

LIFE 15 CCM/IT/000110

Beneficiario coordinatore:

REVERBERI ENETEC s.r.l.

Via Artigianale Croce, 13

42035 - Castelnovo ne' Monti (RE)

Beneficiari associati:

A.G.I.R.E. s.r.l.

Piazza Sordello, 43

46100 - Mantova (MN)

Sito web di progetto:

www.diademe.it

Referente:

Paolo Di Lecce

E-mail: paolo.dilecce@reverberi.it

Telefono: 0522 610611

Durata:

01/10/2016 - 31/12/2019

Budget complessivo:

€ 1.428.742

Contributo EU:

€ 812.400

Area del progetto:

Italia - Roma, quartiere EUR

LIFE-DIADEME: “NUOVO SISTEMA DI REGOLAZIONE DELL'ILLUMINAZIONE STRADALE SOSTENIBILE ED ECONOMICAMENTE EFFICIENTE”

Il contesto

Attualmente gran parte dei consumi energetici a livello europeo dipende dalle aree urbane e genera emissioni non trascurabili di gas serra (GHG). Tali consumi, così come il peggioramento della qualità dell'aria, sono peraltro destinati a crescere, almeno nei prossimi decenni, a causa dell'incremento della popolazione e del processo di urbanizzazione sempre più rapido nei centri cittadini di nuova creazione.

L'illuminazione stradale svolge un ruolo chiave per la sicurezza e la qualità di vita nelle aree urbane, ma dal punto di vista ambientale rappresenta una quota sostanziale del consumo di energia delle città: da una statistica relativa al 2014 (iniziativa “Patto dei Sindaci”) risulta che gli oltre 90 milioni di lampioni pubblici europei in esercizio sommano più del 50% dei consumi energetici pubblici e il 60% dei relativi costi.

Un'illuminazione non regolata, ma tenuta sempre al 100% del flusso luminoso emesso (illuminazione a luce piena o *no-dimming*), contribuisce, oltre che al consumo energetico, anche all'incremento dell'inquinamento luminoso.

Tale fenomeno annette alla luminosità propria del cielo, dovuta alla diffusione luminosa della luna e delle stelle, la luce diffusa verso l'alto dalle attività umane e riflessa dalle molecole, particelle di polvere che costituiscono l'atmosfera.

La pubblica illuminazione concorre all'inquinamento luminoso e l'eccessivo alone luminoso generato dalle città, incide sui ritmi biologici di uomini, piante e animali, che basano la loro vita sull'alternarsi del giorno e della notte.

Tale fenomeno può essere in gran parte limitato, ottenendo in modo conseguente un significativo risparmio energetico, tramite l'ausilio di soluzioni orientate all' *energy saving*.

Negli anni 70, per rispondere all'esigenza di risparmio energetico, compaiono i primi impianti di illuminazione stradale "tuttanotte - mezzanotte", avvertiti però come una soluzione pericolosa per conducente e pedone, in quanto l'accensione e lo spegnimento alternato delle lampade causava inevitabilmente un'evidente disuniformità dell'illuminazione.

Attualmente le norme in Italia prescrivono, per il comparto di pubblica illuminazione, un livello massimo di luminanza (rapporto tra intensità luminosa della sorgente posta in direzione dell'osservatore e la superficie per come viene percepita dall'osservatore stesso) riferito alla condizione di maggior traffico stradale, e consentono la riduzione del flusso luminoso in corrispondenza di un minore flusso di veicoli.

L'evoluzione tecnologica sta rendendo disponibili sensori e sistemi di comunicazione a basso costo, e per tale motivo la norma europea CEN-13201 ha stabilito le possibili applicazioni relative all'illuminazione adattiva, ovvero variazioni controllate nel tempo della luminanza o dell'illuminamento (flusso luminoso intercettato da una superficie) in relazione a flusso di traffico, orario e condizioni meteo.

