

# Montescudo - Monte Colombo: attività di monitoraggio dell'inquinamento elettromagnetico da impianti di telefonia mobile

*Relazione attività 1-A  
2025*

**Arpae – Area Prevenzione Ambientale Est**  
**Servizio Sistemi Ambientali**  
**Unità di Coordinamento CEM**

Relazione a cura di:

Cristina Ceccarelli (I.F. Unità di Coordinamento CEM - APA Est)  
Elena Fusillo (Operatore Unità di coordinamento CEM - APA Est)  
Valeria Lisandrini (Operatore Unità di coordinamento CEM - APA Est)  
Mariateresa Bagli (Operatore Unità di coordinamento CEM - APA Est)  
Francesca Liguori (Resp.le Servizio Sistemi Ambientali -APA Est)

Gruppo di progetto :

Elena Fusillo  
Valeria Lisandrini  
Mariateresa Bagli

Contatti ed informazioni: [cceccarelli@arpae.it](mailto:cceccarelli@arpae.it)  
[fliguori@arpae.it](mailto:fliguori@arpae.it)

## INDICE

<b>1 - Inquadramento generale.....</b>	<b>1</b>
<b>2 - Aspetti tecnici.....</b>	<b>3</b>
<b>3 - Inquadramento normativo.....</b>	<b>5</b>
<b>4 - Stazioni Radio Base (SRB) e Radio TV (RTV): sorgenti di campi elettromagnetici oggetto di misura nel range di frequenza delle radioonde e microonde.....</b>	<b>10</b>
4.1 - Trasmettitori Radio TV.....	10
4.2 - Sistemi per la telefonia mobile o cellulari.....	11
4.2.1 - Sistemi di quinta generazione (5G).....	13
4.3 - Ponti radio.....	15
<b>5 - Misure del campo elettrico (E) prodotto dalla radiazione elettromagnetica ad alta frequenza (RF): metodologia e risultati.....</b>	<b>16</b>
5.1 - Metodologia e strumentazione.....	16
5.2 – Individuazione dei siti di misura e risultati delle misure RF di breve periodo (6 minuti).....	18
<b>6 - Conclusioni.....</b>	<b>25</b>

## 1 - Inquadramento generale

Anche nel Comune di Montescudo - Monte Colombo, come del resto in gran parte del territorio regionale, sono presenti numerosi impianti fissi per le radiocomunicazioni (impianti per l'emittenza radiotelevisiva [Radio-TV] e stazioni radio base per la telefonia mobile [SRB]).

Sensibile alla tematica Campi ElettroMagnetici (CEM), il Comune di Montescudo - Monte Colombo ha affidato ad Arpae l'attuazione di un Programma triennale di monitoraggio dei campi elettromagnetici (2023 - 2025) "Attività di monitoraggio dell'inquinamento elettromagnetico da impianti di telefonia mobile nel Comune di Montescudo - Monte Colombo" (Determina Arpae 2023-472 del 06/06/2023) che prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

**Attività 1A:** una volta nel corso di validità della convenzione, il monitoraggio tramite misure brevi (rilevazioni di circa 6 minuti ciascuna) sulle aree abitate del territorio comunale con opportuna risoluzione spaziale (approccio a griglia o reticolo) in funzione della densità dell'edificato e della presenza della stazioni radio base (SRB). A conclusione del monitoraggio verrà prodotta una relazione con i risultati delle misure effettuate;

**Attività 1B:** per ciascun anno solare, il monitoraggio tramite campagne di misure in continuo di almeno due settimane ciascuna della radiazione elettromagnetica ad alta frequenza in almeno cinque postazioni di misura individuate in base a potenziali criticità del contesto urbanistico-territoriale, tenendo conto di eventuali istanze da parte di cittadini/comitati, e privilegiando posizioni presso i ricettori sensibili individuati in collaborazione con il Comune;

**Attività 2:** una volta nel corso di validità della convenzione, stima del campo elettrico generato dalle SRB per la telefonia mobile autorizzate nel territorio comunale e rappresentazione tramite cartografia 3D dell'edificato esistente. A conclusione delle simulazioni verrà prodotta una relazione con rappresentazione dei valori di campo elettrico stimati sulle superfici degli edifici, utilizzando la cartografia con l'edificato esistente; nella cartografia potranno essere evidenziati i siti sensibili indicati dall'amministrazione comunale.

**Attività 3:** Relazione finale entro marzo dell'anno 2026.

La presente relazione descrive l'**Attività 1A - mappatura a griglia**, svolta durante l'anno 2025 da Arpae sul territorio comunale di Montescudo - Monte Colombo. L'attività svolta in questione ha riguardato la misura della radiazione elettromagnetica ad alta frequenza (RF) per breve periodo (almeno 6 minuti) in 28 postazioni, nella fascia oraria dalle 9.00 alle 11.30.

Per la realizzazione dello studio è stato necessario, oltre a consultare la banca dati con l'archivio dei gestori, predisporre una mappa in formato shapefile (utilizzabile dai software GIS Arcview/QGIS) con l'ubicazione degli impianti e dei punti di misura.

