



Forum PA 2012

Roma - 17 maggio 2012

“Sviluppo di una metodologia di analisi tecnico-economica per l’illuminazione pubblica”

Fabrizio Bucci - COGEI

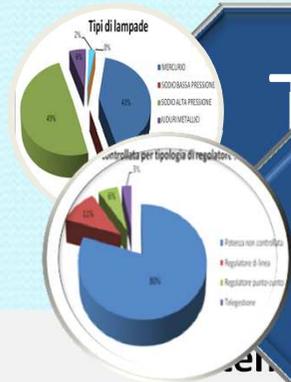


Tematiche affrontate

- 1. Analisi del database Lumière**
- 2. Sviluppo di una metodologia per l'analisi delle anomalie e ideazione di uno strumento di diagnosi nella I.P. per piccoli e medi Comuni**
- 3. Analisi tecnico-economica su un caso reale**
- 4. Risultati e conclusioni**

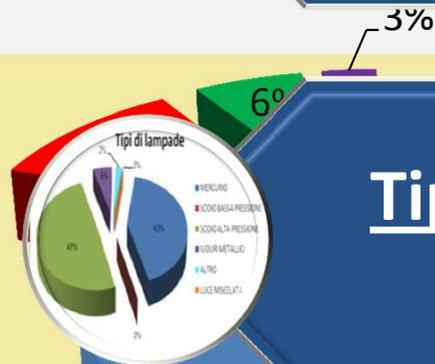
Analisi del database Lumière

- Analisi dei dati raccolti in ambito del progetto Lumière al fine di sviluppare **metodologie di valutazione** ed **indicatori di efficienza** per l'illuminazione pubblica per piccoli e medi Comuni.

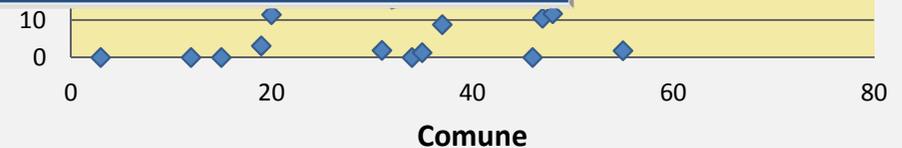


Stabilizzazione e regolazione

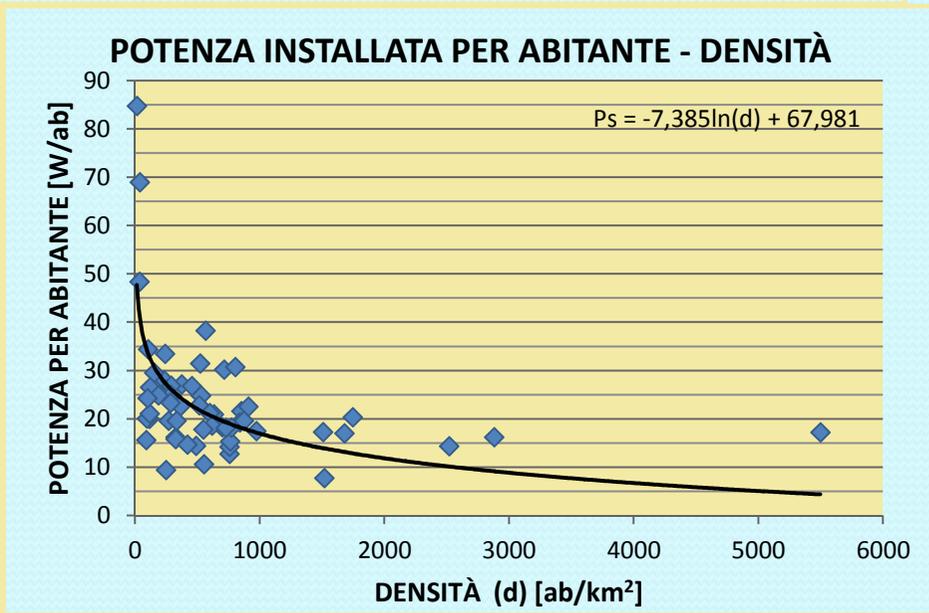
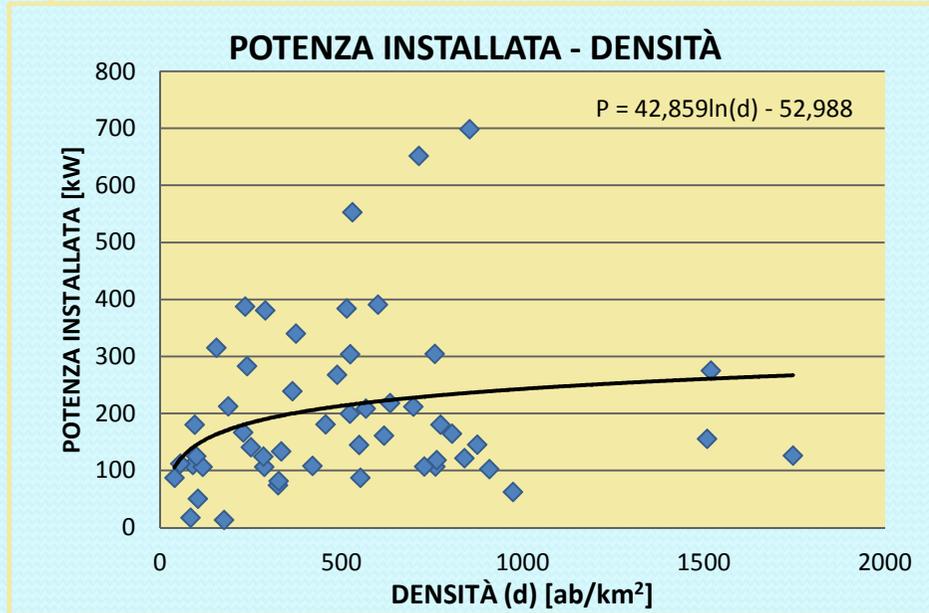
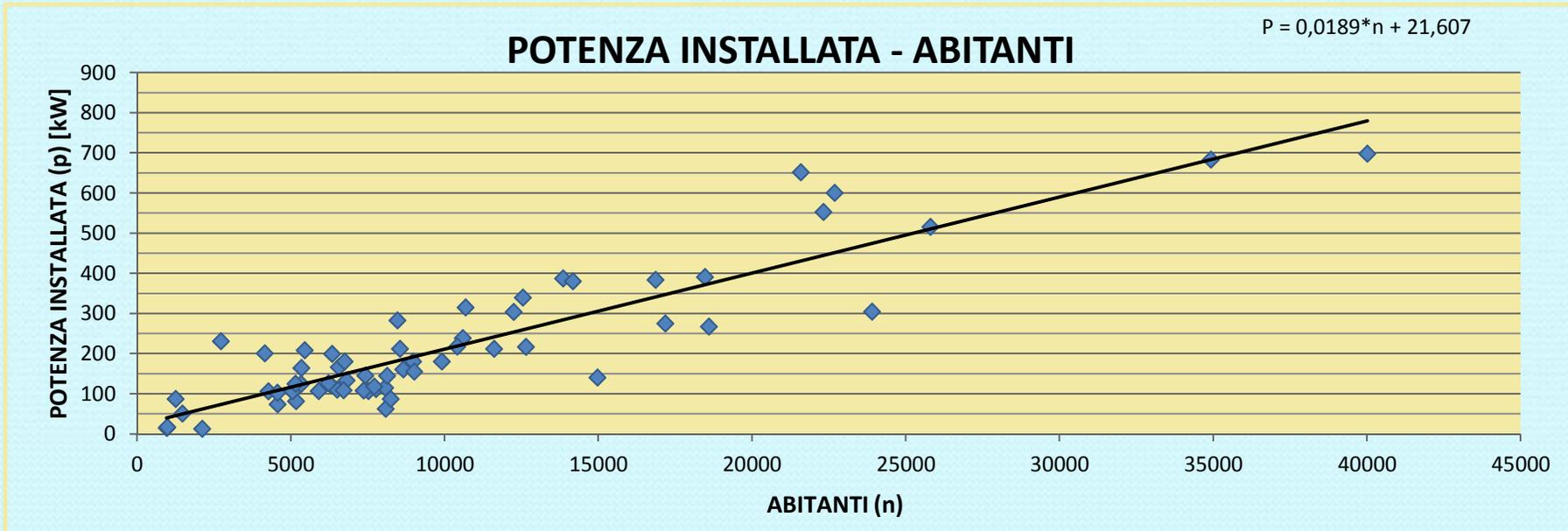
% di punti luce HG



