



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,  
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Marcallo con Casone. Via Roma.

Misure illuminotecniche nella situazione attuale e descrizione del  
nuovo impianto

*G.P.Bottani, A.Frascone, S.Fumagalli, G.Leonardi, R.Pollidori, E.Rusconi, S.Ziglioli,  
M.Rossi, F.Musante, D.Casciani*

Report RdS/2011/259

MARCALLO CON CASONE. VIA ROMA. MISURE ILLUMINOTECNICHE NELLA SITUAZIONE ATTUALE E DESCRIZIONE DEL NUOVO IMPIANTO

G.P.Bottani, A.Frascone, S.Fumagalli, G.Leonardi, R.Pollidori, E.Rusconi, ENEA

S.Ziglioli, Politecnico di Milano – Ingegneria Elettrica

M.Rossi, F.Musante, D.Casciani, Politecnico di Milano Dip. InDACO

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica

Responsabile Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA.

**Marcallo con Casone. Via Roma.**

**Misure illuminotecniche nella situazione attuale e descrizione del nuovo  
impianto**

G.P.Bottani, A.Frascone, S.Fumagalli, G.Leonardi, R.Pollidori, E.Rusconi<sup>1</sup>

S.Ziglioli<sup>2</sup>

M.Rossi, F.Musante, D.Casciani<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> ENEA

<sup>2</sup> Politecnico di Milano - Ingegneria Elettrica

<sup>3</sup> Politecnico di Milano Dip. InDACO

## Sommario

Marcallo con Casone. Via Roma. ....	1
Misure illuminotecniche nella situazione attuale e descrizione del nuovo impianto .....	1
Introduzione .....	3
Il paese .....	3
Le zone campione .....	4
Il bando .....	6
Via Roma .....	7
La situazione attuale .....	9
I monitoraggi.....	9
Inizio attività per il nuovo impianto .....	15
Descrizione del nuovo impianto .....	15
Analisi costi-benefici .....	20

## Introduzione

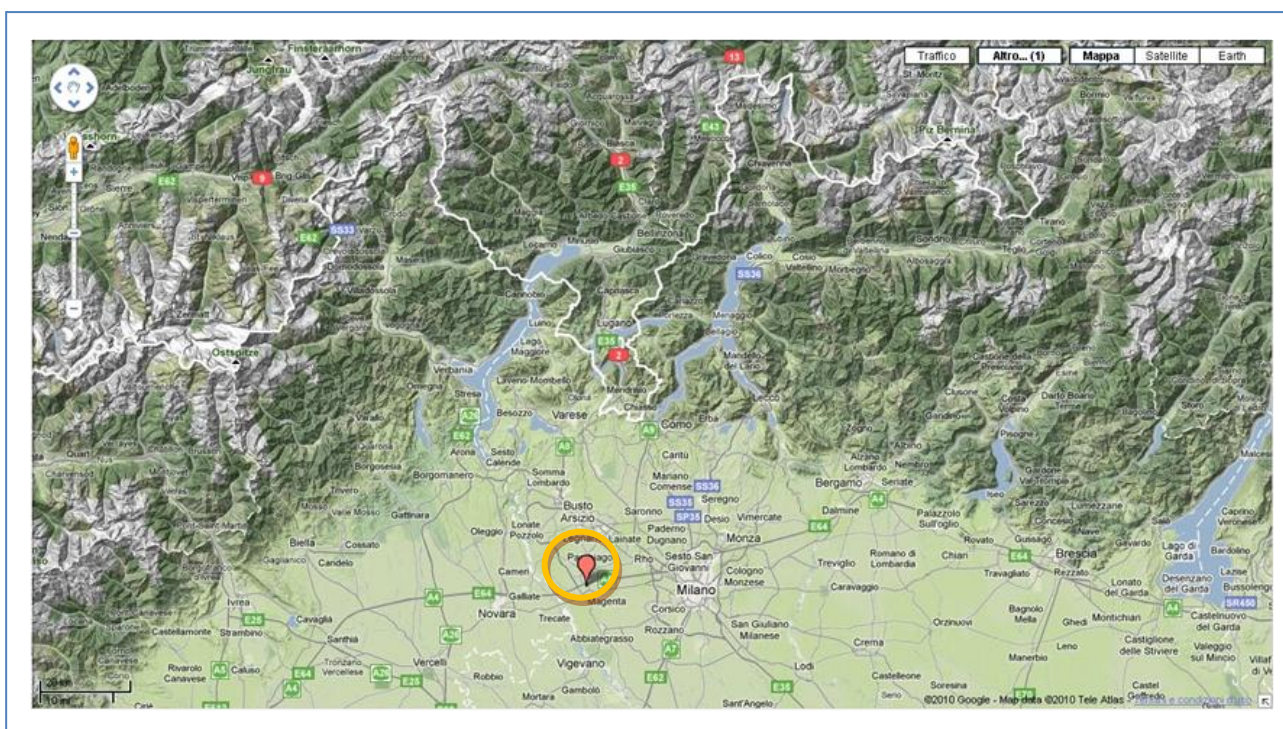
L'attività si inserisce nell'accordo di programma tra ENEA e Ministero Sviluppo Economico<sup>4</sup>.

Nel 2009 si è deciso di concretizzare la ricerca in una realizzazione sperimentale pilota di illuminazione pubblica efficiente in una "situazione applicativa complessa". Poiché una delle realtà più diffuse in Italia è quella dei piccoli comuni, si è scelta come "situazione applicativa complessa" il Comune di Marcallo con Casone (MI).

## Il paese

Marcallo con Casone è un comune lombardo, area Ovest di Milano, in prossimità del Parco del Ticino e del Naviglio Grande, vicino all'aeroporto di Malpensa e interessato dall'Autostrada (la A4 Milano – Torino separa di fatto Marcallo da Casone, che sono collegati tramite sottopasso)<sup>5</sup>.

Gli abitanti sono circa 6000 e la tipologia di attività (industria, commercio, agricoltura) è tipica di molte zone dell'hinterland milanese. Il paese si trova nell'area di influenza di EXPO2015.



