

Comune di SANT'ANGELO IN PONTANO  
(provincia di Macerata)

**Progetto: Efficiamento energetico dell'impianto di  
pubblica illuminazione del centro storico**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Oggetto: RELAZIONE TECNICA GENERALE E  
SPECIALISTICA**

Committente: COMUNE DI SANT'ANGELO IN PONTANO  
via Roma, 49  
62020 Sant'Angelo in Pontano (MC)

scala:

data: 06/08/2020

ELAB.

arch.:

VARIANTE:

IE01

*Il Progettista  
per. ind. Molini Luigi*

*Responsabile Unico del Procedimento  
geom. Fabio Di Luca Sidozzi*

## ***RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA***

**COMMITTENTE : Comune di Sant'Angelo in Pontano**  
**via Roma, 49**  
**62020 SANT'ANGELO IN PONTANO (MC)**

**PROGETTO : EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO  
DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE DEL CENTRO  
STORICO.**

### ***- PROGETTO ESECUTIVO -***

#### **1. OGGETTO DELL'INTERVENTO**

Il progetto si pone l'obiettivo di migliorare l'efficienza energetica della pubblica illuminazione di una porzione del centro abitato del comune di Sant'Angelo in Pontano (MC).

Per quanto riguarda l'aspetto della funzionalità e della sicurezza degli impianti di pubblica illuminazione si provvederà ad una verifica dell'impianto esistente, in particolare, viste le condizioni delle lanterne del centro storico è prevista la sostituzione dell'intera lanterna, mentre nei quadri elettrici è stata prevista l'installazione di idonei SPD ed in qualche caso l'installazione di dispositivi di protezione e comando oltre al centralino.

In merito all'efficientamento degli impianti, con l'installazione di apparecchi luminosi a led si otterrà sia una notevole riduzione dei consumi, oltre ad una drastica riduzione dei costi di manutenzione e la sostituzione di punti luce con sorgente a vapori di mercurio o a sodio ad alta pressione.

Si precisa che il presente progetto costituisce uno stralcio del progetto redatto nel dicembre 2019 in cui erano interessate ad intervento varie zone del comune di Sant'Angelo in Pontano.

In particolare l'intervento in oggetto interessa principalmente il centro storico, per il quale sarà necessario aggiungere n.7 lanterne in posizioni in cui attualmente non è presente alcuna fonte luminosa.

L'intervento quindi consiste principalmente nella sostituzione dei corpi illuminanti esistenti con altri di ultima generazione a LED o nella installazione degli stessi ex novo.

**Le caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti previsti nel presente progetto dovranno essere obbligatoriamente rispondenti a quelle indicate nel progetto in modo da rispettare i valori minimi calcolati.**

Il centro storico ha i corpi illuminanti alimentati da n.2 quadri: l'uno in via Piave e l'altro in c.da Pianello per i quali si prevede l'installazione di un nuovo SPD in ogni quadro elettrico (per dettagli vedi planimetrie allegata).

Non saranno oggetto d'intervento le linee elettriche principali di alimentazione.

Di seguito si riporta il quadro tecnico economico del presente progetto:

<b>A) Importo dei lavori</b>		
Importo di Lavori soggetti a ribasso cat. OG10	€	<b>39.287,03</b>
oneri della sicurezza non soggetti a ribasso	€	<b>711,94</b>
 Importo complessivo lavori	€	<b>39.998,97</b>
 <b>B) Somme a disposizione della Stazione Appaltante</b>		
IVA su lavori (10%)	€	3.999,90
Spese tecniche (IVA 22% e contributi previdenziali 5% compresi)	€	3.971,10
Compenso Responsabile del Procedimento	€	319,99
Lavori in economia ed imprevisti (IVA compresa)	€	1.710,04
 <b>Totale somme a disposizione della Stazione Appaltante</b>	€	<b>10.001,03</b>
 <b>Totale di progetto</b>	€	<b>50.000,00</b>

Sono parte integrante del progetto i seguenti elaborati:

<b>n. Elaborato</b>	<b>Descrizione elaborato</b>
IE01	RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA
IE02	PLANIMETRIA ZONA CENTRO STORICO
IE03	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
IE04	CALCOLI ILLUMINOTECNICI
IE05	ELENCO PREZZI UNITARI ED ANALISI DEI COSTI
IE06	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO E QUADRO TECNICO ECONOMICO
IE07	SPESE DELLA SICUREZZA
IE08	PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI
IE09	CRONOPROGRAMMA
IE10	SCHEMA DI CONTRATTO E CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO
IE11	PARTICOLARI COSTRUTTIVI