Tipologie e potenze delle lampade



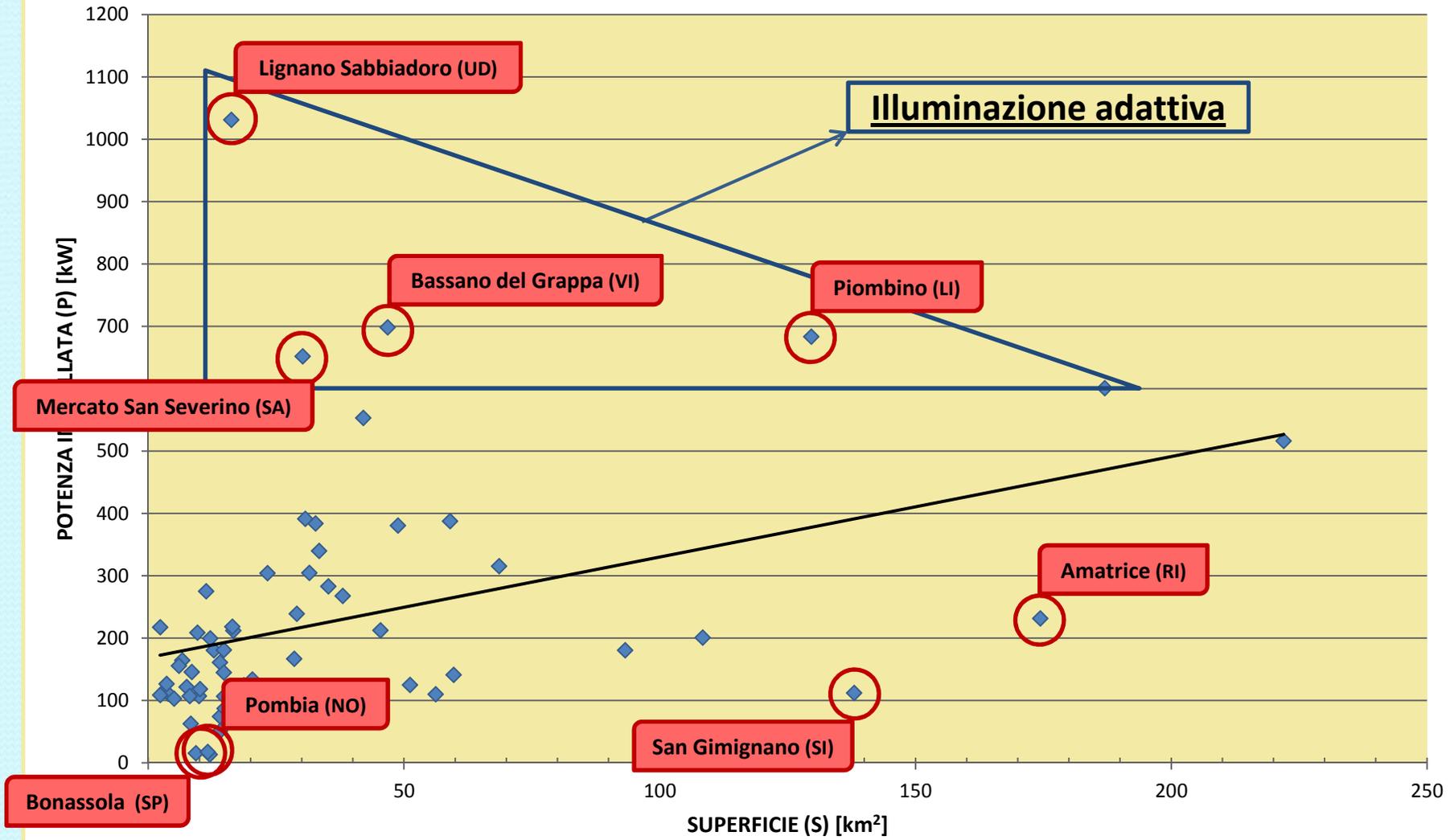
Analisi del database Lumière



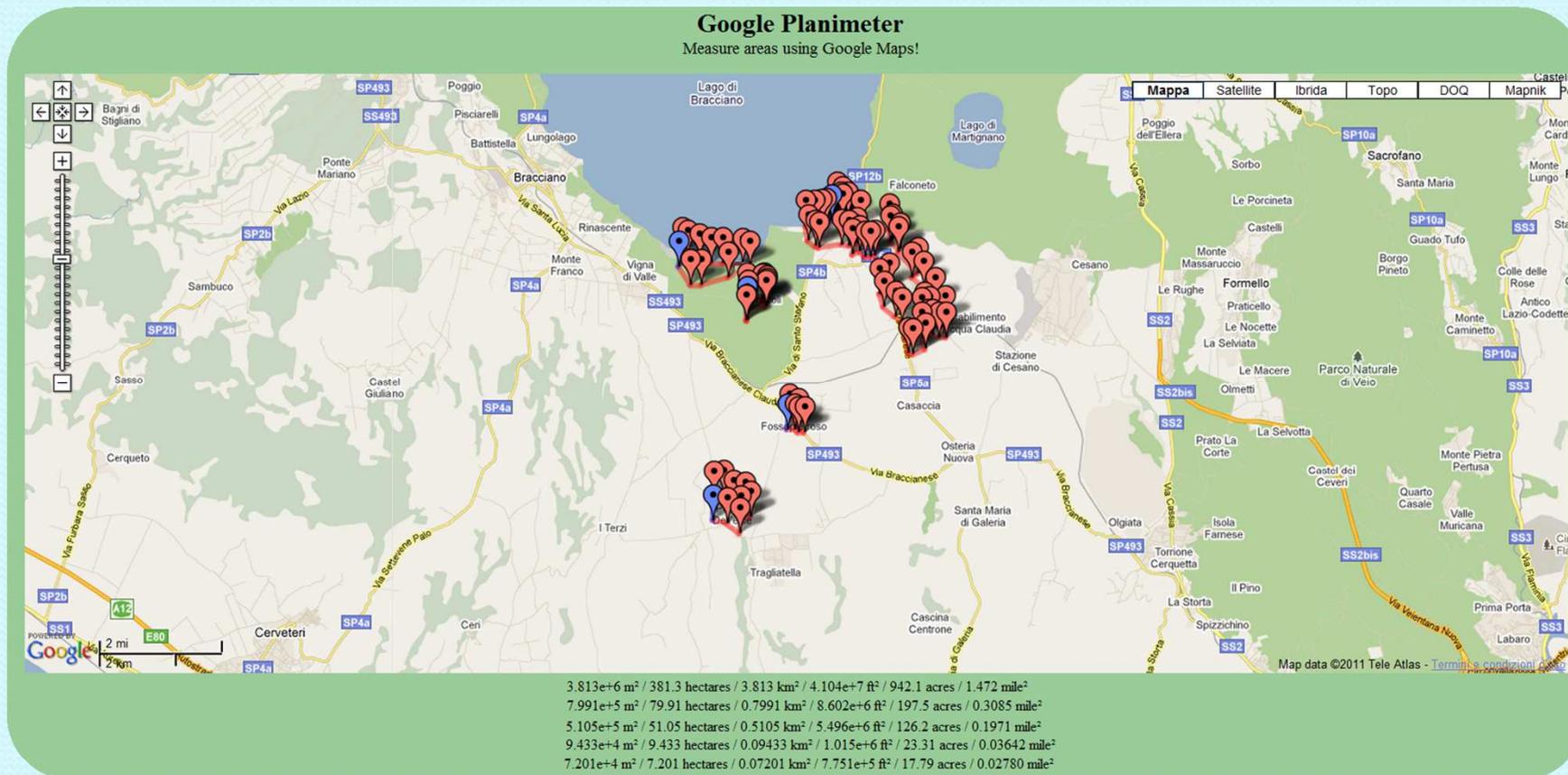
Analisi del database Lumière

POTENZA INSTALLATA - SUPERFICIE

$$P = 1,6103 * S + 168,71$$



Metodologia per l'analisi di anomalie



Dati
anomali

**Nuova
metodologia**

km²
