



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto



REGIONE DEL VENETO

# L'inquinamento luminoso nella regione Veneto



Relazione a cura dell'Osservatorio Permanente sul fenomeno  
dell'inquinamento luminoso

# ARPAV

## **Direttore Generale**

Carlo Emanuele Pepe

## **Direttore Tecnico**

Paolo Rocca

## **Progetto e realizzazione**

### **Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso**

#### **Presidente**

Carlo Emanuele Pepe

#### **Componenti**

Pietro Fiorentin, Dipartimento Ingegneria Industriale - Università di Padova

Sergio Ortolani, Dipartimento di Fisica ed Astronomia – Università di Padova

Luca Zaggia, Associazione VenetoStellato

Michele Gallo Direttore Parco Regionale dei Colli Euganei

Andrea Bertolo, ARPAV – Dipartimento di Padova

Elena Gambato, ARPAV – Dipartimento di Padova

#### **A cura di**

Andrea Bertolo, Elena Gambato, Pietro Fiorentin, Sergio Ortolani, Luca Zaggia

#### **Hanno collaborato**

Carlo Bigliotto (ARPAV – Dipartimento di Padova), Giampaolo Fusato (ARPAV - Dipartimento di Verona) e

Gabriele Umbriaco (Dipartimento di Fisica ed Astronomia – Università di Padova).

Marzo 2015

# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	1
<b>2. LO STATO DI FATTO</b>	
2.1 Questionari 2010 e 2013 per i Comuni del Veneto .....	2
2.2 Inquinamento Luminoso: i monitoraggi e le analisi strumentali della brillantezza del cielo notturno .....	16
<b>3. LE ATTIVITA' DI ARPAV SUL TEMA INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	
3.1 I controlli sul territorio .....	22
3.2 Le istruttorie preventive sui progetti illuminotecnici .....	23
3.3 Le istruttorie preventive sui Piani Comunali dell'illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL) .....	24
3.4 La formazione specialistica .....	24
<b>4. LA SEGNALAZIONE DEGLI IMPIANTI INQUINANTI</b> .....	26
<b>5. LE INIZIATIVE DELL'OSSERVATORIO PERMANENTE</b>	
5.1 Le linee guida sui Piani Comunali (PICIL) (DGRV 1059 del 24/06/2014) .....	29
5.2 La Notte Buia 2014 (Altipiano di Asiago) .....	30
5.3 Il tavolo tecnico regionale sulle insegne ed i cartelloni pubblicitari .....	34
5.4 L'interconfronto strumentale per il monitoraggio della brillantezza del cielo notturno .....	35
<b>6. CONCLUSIONI</b> .....	37

## ALLEGATI

1. Risultati completi questionario 2010 per i Comuni del Veneto
2. Risultati completi questionario 2013 per i Comuni del Veneto
3. Linee guida sui Piani Comunali per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso
4. Protocollo e scheda dati interconfronto strumentale della brillantezza del cielo notturno



# 1. INTRODUZIONE

La Regione Veneto fin dal lontano anno 1997 ha avviato una riflessione ed un controllo sull'inquinamento luminoso prodotto dalla luce emessa dagli impianti di illuminazione esterna, concretizzatosi nella prima Legge Regionale in materia, che già prefigurava la centralità del tema anche a riguardo del risparmio energetico conseguibile.

Ma è soprattutto a partire dall'anno 2009, con la nuova Legge Regionale n. 17/09, che l'azione sulla tematica è diventata maggiormente incisiva, grazie ad uno strumento legislativo puntuale ed ad una nuova sensibilità degli attori in campo, in primis Regione ed ARPAV.

L'istituzione presso la Direzione Generale di ARPAV dell'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso (nel seguito semplicemente Osservatorio), il ruolo dell'Agenzia nel supportare i Comuni nei controlli e nelle istruttorie, il contributo delle associazioni di tutela del cielo, la nuova sensibilità dei Comuni, derivante in primis da aspetti economici e di risparmio energetico, la collaborazione degli ordini e dei collegi professionali, pone attualmente il Veneto come Regione capofila in Italia per le azioni sul territorio, la formazione professionale e la sensibilizzazione culturale, la ricerca scientifica.

La relazione, che risponde ad una precisa richiesta di legge, presenta la situazione dell'inquinamento luminoso e degli impianti di illuminazione nella regione Veneto, dettaglia i risparmi energetici conseguiti, ed illustra nel contempo le numerose attività, indagini, iniziative svolte da Osservatorio ed ARPAV dal 2009 ad oggi, delineando inoltre alcuni scenari futuri che mirino ad ottimizzare le risorse disponibili e razionalizzare gli interventi sull'illuminazione, al fine di illuminare meglio e nel contempo non privarsi di quel "rimirar le stelle" che costituisce un aspetto culturale, ambientale e scientifico irrinunciabile.

## 2. LO STATO DI FATTO

La fotografia della situazione odierna nel Veneto per quanto concerne l'inquinamento luminoso, la consistenza e l'utilizzo degli impianti di illuminazione ed il consumo energetico si basa su due distinti capitoli correlati tra loro: l'analisi delle risposte dei Comuni del Veneto ai questionari preparati da ARPAV e riferiti alla situazione dell'anno 2010 e dell'anno 2013, e l'analisi dei dati di monitoraggio della brillantezza del cielo notturno ottenuti dalle centraline di monitoraggio presenti sul territorio regionale e dalle ricerche condotte presso l'Osservatorio Astronomico di Asiago (VI).

Nei paragrafi successivi verranno presentati e discussi i risultati ottenuti in riferimento ai due filoni di indagine considerati.

### 2.1

#### Questionari 2010 e 2013 per i Comuni del Veneto

La promulgazione della Legge Regionale n. 17 nell'anno 2009 ha costituito sicuramente uno spartiacque per quanto riguarda la gestione della tematica dell'illuminazione esterna, pubblica e privata, nel Veneto, obbligando i Comuni ad una valutazione del proprio parco impiantistico a riguardo della pubblica illuminazione esterna ed alla ricognizione dei consumi elettrici per illuminazione, dati spesso non ben conosciuti o a disposizione.

Il dettato legislativo in particolare ha richiesto ai Comuni di rilevare il consumo di energia elettrica per illuminazione esterna notturna pubblica nel territorio di competenza (art. 5, comma 4), ai fini anche di determinare la quota annuale di incremento massima ammissibile, fissata pari all'uno per cento del consumo effettivo registrato alla data di entrata in vigore della legge (art. 5, comma 3).

Al fine di stimolare i Comuni ad una corretta ricognizione del numero dei punti luce presenti ed in special modo dei consumi spesso conosciuti in modo assai impreciso e lacunoso, ed allo scopo di avere una base dati di partenza per monitorare nel tempo l'andamento di tali parametri, l'Agenzia ha proposto relativamente all'anno 2010 un primo questionario per tutti i Comuni del Veneto, in cui i due dati fondamentali richiesti erano proprio i consumi energetici comunali ed il numero di punti luce presenti, assieme ad una serie di quesiti volti ad approfondire il grado di conoscenza e di applicazione delle Legge Regionale.

Al fine di quantificare lo stato di avanzamento nel tempo, l'azione dell'Agenzia nel campo dell'informazione/formazione, l'impatto della Legge Regionale e delle politiche di sostegno economico da parte della Regione, il questionario, con alcune semplificazioni derivanti dalla pregressa esperienza, è stato ripetuto nel corso dell'anno 2014 con riferimento ai dati dell'anno 2013.

I questionari 2010 e 2013 sono stati inviati a tutti i Comuni del Veneto: al fine di ottenere il maggior numero di risposte da parte dei Comuni si è operato anche con solleciti successivi.

Nell'allegato 1 per l'anno 2010 e nell'Allegato 2 per l'anno 2013 sono riportati i questionari completi con le risposte di ciascun Comune ai quesiti proposti.

I dati oggetto dei questionari costituiscono “informazioni ambientali” ai sensi del D.lgs. n. 195 del 2005, art. 2.

Vengono qui illustrate le analisi dei dati effettuate, i risultati e le considerazioni su quanto emerso, anche allo scopo di possibile indirizzo delle future politiche di sostegno da parte degli attori pubblici, in primis la Regione.

### I questionari ricevuti

La numerosità dei Comuni rispondenti è riportata in tabella 1 e sintetizzata graficamente nella figura 1.

Province	n° Comuni per provincia	% questionari ricevuti	
		2010	2013
<b>Belluno</b>	69	59 %	68 %
<b>Padova</b>	104	66 %	64 %
<b>Rovigo</b>	50	44 %	68 %
<b>Treviso</b>	95	48 %	73 %
<b>Vicenza</b>	121	74 %	69 %
<b>Verona</b>	98	59 %	57 %
<b>Venezia</b>	44	34 %	80 %
<b>% comuni</b>	<b>totale</b>	<b>59 %</b>	<b>67 %</b>
<b>% popolazione</b>	<b>totale</b>	<b>58 %</b>	<b>79 %</b>

Tabella 1 – Risposte ai questionari ARPAV dei Comuni del Veneto

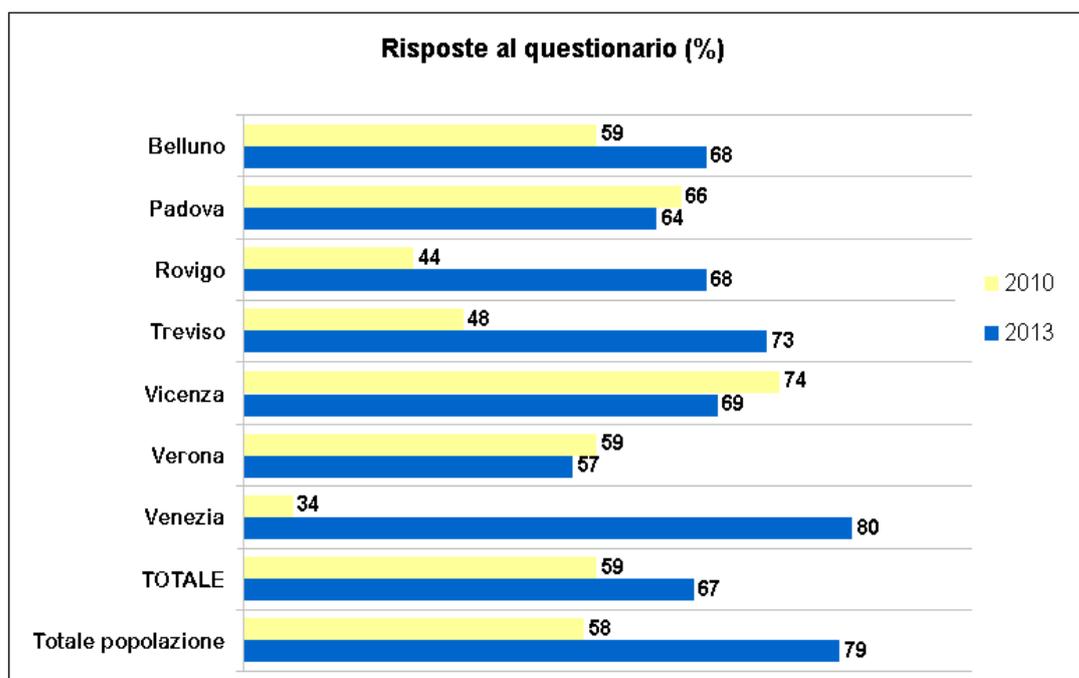
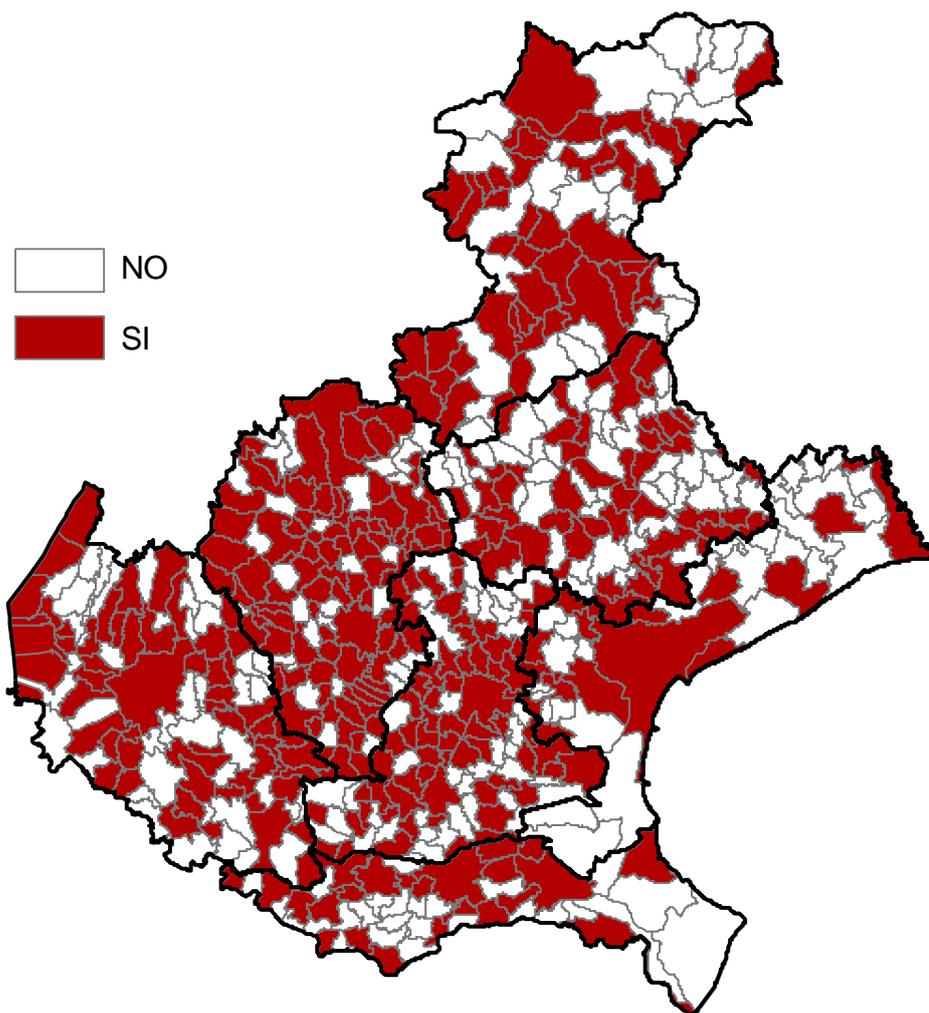


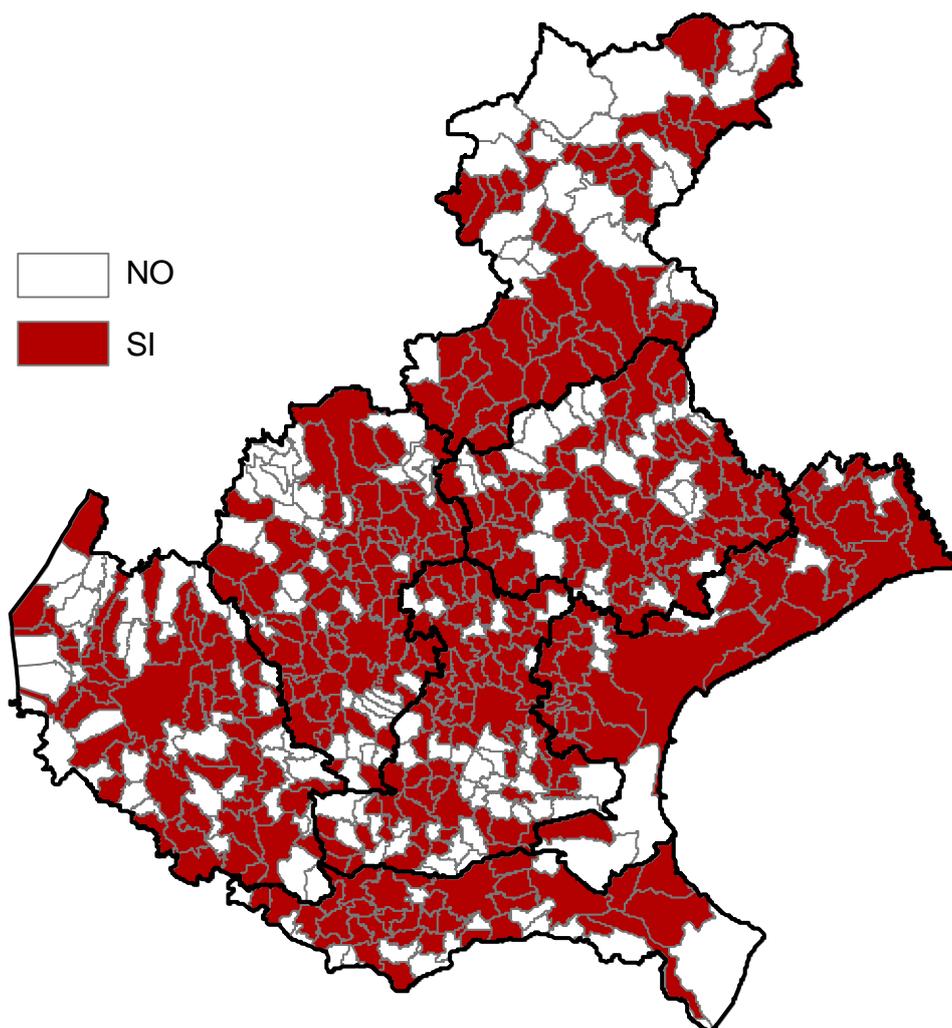
Figura 1 – Risposte ai questionari ARPAV dei Comuni del Veneto

Nelle figure 2 e 3 sono rappresentati territorialmente i Comuni che hanno risposto rispettivamente ai questionari 2010 e 2013.