## 2. NORMATIVE

Nel progetto dell'impianto elettrico per l'illuminazione stradale si è fatto riferimento alla normativa ufficiale italiana (norme CEI armonizzate in sede CENELEC e norme CEI più norme IEC per la parte di norme CEI non ancora armonizzate) ed in particolar modo:

### Leggi:

**Legge n° 186 del 1/ 3/1968**

Regola d'arte

**Legge n° 791 del 18/10/1977**

Attuazione delle direttive del consiglio della Comunità Europea (N° 73/23/CEE)

**Legge Regionale n.10 del 24/07/2002**

Misure urgenti in materia di risparmio energetico e contenimento dell'inquinamento luminoso

### **Decreti e Circolari Ministeriali:**

<b>D.M. n ° 37 del 22/01/2008</b>	Installazione degli impianti all'interno di edifici
<b>D. Lgs n ° 81 del 09/04/2008</b>	Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

### **Norme CEI:**

<b>CEI EN 61439</b>	Quadri elettrici
<b>CEI 64-8 ultima edizione</b>	Impianti elettrici utilizzatori
<b>CEI 64/7</b>	Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari
<b>CEI 0-21</b>	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alla reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
<b>EN-40</b>	Pali per illuminazione

### **Norme UNI:**

<b>UNI 11248:2016</b>	Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche
<b>UNI EN 13201-2:2016</b>	Illuminazione stradale – parte 2: requisiti prestazionali
<b>UNI EN 13201-3:2016</b>	Illuminazione stradale – parte 3: calcolo delle prestazioni
<b>UNI EN 13201-4:2016</b>	Illuminazione stradale – parte 4: metodi e misurazione delle prestazioni fotometriche
<b>UNI EN 13201-5:2016</b>	Illuminazione stradale – parte 5: indicatori delle prestazioni energetiche

### 3. DETTAGLI TECNICI

#### 3.1 Classificazione delle strade e delle zone.

Nell'intervento è prevista l'illuminazione di strade carrabili, di vie pedonali del centro storico e di piazze.

Le categorie "M" riguardano le strade, mentre le categorie "P" riguardano: strade pedonali, piste ciclabili, parcheggi, piazze, giardini e parchi.

Di seguito vengono riportate le tabelle dalla normativa vigente delle categorie illuminotecniche di interesse.

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato			Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] cd × m <sup>2</sup>	$U_o$ [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{E1}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale ( $U_l$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna  $f_{T1}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}^{a)}$ [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di  $\bar{E}$  indicato per la categoria.

Le categorie assegnate alle strade sono riportate nell'elaborato IE04 CALCOLI ILLUMINOTECNICI.

In linea di massima nel centro storico è stata assegnata la categoria **P1**.

## **3.2 Quadri elettrici**

### **3.2.1 Quadro elettrico "Q07" – via Piave**

In via Piave è presente un'unica fornitura di energia in B.T. con tensione pari a 400V trifase con neutro ed è del tipo TT.

Il quadro elettrico Q07 verrà realizzato ex-novo ed alimenterà i due quadri esistenti denominati Q7A e Q7B.

Il quadro sarà costituito da un centralino in PVC IP55 installato all'interno di un armadio stradale in VTR IP44 che alloggia anche il contatore di energia.

Non essendo presente un dispositivo generale, verrà installato un nuovo magnetotermico 3P+N 63A da 10kA ed a valle di esso un idoneo SPD "3+1" visto l'utilizzo di corpi illuminanti LED.

Per il collegamento del nuovo SPD verrà utilizzato il circuito di terra già presente dopo una verifica del corretto funzionamento.

Il quadro dovrà essere realizzato nel rispetto della norma CEI EN 61439-1-2.

Essendo il quadro elettrico esistente Q7A costituito da un regolatore di flusso, con l'installazione dei led, dovrà essere impostato in modalità "BY-PASS".

Il tutto è al meglio rappresentato nello schema del quadro elettrico allegato.

### **3.2.2 Quadro elettrico "Q10" – zona Pianello**

Nella zona Pianello l'impianto è attualmente alimentato da una fornitura in B.T. con tensione pari a 400V trifase con neutro ed è del tipo TT.

Il quadro elettrico è esistente ed è costituito da un centralino in resina IP55 da 54 moduli DIN contenuto all'interno di un box stradale.

Al suo interno verrà installato un idoneo SPD 4 poli visto l'utilizzo di corpi illuminanti LED.

Per il collegamento del nuovo SPD verrà utilizzato il circuito di terra già presente dopo una verifica del corretto funzionamento.

