



COMUNE DI FERMIGNANO

Provincia di PESARO URBINO

Via Mazzini, 3 - 61033 Fermignano (PU)

PIANO DI MANUTENZIONE

Fermignano, 4 febbraio 2022

PROGETTO ESECUTIVO



EFFICIENTAMENTO DELLA RETE DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE – FERMIGNANO (PU)

PRIMO STRALCIO

PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE (POR) MARCHE FESR 2014/2020

ASSE 4, AZIONE 13.2. – INTERVENTO 13.2.1

“Interventi di efficienza energetica e utilizzo di fonti rinnovabili nella pubblica illuminazione”

committente

Comune di Fermignano

Via Mazzini, 3
61033 Fermignano (PU)

progettisti

dott. ing. Arnaldo Patrignani

Via Provinciale Metaurense n. 96
61033 Fermignano (PU)
Tel. e fax 0722/332841
Email: arnaldo.patrignani@gmail.com



PIANO DI MANUTENZIONE

EFFICIENTAMENTO DELLA RETE DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE - FERMIGNANO (PU)
PRIMO STRALCIO

Indice

1. Premessa	3
2. Definizioni	3
3. Criteri generali	5
4. Procedure di manutenzione	7
5. Manutenzione ordinaria	8
6. Manutenzione preventiva	8
7. Ricambio a programma delle armature	8
8. Fattore di manutenzione	8
8.1 Calcolo del fattore di manutenzione	9
9. Cicli di pulizia degli apparecchi di illuminazione	9
10. Tipologia di apparecchi idonei per le condizioni ambientali	10
11. Verifica dei sostegni.....	10
12. Periodicità degli interventi ispettivi	11

1. Premessa

Il presente documento rappresenta il piano di manutenzione come definito dall'art. 14 della norma UNI 11248. Per quanto riguarda la manutenzione di un impianto elettrico di illuminazione pubblica si intende l'insieme di attività tecnico-gestionali e dei lavori necessari per conservare in buono stato di efficienza, e soprattutto di sicurezza, l'impianto elettrico stesso. Una costante attività di manutenzione è indispensabile per conservare gli impianti e le prestazioni richieste. I principali obiettivi sono:

- conservare le prestazioni e il livello di sicurezza dell'impianto contenendo il normale degrado ed invecchiamento dei componenti e delle parti;
- ridurre i costi di gestione, evitando disservizi;
- rispettare le disposizioni di legge.

Negli impianti di illuminazione la possibilità di mantenere costanti le prestazioni dipendono da diversi fattori, che possono essere suddivisi in due gruppi. Nel primo gruppo sono da comprendere tutti gli elementi che determinano un calo delle prestazioni per cause individuabili con sufficiente esattezza e possono essere così indicate:

- decadimento del flusso luminoso emesso dalle lampade;
- fuori esercizio delle sorgenti luminose per elevato numero ore di funzionamento;
- decadimento dell'efficienza degli apparecchi di illuminazione.

Nel secondo gruppo sono invece da comprendere tutti quegli elementi che per cause accidentali non prevedibili danno luogo ad un guasto ed a interruzioni del servizio. Tali cause possono essere così raggruppate:

- guasti accidentali per cause atmosferiche;
- atti di vandalismo;
- incidenti stradali che coinvolgono i centri luminosi degli impianti;
- difetti congeniti di qualche componente.

2. Definizioni

Per manutenzione si intende, il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare, la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio o di un impianto, intendendo per funzionalità la sua idoneità ad adempiere alle sue funzioni, ossia fornire le prestazioni previste, e per efficienza la sua idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno. La manutenzione può essere suddivisa nelle seguenti azioni:

MANUTENZIONE PREVENTIVA

Questo tipo di manutenzione viene scelta generalmente quando le esigenze di continuità di esercizio dell'impianto sono importanti. Valgono le seguenti avvertenze:

- Modalità "programmata": è indispensabile determinare i tempi di esecuzione lavori
- Modalità "predittiva": è opportuno definire i giorni di preavviso al personale per predisporre le modalità degli interventi e la disponibilità degli eventuali componenti da sostituire
- Modalità "secondo condizione": è opportuno definire i giorni di preavviso al personale per predisporre le modalità degli interventi e la disponibilità degli eventuali componenti. Se le rilevazioni richiedono interventi urgenti si farà riferimento alle applicazioni indicate nella manutenzione correttiva.

