



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia  
e lo sviluppo economico sostenibile



*Ministero dello Sviluppo Economico*

## RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

# Advance LED lighting design nell'illuminazione pubblica: Relazione tecnica Attività C.1 Ricerca progettuale PLUS SENSE

*M. Rossi, D. Casciani, F. Musante*



Report RdS/2012/274

ADVANCE LED LIGHTING DESIGN NELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA:  
RELAZIONE TECNICA ATTIVITA' C.1  
RICERCA PROGETTUALE PLUS SENSE

Responsabile della ricerca per il Politecnico di Milano: prof. Maurizio Rossi

M. Rossi, D. Casciani, F. Musante (Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO)

Maggio 2012

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

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

Progetto: Innovazione nella illuminazione pubblica, nuove tecnologie ed integrazione smart con altre reti di servizi energetici

Responsabile del Progetto: Simonetta Fumagalli, ENEA



POLITECNICO DI MILANO  
INDACO  
DIPARTIMENTO DI  
INDUSTRIAL DESIGN  
DELLE ARTI  
DELLA COMUNICAZIONE  
E DELLA MODA

Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico  
Piano Annuale di Realizzazione 2011

**Progetto 3.2** *“Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: innovazione nella illuminazione pubblica: nuove tecnologie ed integrazione smart con altre reti di servizi energetici”*

Accordo di Collaborazione tra ENEA e  
Politecnico di Milano, Dipartimento INDACO  
per una attività di ricerca dal titolo:

**“Advance LED lighting design nell'illuminazione pubblica”.**

**Relazione preliminare dell'attività: C.1 Ricerca progettuale PLUS SENSE**

27 Gennaio 2012

Il Responsabile scientifico della ricerca per il Politecnico di Milano  
prof. Maurizio Rossi,  
Collaboratori: Dr. Daria Casciani, Ing. Fulvio Musante, Ing. Danilo Paleari  
Dip. INDACO Politecnico di Milano



## Indice

1   Introduzione.....	3
2   Progettazione di massima del modulo PLUS SENSE .....	4
3   Identificazione e selezione degli componenti di controllo: videocamera .....	7
3.1 Videocamere minidome con sistemi meccanicamente attivi del tipo PTZ.....	7
3.2 Videocamere meccanicamente passive per monitoraggio semaforico.....	10
3.3 Videocamere meccanicamente passive utilizzate in interni.....	13
3.4 Videocamere tipo Bullet meccanicamente passive .....	15
4   Conclusioni preliminari .....	16



## 1 | Introduzione

Di seguito viene presentata una sintetica ricerca relativa all'attività C1: Ricerca progettuale PLUS SENSE preliminare all'attività di progettazione del modulo sensoriale da integrare all'apparecchio di illuminazione a LED PLUS sviluppato nel precedente progetto di ricerca "Advance LED Lighting Design nell'Illuminazione Pubblica 2010-2011".

ENEA ha selezionato il modulo EYSENSE descritto nella precedente ricerca, indicando l'utilizzo di una videocamera IP che invii i dati mediante onde convogliate all'interno di una LAN come strumento tecnologico utile al controllo e al monitoraggio della strada. ENEA non ha indicato un modello specifico di videocamera da utilizzare e tale compito di ricerca di benchmarking e selezione è stato affidato al Politecnico di Milano, allo scopo di realizzare un prototipo funzionante dell'apparecchio PLUS SENSE e di valutarne le prestazioni (limitatamente alla parte di ottica e di integrazione nell'apparecchio) in alcuni casi applicativi.

Più in generale, l'attività di ricerca progettuale C1 per la realizzazione del modulo PLUS SENSE prevede una serie di fasi consequenziali finalizzate alla creazione di un prototipo di un prodotto di illuminazione SMART completo e funzionante che integri i moduli PLUS (il cui prototipo funzionante è già stato realizzato) e sia installabile in maniera provvisoria e sperimentale per alcune prove di verifica.

Al fine di ottenere un apparecchio completo e utilizzabile per scopi di ricerca sperimentali, la selezione dei materiali e delle tecnologie utilizzabili verrà effettuata prediligendo sostanzialmente elementi esistenti sul mercato e facilmente reperibili mentre il design del modulo stesso e del sistema di aggancio al palo verranno semplificati al massimo per ottenere un risultato apprezzabile e funzionale a livello prototipale.

Le fasi che saranno effettuate durante la ricerca progettuale sono le seguenti:

- Progettazione di massima del modulo PLUS SENSE
- Identificazione e selezione degli componenti di controllo: videocamera
- Identificazione e selezione dei componenti di controllo: gestione elettronica
- Recupero dei componenti in commercio con modifica eventuale e integrazione del precedente progetto
- Design dimensionale e funzionale del modulo
- Design dimensionale e funzionale del sistema di aggancio
- Realizzazione del prototipo
- Assemblaggio delle parti
- Prove sperimentali: misura e verifica



## 2 | Progettazione di massima del modulo PLUS SENSE

La definizione delle caratteristiche di massima del sistema di video-sensing fa riferimento alla precedente ricerca “Advance LED Lighting Design nell’Illuminazione Pubblica 2010-2011” in cui si presentava lo studio di fattibilità del modulo stesso EYEsENSE.

