costituito da 1.165 sorgenti luminose.

A valle degli interventi quindi sostanzialmente l'intero parco impianti sarà equipaggiato con sorgenti di elevata qualità, a luce bianco calda: led.

q.tà apparecchi ante (per tipologia)	tipo sorgente ante	potenza sorgente ante	potenza compresi accessori ante	W = TOT potenza compresi accessori
414	HG AP	80	90	37260
50	HG AP	125	139	6950
10	LED	20	44	440
18	LED	30	40,1	721,8
2	LED	35	75	150
24	LED	42	54,4	1305,6
15	LED	42	54,4	816
1	LED	48	62,5	62,5
7	LED	59	90	630
54	LED	66	84,1	4541,4
2	LED	72	91	182
92	NA AP	70	83	7636
33	NA AP	70	83	2739
159	NA AP	100	118	18762
255	NA AP	150	173	44115
26	NA AP	250	277	7202
3	NA AP	400	433	1299
<b>1165</b>				<b>134812,3</b>

q.tà apparecchi post (per tipologia)	tipo sorgente post	taglia sorgente post	potenza compresi accessori post	W = TOT potenza compresi accessori
72	LED	14	25	1800
40	LED	16	37,7	1508
21	LED	18	32	672
10	LED	20	44	440
66	LED	24	54,7	3610,2
5	LED	25	50	250
435	LED	28	32	13920
18	LED	30	40,1	721,8
2	LED	35	75	150
39	LED	42	54,4	2121,6
123	LED	44	50	6150
162	LED	44	76	12312
3	LED	50	70	210
7	LED	59	90	630
54	LED	66	84,1	4541,4
75	LED	72	82	6150
14	LED	72	91	1274
15	LED	72	124	1860
2	LED	125	138	276
2	LED	187	205	410
<b>1165</b>				<b>59007</b>

## 8. SISTEMI PER LA REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Nel presente progetto 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 HP/E/MT) 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.
- **APPARECCHI NON REGOLATI:** La variazione del flusso luminoso sarà estesa a tutti gli impianti esistenti con tecnologia equipaggiata puntualmente su ogni singolo punto luce, come definito nel punto precedente, ad eccezione di alcuni pochi apparecchi di illuminazione che non ne consentono l'agevole installazione per motivi di ingombri e/o per la tecnologia con cui sono realizzati: incassi, proiettori, bollard, ecc..

TIPO DI SISTEMA DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO INSTALLATO	Q.TA' PUNTI LUCE
PUNTUALE ALIMENTATORE ELETTRONICO DIMMERABILE STAND ALONE	1.153
NESSUNA REGOLAZIONE	12
<b>TOTALE</b>	<b>1.165</b>

## **9. CORRETTO      DIMENSIONAMENTO      ILLUMINOTECNICO      DEGLI IMPIANTI, IN RELAZIONE ALLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DELLA STRADA**

Con gli interventi in progetto si intende conferire a ciascuna strada i giusti valori di illuminamento (in termini qualitativi e quantitativi) così come prescritto dalle norme di riferimento, mediante un progetto illuminotecnico nel quale, partendo da un'analisi del tessuto viario della città, siano attribuiti alle singole strade, senza eccedere, i livelli di illuminamento prescritti dalle normative.

Per ottenere il corretto dimensionamento illuminotecnico degli impianti conformemente alle Normative vigenti occorre attenersi, tra le altre, alle prescrizioni della Norma UNI EN 13201 e della Norma UNI 11248, che prescrivono, in funzione della Categoria Illuminotecnica assegnata a ciascuna strada, i requisiti illuminotecnici che gli impianti IP devono garantire.

Nel territorio comunale sono presenti però alcuni tratti di strada dove le eccessive interdistanze attuali impediscono la realizzazione di interventi di messa a norma illuminotecnica sostenibili economicamente all'interno della presente commessa, in quanto sarebbe necessario ridurre l'interdistanza tra i punti luce esistenti mediante l'installazione di nuovi punti luce con infittimento degli stessi ed un conseguente rifacimento dei cavidotti e delle linee elettriche interrato.

Sfruttando l'elevata efficienza degli apparecchi luminosi previsti in progetto, si consentirà comunque di mitigare l'attuale non rispondenza alle prescrizioni normative illuminotecniche.



