

COMUNE DI PERFUGAS

PROVINCIA DI SASSARI



PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA NEL COMUNE DI PERFUGAS

LIVELLO DI PROGETTAZIONE: FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

TAVOLA

T4

ELABORATO

RELAZIONE SPECIALISTICA TECNICO ECONOMICA

SCALA

IL TECNICO

Dott. Ing. Roberto TUSACCIU

Via Don Sturzo, 3 - 07020 PORTO SAN PAOLO (OT)

Zona Ind. Le Lotto 60 - 07029 TEMPPIO PAUSANIA (OT)

Mail: roberto.tusacciu@engineeringteam.it

Legal Mail: roberto.tusacciu@ingpec.eu

Phone. +39 345 5988513 - Web: www.engineeringteam.biz



IL COMMITTENTE

COMUNE DI PERFUGAS

PIAZZA MANNU, 1 - 07034 PERFUGAS (SS)

RESPONSABILI

Resp. del Procedimento: GEOM. FRANCESCO MANUNTA

Sindaco Pro Tempore: Dott. Domenico Decandia

DATA

MAGGIO 2016

ARCHIVIO

E/PROGETTAZIONE

FILE

PRLM_LED_001

AGGIORNAMENTI

Revisione

Data

Descrizione

SOMMARIO

PREMESSA.....	2
RIFERIMENTI NORMATIVI E PRESCRIZIONI GENERALI	3
NORMATIVA UNI 11248:2012.....	6
INTEGRAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLA CLASSIFICAZIONE E ANALISI DEI RISCHI.....	12
STATO DI PROGETTO	14
QUADRI DI PROTEZIONE E COMANDO.....	16
LINEE DI ALIMENTAZIONE.....	17
SOSTEGNI	18
IMPIANTI, APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE E LAMPADE.....	20
IMPIANTI DI MESSA A TERRA	22
MATERIALI DA UTILIZZARE.....	22
ALTRI INTERVENTI.....	23
VALORI DI EQUIVALENZA TRA LE LAMPADE ATTUALI E QUELLE DI PROGETTO.....	25
ANALISI TECNICO ECONOMICA.....	26
ANALISI ECONOMICO FINANZIARIA	28
CONSIDERAZIONI FINALI.....	32

PREMESSA

La presente relazione tecnica specialistica è relativa alla fase preliminare del project-financing per l'ammmodernamento e la riqualificazione energetica degli impianti di illuminazione pubblica nel comune di Perfugas, attraverso la sostituzione degli attuali corpi lampada con complementari o superiori a tecnologia LED (Light Emitter Diode) ossia Diodo a emissione luminosa.

L'intervento prevede inoltre la sostituzione dei pali obsoleti e la sistemazione delle linee aeree con l'inserimento di punti luce nelle zone non coperte oltre alla revisione di tutti i quadri di protezione e comando.

Gli elaborati tecnici e cartografici facenti parte del progetto preliminare sono stati studiati in ragguaglio ai dati forniti dall'amministrazione pubblica in relazione allo stato attuale degli impianti e con particolare riferimento all'anno 2015.

Con questo progetto si intende quindi dare seguito alla traduzione delle linee guida prima Europee e poi Nazionali sull'inquinamento atmosferico e inquinamento luminoso, garantendo al contempo, il massimo risparmio, con bassi costi di gestione e d'esercizio. In altre parole si intende ottenere risultati e benefici del tipo economico/ambientali.

RIFERIMENTI NORMATIVI E PRESCRIZIONI GENERALI

Tutti gli interventi di riqualificazione energetica, di manutenzione straordinaria, di innovazione tecnologica, devono essere realizzati nel rispetto di tutte le normative vigenti. Laddove sia necessaria un'autorizzazione specifica da parte di Enti Amministrativi o Enti di controllo (Comuni, Province, Regioni, Enti Statali, VVFF, ASL, ecc.), l'appaltatore deve farsi carico dell'espletamento delle relative pratiche autorizzative. L'inizio delle opere di realizzazione dell'intervento è subordinato al rilascio di tutte le autorizzazioni necessarie. L'appaltatore deve rispettare le seguenti norme ed eventuali successive modifiche ed integrazioni per le stesse:

Legge 186 1/3/1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici
Direttiva 2006/95/CE (LVD) attuata mediante D. Lgs 25/11/96 n. 626	“Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione”

Direttiva 2004/108/CE (EMC) attuata mediante D. Lgs. 6/11/07, n.194	“Concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE”
2002/95/CE (RoHS) 2011/65/EU dal 03-01-2013	Restriction of Hazardous Substance (recepita nell'ordinamento italiano con D.Lgs 25 luglio 2005, n. 151). La suddetta direttiva tratta l'autorizzazione e la restrizione all'utilizzo di sostanze chimiche nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati nonché il divieto e la limitazione di utilizzo di piombo, mercurio, cadmio, cromo esavalente ed alcuni ritardanti di fiamma nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche.
Regolamento CE 1907/2006 del 18 Dicembre 2006 - REACH	“Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals”. Il suddetto regolamento tratta la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione all'uso di sostanze chimiche utilizzate nel ciclo di produzione dei prodotti acquistati

Codice Norma	Descrizione
CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione - Parte 1 – Prescrizioni generali e prove
CEI EN 60598-2-3	Apparecchi di illuminazione – Parte 2 – Prescrizioni particolari – Sez. 3 – Apparecchi di illuminazione stradale
CEI EN 60598-2-5	Apparecchi di illuminazione – Parte 2 – Prescrizioni particolari – Sez. 5 – Proiettori
CEI EN 61547	Apparecchiature per l'illuminazione generale – Prescrizioni di immunità EMC (Compatibilità Elettromagnetica)
CEI EN 55015	Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radio disturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi
CEI EN 61000-3-2	Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3.2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso < 16 A per fase)

CEI EN 61000-3-3	Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3.3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale <=16A e non soggette ad allacciamento su
------------------	--

	condizione
UNI EN 13032-1	Luce e illuminazione – Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione – Parte 1: Misurazione e formato di file
UNI 11356	Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione

CEI 23-42 CEI 23-44	Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche
CEI EN 61347-1	Unita di alimentazione di lampade – Parte 1 – Prescrizioni generali e di sicurezza
CEI EN 61347-2-1 (sicurezza)+ CEI EN 60927 (prestazioni)	Unita di alimentazione di lampade – Parte 2-1 – Prescrizioni particolari per dispositivi di innescio (esclusi gli starter a bagliore)
CEI EN 61347-2-3 (sicurezza) + CEI EN 60929 (prestazioni)	Unita di alimentazione di lampade – Parte 2-3 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettronici per lampade tubolari a fluorescenza
CEI EN 61347-2-8 (sicurezza)+ CEI EN 60921 (prestazioni)	Unita di alimentazione di lampade – Parte 2-8 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade tubolari a fluorescenza
CEI EN 61347-2-9 (SICUREZZA) + CEI EN 60923 (PRESTAZIONI)	Unità di alimentazione di lampade – parte 2-9 – Prescrizioni particolari per alimentatori elettromagnetici per lampade a scarica

CEI EN 61347-2-13 (sicurezza)+ CEI EN 62384 (prestazioni)	Unita di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli led
CEI EN 61048 (sicurezza)+ CEI EN 61049 (prestazioni)	Ausiliari per lampade – Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica
CEI EN 60238	Portalampade a vite Edison
CEI EN 60400	Portalampade per lampade fluorescenti tubolari e portastarter
CEI EN 60838-1	Portalampade eterogenei - Parte 1: Prescrizioni generali e prove
CEI EN 61184	Portalampade a baionetta
CEI EN 60838-2-2	Prescrizioni sui connettori da utilizzare in apparecchi LED