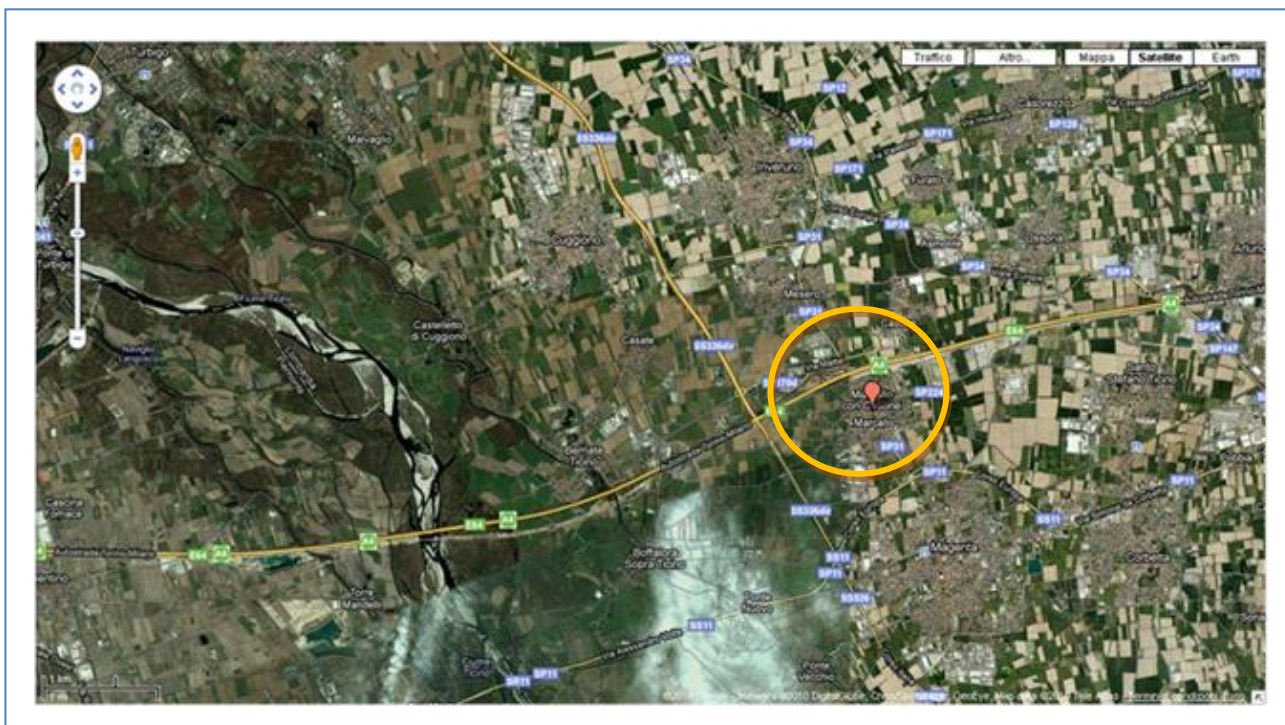
L'amministrazione locale è molto sensibile ai problemi ambientali e, insieme con altri comuni limitrofi, è parte di una ESCO pubblico-privata (E2SCO)<sup>6</sup>, che ha esperienza anche nel campo dell'illuminazione pubblica.

<sup>4</sup> Per i dettagli e i risultati già ottenuti, vedi [www.enea.it](http://www.enea.it), Ricerca Sistema Elettrico

<sup>5</sup> Coordinate: 45°29'0"N 8°53'0"E Altitudine: 147 m s.l.m. Superficie: 8,09 km<sup>2</sup> Abitanti: 5.756 nel 2007 Densità: 711,49 ab./km<sup>2</sup>.

Il Comune nel 2003 si è dotato di Piano Regolatore per l'Illuminazione Comunale, uno strumento ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata, nato per fotografare la situazione territoriale e organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata.

Questo dato è molto importante perché ha significato una notevole semplificazione nell'acquisizione di informazioni sullo stato attuale dell'illuminazione pubblica e sulle linee di sviluppo.



Si è quindi steso all'inizio del 2010 un accordo di partenariato con il Comune, in base a cui il Comune ha messo a disposizione l'area comunale in cui realizzare l'intervento<sup>7</sup> e si è impegnato a fornire a ENEA informazioni dettagliate sulla situazione esistente, per consentire la diagnosi energetica e a permettere a ENEA e partner di effettuare l'attività sperimentale (monitoraggio prestazioni, analisi consumi, valutazioni dell'utenza...) sugli impianti installati, per la diffusione dei risultati del progetto.

ENEA a sua volta si è impegnato a fornire linee guida per la progettazione esecutiva degli impianti e a effettuare attività sperimentale (monitoraggio prestazioni, analisi consumi, valutazioni dell'utenza...) per la diffusione dei risultati del progetto.

## Le zone campione

Sono state definite 9 zone campione, rappresentative di diversi tipi di utilizzo (vie di scorrimento/residenziali, piazze di pregio, rotonda, sottopasso, parco pubblico...).

<sup>6</sup> si chiama "Energy Environment Service Company s.r.l. E' una società mista a maggioranza pubblica che opera nel settore dei servizi energetico-ambientali. attualmente composta da 24 Comuni e 4 aziende che operano nel settore energetico-ambientale. (E2SCO).

<sup>7</sup> il Comune si occupa comunque di argomenti di sua tipica competenza come la progettazione esecutiva e la realizzazione degli impianti.

Per queste zone è stato fatto un censimento degli impianti esistenti e sono stati definiti i requisiti illuminotecnici.

