

Un indicatore di esposizione della popolazione ai CEM generati da SRB: analisi, validazione e primi risultati

Elena Fusillo¹, Chiara Pedroli², Sara Adda², Enrica Caputo², Alessandro Bonino², Giuseppe Baldazzi³

¹Arpae Emilia-Romagna, Servizio Sistemi Ambientali - Unità Coordinamento CEM Area Est, Via Settembrini 17/D, Rimini (RN)

²Arpa Piemonte, Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici, via Jervis 30, Ivrea (TO)

³Università degli Studi di Bologna, Dipartimento di Fisica e Astronomia "Augusto Righi", Viale Bertini Pichat 6/2, Bologna (BO)

efusillo@arpae.it, c.pedroli@arpa.piemonte.it

Elena Fusillo
Chiara Pedroli

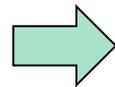
Fornire un dato di sintesi sull'esposizione della popolazione ai CEM



INDICATORE

Livelli di campo elettrico \longleftrightarrow Popolazione esposta (% o #)

È possibile modellizzare l'esposizione della popolazione?



Definizione METODO
APPLICAZIONE
RAPPRESENTAZIONE

Dati disponibili

SRB e modello di calcolo C.E.

(Catasto Arpa)

- parametri radioelettrici autorizzati
- posizione
- potenze mediamente esercite
- *campo libero e campo lontano*

Popolazione residente

(ISTAT)

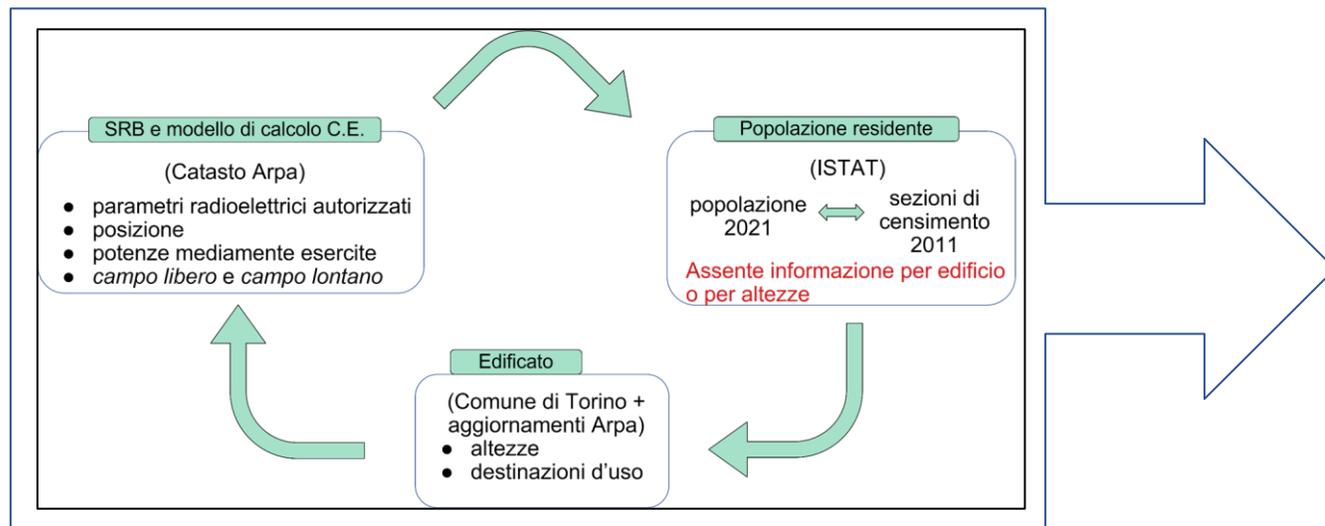
popolazione 2021 ↔ sezioni di censimento 2011

Assente informazione per edificio o per altezze

Edificato

(Comune di Torino + aggiornamenti Arpa)