Risposte questionario - Anno 2010

Figura 2 – Risposte ai questionari ARPAV dei Comuni del Veneto (anno 2010)



Risposte questionario - Anno 2013

Figura 3 – Risposte ai questionari ARPAV dei Comuni del Veneto (anno 2013)

La percentuale di Comuni rispondenti, ed in particolare la percentuale riferita all'intera popolazione regionale, fa sì che il campione statistico per ambedue gli anni considerati sia sicuramente rappresentativo dell'intera popolazione della Regione Veneto.

## Risultati

Nell'effettuare l'analisi statistica si sono considerati i seguenti dati di ingresso contenuti nei questionari:

- consumo comunale di energia elettrica per illuminazione pubblica esterna negli anni 2010 e 2013 in kWh;
- numero di punti luce presenti nel territorio comunale al 31 dicembre 2010 ed al 31 dicembre 2013.

Accanto a questi dati si è inoltre utilizzata l'informazione sul numero di abitanti per ciascun Comune.

Si sono quindi effettuate le analisi sui seguenti parametri, elaborati e riportati negli allegati 1 e 2 per ciascun Comune rispondente al questionario:

- Consumo per abitante (kWh).
- Punti luce per abitante.
- Potenza per punto luce (W): tale parametro è stato ricavato dal consumo annuo utilizzando il dato convenzionale di 4200 ore di accensione annua.

I data set iniziali sono stati ripuliti eliminando gli outliers statistici (considerati come i valori che si situano oltre tre volte la distanza interquartile).

Occorre notare come le risposte meno affidabili siano state quelle sui consumi, dimostrando ancora una volta come la conoscenza di tale indicatore non sia sempre soddisfacente.

I risultati ottenuti per le statistiche descrittive sono riportati nella tabella 2; nelle figure 4 e 5 vengono rappresentate a titolo esemplificativo le distribuzioni di frequenza per i parametri consumo per abitante e potenza per punto luce, relativi all'anno 2013.

	consumo per abitante (kWh)		potenza per punto luce (W)		punti luce per abitante	
	2010	2013	2010	2013	2010	2013
<b>Numerosità</b>	284	381	283	382	314	381
<b>Min</b>	27	35	11	25	0.04	0.10
<b>Max</b>	271	247	287	234	0.43	0.48
<b>Media</b>	103	102	123	112	0.20	0.22
<b>Mediana</b>	92	92	119	108	0.19	0.20

Tabella 2 – Statistiche descrittive dei parametri analizzati

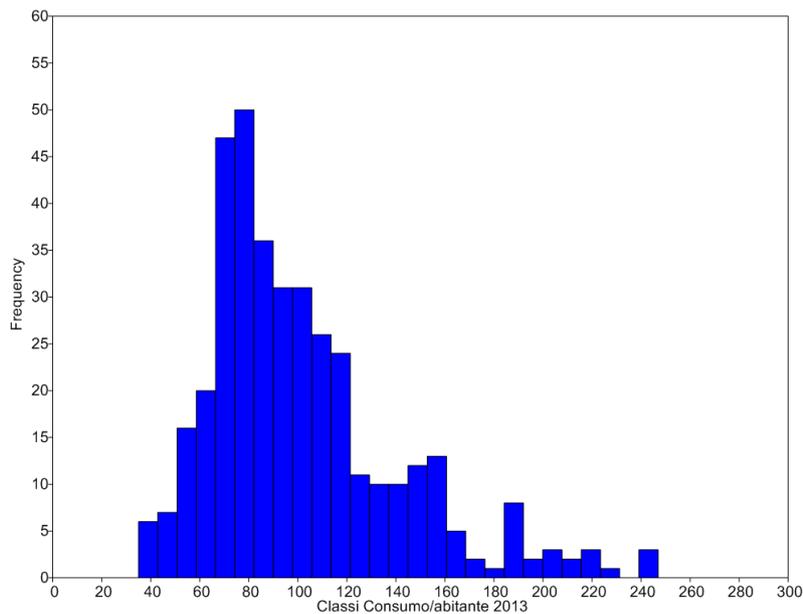


Figura 4 – Distribuzione statistica del parametro consumo per abitante in kWh (anno 2013)

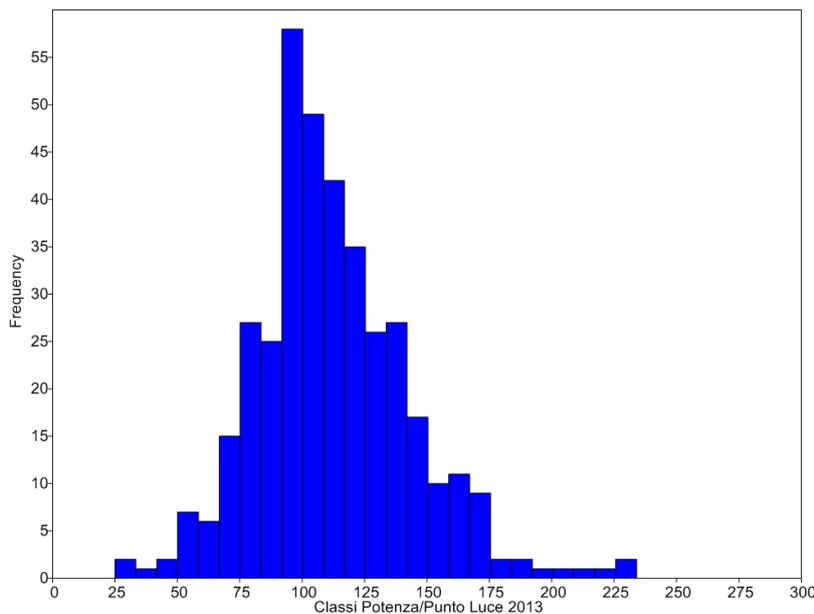


Figura 5 – Distribuzione statistica del parametro potenza per punto luce in W (anno 2013)

I confronti statistici tra i parametri effettuati con test non parametrici (Kolmogorov-Smirnov) nel caso di distribuzione non normale oppure parametrici (t di Student) nel caso di distribuzione normale mostrano una differenza significativa tra gli anni nel caso della potenza per punto luce e del numero di punti luce per abitante.

Data la significatività statistica del campione considerato si è potuto stimare tramite normalizzazione al numero di abitanti i parametri globali per l'intera Regione Veneto: in tabella sono riportati i risultati ottenuti, con i dati delle prime tre righe ricavati dal campione di risposte ottenute dai questionari, che comunque possono essere considerati rappresentativi a livello regionale, mentre i dati globali di consumo, potenza e punti luce sono ottenuti normalizzando all'intera regione i dati campionati.

DATI RILEVATI	anno 2010	anno 2013	differenza	differenza %
Consumo per abitante (kWh)	93	89	- 4	- 4 %
Potenza per punto luce (W)	121	109	- 12	- 10 %
Punti luce per abitante	0.183	0.196	+ 0.013	+ 7 %
<b>STIME</b>				
Consumo totale annuo (GWh)	454.6	436.5	- 18.1	- 4 %
Potenza totale annua (MW)	108.2	103.9	- 4.3	- 4 %
Punti luce	893900	957000	+ 63100	+ 7 %
Risparmio economico ( € )			<b>- 4.2 ilioni</b>	

Tabella 3 – Stima dei parametri di interesse per l'intera Regione Veneto

Un altro dato interessante, riportato nella figura seguente, è quello che quantifica i Comuni che hanno diminuito il consumo energetico per pubblica illuminazione dall'anno 2010 all'anno 2013: interessante notare come per una percentuale rilevante di Comuni la spending review su questo tema sia ancora lontana dall'essere applicata.

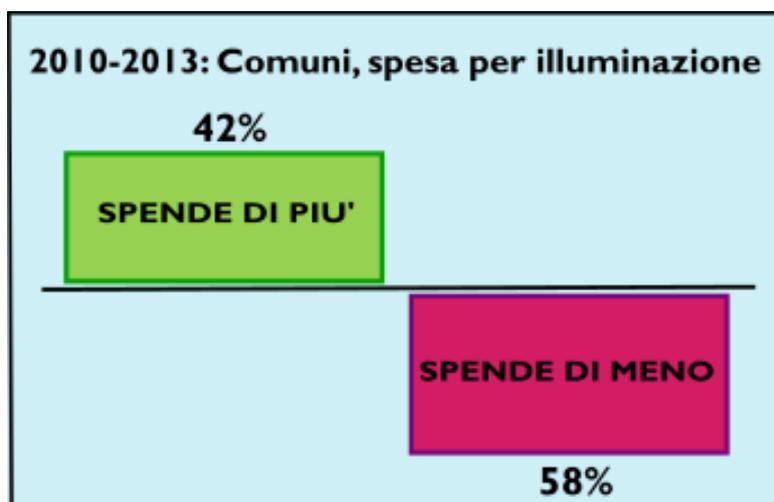


Figura 6 – Percentuale di Comuni che hanno aumentato o diminuito il consumo energetico per illuminazione pubblica passando dall'anno 2010 all'anno 2013

A fronte di un aumento di punti luce si assiste pertanto ad una diminuzione quantificabile del consumo totale ed ad una corrispondente diminuzione di potenza per punto luce.

Traducendo i dati in termini economici, si ottiene, considerando un costo medio per illuminazione pubblica nel 2013 pari a 0.23 €/kWh, un risparmio annuale stimato pari a circa 4.2 milioni di euro.

## Confronti con altri dati regionali, nazionali ed internazionali

Appare inoltre interessante effettuare un confronto tra alcuni parametri stimati e quelli riferiti ad altre realtà regionali e nazionali, validi come ordini di grandezza.

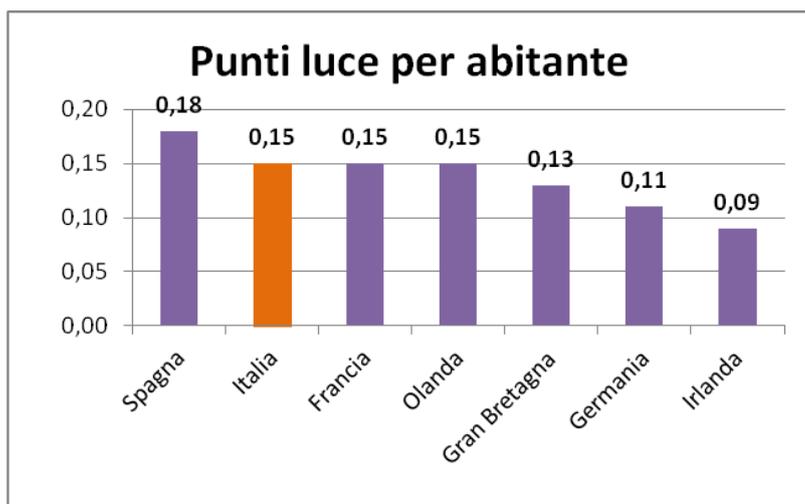
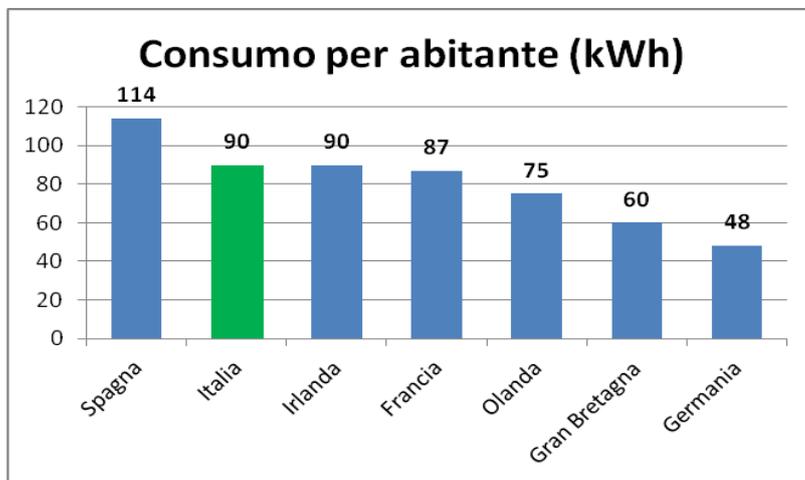


Figura 7a e 7b – Stima dei consumi energetici di pubblica illuminazione di alcune nazioni europee  
Fonte dei dati: Sanchez de Miguel, A. (2015) *Variación espacial, temporal y espectral de la contaminación lumínica y sus fuentes: Metodología y resultados. Ph.D. Thesis. Universidad Complutense de Madrid*

Nei grafici seguenti sono invece confrontati i consumi energetici per pubblica illuminazione ricavati dai dati di Terna riferiti all'anno 2013.

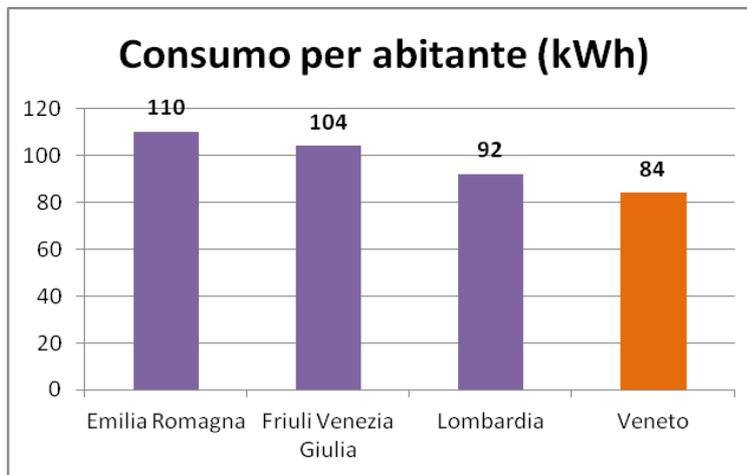
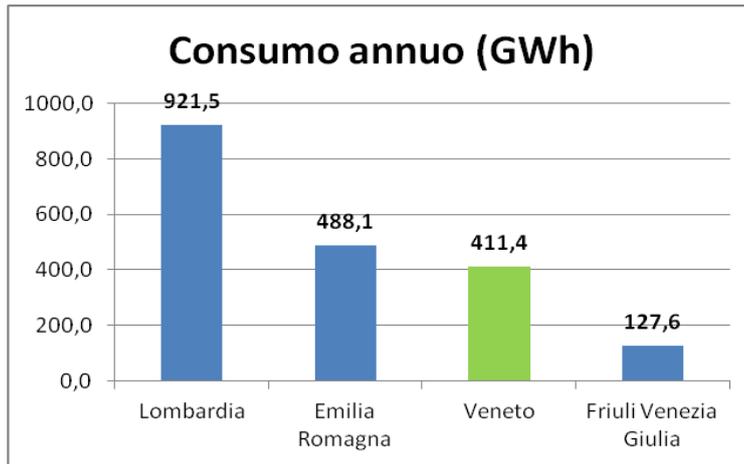


Figura 8a e 8b – Consumi energetici 2013 da Elaborazione dati TERNA.  
Elaborazione di dati provenienti da Terna (Consumo energetico per settore merceologico 48. Illuminazione pubblica - anno 2013)

Il confronto evidenzia come il Veneto presenti consumi inferiori alla media nazionale ed alle regioni confinanti, mentre a livello internazionale l'Italia sia tra gli stati con un maggior numero di punti luce per abitante e con un consumo procapite più alto: sono evidenti, pur nella buona strada già intrapresa, le possibilità di margini notevoli di risparmio, agendo sull'efficienza degli impianti e razionalizzando maggiormente la pubblica illuminazione.