## 10. AMPLIAMENTI

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

<p><b>PRESA IN CARICO E RELAMPING ILLUMINAZIONE PIAZZA</b></p> <p>Il lavoro consiste nella sostituzione di n.7 proiettori a muro, n.7 incassi a terra, n.8 incassi a parete con nuovi apparecchi con tecnologia a LED.</p> <p>Sostituzione di n.78 lampade esistenti con nuove lampade a tecnologia LED.</p> <p>Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione</p>	punti luce	100
<p><b>CICLABILE SPIX</b></p> <p>Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.10 centri luminosi con pali 6m, n.1 centro luminoso con palo 10m ed apparecchi con tecnologia LED.</p> <p>Fornitura e posa di nuova linea IP interrata e collegamento alla rete IP esistente.</p> <p>Opere edili a carico del comune</p>	punti luce	11
<p><b>VIA DANTE (ILLUMINAZIONE STRADA E PISTA CICLABILE)</b></p> <p>Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.18 centri luminosi con pali 8m ed apparecchi con tecnologia LED.</p> <p>Fornitura e posa di nuova linea IP interrata.</p> <p>Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione</p> <p>Opere edili a carico del comune</p>	punti luce	18

**CICALBILE VIA CRISTOFORO COLOMBO**

Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.19 centri luminosi con pali 6m, n.1 centro luminoso con palo 8m ed apparecchi con tecnologia LED.

Fornitura e posa di n.2 apparecchi LED da installare a parete.

Fornitura e posa di nuova linea IP interrata.

Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione

Opere edili a carico del comune

punti luce

22

**PRESA IN CARICO E RELAMPING VIA DON GUINDANI**

Il lavoro consiste nella sostituzione di n.3 incassi a terra e la posa di nuovo palo 4m con apparecchi con tecnologia a LED

Esecuzione di tratto di scavo per collegare i centri luminosi all'impianto IP esistente.

punti luce

4

## **11. 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 progetto di fattibilità).

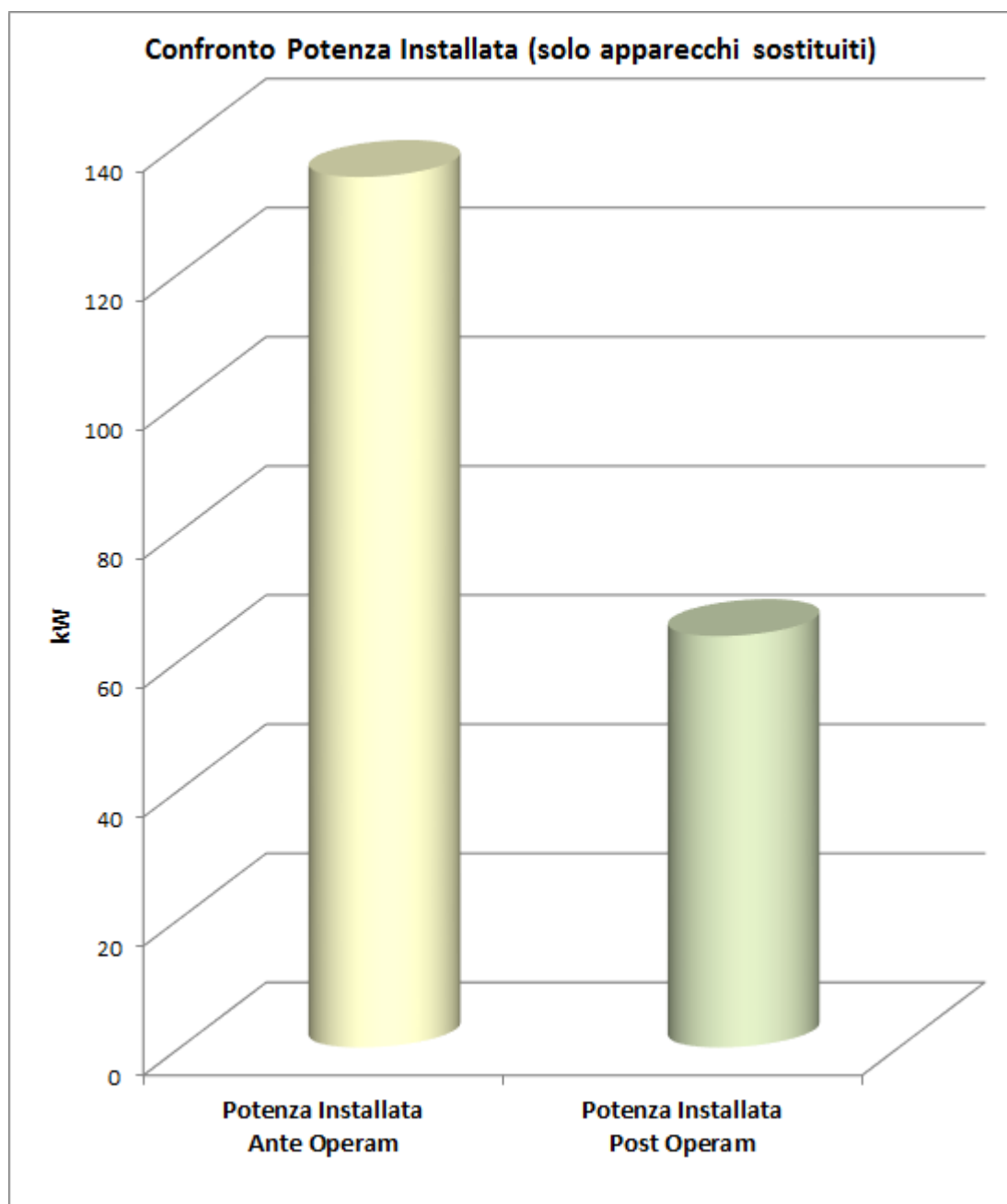
I consumi energetici ante operam sono calibrati sull'effettiva consistenza attuale degli impianti di pubblica illuminazione della città (costituiti da 1.165 punti luce e 61 quadri elettrici di protezione e comando).