Parte di queste **informazioni** (foto e posizione dell'impianto, descrizione dei punti di misura, statistiche dei valori rilevati, ecc.) **sono disponibili** ed aggiornati con continuità sulle pagine web di Arpae, a partire dagli indirizzi:

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/campi-elettromagnetici>

<https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/campi-elettromagnetici/dati-campi-elettromagnetici>

Per informazioni sugli aspetti generali inerenti la propagazione dei campi elettromagnetici, gli impianti di telecomunicazione e la normativa di riferimento si rimanda alla lettura dei paragrafi 2, 3 e 4.

## 2 - Aspetti tecnici

Lo spettro elettromagnetico (Figura 1) è costituito da radiazioni originate da differenti sorgenti e caratterizzate da frequenze diverse, da pochi Hz (onde radio) a più di alcune centinaia di trilioni di Hz (cioè maggiori di 300 EHz, raggi gamma):

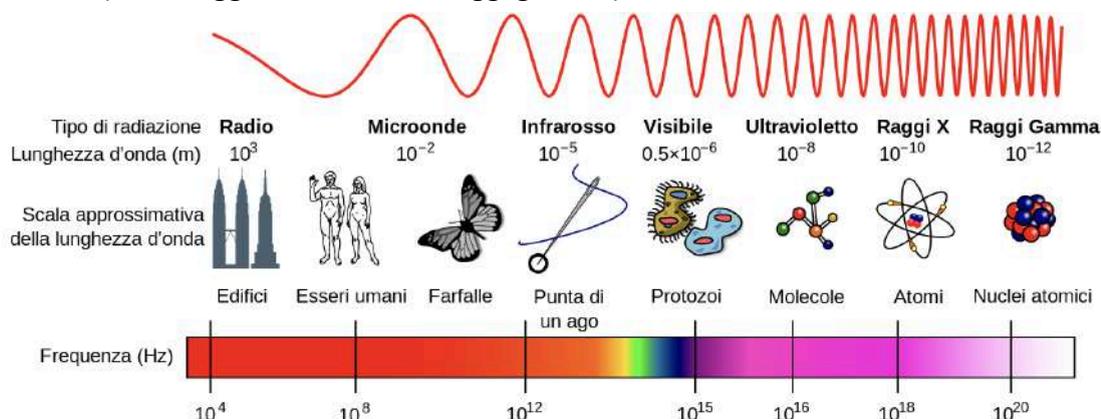


Figura 1: Spettro elettromagnetico

La caratteristica fondamentale, che distingue e determina le diverse proprietà delle onde elettromagnetiche, è proprio la frequenza ( $f$  - misurata in Hertz - Hz), cioè il numero di oscillazioni effettuate dall'onda nell'unità di tempo. La lunghezza d'onda ( $\lambda$ ), che rappresenta la distanza percorsa dalla radiazione nel periodo di una oscillazione (uguale alla distanza tra due massimi o due minimi dell'onda), è legata alla frequenza da un rapporto di proporzionalità inversa<sup>1</sup>: se aumenta la frequenza, diminuisce la lunghezza d'onda.

Pur essendo molto diverse per origine, caratteristiche, capacità o meno di produrre ionizzazione, modalità di interazione con la materia, effetti a seguito di esposizione, queste radiazioni hanno la comune proprietà di poter essere descritte in termini di campi elettrici e magnetici; inoltre hanno la medesima velocità di propagazione nel vuoto (circa 300.000 km/s). Le diverse regioni dello spettro (Figura 2) hanno nomi diversi.

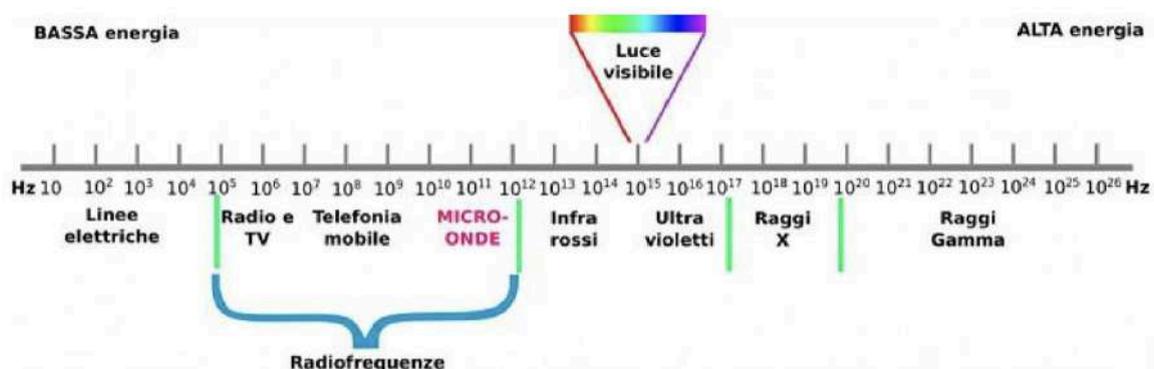


Figura 2: Spettro elettromagnetico e nomi dei vari range di frequenza

<sup>1</sup> Per le onde elettromagnetiche la relazione fra frequenza e lunghezza d'onda è:  $\lambda = c / f$ , dove  $c$  è la velocità della luce = 299.792.458 m/s  $\approx 3 \cdot 10^8$  m/s

