



Comune di
FILAGO (BG)

Progetto definitivo-esecutivo

RT-S1 Relazione generale

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO DI
ILLUMINAZIONE PUBBLICA CON TECNOLOGIA LED
del Comune di Filago (BG)

16/02/2023



INDICE

1	PREMESSA INTRODUTTIVA	- 3 -
2	RISPETTO DELLE DISPOSIZIONI DNSH	- 4 -
3	ELENCO GENERALE DEGLI INTERVENTI	- 4 -
4	SCELTE TECNOLOGICHE IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE	- 5 -
4.1	Normative di riferimento	- 5 -
4.2	Requisiti corpi illuminanti	- 8 -
4.3	Protezioni meccaniche	- 9 -
4.4	Cassette – giunzioni - derivazioni	- 9 -
4.5	Protezione dai contatti diretti e indiretti	- 9 -
4.6	Descrizione del funzionamento	- 9 -
5	ANALISI E SCELTA DELLE ALTERNATIVE	- 10 -
5.1	Sostituzione completa degli apparecchi illuminanti	- 10 -
5.2	Riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne	- 14 -
6	TEMPERATURA DI COLORE	- 16 -
7	CONTESTI ILLUMINOTECNICI	- 17 -
8	INTERVENTI SUI CORPI ILLUMINANTI	- 28 -
9	Riqualificazione sostegni esistenti	- 29 -
	Tipologie di intervento	- 29 -
	Consistenze degli interventi esclusi ampliamenti	- 29 -
10	INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI	- 30 -

1 PREMESSA INTRODUTTIVA

Il presente progetto esecutivo riguarda la parziale riqualificazione illuminotecnica degli impianti di illuminazione pubblica, con l'adeguamento a leggi e norme di settore anche ai fini del risparmio energetico, del contenimento dell'inquinamento luminoso.

Di seguito si espongono i criteri che hanno ispirato la redazione del progetto.

L'illuminazione urbana è rimasta a lungo una preoccupazione di tipo funzionale, mirata esclusivamente all'ottenimento dell'incolumità, sicurezza ed orientamento degli utenti (la luce offre una guida visuale, permettendo di identificare le caratteristiche dell'ambiente urbano, e quindi di trovare la direzione).

Gli obiettivi sopra ricordati sono ottenuti principalmente attraverso il rispetto dei requisiti previsti dalle norme tecniche. Le reali possibilità di un'illuminazione urbana ben concepita, si esprimono nel favorire il benessere di tutti i cittadini, obiettivo principale del progetto illuminotecnico. Questo, puntando alla valorizzazione del contesto urbano attraverso creazione d'atmosfera, interazione sociale, promozione e definizione di una identità esclusiva del territorio.

L'area d'intervento è quindi mirata alla riqualificazione illuminotecnica favorendo, nel rispetto delle normative e direttive di legge, una migliore percezione e gradevolezza dell'ambiente notturno migliorandone la visione, riducendo gli abbagliamenti, la luce intrusiva e contenendone l'impatto ambientale con l'impiego anche di tecnologie di nuova generazione per l'illuminazione quali quelle a LED a bassa temperatura di colore (4000°K).

La progettazione, nel contempo, ha posto anche come prioritario una riqualificazione che mira al contenimento dei consumi energetici coordinando, proprio per il suo ruolo centrale i futuri interventi di riqualificazione del territorio comunale.

Un elemento di attenzione del progetto sarà la proposta di materiali che garantiscono soluzioni che favoriscano ridotti livelli di manutenzione periodica ed una durata nel tempo.

2 RISPETTO DELLE DISPOSIZIONI DNSH

La progettazione dell'intervento è stata sviluppata rispettando i seguenti aspetti:

- il principio DNSH, ossia di non arrecare un danno significativo all'ambiente.
Si fa presente che l'intervento non reca nessun danno all'ambiente, anzi, l'installazione di nuovi corpi illuminanti led, che insistono su circa 10.000 metri complessivi di vie comunali, comporta un sensibile risparmio energetico quantificabile in -145.702kWh equivalenti a -27,26 TEP.
- il principio del Tagging clima e digitale, della parità di genere (Gender Equality), della protezione e valorizzazione dei giovani e del superamento dei divari territoriali;
- gli obblighi contabili relativi all'adozione di adeguate misure tese alla sana gestione finanziaria, alla prevenzione di conflitti di interesse, frodi e corruzione attraverso adeguati sistemi informatizzati di codificazione contabile in grado di assicurare la tracciabilità dell'utilizzo delle risorse pubbliche;
- il conseguimento dei Target e Milestone associati agli interventi utilizzando gli indicatori quantitativi e qualitativi associati ad ogni misura del Piano.

3 ELENCO GENERALE DEGLI INTERVENTI

Parte edile e strutturale:

- Formazione di plinti per sostituzione pali obsoleti;
- Sostituzione dei sostegni obsoleti e non più idonei;
- Verniciatura dei sostegni in acciaio da ricondizionare;
- Posa di sostegni per nuovi centri luminosi;
- Realizzazione nuove vie cavi interrati nei casi di ampliamento.

Parte elettrica

- Rifacimento degli impianti in classe di isolamento II (giunzioni e morsettiere non a norma);
- Eliminazione della messa a terra sugli impianti esistenti da adeguare in classe II;

- 4 -

- Rifacimento dei quadri elettrici con nuovi di tipologia mezzanotte virtuale/orologi astronomici;

Parte illuminotecnica

- Sostituzione dei corpi illuminanti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico con prodotti di tipo stradale o d'arredo ad elevato rendimento in conformità alla L.R. 31/15;
- Installazione di nuovi corpi illuminanti per ampliamento degli impianti di illuminazione pubblica.