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

ANTE OPERAM				
q.tà apparecchi ante (per tipologia)	tipo sorgente ante	potenza sorgente ante	potenza compresi accessori ante	W = TOT potenza compresi accessori
-	-	W	W	W
414	HG AP	80	90	37.260
50	HG AP	125	139	6.950
10	LED	20	44	440
18	LED	30	40,1	722
2	LED	35	75	150
24	LED	42	54,4	1.306
15	LED	42	54,4	816
1	LED	48	62,5	63
7	LED	59	90	630
54	LED	66	84,1	4.541
2	LED	72	91	182
92	NA AP	70	83	7.636
33	NA AP	70	83	2.739
74	NA AP	100	118	8.732
67	NA AP	100	118	7.906
18	NA AP	100	118	2.124
149	NA AP	150	173	25.777
93	NA AP	150	173	16.089
13	NA AP	150	173	2.249
17	NA AP	250	277	4.709
9	NA AP	250	277	2.493
3	NA AP	400	433	1.299
1165	-	-	-	134.812
POST OPERAM				
q.tà apparecchi post (per tipologia)	tipo sorgente post	potenza sorgente post	potenza compresi accessori post	W = TOT potenza compresi accessori
-	-	W	W	W
464	28LED E.E.	28	32	14.848
142	44LED E.E.	44	50	7.100
162	44LED E.E.	44	76	12.312
12	72LED - HP	72	91	1.092
76	72LED E.E.	72	82	6.232
15	72LED E.E.	72	124	1.860
2	ASTRO DISANO	125	138	276
2	ASTRO DISANO	187	205	410
8	DISANO BOX 1	4,5	8	64
7	DISANO CRIPTO	86	100	700
2	DISANO ONDA	15,4	20	40
10	DISANO QUADRO	26	35	350
78	LAMPADA LED (PIAZZA)	20	20	1.560
10	ESISTENTE LED	20	44	440
18	ESISTENTE LED	30	40,1	722
2	ESISTENTE LED	35	75	150
39	ESISTENTE LED	42	54,4	2.122
7	ESISTENTE LED	59	90	630
54	ESISTENTE LED	66	84,1	4.541
2	ESISTENTE LED	72	91	182
5	ARTISTICA LED - CHIESA	25	50	250
3	ARTISTICA LED - CHIESA	50	70	210
40	KIT GDS 16	16	37,7	1.508
66	KIT GDS 24	24	54,7	3.610
38	MT14LED ROT	14	25	950
34	MT14LED SOSP	14	25	850
22	MT18LED STR	18	32	704
1320	-	-	-	63.713

TOTALE POTENZA INSTALLATA (solo apparecchi sostituiti) COMPRESI ACCESSORI	kW					
ANTE OPERAM	135					
POST OPERAM	64	-	53%	rispetto all'ante operam		
POTENZA TOTALE RISPARMIATA (solo apparecchi sostituiti) COMPRESI ACCESSORI (ANTE OPERAM - POST OPERAM)	71					

La potenza installata sarà quindi ridotta del 53% grazie agli interventi proposti.



