



Ricerca di Sistema elettrico

# Valutazione di infrastrutture pubbliche energivore per complessi edificati, Impianti di IP smart e Sistemi Smart Service: Prototipo di piattaforma ICT

L. Blaso, S. Agnoli, A. Brutti, G. Fasano, S. Fumagalli, G. Giuliani,  
N. Gozo, G. Leonardi, F. Pieroni, S. Pizzuti, M. Zinzi

VALUTAZIONE DI INFRASTRUTTURE PUBBLICHE ENERGIVORE PER COMPLESSI EDIFICATI, IMPIANTI DI IP SMART  
E SISTEMI SMART SERVICE: PROTOTIPO DI PIATTAFORMA ICT

L. Blaso, S. Agnoli, A. Brutti, G. Fasano, S. Fumagalli, G. Giuliani, N. Gozo, G. Leonardi, F. Pieroni,  
S. Pizzuti, M. Zinzi (ENEA)

Dicembre 2018

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2018

Area: Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: D.7 Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano

Obiettivo: c. Controllo e valutazione delle infrastrutture pubbliche energivore

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Per l'attività della Prassi di Riferimento UNI si ringrazia Owen Ransen ed il Gruppo di Lavoro GL10 "Efficienza energetica degli Edifici"  
UNI/CT023/GL10 della Commissione UNI/CT023 "Light and Lighting"

## Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE .....	5
2 SVILUPPO ED APPLICAZIONE DI STRUMENTI E METODI PER L'ANALISI ENERGETICA DI EDIFICI SCOLASTICI ATTRAVERSO PIATTAFORMA WEB .....	7
2.1 INDIVIDUAZIONE E VALUTAZIONE DEI REALI USI ENERGETICI NELL'APPLICAZIONE DELLA SCHEDA PELL EDIFICI SCOLASTICI (UNIVERSITÀ SAPIENZA, DIPARTIMENTO DIAEE) .....	7
2.2 PRASSI DI RIFERIMENTO UNI DI SUPPORTO AL TOOL LENICALC (ENEA).....	11
3 PRIMI TEST DI USABILITÀ DELLA PIATTAFORMA PELL IP .....	13
4 SISTEMA DI SMART SERVICE INTEGRATO NELL'AMBIENTE URBANO: STUDIO RELATIVO ALLE PRIME APPLICAZIONI PROTOTIPALI.....	26
4.1 ANALISI DI SUPPORTO LOGISTICO PRELIMINARE APPLICATA AL SISTEMI DI TERMOREGOLAZIONE DELL'EDIFICIO F-40 CASACCIA (UNIVERSITÀ ROMA TRE, DIPARTIMENTO SCIENZE).....	26
4.1.1 <i>Descrizione dell'attività</i> .....	26
4.1.2 <i>Descrizione</i> .....	27
4.1.3 <i>LSA: Attività e prestazioni</i> .....	27
4.1.4 <i>Gli Obiettivi della gestione logistica</i> .....	28
4.1.5 <i>LSA Operativa</i> .....	28
4.1.6 <i>Conclusioni</i> .....	29
4.2 DEFINIZIONE DELLE NUOVE FUNZIONI DI RICONOSCIMENTO AUDIO SVILUPPATE NELLA PRESENTE ANNUALITÀ E DESCRIZIONE DI ALCUNE IPOTESI DI SCENARI/SERVIZI SMART POSSIBILI GRAZIE ALLE NUOVE FUNZIONI (ENEA).....	30
4.2.1 <i>SmartEye Audio Sensing (B13-A17 Module)</i> .....	31
4.2.2 <i>Le nuove funzioni del sensore/telecamera</i> .....	31
4.2.3 <i>Test e training</i> .....	32
4.2.4 <i>Gli scenari e servizi smart</i> .....	32
4.2.5 <i>Partecipazione a gruppi di lavoro in enti normatori</i> .....	33
5 CONCLUSIONI.....	35

## Sommario

Il rapporto tecnico descrive l'attività svolta nell'ambito della valutazione delle infrastrutture pubbliche energivore considerando sia complessi edificati che impianti di Illuminazione Pubblica e Sistemi Smart Service.

In questo trimestre sono proseguite alcune attività inerenti la piattaforma verticale PELL (<https://www.pell.enea.it>) ed in particolare il test di usabilità del Portale, nell'utilizzo Front end ed il caricamento di una scheda censimento appositamente redatta, con il caricamento automatico tramite l'XML.

Nell'ambito del PELL edifici è proseguita l'attività di testing della scheda censimento per gli edifici scolastici, con l'obiettivo di ricavare i dati di consumo energetico di 70 edifici, che consentano di incrementare il numero di dati utili al calcolo degli indicatori di consumo, opportunamente definiti, sull'intero territorio nazionale. Inoltre, è stato completato il testo della Prassi di riferimento UNI (PdR UNI) di supporto al software LENICALC (v.3) che saranno distribuito a metà del 2019 .

Per quanto riguarda l'attività nell'ambito dei Sistemi Smart Service sono state definiti alcuni servizi/scenari smart, partendo da funzioni di riconoscimento audio sviluppate nella precedente annualità; si è proceduto all'applicazione dell'analisi dello studio di affidabilità e criticità all'impianto termico di climatizzazione dell'edifici F40 ENEA (Smart Village di Casaccia) ed è proseguita l'attività svolta da ENEA nell'ambito normativo e di standardizzazione nazionale ed internazionale.

## 1 Introduzione

La piattaforma software verticale Public Energy Living Lab – PELL (<https://www.pell.enea.it> connessione con certificato sul server) ha l'obiettivo, su scala nazionale, di avviare e supportare una riorganizzazione dei processi gestionali delle infrastrutture pubbliche energivore, partendo da una mappatura e raccolta standardizzata ed omogenea dei loro dati d'identità e di consumo, dallo sviluppo di protocolli di trasmissione dei dati che ne consentano l'operabilità e, in ultimo, approdare sia alla creazione di un vero e proprio catasto nazionale, strutturato in un DB interoperabile, sia in un tool di monitoraggio e valutazione delle prestazioni dei servizi.

Il Progetto PELL si pone l'obiettivo di conoscere per gestire ed innovare gli impianti partendo dal loro censimento, definendo quindi un formato standard di acquisizione dei dati a partire dal quale alimentare la piattaforma PELL progettata che si appresta a diventare operativa sia come infrastruttura/piattaforma informatica per la raccolta standardizzata dei dati statici e dinamici delle infrastrutture pubbliche energivore sia come tool di valutazione e monitoraggio dell'infrastruttura e del servizio offerto mediante l'elaborazione dei dati e fornitura di KPI.

L'attività di ricerca ha come obiettivo quindi da un lato di realizzare la piattaforma PELL e dall'altro la realizzazione di soluzioni Smart Lighting e Smart Services avanzate per integrare, in un unico frame work, una serie di servizi urbani, valutandone potenzialità e vulnerabilità.

Nel corso delle precedenti annualità (report RdS/2015/001, report RdS/2016/011, report RdS/2017/053) è iniziato lo sviluppo dell'infrastruttura del PELL applicata agli impianti di Illuminazione Pubblica (IP), con l'obiettivo di conoscere per gestire ed innovare gli impianti partendo dal loro censimento, definendo quindi un formato standard di acquisizione dei dati a partire dal quale alimentare la piattaforma PELL progettata. È stata progettata e realizzata l'infrastruttura Big Data per la raccolta dei dati di consumo degli impianti di Illuminazione Pubblica, dati che riguarderanno tutta l'Italia e che saranno misurati continuamente nell'ordine dei minuti, e che per tale ragione non potevano che essere trattati secondo il paradigma "Big Data". Per questa ragione è stato progettato il Data Lake ed l'infrastruttura Big Data in tutte le sue componenti. Sono state aggiornate le specifiche tecniche per l'invio dei dati dinamici di consumo ed è stato pubblicato la specifica tecnica (data Model) per i dati di identità dell'Illuminazione Pubblica, definendo il formato per strutturare e raccogliere i dati in maniera uniforme e fornire anche una specifica di implementazione (formato XML). È proseguita l'implementazione della piattaforma relativamente al Front end, al modulo di caricamento e gestione del data model in modalità automatica (caricamento del file formato XML) o con form online (compilazione manuale), all'aggiornamento dei KPI di progetto e l'implementazione dei KPI dinamici, all'implementazione del modulo SAVE per la valutazione economico finanziario di impianti di IP a seguito dell'implementazione degli algoritmi di calcolo che sono stati definiti.

L'approccio metodologico del PELL è stato quindi esteso agli edifici pubblici (edifici scolastici), per la gestione dei flussi di energia in edifici singoli o complessi di edifici e per la loro caratterizzazione e valutazione in termini di prestazioni energetiche, consumi energetici ed emissioni di CO<sub>2</sub>. La scheda censimento redatta, dopo essere stata rivisitata, è stata testata con 15 edifici per verificarne l'efficacia sul campo ma anche le criticità affrontate durante tutto il processo di raccolta dati. Il software LENICALC v.3, per il calcolo del LENI secondo lo standard UNI EN 15193-1: 2017, è stato concluso con l'implementazione di una funzione che consenta, all'utente, l'invio di alcuni dati di progetto necessaria alla raccolta di informazioni per la definizione di benchmark nazionali.

Nell'ambito dei Sistemi Smart Service, infine sono stati trattati differenti argomenti, quali: l'aspetto economico-finanziario attraverso la valutazione di interventi di riqualificazione di tipo *smart adaptive lighting* (SAL) e *smart street services* (SSS). L'aspetto sicurezza informatica attraverso l'analisi di sistemi di anomaly detection system utilizzando tecniche di protezione tra le più efficienti cioè quelle basate su Intrusion Detection System (IDS) e l'analisi di Supporto Logistico (LSA) di una linea di illuminazione "smart" stradale pubblica già operativa in un contesto urbano al fine di valutare l'affidabilità del sistema e dei suoi componenti. È stata condotta un'analisi del livello di diffusione degli interventi di riqualificazione dell'infrastruttura di Pubblica Illuminazione con riferimento anche ai servizi smart forniti analizzando anche

le principali ricadute economico-sociali e ambientali connesse. Sono state applicate le linee guida che individuano i servizi smart di un impianto di illuminazione pubblica rendendole parte integrante di un capitolato tecnico di un bando di riqualificazione dell'illuminazione pubblica che un ipotetico comune potrebbe utilizzare. È stato implementato un sensore/telecamera per il controllo della mobilità e sicurezza con nuove funzionalità, integrandolo con un microfono e sviluppando algoritmi software per il riconoscimento del suono. E' proseguito il progetto di una smart street prototipale all'interno di un contesto controllato Smart Village Casaccia. Nell'ottica di studiare nuove estensioni di applicazione del PELL state analizzate soluzioni tecnologiche, per la mitigazione del microclima urbano e il miglioramento del benessere dei cittadini, intendendo questo come servizio aggiuntivo integrato nell'ambiente urbano. Infine, è stata estesa la partecipazione a gruppi di lavoro di enti normatori nazionali, europei ed internazionali nel settore dell'illuminazione (collaborazione con comitati di standardizzazione e normativa). All'interno di ciascun gruppo l'ENEA ha dato il proprio contributo a proposte, revisioni e stesura di norme e raccomandazioni tecniche nei relativi campi di competenza.

Nel presente trimestre sono state identificate le attività da proseguire, quali: la prosecuzione della fase di testing della scheda censimento, messa a punto per gli edifici scolastici, per ricavare i dati di consumo energetico di 70 edifici, incrementando il numero di dati che consentano di calcolare gli indicatori di consumo sull'intero territorio nazionale, ed al completamento del testo della prassi di riferimento di supporto al software LENICALC v.3; le attività connesse alla prosecuzione dell'implementazione della piattaforma PELL quale, il test di usabilità del portale ed il caricamento della scheda censimento (data model) nel format XML; l'applicazione dell'analisi dello studio di affidabilità e criticità all'impianto termico di climatizzazione dell'edifici F40 ENEA (Smart Village di Casaccia); la definizione di alcuni servizi/scenari smart, nell'ambito degli Smart Services, partendo da funzioni di riconoscimento audio sviluppate nella precedente annualità; la prosecuzione delle attività nell'ambito normativo e di standardizzazione nazionale ed internazionale.

L'obiettivo è stato articolato nei sotto- obiettivi di seguito,

- Controllo e valutazione remota consumi e prestazioni complessi edificati,
- Controllo e valutazione remota consumi e prestazioni degli Impianti IP smart,
- Sistema di smart service integrato nell'ambiente urbano.

## 2 Sviluppo ed applicazione di strumenti e metodi per l'analisi energetica di edifici scolastici attraverso piattaforma web

L'attività svolta in questo trimestre si è concentrata essenzialmente all'ampliamento della fase di testing della scheda censimento edifici, effettuato nel PAR 2017 su 15 edifici scolastici, ad altri 70 edifici per ricavare i dati di consumo energetico degli edifici ed incrementando il numero di dati che consentano di calcolare gli indicatori di consumo sull'intero territorio nazionale, ed al completamento del testo della Prassi di riferimento UNI (PdR UNI) di supporto al software LENICALC v.3 che saranno distribuiti gratuitamente nel 2019.