MANUTENZIONE CORRETTIVA

È prevista negli impianti semplici o a basso contenuto tecnologico, quando non esistono particolari esigenze di continuità d'esercizio. È opportuno fissare i giorni di reperibilità del manutentore, le ore lavorative e i tempi d'intervento tra il ricevimento della chiamata e l'effettuazione del lavoro.

Ai fini del D.M. 37/08 si distingue la manutenzione straordinaria e ordinaria.

Manutenzione straordinaria:

- gli interventi con rinnovo o sostituzioni di parti dell'impianto che:
 - non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni;
 - non modifichino la destinazione d'uso dell'impianto;
 - siano destinati a riportare l'impianto in condizioni ordinarie d'esercizio;
 - richiedano in genere l'uso di strumenti o attrezzi particolari, di uso non corrente;
- gli interventi che non possono essere ricondotti a:
 - manutenzione ordinaria;
 - trasformazione;
 - ampliamento;
 - nuovo impianto.

Per gli interventi:

- si deve ricorrere ad imprese installatrici abilitate ai sensi del D.M. 37/08; in alternativa può anche essere svolta dall'ufficio tecnico interno di imprese non installatrici, che abbiano un responsabile dei lavori sugli impianti elettrici con i requisiti tecnico professionali di cui all'art. 3 del D.M. 37/08;
- non c'è obbligo di progettazione;
- l'impresa installatrice, o l'ufficio tecnico interno di impresa non installatrice, deve rilasciare la dichiarazione di conformità.

Manutenzione ordinaria:

- contenere il degrado normale d'uso;
- far fronte ad eventi accidentali che comporti la necessita di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso;

Per gli interventi:

- non c'è obbligo di progettazione;
- bisogna ricorrere a personale tecnicamente qualificato, ma non necessariamente abilitato ai sensi del D.M.37/08;
- non c'è obbligo di rilasciare la dichiarazione di conformità.

Il programma di manutenzione può essere concordato con l'installatore degli impianti elettrici.

Il proprietario dell'impianto deve astenersi dall'effettuare di persona gli interventi sull'impianto elettrico che non riguardano la normale manutenzione, che sono di esclusiva competenza dei soggetti abilitati, in possesso dei requisiti tecnico professionali previsti.

L'incaricato della gestione dell'impianto elettrico deve conservare e tenere aggiornata la documentazione (elaborati grafici, tabelle, dichiarazione di conformità ecc.) riguardante l'impianto stesso.

3. Criteri generali

Finalità della manutenzione per un impianto di pubblica illuminazione, realizzato secondo le Norme CEI e UNI, o secondo regola d'arte, è di mantenere l'impianto secondo le condizioni di progetto e le indicazioni dei costruttori, e di assicurarne oltre alla funzionalità anche la sicurezza.

In genere gli interventi avvengono:

- a seguito di segnalazione di guasto
- in caso di modifiche agli impianti

In generale i parametri da valutare ed attorno ai quali impostare, in maniera affidabile, la manutenzione sono:

- il tempo medio di buon funzionamento (TMBF)
- il tempo medio di riparazione guasti (TMRG)

Tali parametri variano in relazione ad ogni singola apparecchiatura.

Gli obiettivi della manutenzione sono:

- aumentare il tempo di buon funzionamento dell'impianto;
- ridurre la frequenza dei guasti;
- diminuire i tempi di riparazione dei guasti (manutenibilità e risorse a disposizione);
- accorciare i tempi di attesa per la disponibilità delle risorse (uomini e mezzi);
- ottimizzare la disponibilità dei ricambi.

La progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di un impianto in conformità alle Norme CEI e UNI è presunzione di regola d'arte, perciò una corretta manutenzione, per quanto possibile, assolve anche i seguenti compiti:

- aiuta a conservare gli standard di sicurezza e di funzionalità previsti a progetto;
- facilita la continuità di funzionamento dell'impianto
- permette di individuare nuove soluzioni impiantistiche che consentono di eseguire interventi di manutenzione limitando, nel limite del possibile, disservizi causati dalla necessità di mettere fuori tensione tutto l'impianto;
- assicura, tutte o in parte, le verifiche periodiche, a carico del datore di lavoro, previste da disposizioni legislative o norme tecniche;
- consente un controllo dei parametri relativi al contratto di fornitura dell'energia elettrica da parte dell'ente distributore garantendo il rispetto del contratto sottoscritto ed evitando inutili aggravii di spesa (rispetto del fattore di potenza, prelievo di potenza superiore a quella contrattuale, ecc.).

Al fine di mantenere l'impianto in condizioni di sicurezza e funzionalità, si ravvisa l'opportunità di consigliare una manutenzione programmata preventiva con verifiche ed eventuali interventi sistematici.

Di seguito i principali fattori che possono alterare la funzionalità dei componenti elettrici:

- condizioni ambientali (es. penetrazione di acqua o corpi solidi, ad umidità, a velocità del vento elevate, esposizione ad irraggiamento solare diretto con presenza di raggi ultravioletti, ecc.);
- sollecitazioni esterne (es. urti meccanici, vibrazioni anormali, presenza di flora, o muffe, o fauna, rischi sismici, ecc.);
- sensibilità alla corrosione;
- esposizione a sostanze corrosive o inquinanti (es. prodotti chimici o solventi);
- accumulo di polvere o sporcizia;
- modifiche o di regolazioni scorrette o non autorizzate;
- manutenzioni non appropriate, per es. non conformi alle istruzioni del costruttore.

Il controllo completo dell'impianto viene programmato a scadenze fisse;

Si riportano (a titolo di esempio) alcuni effetti causati dalle sollecitazioni esterne:

- temperatura ambiente molto bassa:
 - screpolatura e/o fessurazioni dei materiali isolanti;
 - formazione di ghiaccio con aumento del peso;
 - perdita o scadimento delle caratteristiche meccaniche (resistenza meccanica, fragilità);
 - contrazioni delle parti metalliche del componente con sollecitazioni sui sostegni isolanti.
- presenza d'acqua:
 - assorbimento d'acqua da parte degli isolanti con conseguenti rigonfiamenti
 - riduzione del grado di isolamento
 - corrosioni e/o elettrolisi (se unita a sporcizia)
- presenza di corpi solidi:
 - limitazione della dissipazione del calore
 - aumenti di temperatura dei componenti elettrici
 - danni meccanici
 - difficoltà di contatto delle parti elettriche, ai nuclei magnetici dei relè e contattori
- presenza di sostanze inquinanti o corrosive (gas, nebbie, sali marini, cloro, acidi, ossidi, ammoniaca, ozono, ecc.):
 - corrosione (umidità relativa > 60% e calore)
 - riduzione della resistenza superficiale degli isolanti
 - ossidazione del rame
 - aumento della resistenza nei punti di contatto
- urti meccanici
 - urti
 - schiacciamenti
 - rotture
- vibrazioni:
 - allentamenti delle connessioni, dei supporti delle condutture o dei componenti
 - disturbi di funzionalità
 - guasti per effetti di risonanza
- irraggiamento solare:
 - surriscaldamento dei componenti elettrici
 - riscaldamento non uniforme del componente con conseguenti sollecitazioni meccaniche
 - decolorazione
 - formazione di ozono
 - deterioramento delle superfici isolanti
- effetti sismici (anche se di lieve entità, fare riferimento agli impianti soggetti a vibrazione)
- vento (simili alle sollecitazioni prodotte dalle vibrazioni o sollecitazioni meccaniche a trazione)
- altre sollecitazioni e danni:
 - radiazioni ultraviolette con conseguenti danni superficiali ai materiali isolanti, elastomeri e termoplastici
 - screpolature o fessurazioni.