Il quadro dovrà essere realizzato nel rispetto della norma CEI EN 61439-1-2.

### **3.3 Scelta della geometria dell'installazione dell'illuminazione stradale**

Per scelta dell'amministrazione, viste le condizioni delle lanterne attualmente presenti, è prevista la sostituzione dell'intera lanterna ed il mantenimento del braccio o del palo esistente, tranne nei casi in cui è necessaria l'installazione di un nuovo centro luminoso ex novo.

Si precisa che verrà mantenuta la stessa posizione dei corpi illuminanti esistenti, quindi non verrà modificata la geometria d'installazione dell'illuminazione stradale, che comunque è verificata da un punto di vista illuminotecnico e rispondente alle norme UNI.

### **3.4 Conduiture.**

Visto che verranno aggiunti ulteriori apparecchi illuminanti rispetto ai presenti, questi ultimi saranno collegati alla linea dorsale esistente più vicina allo stesso tramite una nuova scatola di derivazione in classe II d'isolamento dotata di fusibile da 2A 1P+N e un cavo 2x2,5mmq del tipo FG16OR16 graffettato alle pareti degli edifici e ancorato ad una fune di acciaio negli attraversamenti aerei.

Inoltre, visto che i nuovi corpi illuminanti avranno una potenza mediamente del 50% inferiore rispetto a quelli esistenti, non sarà sicuramente necessario installare nuovi interruttori nei rispettivi quadri di competenza.

#### Caduta di tensione delle linee elettriche:

Come previsto dalla normativa CEI, la caduta di tensione massima ammessa non dovrà essere superiore al 5% della tensione nominale dell'impianto considerando il tratto dal punto di consegna dell'energia (contatore) a qualunque utilizzatore dell'impianto.

I calcoli della caduta di tensione delle singole linee sono stati eseguiti con il metodo della caduta di tensione industriale, facendo riferimento ai valori della resistenza e dell'induttanza indicati nelle tabelle dei costruttori di cavi.

La formula utilizzata per il calcolo della caduta di tensione percentuale è la seguente:

$$\Delta V \% = m I L (r_1 \cos\phi + x_1 \sin\phi) 100 / V$$

dove :

**m** = 2 per linee monofasi

**m** =  $\sqrt{3}$  per linee trifasi

**I** = corrente d'impiego [A];

**L** = lunghezza della linea [ mt ];

**r<sub>1</sub>** = resistenza della linea [  $\Omega$ /mt ];

**x<sub>1</sub>** = reattanza della linea [  $\Omega$ /mt ];

**V** = tensione nominale ad inizio linea [ V ]

Le cadute di tensione delle singole linee elettriche sono riportata in modo dettagliato nello schema del quadro allegato.

### Portata delle linee elettriche:

La portata del cavo è la massima intensità di corrente che può circolare in ogni conduttore, in determinate condizioni di posa e di esercizio e in regime permanente, senza che la temperatura superi quella ammissibile dall'isolante.

Gli isolanti più comuni sono l'**EPR** (temperatura massima di funzionamento pari a 90°C) ed il **PVC** (temperatura massima di funzionamento pari a 70°C)

Per cavi a servizio di impianti di bassa tensione con posa in aria si fa uso delle tabelle **CEI-UNEL 35024/1**.

La portata **I<sub>z</sub> con posa in aria** di un cavo è data dal prodotto di tre fattori:

$$I_z = I_0 K_1 K_2$$

dove:

- **I<sub>0</sub>** è la portata alla temperatura ambiente convenzionale di 30°C, relativa al singolo cavo multipolare o all'insieme di cavi unipolari che costituiscono il circuito, per le diverse condizioni di posa;
- **K<sub>1</sub>** è il fattore di correzione da applicare se la temperatura ambiente effettiva è diversa da 30°C (il suo valore è pari a "1" se la temperatura è 30°C, è minore di "1" se la temperatura è maggiore di 30°C, è maggiore di "1" se la temperatura è minore di 30°C);
- **K<sub>2</sub>** è il fattore di correzione da applicare quando vi sono più cavi o più circuiti raggruppati, in fascio o in strato (nei sistemi trifasi il neutro non va considerato a meno che il carico non sia fortemente squilibrato); tale coefficiente si riferisce a gruppi di cavi simili, ossia aventi la stessa temperatura massima di funzionamento e sezioni comprese in una terna di valori adiacenti (10-16-25 mmq); se le sezioni non sono simili, il fattore di correzione si calcola con la relazione **K<sub>2</sub> = 1/√n** dove **n** è il numero dei circuiti elementari o di cavi multipolari del fascio.