CEI EN 60598-1	Apparecchi di illuminazione, prescrizioni generali e prove
CEI EN 62035 (sicurezza)	Lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti)
CEI EN 60662 (prestazioni)	Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
CEI EN 61167 (prestazioni)	Lampade ad alogenuri metallici
CEI EN 60192 (prestazioni)	Lampade a vapori di sodio a bassa pressione
CEI EN 60188	Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione

CEI EN 61195 (sicurezza)+ CEI EN 60081 (prestazioni)	Lampade fluorescenti a doppio attacco
CEI EN 61199 (sicurezza)+ CEI EN 60901 (prestazioni)	Lampade fluorescenti con attacco singolo

CEI EN 62031	Moduli LED per illuminazione generale - Specifiche di sicurezza
--------------	---

UNI EN 40-1	Pali per illuminazione – Termini e definizioni
UNI EN 40-2	Pali per illuminazione pubblica – Parte 2: Requisiti generali e dimensioni
UNI EN 40-3-1	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Specifica dei carichi caratteristici
UNI EN 40-3-2	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Verifica tramite prova
UNI EN 40-3-3	Pali per illuminazione pubblica – Progettazione e verifica – Verifica mediante calcolo
UNI EN 40-4	Pali per illuminazione pubblica – Parte 4: Requisiti per pali per illuminazione di calcestruzzo armato e precompresso
UNI EN 40-5	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di acciaio
UNI EN 40-6	Pali per illuminazione pubblica – Requisiti per pali per illuminazione pubblica di alluminio
UNI EN 40-7	Pali per illuminazione pubblica – Parte 7: Requisiti per pali per illuminazione pubblica di compositi polimerici fibrorinforzati

CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare
CEI EN 60439	Apparecchiature assieme a protezione e di manovra per bassa tensione

UNI 10819	Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
UNI 11095	Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie
CIE 88/2004	“Guide for the lighting of road tunnels and underpasses”
UNI 11248:2012	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI EN 12665	Luce e illuminazione – Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
UNI 13201-2	Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali
UNI 13201-3	Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni
UNI 13201-4	Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
UNI 11431	Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
CEI 64-7	Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione serie
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua
UNI EN 12193	Luce e illuminazione – Illuminazione di installazioni sportive

NORMATIVA UNI 11248:2012

La nuova normativa UNI 11248:2012 impone l'analisi precisa della zona di studio oggetto di interesse, con l'inserimento di molteplici variabili per la stesura dei calcoli. In particolare si evidenzia una determinata categoria illuminotecnica di progetto, in funzione della tipologia di strada, del traffico presente e del livello di sicurezza intrinseco da raggiungere.

La procedura per la definizione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi ha inizio con la suddivisione delle strade in una o più zone di studio con condizioni omogenee dei parametri di influenza. Per ogni tratto omogeneo segue l'identificazione della tipologia di strada attraverso i dati geometrici e funzionali propri della strada.

Tabella A – INDIVIDUAZIONE DELLA CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO

Tipo	Descrizione	Limiti di velocità km/h	Categoria illuminotecnica di riferimento
A₁	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	70-90	ME2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70-90	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME2
	Strade extraurbane secondarie	50	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME2
D	Strade urbane di scorrimento	70	ME2
		50	
E	Strade urbane inter quartiere	50	ME2
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME2
	Strade locali extraurbane	50	
		30	
	Strade locali urbane	50	ME3b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2
	Strade locali interzonali	50	
		30	
F_{BIS}	Itinerari Ciclopedonali	non dichiarato	S2
	Strade a destinazione particolare	30	

Tabella B – INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI

UNI 11248:2012 – INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI INGRESSO PER L'ANALISI DEI RISCHI			
	Descrizione del tipo di strada	Limite di Velocità (km/h)	Categoria Illuminotecnica
	Strade Locali Urbane: altre situazioni	30	
	Strade Locali Urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali pedoni, ammessi altri utenti)	5	
	Strade locali internazionali	50	
		30	
FBIS	Itinerari ciclopedonali	-	
	Strade a destinazione particolare	30	S2

Per l'individuazione dell'indice di categoria illuminotecnica di progetto si deve procedere con l'analisi dei rischi, mediante la valutazione dei parametri di influenza, seguendo la seguente tabella:

PARAMETRO DI INFLUENZA	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	2
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	1
Segnaletica conspicua nelle zone conflittuali	1
Assenza di Pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e o intersezioni a raso	1
Assenza attraversamenti pedonali	1

Pertanto l'indice di categoria illuminotecnica di ingresso si devono valutare i parametri di influenza più significativi applicando un fattore massimo di riduzione pari ad una categoria illuminotecnica, salvo per flussi di traffico inferiori al 25% rispetto alla portata di servizio. La categoria illuminotecnica derivante dovrà necessariamente ricadere in una di quelle prestabilite riportate di seguito

La categoria illuminotecnica di progetto deve essere valutata per la portata di servizio della strada indipendentemente dal flusso di traffico effettivamente presente.

La valutazione della categoria illuminotecnica di progetto segue le indicazioni riportate nella norma UNI11248:2012.

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l'adozione di provvedimenti integrativi dell'illuminazione, ad esempio quelli elencati nel prospetto sottostante.

Condizione	Rimedio
Prevalenze di precipitazioni meteorologiche	Ridurre l'altezza e l'inter distanza tra gli apparecchi di illuminazione ed l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli.
Riferimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminanza ambientale elevata (ambiente urbano)	
Elevati tassi di mal funzionamento	
Curve pericolose in strade con elevate velocità degli autoveicoli	Adottare segnali stradali attivi e o fluorifragenti di classe adeguata
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso di traffico e o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnali adeguati
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

Si riportano di seguito i limiti prestazionali definiti per le diverse categorie illuminotecniche

Requisiti illuminotecnici per la categoria ME: traffico motorizzato, velocità superiore a 30 km/h

CATEGORIA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ME				
	Luminanza della careggiata a superficie asciutta Rimedio			Abbigliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Lm in cd/m ² (valore minimo fattore di manutenzione)	Uo (valore minimo)	Ui (valore minimo)	TI in % (valore massimo)	SR (valore minimo)
ME1	2.0	0.4	0.7	10	0.5
ME2	1.5	0.4	0.7	10	0.5
ME3a	1.0	0.4	0.7	15	0.5
ME3b	1.0	0.4	0.6	15	0.5
ME3c	1.0	0.4	0.5	15	0.5
ME4a	0.75	0.4	0.6	15	0.5
ME4b	0.75	0.4	0.5	15	0.5
ME5	0.5	0.35	0.4	15	0.5
ME6	0.3	0.35	0.4	15	-

Requisiti illuminotecnici per la categoria S: traffico motorizzato con velocità inferiore a 30 km/h

Classe di intersezione	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA S	
	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	Emin in lux (valore medio mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	-	-

Requisiti illuminotecnici per la categoria C: rotatorie, svincoli con velocità inferiore a 30 km/h

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA C		
Classe di intersezione	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	Uo % (valore minimo)
C0	50	0.4
C1	30	0.4
C2	20	0.4
C3	15	0.4
C4	10	0.4
C5	7.5	0.4

Requisiti aggiuntivi categoria EV: passaggi pedonali, individuazione di ostacoli

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA EV		
Classe di intersezione	Illuminamento verticale	
	Ev in lux (valore minimo mantenuto)	
EV1	50	
EV2	30	
EV3	10	
EV4	7.5	
EV5	5	
EV6	0.5	

Requisiti aggiuntivi categoria ES: piazze e zone pedonali per il riconoscimento delle sagome

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA ES		
Classe di intersezione	Illuminamento verticale	
	Esc in lux (valore minimo mantenuto)	
ES1	10	
ES2	7.5	
ES3	5	
ES4	3	
ES5	2	
ES6	1.5	
ES7	1	
ES8	0.75	
ES9	0.5	