Di seguito si riassumono brevemente le caratteristiche principali del video sensore da utilizzare nel progetto con particolare attenzione rispetto alla fattibilità e alla funzionalità effettiva del prototipo e alle possibilità di integrazione formale, dimensionale e funzionale.

Fattori di selezione prioritaria del sistema di video-sensing sono:

- **capacità di rilievo del video sensore (apertura del fascio in base alla geometria della strada e altezza di montaggio, risoluzione, velocità di scansione dell’immagine)**
- **definizione di caratteristiche relative alla forma del dispositivo (dimensionalmente integrabile al modulo PLUS)**
- **capacità di resistenza a basse e alte temperature per applicazioni in esterni**

Inoltre si rende necessario:

- **protezione rispetto dall’ingresso di polveri e acqua (IP6X)**. Tale caratteristica, se non presente nel prodotto in commercio, verrà realizzata utilizzando un’enclosure adeguata che però non sarà certificata.

### Videosensore

Il video sensore selezionato per l’utilizzo in città per il rilievo del traffico urbano e per la vigilanza è una **videocamera IP**. Le videocamere IP generano un segnale video digitale trasferibile **su una rete LAN**. La videocamera sarà alimentata tramite un proprio alimentatore inserito nel corpo dell’apparecchio, oppure trarrà la propria alimentazione dall’interfaccia ethernet.

Il video sensore ottiene informazioni audio attraverso un microfono bidirezionale utilizzato per rilevare i rumori ambientali e consentire comunicazione in viva voce.

### Forma

Vengono considerati:

- **videocamere meccanicamente attive del tipo PTZ** (pan, tilt, zoom) in cui il campo visivo, il fuoco e l’obiettivo possano essere modificati da remoto. Ciò garantisce facilità di installazione e regolazione on-time. Costi superiori.
- **Videocamere meccanicamente passive**: campo visivo e fuoco dell’obiettivo sono fissi e vengono impostati manualmente al momento dell’installazione. Ciò determina un’installazione più elaborata in base alla configurazione e allo specifico utilizzo (palo 4.5 m o 6.5 m e lato strada, attraversamento, piazza). Inoltre la videocamera necessita di un sistema meccanico costruito ad-hoc per essere manualmente orientata al fine di inquadrare la zona di interesse.



Per l'integrazione formale rispetto al modulo PLUS, si predilige una **videocamera con uno spessore molto ridotto, che possa essere inserita orizzontalmente** per garantire un'estetica uniforme.

#### Obiettivo

Tra le caratteristiche dell'obiettivo, è fondamentale considerare l'angolo di campo, ovvero l'area inquadrabile (determinata dalla lunghezza focale dell'obiettivo e dalla dimensione del sensore). Dal momento che non sono necessarie informazioni dettagliate su persone (riconoscimento facciale) e autoveicoli (lettura targa), si predilige un **obiettivo grandangolo** che riesca ad assicurare un campo di visione molto ampio su strada. Potrebbero essere utilizzati anche obiettivi che inquadrano la scena a 360° con sistemi di lenti ellittiche, ma al momento sono sufficientemente costosi da scoraggiarne un utilizzo in questa applicazione.

#### Sensore d'immagine

Il **sensore CMOS** (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) è una tecnologia che rappresenta il giusto equilibrio tra qualità, economia ed efficienza energetica. Il **sensore CCD** è una soluzione comunque da tenere in considerazione per il prezzo ridotto.

#### Risoluzione spaziale

Esistono videocamere con una risoluzione Vga standard (640 x 480 pixel), Dispositivi HD (1.280 x 720 pixel), Modelli FullHD (1920 x 1080 pixel). In un ambiente di videosorveglianza la risoluzione è importante poiché corrisponde al dettaglio dell'immagine ripresa e quindi alla precisione con cui si possono identificare gli elementi inquadrati. I sensori di immagine delle fotocamere megapixel richiedono una maggiore intensità di luce rispetto alle telecamere convenzionali per eccitare tutti i pixel, e l'obiettivo deve essere di qualità molto superiore. Tenendo in considerazione queste caratteristiche, la scelta del video sensore in questione andrà su un sistema intermedio: **dispositivi HD (1.280 x 720 pixel)**. Non è escluso che, con una risoluzione di tipo VGA (640 x 480) come in alcune applicazioni stradali ad oggi in funzione non sia possibile ottenere risultati di rilievo apprezzabili.

#### Tecnica di scansione

La fluidità del video catturato si contraddistingue per il numero di frame al secondo (Fps): un **flusso a 30 fps**, per esempio, permette di catturare oggetti in movimento rapido e di avere una resa di un filmato molto più fluido.

#### Modalità notturna

Il video sensore selezionato dovrà operare in ambienti scarsamente illuminati e in notturna operando con una **sensibilità pari o inferiore ad 1 Lux**. In condizioni di totale oscurità, il video sensore potrà essere equipaggiato da illuminatori integrati a raggi infrarossi (IR) per illuminare la scena ripresa dal video sensore e produrre immagini in bianco e nero con maggiore qualità. Opzione da valutare.