- altezze
- destinazioni d'uso



Cosa è possibile calcolare?
Valutazione di risorse e costi

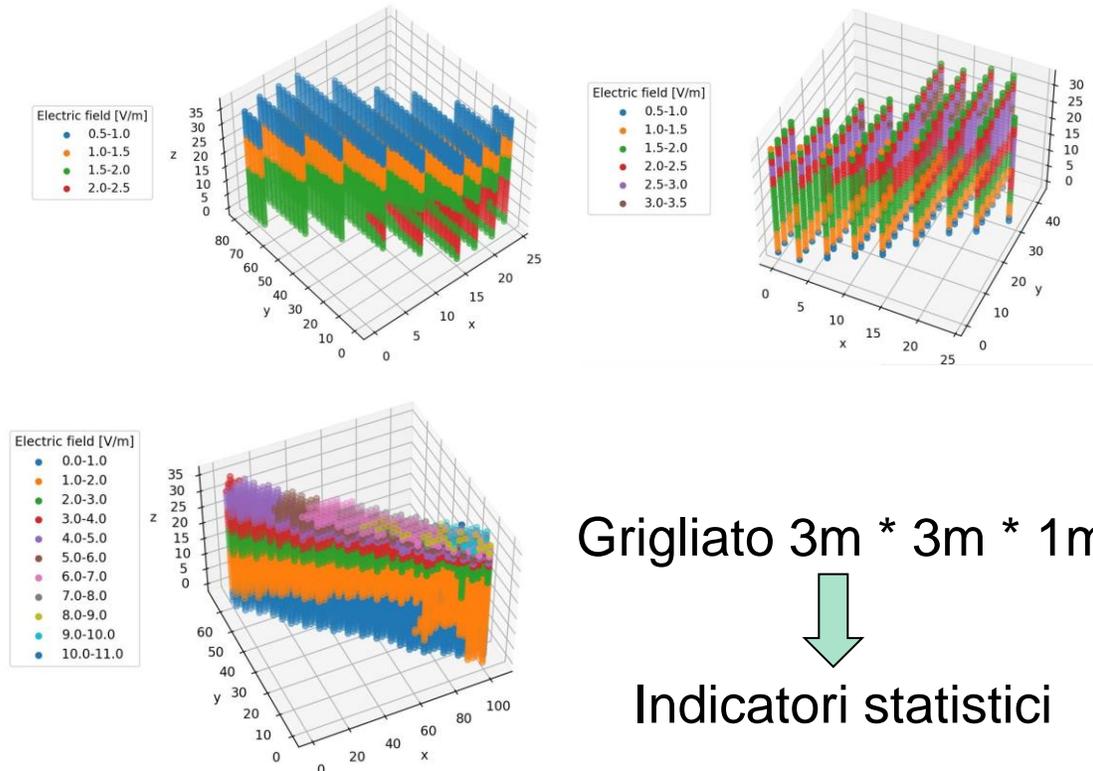
Rappresentatività?

SEMPLIFICAZIONE
(conservando la qualità dell'informazione)

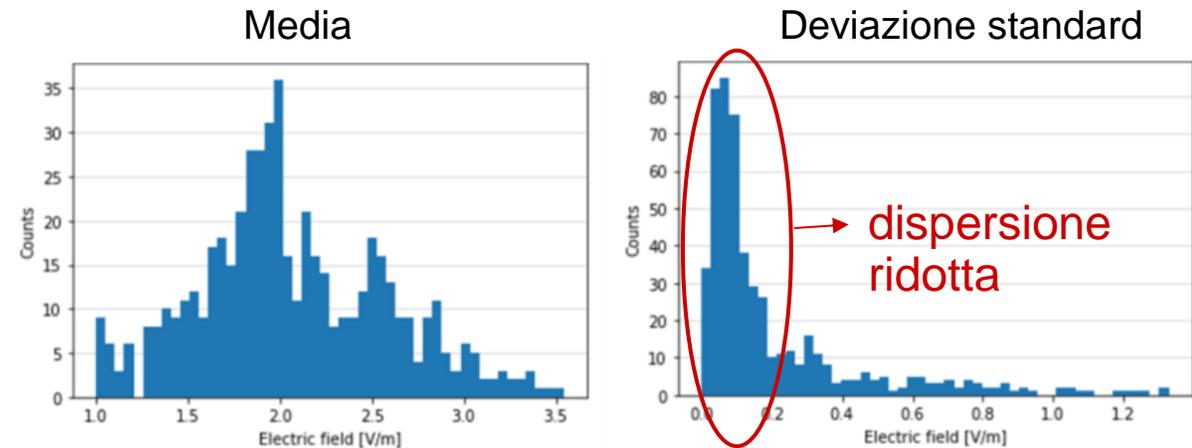
Metodo

Quale valore *rappresentativo* di C.E. simulato nel singolo edificio?

Distribuzione C.E. (casi vari)



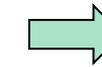
Distribuzione C.E. (area di interesse)



Valore *medio* C.E. simulato nel grigliato tridimensionale, a meno di *piccole variazioni*