COMPARAZIONE DI CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE

-	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6	-	-
CEO	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6

CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE ADDIZIONALI

Categoria illuminotecnica individuata	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	-	-	-
	-	-	-	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Categoria illuminotecnica addizionale	-	EV3	EV4	EV5	-	-	-	-	-

INTEGRAZIONE ILLUMINOTECNICA DELLA CLASSIFICAZIONE E ANALISI DEI RISCHI

Nella classificazione illuminotecnica del territorio, si è identificata in modo sommario, un'analisi dei rischi per identificare e distinguere probabili situazioni di pericolo. In accordo con l'amministrazione pubblica e per evitare sovra illuminamenti in un territorio o in zone in cui tale rischio potrebbe avere un elevato impatto, si è deciso di intervenire con illuminazioni del tipo permanente con regolazione di flusso. Essendo l'obiettivo non ultimo quello di migliorare la percezione del territorio, si riportano le considerazioni conclusive e di completamento dell'analisi dei rischi:

- In tutte le vie Comunali non sono state rilevate situazioni di pericolo, sia sul tracciato urbano che su quello extraurbano.
- Tutte le vie comunali nel tracciato viario urbano ed extraurbano presentano le seguenti caratteristiche:
 - o Sono a traffico limitato;
 - o Sono di misure adeguate alla tipologia di percorrenza;
 - o Il traffico è inferiore all'indice massimo previsto per la categoria stradale;
 - o Non persistono fenomeni di nebbia nella zona (a parte rari casi);
 - o Limitatamente nevica e ghiaccia;
 - o Non sono state riscontrate interferenze luminose con altre sorgenti artificiali nel territorio;
 - o Bassa probabilità di mancanza dell'alimentazione elettrica;

I paramenti di influenza che incidono maggiormente sull'illuminazione del territorio sono:

- Utilizzo di apparecchi del tipo Cut-off per ridurre i fenomeni di abbagliamento;
- Complessità del campo visivo normale (-1 classe illuminotecnica)
- Condizioni non conflittuali (-1 classe illuminotecnica)
- Segnaletica efficiente ed efficacie (-1 classe illuminotecnica)

La normativa europea ha introdotto inoltre la possibilità di ridurre i livelli di luminanza, ossia la possibilità di declassare la categoria illuminotecnica della strada, quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per tipologia di strada.

T4 – Relazione Specialistica Tecnico Economica

Nello specifico quando durante le ore notturne, il livello di traffico nelle condizioni più sfavorevoli non raggiunge mai il 50% del traffico orario previsto per tale tipologia di strada, è possibile declassarla di una categoria, e se durante le ore notturne, il livello di traffico nelle condizioni più sfavorevoli non raggiunge mai il 25% del traffico orario previsto per tale tipologia di strada, è possibile declassarla di due categorie.

Dai primi rilievi sul territorio si è evidenziato che la maggior parte delle strade comunali risulta essere di tipo F e categoria illuminotecnica di ingresso ME3b, CE3 e CE4/S2.

In particolare si è evidenziato che le condizioni di traffico presenti, indipendentemente dalla categoria stradale attribuita, non raggiungono sia nel periodo estivo che in quello invernale i livelli massimi di traffico ammessi per la categoria stradale corrispondente, anzi risultano essere spesso al di sotto del 50% del flusso di traffico ammesso.

E' quindi possibile prevedere opportuni regolatori di flusso che permettono la riduzione della luminanza sulla strada in funzione della categoria illuminotecnica di riferimento al momento della declassazione.

Si rimanda all'elaborato: (Stato di fatto) per la categoria stradale corrispondente ai rilievi eseguiti sulle strade del territorio Comunale.

STATO DI PROGETTO

Tutti gli interventi contemplati nel presente progetto preliminare, si prevede vengano portati a compimento entro i primo **anno** di lavori, e saranno finalizzati principalmente al rifacimento e all'adeguamento normativo dei predetti impianti con conseguente miglioramento gestionale di tutta la rete di illuminazione pubblica. L'adeguamento normativo comporterà, inoltre, l'ottenimento di adeguati livelli di illuminamento, in relazione alla classe del sistema viario in oggetto, ed il rispetto delle prescrizioni volte al contenimento dell'inquinamento luminoso (*Legge Regione Sardegna – Legge Regionale 29/2007*).

Per quanto attiene al problema della sicurezza degli impianti, esso può essere visto sotto due aspetti fondamentali:

- La protezione delle persone, cercando di evitare che queste ultime entrino in contatto con parti attive ovvero in tensione dell'impianto, e nel caso questo avvenga, cercando di annullare la possibilità di elettrocuzione;
- La protezione dell'impianto stesso, in particolare delle linee, evitando la circolazione di correnti di sovraccarico e di cortocircuito per periodi elevati, a seguito di guasti e/o malfunzionamenti.

Per ottenere un livello di sicurezza accettabile si dovrà pertanto intervenire sui quadri di comando e protezione, sulle linee di alimentazione e di derivazione, sui componenti di impianto che possono rappresentare un pericolo per l'incolumità dei cittadini (sostegni pericolanti, apparecchi di illuminazione non perfettamente ancorati al sostegno ecc.) e sull'impianto di terra.

In questa fase preliminare della progettazione vengono individuati gli interventi necessari per la messa in sicurezza delle singole componenti degli impianti di pubblica illuminazione di proprietà del comune.

L'intervento di ammodernamento ed efficientamento prevede quindi:

- La sostituzione di circa 600 Corpi Illuminanti della tipologia Stradale con nuovi dispositivi a tecnologia Led del tipo Guzzini Archilede HP o equivalente con potenze calcolate in funzione delle categorie illuminotecniche stradali e delle attuali lampade presenti. La temperatura di colore tipica è pari a 4000K (luce bianco neutra). Corpo lampada realizzato in alluminio pressofuso con isolamento classe II.
- La sostituzione di circa 7 Illuminatori completi di Elettronica, plafoniera di supporto e stallo di arredo urbano con nuove a tecnologia Led equivalenti, serie artistica e di arredo.
- La riqualificazione di circa 96 Lanterne con Refitting a piastra Led montate su stallo di serie artistica/arredo urbano.
- La sostituzione di circa 60 Stalli (lampioni) risultanti fatiscenti in equivalenti in metallo o in vetroresina.
- La sostituzione di circa 13 bracci serie stradale risultati fatiscenti (e condivisi con enel distribuzione) con altrettanti idonei supporti a parete per armatura stradali.
- La verniciatura di circa 1600 mq di Stalli con vernici epossidiche;
- L'installazione di circa 7 Proiettori tecnologia Led per l'illuminamento di piazze;
- Il rifacimento totale di 8 unità e la riqualificazione di 5 unità quadro di alimentazione e comando degli impianti;
- L'interramento di circa 250 m di linee attualmente in aereo;
- La posa di nuove linee elettriche trifase per circa 400 m lineari;
- L'incremento di 15 punti luce nel territorio comunale con serie strada ed di arredo urbano a seconda della zona di posizionamento;

Gli interventi elencati e analizzati nel dettaglio tecnico negli elaborati a corredo, consentiranno il raggiungimento di una doppia finalità, ossia quella della riduzione del consumo energetico in ottemperanza alla normative Comunitarie e Regionali adempiendo inoltre alle esigenze dell'amministrazione Comunale di Perfugas che necessitava di adeguamenti sull'impianto di illuminazione pubblica.

Un ulteriore intervento, utile alla sistemazione degli impianti di illuminazione pubblica, riguarda appunto l'interramento di linee che allo stato attuale sono aeree.

QUADRI DI PROTEZIONE E COMANDO

In relazione a quanto già esposto nella descrizione dello stato attuale si prevede **OVE NECESSARIO** la revisione o rifacimento dei quadri maggiormente deteriorati, con l'installazione di nuovi quadri normativamente e funzionalmente adeguati, predisposti sia per i sistemi di regolazione del flusso luminoso, sia per le apparecchiature dedicate al telecontrollo.