La norma CEN-13201 apre il campo a una regolazione in tempo reale del flusso luminoso, introducendo la regolazione discreta TAI (*Traffic Adaptive Installation*) e la regolazione continua FAI (*Full Adaptive Installation*):

- TAI: quando i sensori in campo sono in grado di misurare solo il flusso veicolare – la norma consente di regolare il flusso luminoso sulla base di campioni prelevati a intervalli regolari di 5 minuti, secondo logiche che prevedono una riduzione graduale e, quando necessario, un incremento più rapido;
- FAI: quando i sensori in campo sono in grado di misurare non solo il flusso veicolare, ma anche il livello di luminanza e le condizioni meteo – la norma consente di ridurre fino a 3 categorie illuminotecniche il flusso luminoso, per ottenere un maggior risparmio energetico e incrementare la sicurezza stradale.

Il progetto

Nel contesto descritto si colloca il progetto LIFE-Diademe, proponendo un sistema innovativo di regolazione dell'illuminazione stradale, sostenibile ed economicamente efficiente, che integra sensori ambientali a basso costo realizzando una rete diffusa e distribuita. Il nuovo sistema incorpora, inoltre, diverse tecnologie orientate alla *smart city*.

La regolazione continua FAI è il punto cardine dell'intero progetto, che intende raggiungere un consistente risparmio energetico nel [quartiere EUR di Roma](#) posizionando, su infrastrutture ACEA S.p.A., una rete di circa 1.000 appositi sofisticati

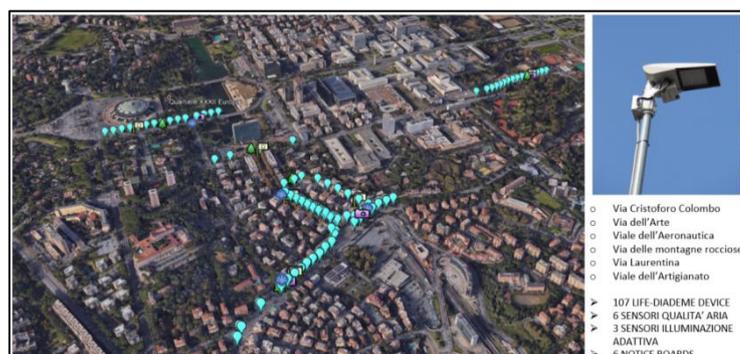


Figura 2 – Quartiere "Roma EUR", dispositivi finora installati
(immagine: staff LIFE-Diademe)

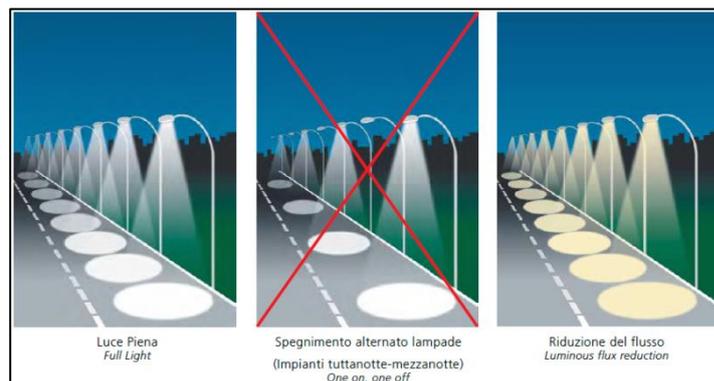


Figura 1 – Differenze tra illuminazione a luce piena, "tuttante-mezzanotte" e riduzione del flusso luminoso
(immagine: staff LIFE-Diademe)

sensori in grado di fornire una luce adattiva alle strade coinvolte in LIFE-Diademe e di consentire l'acquisizione di dati di monitoraggio ambientale. "Roma EUE" è il sito di test ideale per l'attuazione dell'illuminazione adattiva: essendo una zona residenziale, ma anche sede di uffici pubblici e privati, consente l'acquisizione di dati quanto più differenziati

Altro punto fermo di LIFE-Diademe è il monitoraggio della qualità dell'aria, al fine di contribuire ad un miglioramento della stessa lungo le vie del sito pilota.