#### Protezione IP

Particolare attenzione è richiesta al design del modulo di enclosure che dovrà proteggere la videocamera da acqua e polvere **assicurando un grado IP66** adeguato per l'utilizzo in esterni. Il sistema dovrà fornire protezione antivandalo e assicurare durata nel tempo e rispetto delle caratteristiche tecniche per temperature di esercizio proprie di un utilizzo in esterni.

#### Sensore di movimento

Il sistema deve essere equipaggiato per rilevare il movimento (**motion detection**).

#### Regolazione contrasto e riflessi di luce

Il video sensore deve essere in grado di autoregolare l'esposizione, il bilanciamento del bianco e di regolarsi in caso di abbagliamento prodotto da fanali di automobili, lampeggianti di mezzi di soccorso, sistemi di illuminazione di facciate, insegne ed altri tipi di sorgenti .



### 3 | Identificazione e selezione degli componenti di controllo: videocamera





Una ricerca di benchmarking delle videocamere attualmente presenti in commercio ha permesso di identificare una serie di potenziali prodotti disponibili che, compatibilmente con il design del modulo PLUS SENSE potrebbero essere adattati e utilizzati per il progetto grazie a funzionalità coerenti con i requisiti precedentemente evidenziati. Di seguito si riporta in forma tabellare, l'analisi comparativa di questi prodotti, evidenziando le caratteristiche utili alla selezione, i vantaggi e gli svantaggi. I prodotti presentati sono stati listati in quattro macrocategorie e vengono presentati in ordine prioritario di selezione: dapprima i prodotti che meglio soddisfano i requisiti, fino ai prodotti che meno rispondono alle caratteristiche richieste di forma e dimensioni, video sensing adatto al contesto urbano e costi.

#### 3.1 Videocamere minidome con sistemi meccanicamente attivi del tipo PTZ

La prima sezione di prodotti si riferisce a **videocamere dallo spessore molto compatto con sistema minidome che garantisce protezione dall'acqua e dal vandalismo e provviste di sistemi meccanicamente attivi del tipo PTZ per la regolazione dell'inquadratura.**

VIDEOCAMERE MINI DOME con sistemi meccanicamente attivi del tipo PTZ											
Modello	Immagine	Sensore	Risoluzione e massima	Tecnica di scansione	Modalità notturna	Caratteristiche obiettivo	Consumo in W	Adatto per esterni	Forma	Intelligenza sensore	Prezzo (a partire da)
Sony SNC-DH210T/W Network 1080p HD		Exmor CMOS 1 / 2.8"	HD 1920 x 1080 pixel  Massima risoluzione 3 Megapixel (2048 x 1536)	15 fps	Illuminator e IR non integrato; sensibilità minima 2.3 lux	Lente fissa Angolo orizzontale 88° Lunghezza focale f=3.3 Distanza minima di inquadratura 500mm Pan angle Approx. 340° Angolo di Tilt 0°- 60°	2.4 W PoE	Da 0°C a 50°C	Ø 106 x 56.5 mm (170g)	motion detection Noise reduction	Da \$ 570 a \$ 748 circa  da € 441 a € 587 circa
Mobotix MonoDome D24 Modelli IT-Night, oppure Sec-Night		1/2" CMOS, scansione progressiva	Colore: 2048 x 1536 (3MEGA), bianco/nero: 1280 x 960 (Mega)	Da 30 fps	Colore: 1 lux (t=1/60 sec), 0,05 lux (t=1/1 sec)  B/N: 0,1 lux (t=1/60 s), 0,005 lux (t=1/1 s)	Super Wide Angle (22mm, 90°, 2.0) Wide Angle (32mm, 43mm)  Continuous up to 8x Zoom + Pan/Tilt (digital)	3 W; con PoE switch / MOBOTIX PoE adapter	IP65 Da -30° a +60 °C	Ø x H: 160 x 86 mm Basic D24 129 x 86 mm	Backlight compensation, automatic white balance, image video sensor (motion detection)	da € 548 a 748 circa
Mobotix Hemispheric Q24 Sec Night		1/2" CMOS, scansione progressiva	Colore: 2048 x 1536 (3MEGA), bianco/nero: 1280 x 960 (Mega)	15 fps	B/N: 0,1 lux (t=1/60 s), 0,005 lux (t=1/1 s)	Hemispheric Technology: 360° recording Con Lente emisferica L11 (180°) oppure lente L22 super grandangolo Digital pan/tilt/zoom	3 W; PoE (IEEE 802.3 af)	IP65	Ø 160 mm, H: 50 mm	Video Motion Detection, Illumination value, Temperature Microphone	Circa € 798