Le radiazioni che costituiscono la parte di spettro elettromagnetico da 0 Hz a  $3 \times 10^6$  GHz sono denominate Radiazioni Non Ionizzanti (NIR) in quanto non possiedono l'energia sufficiente per modificare le componenti della materia e degli esseri viventi (atomi, molecole). In questo range di frequenze si distinguono (Tabella 1):

Campi Statici e Frequenze Estremamente Basse (ELF)	0 Hz	÷	30 KHz
Basse Frequenze (LF)	30 KHz	÷	100 KHz
Radio Frequenze (RF)	100 KHz	÷	300 MHz
Microonde (MW)	300 MHz	÷	300 GHz
Radiazione Ottica (IR – VIS – UV)	300 GHz	÷	$3 \times 10^6$ GHz

Tabella 1: Suddivisione dello spettro elettromagnetico da 0 Hz a  $3 \times 10^6$  GHz e relativa nomenclatura

I campi statici sono principalmente utilizzati nell'industria e nel settore medico (Risonanza Magnetica) e pertanto l'esposizione riguarda soprattutto i lavoratori addetti.

Le radiazioni a basse frequenze, dette ELF, si originano nel trasporto, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica (elettrodotti, sottostazioni, etc.) e da tutte quelle apparecchiature domestiche o industriali alimentate a 50 Hz. Relativamente all'ambiente, il maggior impatto deriva dalle linee di trasmissione ad alta tensione, utilizzate per il trasporto dell'energia elettrica a grandi distanze; l'entità dei campi elettromagnetici è maggiore al di sotto delle linee stesse e decresce rapidamente con la distanza. Dal punto di vista dell'esposizione umana sono importanti gli impianti a bassa tensione presenti in ambienti di vita e di lavoro che generano campi di entità non trascurabile e che coinvolgono, per tempi anche prolungati, un notevole numero di individui della popolazione e di lavoratori non esposti per ragioni professionali.

I campi elettromagnetici che si estendono da 300 Hz a 100 kHz sono classificate con la dicitura LF. Le fonti principali che operano in questa gamma di frequenza sono i dispositivi antifurto, tipicamente impiegati per prevenire il furto di merci, con un livello di esposizione che di solito è al di sotto dei limiti di esposizione. Trovano applicazioni anche nei piani di cottura ad induzione, nei motori elettrici e nei lettori di badge. Anche alcune applicazioni industriali, come il riscaldamento a induzione e saldatura, possono causare emissioni nella gamma LF.

La presenza nell'ambiente esterno delle radiazioni a radiofrequenze (RF) e le microonde (MW) è dovuta soprattutto agli impianti radiotelevisivi, ai ponti radio ed alle stazioni radio base per telefonia mobile (SRB).

Nel caso di studio i range di frequenze di interesse sono quelle delle onde elettromagnetiche prodotte da stazioni radio base (SRB) ed emittenti radio-televisive □ RF – Radio Frequenze, compreso fra 100 kHz e 300 GHz (radioonde e microonde).

Poiché la diversa modalità di interazione con i sistemi biologici e gli effetti conseguenti dipendono dalla frequenza della radiazione<sup>2</sup>, i riferimenti normativi riguardanti la tutela

<sup>2</sup> Ovvero dall'energia. Nell'elettrodinamica quantistica, le radiazioni elettromagnetiche sono costituite da particelle elementari, i fotoni, che trasportano ognuno un "pacchetto" di energia. Se consideriamo un'onda con una determinata frequenza, questa sarà costituita da un fascio di fotoni tutti della stessa energia:  $E = h \cdot f$  dove  $h$  è la costante di Planck.

dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori si differenziano a seconda del range di frequenza considerato.

### 3 - Inquadramento normativo

Le raccomandazioni e le normative nel campo delle radiazioni non ionizzanti sono il frutto di ricerche svolte da organismi internazionali e nazionali la cui *mission* è la protezione della salute e la salvaguardia dell'ambiente.

In particolare, sulle linee guida della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP, *International Commission on Non Ionizing Radiation Protection*) è basata la maggior parte della legislazione nazionale. L'ICNIRP è un'organizzazione non governativa, riconosciuta dall'OMS, che valuta i risultati scientifici prodotti a livello mondiale: sulla base di un'approfondita rassegna della letteratura, l'ICNIRP redige linee guida, periodicamente riviste ed aggiornate, che contengono valori di esposizione raccomandati. L'ultimo aggiornamento, pubblicato a marzo 2020, definisce in modo più puntuale i limiti di base e i livelli di riferimento per le varie porzioni di spettro<sup>3</sup>. Per le frequenze di interesse, introduce limiti più restrittivi rispetto alle pubblicazioni precedenti. E' però importante sottolineare che, nonostante l'Unione Europea non abbia ancora recepito queste nuove indicazioni, i limiti fissati dalla normativa italiana per l'esposizione umana ai campi elettromagnetici attualmente vigente sono comunque più cautelativi dei limiti delle nuove restrizioni previste dalla Linea Guida dell'ICNIRP 2020.