Più nel dettaglio, LIFE-Diademe **intende dimostrare sul campo un nuovo sistema di dimmerazione/regolazione dell'illuminazione stradale progettato per ridurre il consumo energetico del 30% rispetto ai sistemi di regolazione di tipo "statistico",** ovvero tramite l'ausilio di cicli di riduzione del flusso luminoso pre-programmati.

Oltre a ridurre il consumo energetico dell'illuminazione stradale, l'inquinamento luminoso e le emissioni di CO₂, **la rete capillare di sensori low-cost consentirà il monitoraggio del rumore ambientale, del traffico e dell'inquinamento atmosferico nell'area urbana interessata dal progetto.**

LIFE-Diademe estenderà quindi l'acquisizione dei dati, promuovendo azioni urbane mirate e trasferibili sul clima e migliorando la sicurezza stradale attraverso l'individuazione di condizioni ambientali basate su dati meteorologici e sul traffico.

In tal modo, faciliterà ulteriormente l'attuazione dei più rigorosi *standard* in materia di sicurezza stradale, politiche di mitigazione del clima, politiche di adattamento e iniziative urbane orientate a un utilizzo più responsabile delle risorse energetiche.

Ogni singolo dato proveniente dai sensori in campo viene acquisito da un unico *software*; quest'ultimo è in grado di lavorare, gestire e visualizzare tutte le informazioni in modo esplicativo e di semplice comprensione.

Attraverso l'ausilio di grafici e tabelle sarà possibile la creazione di mappe in grado di fornire una visione chiara delle condizioni del traffico, dell'inquinamento ambientale e dell'inquinamento acustico.

Tramite l'innovativa tecnologia di sensori distribuiti e la creazione delle suddette mappe sarà quindi possibile monitorare le condizioni ambientali e attuare politiche di smistamento del flusso veicolare.

Gli obiettivi

Gli obiettivi specifici del progetto LIFE-Diademe sono i seguenti:

- applicando l'illuminazione adattiva, ridurre il consumo energetico dell'illuminazione stradale e le emissioni di CO₂ di almeno il 30% rispetto alle soluzioni che prevedono cicli pre-programmati;
- riduzione dell'inquinamento luminoso del 30%;
- attraverso l'analisi comparativa dei dati (rispetto a sistemi più precisi e costosi), validare l'uso di sensoristica diffusa a basso costo seguendo la logica del "Big Data";
- ottenere dei benefici legati alla sicurezza che ne consegue dall'applicazione dell'illuminazione adattiva e, quindi, dal riconoscimento di condizioni meteo avverse;
- ridurre i costi di manutenzione dell'illuminazione stradale del 10%, considerando un ciclo di vita previsto di 20 anni per il nuovo sistema di regolazione;
- riduzione dei rifiuti provenienti da apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) di 93 t/anno;
- sostenere lo spostamento verso pratiche di appalti pubblici verdi;
- generare delle politiche di traffico sulla base dei dati di inquinamento atmosferico e della "mappa del rumore";
- contribuire alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima, per la protezione e il miglioramento della qualità dell'ambiente.

I risultati attesi del progetto hanno il potenziale per creare un significativo impatto socio-economico e ambientale a livello europeo e globale. Il progetto sarà integrato con le strategie verdi di approvvigionamento pubblico e gli scenari futuri delle città intelligenti, fornendo un importante contributo per l'aggiornamento delle future politiche di mitigazione del clima e di