VIVOTEK FE8171V		1/2" CMOS Sensor	Risoluzione e 3.1 Megapixel 2048x1536	15 fps	Removabl e IR-cut filter for day & night function  1.17 Lux @ F2.8 (Color) 0.2 Lux @ F2.8 (B/W)	Board lens, Fixed, f = 1.27 mm, F2.8  Lens for 180° Panoramic View  360° Surround View	Max. 3.84 W Power- over- Ethernet (Class 3)	IP66 -25°C ~ 50°C Umidità 90% RH	Ø: 145mm x 52 mm	Configurable brightness, contrast, saturation, sharpness, white balance and exposure video motion detection	Da \$ 757 a 783 circa  da € 593 a 613 circa
Vivotek MD7530 Network camera  Modello MD7530 (PoE)		Sensore CMOS 1/4"	risoluzione VGA (640x480)	30/25 fps	0.5 Lux / F2.0  Modalità giorno&no tte automatic a,	Lenti integrate, f = 2.8 mm, F2.0, Focale fissa Angolo di visuale: 74° orizzontale 55° verticale 92° diagonale  regolazione angolo visuale: Tilt 90° (0° ~ 90°)	Max. 4 W POE	tempera tura: -25 ~ 55 °C Umidità: 90% RH	Depth: 130mm Width: 107mm Height: 47mm	Motion detection	\$ 234 circa € 183
AXIS M5013 PTZ Dome Network Camera		RGB CMOS Progress ive Scan da 1/4"	Risoluzion e SVGA 800x600	30 fps	1,4 lux, F1,8	25 posizioni preimpostate Rotazione: ±180°, 100°/s Inclinazione: 90°, 100°/s Zoom: digitale 3x	POE	uso indoor IP51  Umidità relativa: 20 - 80% (senza condens a)  Temper atura da 0 °C a 45 °C	Ø130 mm x 56 mm (H)	Motion detection + colore, luminosità, contrasto, bilanciament o bianco, controllo esposizione, rotazione, compensazio ne retroillumina zione, sintonizzazio ne condizioni scarsa illuminazione	\$ 415 circa  € 325
AXIS 209MFD (risoluzione megapixel)		RGB CMOS Progress ive Scan	1/3" e 1,3 megapixel (1280x102 4)	fino a 12 fotogram mi/s alla massima risoluzione velocità di trasmissio ne più elevata a risoluzioni più basse	3 - 10000 lux, F1.8	3,6 mm, F1.8, diaframma fisso, angolo di visualizzazione orizzontale pari a 74° regolazione del videosensore Panoramica ±10°, inclinazione 0 - 90°, rotazione ±10°	Power over Ethernet IEEE 802.3af, Classe 1	Uso indoor Da 0 °C a 50 °C Umidità relativa: 20 - 80%,	Ø 102 mm x 39 mm (H massim a x 23 H minima)	Funzione Motion Detection	\$350 Circa  € 274

I prodotti presentati sono stati selezionati in base alle caratteristiche dimensionali e formali (spessori minimi e diametri ridotti), in base alle caratteristiche del sensore e in base al prezzo stimato. A ciò si aggiunge la possibilità di avere un prodotto che sia già in grado di funzionare a temperature tipiche degli esterni. Per quanto riguarda la protezione contro l'ingresso di liquidi e polveri (IP66), il video sensore sarà inserito all'interno di un'enclosure modulare che avrà forma e materiale simili al MODULO PLUS e che verrà progettata al fine di garantire la protezione da acqua e polvere.



Tra i modelli proposti, la migliore selezione delle caratteristiche precedentemente descritte è presentata dal modello **AXIS 209 MFD** (risoluzione megapixel) che risulta essere un buon compromesso tra dimensioni, caratteristiche del video sensore e costo.

Evidentemente i modelli di SONY, MOBOTIX e VIVOTEK presentano una superiorità in termini di qualità e numero di funzionalità del video-sensore (regolazione PTZ superiore e risoluzione migliore) che garantirebbero migliori e più complete prestazioni a discapito di costi superiori. Tra questi modelli, il miglior compromesso delle caratteristiche precedentemente descritte è il modello **Sony SNC-DH210T/WNetwork 1080p HD**.

#### Vantaggi

I sistemi di videocamere con pan zoom e tilt attivo sono integrabili all'interno di un modulo con spessore ridotto e meccanicamente fisso in modo tale da ridurre le lavorazioni per la produzione del prototipo. Inoltre tale sistema è in grado di garantire la facilità di installazione (l'operaio deve solo connettere i cavi e inserire il modulo nell'apparecchio) e di controllo dell'inquadratura che avviene da remoto ed è modificabile in base alla configurazione.

#### Prefigurazione MODULO EYEsENSE

La videocamera IP è integrata all'apparecchio PLUS nella sua configurazione per percorsi ciclabili e pedonali sia su sentieri, camminamenti e marciapiedi (Modulo T-DW + Modulo T-DN) sia nella sua configurazione adatta alle piazze (4 Moduli T-DW) ma soprattutto nella configurazione strada a 6.5 metri di altezza (2 Moduli T-DW + 2 Moduli T-DN).

Il nuovo elemento progettato dovrà essere compatto e posto in posizione orizzontale: il modulo Eyesense si integra all'interno dell'apparecchio con lo stesso feeling modulare dell'apparecchio PLUS agganciandosi direttamente ad uno dei moduli di Illuminazione, nella parte retrostante. Occorre verificarne il posizionamento per limitare o ridurre l'abbagliamento dovuto ai LED.