In seguito, si sono stabilite delle priorità per la realizzazione di nuovi impianti, che hanno portato a concentrarsi su 5 zone:

<p>piazza di pregio: la <u>Piazza Italia a Marcallo</u>, (piazza principale del Paese, entro il Centro Storico)</p>	
<p>via di scorrimento: <u>via Roma a Marcallo</u>, che porta al centro storico del paese provenendo da Magenta.</p>	
<p>rotonda via Roma – largo Galilei – via Grandi a <u>Marcallo</u>: oltre che come puro snodo stradale è da interpretarsi come indicazione di benvenuto per chi giunge al paese, per la presenza di stemmi decorativi nell'aiuola centrale</p>	
<p><u>via Gornati a Casone</u>: tipica via di quartiere residenziale, parte da Piazzetta Bubry e all'altra estremità termina in una zona di pregio con la Chiesa di San Michele</p>	



In tabella i requisiti illuminotecnici delle zone, identificati da ENEA in base al PRIC, a ispezioni sul campo e attraverso colloqui di approfondimento con tecnici del luogo (Ufficio Tecnico Comune, Polizia locale).

Sempre dal PRIC sono stati ricavati i dati sulla situazione attuale (numero punti luce, potenza e tipo lampade installate, tipo armature. Si sono poi verificate sul campo e integrate le informazioni. Questi dati saranno utili per il confronto con i nuovi impianti.

## Il bando

E' stato stipulato un accordo di partenariato con ASSIL, associazione di categoria dei produttori di illuminazione, per identificare in pratica le tecnologie migliori disponibili sul mercato<sup>8</sup>. Sono stati prodotti diversi elaborati, tra cui la progettazione del nuovo impianto della Piazza Italia fatta dal Dip. InDACO del Politecnico di Milano e il documento ASSIL che presenta, per le singole zone campione<sup>9</sup>, una rosa di possibilità tecnologiche evidenziando di ognuna caratteristiche e costi. E' stato anche proposto da ASSIL (e accettato dal Comune come riferimento per il bando) il "capitolato tecnico ANIE – impianti elettrici, elettronici e ausiliari", ed. 2010, che presenta capitoli specifici per apparecchi e impianti di illuminazione<sup>10</sup>.

Il Comune ha quindi scelto la via del "Concorso di Idee", che si è concretizzata nel "BANDO CONCORSO DI IDEE PROGETTAZIONE ESECUTIVA FINALIZZATA ALLA REALIZZAZIONE DI ALMENO UN IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI MARCALLO CON CASONE" allegato alla deliberazione G.C. n.144 del 05/08/2010. Scadenza del bando: 4 ottobre 2010<sup>11</sup>

Nel bando sono definite le regole in base a cui scegliere le soluzioni impiantistiche: non il tipico "minor costo iniziale" quindi, ma criteri di solidità societaria e criteri tecnici specifici per le zone:

- Potenza nominale installata
- Costi di gestione annui (divisi in consumi e manutenzione)
- Valenza architettonica – aspetto estetico
- Resa cromatica



<sup>8</sup> questa scelta, più difficile per l'organizzazione pratica dell'intero progetto rispetto al privato industriale, ha il pregio di offrire una vetrina di tecnologie.

<sup>9</sup> via Gornati esclusa, in quanto all'inizio non inclusa dalle zone su cui realizzare gli impianti.

<sup>10</sup> Allegato 3. Parte 1 Sezione 10 CG 20 – Apparecchi per illuminazione pubblica e Parte 2 Sezione 10 CG 20 – Impianto di illuminazione pubblica.

<sup>11</sup> Nel bando si diceva: "la realizzazione degli impianti dovrà avvenire entro 120 giorni dall'aggiudicazione della gara".

- Telegestione
- Regolazione punto/punto
- Durata garanzia
- Vita media convenzionale del sistema
- Costi di realizzazione (progettazione, fornitura, posa)

La commissione<sup>12</sup> ha quindi valutato le proposte, in ottobre – novembre 2010. Sono state stilate graduatorie dei progetti per le zone (ove sono arrivate proposte giudicate valide). Risultati:

- via Roma, piazza Italia, rotonda di via Roma, parco Ghiotti a Marcallo: classifica dei progetti
- via Gornati a Casone: nessun progetto valutato sufficiente per la realizzazione. La via, inserita nel bando all'ultimo momento dal Comune, non è stata evidentemente valutata accuratamente e i progetti presentati si sono limitati a fornire una illuminazione funzionale, senza riuscire a valorizzare l'aspetto culturale della zona (presenza di due chiese di pregio)



Marcallo: piazza Italia, parco Ghiotti, via Roma (evidenziato) con la rotonda

Il Comune ha deciso, sulla base della propria disponibilità finanziaria, di realizzare l'impianto in via Roma.

L'impresa vincitrice è ALMAR ELETTROTECNICA. A sua volta ALMAR ELETTROTECNICA si è avvalsa di gms studio associato per la progettazione. Il produttore dei dispositivi di illuminazione è FIVEP.

Per motivi diversi (il principale è legato al patto di stabilità) il Comune non ha potuto installare il nuovo impianto in tempi brevi. Una prima riunione operativa per l'inizio delle attività sul nuovo impianto di via Roma si è svolto il 20 settembre 2011.

## Via Roma

<sup>12</sup> comprendeva 1 rappresentante di varie realtà: Comune di Marcallo con Casone – Presidente della Commissione di gara; Società E.E.S.CO S.r.l.; Politecnico di Milano; professionista del territorio ed ENEA

Via Roma porta da Magenta verso il centro storico, con una pista ciclabile su un tratto di strada. Quindi è una via di scorrimento, ma anche strada residenziale, in un ambito di pregio, con la presenza di negozi con vetrine e una chiesetta di pregio.

	Via Roma <sup>13</sup>	Percorso ciclopedonale di via Roma
Categoria Illuminotecnica	Categoria illuminotecnica: ME4b	Categoria illuminotecnica: S2
Requisiti	Luminanza superficie stradale (cd/mq) 0.75	Illuminamento medio (lx) 10
	U <sub>0</sub> (min) 0.4	Illuminamento minimo (lx) 3
	U <sub>1</sub> (min) 0.5	
	TI% (max) 15	
	Illuminazione periferica SR (min) 0.5	



<sup>13</sup> inizialmente era stata assegnata la categoria illuminotecnica ME3C. Successivamente la via è stata riclassificata, tenendo conto che la via è “strada urbana di quartiere” (PRIC) a anche del reale flusso di traffico sia al momento attuale che nelle previsioni future del Comune (con la nuova viabilità ci sono “circonvallazioni”, per cui il traffico è in prevalenza quello locale).