Dati reperiti in alcuni Comuni significativi confermano che al trend di crescita nel numero di punti luce (pari come abbiamo visto a circa il 7% su scala regionale) corrisponde una aumentata efficienza luminosa, grazie al miglioramento delle sorgenti utilizzate, in particolare delle lampade al sodio e dei LED, ma anche un aumento di flusso luminoso.

Stimando una efficienza media regionale pari a 80 lm/W, il flusso totale emesso dagli impianti pubblici risulta pari a circa 8.3 miliardi di lumen; si può ipotizzare ragionevolmente che gli impianti privati contribuiscano per lo stesso ordine di grandezza, per un totale di flusso emesso pari a circa 16 miliardi di lumen.

Poiché dai dati di letteratura circa il 25% del flusso totale viene emesso verso l'alto (direttamente o per riflessione dal terreno), si può stimare che il flusso emesso verso il cielo e quindi responsabile dell'inquinamento luminoso sia indicativamente pari a circa 4 miliardi di lumen.

### Analisi per classi demografiche di abitanti

Nelle figure seguenti sono rappresentati al variare del numero di abitanti i parametri considerati, al fine di evidenziare eventuali differenze significative tra i Comuni di varie dimensioni, escludendo quelli superiori a 60000 abitanti per facilità di comprensione grafica.

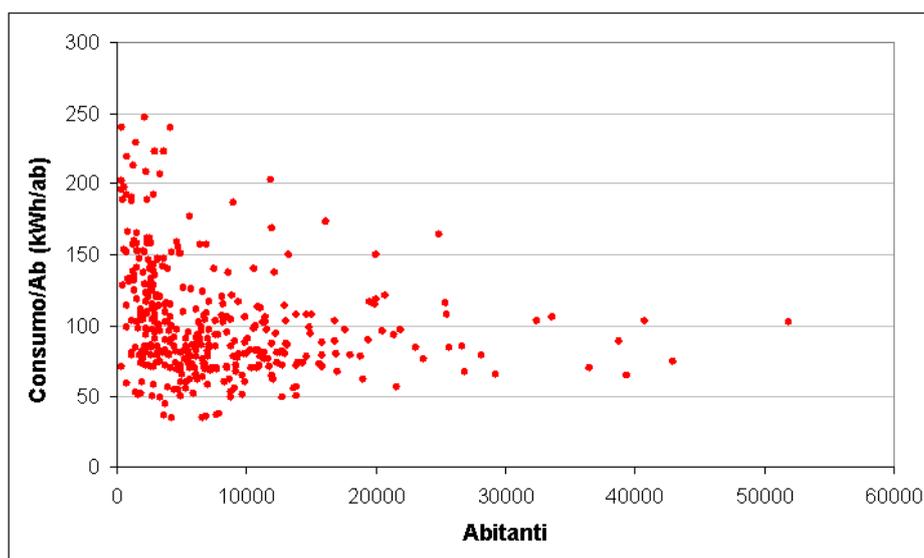


Figura 9 – Consumo per abitante al variare del numero di abitanti

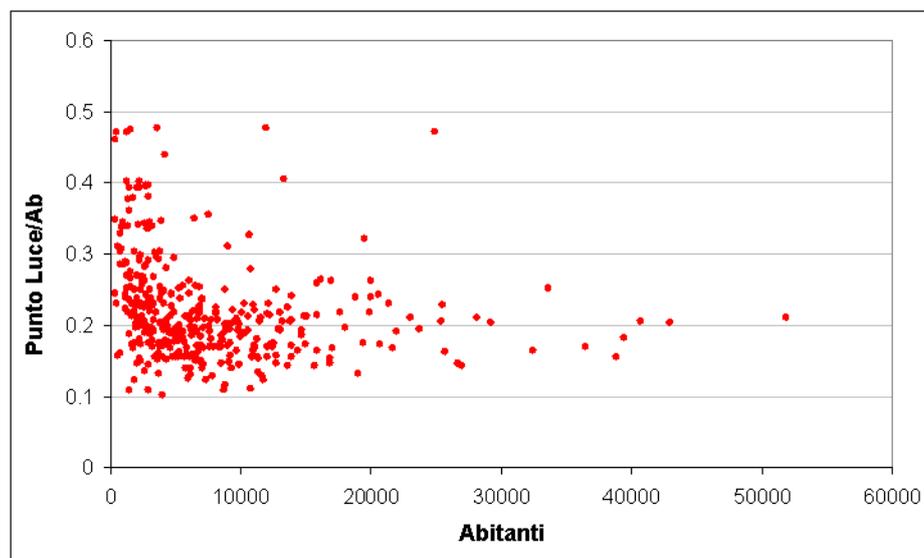


Figura 10 – Punti luce per abitante al variare del numero di abitanti

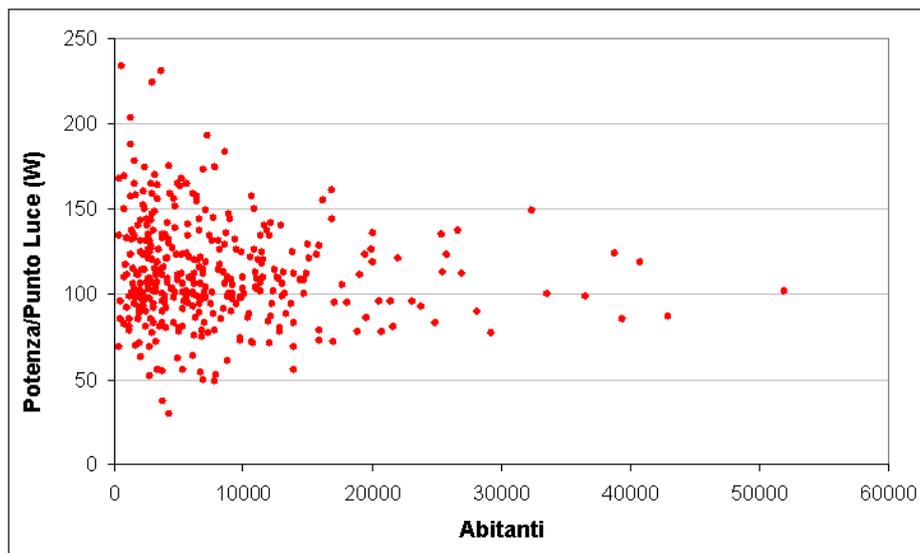


Figura 11 – Potenza per punto luce al variare del numero di abitanti

Sono state infine effettuate analisi statistiche suddividendo i Comuni per classi di abitanti: a partire dalla classificazione dei Comuni sulla base della popolazione (articolo 156 del testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali - D.Lgs 267/2000), sono state individuate cinque fasce demografiche di raggruppamento in base alla numerosità campionaria; in ciascuna fascia ricadono un numero statisticamente significativo di Comuni che hanno risposto al questionario:

12

- Comuni con meno di 3000 abitanti (totale regionale 199 Comuni);
- Comuni compresi tra 3000 e 10000 abitanti (totale regionale 256 Comuni);
- Comuni compresi tra 10000 e 20000 abitanti (totale regionale 90 Comuni);
- Comuni compresi tra 20000 e 60000 abitanti (totale regionale 31 Comuni);
- Comuni con più di 60000 abitanti (corrispondenti ai capoluoghi di provincia esclusi Rovigo e Belluno).

I risultati maggiormente significativi sono riportati nelle figure 12 e 13.

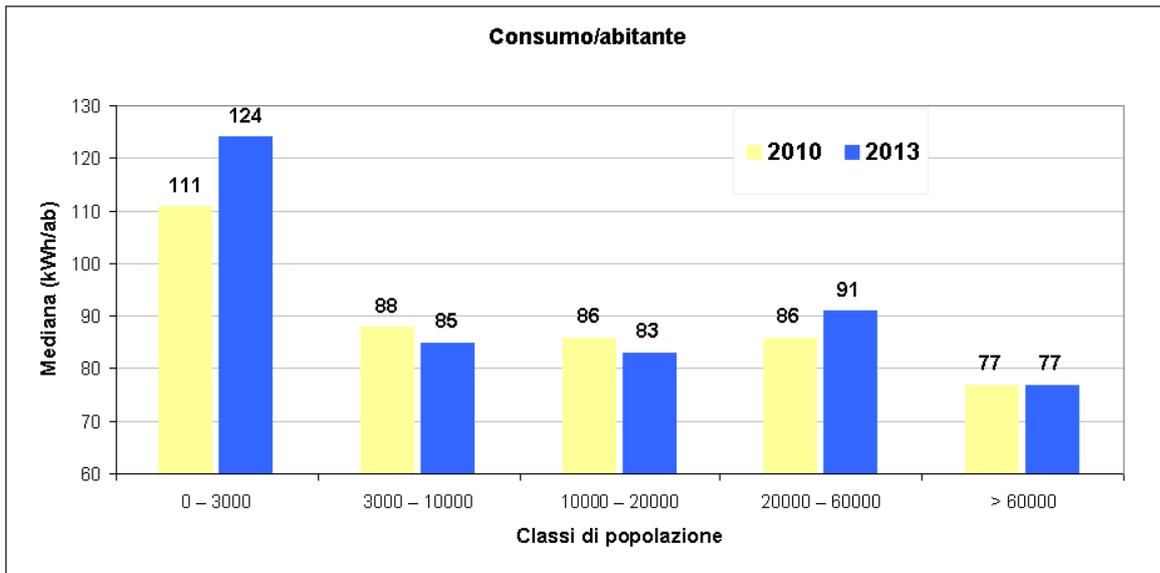


Figura 12 – Consumo per abitante per le varie classi demografiche di popolazione (anno 2010 e 2013)

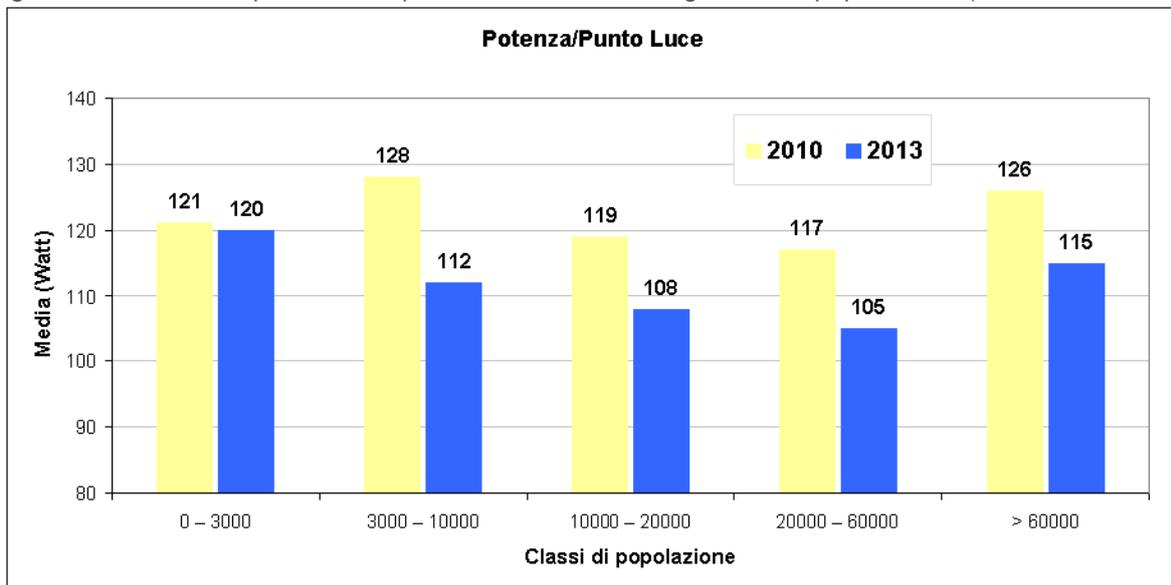


Figura 13 – Potenza per punto luce per le varie classi demografiche di popolazione (anno 2010 e 2013)

Per ricercare eventuali differenze tra le classi demografiche (escludendo l'ultima relativa ai capoluoghi per la bassa numerosità e peculiarità), sono stati utilizzati test statistici non parametrici (Kruskal-Wallis) per il parametro consumo per abitante e parametrici (test di Student) per il parametro potenza per punto luce.

I risultati hanno evidenziato che per il parametro consumo per abitante vi è una diversità significativa dei valori tra le classi, in particolare tra la classe dei piccoli Comuni sotto i 3000 abitanti e le altre, mentre per il parametro potenza per punto luce non si evidenzia diversità tra le classi per l'anno 2010, mentre si evidenzia una diversità tra le classi per l'anno 2013.

L'analisi statistica e lo studio dei grafici rende evidente come al crescere del numero di abitanti diminuisca la variabilità dei dati, e come per i Comuni al di sotto di qualche migliaio di abitanti non si verifichi la diminuzione di potenza per punto luce evidente per i Comuni con popolazione maggiore.

## Stato di applicazione della normativa regionale

Per quanto riguarda invece la seconda parte dei questionari volta a conoscere lo stato di attuazione delle richieste legislative, i risultati sono riportati nella tabella 6 e nelle figure seguenti.