Figura 1: Integrazione del Modulo EyeSense con video sensore meccanicamente attivo rispetto al modulo PLUS



### 3.2 Videocamere meccanicamente passive per monitoraggio semaforico

La seconda sezione di prodotti si riferisce a **videocamere utilizzate in contesti urbani per il monitoraggio di pedoni** (attraversamenti pedonali e zone pericolose) **e di veicoli** (flusso di traffico) **per la regolazione dei semafori**. Si tratta di prodotti molto interessanti perché nati in un contesto urbano e quindi dotati di caratteristiche che si avvicinano a quelle richieste dall'applicazione della ricerca in questione. Si tratta di prodotti già attivi che utilizzano specifici software per la valutazione del traffico e la presenza dei pedoni. Occorre dunque valutare il costo e l'effettiva possibilità dei produttori alla customizzazione del sistema (soprattutto funzionale rispetto all'illuminazione stradale e pedonale).

VIDEOCAMERE meccanicamente passive utilizzate in sistemi di monitoraggio semaforico											
Modello	Immagine	Sensore	Risoluzione e massima	Tecnica di scansione	Modalità notturna	Caratteristiche obiettivo	Consumo in W	Adatto per esterni	Forma	Intelligenza sensore	Prezzo (a partire da)
Collect-R x-stream Data Collection Sensor incl. Streaming Video		Color CMOS Camera Sensor size = 1/4"	640 x 480 pixels	25 fps	-	Grandangolare (prodotto n. 10-6048): Distanza focale: 2,1 mm Campo orizzontale: 96° verticale: 70°  Rilevamento orizzontale effettivo della distanza: 0-12 m	Input power: 12-48V AC/DC Maximum power consumption 3W or 125mA @ 24VDC	-34C to +80C @ 95% non-condensing IP67 Water water + UV protection	Montato orizzontalmente, circa 41 cm x 18 cm x 12 cm Diametro circa 12 cm	volume, speed, occupancy, gaptime, headway and classification on multiple lanes, day and night and in all weather conditions.  Integrated data is stored in the sensor and can easily be transferred via an open protocol SDK (Traficon Management System) <b>IP connection</b>	Richiesto preventivo
Traficam (R)		Sensore 1/4" CMOS (ALL-IN-ONE SENSOR (CAMERA + DETECTOR))	640x480 pixels	25 fps	-	Wide angle (product reference n° 10-6090) 2,1 mm Horizontal: 99° Vertical: 83° Corner to corner: 111°	Input Power: 12-26VAC/DC < 1,2 W	Custodia IP67 da esterno  Temperatura -34°C to +80°C	circa 41 cm (comprensivo di elemento di supporto) x 18 cm x 12 cm	vehicle presence sensor direction sensitive	Richiesto preventivo
Safewalk		2 x CMOS 1/3" B&W based 3D detection concept	VGA (640x480) resolution	25 FPS	-	Detection FOV: 3m x 4m Installation height: 3m50	24 to 48 V AC/DC Consumption < 150 mA @24VDC	Temperature: -34°C to +80°C Humidity: up to 95% UV-resistant housing IP68, connection box IP65		detecting waiting pedestrians and their movement on the crosswalk	Richiesto preventivo



Questi video sensori risultano dimensionalmente integrabili con un modulo PLUS, una volta studiata la forma e ridefinito il sistema di enclosure (dovrà essere eliminata la capsula esterna esistente nel prodotto commercialmente disponibile). Le caratteristiche del video sensore sono efficacemente testate su strada e quindi anche su contesti difficili, con inquadrature urbane e capacità di captare il movimento e la presenza sia di pedoni sia di autoveicoli.

Tali dispositivi sono attualmente equipaggiati di un sistema software e anche hardware in grado di monitorare alcuni segnali particolari per ottenere un risultato specifico nel caso di monitoraggio posizione e velocità di transito dei veicoli e monitoraggio presenza e movimento lungo un attraversamento di pedoni.

Per quanto concerne la funzionalità notturna, come si evince dalla tabella, il sistema non è stato implementato specificatamente per la ripresa notturna: il sistema di monitoraggio degli autoveicoli viene effettuato attraverso il riconoscimento dei fari. Questo presenta problematiche e limitazioni: il sistema non è tarato per garantire il rilievo di automobili con fari spenti e potrebbe essere disorientato da altre fonti di illuminazione presenti sulla scena (pozzanghere, riflessi di pioggia, abbagliamento da parte di proiettori di facciate, luci delle vetrine dei negozi, etc). Per questo motivo, probabilmente dovrebbero essere effettuate delle modifiche al software per ottenere una funzionalità maggiormente adatta all'applicazione notturna e rispetto all'illuminazione stradale e pedonale. Occorre dunque valutare l'effettiva possibilità di utilizzo di questi prodotti disponibili sul mercato rispetto alle effettive necessità e alle possibilità di integrazione e modifica.

#### Prefigurazione MODULO EYEsENSE

Il sistema risulta meccanicamente passivo e quindi la regolazione dell'inclinazione rispetto alla configurazione e allo scenario prescelto deve essere fatta manualmente in fase di installazione. Questo risulta essere uno svantaggio evidente. La videocamera dovrà essere fissata all'interno di un modulo di dimensioni simili al PLUS tramite due perni che servono per orientare la camera rispetto alla modalità di utilizzo. (configurazione per percorsi ciclabili e pedonali, configurazione adatta alle piazze a 4.5 m di altezza e configurazione strada a 6.5 m di altezza).