effettivi

Densità
effettiva

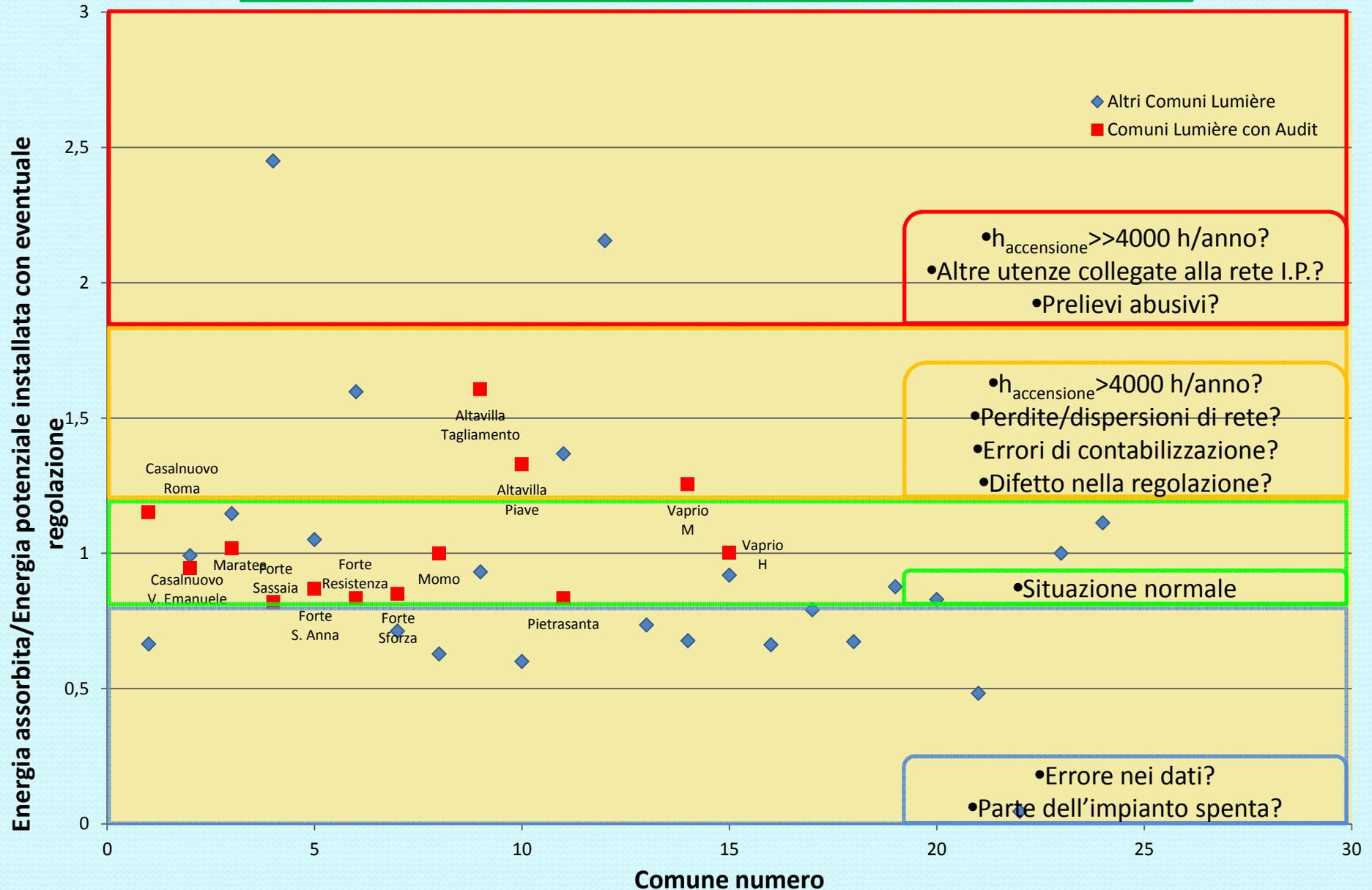
kW/km²
effettivi

PL/km²
effettivi

Dati
normali

Strumento di diagnosi

L'indice si rivela quindi uno strumento di **diagnosi** molto **efficace**



Analisi tecnico-economica su un caso reale

Comune scelto e sua situazione attuale



Castelnuovo Magra (SP)