Quesiti	2010	2013
Redazione PICIL	3%	26%
Adeguamento regolamento edilizio	10%	22%
Autorizzazione comunale per gli impianti di illuminazione esterna	21%	24%
Segnalazioni per impianti non conformi	23%	23%
Adeguamento Impianti di pubblica illuminazione	69%	n.d.
Bonifica impianti privati non conformi	15%	15%
Individuazione apparecchi pericolosi per la circolazione stradale	21%	31%
Richiesta supporto tecnico ad ARPAV	8%	n.d.
Capitolati e gare secondo norma	76%	n.d.
Finanziamenti regionali richiesti	n.d.	63%

Tabella 6 – Comuni del Veneto: azioni intraprese in attuazione della normativa regionale

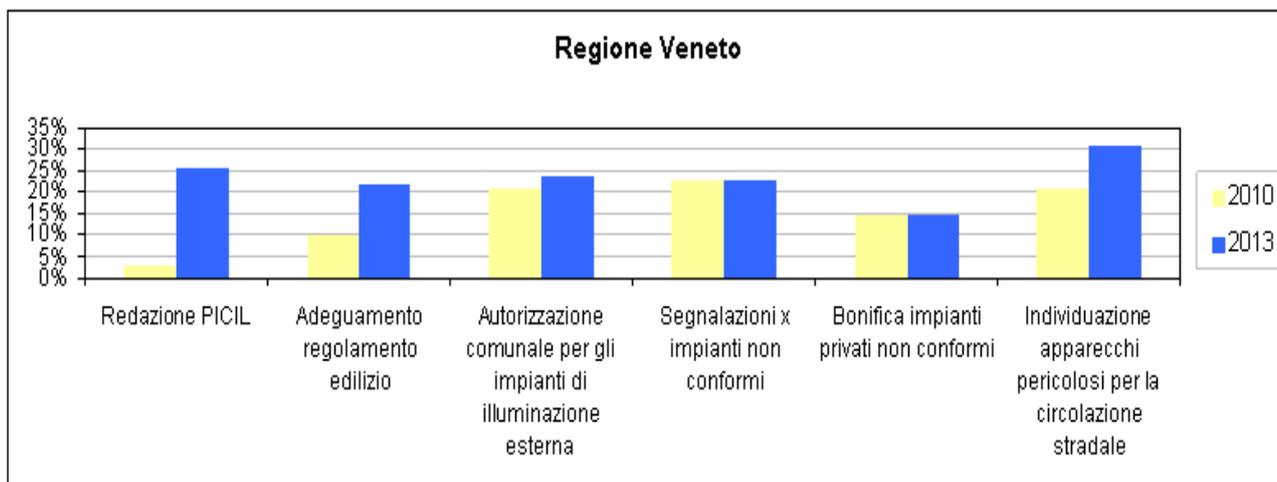


Figura 14 – Comuni del Veneto: azioni intraprese in attuazione della normativa regionale. Valori percentuali

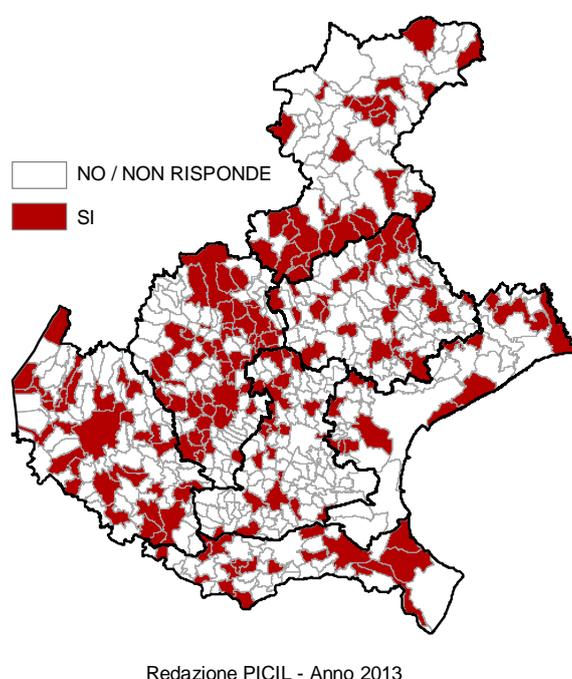
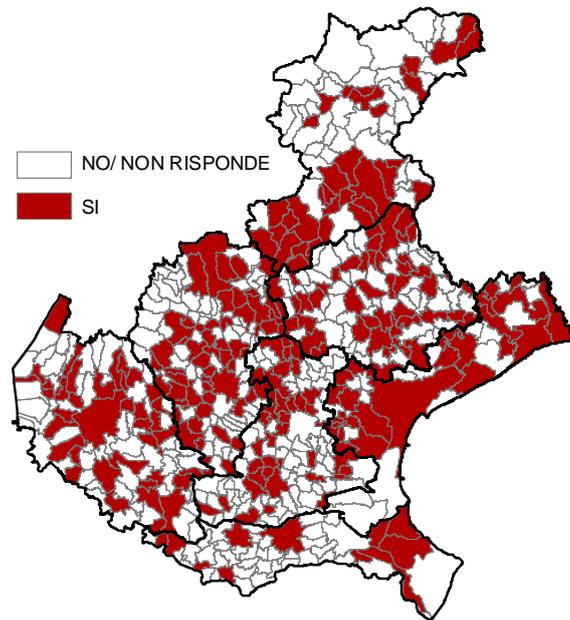
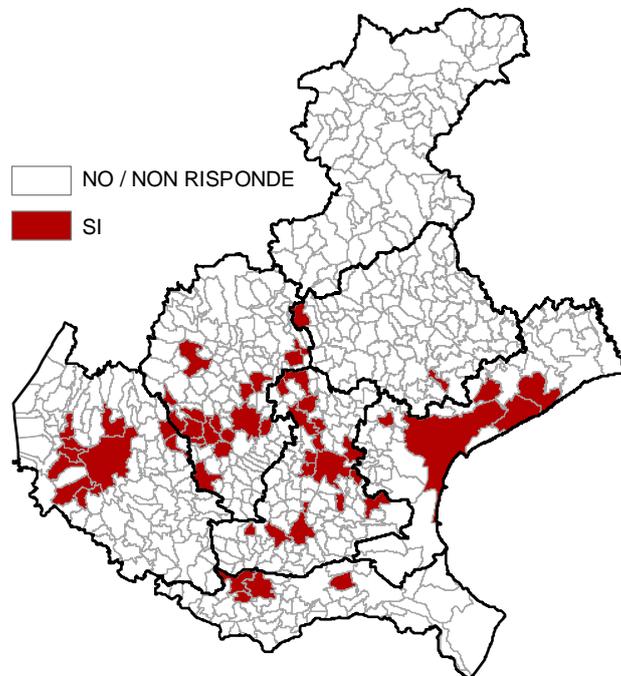


Figura 15 – Comuni che hanno redatto il Piano Comunale per il Contenimento dell’Inquinamento Luminoso nel 2013



Finanziamenti richiesti - Anno 2013

Figura 16 – Comuni che hanno richiesto finanziamenti alla Regione per PICIL o rifacimento di impianti nel 2013



Bonifica impianti privati - Anno 2013

Figura 17 – Comuni che hanno proceduto alla bonifica di impianti privati nel 2013

Dall'analisi dei risultati si possono trarre già alcune conclusioni, qui sintetizzate:

- La percentuale di Comuni veneti che hanno già elaborato il Piano Comunale per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL), o per lo meno ne hanno avviato la stesura, è in decisa crescita negli anni, anche per il notevole sforzo economico di supporto da parte della Regione, e comprende oramai circa un quarto del totale dei Comuni della Regione.
- Anche l'adeguamento dei Regolamenti Edilizi alle prescrizioni della L.R. 17/09 risulta in crescita, anche se un tale strumento, che non comporta costi economici ma aiuta a tenere sotto controllo gli impianti privati, deve essere maggiormente adottato e incentivato.
- Le note carenti riguardano la serie di quesiti sul controllo degli impianti di illuminazione privata, come si evince dalle basse percentuali di Comuni che provvedono ad autorizzare tali impianti e che si occupano di imporre le bonifiche degli impianti inquinanti: in questo campo l'azione di Regione, ARPAV ed Osservatorio deve ottenere una maggiore incisività, anche a motivo del notevole contributo degli impianti privati sull'inquinamento luminoso (si veda a riguardo il paragrafo 5.2).

## 2.2

### Inquinamento Luminoso: i monitoraggi e le analisi strumentali della brillantezza del cielo notturno

#### Strumentazione e campionamento

La luminosità (detta brillantezza) del cielo notturno viene misurata attraverso un semplice strumento, denominato Sky Quality Meter (SQM), composto da un sensore appositamente calibrato in grado di registrare la luce entro un determinato campo visuale; lo strumento viene posto in posizione fissa ed orientato verso lo zenit. Per la loro affidabilità, versatilità nelle varie versioni portatili e per postazioni fisse, e per la loro economicità, questi misuratori hanno avuto una larga diffusione e si sono prestati anche a realizzare una rete di monitoraggio che si sta rapidamente diffondendo in tutto il territorio nazionale.

Gli SQM correntemente usati sono di due tipi: quelli portatili, usati per misurare il cielo da diverse postazioni e in diverse zone del cielo, e quelli fissi che registrano le misure con continuità; il campo di vista totale va dai +/- 30 gradi per gli SQM a campo ristretto, realizzati con l'uso di una lente in ingresso, a +/- 60 gradi per quelli a grande campo.

In termini astronomici, il valore della luminosità o brillantezza del cielo è espressa in magnitudini per arcosecondo quadrato ( $\text{mag./arcsec.}^2$ ). A questa unità di misura corrisponde una scala inversa, ovvero un cielo di 21.0  $\text{mag./arcsec.}^2$  sarà più buio di un cielo con brillantezza di 20.0  $\text{mag./arcsec.}^2$ , dove con più buio s'intende un cielo in cui il numero di stelle visibili sia maggiore a parità di zona osservata.

Le misure di monitoraggio sono state effettuate con gli SQM fissi del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, installati presso i telescopi astronomici ad Asiago dai tecnici del Dipartimento, siti uno in località Pennar, vicino al centro del paese, ed uno a cima Ekar, ad alcuni chilometri di distanza in linea d'aria sia da Asiago che da Gallio, ma in posizione più vicina al bordo dell'altopiano.

L'SQM del Pennar è operativo da marzo 2014, quello di Ekar dal maggio 2011, ed eccetto un breve intervallo nell'estate del 2014 hanno operato con continuità sino ad oggi. Entrambi campionano la luminosità del cielo allo zenit ad intervalli di 5 minuti, con dati immediatamente disponibili nella rete interna del Dipartimento.

Oltre a questo l'Osservatorio ha avuto a disposizione, ed utilizzato per le analisi, uno SQM installato dall'ARPAV (Dipartimento di Belluno) a Passo Valles nel 2013, in una posizione

privilegiata, protetta da luci locali, che ha registrato i valori più bassi di luminosità del cielo tra quelli a disposizione per il Veneto.

Sono stati inoltre utilizzati anche dati disponibili nella rete di monitoraggio amatoriale dell'Osservatorio astronomico di Nove (VI), grazie alla cortesia di VenetoStellato.

Per l'ubicazione delle centraline si veda la rappresentazione geografica riportata nel paragrafo 5.4.

Accanto a queste sono state ottenute misure a campione durante l'anno con i telescopi Copernico da 182 cm e Schmidt da 90 cm di diametro, situati ad Asiago, a Cima Ekar, dell'Osservatorio Astronomico di Padova, Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), dotati di camere CCD ed equipaggiati con filtri "standard". Per le misure della luminosità del cielo vengono puntati su campi che contengono stelle di luminosità nota con precisione.

Infine sono stati ottenuti spettri a media risoluzione del cielo notturno con lo spettrografo del telescopio da 122 cm del Dipartimento di Astronomia a diverse altezze dall'orizzonte e in diverse condizioni di osservazione. Questi spettri sono stati confrontati con altri, ottenuti in siti privi di inquinamento luminoso, con il New Technology Telescope (NTT) dell'European Southern Observatory, a La Silla in Cile, e con il Telescopio Nazionale Galileo dell'INAF, all'isola di La Palma, isole Canarie, nel 2013 e nel 2014.

### **Calibrazione delle misure**

Per impegno e complessità delle osservazioni e della riduzione dei dati, le osservazioni ai telescopi sono state limitate a poche notti distribuite negli anni ma costituiscono un importante riferimento per la calibrazione assoluta delle misure degli SQM che, sebbene si siano dimostrati molto stabili ed affidabili, integrano un segnale in un intervallo spettrale molto ampio che non corrisponde esattamente agli standard astronomici internazionali delle bande del blu (B) o del visibile (V), nelle quali invece sono state effettuate storicamente le osservazioni astronomiche. Le trasformazioni possono essere fatte sulla base di queste specifiche osservazioni di telescopio oppure anche usando, come indicazione, quelle che sono state pubblicate in letteratura (Cinzano, 2005: [http://unihedron.com/projects/darksky/sqmreport\\_v1p4.pdf](http://unihedron.com/projects/darksky/sqmreport_v1p4.pdf)).

Non esiste una semplice trasformazione dal sistema SQM al sistema standard V (visuale) perché, a rigore, vi è dipendenza dalla distribuzione spettrale dell'emissione del cielo, quindi dalle sorgenti e dall'intensità dell'inquinamento luminoso. Per questo gli SQM portatili del Dipartimento di Fisica e Astronomia e di ARPAV (Dipartimento di Padova) sono stati testati in diversi siti, a differenti livelli di inquinamento luminoso, ed utilizzati in contemporanea alle misure di fondo cielo nei sistemi standard con i telescopi (La Silla, La Palma, Asiago).

Le differenze tra i dati SQM e quelli del sistema standard al telescopio sono sempre positive e dell'ordine di 0.30-0.55 magnitudini, in accordo con quanto riportato da Cinzano: alcune discrepanze rilevanti si spiegano con la presenza o meno della Via Lattea nel campo di vista o di alcune sorgenti brillanti che negli SQM vengono integrate assieme al cielo.

Tenendo conto delle sorgenti nel campo, misure ripetute si sono dimostrate stabili entro qualche per cento, sia tra SQM e telescopio sia tra diversi SQM.

Un altro problema è costituito dalla verifica della calibrazione dei singoli SQM fissi nei vari siti: di nuovo la procedura è quella di usare gli stessi SQM portatili nelle varie postazioni per effettuare misure secondo un protocollo stabilito; la descrizione di questa attività di interconfronto recentemente intrapresa è riportata nel seguito (si veda il par. 5.4).

### **Risultati**

Le misure della luminosità del cielo notturno richiedono un'attenta analisi dei dati: il cielo notturno, infatti, è variabile in un ampio intervallo sia per cause naturali (attività ionosferica, presenza della Luna, via Lattea o altri corpi celesti luminosi) che per variabilità del contributo dell'inquinamento luminoso dovuta all'accensione o spegnimento di impianti, oppure per effetto indiretto dovuto alla presenza di aerosol, foschie o nubi. Questi effetti contribuiscono sia a variazioni occasionali che sistematiche e vanno identificati e rimossi in quanto possono portare a variazioni anche di un ordine di grandezza durante la stessa notte o notti diverse.

Il confronto dei dati e delle statistiche deve quindi essere fatto con tecniche di analisi omogenee.

### 1. Sito osservativo di Asiago (VI)

Un'analisi accurata dei dati 2011-2013 è stata effettuata dalla dr. Anna Vedovato (Dipartimento di Fisica e Astronomia – Università di Padova). I risultati, disponibili nella sua tesi di laurea, mostrano, da un confronto accurato di diverse tecniche statistiche, che la luminosità del cielo locale non ha presentato una variazione superiore agli errori di misura, valutabili attorno a qualche punto percentuale, come ben evidenziato nella figura sotto riportata, che accanto ai punti sperimentali riporta la linea di tendenza, pur a fronte invece di un continuo aumento degli impianti di illuminazione esterni.

Misure successive, aggiornate al gennaio del 2015, continuano a dare un valore mediano attorno a  $V=20.70$ , che coincide con quello degli anni esaminati.

E' da notare che la stazione di Cima Ekar, da stime teoriche basate sui correnti modelli, risulterebbe inquinata all'incirca in parti uguali dall'illuminazione della pianura e da quella locale dell'altopiano dei sette comuni.

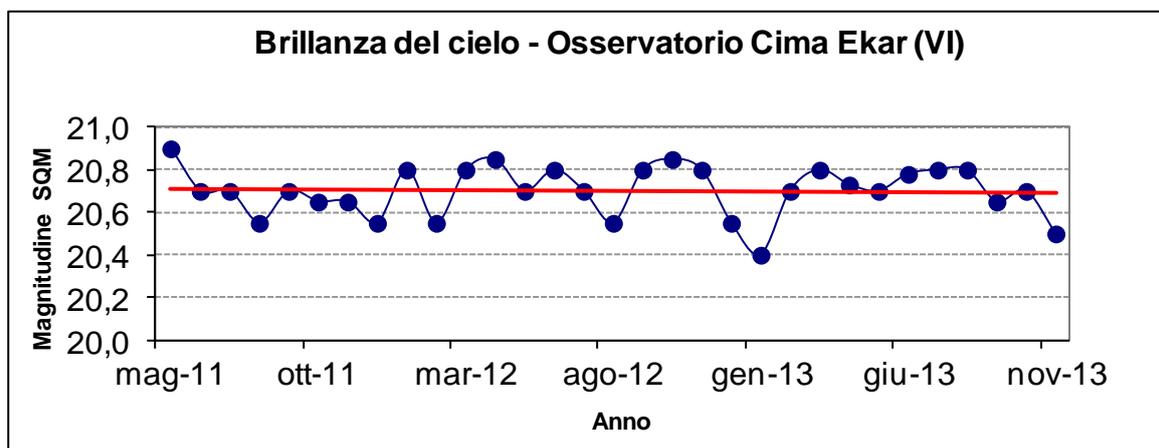


Figura 18 – Andamento dell'inquinamento luminoso dal 2011 al 2014 presso l'Osservatorio Astronomico di Ekar – Asiago (VI)

L'SQM installato al Pennar è identico a quello installato a Cima Ekar, e l'inter-calibrazione dei due strumenti ha mostrato che non vi è un'apprezzabile differenza di punto zero.