4. Procedure di manutenzione

Le operazioni di manutenzione si compongono di una serie di fasi di lavoro, necessarie per organizzare e predisporre i vari interventi e possono essere riepilogate come segue:

1. fase di preparazione;
2. gestione della documentazione;
3. modalità esecutive e preparazione delle attrezzature necessarie;
4. autorizzazioni;
5. esecuzione degli interventi di manutenzione;
6. registrazione e riconsegna dell'impianto.

1. Nella fase di preparazione è necessario prendere in visione del calendario degli interventi di manutenzione sul quale sono riportate le operazioni da eseguire in ordine cronologico, individuare le schede di manutenzione ovvero il tipo di operazione da effettuare in riferimento al calendario, consultare il registro degli interventi per poter ricostruire le precedenti manutenzioni e i vari inconvenienti occorsi.

2. La corretta identificazione degli impianti non può prescindere da una documentazione aggiornata. La documentazione necessaria si distingue in due parti:

- la documentazione di impianto;
- la documentazione specifica per la manutenzione.

La documentazione di impianto può essere composta da documenti funzionali (schemi elettrici, circuitali, ecc.), da documenti topografici (disegni planimetrici), da documenti di connessione (schemi o tabelle di cablaggio, interconnessioni, ecc.) da documenti con dettagli di installazione e da specifiche tecniche delle apparecchiature. La documentazione specifica per la manutenzione fornisce le istruzioni alle procedure di manutenzione. I documenti di corredo sono gli elenchi degli impianti e componenti, le schede dei componenti (contengono informazioni relative al componente), le schede di manutenzione (descrizioni delle operazioni da eseguire), i manuali di istruzione (fornito dal costruttore del componente), il calendario degli interventi (allegato alla scheda di manutenzione), il registro degli interventi (dove segnare le operazioni effettuate) le norme di sicurezza tecniche e le leggi vigenti per l'esecuzione della manutenzione. La manutenzione necessita di una pianificazione e la base è costituita dal piano di manutenzione, che riporta la programmazione degli interventi, la definizione delle modalità di esecuzione e le risorse necessarie.

3. Le modalità esecutive vengono definite una volta esaminata la documentazione necessaria, in modo da predisporre le attrezzature, utensili, strumenti di misura per l'effettuazione delle operazioni ed elaborare una strategia per ridurre i tempi di effettuazione.

4. Prima di procedere all'esecuzione della manutenzione devono essere acquisite le necessarie autorizzazioni, concordare tempi e modalità alle quali attenersi durante le fasi operative.

5. L'esecuzione delle operazioni di manutenzione si compongono di manovre di esercizio (per modificare lo stato elettrico dell'impianto e metterlo fuori servizio), di controlli funzionali (prove, misure, ispezioni) e di lavori di pulizia, riparazione e sostituzione.

6. Al termine delle procedure di manutenzione si devono annotare nel registro degli interventi di manutenzione le lavorazioni effettuate (tipo di lavoro svolto, parti di ricambio installate, tempo impiegato, personale intervenuto, ecc.) si deve formalizzare la riconsegna dell'impianto elettrico.

5. Manutenzione ordinaria

Gli interventi di manutenzione ordinaria consistono in:

- la sostituzione delle lampade non più funzionanti, la sostituzione dei componenti facenti parte degli impianti in esercizio, che è necessario ricambiare per prevenire un guasto o ripristinare il servizio in modo che lo stesso continui a svolgersi con efficienza e sicurezza (fusibili, reattori, condensatori, cavi, portelli, ecc.);
- interventi per la riparazione di guasti, eliminazione di pericoli di qualsiasi genere che possono derivare dagli impianti o dai singoli componenti che ne fanno parte.

Gli interventi sopra descritti dovranno essere eseguiti in caso di guasti causati da normale usura o invecchiamento, per cause accidentali, per danni causati da terzi, per danni provocati da eventi atmosferici, escluso le calamità naturali.

6. Manutenzione preventiva

La manutenzione preventiva si applica attraverso il rispetto delle seguenti prestazioni:

- cicli di pulizia degli apparecchi di illuminazione
- verifica dei sostegni con verniciatura e rifacimento della protezione alla base dei pali;
- verifica dell'equipotenzialità fra le masse metalliche dell'impianto (ove previsto);
- misura della resistenza di terra ed eventuale intervento di ripristino dei valori raccomandati dalle norme (ove previsto).