- Abitanti: 8.251 ab
- Estensione: 14,93 km²
- Densità: 533 ab/km²

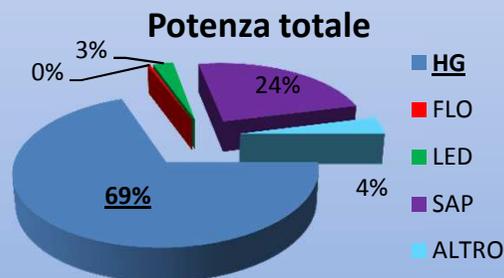
Informazioni

- % proprietà ENEL: 68 %
- Punti luce: 868 PL
- **PL HG: 615 (71 %)**
- PL SAP: 141 (16 %)
- PL FLO: 15 (1 %)

- % potenza HG: 69 %

Potenza e energia

- Potenza totale: **134 kW**
- Ore anno: 4200 h/y
- Energia: **562 MWh/y**
- 105 TEP/y
- 332 tCO₂/y



Costi

- Spesa potenza impegnata: 4.826 €/y
- Spesa componente energia: 78.664 €/y
- Spesa manutenzione: 25.225 €/y
- Spesa totale: **108.715 €/y**

Parametri economici

$$S_{IP} = S_{EN.tot} + S_{MAN}$$

$$S_{EN.tot} = S_{EN} + S_{POT}$$

$$S_{EN} = E * C_{EN}$$

$$E = P_c * h_{eq}^{en} + P_{nc} * h$$

$$h_{eq}^{en} = (100 - \Delta P_s^{en} - \Delta P_r^{en}) * h_{r+s} + (100 - \Delta P_s^{en}) * h_s$$

$$h = h_{r+s} + h_s$$

$$P = P_c + P_{nc}$$

$$S_{POT} = P * C_p$$

$$S_{MAN} = \sum_{i=1}^k (N_{sost,i} * C_{sost,i})$$

$$N_{sost,i} = \frac{h_{eq}^{man} * PL_{c,i}}{d_i} + \frac{h * PL_{nc,i}}{d_i}$$

$$h_{eq}^{man} = (100 - \Delta P_s^{man} - \Delta P_r^{man}) * h_{r+s} + (100 - \Delta P_s^{man}) * h_s$$

$$C_{sost,i} = C_{mano,i} + C_{mat,i}$$

S_{IP} : s. totale; $S_{EN.tot}$: s. componente en.; S_{MAN} : s. man.; S_{EN} : s. en.; S_{POT} : s. pot. impegnata; E : en. annua C_{EN} : c.u. en.; P_c : pot. controllata; $h_{en.eq}$: o. eq. per l'en.; P_{nc} : pot. non controllata; h : o. accensione; $\Delta P_{en.s}$: risp.% sulla pot. grazie alla st.; $\Delta P_{en.r}$: risp.% sulla pot. grazie alla reg.; h_{r+s} : o. in reg. e st.; h_s : o. in st.; P : pot. installata; C_p : c.u. per pot. impegnata; i : tipo i-esimo di PL k : numero di tipi di PL N_{sost} : numero di sost.; C_{sost} : c.u. a sost.; $h_{man.eq}$: o. eq. per la man.; PL_c : numero di PL controllati; d : durata della vita; PL_{nc} : numero di PL non controllati; $\Delta P_{man.s}$: risp.% sulla man. grazie alla st.; $\Delta P_{man.r}$: risp.% sulla man. grazie alla reg.; C_{mano} : c.u. per manodopera; C_{mat} : c.u. per materiale.

$s.$: spesa; $en.$: energia; $man.$: manutenzione; $pot.$: potenza; $c.u.$: costo unitario; $o.$: ore; $eq.$: equivalenti; $risp.$: risparmio; $st.$: stabilizzazione; $reg.$: regolazione; PL : punto luce; $sost.$: sostituzioni.

Analisi tecnico-economica su un caso reale

Le strategie di intervento

1 - Sostituzione delle lampade al mercurio con le SAP

Non abilitanti
(non portano segnale digitale al palo)

2 - Controllo di linea

Stabilizzazione: -10% - Regolazione: -20% - Ore regolazione: 45%

3 - Telegestione punto-punto basata sulla PLC

Stabilizzazione: -10% - Regolazione: -33% - Ore regolazione: 45%

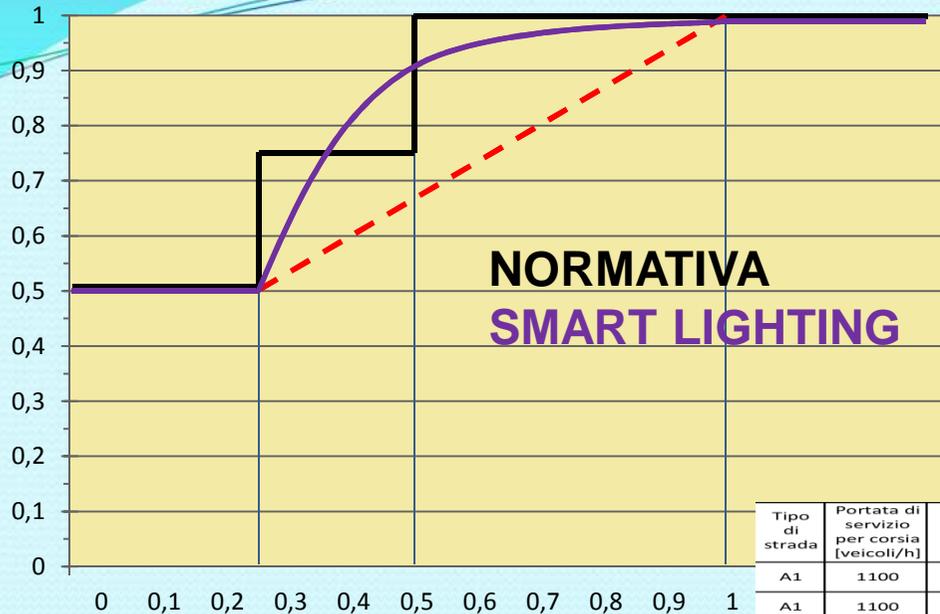
Abilitante

4 - Smart Lighting (Illuminazione adattiva)

Stabilizzazione: -10% - Regolazione: -45% - Ore regolazione: 93%

È uno
smart
service

Logiche di gestione



P/P_{nominale} in funzione di T/T_{nominale}

P: potenza;
T: flusso di traffico.