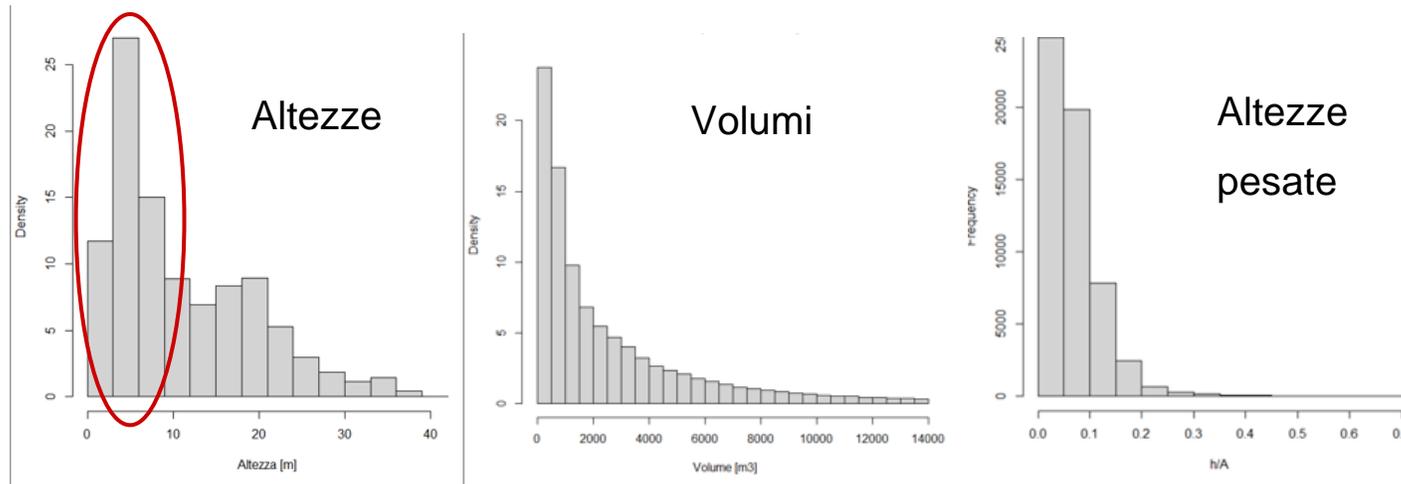
Metodo

Singolo punto di simulazione per edificio

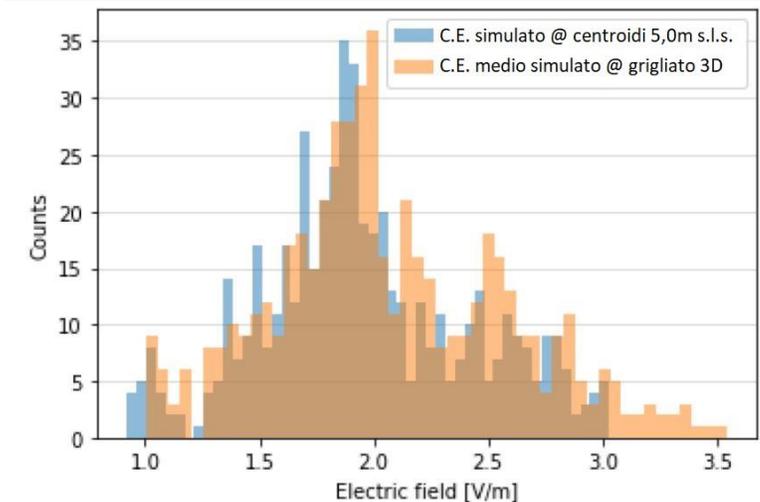


Centroide?

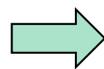
Analisi altezza edificato Torino



Confronto C.E. grigliato-centroide



Altezze più probabili



5,0 - 7,5 m s.l.s.
2° - 3° piano fuori terra

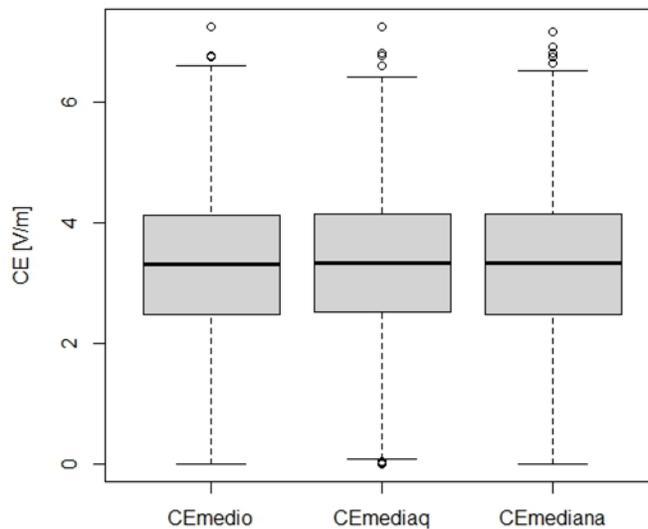


Valore C.E. simulato nel centroide a 5,0 m s.l.s.