### 2.1 Individuazione e valutazione dei reali usi energetici nell'applicazione della Scheda PELL Edifici Scolastici (Università Sapienza, dipartimento DIAEE)

In questo trimestre si è proceduto ad un ampio approfondimento sulla valutazione dell'impegno energetico degli edifici ad uso scolastico nazionali (Report Rds/PAR2018/028).

Nella precedente ricerca (Report Rds/PAR2017/054) per effettuare il collaudo delle schede di indagine energetica (schede censimento edifici scolastici – PELL Edifici), per l'approfondimento tecnico richiesto all'interno di ogni edificio e per il ridotto tempo utile alla ricerca dati, era stato richiesto di limitare il lavoro a 15 edifici scolastici.

In questo trimestre la ricerca è volta non tanto ad approfondire lo studio del singolo edificio quanto a ricavare i dati di consumo energetico di ben 70 edifici.

I dati di consumo qui riportati vengono correlati a tutte le principali variabili relative al sistema edificio-impianto e consentono di calcolare, in maniera molto più accurata, gli indicatori di consumo sull'intero territorio nazionale.

Particolare attenzione viene posta nell'analizzare i sistemi fotovoltaici, nonché le relative quantità energetiche, presenti su numerosi edifici. Questo per delineare uno scenario di consumo strettamente rispondente alla realtà e quindi comprendente anche la quota parte di energia autoprodotta ed autoconsumata. Si presenta infine una stima del livello di producibilità, quindi di rendimento, dei sistemi fotovoltaici installati.

Vengono infine riassunte le principali criticità, sia per la fase di ricerca dati che per quella di organizzazione delle informazioni, ed infine proposte le linee guida generali per la soluzione dei problemi riscontrati.

Il lavoro in oggetto, con maggiore dettaglio, è relativo alle seguenti parti:

1. riorganizzazione dello staff di collaboratori in funzione delle necessità gestionali e di segreteria dedicate alla ricerca dati;
2. ricerca di ulteriori contatti amministrativi e tecnici nei principali uffici statali che gestiscono il patrimonio edilizio scolastico, lavoro necessario all'ottenimento dei dati tecnici di edificio e di consumo;
3. gestione dei contatti tecnici con il GSE per l'ottenimento dei dati energetici relativi agli impianti fotovoltaici posizionati su numerosi edifici scolastici;
4. individuazione di una base di partenza di circa 250 edifici scolastici, con diverse destinazioni d'uso didattiche, per ottenerne con certezza almeno 50 completi di informazioni tecniche e dati di consumo (il rendimento degli enti/edifici in merito alla collaborazione e fornitura dei dati, appena sperimentato nel lavoro precedente, risulta paria circa 0.20);
5. richiesta dei dati energetici ai relativi uffici addetti alla gestione dei plessi scolastici o direttamente ai dirigenti scolastici stessi;
6. valutazione e verifica della congruenza e completezza delle informazioni e dei dati reperiti;
7. calcolo degli indicatori di consumo aggiornati;
8. valutazione della situazione generale e del rendimento degli impianti fotovoltaici;
9. stesura della presente relazione contenente gli indicatori aggiornati, i dati sulla produzione da fotovoltaico e le conclusioni generali sul lavoro svolto.



A titolo di esempio si riporta di seguito esclusivamente i risultati dal lavoro. Tutti gli altri dati tecnici, le criticità del lavoro e le linee guida derivanti sono esaustivamente riportati nel Report Rds/PAR2018/028. Nella Tabella 1, vengono riassunti gli indicatori di consumo energetico, sia elettrico sia termico, per tutti gli edifici indagati. Relativamente all'energia termica assorbita vengono riportati due diversi conteggi in quanto alcuni edifici trovano installata una caldaia a GAS mentre altri, rari, sono serviti da un sistema di teleriscaldamento.

**Tabella 1: Dati scuole - indicatori**

	Scuola	Zona climatica	Indicatori energia elettrica [kWh/mq]	Indicatori energia elettrica [kWh/mc]	Indicatori gas [Smc/mq]	Indicatori gas [Smc/mc]	Indicatori energia termica [Mcal/mq]	Indicatori energia termica [Mcal/mc]
1	I.C. Salvatore Raiti	B	15,55	5	/	/	/	/
2	I.C. 14° Karol Wojtyla	B	18,03	5,96	/	/	/	/
3	I.C. Salvatore Chindemi	B	19,62	6,35	/	/	/	/
4	I.C. E. Vittorini	B	13,12	4,59	/	/	/	/
5	SM Archia	B	12,99	4,19	/	/	/	/
6	I.S. Enrico Mattei	C	/	/	2,29	0,72	/	/
7	I.T. Giulio Cesare Falco	C	16,48	4,48	3,25	0,88	/	/
8	I.T.E.S. Leonardo Da Vinci	C	13,7	4,14	1,9	0,57	/	/
9	L.S. Enrico Fermi	C	11,42	3,79	0,78	0,26	/	/
10	I.T.S. Carlo Andreozzi	C	14,93	5,07	1,42	0,48	/	/
11	I.S.I.S.S. Taddeo da Sessa	C	17,61	6,34	2,59	0,93	/	/
12	I.S.I.S.S. G.B. Novelli	C	17,99	5,85	4,69	1,52	/	/
13	L.C. Pietro Giannone	C	15,16	3,79	1,93	0,48	/	/
14	L.C. Giordano Bruno	C	12,12	3,98	1,07	0,35	/	/
15	L.C. D.Cirillo	C	13,31	4,44	1,3	0,43	/	/
16	S.M. Vicentini-Della Porta	D	/	/	5,13	1,54	/	/
17	S.I. Villaggio Celdit	D	5,18	1,73	6,56	2,19	/	/
18	S.E. Salvaiezzi	D	7,78	2,65	7,77	2,65	/	/
19	S.E. Brecciarola	D	13,02	4,06	5,97	1,86	/	/
20	S.I. Brecciarola	D	12,21	3,59	6	1,76	/	/
21	S.E. Via Amiterno	D	7,13	2,38	3,7	1,23	/	/
22	S.I. Madonna degli Angeli	D	5	1,67	8,75	2,92	/	/
23	S.I. Santa Barbara	D	7,43	2,36	6,86	2,18	/	/
24	S.I. Tricalle	D	13,29	3,32	4,14	1,04	/	/
25	S.E. Tricalle	D	10,21	3,4	3,13	1,04	/	/
26	S.E. Via Lanciano	D	10,67	3,2	4,6	1,38	/	/
27	S.E. Via Bosio	D	4,9	1,63	7,5	2,5	/	/
28	ITC Vincenzo Arangio Ruiz	D	18,07	4,13	3,81	0,87	/	/
29	L.S. Aristotele	D	22,95	5,18	4,94	1,11	/	/
30	I.I.S.S. L.B. Alberti	D	14,75	3,6	3,82	0,93	/	/
31	I.P.S.S.S. Edmondo De Amicis	D	11,79	2,14	7,86	1,43	/	/
32	L.C. Francesco Vivona	D	13,82	4,3	3,4	1,06	/	/
33	I.T.I.S. J. Von Neumann	D	11,97	3,41	3,41	1,02	/	/
34	I.T.C. Di Vittorio	D	5,86	1,68	1,45	0,41	/	/
35	S.M. Ramiro Ortiz	D	/	/	4,56	1,52	/	/
36	I.C. Vicovaro	D	20,42	6,81	5,54	1,85	/	/



37	S.E. Cesarii	D	14,95	4,69	2,61	0,82	/	/
38	S.E. Via Arniense	D	/	/	4,68	1,16	/	/
39	S.E. Villaggio Celdit	D	8,98	3,19	5,12	1,82	/	/
40	L.C. Bertrand Russell	D	15,44	2,78	2,78	0,7	/	/
41	L.S. Francesco D'Assisi	D	8,27	2,69	2,71	0,88	/	/
42	L.C. Francesco Vivona (succursale)	D	11,26	3,75	6,32	2,11	/	/
43	S.E. A. Manzoni	E	18,84	4,75	/	/	82,9	20,89
44	S.M. C.A. Modigliani / S.E. Mazzarello	E	10,64	3,47	/	/	/	/
45	S.M. Ignazio Vian	E	8,06	3,18	5,65	2,23	/	/
46	S.M. Drovetti / S.I. Quaranta	E	17,12	3,23	/	/	121,6	22,94
47	S.I. Tuoldo	E	16,84	4,21	/	/	101,57	25,39
48	Scuola media Ugo Foscolo	E	12,54	4,18	/	/	/	/
49	S.M. F. Casadio	E	11,97	3,64	6,65	2,02	/	/
50	S.M. Corrado Viali	E	14,26	4,71	10,85	3,58	/	/
51	S.M. Don G. Minzoni	E	12,66	4,16	7,33	2,41	/	/
52	S.M. Camillo Corradini	E	13,64	3	11,67	2,57	/	/
53	S.M. E. Fermi / S.E. G. Mazzini	E	8,97	1,99	15,05	3,34	/	/
54	S.M. L. Marini	E	13,54	3,89	9,57	2,75	/	/
55	S.M. G. Perotti	E	9,31	3,29	/	/	63,89	22,55
56	S.M. F. Maritano	E	5,61	1,86	/	/	54,31	18,04
57	S.M. Nievo	E	12,54	4,18	7,49	2,5	/	/
58	S.M. A. Meucci	E	7,35	1,47	4,52	0,9	/	/
59	S.M. Aldo Palazzeschi	E	12,86	3,95	/	/	63,46	19,47
60	I.C. Alighieri-Kennedy	E	11,34	3,03	/	/	50,93	13,62
61	S.E. A. Persia	E	14,4	3,71	1,71	0,44	/	/
62	S.I. G. Ciancusi	E	11,2	2,79	11,25	2,8	/	/
63	S.I. Don Bosco	E	16,74	4,8	2,56	0,73	/	/
64	I.P.A. G. Donadio	F	19,88	9,64	8,75	4,24	/	/
65	I.T.C. Bonelli	F	13,37	3,25	7,78	1,89	/	/
66	I.P.S.S.C.T. Sebastiano Grandis	F	14,27	4,34	9,94	3,03	/	/
67	I.T.G. + I.P.S.I.A. Virginio Donadio	F	16,29	5,69	12,82	4,48	/	/
68	L.C. / L.S. G. Peano - S. Pellico	F	17,87	3,57	17,78	3,56	/	/
69	L.A. Ego Bianchi	F	/	/	11,78	3,68	/	/
70	S.I. Sacra Famiglia	F	13,71	3,66	14,17	3,78	/	/

Viene di seguito proposta la Tabella 2 che riassume gli indicatori di consumo medi suddivisi in funzione delle diverse zone climatiche. Per la zona climatica A, relativa essenzialmente a Lampedusa, isola sicuramente impegnata su altre importanti priorità, nonostante l'impegno profuso, non è stato possibile ottenere dati e quindi calcolare gli indicatori.

**Tabella 2: Indicatori di consumo medi**

	Indicatori energia elettrica [kWh/mq]	Indicatori energia elettrica [kWh/mc]	Indicatori gas [Smc/mq]	Indicatori gas [Smc/mc]	Indicatori energia termica [Mcal/mq]	Indicatori energia termica [Mcal/mc]
Zona B	15,86	5,22	/	/	/	/
Zona C	14,75	4,65	2,12	0,66	/	/
Zona D	11,47	3,26	4,93	1,48	/	/
Zona E	12,40	3,50	7,86	1,88	76,95	20,41
Zona F	15,90	5,02	11,86	3,52	/	/

La presente estensione al lavoro di ricerca ha permesso di verificare in maniera approfondita anche i dati di producibilità e di autoconsumo degli impianti fotovoltaici.

Grazie ai dati forniti dal GSE e da Città Metropolitana di Roma è stato anzitutto possibile valutare la producibilità degli impianti installati sugli edifici scolastici, questo è stato fatto confrontando l'energia prodotta nel 2017 con l'energia stimata tramite le statistiche del gestore di rete (Tabella 3).

Per ogni kW di potenza installata vengono prodotti in media, 1.100 kWh nelle regioni settentrionali, 1300 kWh nelle regioni centrali e 1.500 kWh in quelle meridionali (fonte GSE).