4 SCELTE TECNOLOGICHE IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

4.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Leggi :

- Legge Regionale Lombardia n.17 del 27/03/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".
- Legge Regionale Lombardia n.38 del 21/12/2004 "Modifiche ed integrazioni alla L.R. 17/2000".
- Legge Regionale Lombardia n. 31 del 05/10/2015 "Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso";
- Legge n. 9 del 01/1991 "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale";
- Legge n. 10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- Legge n. 791 del 08/10/1977 "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- D.p.r. n. 1062 del 21/06/1968 "Regolamento di esecuzione della legge 13 dicembre 1964, n. 1341, recante norme tecniche per la disciplina della costruzione ed esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Legge n. 1086 del 05/11/1971 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- DM 27/09/2017: Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.
- DLgs n. 285 del 30/04/1992 : "Nuovo Codice della Strada";
- DPR 495/92: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada";

- DLeg 360/93 : "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992;
- DPR 503/96: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche";
- DM 5/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi";
- D.M. 12/04/95 Supp. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- Legge n. 120 del 01/06/2002: "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l' 11 dicembre 1997;
- DLeg 25/07/2005, n. 151 "Attuazione delle direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE, relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti".
- DLeg 163/2006, e s.m.i: Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- DPR. 5 ottobre 2010, n. 207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- DLeg 09.04.2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DLeg 03.08.2009, n. 106 Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Legge 1/03/1968 n° 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- DPR 462/01 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi

Norme

- Norma UNI 11248:2016: "Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche";
- Norma UNI EN 13201-2:2016: "Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali";
- Norma UNI EN 13201-3:2016: "Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni";
- Norma UNI EN 13201-4:2016: "Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche";

- Norma UNI EN 13201-5:2016: "Illuminazione stradale – Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche";
- Norma UNI EN 40: "Pali per illuminazione pubblica";
- Norma UNI 10671: "Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati";
- Norma UNI 11431: "Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso";
- Norma UNI 11356: "Luce e illuminazione – Caratterizzazione fotometrica degli apparecchi di illuminazione a LED";
- Norma CEI 0-10 - Class. CEI 0-10 - CT 0 - Fascicolo 6366 - Anno 2002 - Edizione Prima Guida alla manutenzione degli impianti elettrici;
- Norme CEI 34: "Apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale";
- Norma CEI 34-33: "Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per l'illuminazione stradale";
- Norma CEI 11-4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne";
- Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione E-Distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI EN 50262 Classif. (CEI 20-57): "Pressacavo metrici per installazioni elettriche";
- Norma CEI EN 60598-1 Classif. (CEI 34-21): "Apparecchi di illuminazione. Parte I: Prescrizioni generali e prove";
- Norma CEI EN 60598-2-3 Classif. (CEI 34-33): "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale";
- Norma CEI EN 60825-1 Classif. (CEI 76-2): "Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore";
- Norma CEI EN 61347 – 1+A1 Classif. (CEI 34-90): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza";
- Norma CEI EN 61347–2-13 Classif. (CEI 34-115): "Unità di alimentazione di lampada. Parte 2-13: Prescrizioni particolari per unità di alimentazione elettroniche alimentate in corrente continua o in corrente alternata per moduli LED";
- Norma CEI EN 62031 Classif. (CEI 34-118): "Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza";
- Norma CEI EN 62384+A1 Classif. (CEI 34-116+V1): "Alimentatori elettronici alimentati in corrente continua o alternata per moduli LED – Prescrizioni di prestazione";
- Norma CEI EN 62471 Classif. (CEI 76-9): "Sicurezza fotobiologica di lampade e sistemi di lampade";

- Norma CEI 76-10: "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada – parte 2: Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza da radiazione ottica non laser";
- Norma CEI EN 50102 (CEI 70-3): "Gradi di protezione contro gli urti (Codice IK)";
- Norma CEI EN 60998 (CEI 23-20): "Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici o similari";
- Norma CEI EN 60838-2-2 Classif. (CEI 34-112): "Portalampe eterogenee Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Connettori per moduli LED";
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1): "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- Norma CEI 64-8: "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V";

nonché tutte le Leggi e Norme in vigore.

4.2 REQUISITI CORPI ILLUMINANTI

I corpi illuminanti devono avere le seguenti caratteristiche elettriche :

- Grado di protezione minimo degli apparecchi d'illuminazione contro la penetrazione ai corpi solidi e liquidi IP66. Questo elevato grado di protezione impedisce la penetrazione all'interno dell'apparecchio di pioggia e polvere, rendendolo praticamente sigillato. Gli apparecchi saranno comunque dotati di una valvola che permette all'apparecchio di evitare accumuli di umidità, di lasciare respirare l'apparecchio stesso, di salvaguardarne l'integrità nel tempo, etc...
- classe di isolamento dell'apparecchio II;
- vano ottico chiuso da elementi trasparenti e piani realizzati con materiali come vetro temprato;
- alto rendimento rapporto tra flusso luminoso (lm) reso dall'apparecchio e potenza nominale (W);
- sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i dati della ditta costruttrice, numero di identificazione o modello, grado di protezione IP, simbolo per la classe II, potenza nominale in Watt e tipo di lampada.
- Il costruttore dell'apparecchio deve fornire un foglio con le istruzioni per la corretta installazione in conformità alla legge regionale per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per la manutenzione.