Tutte le linee di collegamento a partire dalla morsettiera di ogni quadro elettrico fino al raggiungimento di ogni sottoquadro o di ogni punto presa o utilizzatore comune sono state calcolate utilizzando i criteri sopra descritti, con l'ausilio delle tabelle CEI-UNEL.

### Tipologia dei cavi utilizzati:

I cavi presenti e/o previsti per la realizzazione dell'impianto sono del tipo:

- Trasporto Energia (circuiti di potenza) : FG16OR16

La loro sezione, calcolata e verificata in fase di progetto, è appropriata al tipo di utilizzazione, risulta infatti:

$$I_z \geq I_b$$

dove:

**I<sub>z</sub>**: é la portata reale in regime permanente della conduttura;

**I<sub>b</sub>**: è la corrente d'impiego della conduttura determinata dal tipo di carico da alimentare.

Nella scelta delle linee di distribuzione si è tenuto conto inoltre della caduta di tensione percentuale nel punto dell'impianto più distante rispetto alla fornitura, che risulta essere contenuta al di sotto del 5% della tensione di alimentazione.

I calcoli dimensionali delle linee elettriche sono riportati in modo dettagliato nello schema del quadro allegato.

### **3.5 Corpi illuminanti.**

Tutti i nuovi corpi illuminanti previsti sono del tipo a LED e dovranno essere rispondenti alle caratteristiche tecniche minime presenti nell'elenco prezzi allegato e nel capitolato speciale d'appalto.

Sono stati utilizzati come riferimento tecnico economico diversi corpi illuminanti della ditta "AEC ILLUMINAZIONE srl".

**In fase di realizzazione delle opere potranno essere comunque utilizzati prodotti alternativi aventi però caratteristiche tecnico-funzionali almeno pari a quelli indicati in progetto.**

I corpi illuminanti avranno un'ottica adeguata al tipo d'installazione e dovranno rispettare i requisiti della Legge Regionale n.10/2002 sull'inquinamento luminoso, di conseguenza la loro installazione sui pali esistenti dovrà garantire un'emissione del flusso luminoso pari a 0 rispetto ad un angolo di 90° dalla verticale.

Tutti saranno in classe II, sono dotati di protezioni per le sovratensioni, 10KV di Modo Comune e 6KV di Modo Differenziale, temperatura di colore **3000K**, grado minimo di protezione IP66, **garanzia del costruttore pari a 10 anni.**

Nel centro storico le lanterne presenti installate su braccio a parete e/o su palo verranno sostituite integralmente visto il loro stato di invecchiamento e la presenza di vetri anche nella parte alta della lanterna.

Tutti i nuovi corpi illuminanti saranno programmati in modo tale da ridurre automaticamente il flusso luminoso al 70% di quello nominale dalle ore 0 alle ore 6 di ogni giorno.

Nel presente progetto sono previste n.6 diverse tipologie di corpi illuminanti per un totale di n.60 apparecchi.

Per l'identificazione della tipologia è stata assegnata a ciascuno una lettera dell'alfabeto.

Le caratteristiche tecniche di ogni apparecchio sono riportate nelle planimetrie e nell'elenco prezzi allegato.

Di seguito si riporta una tabella indicante la quantità e la posizione nelle planimetrie di progetto, delle diverse tipologie di corpi illuminanti.

Tabella di riepilogo corpi illuminanti:

<b>Codice elenco prezzi</b>	<b>TIPO C.I.</b>	<b>TAV. IE02</b>
<b>NPE15</b>	<b>Q</b>	21
<b>NPE16</b>	<b>R</b>	2
<b>NPE17</b>	<b>S</b>	4
<b>NPE18</b>	<b>T</b>	4
<b>NPE19</b>	<b>U</b>	27
<b>NPE20</b>	<b>V</b>	2
<b>Totale</b>		<b>60</b>

### **3.6 Protezione contro i contatti indiretti.**

Visto che i corpi illuminanti sono tutti in classe II di isolamento, non risultano essere collegati a terra, pertanto dovrà essere verificato lo stato ottimale dei componenti in classe II (morsetti, cavi, ecc.)

### **3.7 Funzionamento del circuito.**

Tutti i nuovi corpi illuminanti saranno programmati in modo tale da ridurre automaticamente il flusso luminoso al 70% di quello nominale dalle ore 0 alle ore 6 di ogni giorno.

L'accensione dell'impianto è demandata agli orologi astronomici già presenti nei quadri Q07B e Q10.

Corridonia lì, 06/08/2020

Studio Tecnico Impianti  
*per. ind. Molini Luigi*