---

<sup>3</sup> Per illustrare le principali novità introdotte nelle nuove Linee Guida si riportano di seguito alcune delle dichiarazioni rilasciate dalla stessa ICNIRP (<https://www.icnirp.org/en/rf-faq/index.html> - testo tradotto in italiano da Daniele Andreuccetti, Istituto di Fisica Applicata "Nello Carrara", CNR, Sesto Fiorentino (FI), Rosaria Falsaperla, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale, INAIL, Monte Porzio Catone (RM), Francesco Frigerio, Centro Ricerche Ambientali, ICS Maugeri Spa, Pavia, Alessandro Polichetti, Centro Nazionale per la Protezione dalla Radiazioni e Fisica Computazionale, ISS, Roma):

*"c'è una serie di differenze tra le nuove e le vecchie linee guida. Le principali modifiche riguardano le esposizioni a CEM di frequenza superiore ai 6 GHz e tengono conto degli sviluppi tecnologici dei CEM RF, **come il 5G**. Queste modifiche includono ulteriori restrizioni per garantire che esposizioni a CEM RF a corpo intero oppure localizzate e di breve durata (< 6 minuti) non risultino eccessive. In questo intervallo di frequenze maggiori di 6 GHz, è stata ridotta (di un fattore 5) anche l'area su cui mediare le esposizioni localizzate. Ciò comporta una riduzione dell'esposizione massima di una persona rispetto alle restrizioni ICNIRP del 1998. Altre modifiche meno importanti riguardano metodi aggiuntivi per valutare la conformità alle linee guida e maggiori specifiche su come valutare scenari di esposizione complicati."*

In merito agli effetti non termici (od a lungo termine), l'ICNIRP specifica:

*"Oltre alle rassegne scientifiche internazionali considerate durante lo sviluppo delle linee guida, sono state prese in considerazione anche ricerche più recenti. Queste includono recenti studi condotti dal National Toxicology Program (NTP) degli Stati Uniti, e dall'Istituto Ramazzini in Italia, rivolti ad una serie di possibili effetti sulla salute tra cui la cancerogenicità. Una valutazione dettagliata di tali studi è presentata in una recente nota dell'ICNIRP. Come descritto in quest'ultima, nonostante le affermazioni sulla cancerogenicità presenti nelle pubblicazioni dell'NTP e del Ramazzini, tali studi non hanno dimostrato che l'esposizione a CEM RF abbia iniziato o promosso il cancro nei roditori, e pertanto sono coerenti con la letteratura scientifica più in generale. Poiché non è stato dimostrato che i CEM RF causino il cancro (né nei roditori, né negli esseri umani), non sono state necessarie specifiche restrizioni nelle linee guida per la protezione dall'iniziazione o dalla promozione dei tumori. Tuttavia, proteggendo dagli effetti nocivi per la salute che si verificano a livelli di esposizione più bassi, le nuove linee guida ICNIRP proteggerebbero anche da ipotetici effetti nocivi che si dovessero riscontrare a livelli di esposizione più elevati come quelli utilizzati negli studi dell'NTP".*

La Raccomandazione n° 519 (1999/519/CE) del 12 luglio 1999, “Limitazione dell’esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz” (Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee L 199/59 del 30 luglio 1999) è la normativa di riferimento a livello europeo. La Raccomandazione, ai fini dell’applicazione delle limitazioni basate sulla valutazione dei possibili effetti sulla salute dei campi elettromagnetici, distingue tra *limiti di base* (Tabella 2) e *livelli di riferimento* (Tabella 3), limiti e livelli elaborati sulla scorta di un approfondito esame della letteratura scientifica pubblicata al 1999.

**Limiti di base per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici  
(0 Hz-300 GHz)**

Gamma di frequenza	Densità di flusso magnetico (mT)	Densità di corrente (mA/m <sup>2</sup> ) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza S (W/m <sup>2</sup> )
0 Hz	40	—	—	—	—	—
>0-1 Hz	—	8	—	—	—	—
1-4 Hz	—	8/f	—	—	—	—
4-1 000 Hz	—	2	—	—	—	—
1 000 Hz-100 kHz	—	f/500	—	—	—	—
100 kHz-10 MHz	—	f/500	0,08	2	4	—
10 MHz-10 GHz	—	—	0,08	2	4	—
10-300 GHz	—	—	—	—	—	10

f è la frequenza espressa in Hz

*Tabella 2: Limiti di base per i CEM 0 Hz – 300 GHz – Raccomandazione del 12 luglio 1999*

**Livelli di riferimento per i campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici  
(0 Hz-300 GHz, valori efficaci (rms) non perturbati)**

Intervallo di frequenza	Intensità di campo E (V/m)	Intensità di campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densità di potenza ad onda piana equivalente S <sub>eq</sub> (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz	—	3,2 × 10 <sup>4</sup>	4 × 10 <sup>4</sup>	—
1-8 Hz	10 000	3,2 × 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	4 × 10 <sup>4</sup> /f <sup>2</sup>	—
8-25 Hz	10 000	4 000/f	5 000/f	—
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	87/f <sup>1/2</sup>	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	1,375 f <sup>1/2</sup>	0,0037 f <sup>1/2</sup>	0,0046 f <sup>1/2</sup>	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

f è la frequenza espressa in Hz

*Tabella 3: Livelli di riferimento per i CEM 0 Hz – 300 GHz – Raccomandazione del 12 luglio 1999*

I limiti di base all'esposizione ai campi elettromagnetici si fondano su effetti accertati sulla

salute e su considerazioni di ordine biologico, mentre i livelli di riferimento sono livelli indicati a fini pratici, per poterli confrontare con i valori di grandezze misurate.