I corpi illuminanti hanno inoltre le seguenti ulteriori specifiche minime:

- Elemento di chiusura in alluminio;
- certificazione dei dati fotometrici.

4.3 PROTEZIONI MECCANICHE

I componenti degli impianti esposti al pericolo di prevedibili lesioni meccaniche devono essere adeguatamente protetti.

Gli accorgimenti costruttivi sono da studiarsi caso per caso; in particolare è richiesta una protezione meccanica per i cavi fuori terra disposti a meno di 3 m dal suolo e per i cavi installati a portata di mano rispetto ai piani di calpestio dei luoghi ordinariamente percorsi da persone.

4.4 CASSETTE – GIUNZIONI - DERIVAZIONI

Per cavi di sezione fino a 16 mmq la derivazione agli apparecchi di illuminazione sarà effettuata con l'impiego di morsettiera di connessione in classe II collocata nell'alloggiamento all'interno del palo con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale "entra-esce" limitando l'uso delle giunte nel pozzetto ai casi ove strettamente necessario. In linea di principio si utilizzerà la morsettiera a palo come derivazione.

Ove non fosse possibile tale tipo di derivazione, le giunzioni dovranno essere realizzate nei pozzetti, senza interruzione del conduttore, utilizzando idonee muffole certificate in classe II.

La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi.

La sezione minima dei conduttori deve essere di 2,5 mmq per le derivazioni ai punti luce.

4.5 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

La protezione dai contatti indiretti per gli impianti di gruppo B (impianti in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua) sarà effettuata mediante protezione ottenuta con componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente secondo l'art. 413.2 della Norma CEI 64-8. Per le condutture elettriche in cavo, sono considerati idonei solo i cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico (tipo FG16(O)R16).

4.6 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

Il ciclo di funzionamento prevede l'accensione e lo spegnimento tramite interruttore orario astronomico.

L'accensione e lo spegnimento possono comunque essere forzati mediante selettore AUT-MAN (2 posizioni) posti sul quadro principale.

5 ANALISI E SCELTA DELLE ALTERNATIVE

L'obiettivo finale degli interventi è quello di efficientare e riqualificare gli impianti di pubblica illuminazione ottenendo quindi anche un significativo risparmio energetico.

Sono quindi state valutate diverse alternative per ogni esigenza di intervento al fine di individuare il miglior approccio possibile e attuabile. Considerata la situazione attuale della rete di pubblica illuminazione le metodologie di intervento possibili sono:

- sostituzione completa dell'apparecchio illuminante;
- sistemi di riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne;

5.1 SOSTITUZIONE COMPLETA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI

L'intervento prevede la rimozione dell'apparecchio esistente e la sua sostituzione con nuovo corpo illuminante conforme alla L.R. Lombardia n. 31/2015. La sostituzione completa dell'apparecchio rappresenta senza ombra di dubbio l'intervento migliore per perseguire gli obiettivi generali dell'intervento.

Con riferimento poi alla tipologia delle sorgenti utilizzabili negli apparecchi di nuova installazione, le tecnologie oggi disponibili sul mercato e proponibili per questa situazione specifica sono:

- apparecchi con sorgente sodio alta pressione SAP;
- apparecchi con sorgente LED;
- apparecchi con sorgente COSMOPOLIS.

Apparecchi con sorgente sodio alta pressione SAP

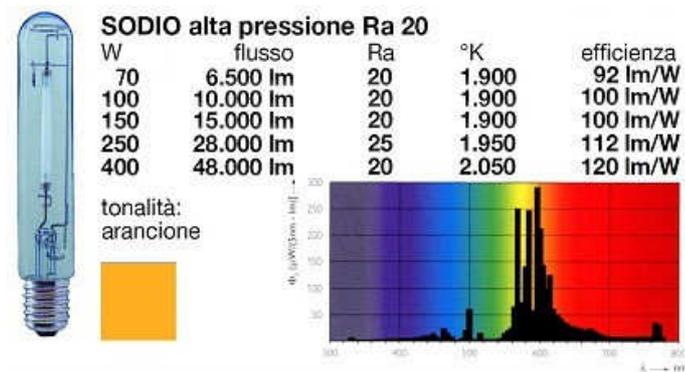
Le sorgenti sodio ad alta pressione SAP, sono costituite da lampade il cui contenuto di gas è pressurizzato al fine di ottenere maggiore resa cromatica (rispetto alle precedenti versioni a bassa pressione).

Il gas, sottoposto a scarica elettrica ad alta tensione, si eccita emettendo luce; l'elevata tensione di innesco necessaria è generata da un gruppo di alimentazione senza il quale la lampada non funziona. Tali sorgenti emettono una luce con una evidente componente gialla, che le rende adatte ad applicazioni ove la resa dei colori non è fondamentale.

Nonostante rappresentino ad oggi una tra le sorgenti più collaudate e affidabili presenti sul mercato, hanno caratteristiche che, nel caso di nuove installazioni volte all'efficientamento energetico e alla valorizzazione del territorio, le rendono una scelta in parte superata, in particolare:

- efficienza luminosa buona, ma non elevata soprattutto a basse potenze;

- scarso comfort visivo: le sorgenti SAP presentano basso indice di resa cromatica (tradizionalmente pari a 20), ovvero non sono in grado di riprodurre fedelmente i colori degli oggetti illuminati.



Apparecchi con sorgente LED

Le sorgenti LED sfruttano la capacità di specifici diodi di emettere luce quando attraversati da corrente; l'intensità della corrente di pilotaggio, fondamentale ai fini del loro funzionamento e della durata nel tempo, è gestita da driver elettronici e normalmente si attesta nel range da 300mA a 700mA.