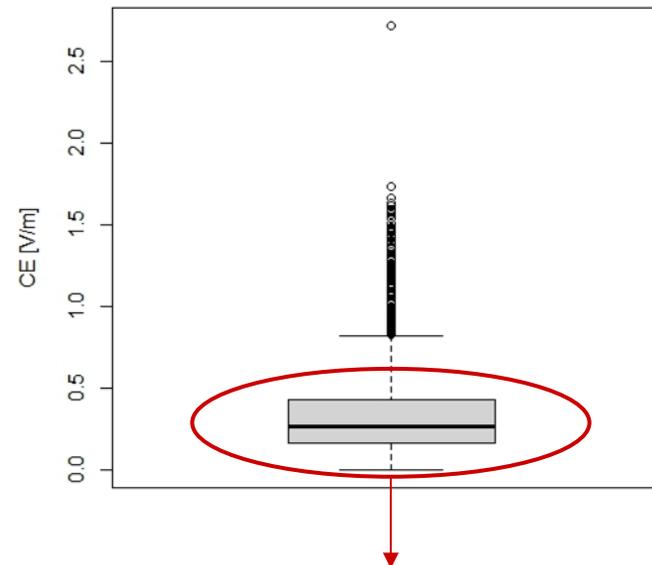
Metodo

Quale valore *rappresentativo* di C.E. simulato nella sezione di censimento?

Analisi C.E. centroidi
(sezioni di censimento Torino)



Deviazione standard



dispersione
ridotta

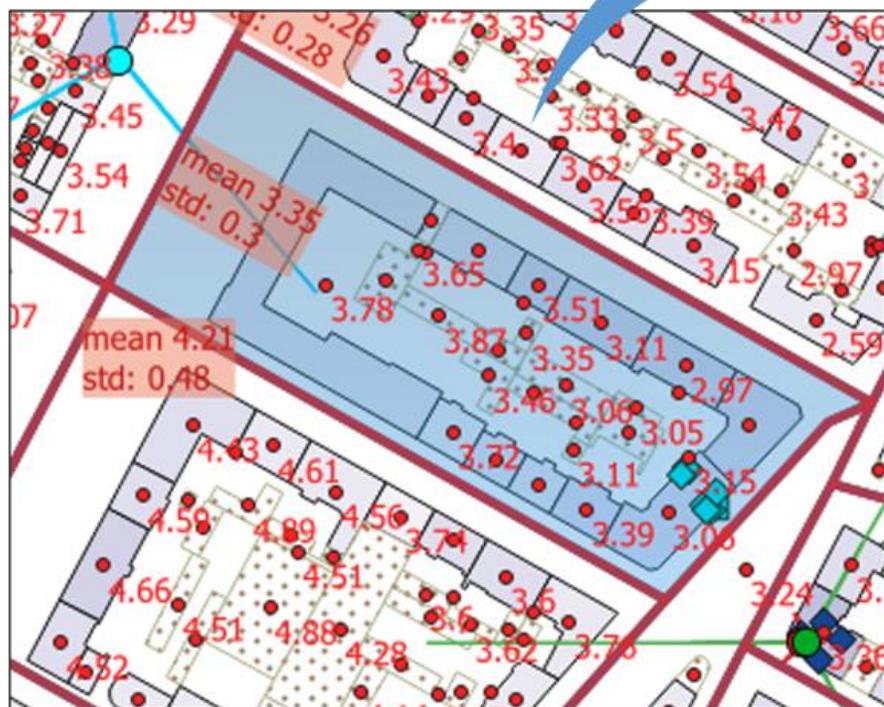
Distribuzioni simmetriche e piccola variabilità tra:

- media
- media quadratica
- mediana



Media dei valori C.E. simulati nei centroidi a 5,0 m s.l.s.

Definizione del metodo



Per ogni sezione di censimento

Calcolo dei baricentri edifici

Per ogni baricentro, calcolo CE all'altezza di 5 metri dal suolo:
valutazione teorica con alfa autorizzato, impianti a 400 metri di distanza dal punto

Calcolo CE medio (media lineare)

Assegnazione della popolazione residente nella sezione al valore CE medio

dispersione ridotta

Definizione classi di campo elettrico

Somma della popolazione nelle diverse classi di campo
→ dato % popolazione esposta per classe

...esposizione "effettiva"?

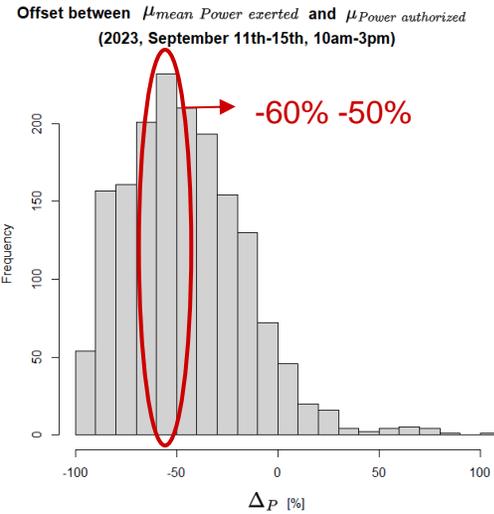
Validazione

Confronto con misure → indagare stima più realistica
 Scarto valore misurato (misure outdoor) e valore stimato

Torino area di test, 2023

	SEZ2011	Δ_{EF^2} w/ outdoor measurements [%]
1	12720000208	-96
2	12720000234	-73
3	12720000137	-71
4	12720000146	-89
5	12720000123	+27
6	12720000045	-82
7	12720003132	-70
8	12720000441	+27
9	12720000053	-45
10	12720000170	-99
11	12720000459	-25
12	12720000688	-77
13	12720000080	+4
14	12720001022	-73