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	2800 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:

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

La potenza installata attualmente, comprese le perdite negli accessori, risulta pari a 135 kW (tabella precedente).

Il Consumo Energetico Ante Operam e' quindi pari a **565.296 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 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	4100 h	ore annue di accensione totali annue dell'impianto di pubblica illuminazione (orologio astronomico)
Hr	2800 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 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:

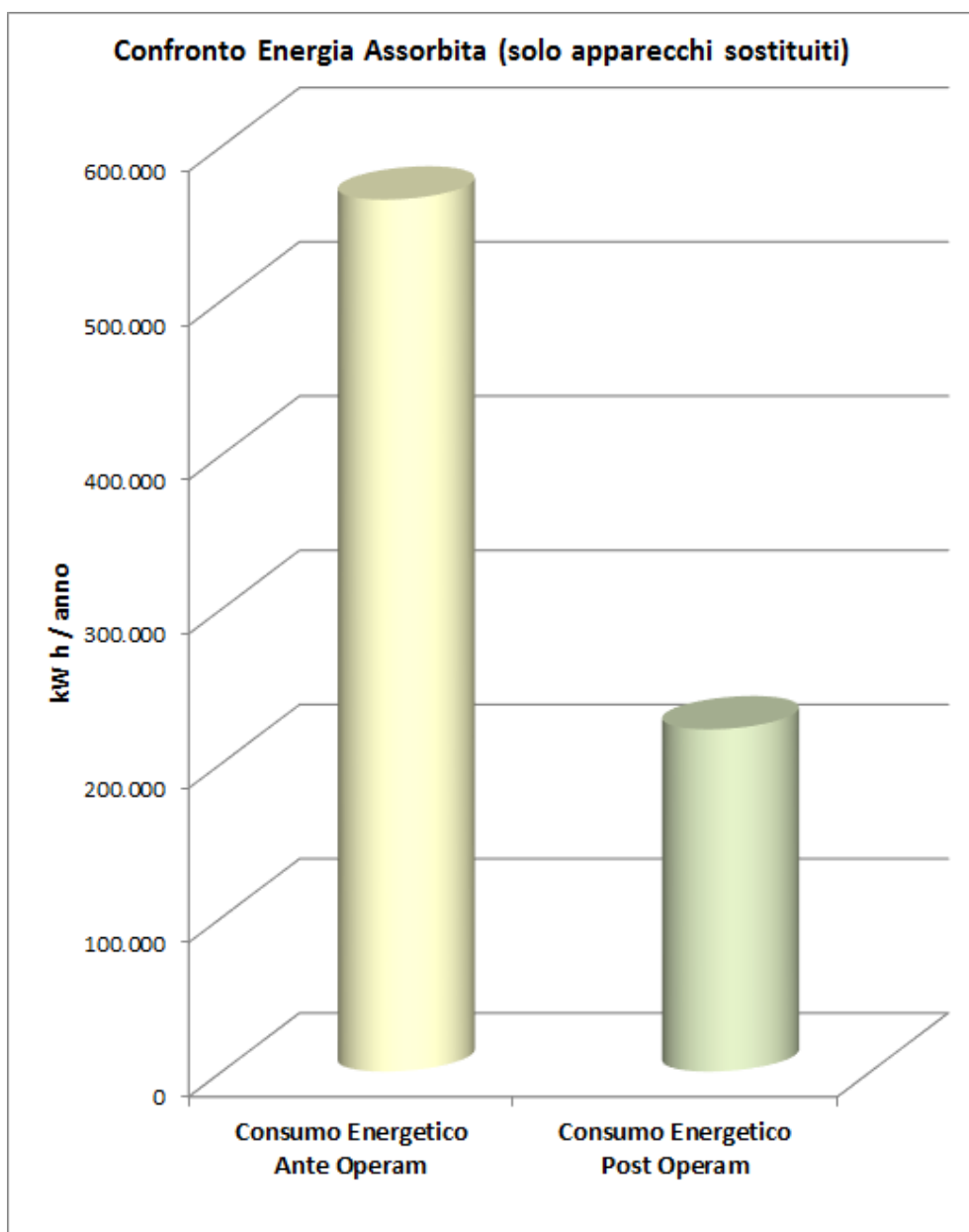
$$\begin{array}{rcl}
 \text{kW} \times \text{K} \times [\text{H}-\text{Hr}] & + & \\
 \text{kW} \times \text{K} \times \text{Hr} \times \text{R} & = & \\
 \hline
 \text{energia annua assorbita} & & 
 \end{array}$$