Il rispetto di tutti i livelli di riferimento raccomandati garantisce il rispetto dei limiti di base. Se il valore delle grandezze misurate supera i livelli di riferimento, non ne consegue necessariamente che i limiti di base siano superati. In tal caso, sarà necessario effettuare una valutazione per decidere se i livelli di esposizione siano inferiori a quelli fissati per i limiti di base.

In materia di elettromagnetismo, la normativa nazionale vigente risulta particolarmente puntuale. Attualmente risultano in vigore:

- 1) **Legge n. 36/2001** *“Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*: in particolare, l’art. 4 comma 2 della LQ 36/01 demanda la definizione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e obiettivi di qualità all’emanazione di due decreti applicativi:
  - a. il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 KHz e 300 GHz ” (Radioonde e microonde)* (per come modificato dall’**art. 10 della Legge n. 214/2023 del 30/12/2023**);
  - b. il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 200 del 29/08/2003) *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generate dagli elettrodotti” (ELF)*.
- 2) **D. Lgs. n. 259/2003 e ss.mm.ii.** *“Codice delle comunicazioni elettroniche”*. Esso raccoglie la normativa nazionale per il settore dei servizi e del mercato delle telecomunicazioni e delle radiocomunicazioni;
- 3) **Legge n. 221/12** del 17/12/2012 *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 18 ottobre 2012, n. 179, recante ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese”*, in particolare l’art. 14, comma 8, introduce delle importanti modifiche al D.P.C.M. 8 Luglio 2003, che hanno ripercussioni sulla fase preventiva e sulla fase di controllo;
- 4) **D. L. n. 77/2021 convertito in Legge n. 108/2021 del 29/07/2021** *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.”* In particolare, l’**art. 40** introduce una serie di semplificazioni del procedimento di autorizzazione per l’installazione di infrastrutture di comunicazione elettronica e agevolazione per l’infrastrutturazione digitale degli edifici e delle unità immobiliari. In particolare il comma 5, al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di trasformazione digitale stabiliti dai regolamenti (UE) 2021/240 e 2021/241, prevede che fino al 31 dicembre 2026 gli interventi di cui all’art. 87 bis e 87 ter del decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, e quelli di modifica previsti dal punto A.24 dell’allegato A al regolamento di cui al decreto del Presidente della Repubblica

13 febbraio 2017, n. 31, possano essere realizzati con una comunicazione di avvio dei lavori all'amministrazione comunale, a condizione che non comportino un aumento delle altezze o della superficie di sagoma superiore rispettivamente a 1,5 metri e 1,5 metri quadrati. Gli impianti sono attivabili qualora, entro trenta giorni dalla richiesta di attivazione all'organismo competente di cui all'articolo 14 della legge 22 febbraio 2001, n. 36 (Arpa) non sia stato comunicato dal medesimo un provvedimento negativo;

5) **D. Lgs. n. 207/2021 del 08/11/2021** - *“Attuazione della direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, che istituisce il Codice europeo delle comunicazioni elettroniche (rifusione)”*. In particolare, l'art. 45 (che sostituisce l'art. 87bis) prevede la semplificazione dei procedimenti di autorizzazione all'installazione di infrastrutture radio.

6) **D. Lgs. n. 48/2024 del 24/03/2024** *“Disposizioni correttive al decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 207, di attuazione della direttiva (UE) 2018/1972 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018, che modifica il decreto legislativo 1° agosto 2003, n. 259, recante il codice delle comunicazioni elettroniche”*. In particolare, l'art. 1 comma 19, lettere da a) a f) ha disposto l'introduzione dei commi *1-ter, 1-quater, 1-quinquies, 1-sexies, 1-septies, 6-bis* e la modifica dei commi 2, 3, 10, 11 dell'art. 44 del D.Lgs. n.259/2003, e dall'art. 4, comma 1, lettera q) del medesimo D. Lgs. 24 marzo 2024, n. 48, che ha disposto la modifica del comma 1.

Il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 (G.U. n. 199 del 28/08/2003) nell'Allegato B, come modificato dall'art. 10 della Legge n. 214/2023 del 30/12/2023, per le **radioonde e le microonde**, fissa (Tabella 4):

⇒ i **limiti di esposizione**, in modo differenziato per tre intervalli di frequenza; per le frequenze dei dispositivi delle telefonia mobile i limiti di esposizione per il campo elettrico sono pari a 20 V/m per l'intervallo di frequenze tra 3 MHz e 3 GHz e 40 V/m per frequenze fra 3 e 300 GHz. Questi valori limite devono essere rispettati in qualunque punto accessibile agli individui della popolazione;

⇒ il **valore di attenzione** di 15 V/m per il campo elettrico (senza differenziazione per frequenza), assunto a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine eventualmente connessi con le esposizioni ai campi generati alle suddette frequenze all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne, che siano fruibili come ambienti abitativi quali balconi, terrazzi e cortili esclusi i lastrici solari ad uso comune degli edifici;

⇒ l'**obiettivo di qualità** di 15 V/m per il campo elettrico (senza differenziazione per frequenza), da applicare all'aperto in aree e luoghi intensamente frequentati, dove per aree intensamente frequentate si intendono anche superfici edificate ovvero attrezzate permanentemente per il soddisfacimento di bisogni sociali, sanitari e ricreativi.