Si prevede inoltre l'integrazione dei quadri esistenti ritenuti a norma e funzionanti, con sistemi di predisposizione alla regolazione del flusso luminoso e telecontrollo.

Nota bene: i quadri che attualmente sono dotati di sistema di regolazione del flusso luminoso per lampade HPS devono essere completamente rimossi e riconfigurati ai sistemi di illuminazione con tecnologia LED.

Ciascun nuovo quadro sarà collocato all'aperto, in un contenitore in Vetroresina (Classe II) e/o acciaio appoggiato su apposito zoccolo in calcestruzzo prefabbricato che consenta l'ingresso dei cavi del distributore di energia elettrica e l'uscita dei cavi di alimentazione del quadro dell'impianto. Tale armadio sarà diviso verticalmente in almeno due vani con aperture separate, di cui quella superiore destinata a contenere il gruppo di misura dell'ente distributore e quella inferiore contenente le apparecchiature di comando, sezionamento e di protezione dell'impianto di pubblica illuminazione.

Tutte le apparecchiature di interruzione, comando etc. saranno accessibili dal fronte quadro mediante apertura della portella a chiave, in modo da garantire in ogni caso la totale protezione dai contatti diretti. Le apparecchiature elettriche utilizzate dovranno essere conformi alle corrispondenti norme CEI. Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i corto circuiti, i contatti diretti ed indiretti dell'intero impianto secondo le norme vigenti.

Gli interruttori generali dei quadri saranno automatici con protezioni magnetotermiche differenziali possibilmente auto-riarmanti, mentre le linee in uscita saranno protette con interruttori unipolari automatici di tipo magnetotermico.

COME ALTROVE SPECIFICATO, È COMPITO DELL'APPALTATORE, IN SEDE DI REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO, INDIVIDUARE OGNI POSSIBILE TECNOLOGIA O ACCORGIMENTO CHE POSSA DETERMINARE UN RISPARMIO ENERGETICO E MAGGIORE FUNZIONALITA' DI GESTIONE.

In tale ambito rientra anche la razionalizzazione dei punti di consegna dell'energia, suscettibili di riduzione rispetto all'attuale assetto assai frammentario. Le scelte che saranno operate dall'appaltatore in relazione al problema prospettato condizioneranno logicamente il numero complessivo dei quadri di comando degli impianti di illuminazione pubblica e delle rispettive linee di collegamento.

Dal rilievo primordiale sono risultati completamente fatiscenti e non idonei N.8 Quadri, mentre risultano conformi solamente N.5 Quadri ma comunque da revisionare.

LINEE DI ALIMENTAZIONE

Le linee di alimentazione in cavo interrato su cui andranno effettuati gli interventi di messa in sicurezza sono quelle che dovessero risultare in precarie condizioni elettriche e meccaniche. Nel corso degli interventi si procederà anche alla verifica del corretto funzionamento e del livello di isolamento delle giunzioni esistenti al fine di prevederne l'eventuale sostituzione.

Gli impianti in progetto dovranno essere realizzati **CON FORMAZIONE TRIFASE CON NEUTRO**, da posare in cavidotto, conformemente alle norme [cavo a doppio isolamento FG7(O)R], e protetta da interruttore magnetotermico differenziale del tipo a riarmo automatico. La **configurazione 3F + N** permetterà di utilizzare al meglio l'eventuale gruppo riduttore di flusso, in quanto le tre fasi risulteranno caricate in modo equilibrato.

Per l'alimentazione dei corpi illuminanti, è stato previsto l'impiego di cavi bipolari di energia a doppio isolamento tipo FG7(O)R a norme CEI 20 - 13 e 20 - 22, con marchio IMQ o marchio equivalente.

I cavi interrati saranno posati entro tubazioni in polietilene a doppia parete corrugato con interno liscio, autoportante. Le derivazioni ai punti luce saranno realizzate in morsettiera di grado di isolamento 2 all'interno dei pali o in scatole di derivazione per le linee aeree. Trattandosi di progetto preliminare non è stato effettuato il dimensionamento puntuale dei cavi e si è previsto l'utilizzo di cavi tripolari con una sezione media pari a 16 mm² per le dorsali principali e 6 mm² per i tratti in derivazione e terminali.

I tratti di cavo aerei e/o interrati che eventualmente dovessero condividere il conduttore di neutro con altri impianti dell'ente distributore, dovranno essere necessariamente individuati e separati in ragguaglio ad una corretta gestione e separazione degli stessi.

Allo stato preliminare vengono individuati circa 100m di cavo aereo da interrare e circa 150m di cavo da posa ex novo.

SOSTEGNI

Al fine di assicurare il rispetto delle condizioni di stabilità meccanica e quindi di sicurezza, è necessario effettuare i seguenti interventi:

- * Verifica dei pali in ferro, in c.a e in vetroresina e sostituzione degli stessi che presentino avanzato stato di corrosione tale da comprometterne la stabilità;
- * Sostituzione dei pali in cemento;
- * Sostituzione dei bracci in metallo che presentino stato avanzato di corrosione;
- * Ispezioni alla base dei sostegni al fine di verificarne lo stato di stabilità;
- * Rifacimento dei collarini ed installazione della fascia termo-restringente alla base dei sostegni;
- * Sostituzione/rimozione tesate;
- * Sostituzione pastorali;
- * Trattamento antiruggine dei pali non zincati arrugginiti consistente nella spazzolatura, mano di antiruggine, mano di smalto colore da stabilire in corso d'opera, rifacimento del collarino in calcestruzzo previa posa di fascia termo-restringente di protezione alla base del palo.
- * Trattamento antiruggine dei pali zincati arrugginiti consistente nella spazzolatura, mano di antiruggine, mano di smalto colore da stabilire in corso d'opera, rifacimento del collarino in calcestruzzo previa posa di fascia termo-restringente di protezione alla base del palo.
- * Trattamento per rivestimento in legno dei pali presso alcuni giardini ed aree verdi, consistenti nella carteggiatura e doppia mano di impregnante protettivo trasparente.
- * In relazione alle zone soggette all'intervento di rifacimento si prevede di sostituire i pali esistenti con i seguenti tipi di sostegno:
 - Pali in acciaio zincato e/o verniciato con h fuori terra di 3-8 m nelle zone residenziali e aree verdi, per centri luminosi da disporre in aree prettamente residenziali

T4 – Relazione Specialistica Tecnico Economica

- Pali conici in acciaio zincato e/o verniciato con h fuori terra di 8-10 m a sostegno di centri luminosi in strade ad alta percorrenza.

TRATTANDOSI DI PROGETTO PRELIMINARE PER VALUTARE L'ALTEZZA DEI SOSTEGNI SI È PROCEDUTO ATTRAVERSO L'INDIVIDUAZIONE DI VALORI MEDI E NON ATTRAVERSO L'IDENTIFICAZIONE PUNTUALE DEI SINGOLI PALI, SARÀ CURA DELL'APPALTATORE DETERMINARE, IN FASE DI REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO LE ALTEZZE SPECIFICHE IN RELAZIONE AL TIPO DI STRADA.

I pali per l'illuminazione pubblica utilizzati dovranno essere conformi alle norme UNI EN 40. La parte interrata interna ed esterna del palo, dovrà essere protetta da emulsione bituminosa e si dovrà prevedere una guaina termo-restringente da posizionare nel punto di incastro del palo per prevenire la corrosione, I conduttori nel tratto pozzetto palo dovranno essere protetti da un'ulteriore guaina in PVC e dovranno risultare sfilabili. La morsettiera del palo, con portello accessibile, dovrà essere in Classe II e dotata di fusibile di protezione per la fase utilizzata.