Il Consumo Energetico Post Operam e' quindi pari a **221.882 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	<b>565.296</b>	kW h / anno		
energia assorbita post operam	<b>221.882</b>	kW h / anno	<b>- 61%</b>	<b>rispetto all'ante operam</b>
<b>Risparmio Energetico Totale</b>	<b>343.413</b>	<b>kW h / anno</b>		





IL RISPARMIO ENERGETICO CONSEGUIBILE E' PARI A 343 MWh/anno, CORRISPONDENTE AD UN RISPARMIO DEL 61% RISPETTO ALLO STATO ANTE OPERAM

## 12. 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	<b>565.296</b>	kW h / anno		
energia post operam	assorbita	<b>221.882</b>	kW h / anno	<b>- 61%</b>	<b>rispetto all'ante operam</b>
<b>Risparmio Totale</b>	<b>Energetico</b>	<b>343.413</b>	<b>kW h / anno</b>		
Tonnellate Petrolio risparmiate ogni anno	Equivalenti di	<b>64</b>	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 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>	1,956	1	8,376	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	55,820	1	35,046	GJ/1000 Std <sup>m</sup> <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
				1,023	tep/t
GPL (Gas di petrolio liquefatto) (dati sperimentali)	t	3,024	1	46,110	GJ/t
				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 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>	0,761	1	4,191	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	43,412	1	17,533	GJ/1000 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
Gas derivati da convertitore	1000 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>	1,158	1	1,143	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	194,068	1	5,965	GJ/1000 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
Idrocarburi pesanti per gassificazione	t	3,132	1	0,930	tep/t
Gas derivati di altoforno	1000 Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>	0,905	1	0,855	Mcal/Std <sup>m</sup> <sup>3</sup>
	TJ	253,196	1	3,576	GJ/1000 Std <sup>m</sup> <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>343.413</b>	<b>kW h / anno</b>
Tonnellate	Equivalenti	di	Petrolio	<b>64</b>	TEP / anno
risparmiate	ogni anno				
Tonnellate		di	CO2	<b>254</b>	t CO2 / anno
risparmiate	ogni anno				

## 12.1 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 (la Regione Lombardia ha emanato la LR n°17/00).

**Tutti gli apparecchi post operam previsti nell'intervento rispettano pienamente la legge regionale LR 17/00 in materia di inquinamento luminoso, sia quelli nuovi sostituiti, sia quelli esistenti ricablati.**

L'utilizzo di armature ad ottica cut-off, con emissioni di intensità luminosa nulla a 90° ed oltre, permette il rispetto della LR Lombardia 17/00 e della Norma UNI 10189 anche in territori classificati come ZONA 1.

### 13. SINTESI DEGLI INTERVENTI PROPOSTI

Di seguito le tabelle che sintetizzano tutti gli interventi proposti.

DESCRIZIONE	u.m.	QTA'
<b>rimozione di quadri elettrici</b> di protezione e comando	cadauno	8
<b>sostituzione di quadri elettrici</b> di protezione e comando, con nuovi quadri elettrici equipaggiati con <b>orologio astronomico</b> per accensione/spegnimento impianti (Ast Line Vemer o similare). Compresa sostituzione del pozzetto, del chiusino in ghisa classe C250 e delle giunzioni.	cadauno	33
<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	20
onere da sostenere nei confronti dell'Ente Distributore per nuovo punto di fornitura e contatore	cadauno	33
<b>rifacimento di linea elettrica interrata mediante realizzazione di nuovo scavo</b> per canalizzazione interrata e nuovi cavi FG7OR, compresa installazione ove necessario di eventuali pozzetto, chiusino in ghisa classe C250, e giunti in gel	m	698
<b>sostituzione di linea elettrica interrata mediante sfilaggio dei cavi esistenti</b> ed infilaggio nel cavidotto esistente dei nuovi cavi FG7OR, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	1800
<b>sostituzione di linea aerea esistente (su palificazione)</b> con nuova linea aerea realizzata in cavo precordato RE4E4X, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	1260
<b>sostituzione di linea aerea esistente (a parete)</b> con nuova linea aerea realizzata in cavo precordato RE4E4X, compresa sostituzione ove necessario delle giunzioni di derivazione	m	2730
<b>sostituzione delle derivazioni al punto luce</b> , mediante installazione di nuovi cavi di derivazione FG7OR 2x2.5 mmq, cassetta di derivazione, morsettiera, e della portella in asola palo.	cadauno	1.033
<b>sostituzione di sostegno esistente in vetroresina con nuovo palo stradale dritto in acciaio zincato verniciato</b> , da 4m fuori terra, troncoconico, compresa sostituzione della relativa giunzione con nuovo giunto in gel o termorestringente. 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	9
<b>Ispezione pali in ferro verniciato per verificare la presenza di corrosione</b> e rifacimento della protezione nella zona di incastro con il terreno. E' prevista la sostituzione dei sostegni ritenuti non più idonei ( <b>stimati in circa in circa 15 unità</b> ).	cadauno	96
<b>sostituzione di braccio a parete esistente in ferro verniciato con nuovo braccio a parete</b> in acciaio zincato tubolare curvato oppure con	cadauno	70