**Tabella 3: Confronto tra energia stimata e prodotta degli impianti fotovoltaici**

Scuola	Comune	Potenza installata (kWp)	Energia prodotta (kWh/anno)	Energia stimata (kWh/anno)	Differenza (kWh/anno)	Differenza (%)
S.E. A. Manzoni	Torino	21,5	20912	23650	-2738	-11,58
S.M. C.A. Modigliani / S.E. Mazzarello	Torino	19,8	22446	21780	666	3,06
S.M. Ignazio Vian	Torino	19,8	22446	21780	666	3,06
S.M. Drovetti / S.I. Quaranta	Torino	21,5	22242	23650	-1408	-5,95
S.I. Turoldo	Torino	19,8	22446	21780	666	3,06
I.T.C. Vincenzo Arangio Ruiz	Roma	19,51	26213	25363	850	3,35
L.S. Aristotele	Roma	19,5	24103	25350	-1247	-4,92
I.I.S.S. L.B. Alberti	Roma	18,5	19000	24050	-5050	-21,00
I.T.I.S. J. Von Neumann	Roma	9,68	11663	12584	-921	-7,32
I.T.C. Di Vittorio	Roma	18,72	21715	24336	-2621	-10,77
I.C. Alighieri-Kennedy	Torino	19,8	22446	21780	666	3,06
S.I. Sacra Famiglia	Cuneo	19,9	24620	21890	2730	12,47
S.E. Cesari	Chieti	19	25839	24700	1139	4,61
S.E. Villaggio Celdit	Chieti	16,9	22179	21970	209	0,95
L.C. Bertrand Russel	Roma	18	23111	23400	-4400	-1,24
L.S. Francesco D'Assisi	Roma	12,7	14180	16510	-2330	-14,11
L.C. Francesco Vivona (succursale)	Roma	17,4	21600	22620	-1020	-4,51
S.M. L. Marini	Avezzano	16	15800	20800	-5000	-24,04
I.C. Vicovaro	Vicovaro	27	0	35100	-35100	-100,00
<b>TOTALE</b>		<b>355,01</b>	<b>382961</b>	<b>433093</b>	<b>-50132</b>	<b>-11,58</b>

In conclusione, nell'ambito del presente lavoro è stato raggiunto l'obiettivo di ampliare la precedente ricerca, relativa al PAR 2017, per la valutazione energetica degli edifici ad uso scolastico, mediante l'estensione della raccolta dati energetici a ben 70 edifici.

Il lavoro di gestione dei contatti e di raccolta dei dati, ha permesso di valutare in maniera più accurata gli indicatori di consumo energetico. Nel precedente lavoro, a causa della necessità di collaudare le schede di indagine e di effettuare sopralluoghi tecnici, la quantità degli edifici era stata limitata a 15 unità.

La ricerca descritta in questo documento si riassume brevemente nelle seguenti fasi:

- scelta di circa duecentocinquanta scuole su cui effettuare la raccolta dati (quantità sovrabbondanti ma necessarie proprio per aver appena valutato la risposta fattiva al lavoro di indagine in circa il 20% dei casi totali);
- contatto con gli enti responsabili della gestione del patrimonio edilizio (comuni e città metropolitane) e gestione delle pratiche per ottenere i dati di consumo;
- contatto con il GSE e gestione delle pratiche per ricevere i dati energetici relativi agli impianti fotovoltaici presenti su numerosi edifici;
- contatto con i dirigenti scolastici e con buona parte del personale impiegato per ricavare le informazioni tecniche aggiuntive;
- raccolta dei dati da tutte le figure coinvolte, riorganizzazione, verifica della congruità ed organizzazione degli stessi;
- valutazione e studio dei casi elaborati;
- calcolo degli indicatori di consumo aggiornati;
- studio della situazione di producibilità degli impianti fotovoltaici;
- stesura della presente relazione contenente le linee guida per la messa a punto finale del sistema di indagine e di supervisione energetica.

Gli obiettivi raggiunti nel presente lavoro sono i seguenti:

1. sono state approfondite le situazioni energetiche degli edifici già oggetto della precedente ricerca comprendendone al meglio la situazione del complesso edificio-impianto;
2. sono stati valutati dal punto di vista energetico ben 70 edifici ad uso scolastico;
3. sono stati quindi calcolati gli indicatori di consumo aggiornati, con una precisione adeguata, sull'intero territorio nazionale;
4. viene mostrata la situazione di producibilità media degli impianti fotovoltaici installati sui tetti degli edifici, indicando in aggiunta le principali criticità rilevate;
5. viene riassunto l'intero lavoro in questa relazione, con l'aggiunta di alcune linee guida ritenute importanti per il futuro
6. è stata dimostrata la necessità di impiego di personale tecnico in ogni edificio per poter effettuare tutte le normali operazioni di gestione energetica e di impianto.

## 2.2 Prassi di Riferimento UNI di supporto al tool LENICALC (ENEA)

L'attività ha riguardato il completamento del testo della Prassi di riferimento UNI (PdR UNI) che sarà distribuita dall'UNI, a supporto del software LENICALC (versione 3) completato al termine del triennio PAR (2015-2017)(cfr. Report RdS/PAR2017/053).

A seguito del completamento di LENICALC è stato possibile completare il testo della Prassi di Riferimento UNI. Come l'UNI definisce sul suo sito (<http://www.uni.com>) la PdR rappresenta un documento ".....*para-normativo nazionale nasce dalle iniziative già perseguite da ISO, CEN e numerosi enti di normazione nazionali (come l'inglese BSI, il francese AFNOR...) di disporre di una modalità di condivisione e formalizzazione di contenuti tecnici innovativi - spesso sulla base di documenti già consolidati in forma privata o consorziata - nella quale la limitazione del coinvolgimento delle parti interessate (e quindi del livello di consenso) sia funzionale alla rapidità dell'iter e quindi al ruolo di trasferimento della conoscenza richiesto al mondo della normazione.....*"

In particolare, la PdR realizzata si intitola in italiano "**Strumento di calcolo computerizzato per la determinazione del LENI secondo il metodo di calcolo completo della norma UNI EN 15193-1:2017**" ed in

inglese **“Software program to calculate LENI according to the complete method of the UNI EN 15193-1:2017 standard”** ed è stata scritta dal gruppo ristretto di lavoro ENEA-GL10 nell’ambito del triennio del Par (2015-2017).

Tale Prassi (testo scritto in italiano ed in inglese) che accompagnano il tool LENICALC (scritto in inglese), è costituita da semplici spiegazioni che in qualità di linea guida, aiutano per il progettista che vorrà applicare il metodo di calcolo completo della norma UNI EN 15193-1:2017 mediante l’utilizzo del software di calcolo. L’utente della PdR e del software LENICALC sarà guidato nel processo di calcolo strutturato sulle esigenze logiche richieste dall’applicazione della norma UNI EN 15193-1, indipendentemente dalla sequenza di esposizione dei requisiti normativi.

Con il software LENICALC è quindi possibile calcolare le grandezze e gli indicatori legati ai consumi e all’efficienza energetica dell’illuminazione artificiale negli edifici, come appunto definiti nella norma UNI-EN-15193-1:2017.

La PdR è stata strutturata secondo le fasi che costituiscono il tool LENICALC:

- **New LENI Project:** questa sezione descrive come si può creare un nuovo progetto LENICALC
- **Project Properties:** questa sezione richiede la compilazione di dati generali dell’edificio (latitudine, longitudine, destinazione d’uso predominante, etc..). La PdR entra nel dettaglio di ciascun campo da compilare dando anche i riferimenti normativi e spiegando, in alcuni casi, i range dei valori che possono essere immessi;
- **Add DXF Floor to project:** questa sezione descrive come importare il file DXF di ogni piano che costituisce l’edificio e deve essere simulato ;
- **Floor Properties:** questa sezione consente di inserire l’altezza di ciascun piano;
- **Room Properties:** questa sezione consente di configurare ogni stanza, presente su ciascun piano, secondo le caratteristiche richieste dallo standard;
- **Zone Properties:** questa sezione consente di configurare le zone, presenti in ciascuna stanza, secondo le caratteristiche richieste dallo standard;
- **Window Properties:** questa sezione consente di associare, ad ogni stanza, le superfici finestrate verticali e di associare le caratteristiche geometriche/ottiche della finestra;
- **Atrium Properties:** questa sezione consente di inserire l’atrio ed associare le caratteristiche geometriche/ottiche dell’atrio;
- **Roof light Properties:** questa sezione consente di associare, ad ogni stanza, le superfici finestrate orizzontali e le caratteristiche geometriche/ottiche dei lucernai;
- **Products:** questa sezione consente di associare, ad ogni zona, la quantità e la tipologia dei prodotti (apparecchi di illuminazione, sistemi di controllo);
- **Building calculation:** questa sezione visualizza i risultati del LENI annuali dell’edificio e dell’energia specifica mensile dell’edificio
- **Floor calculation:** questa sezione visualizza i risultati del LENIsub annuali di piano e dell’energia specifica mensile del piano
- **Room Energy calculation:** questa sezione visualizza i risultati del LENIsub annuali di stanza e dell’energia specifica mensile di stanza
- **Create ENEA DB file:** questa sezione consente la creazione del file XML contenente i dati del progetto da inviare all’ENEA per la creazione di un DB con valori di benchmark su scala nazionale
- **Define Print pages:** questa sezione consente la predisposizione del report di stampa dei risultati del progetto (parti generali e di dettaglio).

La distribuzione della Prassi di Riferimento (a mezzo sito web dell’UNI) e del tool LENICALC (a mezzo Portale PELL <https://www.pell.enea.it>) avverrà entro metà del 2019 e sarà data diffusione organizzando un evento ad hoc.

### 3 Primi test di usabilità della Piattaforma PELL IP

L'attività svolta in questo trimestre si è concentrata essenzialmente sulla piattaforma PELL ed in particolare sul test di usabilità del Portale implementato nell'annualità precedente (PAR 2017) che è stato volto a verificare le funzionalità per il caricamento e la sottomissione di una scheda censimento e a valutarne il corretto funzionamento e la semplicità di utilizzo prima dell'avvio dell'inserimento delle schede censimento relative al Bando Consip Luce 4.

Al termine del triennio delle attività (PAR 2015-2017) il prodotto della ricerca è stata la pubblicazione del portale PELL (<https://www.pell.enea.it> connessione con certificato sul server) che ha visto l'implementazione del Front-end, sezione dedicata agli utilizzatori del portale per l'accesso al portale e la fruizione di tutti i servizi che l'applicazione mette a disposizione (Figura 1).

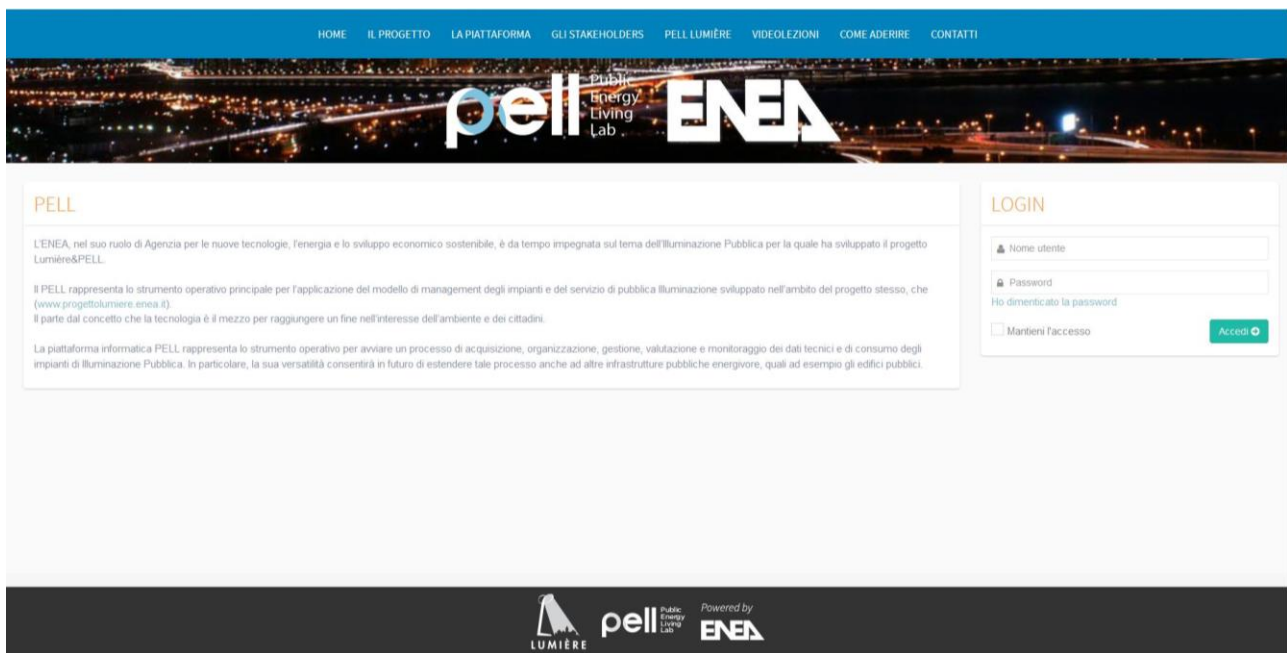


Figura 1: Sezione Registrazione utente e login

Per questa ragione prima che si dia avvio alla registrazione dei Comuni (Bando Consip Luce 4) ed al relativo inserimento delle schede censimento degli impianti (data model) sono state effettuate delle prove di usabilità simulando innanzitutto le due procedure (alternative) che gli utenti della piattaforma hanno a disposizione per inserire le proprie schede:

- **caricamento** di una scheda censimento XML in modalità automatica
- **creazione** di una nuova scheda censimento attraverso form online (compilazione manuale).

Inoltre, sono state testate le funzionalità che consentono la **visualizzazione/modifica** (attraverso form online) e l'effettiva **sottomissione** di una scheda già caricata attraverso una qualunque delle due modalità precedentemente elencate.

Infine è stata verificata la funzionalità per la **registrazione di un utente** (Figura 2).

Al fine di effettuare queste prove e simulare il comportamento di un Comune, è stato creato un utente di test.