7. Ricambio a programma delle armature

Le armature a led non prevedono il ricambio periodico degli stessi se non per guasto o difetto.

La vita del gruppo ottico indicata dal costruttore è pari a circa 50.000h, corrispondente a circa 10 anni (considerando un funzionamento medio annuo di 4500h).

La sostituzione periodica delle armature deve essere quindi prevista non prima di 10 anni di esercizio continuo.

Per il mantenimento del livello illuminotecnico entro un fattore di 0,72, si deve prevedere la sostituzione del gruppo ottico ogni 10-11 anni e la pulizia della lampada ogni 3 anni.

8. Fattore di manutenzione

Secondo il rapporto tecnico il deprezzamento del flusso luminoso viene determinato con l'applicazione dei seguenti parametri:

- Il fattore di manutenzione del flusso luminoso della lampada, LLMF art. 3., che tiene conto della diminuzione del flusso luminoso in seguito all'invecchiamento della lampada.
- Il fattore di durata della lampada LSF (Lamp Survival Factor) tiene conto della differenza della durata delle singole lampade rispetto alla durata media. Esso dipende dalla durata d'esercizio.
- Il fattore di manutenzione dell'apparecchio LMF (Luminaire Maintenance Factor) tiene conto della diminuzione del flusso luminoso in seguito all'imbrattamento dell'apparecchio.

Nella tabella 3.1 del rapporto tecnico CIE 154:2003, il valore di LLMF è pari a 0,9

Il fattore LSF, secondo la tabella 3.2 del rapporto tecnico CIE 154:2003 è pari a 0,89

Il fattore LMF, si può desumere dalla tabella 3.3 del rapporto tecnico, incrociando i seguenti dati:

- grado di protezione IP67
- grado di inquinamento basso (secondo la nota alla tabella il livello di inquinamento basso)

si può adottare quando non c'è inquinamento da polvere o fumo, generalmente nelle aree residenziali e rurali come nel caso in esame)

- intervallo di manutenzione 3 anni (pulizia dell'apparecchio)

Il fattore LMF che sarà adottato per il calcolo sarà quindi 0,9.

Un ulteriore fattore di deprezzamento è caratterizzato dalla tipologia del riflettore e del diffusore.

Il diffusore dell'apparecchio considerato nella presente proposta è in vetro (vedi scheda tecnica allegata) e quindi secondo l'art. 3.4 del rapporto tecnico, considerando che il vetro non perde le proprie caratteristiche di riflessione nel tempo, ad ogni pulizia si ripristinano le condizioni originali di riflessione.

L'articolo 3.5 non è applicabile nel nostro caso, trattandosi di strade ove non sono presenti nei sottopassi, né gallerie ove le caratteristiche di riflessione possono essere alterate.

8.1 Calcolo del fattore di manutenzione

Applicando alla formula 5.2 i valori dei fattori sopra citati si ha che:

$$MF=0,9 \times 0,89 \times 0,9 = 0,72$$

Si assume quindi che il fattore di manutenzione da utilizzare nei calcoli per la tipologia di strade e di corpi illuminanti oggetto della presente proposta è pari a 0,72

9. Cicli di pulizia degli apparecchi di illuminazione

Una buona manutenzione ed una accurata pulizia degli impianti evita di lasciare inutilizzata una importante aliquota del flusso luminoso emesso dalle lampade, permette inoltre di conservare una buona efficienza dell'impianto mantenendo in particolare i livelli ed i parametri illuminotecnici a valori adeguati.

Il fattore di manutenzione adottato in sede di progetto è pari a 0,72 e ciò vuol dire che le operazioni periodiche di manutenzione, di pulizia devono proporsi come scopo finale di mantenere l'efficienza illuminante effettiva dell'impianto intorno al valore del 72% di quello che era al momento della messa in servizio. Mancando ogni manutenzione risulta che l'efficienza dell'impianto si riduca notevolmente a causa della diminuzione del flusso emesso dai LED, dello sporco che si deposita e si accumula sulle sorgenti e sulle parti dell'apparecchio (riflettori, coppe, ecc.).