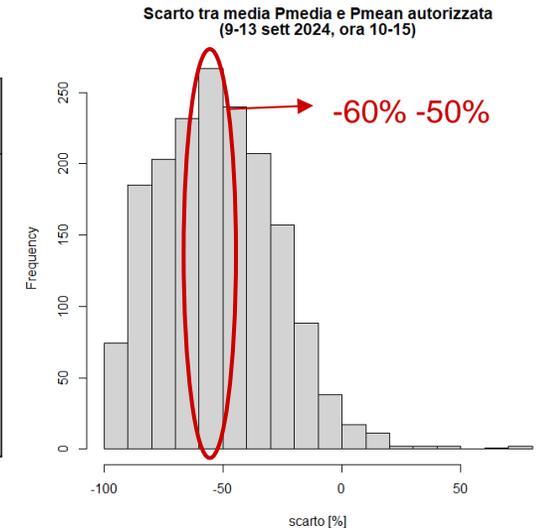
$\mu_{\Delta_{EF^2}}$ [%]: **-53**



Ipotesi di fattore correttivo: **potenze esercite**

Torino, 2024

Census_section	N_meas	N_centr	EF_mean_meas [V/m]	EF_mean_meas_out [V/m]	EF_mean_theo [V/m]	Δ_{EF^2}
12720001157	8	28	1.24	1.53	3.35	-79.27%
12720003021	5	68	1.71	2.30	1.43	158.00%
12720000208	9	18	1.19	1.09	3.43	-89.98%
12720000146	11	18	1.17	1.49	3.14	-77.39%



Distinzione misure outdoor-indoor e analisi di visibilità

Valore misurato rispetto
al valore stimato
(outdoor e indoor)



Percentuale media degli impianti
non visibili
(impianti nei 250 metri)



Census_section	N_meas	N_centra	EF_mean_meas [V/m]	EF_mean_meas_out [V/m]	EF_mean_meas_in [V/m]	EF_mean_theo [V/m]
12720001157	8	28	1.24	1.53	0.77	3.35
12720003021	5	68	1.71	2.30	0.83	1.43
12720000208	9	18	1.19	1.09	1.30	3.43
12720000146	11	18	1.17	1.49	0.78	3.14

meas_out/theo	meas_in/theo
45.53%	22.98%
160.62%	57.62%
31.66%	38.02%
47.55%	24.80%

Non visibility BSs (from measuring points)
66%
40%
72%

Ipotesi di fattore correttivo: **attenuazioni** (influenza misure indoor/non visibilità impianti)

Ipotesi due fattori correttivi

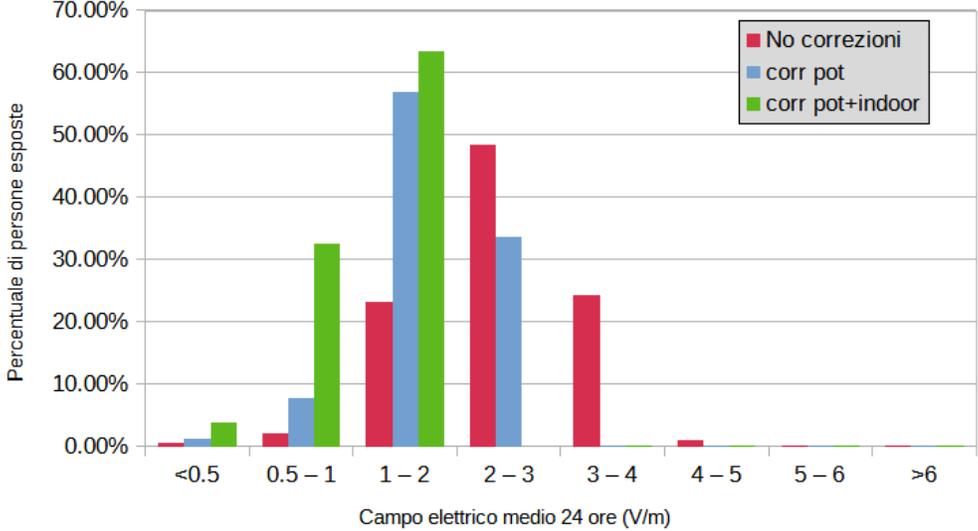
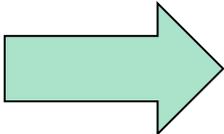
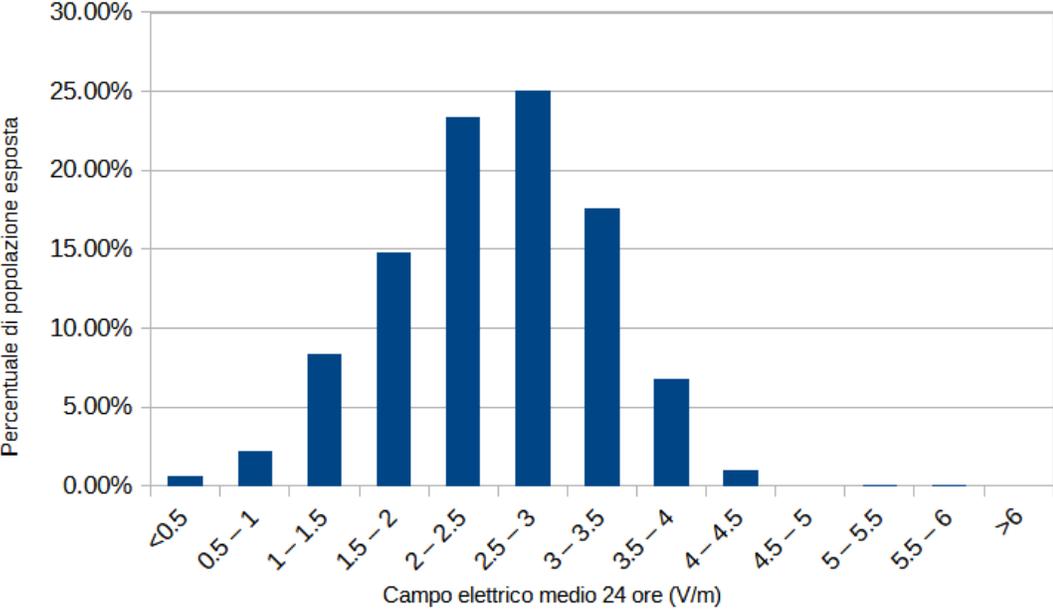
Correzione per le **potenze**: 55% (moda della distribuzione degli scarti potenze esercite-autorizzate)