La normativa di riferimento e la declassificazione delle strade

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia [veicoli/h]	Descrizione del tipo della strada	Aree di conflitto	Complessità del campo visivo	Dispositivi rallentatori	100%		50%		25%	
						LUMINANZA [cd/m ²] L	LUMINANZA [cd/m ²] L	L/Lrif [%]	LUMINANZA [cd/m ²] L	L/Lrif [%]	
A1	1100	Autostrade extraurbane	-	Normale		1,5	1	67	0,75	50	
A1	1100	Autostrade urbane	-	Elevata		2	1,5	75	1	50	
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade	No			Normale	1	0,75	75	-	-
						Elevata	1,5	1	67	-	-
A2	1100	Strade di servizio alle autostrade urbane	Si			Normale	1,5	1	67	-	-
						Elevata	2	1,5	75	-	-
B	1100	Strade extraurbane principali	No			Normale	1	0,75	75	0,75	75
						Elevata	1,5	1	67	1	67
B	1100	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Si	Ininfluyente		2	1,5	75	1,5	75	
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	No			1	0,75	75	0,5	50	
			Si			1,5	1	67	0,75	50	
C	600	Strade extraurbane secondarie	No			0,75	0,5	67	0,3	40	
			Si			1	0,75	75	0,5	50	
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	No			1	0,75	75	0,5	50	
			Si			1,5	1	67	0,75	50	
D	950	Strade urbane di scorrimento veloce	No			1	0,75	75	0,5	50	
			Si			1,5	1	67	0,75	50	
D	950	Strade urbane di scorrimento	No			1	0,75	75	0,5	50	
			Si			1,5	1	67	0,75	50	
E	800	Strade urbane interquartiere	No			No	1	0,75	75	0,5	50
						Nei pressi	1,5	1	67	0,75	50
						No	1,5	1	67	0,75	50
						Nei pressi	2	1,5	75	1	50
E	800	Strade urbane di quartiere	No			No	1	0,75	75	0,5	50
						Nei pressi	1,5	1	67	0,75	50
						No	1,5	1	67	0,75	50
						Nei pressi	2	1,5	75	1	50
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	No			1	0,75	75	0,5	50	
			Si			1,5	1	67	0,75	50	

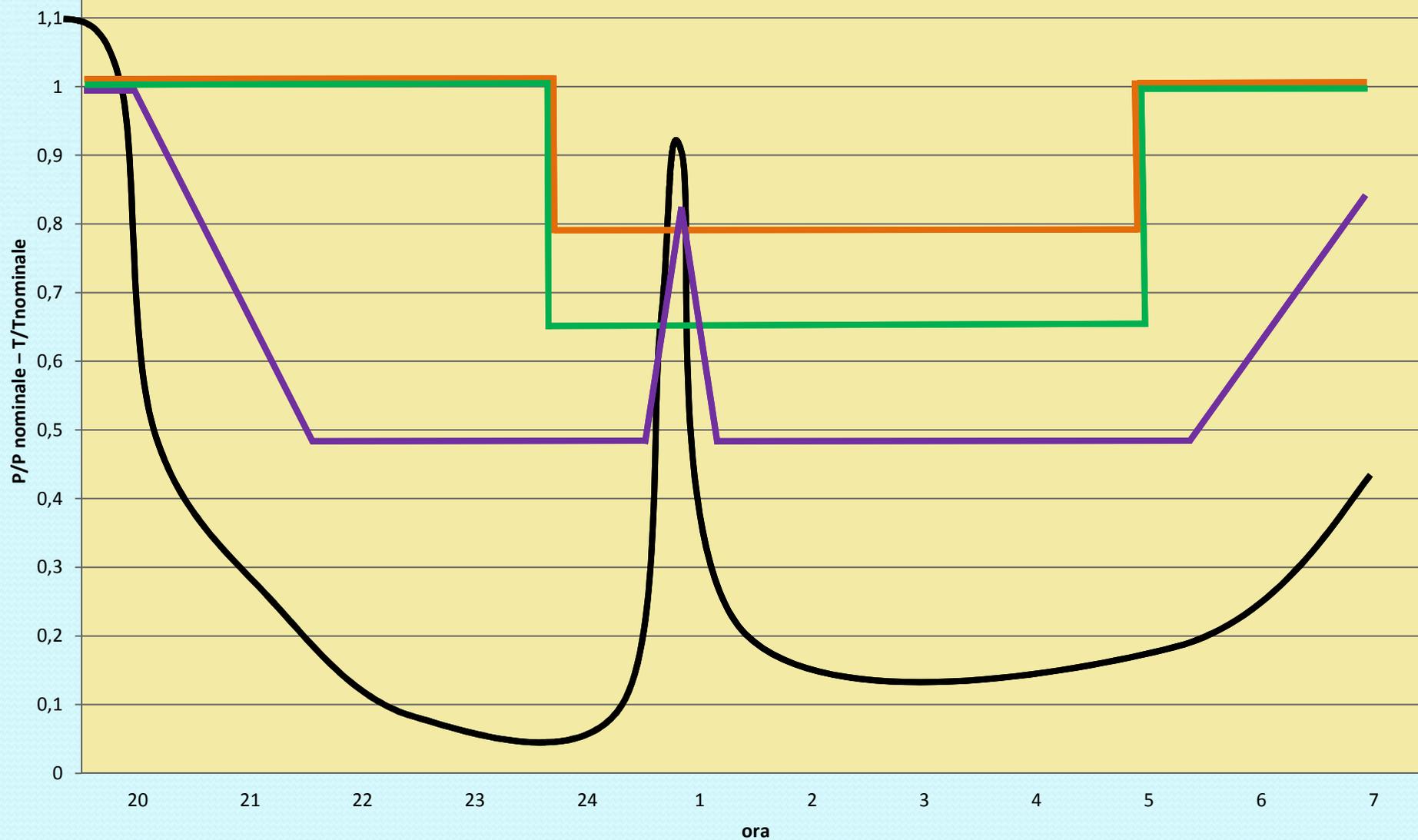
Logiche di gestione

Predizione del traffico

2 - Controllo di linea

3 - Telegestione punto-punto basata sulla PLC

4 - Smart Lighting (Illuminazione adattiva)