<b>Tabella 1</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Limiti di esposizione			
0,1 < f ≤ 3 MHz	60	0,2	-
3 < f ≤ 3000 MHz	20	0,05	1
3 < f ≤ 300 GHz	40	0,01	4

<b>Tabella 2</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Valori di attenzione			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	15	0,039	0,59 (3 MHz - 300 GHz)

<b>Tabella 3</b>	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo Magnetico H (A/m)	Densità di Potenza D (W/m <sup>2</sup> )
Obiettivi di qualità			
0,1 MHz < f ≤ 300 GHz	15	0,039	0,59 (3 MHz - 300 GHz)

Tabella 4: DPCM 8 luglio 2003 – Allegato B: limiti di esposizione (Tabella 1); valori di attenzione (Tabella 2); obiettivi di qualità (Tabella 3) come modificato dall’art. 10 della Legge n. 214/2023 del 30/12/2023

Il Decreto Legge del 18 ottobre 2012, convertito in Legge il 17 dicembre 2012 (Legge n. 221/2012), ha introdotto alcune importanti modifiche alla normativa, in particolare:

1. i **limiti di esposizione** (20 V/m, art. 3 DPCM 8 luglio 2003) devono essere verificati con misure a 1.5 metri sul piano di calpestio e mediati su un qualsiasi intervallo di 6 minuti;
2. i **valori di attenzione** (15 V/m, art. 3 DPCM 8 luglio 2003) devono essere ugualmente determinati ad un'altezza di 1.5 metri sul piano di calpestio, ma devono essere valutati come media dei valori delle 24 ore;
3. gli **obiettivi di qualità** di cui all’art. 4 del DPCM 8 luglio 2003 (15 V/m) calcolati o verificati all’aperto nelle aree intensamente frequentate devono essere determinati ad un’altezza di 1.5 metri sul piano di calpestio, ma devono essere valutati come media dei valori nelle 24 ore.

A livello regionale, i riferimenti normativi sono costituiti dalla **L.R. n. 30/2000 e ss.mm.ii.** e dalla **Direttiva Applicativa**, Delibera di Giunta Regionale n.197 del 13/03/01 “Norme per la tutela della salute e la salvaguardia dell’ambiente dall’inquinamento elettromagnetico” così come integrata e modificata dalla Delibera di Giunta Regionale n. 1138 del 21/07/2008 e dalla Delibera di Giunta Regionale n.978 del 12/7/2010.

## 4 - Stazioni Radio Base (SRB) e Radio TV (RTV): sorgenti di campi elettromagnetici oggetto di misura nel range di frequenza delle radioonde e microonde

Qualunque dispositivo, macchinario, impianto alimentato ad energia elettrica emette campi elettrici, campi magnetici, campi elettromagnetici. Le sorgenti più comunemente conosciute sono gli elettrodotti per la distribuzione dell'energia elettrica, il sistema di comunicazione fatto con i telefoni cellulari, oltre ai trasmettitori Radio TV. Le ultime due sono anche le sorgenti oggetto di misura nel presente studio.

### 4.1 - Trasmettitori Radio TV

I ripetitori radio-televisivi sono impianti *broadcasting*, ovvero impianti di diffusione pubblica di messaggi che, per raggiungere il più ampio numero di persone, utilizzano sistemi di comunicazione terrestri o satellitari. Tali impianti hanno spesso potenze superiori a 1000 W e, a seconda della quota di installazione, coprono ampi bacini di utenza che possono interessare anche più province. Con la transizione dal segnale televisivo analogico al digitale terrestre, sancita dal Piano Nazionale di Assegnazione delle Frequenze (PNAF), conclusosi con il passaggio al **DVB-T2** nel 2019, la potenza degli impianti TV si è generalmente ridotta a poche decine di watt. Al contrario, gli impianti di **radiodiffusione FM** (modulazione radio più diffusa) continuano a utilizzare potenze elevate, poiché trasmettono un segnale di tipo analogico.

Poiché le potenze in gioco sono significative, le emittenti radio generano campi elettromagnetici di una certa entità che possono contribuire all'esposizione della popolazione in modo più significativo rispetto, ad esempio, ai sistemi di comunicazione della telefonia cellulare, dove sono in gioco potenze decisamente più contenute.

L'entità del campo elettrico prodotto da queste infrastrutture varia notevolmente da sito a sito, a seconda della quota di installazione e delle potenze utilizzate. Lo *switch off* del segnale televisivo analogico e la riconversione degli impianti in tecnologia digitale ha portato ad una diminuzione dei livelli di campo elettromagnetico grazie alla minore potenza impiegata da questo tipo di trasmettitori. L'impatto visivo dell'impianto può risultare significativo, come mostrato in Figura 3.