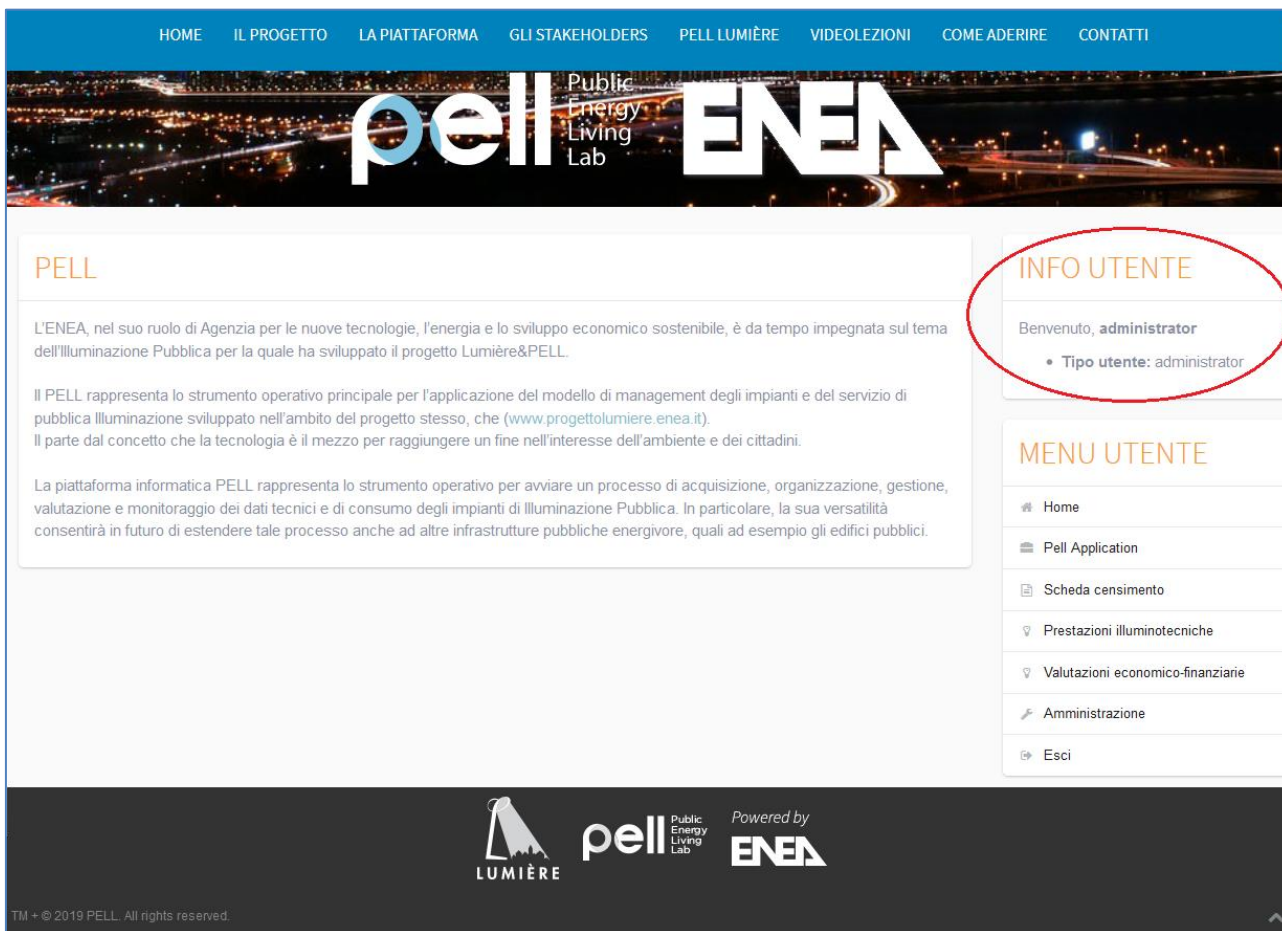


Figura 2 Sezione di accesso alle funzionalità abilitate per l'utente

Di seguito sono descritti nel dettaglio i vari test effettuati.

**Test 1: caricamento di una scheda censimento XML in modalità automatica**

Questo test ha avuto l'obiettivo di simulare la procedura che eseguirà un Comune/utente capace di creare autonomamente la scheda censimento XML e che quindi userà la piattaforma PELL solo per il suo caricamento per poi sottometterla.

Per l'esecuzione di questo test, quindi, è stata appositamente realizzata una scheda censimento XML con dati verosimili riferiti ad un impianto ipotetico avente un numero di elementi significativo rispetto a quelli che sono gli scenari reali attesi; nello specifico, la scheda di prova ha una dimensione di circa 7,5 Mega e conta i seguenti elementi:

N° POD	N° Quadri Elettrici	N° Zone omogenee	N° Punti luce	Tecnologie considerate
4	12	36	1296	LED o SAP

Un frammento del file XML realizzato è riportato in Figura 3, mentre Figura 4 mostra la funzionalità di caricamento del file offerta dalla piattaforma e Figura 5 che il caricamento è effettivamente avvenuto. Questa prima prova non ha evidenziato particolari difficoltà di utilizzo o criticità, se non l'utilità di aggiungere dei *tooltip* descrittivi ai pulsanti relativi alle "Azioni" possibili sulle schede caricate, in modo da renderne più chiare le funzionalità.

```

<CensusTechSheet xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco"
xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd" xmlns:gsr="http://www.isotc211.org/2005/gsr"
xmlns:gts="http://www.isotc211.org/2005/gts" xmlns:gss="http://www.isotc211.org/2005/gss"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <Area>
    <gml:Polygon srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4936" gml:id="POL2">
      <gml:exterior>
        <gml:LinearRing>
          <gml:posList srsDimension="2">45.25600000 -110.45000000 46.46000000 -109.48000000
43.84000000 -109.86000000 45.25600000 -110.45000000 </gml:posList>
        </gml:LinearRing>
      </gml:exterior>
    </gml:Polygon>
    <Extension>02</Extension>
    <ArealD>Circoscrizione09</ArealD>
    <Scale>02</Scale>
  </Area>
  <PLSystemGeneralData>
    <ValidityStartDate>2006-05-04</ValidityStartDate>
    <ValidityEndDate>2006-05-04</ValidityEndDate>
    <Source>01</Source>
    <Scale>01</Scale>
    <gml:Polygon srsName="http://www.opengis.net/def/crs/EPSSG/0/4936" gml:id="POL1">
      <gml:exterior>
        <gml:LinearRing>
          <gml:posList srsDimension="2">45.25600000 -110.45000000 46.46000000 -109.48000000
43.84000000 -109.86000000 45.25600000 -110.45000000 </gml:posList>
        </gml:LinearRing>
      </gml:exterior>
    </gml:Polygon>
    <ISTATCode>036023</ISTATCode>
    <City ln="01">MODENA</City>
    <Region>EMILIA ROMAGNA</Region>
    <!-- NumberOfCitizens = numero abitanti (il valore sarà modificato nell'esecuzione del Test 3 -->
    <NumberOfCitizens>184000</NumberOfCitizens>
    <Surface uom="km2">183.50</Surface>
    <PersonInCharge>MARIO ROSSI</PersonInCharge>
    <Overseer>GEMMO</Overseer>
    <ForfaitSystemFlag>0</ForfaitSystemFlag>
    <NumberOfConnectedLightSpots>5000</NumberOfConnectedLightSpots>
    <NumberOfOwnedLightSpots>2000</NumberOfOwnedLightSpots>
  </PLSystemGeneralData>
  <POD>
    <!-- PODCode = codice POD (il valore sarà modificato per la seconda prova del Test 1 -->
    <PODCode>IT001E04172906</PODCode>
    <PODGeneralData>
      <ValidityStartDate>2006-05-04</ValidityStartDate>
      <ValidityEndDate>2006-05-04</ValidityEndDate>
    </PODGeneralData>
  </POD>
  ....

```

Figura 3 Schema censimento XML di Test



**ELenco SCHEDE CENSIMENTO**

Id	Descrizione	codice istat comune	nome comune	N. POD	N. quadri	N. punti luce	Azioni
+ 1	Reference Scheda XML Arianna	036023	MODENA	4	12	1296	[azioni]
+ 2	Reference Scheda XML Arianna RE-UPLOADED	036023	MODENA	4	12	1296	[azioni]
+ 3	Reference Scheda XML Arianna MODIFIED	036023	MODENA	2	4	432	[azioni]
+ 4	Reference Scheda XML Arianna MODIFIED RE-UPLOADED	036023	MODENA	2	4	432	[azioni]
+ 6	Nuova scheda censimento	036023	MODENA	4	12	1296	[azioni]
+ 7	scheda_58091_201811151355	058091	ROMA	4	12	1296	[azioni]
+ 8	scheda_58091_201811151408	058091	ROMA	4	12	1296	[azioni]
+ 9	scheda_015146_201811221551	015146	MILANO	4	12	1296	[azioni]
+ 10	scheda_015146_201811221551	082053	PALERMO	4	12	1296	[azioni]
+ 11	scheda_058091_201812041641	058091	ROMA	4	12	1296	[azioni]

Mostra 10

**CARICA XML**

! Sono supportati i formati .xml e .zip, si consiglia l'utilizzo del secondo per file superiori ai 10 MB

Descrizione

scheda\_058003\_201812171547

nome che sarà assegnato al file

**File Upload**

Organizza Nuova cartella

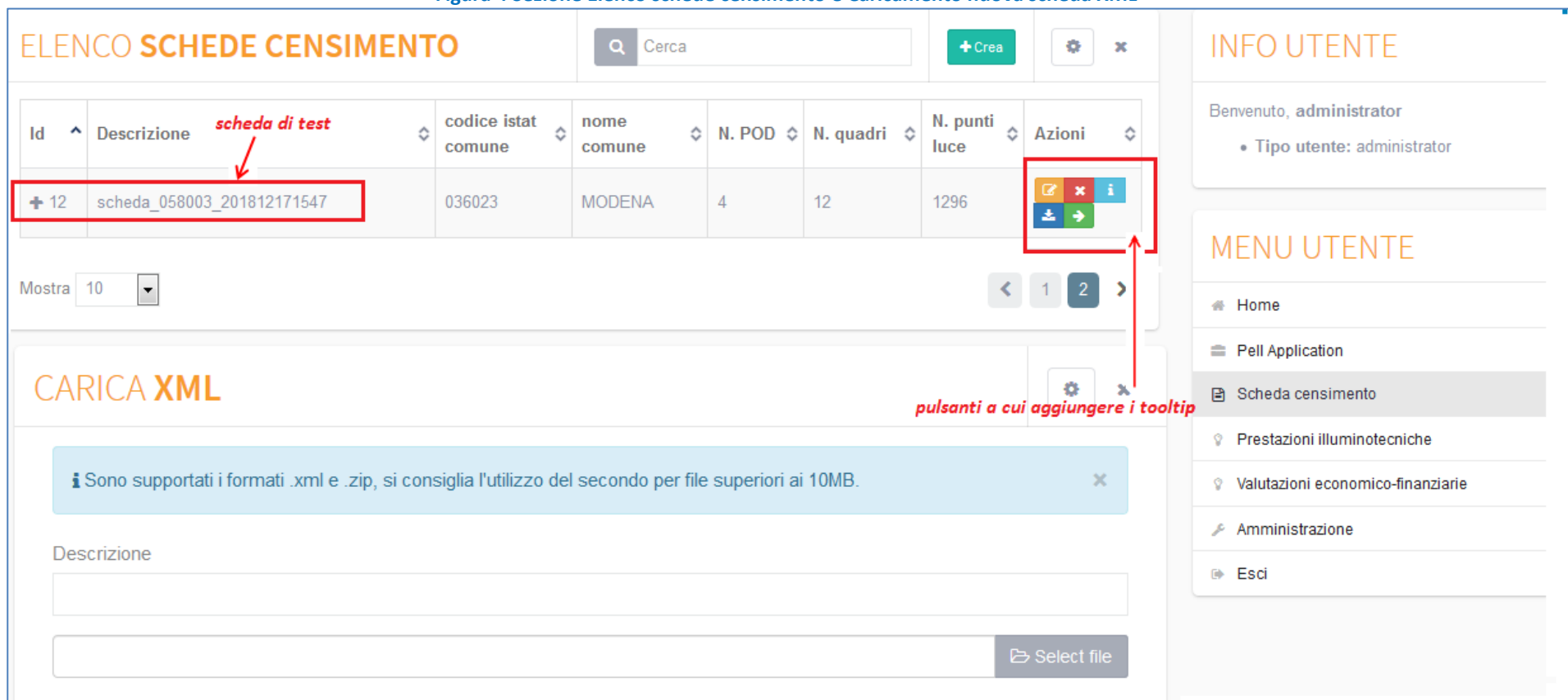
Nome	Ultima modifica	Tipo	Dimensione
schedaCensimentoTest.xml	21/11/2018 18:47	File XML	7,688 KB

Nome file: schedaCensimentoTest.xml

All Files (\*.\*)

Apri Annulla

Figura 4 Sezione Elenco schede censimento e Caricamento nuova scheda XML



**ELENCO SCHEDE CENSIMENTO**

Cerca  + Crea

Id	Descrizione	codice istat comune	nome comune	N. POD	N. quadri	N. punti luce	Azioni
+ 12	scheda_058003_201812171547	036023	MODENA	4	12	1296	

Mostra 10

**CARICA XML**

*pulsanti a cui aggiungere i tooltip*

*scheda di test*

INFO UTENTE

Benvenuto, administrator

- Tipo utente: administrator

MENU UTENTE

- Home
- Pell Application
- Scheda censimento
- Prestazioni illuminotecniche
- Valutazioni economico-finanziarie
- Amministrazione
- Esci

Descrizione

Sono supportati i formati .xml e .zip, si consiglia l'utilizzo del secondo per file superiori ai 10MB.