Le misure di SQM del Pennar danno un valore mediano di  $V=20.55$ , quindi circa il 15% più brillante del cielo di Cima Ekar.

Da notare che i dati del Pennar, a differenza di quelli di Ekar sono più influenzati dall'inquinamento locale che da quello della pianura, per la vicinanza dei centri abitati di Asiago, Gallio e Roana.

Non si notano variazioni apprezzabili tra il marzo 2014 e gennaio 2015: i risultati definitivi dell'andamento della luminosità del fondo cielo al Pennar richiedono tuttavia un'attesa ulteriore per avere almeno un anno di campionamento al fine di compensare eventuali effetti stagionali.

## 2. Sito osservativo di Passo Valles (BL)

I dati di brillantezza del cielo notturno raccolti presso la stazione ARPAV di Passo Valles (BL) hanno fornito dati preziosi negli ultimi due anni, pur con qualche discontinuità a causa di problemi tecnici, ora in gran parte superati.

Il valore mediano è risultato attorno a  $V=21.2$ , quindi il sito risulta quasi il 50% più buio di Cima Ekar, con una possibile contaminazione da inquinamento luminoso attorno al 30% o meno. Non si notano variazioni, superiori alla fluttuazione annuale, tra il 2013 e il 2015.

Il valore molto basso di luminosità del cielo lo rende molto sensibile all'inquinamento locale, come si nota dalla progressiva diminuzione della luminosità del cielo notturno ad inizio notte, a volte con diminuzioni improvvise: gli impianti di illuminazione del locale rifugio talvolta influenzano con evidenza i dati.

Il periodo di cielo più buio è durante l'autunno (ottobre-inizio dicembre) che coincide con il periodo di bassa stagione e di chiusura della struttura ricettiva.

I dati raccolti a Passo Valles costituiscono un importante riferimento di misura dei fenomeni naturali di luminosità del cielo nella nostra Regione, oggetto di studio presso il dipartimento di Fisica e Astronomia di Padova, in collaborazione con l'università di Boston.

## 3. Sito osservativo di Nove

Solo una parte dei dati dell'Osservatorio Astronomico di Nove (SQN installato e gestito dall'associazione VenetoStellato), disponibili in rete, sono stati analizzati. Il valore mediano per il 2013 e 2014 è attorno a  $V=19.6-19.7$  (quindi da 5 a 10 volte più brillante del cielo naturale), con ampia dispersione dei dati, sia durante la stessa notte che da notte a notte. Questo risulta chiaro sia per l'ampiezza dell'istogramma di distribuzione dei valori delle notti buie sia per la presenza di un prominente picco secondario a luminosità più elevate di quasi un ordine di grandezza.

La quota relativamente bassa e la vicinanza ad importanti sorgenti di inquinamento luminoso spiegano questi risultati; le foschie e gli aerosol da una parte agiscono attenuando la propagazione dell'inquinamento luminoso, dall'altra operano invece diffondendo la luce sopra il punto di osservazione. Il risultato netto dipende molto dalla natura degli aerosol, dalla loro concentrazione e distribuzione spaziale, e tutto ciò rende conto delle differenze rispetto agli altri siti precedentemente presentati.

Non si nota apprezzabile variazione tra il 2013 e il 2014.

Infine si presenta in figura 19 l'andamento di tre tipiche notti nei differenti siti di monitoraggio, che evidenzia bene le significative differenze: il cielo di Nove presenta una luminosità di fondo cielo all'incirca cinque volte maggiore di quella del Passo Valles.

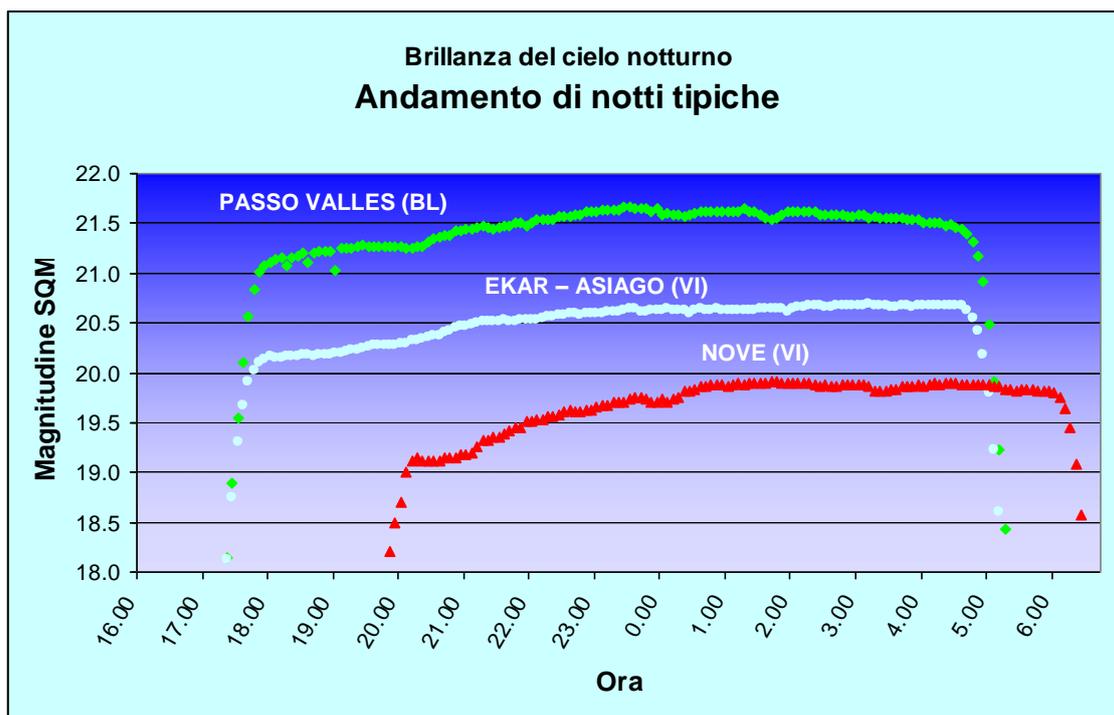


Figura 19 – Andamento notturno tipico della brillantezza del cielo notturno presso i tre siti indicati

#### 4. Analisi degli spettri raccolti ad Asiago (VI)

Gli spettri del cielo di Asiago, ottenuti al telescopio da 122 cm del Dipartimento di Fisica e Astronomia, negli ultimi due anni sono dominati dalle righe del mercurio e del sodio, e da alcune righe del cielo naturale (righe dell'ossigeno neutro, del radicale OH e del sodio). Oltre a queste sono visibili alcune righe apparse di recente, tipiche delle lampade compatte a fluorescenza, mentre invece l'emissione delle lampade a LED non è ancora stata identificata con certezza.

Alcune righe più deboli, presenti negli spettri di Asiago, ma assenti in quelli del Cile e di La Palma, non sono ancora state identificate univocamente, ma i tentativi di interpretazione come righe dovute agli elementi europio e litio, ancora di ignota origine ma riscontrate anche nella letteratura scientifica, richiedono conferme sia dallo studio di altri spettri di cielo che di laboratorio.

Non c'è evidenza di evoluzione significativa delle righe negli ultimi anni.

Risultati recenti sembrerebbero indicare che sull'altopiano di Asiago vi sia una relativa preminenza di illuminazione con lampade al sodio rispetto alla pianura.

#### Conclusioni

Dall'esame dei dati delle stazioni di Asiago (VI), Passo Valles (BL) e Nove (VI) appare evidente la differenza di luminosità del cielo notturno come conseguenza della diversa distanza dalle maggiori fonti di inquinamento luminoso.

I dati raccolti al Passo Valles mostrano come in Veneto esistano ancora siti remoti poco contaminati, di interesse scientifico e naturalistico.

Dalle prime misure risalenti al 2011 ad oggi non si è rilevata una apprezzabile variazione di luminosità nei siti studiati, in particolare non risulta un incremento pur a fronte invece dell'aumento dei punti luce installati.

Non si notano inoltre variazioni apprezzabili nella natura delle sorgenti di luce, essendo ancora probabilmente ridotta l'incidenza delle nuove sorgenti a LED.

Ci pare pertanto di poter concludere che l'aumento dell'illuminazione esterna è in qualche modo compensato dalla sostituzione di impianti altamente inquinanti con altri rispondenti alla normativa regionale e pertanto meno inquinanti.

## 3. LE ATTIVITA' DI ARPAV SUL TEMA

Già nel lontano 2003 l'Agenzia iniziò ad occuparsi del tema inquinamento luminoso realizzando un opuscolo divulgativo, inserito nella Collana " A proposito di...", che presentava gli aspetti peculiari di questa tipologia di inquinante, le sorgenti, i dati disponibili, e la legislazione regionale (giòva ricordare infatti che la Regione Veneto per prima in Italia si è dotata di una Legge Regionale – la n. 22 del 1997 – allo scopo di controllare il fenomeno favorendo la messa a norma degli impianti esistenti e la costruzione di nuovi impianti con minor impatto ambientale ed energetico).

In realtà fino all'approvazione della nuova Legge Regionale sul tema, avvenuta nell'agosto 2009, gli interventi di ARPAV sul territorio a supporto dei Comuni risultano sporadici, se ne contano non più di una decina, sollecitati dalle associazioni di tutela del cielo, quali VenetoStellato; non è ancora maturata la consapevolezza dell'importanza ambientale ed economica del tema, e risulta ancora poco approfondita la preparazione tecnica degli operatori dell'Agenzia.

Con l'approvazione della Legge Regionale n. 17 del 2009, che prevede un esplicito ruolo di ARPAV, sia nel supporto ai Comuni per i controlli del territorio e le istruttorie, sia come Presidenza dell'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso, la consapevolezza cambia e l'Agenzia, in particolare tramite i Dipartimenti provinciali e le Unità Operative di Fisica Ambientale, inizia ad occuparsi della tematica, sviluppando nel corso degli anni una notevole competenza tecnico-scientifica.

Nei paragrafi seguenti si presenterà l'attività svolta da ARPAV in questi anni, sia come attività tecnica a supporto dei Comuni e della Regione, sia come formazione svolta a favore degli enti locali e dei professionisti coinvolti nella tematica.

### 3.1

#### I controlli sul territorio

I controlli sul territorio vengono svolti su richiesta dei Comuni, in seguito ad esposti di associazioni di tutela del cielo notturno, in particolare VenetoStellato, o in seguito ad esposti di singoli cittadini, che sempre più percepiscono l'inquinamento luminoso come un danno ambientale, ma che talvolta lamentano anche l'intrusione di troppa luce all'interno della propria abitazione e/o proprietà.

I controlli in genere sono svolti tramite indagine visiva e fotografica in periodo diurno, usufruendo del fatto che un occhio esperto riesce facilmente ad individuare gli apparecchi con emissione verso l'alto, in genere proiettori male inclinati oppure apparecchi con ottiche inquinanti; alcune indagini, in particolare per determinare i livelli di luce intrusiva o il rispetto delle corrette quantità di illuminamento, richiedono misure strumentali specialistiche: nel tempo alcuni Dipartimenti provinciali si sono dotati di apposita strumentazione, e svolgono attività di misurazione con redazione di rapporti di prova.

Nella tabella e nel grafico seguenti sono riportati il numero di controlli effettuati nel territorio regionale suddivisi per anno: poiché ogni controllo può comprendere più di un impianto di

illuminazione viene riportata una stima della numerosità degli impianti controllati, per un totale regionale pari a circa 3800.

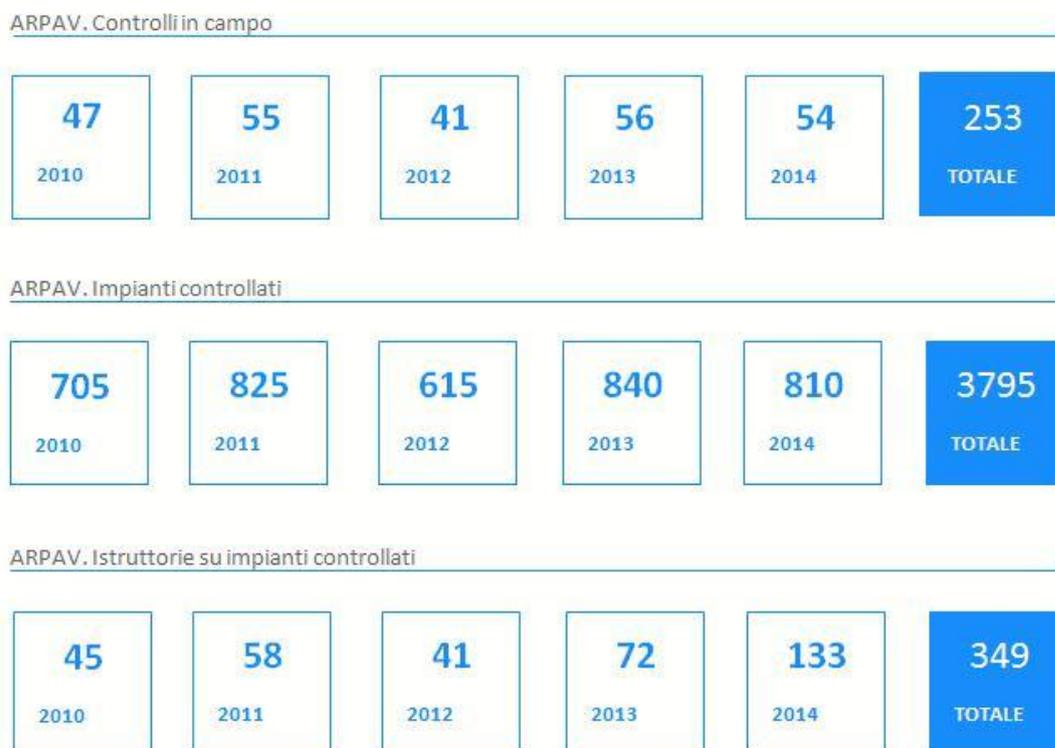


Figura 20 – ARPAV .Controlli sul territorio. Anni 2010 - 2014

### 3.2

#### Le istruttorie preventive sui progetti illuminotecnici

Accanto all'attività di controllo sul territorio, rivolta agli impianti esistenti, ha assunto sempre maggior importanza, anche in una necessaria ottica di prevenzione, l'attività istruttoria sulla progettazione illuminotecnica, che mira a garantire per i nuovi impianti in primis la piena conformità alla legislazione vigente ed alle normative tecniche, ma anche il minor impatto possibile per quanto riguarda l'inquinamento luminoso, coniugato alla riduzione dei consumi energetici ed ad una elevata qualità di illuminazione.

Per rispondere adeguatamente a tale attività istruttoria gli operatori dell'Agenzia hanno dovuto non solo acquisire una profonda conoscenza della legislazione regionale, ma anche approfondire le norme tecniche che sovrintendono la progettazione illuminotecnica degli impianti, in genere norme nazionali UNI, che hanno portato l'Agenzia ad essere oggi di riferimento anche per i progettisti, in particolare nel supportare la necessaria integrazione tra quanto richiesto dalle norme di buona tecnica ed i dettati della Legge Regionale.

Tale competenza è stata recentemente riconosciuta anche a livello nazionale con la chiamata a far parte del gruppo di lavoro UNI sull'illuminazione stradale.

Infine si sottolinea come le istruttorie preventive sui progetti siano rivolte non solo agli impianti, pubblici e privati, in ambito comunale, e quindi dall'illuminazione condominiale fino a quella stradale, ai campi sportivi, alle attività produttive, comprendendo anche il vasto e complesso capitolo delle insegne pubblicitarie di esercizio e dei cartelloni pubblicitari, ma anche agli impianti a servizio di grandi progettazioni a livello sovra comunale sottoposte a

procedure regionali, quali grandi arterie di comunicazione (superstrade, autostrade), grandi opere (ospedali), altre opere di impatto rilevante (porti, aeroporti, terminal di interscambio terrestre e marittimo): in tutti questi ambiti l'Agenzia è chiamata ad esprimersi sulla progettazione illuminotecnica e sul rispetto dei criteri di contenimento dell'inquinamento luminoso, e questo non era avvenuto praticamente mai prima del 2009.