In linea generale, a maggior intensità di corrente corrisponde maggior efficienza luminosa, ma anche maggior calore, che, se non correttamente smaltito, potrebbe compromettere la vita media della sorgente. Proprio per scongiurare qualsiasi criticità sono state previste sorgenti e componenti di elevata qualità costruttiva (i riferimenti tecnici e prestazionali minimi e vincolanti sono opportunamente indicati nell'apposita Relazione Tecnica) e di primarie case costruttrici; inoltre, i componenti installati, con particolare attenzione alle sorgenti, saranno del tutto analoghi fra loro per la totalità dell'intervento, al fine di garantire gli stessi risultati in termini di rese luminose e cromatiche.

L'adozione di apparecchi LED nella riqualificazione delle reti di illuminazione pubblica rappresenta oggi la migliore soluzione per i seguenti motivi:

- efficienza luminosa ottima: valori compresi mediamente fra 110lm/W e 130lm/W;
- ottima affidabilità dell'apparecchio e dei componenti di alimentazione,
- possibilità di sostituire il solo modulo LED e/o modulo di alimentazione in caso di guasto negli apparecchi di ultima generazione, con abbattimento dei costi di manutenzione;
- ottimo comfort visivo dovuto all'altissima resa cromatica della sorgente, che permette di riprodurre i colori degli oggetti illuminanti in modo molto fedele.



Apparecchi con sorgente COSMOPOLIS

Le sorgenti “compatte ad alogenuri metallici” di ultima generazione, definite Cosmopolis o CPO, sono tecnicamente simili alle sorgenti SAP, con la fondamentale differenza della tipologia di gas impiegato. Il gas, sottoposto a scarica elettrica ad alta tensione, si eccita emettendo luce; l’elevata tensione di innesco necessaria è generata da un gruppo di alimentazione senza il quale la lampada non funziona.

Gli alogenuri metallici di ultima generazione, unitamente alle tecnologie di costruzione impiegate, permettono di ottenere buoni livelli di efficienza luminosa (rispetto alle precedenti generazioni di lampade ad alogenuri metallici) ed un elevato indice di resa cromatica. Tali sorgenti emettono una luce bianca calda di buona qualità.

Nello specifico, tra le caratteristiche principali troviamo:

- buona efficienza energetica: presentano valori medi pari a 110lm/W;
- buona aspettativa di vita media: 30.000 ore di funzionamento;
- costi di installazione paragonabili alle tecnologie standard (tipo SAP);
- buona affidabilità: basate su concetti costruttivi collaudati ;
- buon comfort visivo: elevata resa cromatica dei colori;

È infine da considerare che, seppur ad oggi la tecnologia Cosmopolis possa rappresentare una soluzione idonea alle specifiche di progetto e agli obiettivi di efficientamento attuali, in un’ottica di medio/lungo termine l’adozione di tale tecnologia rispetto a quelle ben più innovativa già oggi disponibili (ad esempio sorgenti LED) potrebbe rivelarsi con il tempo una scelta non adeguata.



Dati tecnici a confronto tra le varie tecnologie di lampade :

	Efficienza	Vita media	Indice di resa cromatica	Temperatura di colore
Sap	90÷100 lm/W	12.000÷15.000 ore	15÷20	1.900÷2.000 °K
Cosmopolis	100÷110 lm/W	25.000÷30.000 ore	>70	2.000÷2.850 °K
Led	110÷130 lm/W	80.000÷>100.000 ore	≥70	2.200÷4.000 °K

Dati tecnici a confronto tra le varie tecnologie di lampade :

	Sap	Cosmopolis	Led
Potenza (W)	70	60	51
Flusso emesso (lm)	6500	7200	7227
Efficienza luminosa (lm/W)	92	120	141
Temperatura di colore (°K)	1900	2850	4000
Indice di resa cromatica CRI	20	73	≥70
Alimentazione	Reattore	Reattore	Alimentatore
Regolazione del flusso luminoso	Parziale	parziale	Si
Accensione	5 minuti	7 minuti	Istantanea
Riaccensione	10 minuti	12 minuti	Istantanea

Dall'analisi di questi parametri è evidente che le lampade con nuova tecnologia led sono più performanti rispetto alle altre tecnologie ma soprattutto hanno una durata di vita attesa molto superiore che porta quindi ad abbattere notevolmente i costi di manutenzione.

Pertanto è possibile già in questa fase accantonare l'alternativa dell'utilizzo di lampade Cosmopolis e Sap e concentrare la scelta sulle lampade Led.

5.2 RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO NELLE ORE NOTTURNE

L'adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne è una fase imprescindibile in tutto il territorio comunale in quanto permette di conseguire notevoli risparmi e deve essere parte integrante del progetto di riqualificazione. Tali sistemi, in accordo con le normative vigenti e con quanto prescritto nell'analisi dei rischi, permettono la riduzione della potenza e del flusso luminoso notturno in tutti i corpi illuminanti secondo un criterio predefinito dall'utente.