## La situazione attuale

L'illuminazione è ottenuta con apparecchi a palo, disposizione unilaterale. Sorgenti utilizzate: a vapori di mercurio.

numero apparecchi	potenza nominale (W)
22	125
2	75



Totale potenza (perdite alimentatori incluse) (W)	2900
---	------

## I monitoraggi

A partire dal 2010 sono stati eseguiti monitoraggi della situazione attuale in diversi tratti della via Roma:

Dove	Chi	Quando	Cosa
via Roma tratto interno <sup>14</sup>	InDACO	2010	illuminamento piano strada
via Roma tratto più esterno, con pista ciclabile	ENEA	2011	luminanza e illuminamento piano strada

### Tratto interno - Illuminamento

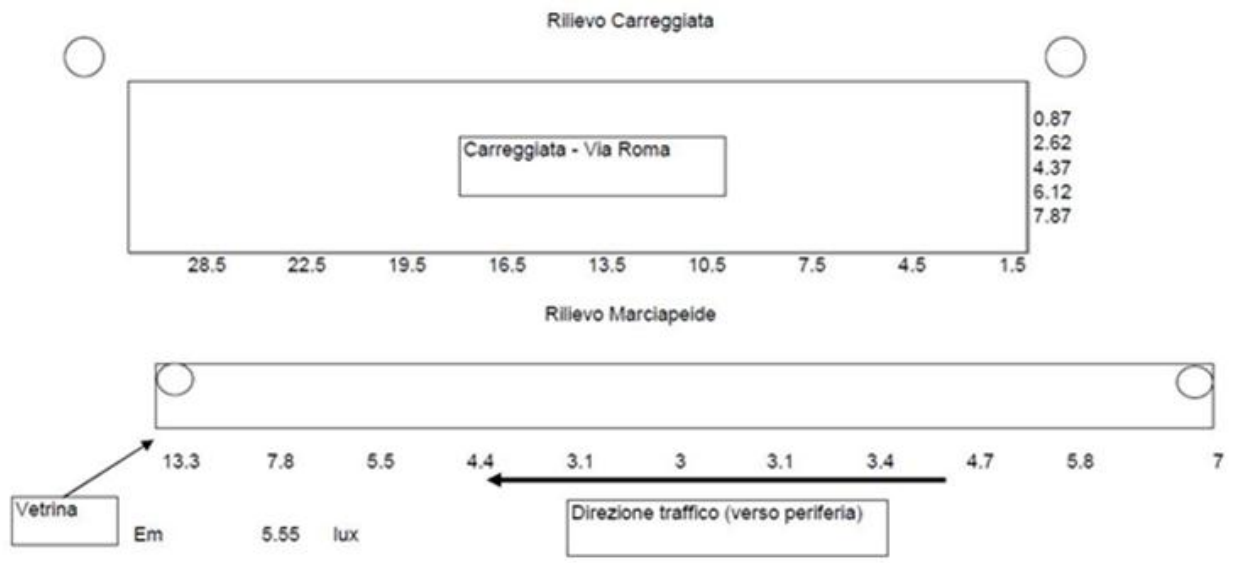
La zona di monitoraggio nella seguente figura.



In figura la griglia di misura<sup>15</sup>:

<sup>14</sup> collaborazione Politecnico di Milano Dip. InDACO. Vedi [www.enea.it](http://www.enea.it), Ricerca Sistema Elettrico, risultati del II anno

<sup>15</sup> Non è stato possibile in quella occasione misurare la luminanza per motivi logistici esterni.



Il rilievo degli illuminamenti sulla griglia (carreggiata):

Risultato:

Illuminamenti (lux)										
Y(m)/X(m)	1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5
0.87	2.9	2.7	2.5	2.4	2.1	3.2	3.2	4.7	7.3	10.9
2.62	4.3	3.6	3.5	3.5	3.7	3.6	3.5	5.1	7.6	10.7
4.37	5.7	4.7	4	3.6	5.3	4.4	4.1	5.4	7.3	9.3
6.12	7.1	5.6	4.4	3.5	7.2	6.5	4.2	5.2	7.1	9
7.87	7.2	5.7	4.3	3.2	11.8	12.3	5.6	4.4	4.2	8.2
9.62										

spazio parcheggio  
 contributo vetrina

Em	5.43 lux
U <sub>0</sub> (Em / Emax)	0.44
E <sub>min</sub> /Em	0.39

## Tratto esterno con pista ciclabile

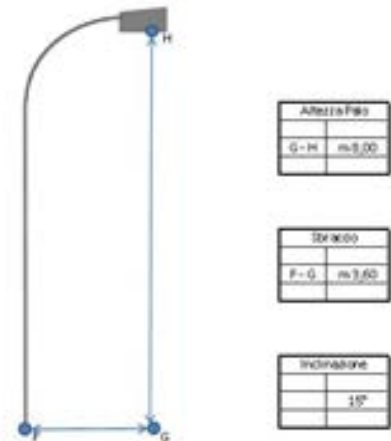
Sono state misurate la luminanza e l'illuminamento su un tratto rettilineo di via Roma, fiancheggiato dalla pista ciclabile.

La zona di monitoraggio



Il monitoraggio si è svolto il 4 aprile 2011. Impianto acceso alle ore 20:00, inizio misure alle 21:15.