### 3.3

#### Le istruttorie preventive sui Piani Comunali dell'Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL)

Un capitolo particolare riguarda le istruttorie svolte sui Piani dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso, detti PICIL o anche Piani della Luce.

Il dettato legislativo ha affidato all'Osservatorio l'elaborazione di atti di indirizzo e documenti d'informazione per la predisposizione dei PICIL, e pertanto all'interno dell'Osservatorio si è creata una competenza in merito.

La stesura di un piano comunale che effettui una corretta ricognizione del territorio dal punto di vista degli impianti di illuminazione pubblici e privati, ed individui la situazione dal punto di vista illuminotecnico e dal punto di vista di inquinamento luminoso, richiede uno sforzo notevole ed una certa professionalità: le richieste di supporto da parte dei Comuni hanno spinto l'Agenzia a fornire non solo un mero parere tecnico, ma anche tramite la stesura delle Linee Guida (si veda il paragrafo 5.1) a proporsi come soggetto che sappia formare ed indirizzare i professionisti.

La competenza, inizialmente acquisita dal Dipartimento di Padova che svolge il supporto ed il coordinamento dell'Osservatorio, è stata estesa tramite formazione e confronto ad altri Dipartimenti, ora quindi in grado di supportare i Comuni nell'importante compito di fornire un parere sui PICIL, e nell'indirizzare i professionisti verso uno strumento utile ed utilizzabile per la futura progettazione comunale.

Nel corso degli ultimi due anni sono stati esaminati circa una trentina di PICIL.

La Delibera di Giunta Regionale n. 1059 del 24/6/2014 prevede inoltre la realizzazione presso ARPAV di un archivio di tutti i PICIL approvati, raccomandando ai Comuni quindi la trasmissione dei Piani all'Agenzia.

### 3.4

#### La formazione specialistica e la divulgazione

Oltre alla formazione rivolta ai propri operatori, per metterli in grado di svolgere i compiti di controllo degli impianti sul territorio e le istruttorie preventive sulla progettazione illuminotecnica, l'azione di ARPAV a partire del 2009 si è consolidata nel fornire formazione specialistica ed aggiornamento professionale sia al personale degli enti locali coinvolti, in particolare i Comuni, sia ai professionisti del settore.

Ambiti privilegiati sono stati:

- la corretta applicazione del dettato legislativo regionale, con la forte necessità di coniugare gli aspetti legislativi con le norme di buona tecnica, quali le norme UNI di settore;
- gli aspetti riguardanti una progettazione che limiti l'inquinamento luminoso, nel contempo utilizzando le migliori tecniche per il risparmio energetico;
- la corretta stesura dei PICIL;

- la comunicazione dei fondamenti scientifici riguardanti l'inquinamento luminoso, per meglio comprendere i fenomeni naturali ed artificiali.

Sono stati pertanto realizzati almeno una decina di eventi formativi che hanno coinvolto collegi ed ordini professionali: in particolare si è partecipato al Corso di Alta Formazione dell'Università di Padova nell'anno accademico 2010-2011, al Corso organizzato dall'Ordine degli Ingegneri di Venezia, ad incontri formativi presso il Collegio dei Periti della Provincia di Padova, l'ordine degli Ingegneri della Provincia di Treviso, l'Ordine degli Ingegneri ed Architetti della Provincia di Vicenza.

Infine da sottolineare che ARPAV ha assunto in questi anni un ruolo di guida sulla tematica all'interno del sistema agenziale, come testimoniato dalla promozione e gestione del primo incontro tecnico tra alcune agenzie ambientali svoltosi a Padova nel 2010 (presenti ARPA Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia, ARPA Piemonte, ARPA Lombardia, ARPA Val d'Aosta) e la realizzazione di un corso di formazione specialistica sul tema presso ARPA Liguria (anno 2014).

Inoltre vi è stato un notevole sforzo comunicativo di divulgazione a tutti i cittadini sui temi dell'inquinamento luminoso, degli impianti di illuminazione, del risparmio energetico nell'illuminazione, che si è concretizzato tramite il sito dell'Agenzia (si veda la sezione dedicata <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/inquinamento-luminoso>), gli interventi presso alcune televisioni locali, le interviste sui giornali, numerosi eventi pubblici rivolti ai cittadini in vari Comuni del Veneto, spesso in collaborazione con gli enti locali, le lezioni per le scuole; a distanza di qualche anno possiamo affermare che la sensibilità sul tema è aumentata, la consapevolezza che illuminare meglio è possibile, inquinando e spendendo meno, comincia a farsi strada tra i cittadini, anche se la strada da percorrere è ancora molta, soprattutto per passare dalle pur utili azioni dimostrative ad una pratica quotidiana.

## 4. LA SEGNALAZIONE DEGLI IMPIANTI INQUINATI

Gli esposti e le segnalazioni da parte di cittadini, osservatori astronomici professionali e non, associazioni che rappresentano interessi collettivi risultano fondamentali ed in particolare le associazioni a carattere regionale aventi a scopo statutario lo studio ed il contenimento del fenomeno dell'inquinamento luminoso, riconosciute dalla Regione secondo il disposto dell'art. 3 della Legge Regionale 17/09, risultano fondamentali per implementare il meccanismo di tutela dall'inquinamento luminoso.

Nel corso degli anni accanto ad alcune decine di segnalazioni da parte di singoli cittadini, in particolare su problematiche di inquinamento ottico e luce intrusiva, vi è stata una notevole attività da parte di VenetoStellato, associazione riconosciuta che indirizza la propria attività unicamente al problema dell'inquinamento luminoso segnalando le difformità rispetto alla L.R. 17/09 e collaborando con ARPAV e gli enti locali per l'individuazione e la risoluzione delle problematiche degli impianti segnalati, ma anche per la promozione e la divulgazione della conoscenza della L.R. 17/09.

Quest'azione si espleta con diverse modalità fra cui si segnalano le conferenze presso scuole di vario ordine e grado, la stampa di materiale informativo (10.000 pieghevoli), la partecipazione alla discussione e adozione di PICIL (12 Comuni), la partecipazione a convegni e corsi di formazione nel territorio regionale e in altre realtà locali (19 eventi), il monitoraggio della luminosità del cielo notturno attraverso il finanziamento e la gestione di una rete regionale di stazioni SQM (si veda il paragrafo 5.4).

Per quanto riguarda le segnalazioni, dall'entrata in vigore della L.R. 17/09 VenetoStellato ha segnalato 2143 impianti, dei quali più di 1500 sono impianti di illuminazione privata, ed il rimanente è costituito da impianti di illuminazione pubblica gestiti dagli stessi Comuni o da aziende municipalizzate o consorziate. Le segnalazioni hanno interessato più di 150 Comuni.

Come evidenziato dalla tabella seguente le provincie di Vicenza e Verona si caratterizzano per un numero decisamente maggiore di segnalazioni, a causa di diversi fattori fra cui sicuramente il più importante è la maggior presenza sul territorio di associazioni di astrofili e osservatori aderenti all'associazione.

provincia	comuni	impianti privati	impianti pubblici	totale segnalazioni	osservazioni
Belluno	18	7	102	109	1
Rovigo	5	9	21	30	1
Treviso	15	36	14	50	2
Venezia	10	86	11	97	2
Padova	34	101	52	153	5
Vicenza	44	1013	307	1320	5
Verona	28	325	59	384	5
<b>Totali</b>	<b>154</b>	<b>1577</b>	<b>566</b>	<b>2143</b>	<b>21</b>

Tabella 8 – Attività di segnalazione di impianti non conformi da parte di VenetoStellato

Il numero delle segnalazioni nei diversi ambiti territoriali non rispecchia pertanto una effettiva maggiore o minore incidenza del problema in un'area piuttosto che nelle altre, ma è semplicemente funzione della maggiore o minore presenza e impegno degli associati e alla distribuzione nel territorio dei soggetti interessati. Tuttavia i numeri indicano che laddove c'è stata maggiore attenzione nel monitoraggio dello stato del territorio, le situazioni individuate sono numerosissime, e questo evidenzia la necessità di orientare le azioni dei singoli Comuni che sono i soggetti individuati dalla L.R. 17/09 per il controllo e rispetto della normativa.

Si evidenzia inoltre che il numero totale di segnalazioni è un sottoinsieme del totale degli impianti individuati, poiché in molte segnalazioni, particolarmente per gli impianti privati in aree industriali, viene spesso identificata e segnalata per praticità l'intera area e non il singolo impianto.

È probabile quindi che il totale degli impianti individuati e segnalati raggiunga le 2500 unità.

La ripartizione delle segnalazioni fra impianti privati e pubblici può indicare la presenza di aree geografiche in cui le politiche per la pubblica illuminazione hanno dedicato una diversa attenzione al rispetto delle caratteristiche dell'ambiente, tuttavia si sottolinea la decisa dipendenza della ripartizione dal grado di industrializzazione delle aree (aree di montagna vs. pianura).

È da attendersi per esempio che nelle aree di montagna prevalgano le violazioni negli impianti pubblici (ad esempio arredo urbano in ambito turistico con apparecchi fuori norma) rispetto a quelle private (tipicamente installazioni industriali-artigianali), anche se la presenza di residenze turistiche spesso fuori norma non è da sottovalutare (si veda le risultanze della "Notte Buia 2014", riportate nel paragrafo 5.2).

In pianura invece è molto impattante l'illuminazione privata, ed è altrettanto chiaro che l'adeguamento degli impianti con proiettori mal orientati può essere facilmente realizzata, mentre la sostituzione di impianti di illuminazione pubblica inquinanti risulta pressoché impossibile in assenza di risorse specifiche.

Tuttavia il gran numero di impianti privati individuati, che rappresenta, ovviamente, un sottoinsieme molto limitato del totale di impianti irregolari esistenti nel territorio regionale, indica la necessità di agire in maniera capillare presso le associazioni di installatori e progettisti per la diffusione della conoscenza dei criteri tecnici della normativa in vigore.

Nelle figure seguenti sono riportati in forma sintetica i dati sulle segnalazioni effettuate.

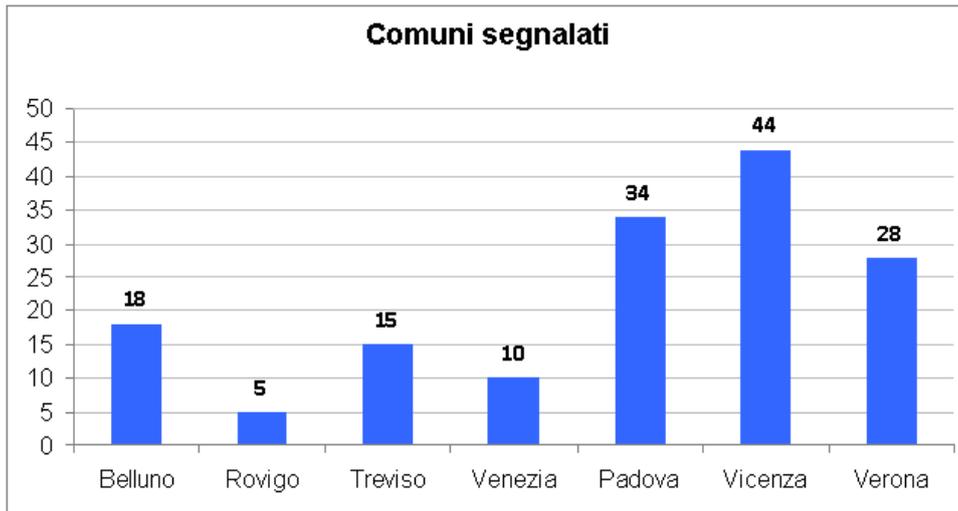


Figura 21 – Comuni in ciascuna provincia oggetto di segnalazione da parte di VenetoStellato

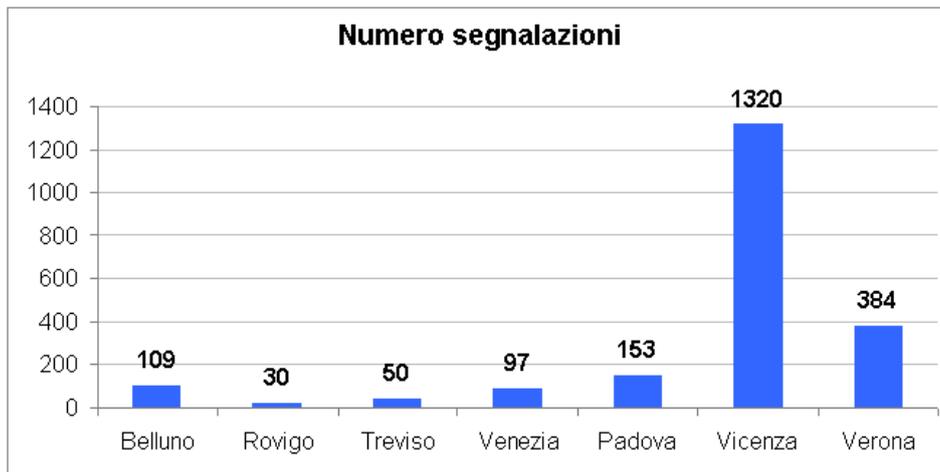


Figura 22 – Numero di segnalazioni in ciascuna provincia da parte di VenetoStellato

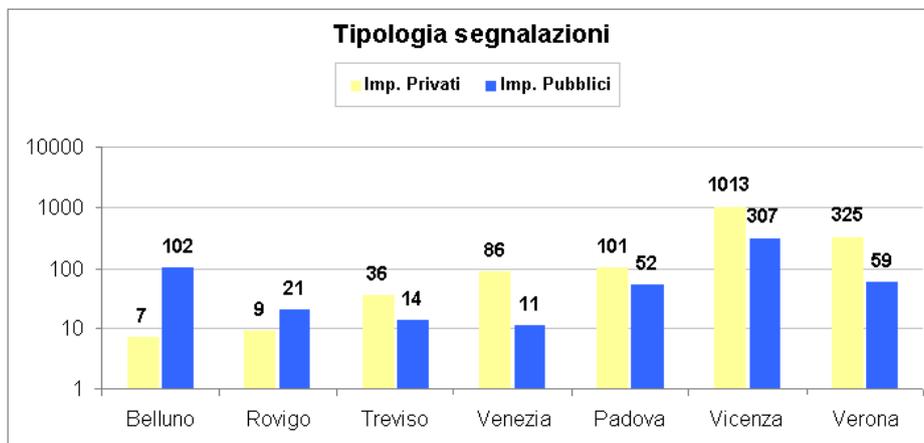


Figura 23 – suddivisione delle segnalazioni da parte di VenetoStellato per impianti pubblici e privati (si noti la scala logaritmica per il numero delle segnalazioni)

## 5. LE INIZIATIVE DELL'OSSERVATORIO PERMANENTE

### 5.1

#### Le linee guida sui Piani Comunali (PICIL) (DGRV n. 1059 del 24/06/2014)

Con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 1059 del 24 giugno 2014 sono state approvate le Linee guida per la predisposizione dei Piani dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso di cui alla Legge Regionale 17/09.

La Legge Regionale del Veneto 07.08.2009 n. 17 stabilisce, infatti, all'art. 5 che i Comuni si dotino del Piano dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso (PICIL), che costituisce l'atto di programmazione per la realizzazione dei nuovi impianti di illuminazione e per ogni intervento di modifica, adeguamento, manutenzione, sostituzione ed integrazione sulle installazioni di illuminazione esistenti nel territorio comunale.

Tale Piano persegue il contenimento dell'inquinamento luminoso, la valorizzazione del territorio, il miglioramento della qualità della vita, la sicurezza del traffico e delle persone, il risparmio energetico; inoltre formula le previsioni di spesa.

Con Delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 2410 del 29.12.2011 sono stati forniti i primi indirizzi per la predisposizione dei Piani dell'illuminazione per il contenimento dell'inquinamento luminoso. I contenuti di tale DGRV sono stati ripresi ed elaborati dall'Osservatorio nella stesura del presente documento.