Allo stato preliminare risultano da sostituire circa 60 stalli, e la riverniciatura con vernici epossidiche di circa 1600 mq di superficie metallica.

IMPIANTI, APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE E LAMPADE

Le caratteristiche dei vari corpi illuminanti, la potenza e la resa della lampada scelte dovranno soddisfare le condizioni minime (luminanza, uniformità del flusso luminoso, limitazione dell'abbigliamento) previste dalle norme UNI 11248:2012 e norme congiunte, in relazione alla classe e categoria illuminotecnica di appartenenza della strada in esame, (desunta in funzione delle sue caratteristiche geometriche e dell'intensità di traffico previsto).

Dovranno essere in Classe di isolamento II.

Il presente progetto preliminare prevede l'utilizzo delle seguenti tipologie di armature:

- * Armature di tipo residenziale, in corrispondenza di strade caratterizzate da una ridotta percorrenza;
- * Armature per aree verdi e giardini periferici della serie arredo urbano;
- * Lanterne antichizzate per aree verdi e giardini del centro storico;
- * Lanterne e finti globi antichizzati presso edifici storici;
- * Armature di tipo stradale, in corrispondenza di strade caratterizzate da una elevata percorrenza, in particolare si prevede:
 - Sostituzione **corpi illuminanti stradali obsoleti** o aventi lampade Hg o SAP con apparecchi di classe II con ottica stradale e diffusore cut-off completi di lampade Led con corpo in alluminio pressofuso e diffusore in vetro.
 - Intervento di riqualificazione dei corpi illuminanti tipo lanterne antichizzate con lampada Hg o SAP, poste in **Parchi e Centro Storico**, con sistemi di illuminazione LED di maggiore efficienza.
 - Intervento di riqualificazione dei corpi illuminanti tipo globi con lampada Hg o SAP poste nei **giardini ed aree verdi** con sistemi di illuminazione LED di maggiore efficienza e maggiore protezione antivandalo.
 - Recupero delle linee elettriche a centro volta adibite esclusivamente ad illuminazione pubblica e sostituzione di corpi illuminanti obsoleti tipo lanterne antichizzate aventi lampade Hg o luce miscelata con apparecchi di classe II, a LED di maggiore efficienza energetica e maggiore grado estetico.
 - Intervento di riqualificazione generalizzato alla globalità degli impianti comunali atto al miglioramento della efficienza energetica, estetica e rispetto normativo.

T4 – Relazione Specialistica Tecnico Economica

- Intervento generalizzato di adeguamento normativo e riqualificazione di tutti gli impianti esistenti in modo da garantire nel pieno rispetto delle Leggi e norme vigenti un maggiore risparmio energetico e maggiore efficienza gestionale e di controllo.
- Redazione delle dichiarazioni tecniche degli impianti rientranti nel campo di applicazione del DM 37/08 complete degli allegati obbligatori e redazione delle dichiarazioni tecniche degli impianti non rientranti nel campo di applicazione del DM 37/08 complete degli stessi allegati previsti dal suddetto decreto.

Nell'ambito del progetto definitivo ed esecutivo redatto dall'appaltatore si richiede l'impiego di apparecchi di illuminazione che siano dotati di caratteristiche illuminotecniche e di livelli qualitativi dei materiali e della componentistica non inferiori a quelli propri degli apparecchi sopra indicati.

Si richiede inoltre l'utilizzo delle seguenti lampade:

- Lampade LED neutro (4000 °K) per giardini e monumenti
- Lampade LED bianco caldo (3200°K) per zone speciali
- Lampade LED neutro (4000°K) per viabilità

Possono essere adottate altre fonti di illuminazione e di colorazione differente previa accettazione da parte dalla Amministrazione Comunale.

IMPIANTI DI MESSA A TERRA

- Impianti esistenti in classe di isolamento I

Il rilievo puntuale degli impianti in oggetto, ha denotato la necessità di effettuare prove di continuità del conduttore di protezione e/o del conduttore di terra e di revisionare l'impianto di terra, installando eventuali dispersori mancanti e ripristinando i collegamenti equipotenziali in quei sostegni che, a causa del loro stato di conservazione, non necessitano di sostituzione.

- Impianti esistenti in classe di isolamento II

Il rilievo puntuale degli impianti in oggetto, ha denotato la necessità di effettuare prove di isolamento e verifica della integrità delle apparecchiature quali corpi illuminanti, quadri e morsettiere a bordo palo.

Nel caso di nuove installazioni saranno utilizzati componenti in classe II d'isolamento (prive di impianto di terra) al fine di portare l'intero impianto di illuminazione pubblica verso tale classe.

MATERIALI DA UTILIZZARE

I materiali che in genere occorreranno per la costruzione delle opere dovranno presentare caratteristiche conformi a quanto stabilito dalle leggi e dai regolamenti ufficiali vigenti in materia o, in mancanza di tali leggi e regolamenti, dalle "Norme del Consiglio Nazionale delle Ricerche, dell'UNI, del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)"; in ogni caso essi dovranno essere della miglior qualità esistente in commercio ed essere accettati, previa campionatura, dall'Amministrazione Comunale, mediante nulla osta del Supervisore, e per ogni fornitura dovrà essere documentata la relativa certificazione.

Di norma essi proverranno da località o fabbriche che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché preventivamente notificate e rispondenti ai requisiti prescritti dalle leggi, ad insindacabile giudizio della Direzione lavori, e a norma con la certificazione di qualità della serie ISO 9000/EN 29000.

Dovranno essere parimenti rispettate le norme e le disposizioni non espressamente citate, la loro omissione dalla presente relazione non esclude la ditta installatrice dalla loro applicazione al fine della realizzazione di impianti conformi alla regola dell'arte ai sensi della legge n. 186 del 01/03/68.

ALTRI INTERVENTI

I consumi energetici costituiscono una quota di spesa rilevante sui costi di gestione di un impianto di pubblica illuminazione. Tali costi possono essere ridotti adottando strategie di razionalizzazione ed ottimizzazione degli impianti stessi. Le modalità di risparmio possono essere così classificate:

1. Interventi di tipo energetico
2. Interventi di economia gestionale

Nel primo caso il risparmio energetico è ottenibile mediante l'installazione di apparecchiature di stabilizzazione e regolazione del flusso luminoso, mediante il rinnovo del parco lampade con installazione di lampade ad elevata efficienza ed all'utilizzo di sistemi di tele controllo e tele-gestione.

Compito dell'appaltatore, in sede di redazione del progetto definitivo, è quello di individuare le modalità più consone per il raggiungimento di un maggior livello di risparmio energetico attraverso interventi di economia gestionale, nell'installazione di stabilizzatori di tensione/regolatori di flusso, puntuali o centralizzati, che consentiranno inoltre un aumento della vita utile delle lampade.

L'Amministrazione intende effettuare sugli impianti ogni possibile intervento al fine di ottenere il maggior grado di ammodernamento e rifacimento, compatibilmente con le risorse finanziarie disponibili.

Viceversa, in questa sede, si vuole approfondire la natura di tali lavori aggiuntivi rispetto a quelli previsti nel presente progetto preliminare. I medesimi si svilupperanno secondo un complesso di interventi che sarà proposto dall'appaltatore in sede di progetto definitivo. Sostanzialmente, in seguito all'indagine condotta sugli impianti (che l'appaltatore è tenuto ad effettuare) e nell'ambito della conseguente predisposizione del progetto definitivo, l'appaltatore destinerà (quali varianti migliorative rispetto al progetto preliminare posto a base di gara) le ulteriori economie sopra descritte per l'effettuazione di:

- Ulteriori interventi di rifacimento di parte della rete di illuminazione pubblica, se ritenuti necessari, oltre a quelli già previsti nel progetto preliminare;
- Ulteriori interventi di ristrutturazione ed ammodernamento, se ritenuti necessari, oltre a quelli già previsti nel progetto preliminare;

T4 – Relazione Specialistica Tecnico Economica

- Ulteriori interventi di adeguamento normativo e messa in sicurezza, se ritenuti necessari, oltre a quelli già previsti nel progetto preliminare; ulteriori interventi di contenimento dell'inquinamento luminoso;
- Altro, in sede di predisposizione progetto definitivo l'Amministrazione potrebbe individuare zone suscettibili dell'esecuzione di ulteriori interventi rispetto a quelli previsti nel progetto medesimo.