Correzione per condizione **non visibilità**: 4dB (minima attenuazione una parete per $f < 3\text{GHz}$ *)

Census_section	EF_mean_meas [V/m]	EF_mean_theo (corr.) [V/m]	Err %
12720001157	1.24	1.42	13%
12720000208	1.19	1.46	18%
12720000146	1.17	1.33	12%

Popolamento indicatore

Torino, aprile 2024



Intervalli di campo 0.5V/m - senza correzioni

Intervalli di campo maggiori + applicazione due fattori di correzione

Correzione per le **potenze**: 55% (moda della distribuzione degli scarti potenze esercite-autorizzate)

Correzione per condizione **non visibilità**: 4dB (minima attenuazione una parete per $f < 3\text{GHz}$ *)



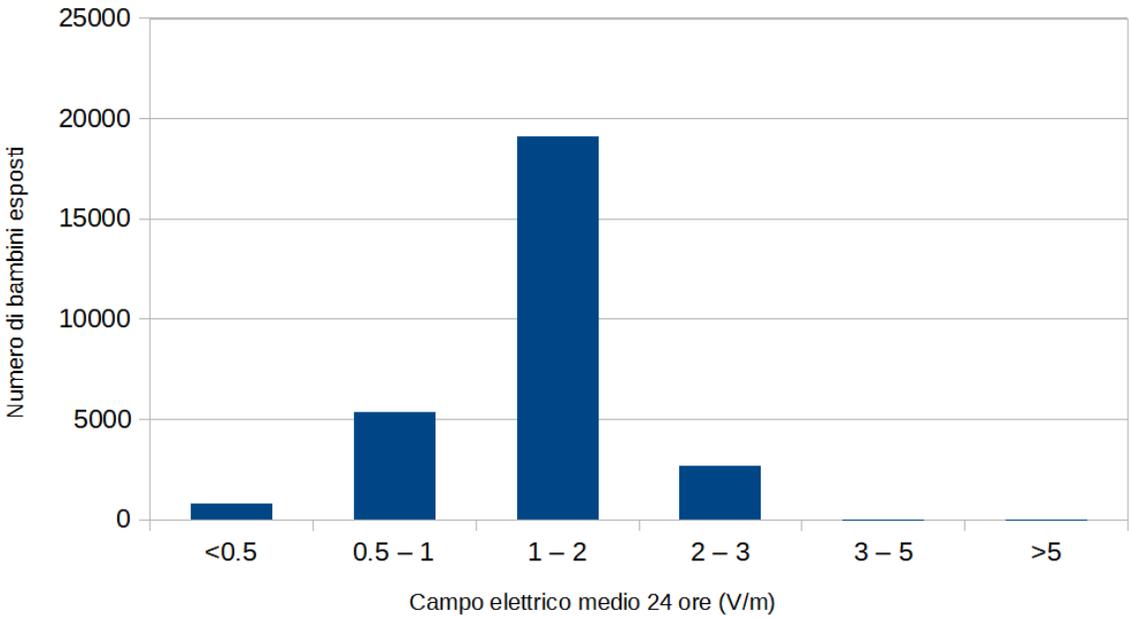
* appendice D guida CEI 211-10, da dati di letteratura