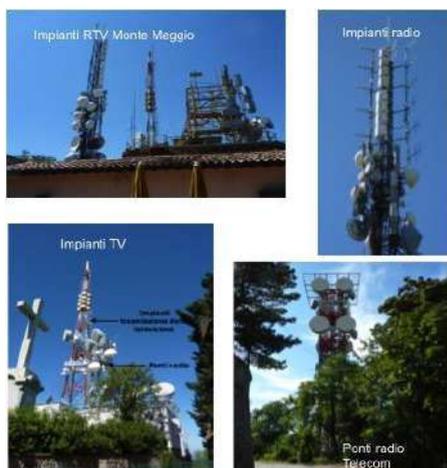


Figura 3: esempio di impianti Radio TV presenti presso un sito in provincia di Forlì-Cesena (Monte Maggio)

## 4.2 - Sistemi per la telefonia mobile o cellulari

Anche i sistemi per telefonia mobile sono sistemi *broadcasting*, da un punto emittente a molti punti riceventi. I sistemi cellulari sfruttano la suddivisione del territorio in aree di dimensioni limitate, dette *celle*, ognuna servita dal segnale proveniente dalla Stazione Radio Base (SRB - Figura 4).



Figura 4: esempi di SRB installate

La stazioni radio base per la telefonia cellulare usano:

- potenze limitate, alcuni ordini di grandezza inferiore a quella dei trasmettitori radio FM;
- la sagomatura del campo irradiato dalla singola cella, così da coprire solo la porzione di territorio desiderata;
- l'inclinazione delle antenne rispetto all'orizzonte, cosicché i lobi di radiazione del campo elettrico risultano inclinati verso il basso rispetto all'orizzonte.

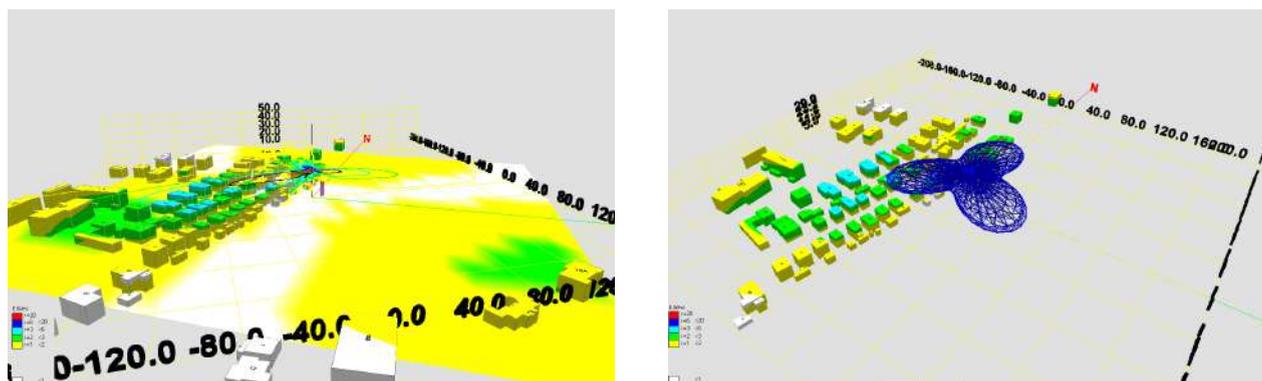
Gli apparati fissi di telefonia cellulare si compongono di antenne trasmettenti (apparati irradianti), che trasmettono il segnale al telefono cellulare, e di antenne riceventi, che ricevono

il segnale trasmesso dal telefono. Gli apparati irradianti sono installati su tralicci o su edifici elevati, in modo da inviare il segnale, senza troppe interferenze, in una specifica cella di territorio. La copertura della porzione di territorio viene garantita da due/tre gruppi di antenne (due/tre celle) collocati in direzioni diverse (direzioni di puntamento), così da garantire la quasi isotropicità del sistema. L'altezza delle installazioni, le potenze e la tipologia delle antenne impiegate concorrono a definire i valori del campo elettromagnetico nelle aree circostanti l'impianto.