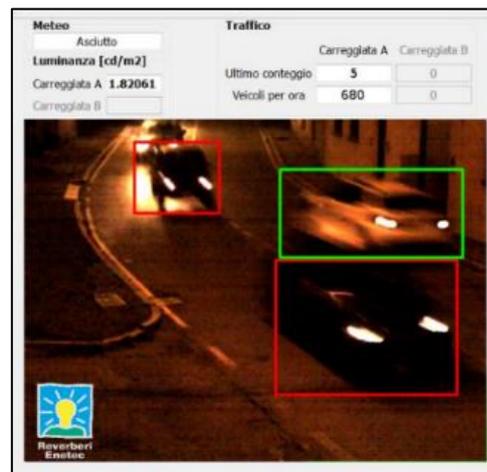


Figura 3 – Software per il conteggio dei veicoli, misura della luminanza e condizioni meteorologiche (immagine: staff LIFE-Diademe)

adattamento a limiti di emissioni più rigidi.

Le azioni

LIFE-Diademe si articola nelle seguenti 4 fasi:

Azioni preparatorie

Le azioni preparatorie sono fondamentali per il successo del progetto: nel corso di tali azioni sono stati definiti tutti i parametri di analisi, gli obiettivi quantitativi, le regole e le tecnologie. Sono state eseguite, inoltre, prove di laboratorio per valutare le prestazioni e il rispetto delle norme dell'innovativo sistema di regolazione dell'illuminazione stradale proposto; sono state effettuate analisi/test preliminari delle prestazioni illuminotecniche e sono state acquisiti autorizzazioni e permessi. Nel dettaglio, le azioni preparatorie ad oggi portate a termine sono le seguenti:

- formalizzazione degli *standard*;
- definizione dei parametri di analisi e dei *target* da monitorare;
- finalizzazione dei *test* di laboratorio;
- acquisizione di autorizzazioni e permessi.

Implementazione e validazione degli impianti dimostrativi

Nel corso del primo trimestre del 2018 è stato realizzato e collaudato un piccolo impianto dimostrativo (attualmente in fase di monitoraggio), che ha comportato l'equipaggiamento con la tecnologia *Diademe Device* di 107 punti luce localizzati presso il sito del test pilota all'EUR (tra i dispositivi finora installati nelle vie del quartiere "Roma EUR" anche 6 sensori per il monitoraggio della qualità dell'aria e 3 sensori di illuminazione adattiva). Attualmente (primo semestre 2019) si sta procedendo alla realizzazione di un grande impianto dimostrativo che verrà messo a punto e convalidato anche in presenza di tutti i soggetti interessati, sia pubblici che privati: entro il corrente anno verrà quindi completata l'intera rete neurale tramite la messa in opera di ulteriori 893 *Diademe Device* (di questi, 68 verranno installati su pali della luce nel quartiere Pietralata, a Roma Nord).



*Figura 4 – Diademe Device installato in via Cristoforo Colombo, Roma EUR
(foto: staff LIFE-Diademe)*

Monitoraggio dell'impatto delle azioni di progetto

Indicatori ambientali pertinenti – cioè consumo energetico, luminanza e sicurezza – vengono e verranno monitorati durante l'intero progetto. Sarà condotta un'accurata *Life Cycle Assessment (LCA)* al fine di valutare gli impatti ambientali del progetto e una *Life Cycle Cost Analysis (LCCA)* per analizzare i benefici ambientali ottenuti e valutare i costi (concentrandosi sulla riduzione dei costi pubblici per energia, manutenzione e rifiuti elettronici), il mercato potenziale e gli impatti socio economici del nuovo sistema di regolazione dell'illuminazione stradale.

Comunicazione e disseminazione

È in atto una campagna d'informazione al fine di attuare la trasferibilità e la replicabilità dei risultati di LIFE-Diademe. I *partner* del progetto continueranno a diffondere (a livello nazionale, europeo e internazionale) le attività realizzate, le soluzioni implementate e gli impatti socio-economici e ambientali ottenuti. Le parti maggiormente coinvolte nella campagna di informazione sono le seguenti: industria, mondo accademico, associazioni ed enti pubblici.