Flessibilità del metodo

Metodo applicabile a diverse necessità (popolazione target, specifiche sorgenti)

Indicatore di esposizione della
**popolazione infantile
residente a Torino**
(bambini < 5 anni nel 2021)
-
applicazione due fattori di
correzione

Popolazione infantile, luglio 2024

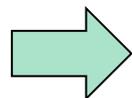
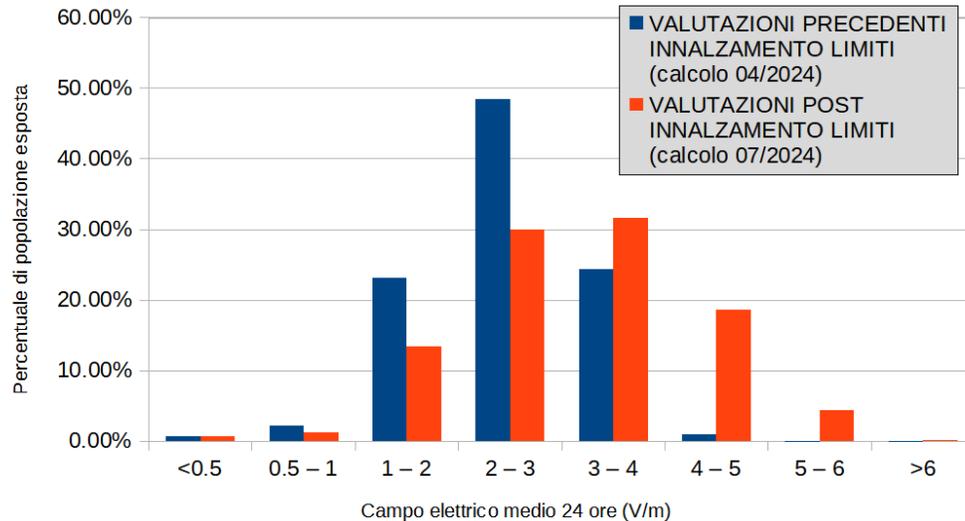


Rappresentazione dei risultati

Informazione sintetica e chiara per diverse esigenze

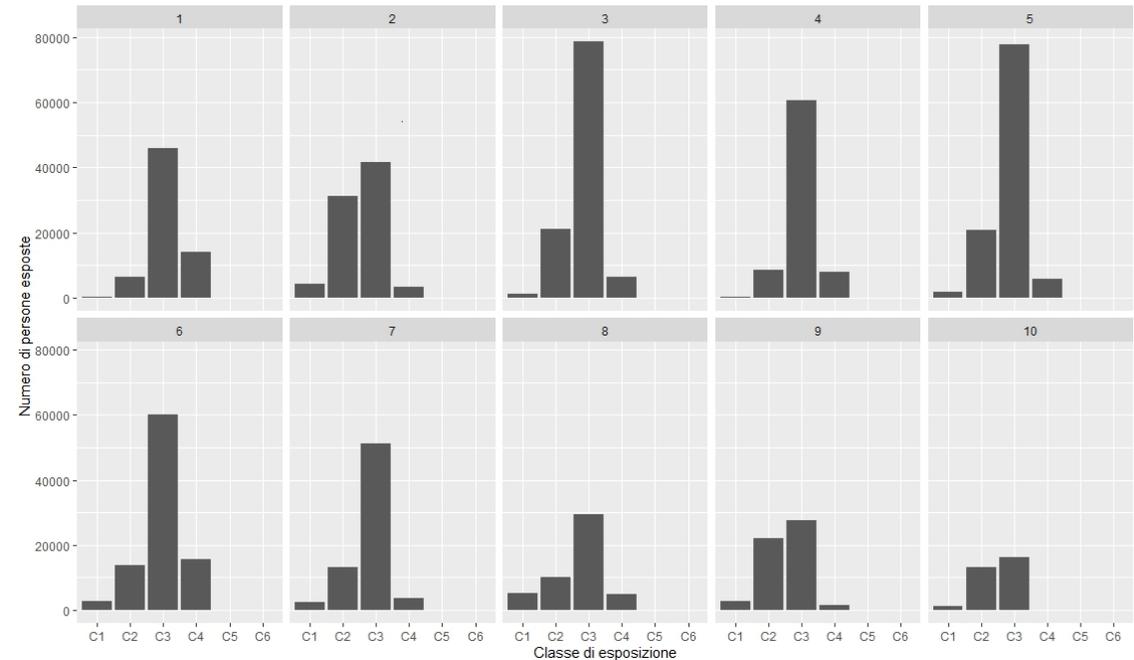
Rappresentazione istogramma

04/2024 – 07/2024 (no correzioni)

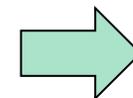


confrontare variazione nel tempo

Suddivisione per circoscrizione
(luglio 2024, correzioni)