Figura 5 Sezione Elenco schede censimento

La procedura di caricamento in modalità automatica è stata poi ripetuta con un nuova scheda censimento XML (Figura 6) uguale alla precedente se non per il valore di alcuni campi volutamente modificati in modo da risultare errati rispetto ai vincoli imposti dal data model e, coerentemente, dall'XML Schema.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CensusTechSheet xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" ..... >
  ....
  ....
  <POD>
    <!-- CAMPO ERRATO 1: lunghezza codice POD inferiore a quella richiesta -->
    <PODCode>IT001E041729</PODCode>
    ....
    <PODConsumptionData>
      ....
      <!-- CAMPO ERRATO 2: anno di riferimento consumi non valido (deve essere successivo a
1899) -->
      <ReportingYear>9</ReportingYear>
      ....
    </POD>
    <ElectricPanel>
      ....
      <ElectricPanelGeneralData>
        ....
        <!-- CAMPO ERRATO 3: anno di costruzione non valido (deve essere successivo a 1899) -->
        <ConstructionYear>0</ConstructionYear>
        ....
        <ElectricPanelTechnicalData>
          ....
          <!-- CAMPO ERRATO 4: il valore indicato per il numero circuiti in uscita dal quadro elettrico
non è ammesso (deve essere maggiore di 0)-->
          <NumberOfOutgoingCircuits>0</NumberOfOutgoingCircuits>
          ...
        </CensusTechSheet>

```

**Figura 6 Dettaglio errori inseriti nella Scheda censimento XML di test**

La prova di caricamento del file ha confermato l'effettiva esecuzione della procedura di validazione e rilevamento di errori, ma ha evidenziato la necessità di migliorare il messaggio di errore presentato all'utente in maniera tale da fornire subito la lista completa degli errori individuati, e non solamente il primo individuato (rispetto all'ordine di scorrimento del file XML) come avvenuto durante il test (Figura 7).

### ELENCO SCHEDE CENSIMENTO

+ Crea
⚙️

Id	Descrizione	codice istat comune	nome comune	N. POD	N. quadri	N. punti luce	Azioni
+ 12	scheda_058003_201812171547	036023	MODENA	4	12	1296	<span>✎</span> <span>✖</span> <span>ℹ</span> <span>⬇</span> <span>➡</span>

Mostra 10 < 1 2 >

---

### CARICA XML

ℹ Sono supportati i formati .xml e .zip, si consiglia l'utilizzo del secondo per file superiori ai 10MB. ✖

✖ File non valido  
Element 'PODCode': [facet 'length'] The value has a length of '12'; this differs from the allowed length of '14'. | Line 39 ✖

Descrizione

📄 schedaCensimentoTestNonValida.xml
🔄 Change
✖ Remove
📤 Upload

**Figura 7 Prova di caricamento automatico di una scheda censimento XML non valida**

### Test 2: creazione di una nuova scheda censimento attraverso il form online (compilazione manuale)

Questo test ha avuto l'obiettivo di simulare la procedura che eseguirà un Comune/utente che userà la piattaforma PELL per creare e, successivamente, sottomettere la sua scheda censimento XML.

Il form online per l'inserimento dei dati che compongono la scheda è organizzato in più sezioni coerentemente con l'organizzazione in classi del data model PELL.

In Figura 8, a titolo di esempio, è riportata la sezione relativa all'*Anagrafica Illuminazione Pubblica* e la struttura di primo livello del form; alcune sezioni, quali *POD*, *Quadro elettrico* e *Punto luce*, sono a loro volta suddivise in più sezioni (a titolo di esempio Figura 9 mostra la sezione per l'inserimento dei dati del *Quadro elettrico* che è composta da quattro sotto-sezioni: *Anagrafica*, *Dati tecnici*, *Funzionamento* *Gestione*, *Manutenzione*).

Simulando la procedura di inserimento dati è stata verificata la corretta segnalazione di eventuali errori (ad esempio informazioni obbligatorie non inserite nella sezione, come illustrato in Figura 8) e sono state individuate le seguenti azioni di perfezionamento:

- *miglioramento di alcune etichette utilizzate nel form*: alcune etichette sono risultate troppo sintetiche e non sufficientemente esplicative per l'utente meno esperto, quindi sono in fase aggiornamento (ad esempio: dove utilizzato, il carattere "#" è stato sostituito con " N°"; dove necessario, è stata aggiunta l'unità di misura - in Figura 9, ad esempio, è stata aggiunta alle etichette "Tensione nominale del quadro" e "Potenza del trasformatore"; nelle etichette relative a campi di tipo "data" è stata aggiunta l'indicazione del formato richiesto - ovvero gg/mm/aaaa)
- *aggiunta di alcuni vincoli sulla sequenza di compilazione delle sezioni*: sono stati inseriti dei controlli che abilitano/disattivano alcune sezioni del form se i dati di altre sezioni collegate non sono stati

inseriti. Ad esempio, le sezioni relative al *Punto luce* vengono abilitate solo se viene indicata la *Zona omogenea* a cui afferisce e i dati di quella zona sono già stati inseriti

- *miglioramento dell'interazione con l'utente*: sono stati individuati ed implementati alcuni messaggi di warning da visualizzare all'utente per facilitarlo nell'individuazione e correzione di eventuali campi valorizzati in maniera errata.

SCHEMA CENSIMENTO

Salva una copia
Indietro

Cerca

- An. Illuminazione Pubblica
- + POD
- #POD1
  - + Quadro Elettrico
  - #QE1
    - + Punto Luce
  - #QE2
  - #QE3
- #POD2
- Zone Omogenee
  - + Zona Omogenea
  - #ZO1
  - #ZO2

### ANAGRAFICA ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Descrizione  ✓

Codice istat comune  ✓    Nome comune  ✓    Regione  ✗

Please fill out this field.

# di abitanti  ✓    Superficie (km2)  ✓

Responsabile comunale  ✓    Nome gestore  ✓

Gestione impianto a forfait  No     Si ✓    # punti luce totali  ✓    # punti luce di proprietà  ✓

**Metadati di istanza**

Data inizio validita  ✓    Data fine validita  ✓

Fonte  ✓    Scala  ✓

Salva

↑

sezioni che compongono il form manuale

errore campo mancante correttamente segnalato

Figura 8 Form manuale per creazione scheda censimento - sezione Anagrafica Illuminazione Pubblica

## SCHEMA CENSIMENTO

← Indietro

Cerca

- [-] An. Illuminazione Pubblica
  - [+] POD
    - [-] #POD1
      - [+] Quadro Elettrico
        - [+] #QE1
          - [+] Punto Luce
        - [+] #QE2
        - [+] #QE3
      - [-] #POD2
    - [+] Zone Omogenee
      - [+] Zona Omogenea
        - [+] #ZO1
        - [+] #ZO2

### QUADRO ELETTRICO ✖ Elimina

Anagrafica
Dati Tecnici
Funzionamento  
Gestione
Manutenzione

*esempi di etichette da riformulare*

# fasi  
monofase

Tipo di protezione generale  
nessuna

# sottoquadri [0..1]  
[ ]

Indice ipei\* (cam 2018)  
An+

Presenza di trasformatore di tensione in cabina elettrica  
 No  Si

Tipo di impianto  
in serie

Presenza spd  
 No  Si

# circuiti in uscita dal quadro elettrico  
[ ]

Tensione nominale del quadro  
[ ]

Indice ipei (cam 2013)  
A+

Tipo di linea  
[ ]

Potenza del trasformatore  
[ ]

Presenza impianto in media tensione  
 No  Si

Presenza impianto di terra  
 No  Si

**Metadati di istanza**

Data inizio validita  
[ ]

Fonte  
Rilievo diretto

Data fine validita  
[ ]

Scala  
scala 1:1000

Salva

**Figura 9** Form manuale per creazione scheda censimento - sezione Quadro elettrico

### Test 3: modifica di una scheda censimento presente nella piattaforma

Questo test ha avuto l'obiettivo di simulare la procedura che eseguirà un Comune/utente che userà la piattaforma PELL per visualizzare ed eventualmente modificare una scheda censimento XML già presente nella piattaforma poiché precedentemente caricata o in modalità automatica o tramite form online.

Per effettuare il test si è provato a modificare la scheda censimento XML caricata per l'esecuzione del Test 1 (Figura 10) ed è stato poi verificato che la modifica fosse stata effettivamente applicata al file XML.

SCHEDA CENSIMENTO

Salva una copia
Indietro

Cerca

An. Illuminazione Pubblica

- + POD
- + IT001E041729
- + IT001E04172907
- + IT001E04172908
- + IT001E04172909
- + Zone Omogenee

### ANAGRAFICA ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Descrizione  
 ✓

Codice istat comune <input style="width: 95%;" type="text" value="036023"/> ✓	Nome comune <input style="width: 95%;" type="text" value="MODENA"/> ✓	Regione <input style="width: 95%;" type="text" value="EMILIA ROMAGNA"/> ✓
# di abitanti <input style="width: 95%;" type="text" value="184560"/> ✓	Superficie (km2) <input style="width: 95%;" type="text" value="183.5"/> ✓	
Responsabile comunale <input style="width: 95%;" type="text" value="MARIO ROSSI"/> ✓	Nome gestore <input style="width: 95%;" type="text" value="GEMMO"/> ✓	
Gestione impianto a forfait <input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Si ✓	# punti luce totali <input style="width: 95%;" type="text" value="5000"/> ✓	# punti luce di proprietà <input style="width: 95%;" type="text" value="2000"/> ✓

**Metadati di istanza**

Data inizio valida <input style="width: 95%;" type="text" value="04/05/2006"/> ✓	Data fine valida <input style="width: 95%;" type="text" value="04/05/2006"/> ✓
Fonte <input style="width: 95%;" type="text" value="Rilievo diretto"/> ✓	Scala <input style="width: 95%;" type="text" value="scala 1:1000"/> ✓

Salva

valore modificato

Figura 10 Test modifica scheda censimento XML

Il form per la modifica della scheda censimento ricalca fedelmente il form per l'inserimento manuale; questo test, quindi, non ha individuato ulteriori modifiche/criticità rispetto a quelle riscontrate attraverso il Test 2.

**Test 4: sottomissione di una scheda caricata**

Questo test ha avuto l'obiettivo di simulare la procedura che eseguirà un Comune/utente per sottomettere una scheda censimento XML già presente nella piattaforma poiché precedentemente caricata o tramite form online o tramite form manuale.

La sottomissione di una scheda censimento avviene tramite l'apposita Azione disponibile nella sezione "Elenco Schede Censimento" (Figura 11).



HOME IL PROGETTO

### ELENCO SCHEDE CENSIMENTO

Id	Descrizione	comune	comune	POD	quadri	punti luce	Azioni
+ 12	scheda_058003_201812171547	036023	MODENA	4	12	1296	
+ 13	circostrizione 9	09048017	firenze	1	0	0	

Mostra 10

< 1 2 >

*pulsante per la sottomissione*

**Figura 11 Sottomissione Scheda censimento**

Se l'utente richiede questa "Azione", il sistema verifica che la scheda censimento sia valida rispetto alle specifiche PELL e, solo se la validazione va a buon fine, la scheda viene effettivamente sottomessa; in caso contrario deve essere presentata all'utente la lista degli errori riscontrati.

Per testare questa funzionalità, è stata utilizzata la scheda censimento di test creata per lo svolgimento del Test 2 in cui alcune sezioni erano state volutamente non compilate (il form online ammette il salvataggio di schede non complete per consentire all'utente di compilare la scheda in momenti diversi senza perdere il lavoro svolto).

Il test effettuato ha confermato la corretta esecuzione della procedura di validazione e indicazione degli errori riscontrati (Figura 12).

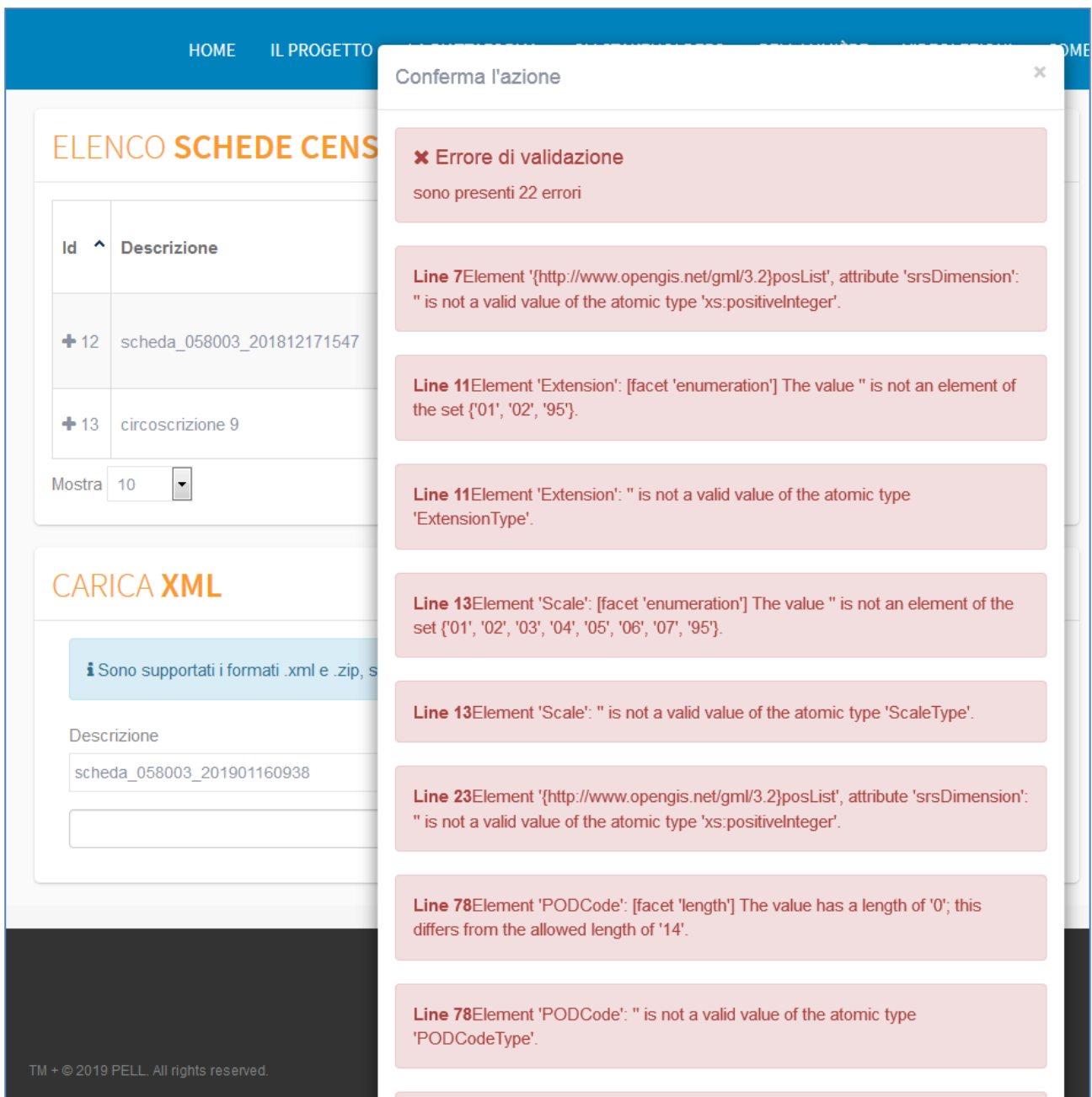


Figura 12 Errori di validazione riscontrati su una Scheda censimento di cui è stata richiesta la sottomissione

**Test 5: registrazione utente**

Questo test è stato volto a verificare l'usabilità della procedura di registrazione di un utente alla piattaforma PELL.

Il form per l'inserimento dati è mostrato in Figura 13. La simulazione di registrazione con dati reali ha evidenziato la necessità di modificare il form in modo da consentire l'inserimento di più gestori per uno stesso Comune poiché questo è uno scenario realistico che non era stato considerato nell'iniziale progettazione del form.



## REGISTRAZIONE UTENTE

Benvenuto nella sezione "registrazione utente" e relativa adesione al PELL da parte della tua Amministrazione.

Questa operazione ti consentirà di pervenire ad una conoscenza puntuale e standardizzata del livello tecnologico, qualitativo e prestazionale degli impianti di illuminazione pubblica considerati.

### Anagrafica Comune

*da modificare in modo da consentire l'inserimento di più gestori*

<b>Comune</b> Nome Comune	<b>Tipo di contratto</b> Tipo di contratto	<b>Proprietà impianto</b> Proprietà impianto