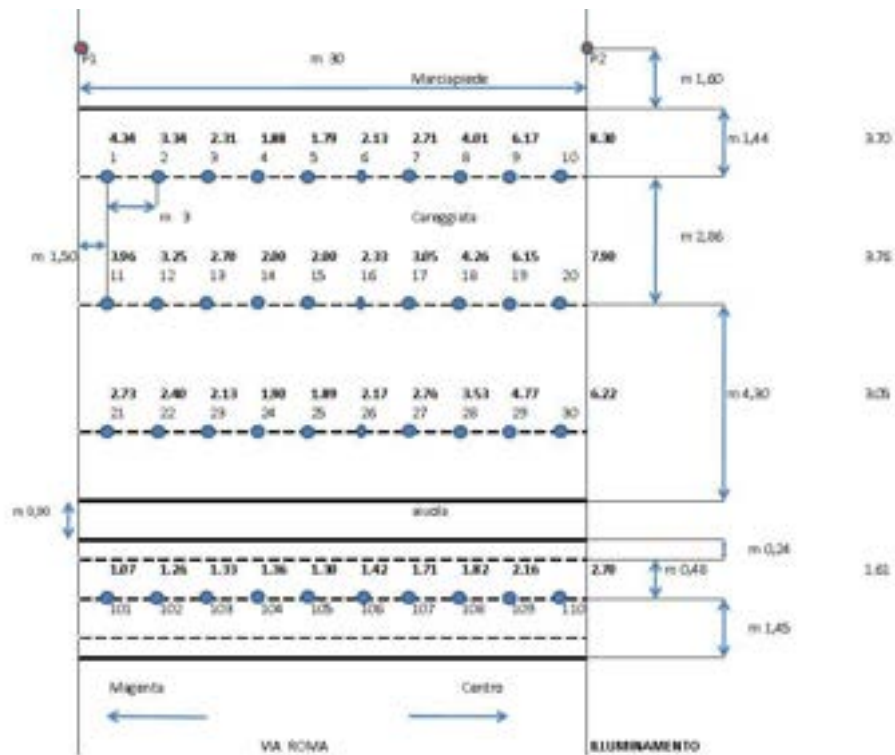
- Manto stradale: in buone condizioni
- Apparecchi: marca Grechi con lampade a vapori di mercurio 125W. Ultima pulizia: 31/3/2011. Stato di manutenzione: buono. Altezza palo 8m, sbraccio 1.5m, inclinazione 15°
- Condizioni ambiente: tempo ventoso, visibilità ottima, superficie stradale asciutta, temperatura iniziale 12°C, temperatura finale 10°C
- Elementi estranei: luce condominiale di sicurezza (schermata durante le prove). alcuni alberi con rami lunghi verso la strada.
- Illuminamento misurato sul piano stradale
- Luminanza misurata con sensore a 1.5 m di altezza



Strumentazione usata:

Tipo Strumento	Azienda	Modello	Numero Strumento
Illuminamento orizzontale	MINOLTA	T-1	STR-IC-16
Luminanza: dimensione angolare del campo di misura (°)	MINOLTA	LS - 110	STR-IC-85
Verticale e Trasversale :	1/3 °		

In figura, la griglia di misura degli illuminamenti, sulla carreggiata e sulla pista ciclabile, con i valori misurati.

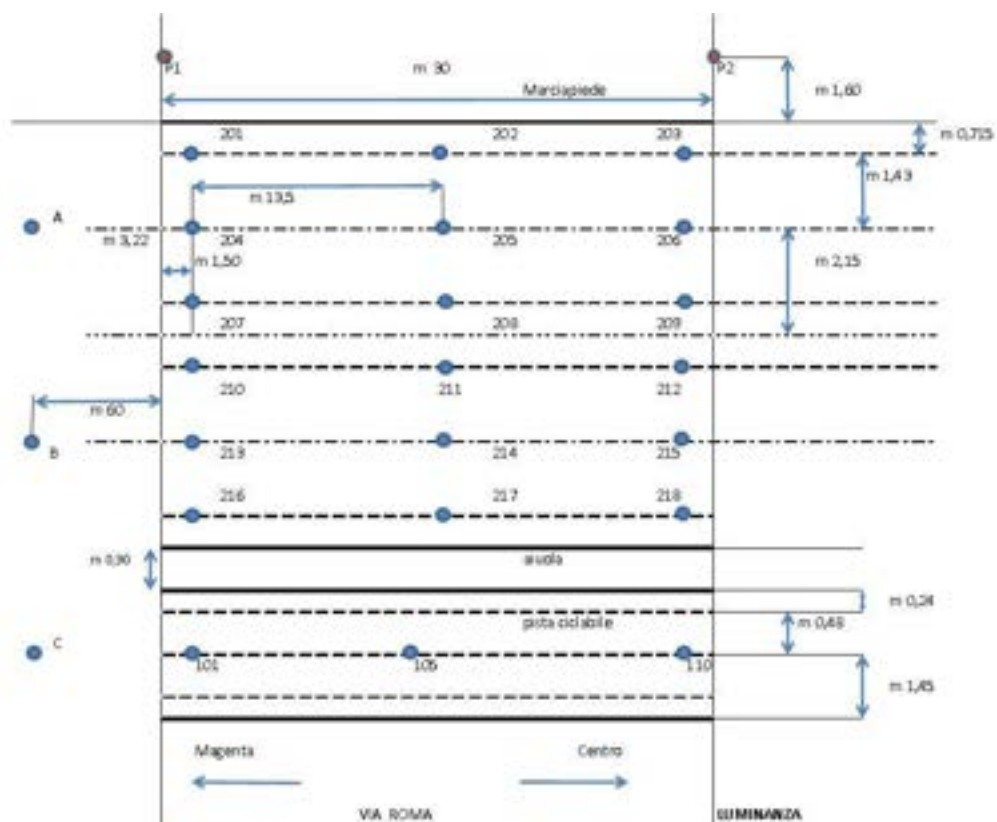


In tabella, gli illuminamenti misurati.