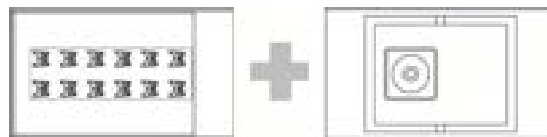


Figura 2: Integrazione del Modulo EyeSense con video sensore meccanicamente passivo rispetto al modulo PLUS

Il supporto della camera contenuto nel modulo EyeSense dovrà quindi ruotare in modo manuale per adattarsi ai seguenti campi di impiego:

- **Configurazione zona pedonale (situazione marciapiede)**

**Illuminazione si accende in presenza del pedone**

**Videosorveglianza**

Installazione palo a 4.5 metri di altezza

Rilievo di persone a partire da 1 metro da terra

Orientamento: video sensore rispetto alla posizione del pedone sul marciapiede

Posizionamento: Inclinazione del video sensore di circa 15° (rispetto alla verticale)

- **Configurazione zona pedonale (situazione piazza)**

**Illuminazione si accende in presenza del pedone**



### **Videosorveglianza**

Installazione palo a 4.5 metri di altezza

Rilievo di persone a partire da 1 metro da terra

Orientamento video sensore rispetto alla posizione del pedone: situazione piazza

Posizionamento: Inclinazione del video sensore di circa 0° (rispetto alla verticale)

- **Configurazione flusso di traffico in zone pericolose come attraversamenti**

### **Situazione strada**

#### **Installazione palo a 6.5 metri di altezza**

Rilievo di persone a partire da 1.5 metri da terra





Orientamento video sensore rispetto alla posizione dell'automobilista: strada

Posizionamento: Inclinazione del video sensore di circa 30° (rispetto alla verticale)



### 3.3 Videocamere meccanicamente passive utilizzate in interni

La terza sezione di prodotti si riferisce a **videocamere meccanicamente passive utilizzate prevalentemente in ambienti interni con lo scopo della videosorveglianza di abitazioni e strutture private.**

VIDEOCAMERE meccanicamente passive utilizzate in interni											
Modello	Immagine	Sensore	Risoluzione e massima	Tecnica di scansione	Modalità notturna	Caratteristiche obiettivo	Consumo in W	Adatto per esterni	Forma	Intelligenza sensore	Prezzo (a partire da)
D-Link DCS-1100		1/4" CMOS	640 x 480 pixels	30 frames at 640x480	1.0 Lux @ F2.8	-	Wired (10/100 Fast Ethernet) Network 4 Watt Max	Indoor use 0°- 40°C	38mm x 81mm x 119mm	motion detection	\$128 € 100
D-Link DCS-2121 3GPP Megapixel Camera with 16x Digital Zoom		1/4 inch color 1.3MP CMOS Sensor	1.3MP	SXGA (1280 x 1024) + 1280 x 1024 at 10fps XGA (1024 X 768) + 1024 x 768 at 10fps VGA (640 X 480) + 640 x 480 at 30fps	0.5 lux@F2.8	Focal Length: 5.01mm, F2.8	5V 2.5A switching power adapter + External AC-to-DC Switching Power Adapter 6W	Indoor use 0°- 40°C	71.9mm x 110.0mm x 37mm	Motion detection	\$ 185 € 145
Foscam FI8909W-NA Mini Wireless IP Camera		1/4" Color CMOS Sensor	640 x 480 Pixels(300k Pixels)	15fps (VGA),30fps (QVGA)	0.5Lux 5 IR LEDs,Night visibility up to 7 metres	f: 3.6mm, F:2.4 (IR Lens) viewing angle 67 Degree No Pan/Tilt	-	Temperatura -10°C ~ 60° Umidità 0% ~ 90%	225x172x68mm (dimensioni scatola)	Motion detection	\$77 € 60
D-Link DCS 932L		1/5 inch CMOS	VGA	640 x 480 at up to 20 fps	IR LED distance: 5 meters	Focal length: 5.01 mm, F2.8 Horizontal: 45.3° Vertical: 34.5° Diagonal: 54.9°	Input: 100-240 V AC, 50/60 Hz Output: 5 V DC, 1.2 A	Indoor use 0°- 40°C	27.2 x 60 x 96 mm 2 W	Motion detection	\$83 € 65

Questi video sensori risultano dimensionalmente integrabili ma carenti o limitati rispetto alle caratteristiche di videosensing soprattutto perché, sono prodotti per usi privati (in interni) e hanno aperture di ripresa non molto ampie (in alcuni casi il costruttore non fornisce alcun dato a questo riguardo). Inoltre, dato l'uso in interni, presentano intervalli per la temperatura di funzionamento inadatti all'impiego in ambienti outdoor. In loro favore, il costo limitato. Per quanto concerne l'integrazione e la configurazione del modulo EYESense






rispetto al modulo PLUS, si rimanda al paragrafo precedente ricordando che, non essendoci un sistema di pan e tilt automatico e integrato, il video sensore deve essere manualmente inclinato e posizionato in fase di allestimento in base alla configurazione prescelta. Questo, oltre a complicare le operazioni di installazione e controllo dell'effettiva qualità di ripresa, potrebbe limitare l'uso a delle configurazioni prestabilite. Inoltre, un sistema del genere necessita della creazione di un'enclosure meccanica che garantisca protezione dagli agenti atmosferici, dai vandali e che renda agevole l'operazione di orientamento della videocamera. Questa serie di limitazioni e l'entità delle modifiche da effettuare sulla custodia del sistema di ripresa, potrebbero non giustificare la selezione di questa macrocategoria di videocamere, tenuto anche conto della carenza di informazioni sull'effettiva efficacia del dispositivo per un'applicazione outdoor.