Analisi tecnico-economica su un caso reale

1 – Sostituzione lampade HG

	Costo voce [€]
Sostituzione armature HG con SAP	121.192
Costo di investimento	121.192

P ↓
Durata lampade ↑



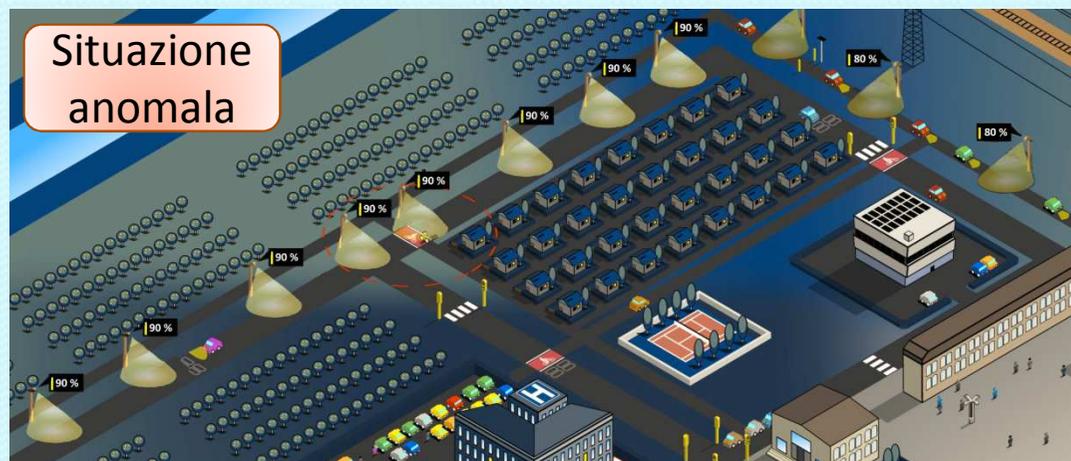
	Convenzionale	Start	Variazione	Variazione %
Potenza	119 kW	134 kW	-15 kW	-11 %
Energia	499 MWh/y	562 MWh/y	-63 MWh/y	-11 %
Emissioni	295 tCO ₂	332 tCO ₂	-37 tCO ₂ /y	-11 %
Spesa manutenzione	21.148 €/y	25.225€/y	-4.077€/y	-16 %
Spesa totale	95.346€/y	108.715€/y	-13.369€/y	-12 %

Analisi tecnico-economica su un caso reale

2 – Controllo di linea

	Costo voce [€]
Sostituzione armature HG con SAP	121.192
Orologio astronomico	2.550
Regolatore quadro 15 kW	9.624
Regolatore quadro 75 kW	15.000
Costo di investimento	148.365

Controllo di linea
 P ↓
 Ore accensione ↓
 Durata lampade ↑
 Ore equivalenti ↓



	Proposta	Start	Variazione	Variazione %
Potenza	119 kW	134 kW	-15 kW	-11 %
Ore annue	4.000 h/y	4200 h/y	-200 h/y	-5 %
Risparmio stabilizzazione	10 %	-		
Risparmio regolazione	20 %	-		
Energia	389 MWh/y	562 MWh/y	-154 MWh/y	-27 %
Emissioni	230 tCO ₂	332 tCO ₂	-91 tCO₂/y	
Spesa manutenzione	15.735 €/y	25.225 €/y	-9.078 €/y	-36 %
Spesa totale	74.523 €/y	108.715 €/y	-31.235 €/y	-29 %

Analisi tecnico-economica su un caso reale

3 – Telecontrollo punto-punto

	Costo voce [€]
Sostituzione armature HG con SAP	121.192
Orologio astronomico	2.550
Regolatore punto luce	102.600
Regolatore quadro per telegestione	600
Software telegestione	4.000
Costo di investimento	230.942

Telecontrollo punto-punto

P ↓

Ore accensione ↓

Durata lampade ↑

Ore equivalenti ↓

Costo ricerca guasti ↓



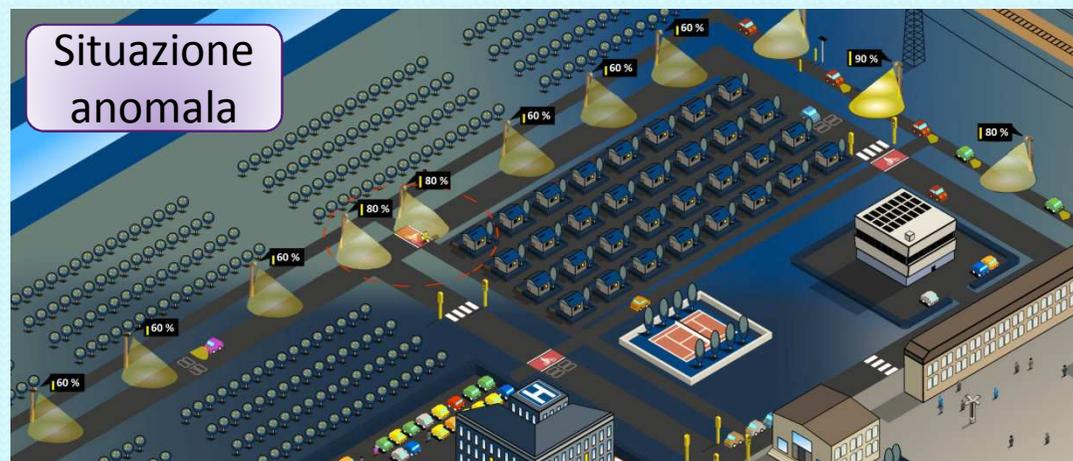
	Avanzata	Start	Variazione	Variazione %
Potenza	119 kW	134 kW	-15 kW	-11 %
Ore annue	4.000 h/y	4.200 h/y	-200 h/y	-5 %
Risparmio stabilizzazione	10 %	-		
Risparmio regolazione	30 %	-		
Energia	364 MWh/y	562 MWh/y	-176 MWh/y	-31 %
Emissioni	215 tCO ₂	332 tCO ₂	-104 tCO₂/y	
Spesa manutenzione	13.603 €/y	25.225 €/y	-11.088 €/y	-44 %
Spesa totale	68.827 €/y	108.715 €/y	-36.224 €/y	-33%