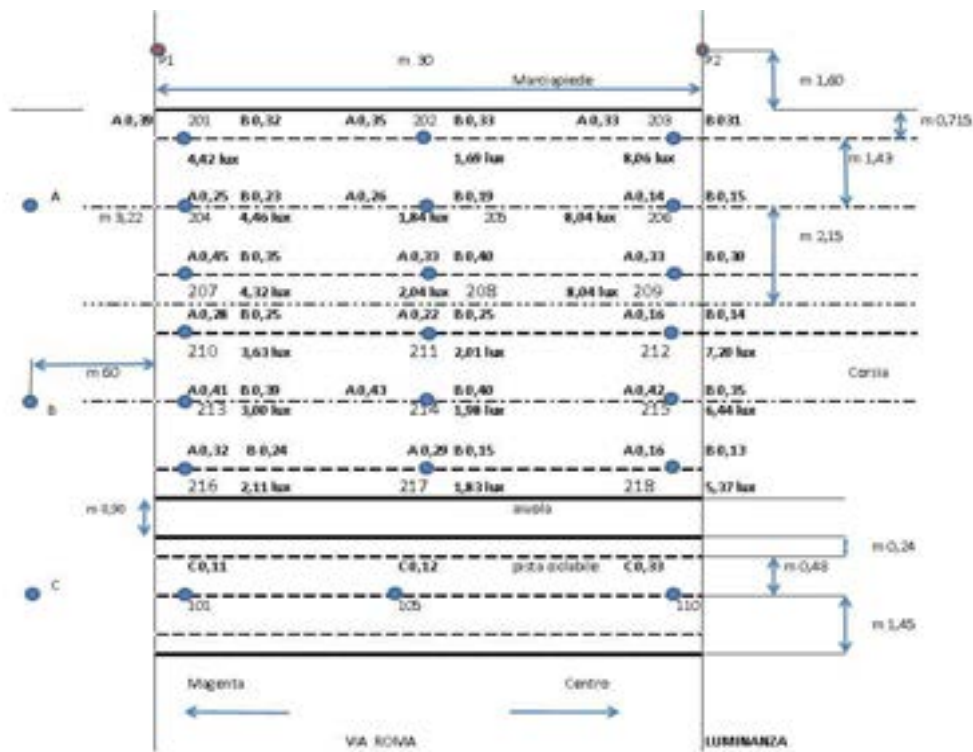
Illuminamento strada				lux		Illuminamento pista ciclabile	
1	4.34	16	2.33	201	4.42	101	1.07
2	3.34	17	3.05	202	1.69	102	1.26
3	2.31	18	4.26	203	8.06	103	1.33
4	1.88	19	6.15	204	4.46	104	1.35
5	1.79	20	7.9	205	1.84	105	1.3
6	2.13	21	2.73	206	8.43	106	1.42
7	2.71	22	2.4	207	3.63	107	1.71
8	4.01	23	2.13	208	2.04	108	1.82

Illuminamento strada					lux		Illuminamento pista ciclabile	
9	6.17	24	1.9	209	8.04	109	2.16	
10	8.3	25	1.89	210	3.63	110	2.7	
11	3.96	26	2.17	211	2.01			
12	3.25	27	2.76	212	7.2			
13	2.7	28	3.53	213	3			
14	2	29	4.77	214	1.78			
15	2	30	6.22	215	6.44			
				216	2.11			
				217	1.83			
				218	5.37			

In figura, la griglia di misura delle luminanze.



La griglia di misura e i valori rilevati:



LUMINANZA STRADA (cd/m <sup>2</sup> )		LUMINANZA STRADA (cd/m <sup>2</sup> )		LUMINANZA PISTA CICLABILE	
A - 201	0.29	B - 201	0.32	C - 101	0.11
A - 202	0.35	B - 202	0.33	C - 105	0.12
A - 203	0.33	B - 203	0.31	C - 110	0.33
A - 204	0.25	B - 204	0.23		
A - 205	0.26	B - 205	0.19		
A - 206	0.14	B - 206	0.15		
A - 207	0.45	B - 207	0.35		
A - 208	0.33	B - 208	0.40		
A - 209	0.33	B - 209	0.30		
A - 210	0.28	B - 210	0.25		
A - 211	0.22	B - 211	0.25		
A - 212	0.16	B - 212	0.14		
A - 213	0.41	B - 213	0.39		
A - 214	0.43	B - 214	0.40		
A - 215	0.42	B - 215	0.35		
A - 216	0.32	B - 216	0.24		
A - 217	0.29	B - 217	0.15		
A - 218	0.16	B - 218	0.13		

## Risultati

	<i>Carreggiata</i>	<i>Pista ciclabile</i>
illuminamento medio ( $E_{med}$ ) [lx]	3.5	1.6
illuminamento minimo ( $E_{min}$ ) [lx]	1.8	1.1
uniformità illum. ( $E_{min}/E_{med}$ )	0.51	0.66

	<i>Carreggiata</i>		
	<i>osservatore A</i>	<i>osservatore B</i>	<i>totale</i>
luminanza media [ $cd/m^2$ ]	0.30	0.27	0.29
$U_0$ (lumin.min/lumin.media)	0.465	0.480	0.454
$U_1$ (lumin.min/lumin.max)	0.311	0.325	

I valori misurati sono inferiori a quanto previsto dalla categoria illuminotecnica.

### Inizio attività per il nuovo impianto

l'inizio delle attività è il 20 settembre 2011, data in cui il Comune, ENEA e l'ATI vincitore del bando si sono incontrati e si è cominciato a definire vari aspetti operativi. Da un sopralluogo svolto in tale data, si conferma sostanzialmente l'impianto come da progetto presentato per il bando, con variazioni minime (ad esempio davanti a un certo edificio si installeranno 4 apparecchi sottogronda invece di 3 a palo in una certa area, mantenendo lo stesso servizio e con il vantaggio di avere il marciapiede libero).