VALORI DI EQUIVALENZA TRA LE LAMPADE ATTUALI E QUELLE DI PROGETTO

Simulazioni eseguite con opportuni software hanno permesso di evidenziare il metro di equivalenza, per la sostituzione degli attuali corpi illuminanti rispettando le norme citate normative di riferimento per la progettazione del sistema di illuminazione pubblica in funzione della categoria stradale di riferimento.

I dati rappresentati nelle tabelle sono da considerarsi indicative, in quanto a seconda della tipologia e marca di lampada le potenze possono essere addirittura ridotte.

Tipo sorgente ante	W sorgente ante	q.tà ante	kW tot ante	Tipo sorgente post	W sorgente post	q.tà post	kW tot post
HPS 250	250	55	15,13	LED 1100	53.3	55	6,05
HPS 150	150	134	22,11	LED 866	38.8	134	11,60
HPS 100	100	228	25,08	LED 388	86.6	228	8,85
HPS 70	70	253	19,48	LED 388	53.3	253	9,82
HPL 125	125	52	7,15	LED 533	112.9	67	3,57
LED 860	86	25	2,37	LED 860	97.2	25	2,15
	747	91.31				762	42.04

Totale Lampade illuminazione urbana sul Territorio: 747

Potenza Totale di Picco: 91,31 kWp

Consumo Totale di Energia: 401,77 MWh/anno

ANALISI TECNICO ECONOMICA

Dall'analisi tecnica eseguita in questa fase preliminare si deducono le seguenti variabili di comparazione:

La potenza attuale dell'impianto di illuminazione pubblica del Territorio Comunale ammonta a **91,31 kWp** con un consumo verificato dalle Bollette elettriche e comparato dai dati rilevati attraverso strumentazione di diagnosi, pari a **401,77 MWh all'anno**.

L'intervento proposto mira ad un abbattimento minimo del **54%** dell'energia utilizzata con un valore di **184,97 MWh/anno** derivato dalla sola sostituzione delle lampade attuali con altre a tecnologia led equivalenti.

Inoltre con l'ausilio della variabile gestionale del controllo dell'impianto di illuminazione pubblica, quale tele-controllo e regolazione del flusso luminoso, si attende un ulteriore risparmio dell'energia elettrica consumata fino ad un totale del **66 %** con **134,52 MWh/anno** di energia prelevata dalla rete.

Di seguito si illustra lo scenario tecnico economico dello stato di progetto individuato nell'opera di ammodernamento ed efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica comunale:

VARIABILI	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO	% Rid.
Potenza Totale Impianto Illuminazione Pubblica	91,31 kWp	42,04 kWp	54%
Energia Totale (4400h/anno)	401,77 MWh/anno	184,97 MWh/anno	54%
Energia Totale con Regolatore di Flusso (3200h/anno equivalenti)	--	134,52 MWh/anno	66%
Costo Manutenzione Ordinaria	14.940,00 €/anno	7.620,00 €/anno	49%
Costo Manutenzione Straordinaria	7.470,00 €/anno	3.048,00 €/anno	59%
Costo Energia Elettrica (4400h)	72.318,00 €/anno	33.294,00 €/anno	54%
Costo Energia Elettrica (3200h)	--	24.214,00 €/anno	66%
<hr/>			
Risparmio Economico Totale	59.846,00 € / anno <i>3200 h/anno</i>		
Risparmio Economico Totale	50.765,00 € / anno <i>4400 h/anno</i>		

Tabella di calcolo derivata dai seguenti parametri:

- Anno di Analisi Bollette e consumi elettrici: 2014/2015
- Costo Manutenzione ordinaria stato di fatto Stimata da L.G: 20€ x C.L (2014/2015)
- Costo Manutenzione straordinaria stato di fatto Stimata da L.G: 10€ x C.L (2014/2015)
- Costo Energia Elettrica 180€/MWh (2014/2015)
- Costo Manutenzione ordinaria stato di progetto Stimata da L.G: 10€ x C.L
- Costo Manutenzione straordinaria stato di progetto Stimata da L.G: 4€ x C.L

In rapporto alla quantità di energia elettrica risparmiata si deduce una corrispondente quantità di TEP pari a 50 e contestualmente una quantità di Anidride Carbonica non immessa in atmosfera pari a: **198 Tonnellate / anno** ossia **1.980 Tonnellate** nell'arco della vita utile dell'impianto (10 anni)

Nell'ipotesi di costo dedotta dall'analisi sommaria delle spese, l'intervento in progetto si potrebbe rappresentare sotto l'aspetto tecnico economico con degli indici di calcolo molto intuitivi e indicativi:

Il primo indice significativo di Output, come indicato dalla Commissione Internazionale dell'illuminazione, è rappresentato dal tempo di pay-back.

$$S_{pb} = J / ((T_{vs} - T_{ns}) * H) + M$$

con:

J = investimento iniziale [€]

T_{vs} e T_{ns} = costo orario totale della vecchia e della nuova soluzione [€/h]

H = ore annue funzionamento [h/anno].

Il costo dell'investimento come da Computo Metrico Estimativo ammonta ad 703.485,20 €

A questo si aggiungono i costi della sicurezza non soggetti a ribasso pari a: 18.500,00 €

Per un totale di 721.985,20 €

Ne risulta quindi:

Pay-Back semplice (post riqualificazione con 4400 ore di funzionamento): **14.2 anni**

Pay-Back semplice (post riqualificazione con 3200 ore di funzionamento): **12.0 anni**

ANALISI ECONOMICO FINANZIARIA

L'ipotesi progettuale prevede l'auto sostenibilità dell'intervento proposto in un ottica autofinanziamento dell'investimento grazie ai flussi di cassi generati dal risparmio energetico e conseguente risparmio economico.

L'amministrazione comunale vuole adottare come metodo di finanziamento quello tramite terzi, dove nel caso specifico l'anticipo del capitale per la realizzazione dell'intera opera è a capo del terzo (società E.S.Co), e grazie ai flussi attivi generati (cash flow) l'amministrazione comunale potrà riconoscere un canone annuale per una durata di tempo non inferiore a 20 anni.

L'analisi economico finanziaria con relativi indici sintetici quali TIR, VAN e ADSCR o DSCR tiene conto dei parametri finanziari al periodo 02/16. Il tasso di interesse tiene conto dell'Eurirs a 20 anni (1.17) oltre a (0.5) punti tipico delle E.S.Co che operano in questo settore. Oltre al TIR e VAN si riporta un indice sintetico molto utile alla comprensione della bontà del progetto:

Il DSCR (**Debt Service coverage Ratio**) è un rapporto che misura la **capacità** di una **società** o di un privato a far fronte ai suoi debiti. Più è alto questo rapporto, più è facile ottenere un prestito. Questo rapporto deve essere superiore ad 1: se è inferiore, ad esempio 0.95, significherebbe che è presente un **flusso di cassa negativo**. Solitamente il **DSCR minimo** deve essere di 1.20-1.30, mentre quello medio di 1.30-1.40. In questa guida vediamo come calcolare correttamente il DSCR.