Analisi tecnico-economica su un caso reale

4 – Smart Lighting

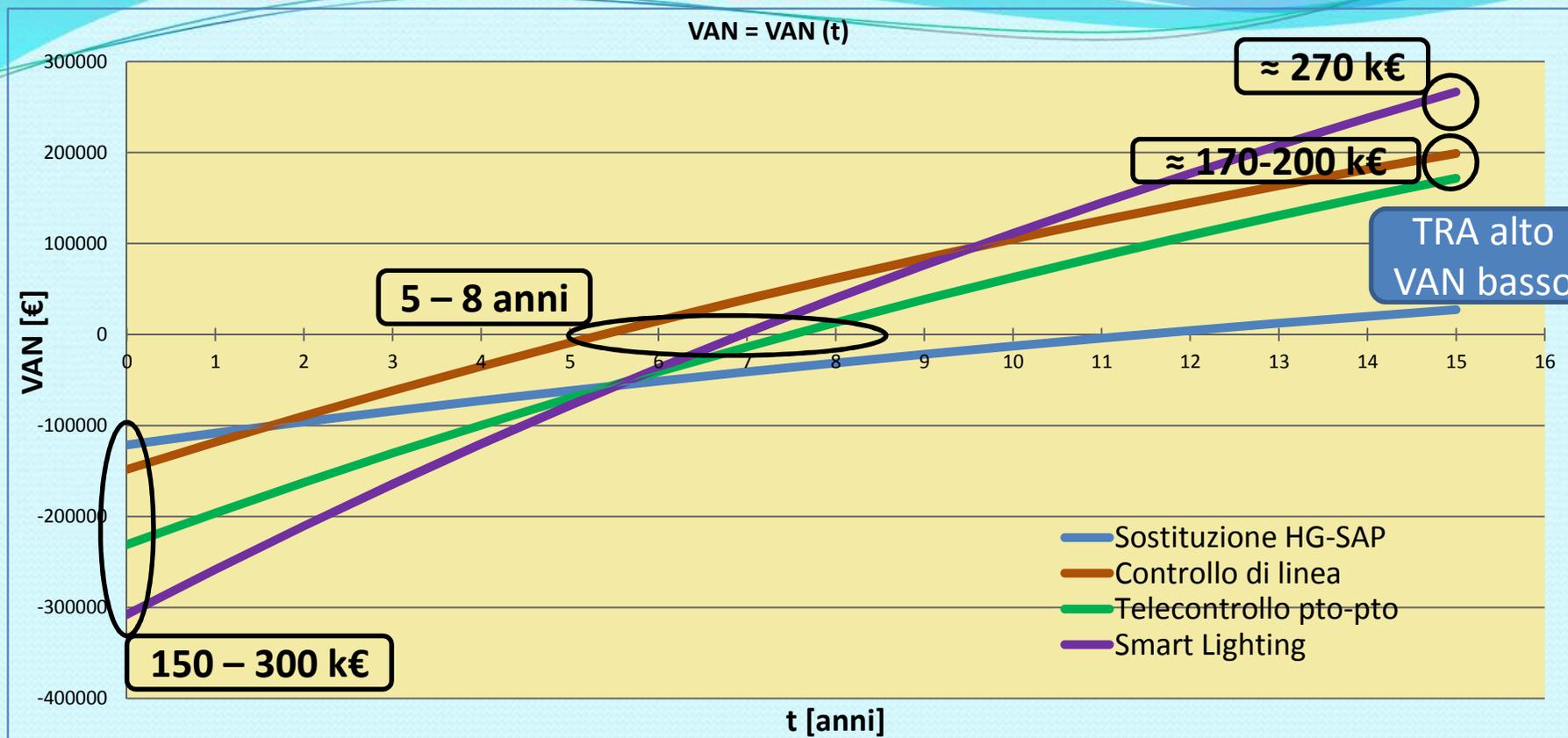
	Costo voce [€]
Sostituzione armature HG con SAP	121.192
Orologio astronomico	2.550
Regolatore adattivo punto luce	171.000
Regolatore quadro per telegestione	5.000
Software per telegestione adattiva	6.000
Telecamera da esterno	4.000
Costo di investimento	309.742

Illuminazione adattiva
 P ↓
 Ore accensione ↓
 Durata lampade ↑
 Ore equivalenti ↓
 Costo ricerca guasti ↓



	Innovativa	Start	Variazione	Variazione %
Potenza	119 kW	134 kW	-15 kW	-11 %
Ore annue	4.000 h/y	4.200 h/y	-200 h/y	-5 %
Risparmio stabilizzazione	10 %	-		
Risparmio regolazione	40 %	-		
Energia	331 MWh/y	562 MWh/y	-274 MWh/y	-49 %
Emissioni	196 tCO ₂	332 tCO ₂	-162 tCO₂/y	
Spesa manutenzione	12.963 €/y	25.225 €/y	-12.775 €/y	-51 %
Spesa totale	63.604 €/y	108.715 €/y	-51.658 €/y	-48 %

Risultati e conclusioni



Sostituzione HG - SAP

- $I_0 = 121 \text{ k€}$
- TRA = 11 y 6 m
- $\Delta E = - 11\%$
- Livello comfort = 3
- VAN = 27 k€

Controllo di linea

- $I_0 = 148 \text{ k€}$
- TRA = 5 y 5 m
- $\Delta E = - 27\%$
- Livello comfort = 1
- VAN = 199 k€