L'inizio degli scavi è previsto per il gennaio 2012. Una prima ipotesi era un inizio scavi in ottobre 2011, ma questa proposta è risultata non praticabile perché:

- il Comune ha necessità di rifare i marciapiedi in via Roma (tranne un tratto dove ci sono cubetti di porfido, in generale ben tenuto). E' quindi ragionevole sincronizzare gli interventi in modo da non arrecare troppo disturbo ai cittadini (circolazione veicolare difficoltosa e parziale / totale chiusura della strada)
- Andando verso l'inverno, la probabilità di avere condizioni meteorologiche sfavorevoli è molto alta
- Nel periodo natalizio è meglio che tutte le strade siano praticabili, sia per il traffico veicolare sia per i percorsi pedonali

### Descrizione del nuovo impianto<sup>16</sup>

Il progetto si basa sul concetto che l'illuminazione pubblica è un elemento in grado di ricreare l'immagine specifica e riconoscibile del tessuto urbano. Si vuole dar vita a uno spazio urbano rinnovato, ad un luogo in cui le relazioni umane trovino una continuità di espressione durante le ore serali e notturne.

- La luce notturna è uno strumento di orientamento ed evidenziazione. Per caratterizzare gli elementi costitutivi del luogo (sede stradale, carattere degli edifici) si devono scegliere sorgenti con dominante cromatica adatta a una percezione dell'ambiente notturno con valenze di tipo funzionale, estetico e formale

<sup>16</sup> parte dei testi è tratta o rielaborata dalla relazione tecnica di ALMAR al progetto presentato al bando

- Durante il giorno altri aspetti hanno un impatto visivo: ad esempio la collocazione e la distribuzione dei centri luminosi, le caratteristiche dei corpi illuminanti e del supporto. Questi aspetti devono essere valutati al fine di ottenere un progetto della luce correttamente ambientato.

In pratica, gli obiettivi principali della soluzione progettuale scelta sono:

- massimo comfort visivo per i fruitori di via Roma
- rispetto dei valori minimi normativi
- contenimento dell'inquinamento luminoso
- progettazione coordinata per tutta l'area

Nella soluzione progettuale scelta gli apparecchi di illuminazione hanno un triplice ruolo:

- i sostegni, la tipologia e la forma degli apparecchi rappresentano dei veri e propri interventi di arredo urbano, in grado di essere anche di giorno percettivamente compatibili con le qualità architettoniche ed ambientali del tessuto edilizio nel quale sono inseriti
- i corpi illuminanti, per tipologia di ottica e lampada, sono consoni alle esigenze funzionali dell'illuminazione pubblica, legate alla vivibilità, fruibilità e sicurezza dei luoghi (sia in ambito stradale che ciclopedonale)
- telecontrollo e regolatori di flusso rappresentano un intervento che permette di ottenere importanti risultati in termini di risparmio energetico e in termini manutentivi

Sono stati presi in considerazione i seguenti accorgimenti:

- riduzione dell'abbagliamento diretto e controllo dei gradienti di luminanza per ciascuna scena visiva
- controllo del flusso luminoso direttamente inviato verso la volta celeste, grazie a uno studio preciso delle ottiche
- sistemi di telecontrollo e regolazione punto-punto
- coordinazione con le reali condizioni di traffico e viabilistiche e con gli eventuali progetti di riqualificazione dell'arredo urbano

Sono quindi stati scelti:

- sorgenti a LED a luce bianca, CCT = 5000K, CRI  $\geq$  90. Questa soluzione ha una durata molto elevata, alta resa cromatica e la possibilità di regolare istantaneamente e integralmente il flusso luminoso emesso
- apparecchi decorativi e funzionali, installati su palo di altezza adeguata alle sezioni stradali e alla presenza di alberature e zone ciclopedonali adiacenti alla carreggiata, con ottica adeguata all'area di intervento (ciclopedonale per la pista ciclabile, stradale per la carreggiata), consentendo una distribuzione delle intensità luminose efficace. Questo ha permesso di ampliare le interdistanze, nel rispetto delle luminanze e illuminamenti previsti dalla normativa
- sistema di telecontrollo punto-punto, telegestione e regolazione del flusso luminoso. Il sistema punto-punto è in grado di gestire e monitorare a distanza, da una postazione remota, ogni singola linea uscente dai quadri di comando fino a ogni singola lampada. Questo significa che è possibile accendere, spegnere e regolare singolarmente ogni linea o programmare accensioni relative a scenari diversi. La modalità di riduzione del flusso può dipendere dalla stagionalità o da esigenze specifiche, e la curva di regolazione può essere calcolata digitalmente e giornalmente. Il sistema proposto si basa sulla comunicazione in tempo reale a onde convogliate tra regolatore (in prossimità del quadro di alimentazione) e singoli moduli palo

La scelta della luce bianca a elevata resa cromatica ha permesso di abbassare la categoria illuminotecnica della via. Perciò i requisiti illuminotecnici sono:

	Via Roma	Percorso ciclopeditonale di via Roma
Categoria Illuminotecnica	Categoria illuminotecnica: ME5	Categoria illuminotecnica: S3
Requisiti	Luminanza superficie stradale (cd/mq) 0.5	Illuminamento medio (lx) 7.5
	U <sub>o</sub> (min) 0.35	Illuminamento minimo (lx) 1.5
	U <sub>i</sub> (min) 0.5	
	TI% (max) 15	
	Illuminazione periferica SR (min) 0.5	

L'impianto è così composto:

- 1 quadro elettrico con modulo per il telecontrollo punto-punto
- 19 apparecchi decorativi tipo A1 con ottica stradale totalmente schermata, sorgente a LED di potenza nominale 1.2 W x 55 LED
- 6 apparecchi decorativi tipo A2 con ottica stradale totalmente schermata, sorgente a LED di potenza nominale 1.2 W x 35 LED
- 2 proiettori sottogronda tipo A5 con ottica stradale totalmente schermata, vetro di chiusura piano, sorgente a LED di potenza nominale 1.2 W x 55 LED
- 13 pali decorativi tipo S2 rastremati, altezza fuori terra pari a 8.5 m, zincati e verniciati completi di sbraio con tirante di lunghezza pari a 1.5 m
- 6 pali decorativi tipo S3 rastremati, altezza fuori terra pari a 8.5 m, zincati e verniciati completi di sbraio con tirante di lunghezza pari a 1.5 m e attacco di altezza 5m fuori terra per aggancio apparecchio di illuminazione con ottica dedicata alla pista ciclabile