I risultati raggiunti

I primi dati provenienti dai sensori in campo sono il frutto di un [test](#) che ha visto l'attuazione dell'illuminazione adattiva in via dell'Aeronautica, nel quartiere EUR di Roma. Il test, dalla durata di 15 giorni, è stato condotto al fine di dimostrare che l'illuminazione adattiva consente di:

- regolare il livello di illuminazione sulla base dei dati in tempo reale di luminanza, flussi di traffico effettivi e condizioni meteorologiche;
- considerando i profili di dimmerazione pre-programmati e il risparmio energetico che comportano, apportare un ulteriore risparmio del 30%;
- prendere come riferimento i risultati ottenuti per estendere l'attuazione dell'illuminazione adattiva su tutte le strade coinvolte nel progetto.

I risultati dell'illuminazione adattiva sono stati comparati con i profili di dimmerazione pre-programmati e illuminazione a luce piena; quest'ultima rappresenta lo *standard* per l'illuminazione nel quartiere EUR di Roma.

Per fornire una valutazione accurata dei risultati, sono stati raccolti i dati provenienti da ciascun sensore coinvolto nel test e durante l'intera durata dello stesso non si sono verificati anomalie nel sistema.

Il giorno antecedente al primo giorno di test, 7 ottobre 2018, i dati relativi alla luminanza, ai profili di dimmerazione e ai flussi di traffico erano quelli indicati nella Figura 5, dove in alto sono evidenziati livelli di luminanza e dimmerazione misurati, mentre in basso è riportato il conteggio dei veicoli che percorrevano via dell'Aeronautica.

La linea bianca rappresenta l'andamento della luminanza misurata dai sensori in campo (stabile sul valore di 1.2cd/m^2), la linea blu il profilo di dimmerazione (nel caso del distretto EUR, *no-dimming*) e, infine, la linea arancione l'andamento della luminanza in riferimento alle condizioni del traffico e in accordo con la norma UNI 11248 (*luminance target*).

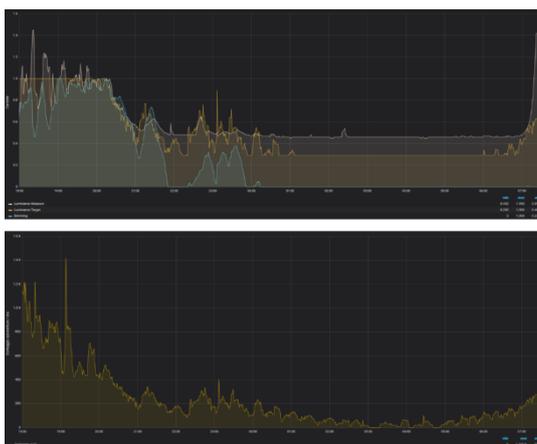


Figura 6 – Valori di luminanza, regolazione del flusso luminoso e flussi di traffico ad illuminazione adattiva attuata – 03.01.2019
(immagine: staff LIFE-Diademe)

Nei giorni successivi è stata attuata l'illuminazione adattiva (ad oggi ancora attiva), ottenendo dei risultati molto esplicativi come è possibile constatare dal grafico riportato in Figura 6. In tal caso la luminanza misurata in *real time*, risultato dell'attuazione di un profilo di dimmerazione adattivo in riferimento al traffico veicolare, segue l'andamento della luminanza in accordo con la norma UNI 11248.

Anche in corrispondenza di picchi di traffico veicolare durante la notte, il sistema risponde correttamente garantendo la corretta illuminazione della strada e consentendo allo stesso tempo il raggiungimento di un considerevole risparmio energetico.