Con riferimento poi alle varie tipologie di sistemi utilizzabili per la riduzione del flusso luminoso, le principali tecnologie disponibili sul mercato sono le seguenti:

- Regolazione automatica del flusso luminoso;
- Regolazione del flusso luminoso punto-punto tramite onde convogliate / onde radio;
- Illuminazione adattiva con regolazione del flusso luminoso punto-punto tramite onde convogliate / onde radio;
- Regolazione del flusso luminoso da regolatori di flusso;
- Regolazione del flusso luminoso bipotenza con cavo pilota;
- Regolazione automatica del flusso luminoso (mezzanotte virtuale);

Confronto fra i vari sistemi proposti :

	Regolazione automatica	Regolazione punto-punto	Regolatore di flusso centralizzato	Regolatore bipotenza
Sistema di regolazione indipendente	X			
Sistema di regolazione centralizzato		X	X	X
Cambio profilo riduzione da remoto		X	X	X
Utilizzo cavi aggiuntivi				X
Necessario software di tele		X		

gestione				
Messa in servizio da personale qualificato		X	X	
Interfacciamento con sistemi di supervisione esterni e servizi Smart-city		X		
Economicità sistema	X			
Risparmio energetico	++	+++	++	++

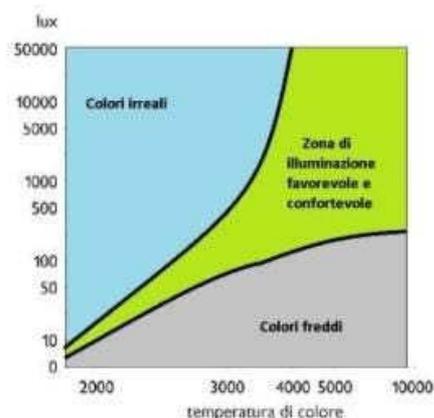
Dall'analisi del confronto fra i vari sistemi di riduzione del flusso luminoso, la scelta ricade su una regolazione di tipo automatica del flusso luminoso (mezzanotte virtuale) che presenta le seguenti caratteristiche:

- L'alimentatore è configurato con un profilo di dimmerazione automatica che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo i consumi energetici nelle ore centrali della notte, quando frequentemente è sufficiente un livello di illuminazione inferiore. Il profilo di riduzione, personalizzabile ad uno o più gradini, si adatta automaticamente alla durata del periodo notturno durante l'anno.

6 TEMPERATURA DI COLORE

Attraverso il colore della luce si può ottenere una differenziazione e caratterizzazione del territorio.

La luce bianca può essere di diversi tipi: ad un'alta temperatura corrisponde una luce bianca fredda ad una bassa temperatura una luce bianca calda.



Le caratteristiche della luce impiegata avrà tonalità del colore della luce calda che come evidenza lo studio di Kruitoff (di cui si allega il grafico) a bassi valori di luminanze ed illuminamenti (tipiche dell'illuminazione degli ambienti notturni) la luce più confortevole è quella tipica di toni caldi, compresa comunque fra 2.000 e 4.000K massimo.

Il progetto di riqualifica dell'impianto d'illuminazione pubblica del Comune, oltre alla necessaria messa a norma e ottimizzazione energetica, prevederà anche l'utilizzo della luce per valorizzare e riqualificare il territorio in ambiente notturno, utilizzando una temperatura di colore di 4000°K per un maggiore rispetto delle condizioni ambientali notturne e per dare valore all'effetto aggregante del colore della luce.

7 CONTESTI ILLUMINOTECNICI

L'illuminazione è divisa in contesti di intervento generalmente definiti da caratteristiche morfologiche degli impianti esistenti simili, da caratteristiche e classificazioni illuminotecniche assimilabili, o da aree / percorsi omogenei del territorio che devono essere trattati in modo analogo durante la riqualificazione.

La contestualizzazione dei luoghi sarà realizzata impiegando specifiche tecnologie definite da un punto di vista estetico, Colorimetrico e Energetico.

Per questo stesso motivo sono stati impiegati dei modelli e tipologie di apparecchi per l'illuminazione univocamente determinati proprio per caratterizzare per le 3 definizioni sopra evidenziate le scelte progettuali minime e vincolanti da un punto di vista:

- Estetico: per ridefinire e uniformare esteticamente le scelte degli apparecchi che caratterizzano l'illuminazione del territorio.
- Colorimetrico: per ridefinire il colore della luce di ambiti ristretti o di percorsi, che caratterizzeranno il territorio, contraddistinguendolo ed evidenziandolo.
- Energetico: al fine di conseguire un risultato adeguato e chiaramente definito in termini di risparmio energetico che rendano l'intervento sostenibile.

AMBITO 1A	
Applicazioni : Strade, incroci	
<p>APPARECCHIO STRADALE GDS SLCS-SLCM TALEDE PLUS (o eq.)</p>	 <p>Corpo: pressofusione di alluminio Classe : II Alimentatore : elettronico con dimmerazione automatica Fotometrie : stradali, ciclopedonali</p>

Tipologia di sorgente:

Le nuove sorgenti utilizzate per le applicazioni stradali, saranno di tipologia a LED in quanto offrono un ottimo rapporto tra flusso luminoso emesso e potenza assorbita e comunque in ogni caso efficienze superiori a 110 lm/W oltre ad un ridottissimo fattore di manutenzione ordinaria.

La scelta di queste sorgenti luminose con l'aggiunta del sistema di dimmerazione automatica permetterà la regolazione del flusso luminoso nelle ore notturne.