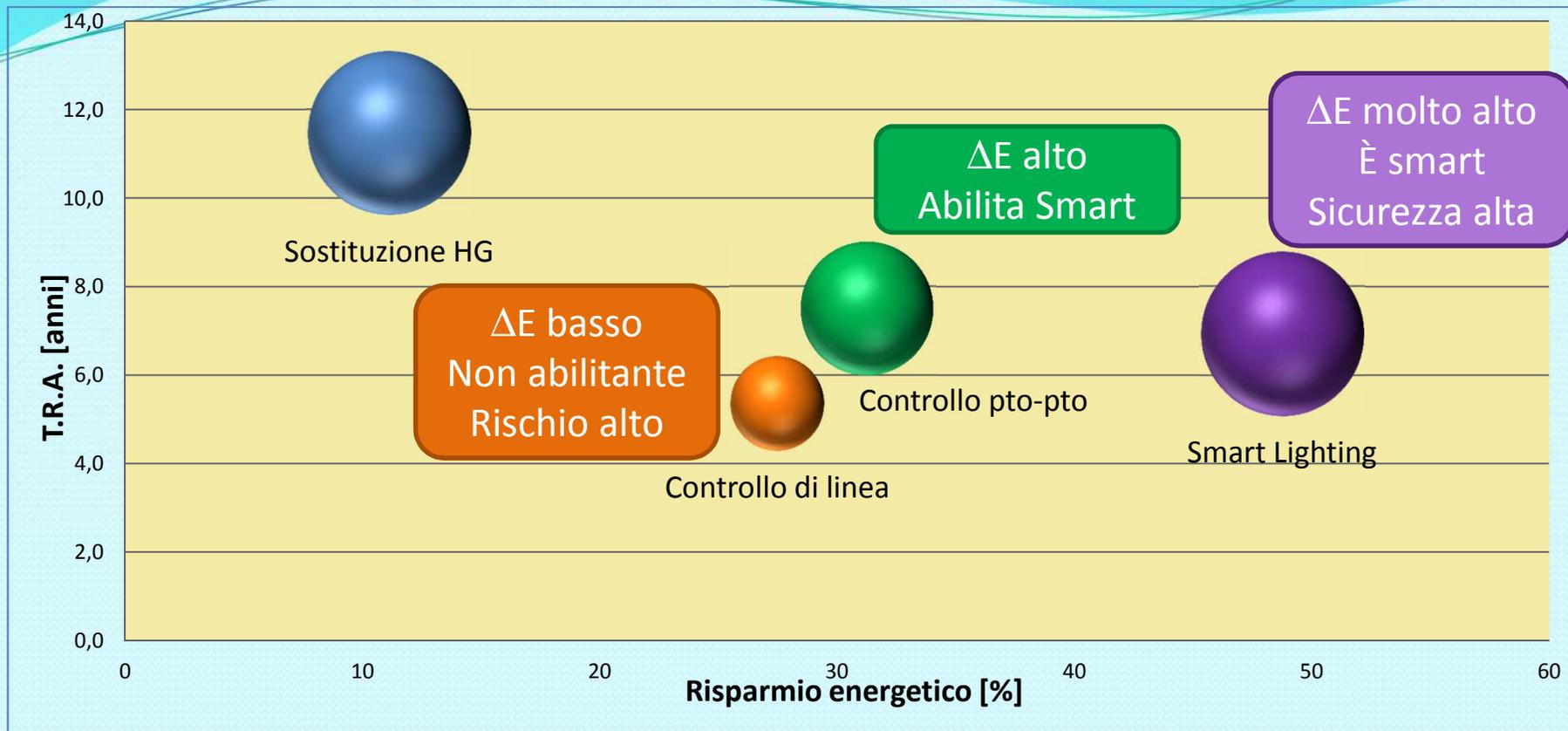
Controllo pto-ptto

- $I_0 = 231 \text{ k€}$
- TRA = 7 y 6 m
- $\Delta E = - 31\%$
- Livello comfort = 2
- VAN = 172 k€

Smart Lighting

- $I_0 = 308 \text{ k€}$
- TRA = 6 y 11 m
- $\Delta E = - 49\%$
- Livello comfort = 3
- VAN = 267 k€

Risultati e conclusioni



Sostituzione HG

- $I_0 = 121$ k€
- TRA = 11 y 6 m
- $\Delta E = -11\%$
- Livello sicurezza = 3
- VAN = 27 k€

Controllo di linea

- $I_0 = 148$ k€
- TRA = 5 y 5 m
- $\Delta E = -27\%$
- Livello sicurezza = 1
- VAN = 199 k€

Controllo pto-pto

- $I_0 = 231$ k€
- TRA = 7 y 6 m
- $\Delta E = -31\%$
- Livello sicurezza = 2
- VAN = 172 k€

Smart Lighting

- $I_0 = 308$ k€
- TRA = 6 y 11 m
- $\Delta E = -49\%$
- Livello sicurezza = 3
- VAN = 267 k€

Ripercussioni della Smart Lighting sul sistema paese

Ipotesi	Ipotesi	
<ul style="list-style-type: none"> • ΔPotenza SAP rispetto HG: 25% • Potenza telegestita: 76% 	<ul style="list-style-type: none"> • 4200 h/y • rispetto HG: 25% • ita: 76% 	
Comuni del Network Lumière		
<ul style="list-style-type: none"> • Comuni: 68 • Abitanti: 638.601 • Superficie: 2.304 km² • Potenza installata: 14 MW • Lampade HG: 40 % • ΔPotenza installata: -1,5 MW • Ore accensione: 4.200 h/anno • Energia: 61,7 GWh/anno • ΔEnergia: <u>-48 %</u> • ΔEnergia: <u>-29 GWh/anno</u> • ΔEmissioni: <u>-17.193 tCO₂/anno</u> • ΔSpesa energetica: <u>-4,0 MLN €</u> • Costo investimento: 29,5 MLN € 	<th data-bbox="1541 655 1989 751">zione Italia</th> <ul style="list-style-type: none"> • 442 • 36 km² • a: 1.419 MW • ita: -148 MW • 4.200 h/anno • Wh/anno • <u>GWh/anno</u> • <u>-1.503 tCO₂/anno</u> • ca: <u>-413 MLN €</u> • nto: 2,8 MLD € 	zione Italia

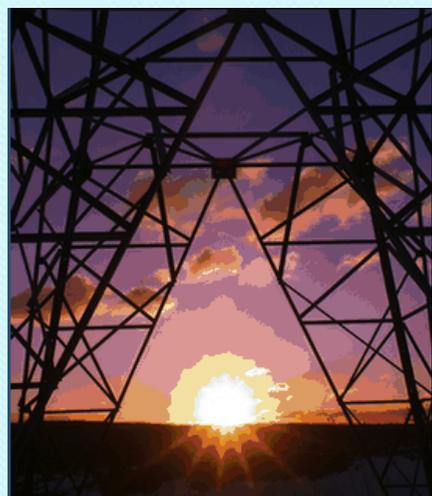
Conclusioni

SMART LIGHTING

- Sfrutta ICT
- Trasmette dati digitali
- Ripercussioni molto positive sul sistema paese e per tutte le PA
 - Altissimi ΔE
 - Notevoli vantaggi economici
 - Riduzione delle emissioni di CO₂
 - Indotto di tecnologie

Porta di ingresso per la SMART CITY

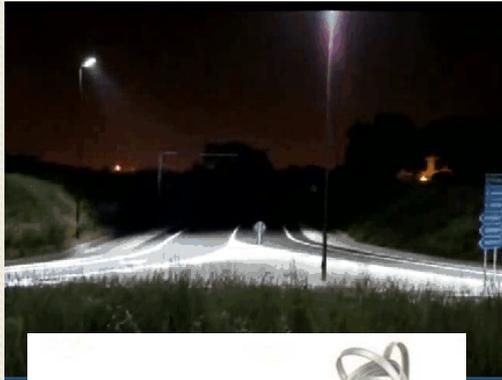
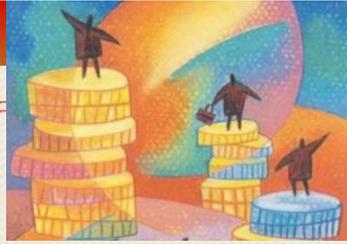
Grazie per l'attenzione!



Fabrizio Bucci

fbucci@citelum.it

+39 3665679766



$$T.R.A. = \log_{(i+1)} \frac{FC}{FC - I_0 * i}$$