TIPO DI APPARECCHI			
codice tipologia	A1	A2	A5
marca e modello	FIVEP FLAT LINK	FIVEP FLAT LINK	FIVEP FLYER LED
tipologia	armatura stradale decorativa	armatura stradale decorativa	proiettore sottogronda
classe di isolamento	II	II	II
grado di protezione	IP 66	IP 66	IP 66
unità elettrica	elettronica	elettronica	elettronica
telegestione	sì	sì	sì
regolazione punto / punto	sì	sì	sì
ottica	stradale asimmetrica	ciclo-pedonale	stradale asimmetrica
classificazione fotometrica	cut-off	cut-off	cut-off
dimensioni (mm)	580 x 580 x 200	580 x 580 x 200	520 x 310 x 85
tipologia sorgente	LED	LED	LED
temperatura di colore (K)	5000	5000	5000
indice di resa cromatica (Ra)	≥ 90	≥ 90	≥ 90
potenza di lampada (W)	1.2 W x 55 LED	1.2 W x 35 LED	1.2 W x 55 LED
accessori	sistema di fissaggio laterale	sistema di fissaggio laterale	sistema di fissaggio laterale

### TIPI DI PALO

**Palo S2:** palo decorativo rastremato, altezza fuori terra 8.5 m, elemento verticale ad innesto su palo h=1.63 m, sbraccio singolo di 1.5 m. Altezza di installazione apparecchio di illuminazione: 7.67 m

**Palo S3:** palo decorativo rastremato, altezza fuori terra 8.5 m, elemento verticale ad innesto su palo h=1.63 m, sbraccio singolo di 1.5 m. Altezza di installazione apparecchio di illuminazione: 7.67 m. Elemento per installazione del secondo apparecchio ad altezza 5m dal palo



apparecchio FIVEP FLAT LINK



apparecchio FIVEP FLYER LED

La tabella riassuntiva, come previsto dal bando:

Costi di realizzazione (progettazione, fornitura, posa)	€ 99814.05
Potenza nominale installata	1638 W
Valenza architettonica – aspetto estetico	Corpi illuminanti decorativi
Costi di gestione annui (consumi e manutenzione)	€ 1850.49
Resa cromatica	≥ 90
Telegestione	SI
Regolazione punto / punto	SI
Garanzia	5 anni
Vita media convenzionale del sistema	24 anni

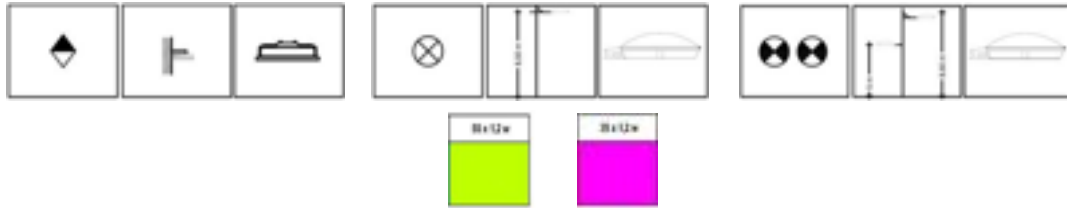
I costi di gestione si dividono in costi di energia e costi di manutenzione:

Costo di gestione / anno		
Costi di energia	Calcolata sulle potenze nominali installate, compresa la potenza assorbita dai sistemi di alimentazione Ore di funzionamento dell'impianto: 4200 ore/anno Grazie alla regolazione di flusso, potenza ridotta per 1400 ore/anno Costo medio di vendita dell'energia elettrica	€ 905.49
Costi di manutenzione	Ordinaria: pulizia, sostituzione degli alimentatori, verniciatura sostegni, verifiche ISPELS se dovute, costi registrazione contratti e volturazioni, adeguamento sistema informativo e IT	€ 945.00

Straordinaria: sostituzione apparecchi / sorgenti dopo 12 anni, riparazione a seguito di atti vandalici, riparazione a seguito di guasti gravi (con sostituzione materiali), riparazione a seguito di incidenti

Totale

€ 1850.49



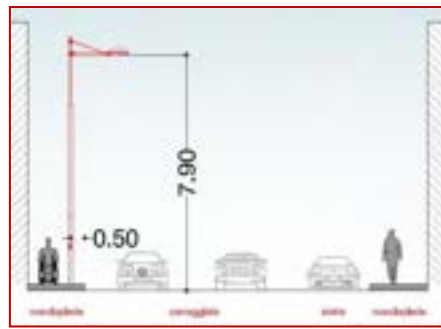
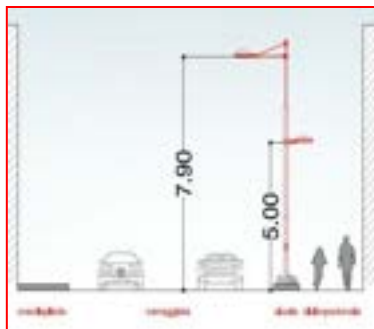
Revore di colata Bunkovska



Fotoinsertimento diurno



Fotoinsertimento notturno



Fotoinsertimento diurno



Fotoinsertimento notturno



Revore di colata Bunkovska

## Analisi costi-benefici

Un confronto tra la situazione attuale e il progetto, con la stima dei potenziali risparmi.

	Situazione attuale	Progetto
Totale apparecchi	24	27
Consumi (kWh/anno)	14658.00	7545.72
Costo energia (€/anno)	1758.96	905.49
Costo manutenzione (€/anno)	1150.00	945.00
Totale costi (€/anno)	2908.96	1850.49
nei consumi sono incluse le perdite dei sistemi di alimentazione		



	Valore	%
Risparmio energetico (kWh/anno)	7112.28	48.52
Risparmio economico (€/anno)	1058.47	36.39