Il DSCR a volte viene chiamato anche ADSCR in quanto si tratta di misurazione annuale, la A sta appunto per Annual. Nella sostanza si vede quanto il flusso finanziario del periodo copra il **servizio del debito**, ovvero la somma da rimborsare al nostro creditore. Molte nuove **attività**, e quindi imprese, vengono finanziate con debito, per questo l'indice viene usato nella presentazione dei progetti. I creditori vogliono conoscere il **flusso di cassa** di una **società** e quindi quanto denaro ha a disposizione per pagare i debiti presenti e futuri.

Il calcolo è molto semplice. Il DSCR è pari al rapporto, calcolato per il periodo previsto per la durata del finanziamento, tra il flusso di cassa operativo generato dall'azienda e il servizio del debito comprensivo di **quota capitale** e quota di interessi. Se il **Debt Service Coverage Ratio**

viene effettuato in un'ottica previsionale, è possibile che i debitori chiedano ulteriori garanzie. Non esiste un livello standard con cui confrontare gli indici di copertura del debito, il limite considerato ammissibile verrà stabilito di volta in volta a seconda delle garanzie fornite e della forza contrattuale delle parti. Il DSCR è un indice annuale del debito ed esprime, quindi, un indice istantaneo cioè esprime le possibilità dell'azienda di rimborsare la **rata del debito** relativa al corrente anno. Calcolando la media dei **singoli DSCR** si ottiene l'Average Debt Service Cover Ratio (ADSCR) .

Di seguito si riporta il piano di ammortamento in una proiezione temporale pari a 20anni:

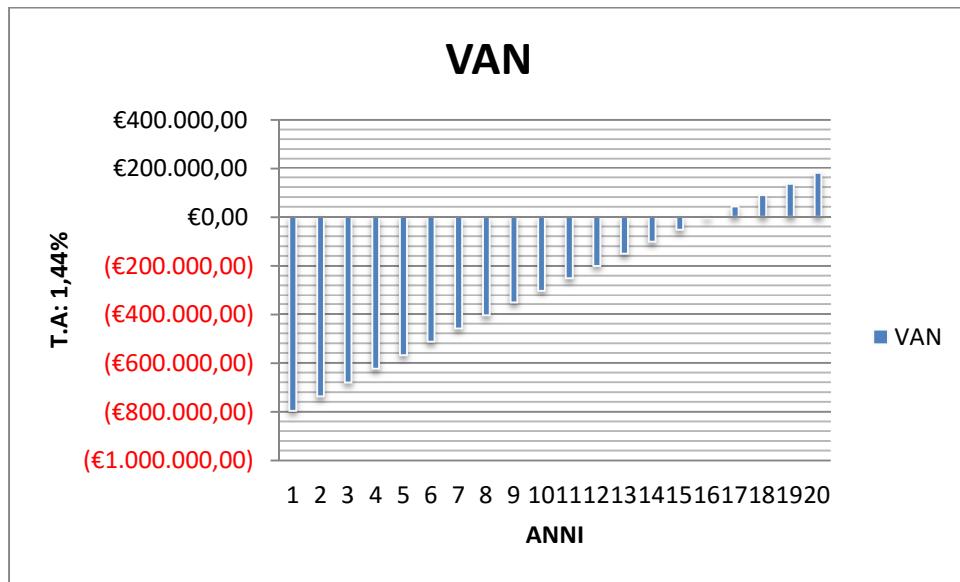
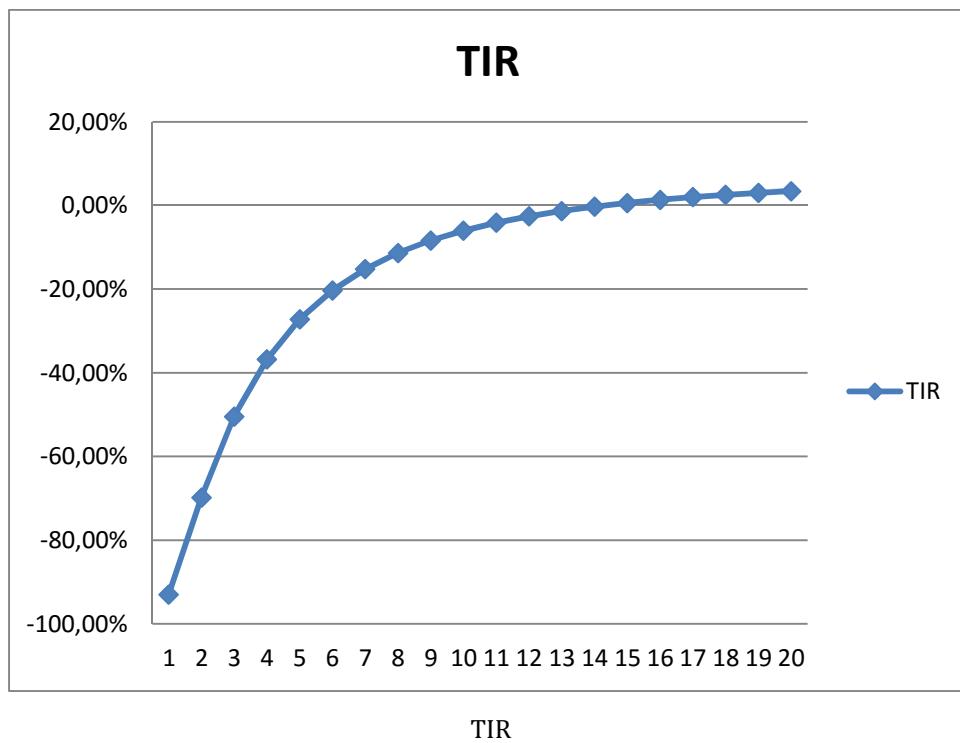
- **Rata Periodica annuale: 42.760,65 €.**

No.	Data del pagamento	Capitale alla data del pagamento	Quota Interessi	Quota Capitale	Debito Capitale residuo	Sommatoria interessi
1	01/05/2017	€ 721.985,20	€ 12.057,15	€ 30.703,49	€ 691.281,71	€ 12.057,15
2	01/05/2018	€ 691.281,71	€ 11.544,40	€ 31.216,24	€ 660.065,47	€ 23.601,56
3	01/05/2019	€ 660.065,47	€ 11.023,09	€ 31.737,55	€ 628.327,91	€ 34.624,65
4	01/05/2020	€ 628.327,91	€ 10.493,08	€ 32.267,57	€ 596.060,34	€ 45.117,73
5	01/05/2021	€ 596.060,34	€ 9.954,21	€ 32.806,44	€ 563.253,91	€ 55.071,93
6	01/05/2022	€ 563.253,91	€ 9.406,34	€ 33.354,31	€ 529.899,60	€ 64.478,27
7	01/05/2023	€ 529.899,60	€ 8.849,32	€ 33.911,32	€ 495.988,28	€ 73.327,60
8	01/05/2024	€ 495.988,28	€ 8.283,00	€ 34.477,64	€ 461.510,64	€ 81.610,60
9	01/05/2025	€ 461.510,64	€ 7.707,23	€ 35.053,42	€ 426.457,22	€ 89.317,83
10	01/05/2026	€ 426.457,22	€ 7.121,84	€ 35.638,81	€ 390.818,41	€ 96.439,67
11	01/05/2027	€ 390.818,41	€ 6.526,67	€ 36.233,98	€ 354.584,43	€ 102.966,33
12	01/05/2028	€ 354.584,43	€ 5.921,56	€ 36.839,09	€ 317.745,35	€ 108.887,89
13	01/05/2029	€ 317.745,35	€ 5.306,35	€ 37.454,30	€ 280.291,05	€ 114.194,24
14	01/05/2030	€ 280.291,05	€ 4.680,86	€ 38.079,79	€ 242.211,26	€ 118.875,10
15	01/05/2031	€ 242.211,26	€ 4.044,93	€ 38.715,72	€ 203.495,55	€ 122.920,03
16	01/05/2032	€ 203.495,55	€ 3.398,38	€ 39.362,27	€ 164.133,28	€ 126.318,40
17	01/05/2033	€ 164.133,28	€ 2.741,03	€ 40.019,62	€ 124.113,66	€ 129.059,43
18	01/05/2034	€ 124.113,66	€ 2.072,70	€ 40.687,95	€ 83.425,71	€ 131.132,13
19	01/05/2035	€ 83.425,71	€ 1.393,21	€ 41.367,44	€ 42.058,27	€ 132.525,34
20	01/05/2036	€ 42.058,27	€ 702,37	€ 42.058,27	-	€ 133.227,71