### 3.4 Videocamere tipo Bullet meccanicamente passive

La quarta sezione di prodotti si riferisce a **videocamere dallo forma cilindrica con la necessità di modificare la direzione dell'inquadratura perché meccanicamente passive.**

VIDEOCAMERE TIPO BULLET meccanicamente passive											
Modello	Immagine	Sensore	Risoluzione e massima	Tecnica di scansione	Modalità notturna	Caratteristiche obiettivo	Consumo in W	Adatto per esterni	Forma	Intelligenza sensore	Prezzo (a partire da)
VIVOTEK OUTDOOR DAY&NIGHT BULLET CAMERA IP8330		1/4" CMOS Sensor	1280 X 800	30 fps	illuminatore e integrato funzionant e fino a 15 m IR LED 0 Lux @ F1.8 ( IR LED	56° (horizontal) 41° (vertical) 71° (diagonal)	Power consumption: Max. 4 W 802.3af compliant Power-over-Ethernet (Class 2)	0 °C ~ +40 °C Temperatura: 90 % or less	Ø: 60mm x 170 mm	Motion detection	€ 280
Panasonic WV-SP105 HD Network Camera		sensore MOS; scansion e progressiva	elevata sensibilità da 1,3 Megapixel (1,280 x 960 pixel)	30 fps	Color: 0.05 lx, B/W: 0.03 lx at F2.2	H: 70.3°, V: 55.4°	12 V DC: circa 200 mA	0 °C ~ +40 °C Temperatura: 90 % or less	55 mm (W) x 55 mm (H) x 122 mm (D)	Motion detection	€ 220
Y-cam Bullet HD		1/3" CMOS	1280x720 (HD 720p)	30fps @ 1280x720	0.5 Lux (0 Lux Nightvision mode	Viewing angle Horizontal:64°, Vertical:36° Focal length f=4.2mm Aperture F2.0	3.5W Power supply 12 V	IP66	70mm x 190mm	Motion detection	€ 474

Questa tipologia di prodotto è stata inserita in quanto esistente in commercio, ma non è considerata come soluzione efficace nel design del prodotto in questione.

Il sistema bullet, infatti, nonostante la qualità dei sensori elevata a costi relativamente bassi, presenta una serie di svantaggi che la rendono poco in linea con la scelta progettuale del modulo EYESENSE. In primo luogo, la forma cilindrica a bullet non si integra formalmente con il sistema modulare PLUS ma necessiterebbe di un ripensamento del sistema di integrazione con il modulo di sensing. Inoltre, la videocamera necessiterebbe obbligatoriamente di un elemento meccanico costruito ad hoc per poter assicurare la funzionalità (inclinazione) in varie configurazioni, per garantire la protezione antivandalo e rispetto agli agenti atmosferici.

Nonostante, dunque, il sistema sia considerato come ultima selezione possibile, si individuano i modelli **Panasonic WV-SP105 HD Network Camera e VIVOTEK OUTDOOR DAY&NIGHT BULLET CAMERA IP8330** come potenziali migliori tra i tre.



#### 4 | Conclusioni preliminari

La breve e sintetica ricerca di benchmarking presentata, individua una serie di possibili prodotti integrabili all'interno del progetto del modulo EYEsENSE. Dal momento che si richiede la progettazione di un prototipo funzionante e dimostrativo, la ricerca è stata focalizzata su prodotti esistenti, in commercio, disponibili al pubblico e dalle caratteristiche fisse. Per questo motivo, tra le varie opzioni selezionate risultano esserci prodotti che meglio di altri centrano le aspettative e i requisiti di progetto (mostrando delle caratteristiche qualitative addirittura superiori rispetto alla specifica applicazione del progetto di ricerca) mentre altri hanno evidentemente bisogno di aggiustamenti, modifiche funzionali volte all'adattamento del prodotto all'uso specifico. Maggiori adattamenti e modifiche necessita il prodotto selezionato, minori sono le possibilità che il prototipo sia efficace.

I prodotti presentati sono stati listati in quattro macrocategorie e inseriti in ordine prioritario di selezione: all'inizio sono stati inseriti i prodotti che sembrano soddisfare maggiormente i requisiti; a seguire i prodotti che meno rispondono alle tre caratteristiche principali del progetto: forma e dimensioni, caratteristiche del sistema di video sensing e costi. Per ogni macrocategoria sono stati definiti i vantaggi e gli svantaggi ed è stato indicato il prodotto/prodotti che risultano meglio soddisfare le tre caratteristiche precedentemente definite.