DESCRIZIONE	u.m.	QTA'
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.		
<b>sostituzione di braccio su palo esistente in ferro verniciato con nuovo braccio su palo</b> in acciaio zincato tubolare curvato o dritto (asta).	cadauno	185
<b>sostituzione di fune di acciaio tra due punti di amarro per sospensione</b> di apparecchio illuminante compresa la posa dei ganci, occhielli, morsetti, radance, tenditore, collari	cadauno	16
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo stradale</b> esistente con nuovo apparecchio stradale a sorgente <b>led, EnelSole/iGuzzini Archilede HP, EnelSole/Fivep Archilede E</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	822
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo arredo urbano</b> esistente con nuovo apparecchio arredo urbano a sorgente <b>led, EnelSole/Fivep Archilede MT</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	93
<b>sostituzione di apparecchio illuminante di tipo arredo urbano</b> esistente con nuovo apparecchio arredo urbano a sorgente <b>led, Disano o equivalente</b> , equipaggiato con <b>alimentatore elettronico</b> , vetro piano, cut-off, classe II.	cadauno	12
<b>refitting a led di lanterne artistiche esistenti</b> con installazione di nuova piastra con ottica cut-off a sorgenti led (GDS spa) realizzata con <b>alimentatore elettronico dimmerabile</b> (regolazione del flusso) per sorgenti led, dimmerabili, ad elevata qualità cromatica (led, Ra 65, 3000/4000 K)	cadauno	106
<b>PRESA IN CARICO E RELAMPING ILLUMINAZIONE PIAZZA</b> Il lavoro consiste nella sostituzione di n.7 proiettori a muro, n.7 incassi a terra, n.8 incassi a parete con nuovi apparecchi con tecnologia a LED. Sostituzione di n.78 lampade esistenti con nuove lampade a tecnologia LED. Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione	cadauno	1
<b>CICLABILE SPIX</b> Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.10 centri luminosi con pali 6m, n.1 centro luminoso con palo 10m ed apparecchi con tecnologia LED. Fornitura e posa di nuova linea IP interrata e collegamento alla rete IP esistente. Opere edili a carico del comune	cadauno	1

DESCRIZIONE	u.m.	QTA'
<b>VIA DANTE (ILLUMINAZIONE STRADA E PISTA CICLABILE)</b> Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.18 centri luminosi con pali 8m ed apparecchi con tecnologia LED. Fornitura e posa di nuova linea IP interrata. Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione Opere edili a carico del comune	cadauno	1
<b>CICALBILE VIA CRISTOFORO COLOMBO</b> Il lavoro consiste nella fornitura e posa di n.19 centri luminosi con pali 6m, n.1 centro luminoso con palo 8m ed apparecchi con tecnologia LED. Fornitura e posa di n.2 apparecchi LED da installare a parete. Fornitura e posa di nuova linea IP interrata. Richiesta di nuovo punto di fornitura ed installazione nuovo quadro elettrico di comando e protezione Opere edili a carico del comune	cadauno	1
<b>PRESA IN CARICO E RELAMPING VIA DON GUINDANI</b> Il lavoro consiste nella sostituzione di n.3 incassi a terra e la posa di nuovo palo 4m con apparecchi con tecnologia a LED Esecuzione di tratto di scavo per collegare i centri luminosi all'impianto IP esistente.	cadauno	1