Considerando che sono stati acquisiti automaticamente tutti i dati provenienti dai sensori coinvolti nel test, indipendentemente dal tipo di regolazione – *no-dimming*, profili di dimmerazione pre-programmati (su base statistica) e illuminazione adattiva – un singolo punto luce (nel lasso di tempo di 15 giorni), ha riportato i seguenti consumi di energia:

- luce piena: 870 Wh;
- profili di dimmerazione pre-programmati: 632 Wh;

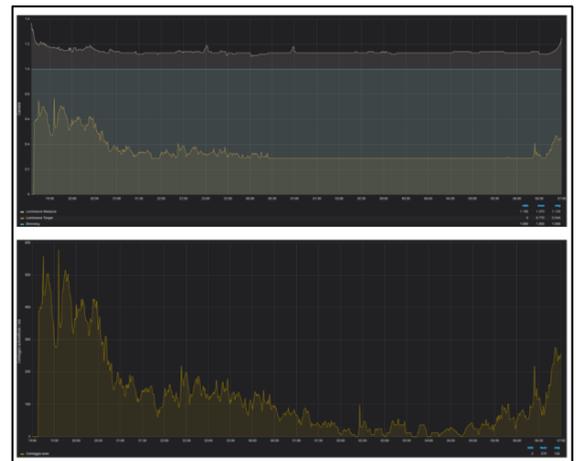


Figura 5 – Valori di luminanza, regolazione del flusso luminoso e flussi di traffico prima dell'attuazione dell'illuminazione adattiva – 07.10.2018
(immagine: staff LIFE-Diademe)

- illuminazione adattiva: 424 Wh.

Il test ha portato a risultati molto incoraggianti. La diminuzione dei consumi energetici ottenuta con il sistema di illuminazione adattivo, comparata con cicli di regolazione pre-programmati, è stata maggiore rispetto ai *target* di progetto: 33% invece del 30%, mentre la *performance* raggiunge il 51% se comparata con l'attuale sistema di illuminazione a luce piena.

	Consumo energetico punto luce [Wh]	Risparmio energetico vs Luce piena	Risparmio energetico vs Cicli pre-regolati
Luce piena	870	-	-
Cicli pre-regolati	632	27%	-
Adattiva	424	51%	33%

L'illuminazione adattiva contribuisce inoltre a una riduzione delle emissioni di CO₂, così come a una diminuzione dell'inquinamento luminoso, aprendo la strada a una soluzione in grado di garantire protezione e miglioramento della qualità dell'ambiente.

Figura 7 – Risultati ottenuti e confronto con altre tecniche di regolazione del flusso luminoso (immagine: staff LIFE-Diademe)

La diffusione dei risultati

Le attività di divulgazione dei risultati del progetto LIFE-Diademe sono state indirizzate a tecnici, aziende, mondo accademico, associazioni, enti pubblici, nonché a *stakeholder* di vario genere. Tali attività hanno comportato:

- la partecipazione dello *staff* di progetto a fiere di settore, tra le quali: *Light + Building* (Francoforte), [Smart City Expo World Congress](#) (Barcellona), *Sustainable Energy Week* (Bruxelles);
- la realizzazione di seminari tecnici con lo scopo di focalizzare l'attenzione sui vantaggi derivanti dall'attuazione di un'illuminazione intelligente, così come i benefici per la comunità;
- la partecipazione a giornate di informazione/formazione e conferenze destinate ai tecnici e al personale di settore;
- attività di *cross-dissimination* con altri progetti finanziati dall'UE, al fine di attuare la trasferibilità e la replicabilità dei risultati di LIFE-Diademe;
- la realizzazione di strumenti multimediali: [sito web](#) in italiano e in inglese, video degli eventi realizzati e sponsorizzazione degli stessi sui principali *social network* ([Facebook](#), [Twitter](#));
- la creazione di una *mailing-list* per la condivisione di [newsletter](#) relative al progetto;
- la realizzazione di [materiali di comunicazione](#) quali *brochure*, opuscoli, *roll-up* e gonfaloni;
- la pubblicazione di articoli su riviste scientifiche e di settore, nonché di articoli di divulgazione generale.



Figure 8 e 9 – Seminario tecnico Cesena, marzo 2017 (a sx). Lubiana Lux Europe Conference, settembre 2017 (a dx) (foto: staff LIFE-Diademe)