<b>Scadenza contrattuale</b> Scadenza contrattuale	<b>Nome gestore</b> Nome gestore	<b>Anno ultima riqualificazione</b> Anno ultima riqualificazione
<b>Nome referente comunale</b> Nome referente comunale	<b>Cognome referente comunale</b> Cognome referente comunale	<b>Email PEC referente comunale</b> email PEC referente comunale
<b>Numero telefonico referente comunale</b> Numero telefonico referente comunale	<b>Numero di abitanti</b> Numero di abitanti	<b>Superficie complessiva (Km2)</b> Superficie complessiva (Km2)
<b>Responsabile comunale</b> Responsabile comunale	<b>Punti luce totali</b> Punti luce totali	<b>Punti luce di proprietà</b> Punti luce di proprietà

### Rappresentanti del comune autorizzati alla gestione dei dati

Aggiungi rappresentante

Nessun rappresentante inserito.

INVIA RICHIESTA

## INFO UTENTE

Benvenuto, administrator

Tipo utente: administrator

## MENU UTENTE

Home

Pell Application

Scheda censimento

Prestazioni illuminotecniche

Valutazioni economico-finanziarie

Amministrazione

Esci

Figura 13 Form Registrazione utente

## 4 Sistema di smart service integrato nell'ambiente urbano: studio relativo alle prime applicazioni prototipali.

L'attività svolta in questo trimestre si è concentrata essenzialmente sull'applicazione dell'analisi dello studio di affidabilità e criticità all'impianto termico di climatizzazione dell'edificio F40 ENEA (Smart Village di Casaccia); alla definizione di alcuni servizi/scenari smart, nell'ambito degli Smart Services, partendo da funzioni di riconoscimento audio sviluppate nella precedente annualità (PAR 2017) e la prosecuzione delle attività nell'ambito normativo e di standardizzazione nazionale ed internazionale.

### 4.1 Analisi di supporto logistico preliminare applicata ai sistemi di termoregolazione dell'edificio F-40 Casaccia (Università Roma Tre, Dipartimento Scienze)

L'attività di ricerca svolta in questo trimestre è stata articolata in tre fasi:

- 1) Di analisi dell'affidabilità attesa del sistema a cui fa seguito l'identificazione delle azioni necessarie per ridurre o mitigare gli effetti dei guasti al fine di preservare o aumentare il tempo di missione ovvero il tempo di funzionamento in condizioni ottimali;
- 2) Di analisi della disponibilità del sistema, ovvero quanto è in grado di lavorare con continuità. Inoltre, l'identificazione di componenti critici (al livello di sottosistema o di unità) permette di poter dapprima apporzonare le eventuali scorte di magazzino e successivamente di valutare lo sforzo di costo in termini di tempo e di ore/uomo legate alla manutenzione;
- 3) Di analisi, chiamata FMECA (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis - Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti), che serve a stabilire, tramite successioni logiche di funzionamento, l'effetto di un eventuale guasto al livello di sottosistema o di componente al fine di mitigarne la gravità.

La sintesi delle tre analisi precedenti ci fornisce una sorta di "radiografia" del sistema evidenziandone gli anelli deboli: tutti questi dati sono utilissimi per poter valutare i costi logistici in termini di scorte di magazzino (suggerite), di tempi di intervento e di manutenzione. Per una più esaustiva descrizione si rimanda alla lettura del Report (Report/Rds/PAR2018/029)

#### 4.1.1 Descrizione dell'attività

L'Analisi di Supporto Logistico è un processo che fa parte del concetto molto più ampio di logistica integrata, vale a dire il processo gestionale che governa l'intero flusso di materiali e informazioni, dal loro punto di origine al consumatore/utilizzo finale.

Se tradizionalmente si ragionava in termini di unità organizzative separate affidando ad ogni comparto tecnico la gestione di una ben definita attività, ad esempio suddividendo in maniera inequivocabile i settori adibiti all'approvvigionamento da quelli per l'elaborazione degli ordini o lo stoccaggio dai trasporti, oggi una visione così nettamente ripartita è superata in favore di un approccio trasversale e complessivo.

Non più distinta nelle sue singole funzioni, con il concetto di *logistica integrata* si intende un processo articolato dove tutte le attività gestionali risultano interdipendenti e fra loro correlate.

Come detto, l'LSA (*Logistic Support Analysis*) è considerata formalmente un sottoinsieme dell'ILS (*Integrated Logistic Support*): quest'ultima appunto ha la responsabilità dello sviluppo delle informazioni tecniche e dell'ambiente di supporto che verrà utilizzato poi per supportare un prodotto (o sistema) nel corso di tutto il ciclo di vita previsto.

Le diverse discipline presenti nella branca del supporto logistico (per es.: produzione e gestione della documentazione tecnica, gestione dei pezzi di ricambio, delle attrezzature di supporto, addestramento del personale) richiedono una forte integrazione ed armonizzazione.

Le principali discipline infatti sono:

- Interfaccia di progettazione,
- Fornire supporto logistico,
- Apparecchi di test e controllo,

- Gestione dei dati tecnici e/o documentazione tecnica,
- Gestione personale e manodopera,
- Supporto IT / software,
- *Facilities*,
- Pianificazione della manutenzione e/o manutenzione programmata,
- Imballaggio, trattamento, stoccaggio e trasporto (PHST - *Packing Handling Storage & Transporting*),
- Addestramento e sistemi di addestramento.

Il programma LSA è la principale fonte di dati tecnici per la pianificazione e la gestione dell'ILS. In particolare l'LSA viene quindi utilizzato per:

- collegare il design del prodotto e i requisiti ILS ai livelli richiesti di disponibilità (Availability) del sistema e definire dettagliatamente i requisiti degli elementi di supporto logistico,
- durante tutto il ciclo di acquisizione dati è utilizzato per valutare e modificare la progettazione del prodotto e stabilire e aggiornare i requisiti degli elementi del supporto logistico,
- è fonte importante di dati relativi alla progettazione per determinare e integrare tutti i requisiti di supporto logistico, è necessario per analizzare concetti di progettazione, operativi e di supporto alternativi e per condurre trade-off tra progettazione e vari elementi di supporto logistico e per la pianificazione e le decisioni sulle risorse dell'ILS.

#### 4.1.2 Descrizione

Il processo LSA include l'applicazione di metodi quantitativi per:

- la determinazione iniziale e la definizione dei criteri logistici come input alla progettazione del sistema,
- la valutazione di varie alternative di progettazione,
- l'identificazione e la fornitura di elementi di supporto logistico,
- la valutazione finale della capacità di supporto del sistema durante l'esercizio operativo.

Il programma LSA fondamentale si basa sul concetto di definizione del prodotto integrato e può essere basato sui seguenti elementi principali:

- un piano del programma LSA che identifica tutte le attività LSA richieste che, a loro volta, devono essere eseguite al fine di influenzare la progettazione per la supportabilità e determina le risorse logistiche appropriate,
- una pianificazione che identifichi i tempi dei requisiti LSA. I programmi LSA sono definiti in base alle esigenze della fase del progetto per essere reciprocamente vantaggiosi e di aiuto ad altri requisiti del progetto,
- l'assegnazione delle responsabilità per l'esecuzione delle attività LSA alla progettazione, supportabilità e personale ILS qualificato per l'attività,
- la gestione efficace di una vasta gamma di discipline ILS, di progettazione e di supportabilità.

#### 4.1.3 LSA: Attività e prestazioni

Il processo LSA include l'applicazione di metodi quantitativi per:

- la determinazione iniziale e la definizione dei criteri logistici come input alla progettazione del sistema,
- la valutazione di varie alternative di progettazione,
- l'identificazione e la fornitura di elementi di supporto logistico,
- la valutazione finale della capacità di supporto del sistema durante l'esercizio operativo.

Il programma LSA fondamentale si basa sul concetto di definizione del prodotto integrato e può essere basato sui seguenti elementi principali:

- un piano del programma LSA che identifica tutte le attività LSA richieste che, a loro volta, devono essere eseguite al fine di influenzare la progettazione per la supportabilità e determina le risorse logistiche appropriate,
- una pianificazione che identifichi i tempi dei requisiti LSA. I programmi LSA sono definiti in base alle esigenze della fase del progetto per essere reciprocamente vantaggiosi e di aiuto ad altri requisiti del progetto,

- l'assegnazione delle responsabilità per l'esecuzione delle attività LSA alla progettazione, supportabilità e personale ILS qualificato per l'attività,
- la gestione efficace di una vasta gamma di discipline ILS, di progettazione e di supportabilità.

#### 4.1.4 Gli Obiettivi della gestione logistica

##### Obiettivi di gestione logistica

L'integrazione della logistica e della supportabilità nell'organizzazione del programma di sviluppo prodotto integrato assicura che:

- il design rifletta la valutazione dei dati di test, valuta le alternative di supportabilità e le valutazioni di compromesso,
- i requisiti siano dettagliati nelle specifiche,
- la pianificazione delle risorse logistiche che venga regolata secondo necessità,
- siano soddisfatte le soglie di disponibilità e prontezza operativa,
- l'articolo sia supportato nell'ambiente operativo previsto,
- gli ambienti operativi siano accuratamente valutati,
- il sistema di supporto raggiunga le prestazioni previste.

Un obiettivo del programma logistico è appunto identificare e risolvere i problemi di rischio tecnico di supportabilità in anticipo, prima di iniziare la produzione e l'implementazione del prodotto.

#### 4.1.5 LSA Operativa

##### Analisi di Supporto Logistico

L'Analisi di Supporto Logistico, applicata in particolare al sistema, ha i seguenti compiti:

- la caratterizzazione del sistema e del suo environment,
- influenzare lo sviluppo ulteriore (feedback) del sistema per realizzare e garantire le caratteristiche necessarie del sistema (nel nostro caso una fornitura di servizi multipli),
- determinare il personale necessario ed ottimizzare le risorse (logistiche, tecniche, di budget).

Gli Input per l'LSA sono:

- documentazione tecnica (Data package), come ad esempio i documenti di ingegneria meccanica ed elettrica (diagrammi circuitali, PCB, cablaggi interno e schemi di montaggio).
- dati inerenti i Materiali e Processi: informazioni sulle parti sia d'acquisto che costruite, tempi e modalità di procurement delle parti.
- i prezzi di tutte le parti e i costi di tutti i servizi (ed eventuali rilavorazioni).
- se necessario, aggiuntivi richiedibili sono relativi a utensili speciali per la produzione, strumentazioni e fasi di test, risoluzione dei problemi e per la riparazione, informazioni sullo smontaggio ed il montaggio.
- In ultimo (ma non per importanza) le risultanze dalle seguenti
  - Analisi di affidabilità (MTBF),
  - Analisi dei guasti e di criticità (FMECA).

##### Analisi di Affidabilità

Per "affidabilità" si intende quella parte della statistica che studia le leggi di guasto di componenti, macchine e sistemi. L'analisi dell'affidabilità del sistema "Smart Street" è necessaria al fine di stimare od ottimizzare:

- la durata di vita (del componente o del sottosistema) tramite il calcolo del tasso di guasto,
- la disponibilità operativa del sistema,
- il costo del ciclo di vita.

Per tasso di guasto (failure rate  $\lambda$ ) si intende la probabilità che il componente o sistema, che abbia funzionato fino ad un istante prefissato, si guasti nel periodo di tempo (ora, giorno) immediatamente successivo.

Il tasso di guasto, di fatto, è una misura del rischio immediato di guasto di un componente o sistema che ha già 'vissuto' per un determinato tempo. Da questo si trae il tempo medio di funzionamento tra due guasti successivi:

*MTBF (Mean Time Between Failures)*