Inoltre avranno le seguenti caratteristiche principali :

- Vita utile ≥ 100.000 ore L90B10
- Resa cromatica $Ra \geq 70$
- Temperatura di colore 4000°K

AMBITO 1B	
Applicazioni : Attraversamenti pedonali stradali	
<p>APPARECCHIO STRADALE (o eq.)</p>	 <p>NON PREVISTI</p> <p>Corpo: pressofusione di alluminio</p> <p>Classe : II</p> <p>Alimentatore : elettronico con dimmerazione automatica</p> <p>Fotometrie : dedicata per attraversamenti pedonali</p>

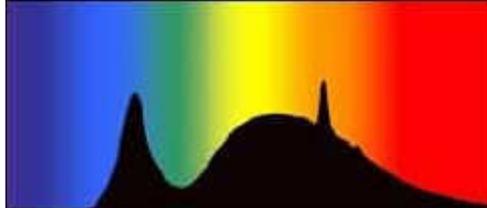
Tipologia di sorgente:

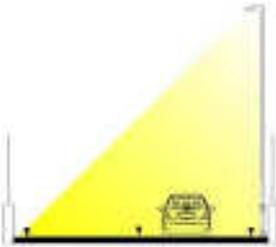
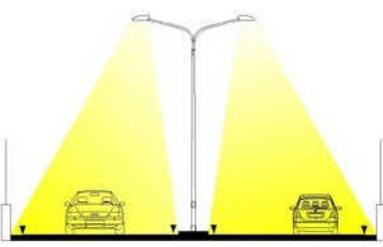
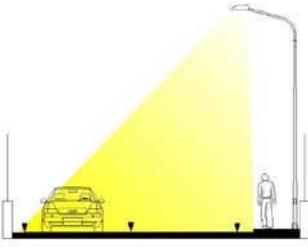
Le nuovi sorgenti utilizzate per le applicazioni stradali, saranno di tipologia a LED in quanto offrono un ottimo rapporto tra flusso luminoso emesso e potenza assorbita e comunque in ogni caso efficienze superiori a 110 lm/W oltre ad un ridottissimo fattore di manutenzione ordinaria.

La scelta di queste sorgenti luminose con l'aggiunta del sistema di dimmerazione automatica permetterà la regolazione del flusso luminoso nelle ore notturne.

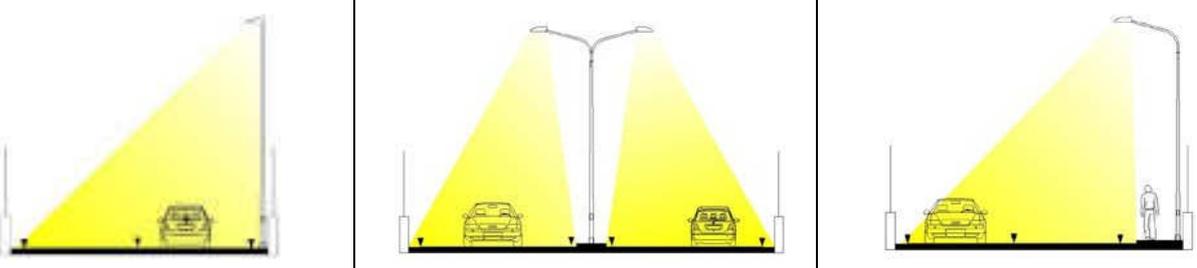
Inoltre avranno le seguenti caratteristiche principali :

- Vita utile ≥ 100.000 ore L90B10
- Resa cromatica $Ra \geq 70$
- Temperatura di colore 5700°K

AMBITO 1		
TIPOLOGIA DI SORGENTE		
<p>LED DIMMERABILI</p> <p>Durata di vita – vita utile</p> <p>≥ 100.000 ore L90B10</p>		

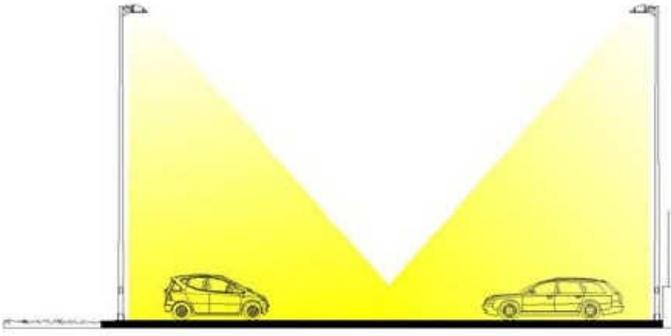
SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME		
STRADE CON MEDIO-ALTE PRESTAZIONI ILLUMINOTECNICHE		
ILLUMINAZIONE STRADALE ($L_m = 1 \div 0,75 \text{ cd/m}^2$) Categoria illuminotecnica M3 – M4		
		
APPARECCHIO		
Tipo apparecchio	Armatura stradale completamente schermata	
Materiale	Pressofusione di alluminio verniciato	
Regolazione	Varie ottiche disponibili. Per l'ottica scelta fare riferimento ai calcoli illuminotecnici	
Alimentazione	Alimentazione elettronica	
Tecnologia	LED	

Vetro di protezione	Schermo di chiusura in vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale
Grado di protezione	IP66
Grado di isolamento	II
Inquinamento luminoso	Emissione massima a 90° e oltre : fra 0 e 0,49 cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 3/2018
SOSTEGNI	
Sostegni e altezza	Esistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche di sicurezza Nuovi : sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezza (a seconda della larghezza della strada) : <ul style="list-style-type: none"> - Classe M3: 8-10 metri - Classe M4: 7-9 metri
Posa	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione testa palo, ove si renda necessario per le condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.
SORGENTI	
Sorgente	A LED rigorosamente con temperatura di colore di 4000°K come da progetto illuminotecnico
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
Ottimizzazione impianto	Impianti esistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viale alberati), il rapporto minimo interdistanza su altezza deve essere pari a 3.7
Norma riferimento	UNI 11248 – EN13201 (classe M3-M4)
Regolatori di flusso	Obbligatorî

SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME	
ILLUMINAZIONE STRADALE LOCALE ($L_m = 0,5 \text{ cd/m}^2$) Categoria illuminotecnica M5	
	
APPARECCHIO	
Tipo apparecchio	Armatore stradale completamente schermata
Materiale	Pressofusione di alluminio verniciato
Regolazione	Varie ottiche disponibili. Per l'ottica scelta fare riferimento ai calcoli illuminotecnici
Alimentazione	Alimentazione elettronica
Tecnologia	LED
Vetro di protezione	Schermo di chiusura in vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale
Grado di protezione	IP66
Grado di isolamento	II
Inquinamento luminoso	Emissione massima a 90° e oltre : fra 0 e 0,49 cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 3/2018

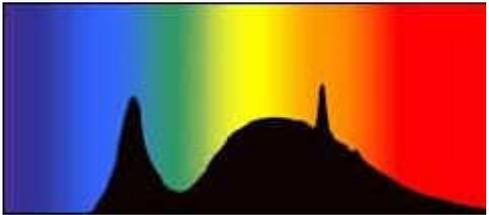
SOSTEGNI	
Sostegni e altezza	<p>Esistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche di sicurezza</p> <p>Nuovi : sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati.</p> <p>Altezza da terra (a seconda della larghezza della strada) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Per larghezze della carreggiata sino a 7 mt: 4-6 mt di altezza - Per larghezze della carreggiata oltre a 7 mt: 6-9 mt di altezza
Posa	<p>Unilaterale su marciapiede o carreggiata.</p> <p>Possibilmente in posizione testa palo, ove si renda necessario per le condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.</p>

SORGENTI	
Sorgente	A LED rigorosamente con temperatura di colore di 4000°K come da progetto illuminotecnico
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
Ottimizzazione impianto	Impianti esistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viale alberati), il rapporto minimo interdistanza su altezza deve essere pari a 3.7
Norma riferimento	UNI 11248 – EN13201 (classe M5)
Regolatori di flusso	Obbligatori.

SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME	
ILLUMINAZIONE PARCHEGGI - Categoria illuminotecnica P	
	
APPARECCHIO	
Tipo apparecchio	Armatura stradale completamente schermata
Materiale	Pressofusione di alluminio verniciato
Regolazione	Varie ottiche disponibili. Per l'ottica scelta fare riferimento ai calcoli illuminotecnici
Alimentazione	Alimentazione elettronica
Tecnologia	LED
Vetro di protezione	Schermo di chiusura in vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale
Grado di protezione	IP66

Grado di isolamento	II
Inquinamento luminoso	Emissione massima a 90° e oltre : fra 0 e 0,49 cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 3/2018
SOSTEGNI	
Sostegni e altezza	Esistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezza da terra(a seconda della dimensione dell'area) 4-12mt
Posa	Unilaterale su marciapiede o carreggiata o doppio sbraccio se al centro dell'area.
SORGENTI	
Sorgente	A LED rigorosamente con temperatura di colore di 4000°K come da progetto illuminotecnico
Potenza	In funzione della classificazione contenendo le potenze entro i valori minimi di progetto.
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
Ottimizzazione impianto	Impianti esistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viale alberati), il rapporto minimo interdistanza su altezza deve essere pari a 3.7
Norma riferimento	UNI 11248 – EN13201 (classi P)
Regolatori di flusso	Obbligatori.

AMBITO 2	
Applicazioni : parchi, viali pedonali, etc..	
<p>APPARECCHIO ARREDO URBANO GDS THEMIS (o eq.)</p>	 <p>Corpo: pressofusione di alluminio Classe : II Alimentatore : elettronico con dimmerazione automatica Fotometrie : asimmetriche, simmetriche</p>

AMBITO 2		
TIPOLOGIA DI SORGENTE		
<p>LED DIMMERABILI Durata di vita – vita utile >100.000 ore L90B10</p>		

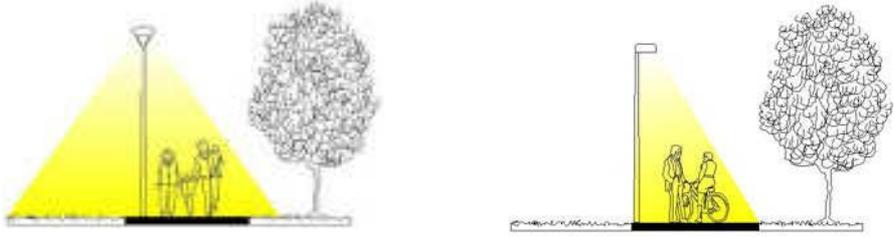
Tipologia di sorgente:

Le nuovi sorgenti utilizzate, saranno di tipologia a LED in quanto offrono un ottimo rapporto tra flusso luminoso emesso e potenza assorbita e comunque in ogni caso efficienze superiori a 100 lm/W oltre ad un ridottissimo fattore di manutenzione ordinaria.

La scelta di queste sorgenti luminose con l'aggiunta del sistema di dimmerazione automatica permetterà la regolazione del flusso luminoso nelle ore notturne.