Le linee guida sono state redatte nel corso dell'anno 2013 dall'Osservatorio permanente sul fenomeno dell'inquinamento luminoso, istituito dalla Legge Regionale n. 17/09 all'art. 6, con il compito, tra l'altro, di elaborare atti di indirizzo e documenti d'informazione per la predisposizione dei PICIL da parte dei Comuni, e perseguono il fine di uniformare l'attività di pianificazione, fornendo indicazioni e supporto alla stesura dei PICIL, e costituendo un riferimento fondamentale anche nel caso di rifacimento di impianti di illuminazione pubblica da parte dei Comuni che non si siano ancora dotati del PICIL, nonostante l'obbligatorietà prevista nell'art. 5 della L.R. 17/09.

Le linee guida sono indirizzate sia alle Amministrazioni Comunali che intendono dotarsi del PICIL sia ai professionisti e/o servizi esterni di cui i Comuni possono avvalersi per l'elaborazione del documento.

Infine la Delibera indica l'opportunità che ciascun Comune, una volta approvato il PICIL, ne trasmetta copia in formato digitale ad ARPAV, al fine di costituire un archivio presso l'Osservatorio.

Le linee guida sono riportate integralmente nell'allegato 3.

## 5.2

### La Notte Buia 2014

#### Premessa e scopo dell'iniziativa

Nell'ambito delle attività dell'Osservatorio, l'ARPAV ed il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova hanno organizzato lo spegnimento delle luci pubbliche di illuminazione esterna dell'Altopiano di Asiago, nella notte del 28 marzo 2014.

L'iniziativa, prevista anche dalla Legge Regionale nell'ambito del tema del risparmio energetico e dello studio dell'inquinamento luminoso, era rivolta alla misura dell'impatto degli impianti locali di illuminazione pubblica sulla luminosità di fondo cielo, con possibilità di poter valutare i contributi relativi all'inquinamento luminoso tra le sorgenti dell'altopiano e quelle più lontane della pianura, nonché per discriminare le sorgenti pubbliche e private.

Accanto allo scopo scientifico, l'iniziativa si prefiggeva anche di sensibilizzare la cittadinanza sul problema dell'inquinamento luminoso ed a tal fine sono state organizzate visite notturne guidate all'Osservatorio Astronomico di Asiago riservate alle scolaresche dell'Altopiano.

La notte è stata scelta sulla base delle valutazioni statistiche sulle condizioni meteorologiche e del periodo di Luna nuova.

Hanno risposto alla richiesta collaborando all'iniziativa i cinque Comuni principali dell'altopiano (Asiago, Roana, Gallio, Rotzo e Foza), con lo spegnimento degli impianti pubblici per tutta la notte, per un totale stimato di circa 5000 punti luce spenti.

#### Misurazioni condotte

Presso gli osservatori astronomici del Pennar e di Cima Ekar, come già spiegato in dettaglio al paragrafo 2.2, sono installate due centraline SQM di monitoraggio in continuo, che registrano ogni 5 minuti il valore di brillantezza del cielo.

Il cielo sereno per tutta la durata della notte ha consentito di svolgere misure in continuo della brillantezza di fondo cielo, parametro direttamente correlabile con l'entità dell'inquinamento luminoso, tramite tali centraline.

Alle misure tramite le centraline fisse sono state poi affiancate misurazioni condotte puntualmente con strumentazione portatile sia per misure nelle stesse località per garantire uniformità di calibrazione, sia per ampliare il monitoraggio su diversi siti dell'Altopiano.

Inoltre con il telescopio da 122 cm di diametro situato al Pennar sono state effettuate una serie di osservazioni spettroscopiche, a media risoluzione, della luminosità del fondo cielo ripetute, nelle stesse condizioni strumentali, nelle notti seguenti, al fine di determinare le principali righe presenti, corrispondenti alle diverse lunghezze d'onda delle emissioni di luce artificiale e naturale.

A supporto delle misure sono state riprese immagini fotografiche delle luci dell'altopiano e della distribuzione della luminosità del fondo cielo visti da Cima Ekar, da dove si evidenzia la grande numerosità degli impianti di illuminazione privati, con notevoli emissioni di luce verso l'alto, che aumenta la luminosità del cielo.

Sono state poi riprese immagini successive, per confronto, durante notti di normale illuminazione.

#### Risultati ottenuti

Durante lo spegnimento delle luci lo spettacolo della visione del cielo dai paesi dell'altopiano è stato straordinario ed apprezzato.

L'esperimento, unico al mondo nel suo genere, ha avuto larga risonanza nei media, dimostrando al pubblico che la protezione del cielo notturno, con contenimento dell'illuminazione e con sistemi ottimizzati per limitare la dispersione verso l'alto, può portare a godere dell'osservazione di fenomeni naturali altrimenti preclusi, accompagnati da un maggior decoro ambientale.

Allo stesso tempo un'accorta pianificazione degli impianti diventa determinante per la sopravvivenza della ricerca scientifica degli osservatori astronomici che nella nostra Regione ha antichissima tradizione e prestigio.

Il risultato scientifico più evidente dal confronto della luminosità del fondo cielo durante la Notte Buia, rispetto a quelle immediatamente precedenti e seguenti, è stato il guadagno di circa il 50% al Pennar e il 30% a Cima Ekar, in termini di diminuzione di luminosità del cielo, come riportato nelle figure seguenti.

La differenza di guadagno si spiega in termini di maggior inquinamento al Pennar da parte delle sorgenti locali per effetto della loro vicinanza, mentre a Cima Ekar vi è un grande contributo dovuto all'illuminazione della pianura.

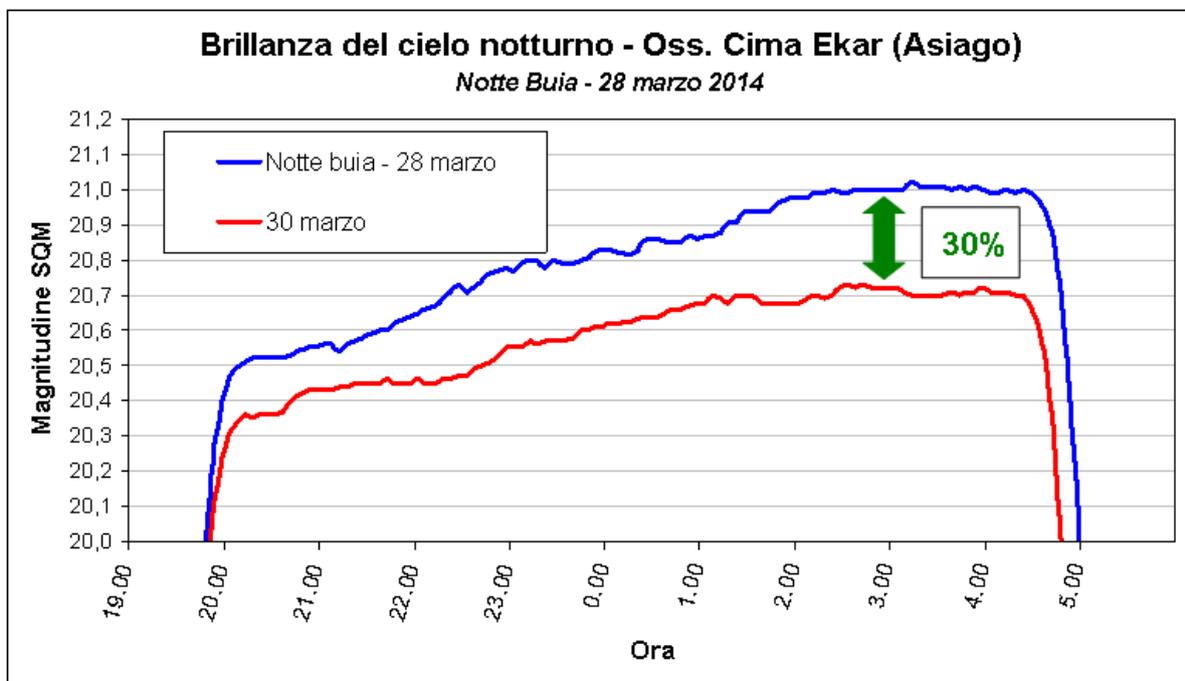


Figura 24 – Brillanza del cielo notturno dal sito di Cima Ekar (1360 m slm)

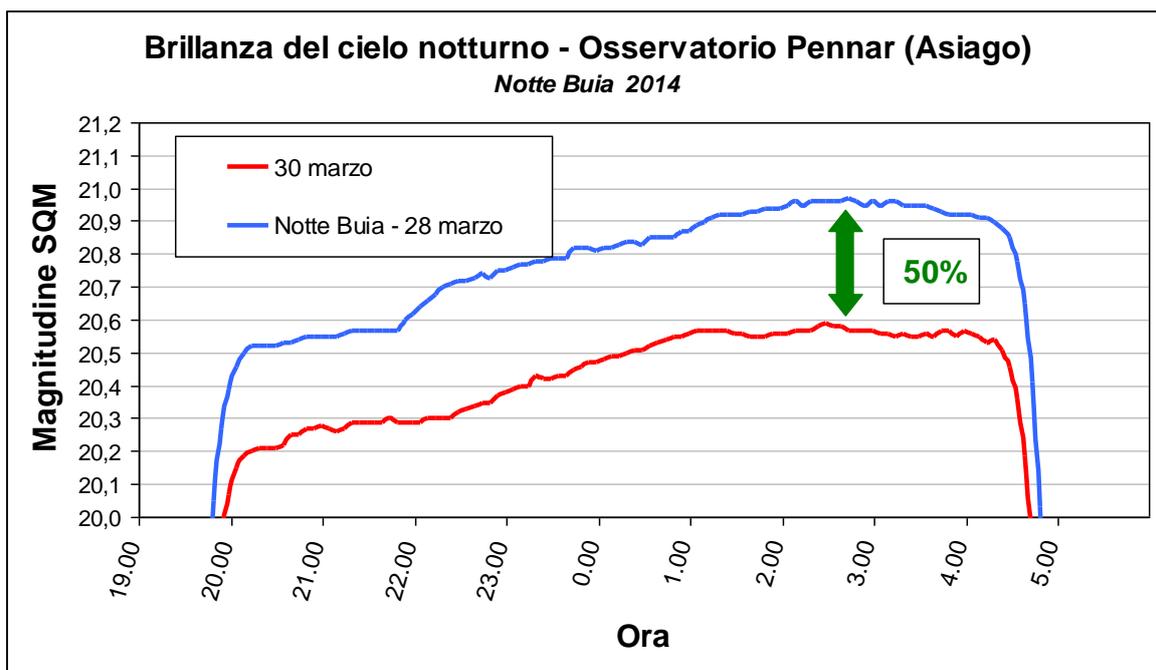


Figura 25 – Brillanza del cielo notturno dal sito di Pennar (1050 m slm)

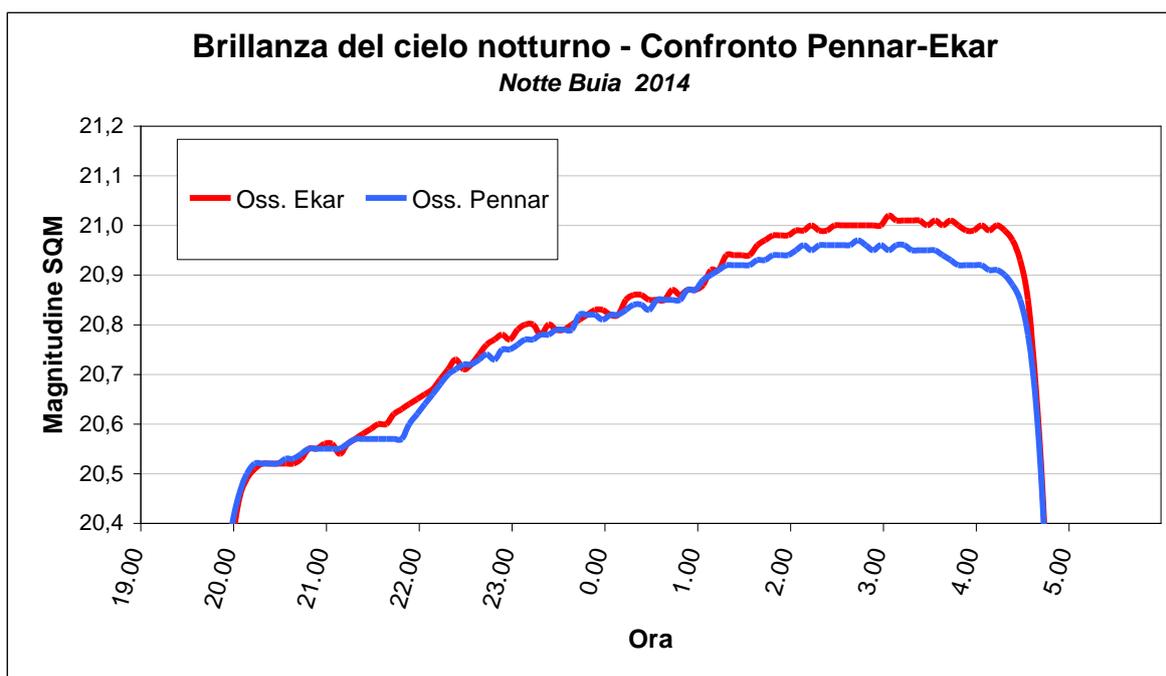


Figura 26 – Confronto tra le misurazioni svolte presso i due osservatori

Una prima immediata conclusione è che l'illuminazione pubblica (in gran parte stradale) provoca un certo inquinamento luminoso: inoltre sorgenti anche lontane, dalla pianura, contribuiscono in modo significativo all'inquinamento dell'Altopiano di Asiago.

Le immagini e i calcoli dettagliati indicano inoltre che il settore privato ha un ruolo importante nell'inquinamento luminoso, soprattutto da impianti situati al di fuori dei ristretti centri storici, con un apporto pari a circa il 50% del totale.

Gli spettri hanno confermato la diminuzione delle righe di emissione dovute alle lampade al sodio e al mercurio, tipiche dell'illuminazione pubblica stradale, durante la notte del 28 marzo rispetto alle due notti successive.

I risultati ottenuti, oltre a dare un contributo scientifico di conoscenza assai elevato e del tutto originale, indicano come la strada dell'ottimizzazione della pubblica illuminazione, in particolare nell'utilizzare apparecchi che non emettono verso l'alto e nel controllare che la quantità di luce emessa sia quella minima necessaria, ed il controllo preventivo e successivo della assai impattante illuminazione privata, spessissimo realizzata senza alcun criterio di compatibilità ambientale, potranno portare ad un deciso miglioramento del cielo, importante non solo per la ricerca scientifica presso gli osservatori, ma anche per la fruizione naturale del cielo notturno da parte di cittadini e villeggianti.

I risultati sono stati presentati e discussi ad una riunione congiunta il 21 maggio 2014 del Dipartimento di Fisica e Astronomia e dell'Osservatorio Astronomico dell'INAF di Padova, dal dr. Andrea Bertolo e dal prof. Sergio Ortolani, durante la quale sono state pianificate altre misure da effettuare anche con l'ausilio della strumentazione dell'Osservatorio Astronomico dell'INAF.

Sono in corso ulteriori analisi i cui risultati verranno presentati a congressi internazionali.