ADSCR: 1.4

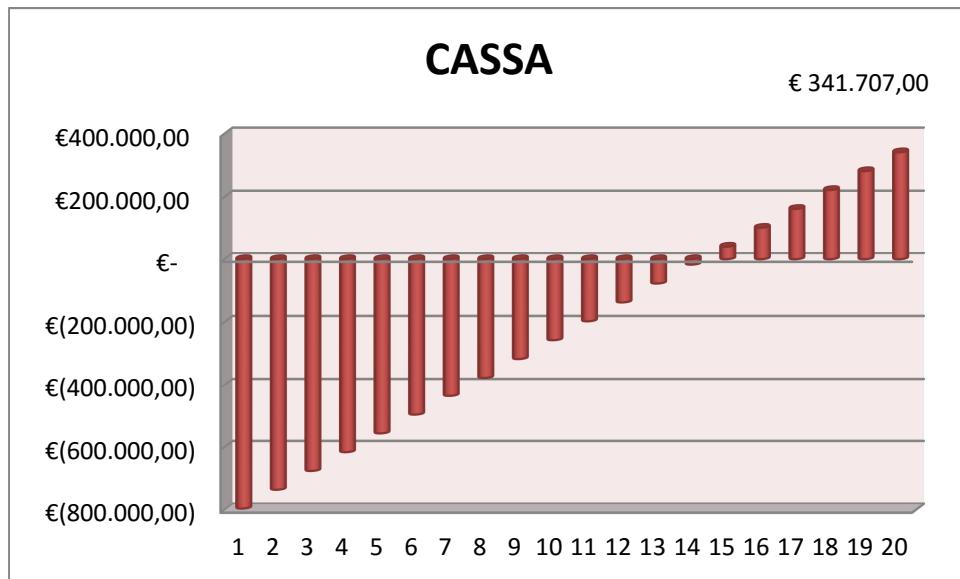
INDICATORI SINTETICI

Tasso di Rendimento Interno dell'investimento in una proiezione di 20 anni con un funzionamento previsionale delle lampade senza regolazione di flusso (3200 h/anno)



TIR	3,44 %
VAN	178.364,35 €

Di seguito si riportano i flussi di cassa dell'investimento in una proiezione di 20 anni con un funzionamento previsionale delle lampade senza regolazione di flusso (3200 h/anno)



Flussi di Cassa Caso con dispositivi di regolazione del flusso luminoso

ANNO	TIR	VAN	CASSA
1	-93,00%	-€ 796.216,55	-€ 795.367,00
2	-69,82%	-€ 738.057,59	-€ 735.521,00
3	-50,42%	-€ 680.724,23	-€ 675.675,00
4	-36,76%	-€ 624.204,74	-€ 615.829,00
5	-27,18%	-€ 568.487,59	-€ 555.983,00
6	-20,30%	-€ 513.561,37	-€ 496.137,00
7	-15,21%	-€ 459.414,87	-€ 436.291,00
8	-11,35%	-€ 406.037,00	-€ 376.445,00
9	-8,37%	-€ 353.416,87	-€ 316.599,00
10	-6,01%	-€ 301.543,70	-€ 256.753,00
11	-4,13%	-€ 250.406,91	-€ 196.907,00
12	-2,59%	-€ 199.996,04	-€ 137.061,00
13	-1,33%	-€ 150.300,77	-€ 77.215,00
14	-0,27%	-€ 101.310,96	-€ 17.369,00
15	0,61%	-€ 53.016,59	€ 42.477,00
16	1,36%	-€ 5.407,78	€ 102.323,00
17	2,00%	€ 41.525,19	€ 162.169,00
18	2,55%	€ 87.791,92	€ 222.015,00
19	3,03%	€ 133.401,86	€ 281.861,00
20	3,44%	€ 178.364,35	€ 341.707,00

Flussi di Cassa Caso con dispositivi di regolazione del flusso luminoso

CONSIDERAZIONI FINALI

Dall'analisi effettuata sulla base dei dati forniti dall'Amministrazione committente, e dai rilievi tecnici eseguiti, emerge che l'iniziativa di ammodernare e rendere più efficienti gli impianti di pubblica illuminazione, presenta un equilibrio economico/finanziario che consente di poter ipotizzare anche un'operazione di project financing.

Per un esame più completo della problematica si è ritenuto opportuno presentare anche alcune tabelle che evidenziano i risparmi complessivi ottenuti dal Comune, valutabili sia rispetto ad un eventuale periodo oggetto di concessione che a quello successivo.

E' naturale che un intervento di questo tipo rientra tra quelli finanziabili dalla CE in quanto di sensibile impatto ambientale sul fronte delle emissioni di CO₂ e di inquinamento luminoso.

Un Esempio di piano di ammortamento con interesse sul capitale potrebbe essere spalmato in un asse temporale di 20 anni.

Investimento Totale incluso oneri della Sicurezza e manodopera non soggetti a ribasso:

€ 855.213,00

Totale Economico di Risparmio Post Intervento: **€ 59.846,00 all'anno**

Periodo di ammortamento: **20 anni**

con una rata di Canone pari a **€ 42.760,65** all'anno e un risparmio nelle casse del Comune pari a **€ 17.085,35** all'anno.

A corredo di queste Ipotesi di ricavo è possibile aggiungere nel caso siano contemplati, per i primi 5 anni, i ricavi derivanti dalla vendita di ***certificati bianchi***.

I certificati bianchi, o più propriamente Titoli di Efficienza Energetica (TEE), sono titoli che certificano i risparmi energetici conseguiti da vari soggetti attraverso la realizzazione di specifici interventi (es. efficientamento energetico) e che valgono il riconoscimento di un contributo economico, rappresentando dunque un incentivo atto a ridurre il consumo energetico in relazione al bene distribuito.

Istituiti in Italia con i DD.MM. 20 luglio 2004 elettricità e gas, ed entrati in vigore nel gennaio 2005, i certificati bianchi consistono in titoli acquistabili e successivamente rivendibili il cui

valore è stato originariamente fissato a 100 €/tep, valore soggetto a variazioni stabilite anche in funzione dell'andamento del mercato. Il valore energetico di un tep è comparabile col consumo annuale di energia elettrica di una famiglia media. Viene riconosciuto un risparmio di energia pari ad 1 tep secondo le seguenti equivalenze:

1 tep = 11628 kWh per quanto riguarda i combustibili (1 tep = 41,860 GJ);

1 tep = 5347,59 kWh per i consumi elettrici (1 kWh = 0,187x10-3 tep).

I certificati bianchi riguardano tre tipi di interventi:

- risparmio di energia elettrica;
- risparmio di gas naturale;
- risparmio di altri combustibili.

CALCOLO CERTIFICATI BIANCHI RELATIVI ALL'INTERVENTO	
Consumo energetico Pre Intervento	401,77 MWh/anno
Consumo energetico Post Intervento	134,52 MWh/anno
Risparmio di Energia	267.25 MWh/anno
Numero di TEP	50
Prezzo Medio (fonte GME)	105.95 €
Valore Certificati Bianchi	5.297,50 €
Durata Certificati Bianchi	5 Anni