Poiché il sistema "Smart Street" di fatto deve assicurare un servizio (o una serie di servizi) al cittadino, è necessario che sia garantita quindi la massima Disponibilità del servizio stesso.

### **Disponibilità**

La Disponibilità (Availability) si definisce come rapporto tra il tempo per cui il componente o sistema può funzionare e il tempo totale per cui è richiesto il servizio:

$$Availability = \frac{UpTime}{UpTime + DownTime}$$

- nel caso in cui sia prevalente o richiesto il costo del guasto "in sé" (sostituzione di componenti, danni, ecc.) è più significativa l'affidabilità,
- nel caso in cui sia prevalente o richiesto il costo "connesso" col guasto (mancata produzione, mancato servizio, ...) è più significativa la disponibilità.

### **Analisi dei Guasti e di Criticità (FMECA)**

L'analisi FMECA (acronimo dell'inglese Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis - Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti) è una estensione della FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), in aggiunta alla quale include un'analisi di criticità usata per valutare, mediante opportuni diagrammi, la gravità delle conseguenze di un guasto correlata con la probabilità del suo verificarsi.

Ha i seguenti obiettivi:

- a) individuare le aree critiche del sistema (componenti o sottosistemi),
- b) individuare i componenti critici il cui guasto può avere conseguenze gravi (danneggiamenti, sicurezza, funzionalità),
- c) fornire indicazioni per sviluppare programmi di manutenzione preventiva.

Si attua in accordo a questi passi:

- i. scomposizione del sistema nelle sue parti funzionali e preparazione di una griglia di valutazione della criticità,
- ii. identificazione ed analisi dei modi tipici di guasto di ogni singola parte,
- iii. valutazione della gravità degli effetti del guasto e della frequenza,
- iv. ricerca delle cause e dei sintomi premonitori (segnale precursore) dei guasti,
- v. formulazione di un piano di intervento preventivo o migliorativo.

#### **4.1.6 Conclusioni**

È stata effettuata l'Analisi di Supporto Logistico (LSA) preliminare dei componenti fondamentali del sistema di termoregolazione dell'edificio F-40 ENEA (Casaccia) mettendo a frutto i dati ed i risultati di un progetto già operante in un environment reale.

Si noti bene che nessuna parte del sistema è ridondata benché sia doveroso dire che il sistema in sé è abbastanza resiliente, poco "damage sensitive" (si veda il paragrafo "robustezza"): infatti, non solo può sopportare l'abbassamento dell'efficacia del riscaldamento/raffrescamento di una camera, ma addirittura la perdita di capacità di più stanze di riscaldamento/raffrescamento è sopportata senza arrivare ad un minimo critico di condizionamento del sistema. Ovviamente nel calcolo dell'affidabilità non ne è stato tenuto conto.



### Affidabilità

L'analisi del tasso di guasto del sistema complessivo ha restituito un  $MTBF_{TOT}$  del sistema pari a 3.152,79 ore il che equivale a circa 4.5 mesi di funzionamento. Da qui si evince che l'impegno per quanto riguarda le ore/uomo di manutenzione, è notevole in quanto, vista la complessità del sistema, se ne suggerisce una rigorosa manutenzione preventiva (periodica).

Il componente più critico è il Fancoil (in tutte le sue sottoparti) che, da solo fornisce poco meno del 57% di tutti i FIT del sistema risultando il più soggetto a guasto e quindi il candidato più probabile ad un'opportuna scorta di magazzino.

### Disponibilità

Nel nostro caso, non essendosi verificati disservizi reali, sono stati valutati solo i tempi di controllo e negazione dei "falsi positivi" che, ribadisco, non hanno incidenza sulla fruizione del servizio ma assorbono comunque risorse per la verifica; è stata quindi stabilita una **disponibilità A= 0.99606** (corrispondente a meno di 6 minuti complessivi nell'arco di una giornata).

### FMECA

Il FMECA individua come principale componente critico entrambi i Gateway che, a fronte di un confortante MTBF di 12.000 ore, qualora dovesse venir meno, provocherebbe una "failure" piuttosto grave al sistema.

## 4.2 Definizione delle nuove funzioni di riconoscimento audio sviluppate nella presente annualità e descrizione di alcune ipotesi di scenari/servizi smart possibili grazie alle nuove funzioni (ENEA)

L'aggiunta di nuove funzioni/servizi al sensore/telecamera SmartEye permette di ipotizzare alcuni scenari possibili nell'ambito della sicurezza, della gestione emergenze, dell'analisi ambientale.

L'attività svolta nel trimestre è la continuazione delle annualità precedenti, dove il sensore è stato customizzato al fine di avere la possibilità di integrazione di nuove interfacce hardware e nuove librerie software, dove è stato integrato un microfono e sviluppato un modulo intelligente per riconoscimento del suono, funzione "sound detection"(Figura 14).

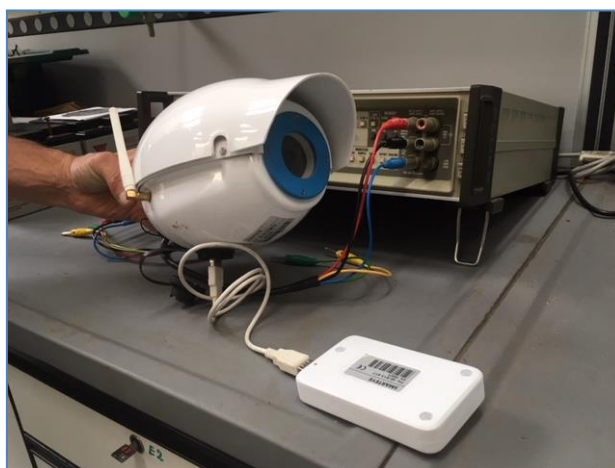


Figura 14 Sensore/telecamera con microfono esterno

L'unità di Audio Sensing sfrutta l'architettura di comunicazione dello SmartEye per consentire un rapido ed efficace invio di dati di allerta in caso di rilevazione anomala di suono, o di identificazione di un pattern di suono specifico (quali esplosione, richiesta di aiuto, sirene).

#### 4.2.1 SmartEye Audio Sensing (B13-A17 Module)

Il modulo B13-A17 è un'unità esterna pensata per aggiungere allo SmartEye delle funzionalità intelligenti legate all'analisi del suono, integrate in un unico dispositivo tramite connessione USB dedicata.

Grazie a ciò, il range di applicazioni e servizi accessibili tramite lo SmartEye si amplia notevolmente, consentendo di disporre di un'unità di sensing ulteriore che complementa in modo esclusivo le capacità di vision, fornendo informazioni altrimenti non acquisibili con la sola analisi video, consentendo un'operatività a 360° nel piano di osservazione.

L'unità di Audio Sensing sfrutta l'architettura di comunicazione dello SmartEye per consentire un rapido ed efficace invio di dati di allerta in caso di rilevazione anomala di suono, o di identificazione di un pattern di suono specifico (quali esplosioni, sirene o richiesta di aiuto).

Le attività principali delle annualità precedenti sono state l'integrazione hw del microfono ad alta sensibilità, lo sviluppo software del device driver e del firmware BSP per l'accesso e la configurazione del microfono e la gestione del recording audio sincronizzato e/o indipendente con il video, con attivazione da remoto o in locale.

#### 4.2.2 Le nuove funzioni del sensore/telecamera

E' stato sviluppato il software per l'interfaccia grafica per l'attivazione/disattivazione dei servizi, la configurazione delle funzionalità, il setting dei parametri, e la gestione delle soglie di attivazione degli algoritmi. E' stato sviluppato API base per accesso e modifica dei dati dei servizi sotto elencati e la gestione delle soglie di allarme.

- Servizio di SOUND detection. Sviluppo software base di sound detection attraverso l'utilizzo di tecniche di filtering basate su analisi in frequenza, in ampiezza e nel dominio del tempo.
- Servizio di EXPLOSION detection. Sviluppo modulo software di explosion detection attraverso l'utilizzo di tecniche di filtering basate su analisi in frequenza, in ampiezza e nel dominio del tempo. Generazione allarme automatico. Parametri di sensibilità modulabili.
- Servizio di SHOOT detection. Sviluppo modulo software di shoot detection attraverso l'utilizzo di tecniche di filtering basate su analisi in frequenza, in ampiezza, e pattern matching. Generazione allarme automatico. Parametri di sensibilità modulabili. Il problema di shoot and explosion detection può essere con più precisione risolto tramite l'utilizzo di tecniche di deep learning. La determinazione di tipologie di suono rientra nel range dei problemi di segmentazione e classificazione tipici degli approcci di Intelligenza Artificiale.
- Servizio di SIREN detection. Sviluppo modulo software di siren detection attraverso l'utilizzo di tecniche di filtering basate su analisi in frequenza, nel tempo, e pattern matching. Generazione allarme automatico. Parametri di sensibilità modulabili.
- Servizio di HELP REQUEST detection. Sviluppo modulo software di Help request detection attraverso l'utilizzo di tecniche di filtering basate su analisi in frequenza, speech recognition, e machine learning su cloud computing. Generazione allarme automatico. Parametri di sensibilità modulabili.

La libreria software è stata realizzata con un approccio modulare che ne consente il facile ampliamento attraverso l'aggiunta di ulteriori pacchetti software in grado di consentire la rilevazioni di altre specificità del suono, quali: - Sirene veicoli di emergenza - Richieste di aiuto vocale - Urla o altri indicatori audio di pericolo.

Le caratteristiche dell'audio in ambiente urbano (esplosione, sparo) sono state estratte tramite una libreria Python denominata Librosa. <https://github.com/librosa/librosa>.

Precisamente, Librosa fornisce un metodo pratico per il tracciamento della forma d'onda dell'audio e degli spettrogrammi, anche in scala logaritmica.

Per estrarre le funzionalità utili dai dati audio è stata usata la libreria Librosa, la quale fornisce diversi metodi per estrarre diverse funzionalità dalle clip audio.

Di seguito si riportano i metodi usati per estrarre varie caratteristiche:

- melspectrogramma: calcola uno spettrogramma di potenza in scala Mel (scala di percezione dell'altezza di un suono)
- mfcc: coefficienti di cepstral
- chorma-stft: calcola un cromatogramma da una forma d'onda o uno spettrogramma di potenza
- spectral\_contrast: calcolo del contrasto spettrale
- tonnetz: calcola le caratteristiche del baricentro tonale (tonnetz)

A partire da Dataset di suoni disponibili nella comunità AI (in particolare lo Urban Sound Dataset, (<https://urbansounddataset.weebly.com/>) e da campionamenti effettuati tramite l'utilizzo di sorgenti audio derivate da altri media (quali video YouTube), è stato ricavato il dataset utile per la problematica di Shooting & Explosion.

#### 4.2.3 Test e training

Per il training, il modello ottimizza la perdita di cross-entropy tramite discesa gradiente stocastica di tipo mini-batch. Ogni lotto consiste di 100 patch TF selezionati casualmente dal training dati (senza ripetizione). Ogni patch TF da 3 s è presa da una posizione casuale nel tempo dal log-mel-spettrogramma completo della rappresentazione di ogni campione di allenamento. È stato usato un costante tasso di apprendimento di 0,01. Sono stati sperimentati 4 differenti incrementi di dati audio (deformazioni), con conseguenti 5 set di aumento. Ogni deformazione è stata applicata direttamente al segnale audio prima di convertirlo nella rappresentazione di input utilizzata per addestrare la rete (log-mel-spectrogram).

Sono state fatti test in laboratorio sulle funzioni di shooting and explosion detection al fine di testare la bontà del modello. L'accuratezza nella classificazione dalla rete neurale convolutiva CNN proposta è stata verificata sia nel caso di dati aumentati che non aumentati. Per valutare l'architettura CNN proposta e l'influenza dei diversi set di incremento è stato utilizzato il set di dati UrbanSound8K. L'insieme di validazione è stato inoltre aumentato impiegando fonti esterne di sorgenti audio, prese tramite il dataset filtrato di video YouTube specifici per la classe in oggetto. Il set di dati da ciò ricavato è di ulteriori 63 set di training e 60 di validation. L'approccio proposto e quelli utilizzati per il confronto in questo lavoro sono valutati in termini di accuratezza della classificazione.

Nel caso di dati non aumentati, dopo appena 50 epoche di training, è stata riscontrata un'accuratezza media di 0,86. Tuttavia, nel momento in cui è stato aumentato il dataset e introdotta una maggiore varianza, tramite la procedura di data augmentation indicata, le performances del modello proposto aumentato fino a raggiungere un'accuratezza, sempre dopo 50 epoche, di oltre 0,89.