L'individuazione finale del prodotto più adeguato viene richiesta in accordo con ENEA.



## **Curriculum del gruppo di lavoro LABORATORIO LUCE - POLITECNICO DI MILANO**

**Sito web: [www.luce.polimi.it](http://www.luce.polimi.it)**

Avviato nel 2002 il Laboratorio supporta la didattica e sviluppa contemporaneamente la ricerca progettuale applicata in collaborazione con le aziende del settore. Inoltre fornisce un importante contributo per il mercato dell'illuminazione, per prove e collaudi per progetti innovativi nel settore della luce e del colore. Il laboratorio opera sotto il coordinamento scientifico del prof. Maurizio Rossi (prof. Associato) e ha come collaboratori il prof. Francesco Murano (ricercatore), l'ing. Fulvio Musante, il dr. Andrea Siniscalco, l'ing. Danilo Paleari (assegnisti di ricerca) e la dr.ssa Daria Casciani (dottoranda).

### **FORMAZIONE E DIVULGAZIONE**

Il laboratorio offre agli studenti, nell'ambito del loro percorso didattico dei corsi di laurea, la possibilità di sperimentare nuovi concept e di verificare ciò che si è progettato e costruito, affiancando il sapere con il saper fare. Presso il laboratorio si tengono inoltre dal 2004 il Master in Lighting Design & LED Technology del Politecnico di Milano e molti corsi di formazione permanente del settore illuminotecnico.

**Seminari e Convegni** – Dal 2002 ogni anno viene organizzato un convegno, Lighting Innovation, che vuole essere un momento di incontro tra i vari attori del mondo dell'illuminazione. Università, professionisti e aziende si ritrovano per dare luogo ad incontri che puntano a una condivisione e confronto di saperi che contribuisce a stimolare il panorama illuminotecnico italiano.

### **RICERCA**

Tra gli interessi di ricerca del laboratorio si annoverano: aspetti percettologici e foto-colorimetrici per differenti condizioni di illuminazione, ricerche progettuali per nuovi apparecchi di illuminazione sia dal punto di vista estetico-formale sia tecnico-funzionale, consulenza al progetto di impianti di illuminazione in interni ed esterni, consulenza per avvio di progetti di ricerca finanziati su bandi pubblici, ricerca metrologica.

Lo stretto rapporto di collaborazione fra il Laboratorio Luce e prestigiose aziende nazionali e internazionali, ha consentito di sviluppare rapporti professionali e di collaborazioni per ricerche ad alto contenuto innovativo. Di seguito un elenco sintetico dei principali progetti di ricerca finanziati, sviluppati e tutt'ora in corso, negli ultimi anni e gli altri soggetti coinvolti:

- 2012 – 2014 Nuovo sistema di illuminazione per utenze domestiche deboli: anziani, soggetti con mobilità ridotta e ipovedenti - Progetto ATP della Regione Lombardia, ( *Design Group Italia – D'Alesio&Santoro – Light Contract FLOS* )
- 2011 – 2012 Advance LED lighting design nell'illuminazione pubblica, Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico ( *ENEA, Univ. Sapienza, Univ. Studi di Milano, Neri* )
- 2011 Integrazione di Tecnologie SMART nel Lighting Design - Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico ( *ENEA* )
- 2010 – 2011 Advance LED Lighting Design nell'Illuminazione Pubblica – Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico ( *ENEA - Università di Milano - Università la Sapienza, Crosspoint* )
- 2010-2012 Nuovo sistema a LED per l'illuminazione delle strade urbane. Bando ATP risparmio energetico Regione Lombardia ( *QLT - Archimede elettronica Srl, Gianazza Angelo SpA* )
- 2010 – 2012- Light+Energy+Information: Nuovi Territori Progettuali per il Network Pubblico – Progetto ATP della Regione Lombardia ( *Artemide - Danese - Oxytech- Micromac - Almeco – Eliante* )
- 2010- Street Lamp – Lampade a LED ( *Fraen* )
- 2009 – 2012 LED Advance Design nel ALADIN – INDUSTRIA 2015 National Research program ( *Artemide* )
- 2009 – 2011 Verifiche prestazionali su prodotti di illuminazione LED ( *QLT – Archimede* )
- 2009 – 2010 Lighting Design in Urban Spaces - Tecnologie per il risparmio elettrico nell'illuminazione pubblica ( *ENEA - Università di Milano - Università la Sapienza – Oxytech* )
- 2009 Progetto OLA - LED nell'illuminazione stradale – Bando Legge 598/94 ( *MAC - Fondazione Politecnico* )
- 2008 – 2009 Progetto Eco Light Design: promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali nel settore industriale ( *ENEA - Università di Milano - Università la Sapienza - Oxytech - t:REDS* )
- 2007 – 2009 Luce Ambiente Uomo - Progetto Metadistretti della Regione Lombardia ( *Politecnico di Milano - Artemide - Danese - Oxytech - DueElle – Micromac* )
- 2005 – 2008 Fisiolux ( *Artemide* )

Milano, 7.9.12

Il ref. Scientifico

Prof. Maurizio Rossi