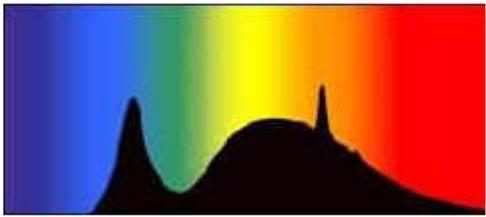
Inoltre avranno le seguenti caratteristiche principali :

- Vita utile ≥ 100.000 ore L90B10
- Resa cromatica $Ra \geq 70$
- Temperatura di colore $4000^{\circ}K$

SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME	
ILLUMINAZIONE AREE PEDONALI – PARCO PUBBLICO – PIAZZE	
Categoria illuminotecnica P	
	
APPARECCHIO	
Tipo apparecchio	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere
Materiale	Pressofusione di alluminio verniciato
Regolazione	Varie ottiche disponibili. Per l'ottica scelta fare riferimento ai calcoli illuminotecnici
Alimentazione	Alimentazione elettronica
Tecnologia	LED
Vetro di protezione	Schermo di chiusura in vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale
Grado di protezione	IP66
Grado di isolamento	II
Inquinamento luminoso	Emissione massima a 90° e oltre : fra 0 e $0,49$ cd/klm con documentazione come richiesto da L.R. 3/2018
SOSTEGNI	
Sostegni e altezza	Esistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche di sicurezza

	Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezza da terra 3-5mt
Posa	Testapalo
SORGENTI	
Sorgente	LED rigorosamente con temperatura di colore 4000°K come da progetto illuminotecnico
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	
Ottimizzazione impianto	Impianti esistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: utilizzare apparecchi che permettono di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattore di utilizzazione con rapporto interdistanze altezze in ambiti percorsi pedonali superiori a 5
Norma riferimento	UNI 11248 – EN13201 (classi P)
Regolatori di flusso	Obbligatori.

AMBITO 3	
Applicazioni : rotatorie, grandi aree, facciate	
<p style="text-align: center;">APPARECCHIO PROIETTORE DISANO RODIO o MINIRODIO (o eq.)</p>	 <p style="text-align: center;">Corpo: pressofusione di alluminio Classe : II Alimentatore : elettronico con dimmerazione automatica Fotometrie : asimmetriche, simmetriche</p>

AMBITO 3		
TIPOLOGIA DI SORGENTE		
<p style="text-align: center;">LED DIMMERABILI Durata di vita – vita utile ≥100.000 ore L90B10</p>		

Tipologia di sorgente:

Le nuovi sorgenti utilizzate saranno di tipologia a LED in quanto offrono un ottimo rapporto tra flusso luminoso emesso e potenza assorbita e comunque in ogni caso efficienze superiori a 100lm/W oltre ad un ridottissimo fattore di manutenzione ordinaria.

La scelta di queste sorgenti luminose con l’aggiunta del sistema di dimmerazione automatica permetterà la regolazione del flusso luminoso nelle ore notturne.

Inoltre avranno le seguenti caratteristiche principali :

- Vita utile ≥ 80.000 ore L80B20
- Resa cromatica $Ra \geq 80$
- Temperatura di colore $4000^{\circ}K$

8 INTERVENTI SUI CORPI ILLUMINANTI

L'intervento di efficientamento degli impianti di pubblica illuminazione porterà alla riqualificazione dei corpi illuminanti attualmente installati. Nella seguente tabella sono riassunti i macronumeri relativi alle nuove tipologie di corpi illuminanti che verranno installati nel territorio suddivisi per ambito di intervento:

TIPOLOGIA CORPO ILLUMINANTE	QUANTITÀ
Led stradali	357
Led stradali per attraversamento pedonale	0
Arredo urbano	16
Proiettori	11
Arredo spazi verdi	44
Stagne tettoie	30
Totale complessivo	458

9 RIQUALIFICAZIONE SOSTEGNI ESISTENTI

TIPOLOGIE DI INTERVENTO

E' previsto un intervento di adeguamento dei sostegni con verniciature, aggiunte di prolunghie lineari o sbracci per aumentare l'altezza di installazione del punto luce per poter raggiungere i valori illuminotecnici minimi normativi, limitati casi di sostituzione del sostegno e ripristini verticalità.

Di seguito si schematizzano in generale le attività che li vedono coinvolti:

COMPOSIZIONE MATERIALE	INTERVENTO PREVISTO
Pali in Acciaio Verniciato o Zincato arrugginiti in profondità	Sostituzione sostegno per quelli che mostrano evidenti e seri principi di corrosione in profondità in particolare alla base dei sostegni medesimi che possano comprometterne la staticità
Pali in Acciaio Verniciato o zincato arrugginiti superficialmente	Interventi di trattamento anticorrosione e riverniciatura dei sostegni esistenti che presentano solo superficiali principi di corrosione che non compromettano la stabilità
Pali storti	Rispristino della verticalità originale

CONSISTENZE DEGLI INTERVENTI ESCLUSI AMPLIAMENTI

TIPOLOGIA SOSTEGNO	QUANTITA'
Nuovi pali conici in acciaio verniciato o zincato	74
Nuova prolunga o sbraccio verniciati	0
Riverniciatura sostegno	9
Rispristino della verticalità del sostegno	0

10 INTERVENTI SUI QUADRI ELETTRICI

L'intervento di riqualificazione prevede la modifica di quadri elettrici esistenti con inserimento di nuovi circuiti, di seguito elencati:

Nr. QUADRO ELETTRICO STATO DI PROGETTO	UBICAZIONE
QA	via Don Covelli
QB	via Don Todeschini
Q - eliminato	Via Manzoni
Q - eliminato	Via Nullo
Q - eliminato	Via Pascoli
Q - eliminato	Via De Gasperi

Il progettista



- 30 -