#### 4.2.4 Gli scenari e servizi smart

Gli scenari di funzionamento in cui è possibile utilizzare le nuove funzioni del sensore sono molteplici e spaziano dalla sicurezza, alla gestione emergenze, all'analisi ambientale, sotto alcuni esempi:

- **Monitoraggio dell'inquinamento acustico** di zone sensibili (scuole, ospedali, ecc) e contribuire quindi allo sviluppo dei piani di zonizzazione acustica di cui le amministrazioni se ne devono far carico. Il piano urbano del traffico (PUT) ha tra i suoi obiettivi la riduzione dell'inquinamento acustico, tramite misure di rumore e mappatura acustica è possibile procedere alla zonizzazione acustica del comune e eventualmente programmare le eventuali bonifiche.

- **Monitoraggio di zone a rischio di esplosione** (fabbriche, distributori di carburante, ecc.) al fine di attivare le fasi dell'eventuale emergenza e ridurre i tempi di intervento. Le possibili azioni conseguenti al rilevamento di esplosioni o scoppi possono andare dall'attivazione di sirene per l'evacuazione di stabili o edifici alla generazione di allarmi o preallarmi indirizzati alle unità competenti (vigili del fuoco, ecc.).
- **Rilevamento delle sirene dei mezzi di emergenza** (Vigili del fuoco, autoambulanze, ecc) e attivazione di conseguenza delle azioni opportune per meglio gestire la situazione. Regolazione degli incroci semaforici per facilitare il transito dei mezzi di soccorso. Attivazione di eventuali telecamere latenti per meglio valutare la scena.
- **Monitoraggio delle richieste di aiuto** e conseguente generazione di allarme alle unità competenti al fine di rendere il più immediato possibile un eventuale intervento delle forze dell'ordine. Attivazione delle telecamere latenti per la valutazione della scena.

#### 4.2.5 Partecipazione a gruppi di lavoro in enti normatori

L'ENEA è componente di gruppi di lavoro inerenti all'illuminazione artificiale sia per esterni che per interni, a livello italiano, europeo e internazionale.

In particolare in Italia nel Gruppo UNI (Luce e illuminazione), a livello Europeo come parte della delegazione italiana, per le Direttive Ecodesign ed Etichettatura Energetica e a livello internazionale nel gruppo CIE Division 2: Physical Measurement of Light and Radiation (associate) e ISO TC 274 Light and lighting.

Nel trimestre è proseguita l'attività all'interno di ciascun gruppo, l'ENEA ha dato il proprio contributo a proposte, revisioni e stesura di norme e raccomandazioni tecniche nei relativi campi di competenza.

##### **Standardizzazione a livello italiano e internazionale**

L'attività relativa al gruppo di lavoro UNI CT 023/GL07 "Fotometria e colorimetria": nelle annualità precedenti è stato definito un nuovo formato di interscambio dati su base XML, per prodotti di illuminazione. La bozza di standard è andata in inchiesta pubblica finale nell'estate 2018: i commenti sono stati esaminati e ora lo standard è terminato ed è stato pubblicato come UNI1603054 "Luce e illuminazione - Specifiche per un formato di interscambio dati fotometrici e spettrometrici degli apparecchi di illuminazione e delle lampade". Il formato risponde a una richiesta di MATTM per ottemperare il decreto sui CAM (del 27 settembre 2017). In parallelo anche gli Stati Uniti hanno preparato e pubblicato un documento (IES Technical Memorandum 33) su un formato di interscambio dati: ci si è quindi coordinati con loro in modo da avere i rispettivi standard allineati, e un unico formato. L'allineamento dei formati ha uno scopo ben preciso: arrivare a un unico standard mondiale, con evidenti vantaggi per tutti. Sono quindi cominciati i lavori a livello CIE-ISO, e anche in questi lavori ENEA partecipa.

Nel gruppo di lavoro UNI CT 023/GL 05 "Illuminazione stradale" (misto Luce e illuminazione/Costruzioni stradali ed opere civili delle infrastrutture) è proseguita la revisione della UNI 11431:2011 Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso.

##### **Ecodesign ed etichetta energetica illuminazione**

A livello europeo è terminata la revisione dei Regolamenti Ecodesign ed Etichettatura energetica per i prodotti di illuminazione: il 17 dicembre 2018 si è tenuto il Regulatory Committee in cui è stato votato il nuovo Regolamento di Ecodesign, mentre il 18 dicembre si è discusso il nuovo Regolamento di Etichettatura Energetica (quest'ultimo segue una procedura diversa che non prevede il voto diretto degli Stati Membri).

Il nuovo Regolamento Ecodesign è un Regolamento unico, che copre le "light sources" e i "separate control gears".

L'idea fondamentale della Revisione è stata la semplificazione del numero e del contenuto dei Regolamenti Ecodesign, che al momento sono essenzialmente tre (con diversi emendamenti):

- 244/2009 per le lampade non direzionali per uso domestico,
- 245/2009 per lampade, apparecchi e alimentatori per il settore terziario
- 1194/2012 per le lampade direzionali per uso domestico e le lampade a LED.

Oggetto della nuova Etichetta Energetica sono solo le "light sources". Questo significa ad esempio che l'Etichetta per gli apparecchi di illuminazione non ci sarà più. Tuttavia anche i produttori dei "containing products", cioè dei prodotti che contengono "light sources", come per esempio gli apparecchi di illuminazione, dovranno confrontarsi con questi Regolamenti per alcuni obblighi soprattutto legati all'informazione di prodotto. La nuova scala di efficienza sarà "A-G": questa scala si applica a tutti prodotti, in base al Regolamento 1369/2017. Inoltre si conferma, anche per light sources, l'applicazione della banca dati dei prodotti oggetto di etichettatura (EPREL), costituita da una parte pubblica, in cui tutti potranno vedere informazioni legate all'efficienza energetica, e una parte non pubblica, utile anche per la sorveglianza di mercato

Nel corso di questo trimestre si sono svolti diversi incontri con gli stakeholders, per esaminare gli ultimi aspetti tecnici in vista del voto: la Commissione Europea infatti ha svolto anche una ultima consultazione pubblica in novembre 2018 e sono arrivati parecchi commenti. Inoltre ENEA ha rappresentato l'Italia al Regulatory Committee del 17 dicembre e all'Expert Group meeting del 18 dicembre.

## 5 Conclusioni

Al termine del triennio del PAR 2015-2017 sono stati raggiunti gli obiettivi che erano stati prefissati e che hanno permesso di produrre diversi prodotti della ricerca, quali:

- il portale PELL (<https://www.pell.enea.it>) per quanto attiene alla sezione dedicata all'illuminazione pubblica (IP),
- il data model per la raccolta dei dati di identità degli impianti di IP (data model pubblicato tramite il portale <http://geodati.gov.it/geoportale/>) ed il relativo formato XML per strutturare e raccogliere i dati in maniera uniforme e fornire una specifica di riferimento per la sua implementazione (formato XML)
- i KPI statici e dinamici per gli impianti di IP,
- l'infrastruttura del BIG data che in futuro servirà per la raccolta dei dati dinamici (elettrici ed energetici) degli impianti di IP, e le specifiche tecniche per l'invio dei dati dinamici di consumo da parte dei Gestori alla Piattaforma PELL,
- il software LENICALC, che è stato completato e sarà distribuito a metà del 2019 attraverso il Portale PELL edifici,
- la scheda censimento PELL edifici per le scuole che è stata testata con una priva serie di scuole per verificarne la completezza e l'efficacia e che ora è stata condivisa con gli stakeholders per avere ulteriori feedback,
- l'implementazione del modulo SAVE nella piattaforma PELL per la valutazione economico finanziario di impianti di IP a seguito dell'implementazione degli algoritmi di calcolo definiti,
- la redazione di un documento che potrebbe essere utilizzato da un qualsiasi comune che volesse fare una riqualificazione degli impianti IP orientato alla Smart Service in un'ottica di transizione da un impianto di illuminazione pubblica ad un sistema di servizi smart.

Le attività effettuate al termine di questo trimestre hanno visto la prosecuzione di alcune fasi propedeutiche agli sviluppi futuri del PELL e delle attività ad esso connesso.

In particolare, per il PELL IP è stato effettuato il test di usabilità del portale ed il caricamento della scheda censimento (XML) da parte di un ipotetico utente "comune/gestore" per identificare eventuali elementi da migliorare, in attesa di avviare il caricamento reale delle schede dei Comuni/Gestori afferenti al Bando Consip Luce 4. I comuni afferenti al Bando Consip Luce 4 rappresenteranno la prima fase di popolamento del DB relativo inerente non solo la fase statica (caricamento delle schede censimento) ma, successivamente, quella dinamica (caricamento dati relativi ai consumi energetici degli impianti) che comporterà quindi tutta la fase di gestione e manutenzione della piattaforma per accertarsi del corretto funzionamento.

Per quanto riguarda il PELL Edifici, è stata effettuata una importante estensione dell'indagine, iniziata nell'annualità del PAR 2017, a 70 edifici scolastici, incrementando così il numero di dati utile al calcolo degli indicatori di consumo energetico su scala nazionale. Questa attività ha evidenziato quali numerose criticità rendono complesso e difficile il reperimento delle informazioni necessarie al censimento dell'edificio scolastico ed alla sua caratterizzazione, criticità che sono riconducibili alla totale assenza di gestione tecnica all'interno degli edifici analizzati. Si è inoltre proceduto al completamento del testo della Prassi di Riferimento (PdR UNI) che sarà distribuita unitamente al LENICALC, in qualità di guida che aiuti i professionisti in procinto di applicare la norma UNI EN 15193-1:2017 per il calcolo del LENI (indicatore rappresentativo del consumo energetico dell'impianto di illuminazione artificiale di un edificio) consentendo quindi un ampio utilizzo del metodo di calcolo per la valutazione energetica degli impianti nelle differenti destinazioni (residenziali e non).

Nell'ambito degli Smart Services sono state definite ed aggiunte nuove funzioni/servizi al sensore/telecamera Smart-Eye per quanto riguarda il riconoscimento suono, sono stati fatti alcuni test in laboratori sulle nuove funzione e sono stati ipotizzati nuovi scenari nell'ambito della sicurezza, della gestione emergenze, dell'analisi ambientale. In questo modo è plausibile ipotizzare un incremento di applicazioni e servizi possibili grazie a queste nuove tecnologie.

Inoltre è stato fatto uno studio di supporto logistico preliminare applicato al sistema di termoregolazione dell'edificio F-40 Casaccia, estendendo quindi lo studio di affidabilità e criticità già eseguito sullo Smart Street prototipale all'interno dello Smart Village di Casaccia, ad altro impianto. In questo è stato possibile indentificare quali siano gli elementi critici dell'intero sistema ed identificare eventuali azioni preventive.

Infine, è proseguita la partecipazione a gruppi di lavoro di enti normatori nazionali, europei e internazionali nel settore dell'illuminazione (collaborazione con comitati di standardizzazione e normativa). All'interno di ciascun gruppo l'ENEA ha dato il proprio contributo a proposte, revisioni e stesura di norme e raccomandazioni tecniche nei relativi campi di competenza. A livello europeo è terminata la revisione dei Regolamenti Ecodesign ed Etichettatura energetica per i prodotti di illuminazione: il 17 dicembre 2018 si è tenuto il Regulatory Committee in cui è stato votato il nuovo Regolamento di Ecodesign (che riguarda le "light sources" e i "separate control gears") , mentre il 18 dicembre si è discusso il nuovo Regolamento di Etichettatura Energetica (che riguarda le "light sources". E' stato pubblicato lo standard UNI1603054 "Luce e illuminazione - Specifiche per un formato di interscambio dati fotometrici e spettrometrici degli apparecchi di illuminazione e delle lampade", elaborato dal GL07 "Fotometria e colorimetria" UNI, a cui ENEA partecipa.