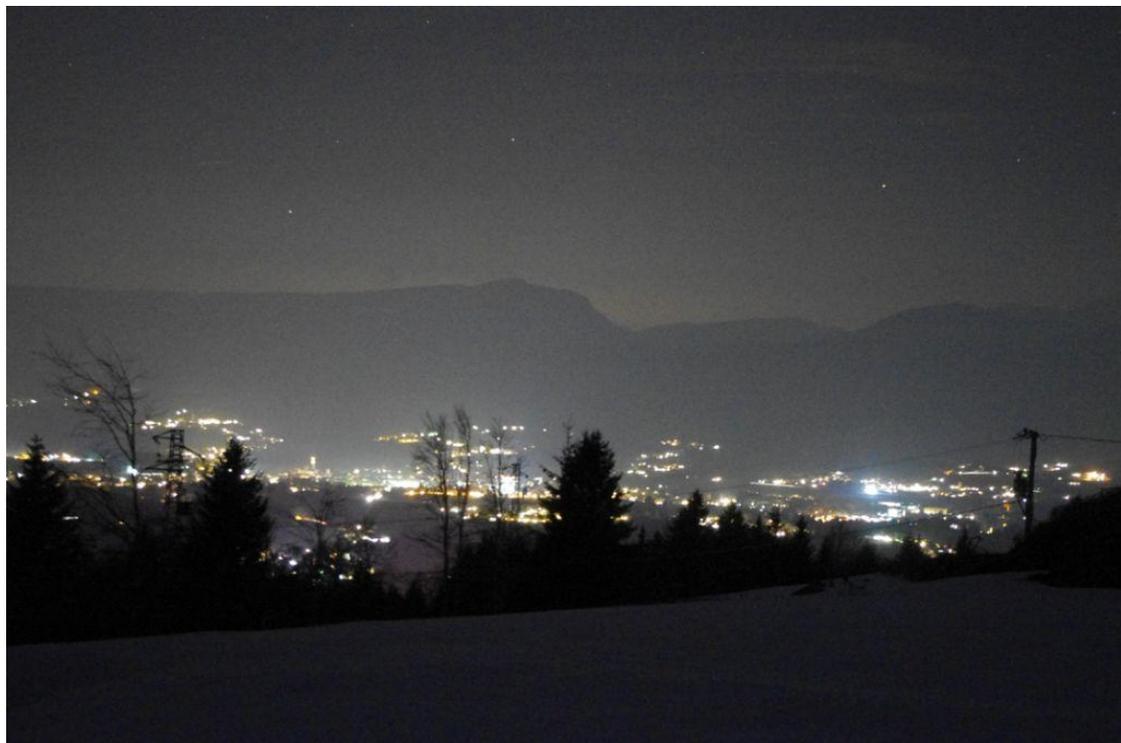


Figura 27 – Notte Buia 2014: i numerosi impianti privati che contribuiscono all'inquinamento luminoso (fotografia scattata dall'Osservatorio Astronomico di Cima Ekar – Asiago)



Figura 28 – Il cielo e l'inquinamento luminoso in una normale notte invernale (fotografia scattata dall'Osservatorio Astronomico di Cima Ekar – Asiago)

## 5.3

### Il tavolo tecnico regionale sulle insegne ed i cartelloni pubblicitari

A partire dall'approvazione della Legge Regionale 17/09 vi sono state numerose difficoltà interpretative e tecniche nell'applicazione del dettato normativo nel caso delle insegne e dei cartelloni pubblicitari. Al fine di elaborare un documento che fornisse indirizzi tecnici ad enti locali, produttori, progettisti ed installatori in merito alla progettazione, autorizzazione ed esercizio delle insegne luminose e cartelloni pubblicitari, l'Osservatorio decise di convocare un tavolo tecnico regionale, coinvolgendo l'associazione dei Comuni (ANCI Veneto) e le associazioni di categoria (AIFIL e AICAP).

Il tavolo di lavoro si proponeva pertanto di redigere delle linee guida chiare e condivise a partire dal dettato legislativo, in particolare definendo le grandezze di progetto e quelle operative, la gestione degli orari di spegnimento, la questione di eventuali parametri energetici da rispettare, le specifiche sull'emissione verso l'alto, affrontando anche la peculiarità degli schermi autoilluminati a messaggio variabile (schermi pubblicitari o di servizio a LED).

Si trattava di affrontare una serie di problematiche fino allora non chiare nemmeno a livello nazionale, con discrepanze normative (ad esempio Codice della Strada e normative regionali), con problemi autorizzatori e tecnici (ad esempio la corretta definizione di abbagliamento e distrazione da oggetti estesi, a volte con immagini variabili spazialmente e temporalmente)

Il tavolo ha svolto due riunioni nei mesi di aprile e maggio 2013, in cui sono state poste sul tappeto le questioni sopra elencate, arrivando ad una prima bozza per il protocollo tecnico; nonostante l'impegno dei partecipanti, la difficoltà e delicatezza della materia, le rilevanti questioni tecniche emerse, la cui soluzione avrebbe richiesto apporti professionali e risorse

materiali e di tempo non facilmente reperibili, unitamente alla mancanza a livello nazionale di specifiche e di approfondimenti tecnici, hanno portato ad una sospensione dei lavori dopo i primi incontri, con la consapevolezza che la materia potrà essere ripresa in futuro con nuovi mezzi e competenze.

## 5.4

### L'interconfronto strumentale per il monitoraggio della brillantezza del cielo notturno

Tra gli scopi dell'Osservatorio vi è il monitoraggio dell'andamento dell'inquinamento luminoso nel territorio regionale.

Come precedentemente riportato (si veda paragrafo 2.2) sono attive nella nostra Regione tre centraline di monitoraggio tramite SQM con dati direttamente raccolti ed elaborati all'interno dell'attività dell'Osservatorio: la centralina ARPAV sita a Passo Valles (BL) e le due centraline dell'Università di Padova presso gli osservatori astronomici di Asiago (Pennar e Cima Ekar).

Nel territorio regionale sono altresì installate altre centraline di monitoraggio gestite da VenetoStellato o da gruppi astrofili locali: in figura sono riportate le ubicazioni delle 11 centraline sul territorio regionale funzionanti alla data di stesura della presente relazione.

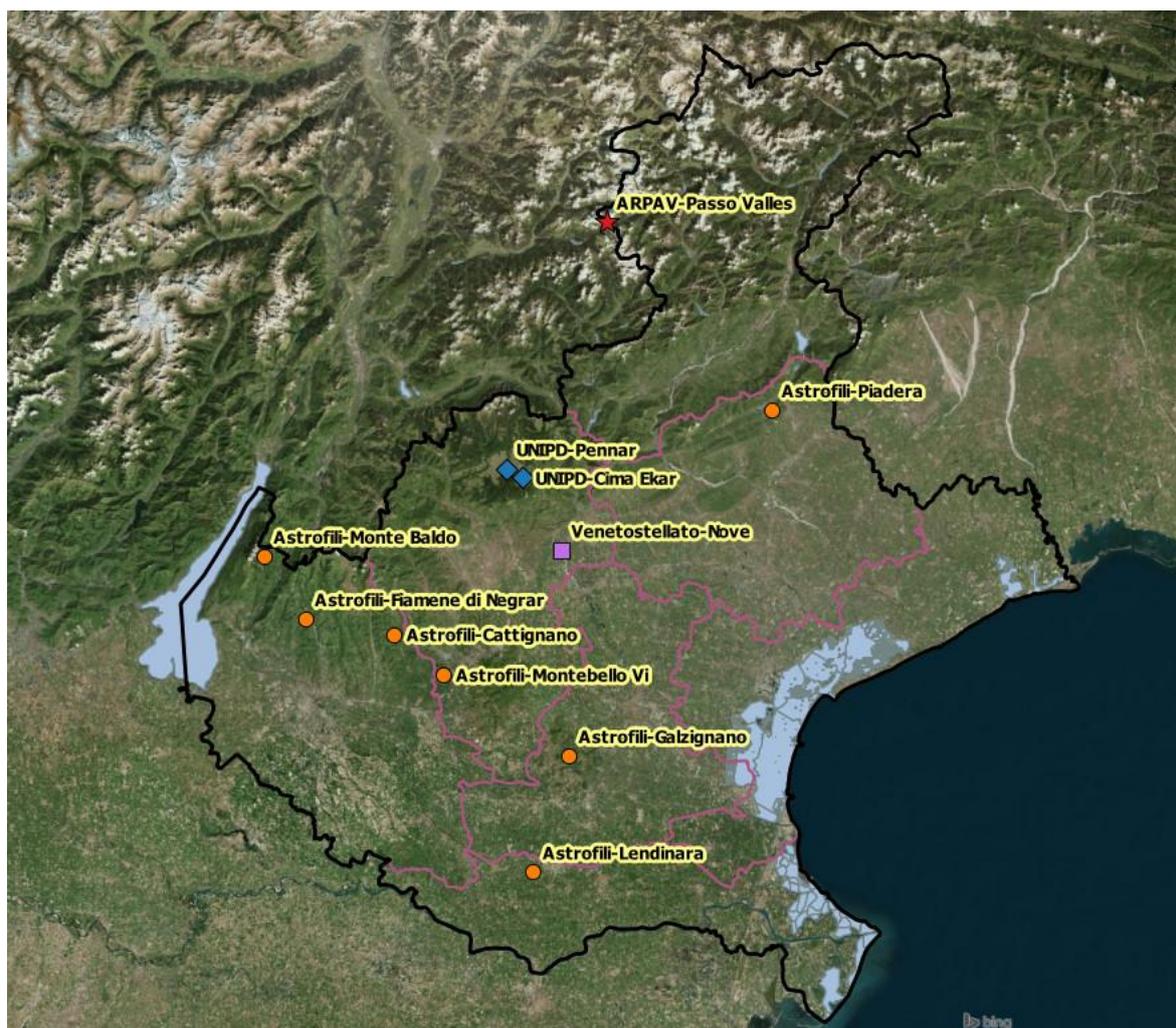


Figura 29 – Centraline di monitoraggio della brillantezza del cielo notturno attualmente in funzione nel Veneto

Al fine di poter analizzare i dati raccolti nell'ambito dell'Osservatorio, occorre venga garantita la loro significatività, fino ad ora basata esclusivamente sulla calibrazione strumentale effettuata dal costruttore; un'analisi che prenda in considerazione e confronti i dati raccolti non può pertanto prescindere da una validazione dei dati raccolti da ciascuna centralina.

Obiettivo finale dell'Osservatorio è raccogliere tutti i dati disponibili oggi nel Veneto, al fine di farne un'analisi comparata che permetta di ampliare la conoscenza della situazione dell'inquinamento luminoso e confrontarla con quella prevista dai modelli scientifici.

Ci si è posti pertanto l'obiettivo di realizzare una campagna di interconfronto per garantire la riferibilità dei dati ad uno standard di riferimento.

Come standard di riferimento si è scelto uno strumento di "transito", costituito da uno SQM-L con lente, preventivamente sottoposto a cura del prof. Ortolani del Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova, membro dell'Osservatorio, ad una serie di confronti con strumentazione di riferimento, in diverse condizioni di inquinamento luminoso, dai cieli cittadini fino ai cieli presenti nei siti astronomici di ricerca ubicati alle Canarie ed in Cile.

Lo strumento ha confermato in tali prove, svolte nell'arco di alcuni mesi, la stabilità delle misure nel tempo ed al variare delle condizioni microclimatiche presenti.

Per motivi logistici si è scelto di utilizzare lo strumento di riferimento come "standard viaggiante", che verrà consegnato al responsabile di ciascun sito di misura a cura dell'Associazione VenetoStellato: ciascun responsabile è tenuto ad effettuare le misure previste nel protocollo, a compilare la scheda di misura predisposta ed a trasmetterla assieme a tutti i dati richiesti; terminate le sessioni di misura lo strumento dovrà essere riconsegnato all'incaricato di VenetoStellato o al prossimo partecipante nel più breve tempo possibile.

L'elaborazione dei dati verrà effettuata a cura dell'Osservatorio: a ciascun partecipante verranno inviati i risultati dell'interconfronto per la propria stazione di misura; i dati complessivi saranno contenuti in un report globale di fine campagna.

Nel novembre 2014 è stato consegnato alla prima stazione di monitoraggio lo strumento di transito; attualmente è quindi in corso la raccolta dei dati, che si chiuderà approssimativamente tra un anno.

Nell'allegato 4 viene riportato il protocollo dell'interconfronto e la scheda dei risultati.

## 6. CONCLUSIONI

Le principali indicazioni che si possono trarre da quanto finora presentato sono sinteticamente elencate nel seguito.

- L'inquinamento luminoso appare stabile nel periodo 2011-2014, anche grazie all'azione di ARPAV e delle associazioni di tutela del cielo, nonostante l'aumento dei punti luce per pubblica illuminazione sia quantificabile nel 7% tra il 2010 e il 2013, ed il flusso luminoso emesso verso l'alto sia stimato indicativamente pari a 4 miliardi di lumen.
- Il Veneto si presenta oggi tra le regioni più virtuose sul territorio nazionale per quanto riguarda i consumi per la pubblica illuminazione, ma il confronto con altre realtà europee evidenzia ancora grandi margini di miglioramento e di risparmio.
- L'applicazione della Legge Regionale ha consentito un risparmio sui consumi per pubblica illuminazione già quantificabile in oltre 4 milioni di euro, ma i margini di miglioramento sono notevoli, come risulta evidente dal dato che quantifica nel 42% i Comuni che hanno comunque incrementato i consumi negli ultimi anni.
- Carente invece si è dimostrata l'azione dei Comuni nei confronti dell'illuminazione privata, responsabile di più del 50% dell'inquinamento luminoso. Oltre a presentare un elevato costo energetico l'illuminazione privata spesso vanifica dal punto di vista di fruizione ed armonizzazione gli sforzi per il miglioramento della pubblica illuminazione: occorre pertanto mettere in atto quanto previsto dalla legislazione nei confronti degli impianti privati fuori norma, ma soprattutto investire nel controllo preventivo della progettazione in questo ambito, come previsto dalla legge ma purtroppo poco compreso ed attuato dai Comuni.
- Appare evidente come la sostituzione dei vecchi impianti con altri ad emissione diretta nulla verso l'alto contribuisca a contenere l'inquinamento luminoso, ma per evitare che tra poco tempo il flusso verso l'alto, che ricordiamo essere dato anche dalla componente riflessa dal suolo, ritorni ad aumentare, occorre esercitare uno stretto controllo sui flussi utilizzati, come d'altra parte prevede il dettato legislativo, utilizzando la minima quantità di luce prevista dalle normative tecniche di settore.
- Come previsto dalla legge occorre sempre più progettare e realizzare gli impianti applicando il criterio di illuminare quando serve, e quindi gestire le quantità di luce a secondo della fruizione, con riduzioni di flusso nelle ore di minor traffico e frequentazione, anche attraverso sistemi di ottica adattiva che permettano un controllo puntuale del traffico e delle luminanze.
- Occorre proseguire sulla falsariga di quanto già realizzato per arrivare ad estendere a tutti i Comuni veneti la pianificazione degli impianti di illuminazione tramite il Piano di Illuminazione per il Contenimento dell'Inquinamento Luminoso (PICIL).
- I monitoraggi del cielo notturno che hanno consentito interessanti analisi dal punto di vista scientifico dovranno essere estesi, anche con la collaborazione delle associazioni

di tutela del cielo, e con il possibile utilizzo di mappature tramite adeguate riprese aeree, al fine di ottenere una mappa di dettaglio della situazione veneta.

- Gli aspetti formativi ed informativi sono risultati cruciali per creare conoscenza e consapevolezza negli enti locali, nei cittadini e nei professionisti del settore: a questo aspetto si dovrà pertanto garantire attenzione e risorse anche nel futuro, anche attraverso un puntuale utilizzo dei mezzi di comunicazione per la promozione dei temi ambientali ed energetici e per far conoscere e rispettare le norme di legge.

#### *Ringraziamenti*

Si desidera ringraziare Paolo Ochner (INAF-Osservatorio Astronomico di Padova) ed i tecnici dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Padova per l'acquisizione dei dati presso l'Osservatorio Astronomico di Asiago, e Leopoldo dalla Gassa, presidente dell'associazione VenetoStellato, per la fornitura dei dati della centralina SQM di Nove (VI)



**Osservatorio Permanente sul Fenomeno dell'Inquinamento Luminoso**

c/o Direzione Generale ARPAV

via Ospedale Civile, 24

35121 Padova

Italy

Tel. +39 049 8239301

Fax +39 049 660966

e-mail: [inquinamento.luminoso@arpa.veneto.it](mailto:inquinamento.luminoso@arpa.veneto.it)



## **ARPAV**

Agenzia Regionale per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale del Veneto

Direzione Generale  
via Ospedale Civile, 24  
35121 Padova  
Italy

Tel. +39 049 8239 301

Fax +39 049 660966

e-mail: [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)

e-mail certificata: [protocollo@pec.arpa.vi](mailto:protocollo@pec.arpa.vi)

[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)