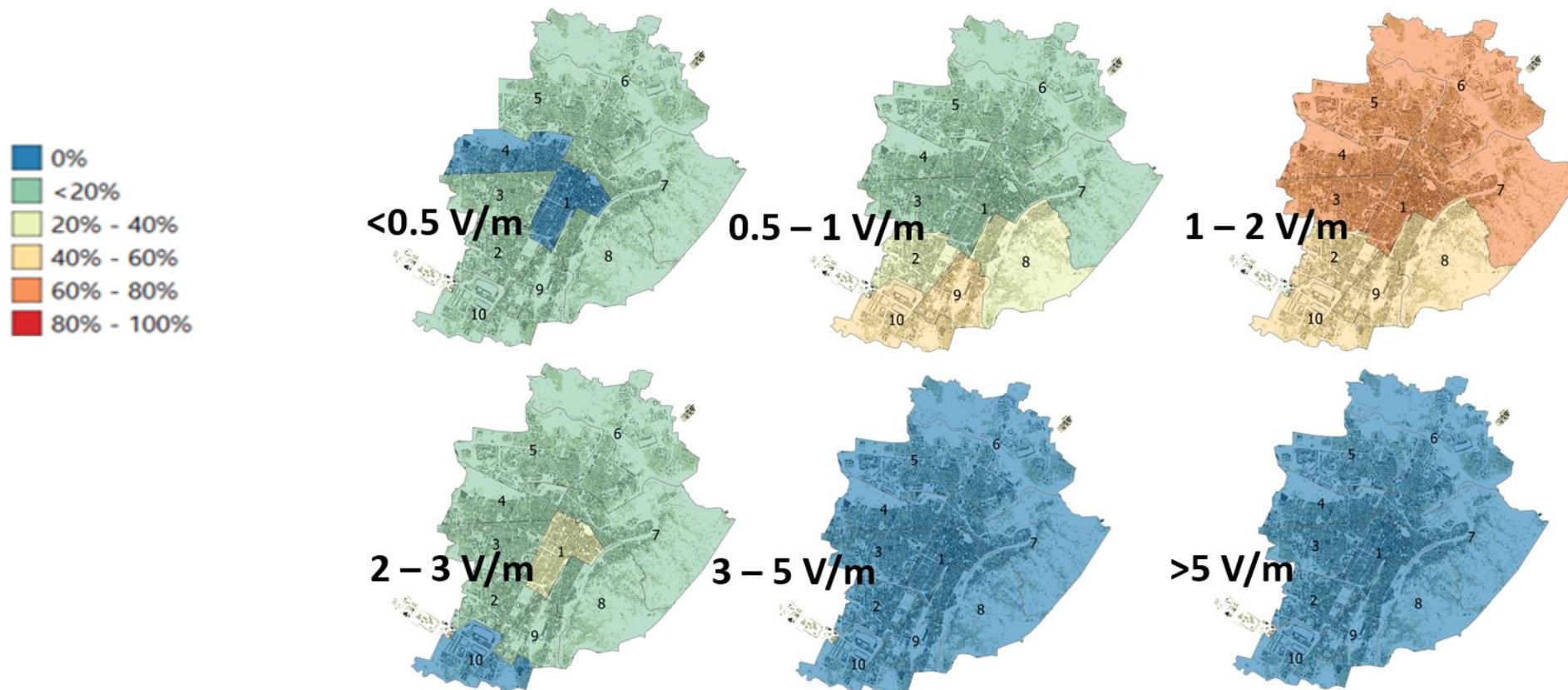
C1: <0.5 V/m
C2: 0.5 - 1 V/m
C3: 1 - 2 V/m
C4: 2 - 3 V/m
C5: 3 - 5 V/m
C6: > 5 V/m



confrontare diversi aree geografiche

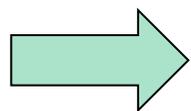
Rappresentazione su mappa

Percentuale popolazione esposta per diverse classi di campo, nelle 10 circoscrizioni
(luglio 2024, correzioni)



Conclusioni

- Definizione di un **metodo** applicabile (dati disponibili - catasto sorgenti, modello calcolo CE spazio libero e campo lontano, popolazione per sezione censimento, edificato 2D - e calcolo non troppo oneroso) e giustificato da **analisi di dettaglio**
- Considerazioni su come definire **fattori correttivi** per ottenere risultati più rappresentativi in un contesto reale
- Indicazione di tipo statistico e non puntuale
- Possibilità di **applicazione flessibile** in base alle esigenze e informazione da fornire (popolazione target, specifica tecnologia), diverse **rappresentazioni**



Strumento utile per cittadini, enti territoriali, programmazione attività di monitoraggio, studi epidemiologici (analisi diverse aree geografiche, evoluzione nel tempo)



Grazie per l'attenzione

Elena Fusillo

efusillo@arpae.it

Chiara Pedroli

c.pedroli@arpa.piemonte.it