In base a quanto specificato nel paragrafo precedente il ciclo di pulizia consigliato è di una volta ogni 3 anni. Risulta inoltre importate effettuare la manutenzione nei modi raccomandati, evitando interventi di personale non addestrato ed impiegato opportuni prodotti di pulizia che non compromettano le superficie ottiche degli apparecchi. Le parti ottiche degli apparecchi di illuminazione subiscono un decadimento quando le superfici metalliche, i trattamenti superficiali invecchiano o sono soggette a cattiva manutenzione con detersivi non adatti.

10. Tipologia di apparecchi idonei per le condizioni ambientali

Le condizioni ambientali nella quale l'impianto di illuminazione sarà installato corrispondono ad una "categoria di inquinamento" bassa poiché situata in zone rurali e limitatamente a zone residenziali.

Per queste condizioni le armature stradali dovranno avere grado di protezione \geq IP6X

Per quanto attiene la corrosione, essi devono essere testati contro la resistenza alla corrosione: 800 ore nebbia salina secondo la norma EN ISO 9227.

Considerando gli intervalli di manutenzione consigliati ed i parametri assunti per la determinazione decadimento del flusso luminoso, il diffusore dovrà essere in vetro temperato e non in materiale plastico, così come il riflettore deve essere realizzato in polycarbonato autoestinguente classe V0 tramite stampaggio termoplastico e successiva metallizzazione sottovuoto ad elevata efficienza con strato di trattamento protettivo.

11. Verifica dei sostegni

Per i sostegni è necessario realizzare delle verifiche di stabilità, soprattutto per quanto concerne la sezione di incastro, tenendo conto delle sollecitazioni di carico, quindi azione del vento, del peso proprio del palo, di eventuali mensole o sbracci e dell'apparecchio illuminante.

Periodicamente devono quindi essere effettuati controlli per valutare la stabilità dei sostegni in considerazione dello stato in cui si trovano i sostegni stessi e della loro età, valutando con esami a vista ed eventuali prove strumentali lo stato di conservazione del sostegno e la presenza di corrosione.

Sui pali che presentano effetti della corrosione si deve intervenire con la demolizione meccanica della basetta in cemento posta alla base del palo fino a raggiungere una profondità di 20cm dall'inizio del plinto di fondazione. Rimuovere la corrosione con apposito utensile e con prodotti specifici, in modo da ripulire al meglio uno dei principali punti d'attacco della corrosione passante. Successivamente si procederà all'applicazione della guaina termorestringente ed alla richiusura del plinto di fondazione, con completa verniciatura del sostegno.

12. Periodicità degli interventi ispettivi

Nella tabella che segue si riepilogano gli interventi e le periodicità consigliate per l'impianto di pubblica illuminazione:

Descrizione intervento	Periodicità
Verifica del corretto funzionamento degli orari di intervento dei temporizzatori	6 mesi
Stato dei componenti (esame a vista)	6 mesi
Verifica del corretto funzionamento degli interruttori differenziali con l'apposito tasto di prova (ove previsti)	6 mesi
Ispezione visiva del corretto serraggio delle connessioni: eventuali "aloni" evidenziano parti di impianto soggette a sovracorrenti o malfunzionamenti	1 anno
Controllo delle principali connessioni dell'impianto di messa a terra (pozzetti, connessioni pali, ecc..)	1 anno
Verifica del corretto funzionamento dei relè a fotocellula (crepuscolari) o dell'orologio	1 anno
Eseguire la misura della resistenza dell'impianto di terra (da riportare nel registro) (ove previsto)	2 anni
Verifica dello stato delle connessioni dei conduttori di terra con la corda di rame nudo (ove previsto)	2 anni
Eseguire delle misure di conducibilità delle connessioni ai pali (si ricordano gli adempimenti legati al DPR 462/01) (ove previsto)	2 anni
Pulizia dei pozzetti con asportazione del terreno interno al pozzetto e asportazione di eventuali radici	2 anni
Pulizia dei corpi illuminanti	3 anni
Verifica della corretta connessione del morsetto PE dello scaricatore	3 anni
Sostituzione del gruppo ottico	10-11 anni