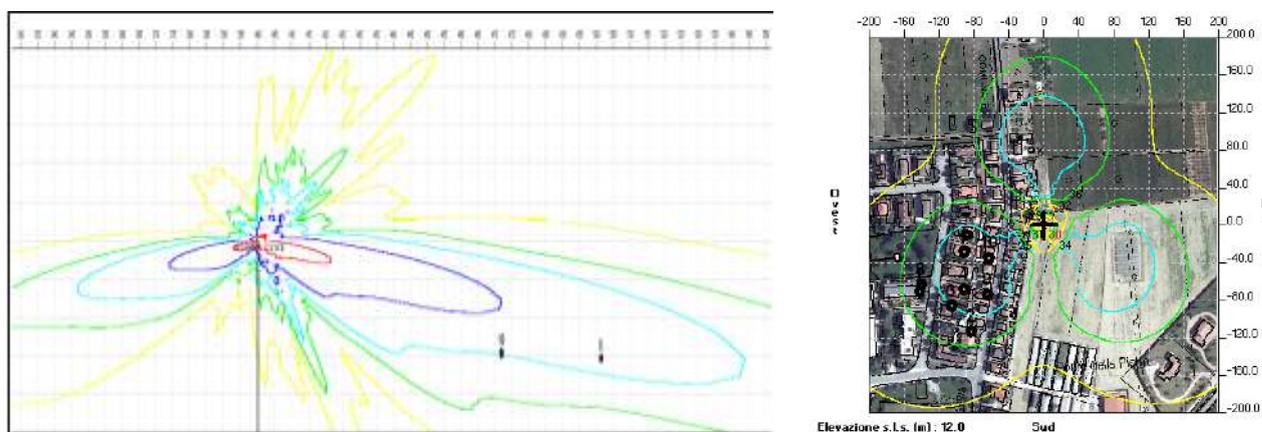
Le antenne normalmente usate nelle SRB sono schiere di elementi radianti o antenne elementari, alimentate con segnali di fase opportuna in modo da concentrare la potenza in ingresso in un sottile fascio dalle dimensioni verticali di meno di 10° e con un'apertura orizzontale di circa 60°-90°.

Per caratterizzare l'impianto e stimare – attraverso modelli di simulazione - l'andamento del campo elettrico nelle aree limitrofe, è necessario conoscerne le caratteristiche tecniche delle SRB: il numero delle celle (generalmente due o tre), il diagramma di irradiazione del campo elettrico, la direzione di puntamento, l'inclinazione dell'antenna (tilt) e le potenze irradiate.

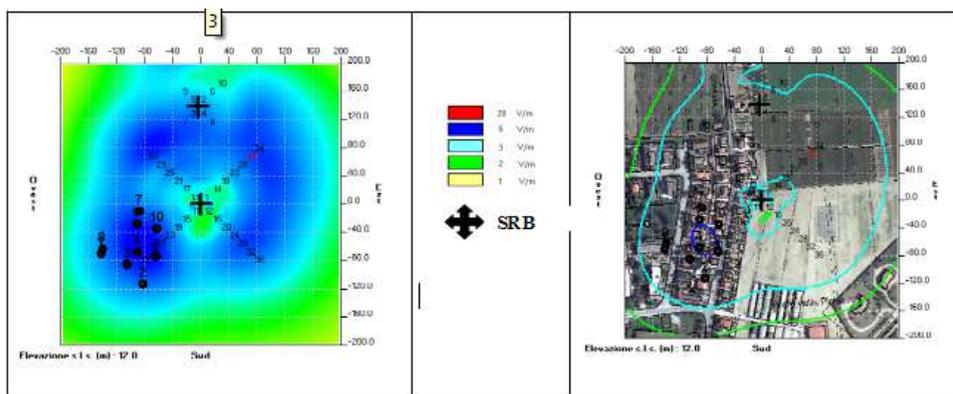
Nella Figura 5 sono riportati alcuni esempi di simulazioni del Campo Elettrico (E) generato da una o da più SRB:



Simulazioni in 3D del Campo Elettrico (E) [V/m] generato da una SRB al suolo (a sinistra) ed in quota (a destra)



Mappa verticale (a sinistra) ed orizzontale (a destra su ortofoto) di E [V/m] generato da una SRB



Mappa orizzontale di E generato **da più SRB**: a sinistra a campitura, a destra con isolinee su ortofoto AGEA

Figura 5: esempi di simulazioni del Campo Elettrico generato da una e da più SRB

In alcune zone dei centri urbani sono installati sistemi denominati “microcelle e picocelle”. Hanno un corto raggio d’azione e garantiscono la copertura del servizio negli ambienti interni, in aree a maggior traffico telefonico (ad esempio all’interno di supermercati, lungo le strade del centro storico, ecc...). Tali sistemi impiegano potenze estremamente basse (qualche milliwatt), possono essere installati anche a pochi metri dal suolo (circa 3 metri) - in genere sulla parete di edifici o all’interno di insegne – e determinano un minor impatto visivo rispetto alle normali SRB.

#### 4.2.1 - Sistemi di quinta generazione (5G)

Dall’inizio degli anni ‘80, quando in Italia si diffondono i primi telefoni cellulari che utilizzavano la rete ETACS a 900 MHz (standard di prima generazione: 1G), ad oggi la tecnologia utilizzata dalla telefonia cellulare si è profondamente trasformata.

Questa evoluzione ha consentito agli utilizzatori di telefono cellulare di accedere ad una serie di servizi: dalla basilare comunicazione vocale in mobilità, a chiamate in conferenza, videoconferenze, accesso a Internet, fax, e-mail, trasferimento dati, ricezione di programmi televisivi e molto altro.

Il 5G, ovvero la nuova tecnologia di telefonia mobile di quinta generazione, rappresenta l’evoluzione della tecnologia già utilizzata 4G e conosciuta anche con l’acronimo LTE (Long Term Evolution). Rispetto al 4G, il 5G consente di incrementare le prestazioni dei servizi di telefonia e trasmissione dati in termini di velocità, tempi di latenza (tempo che passa tra quando un dispositivo invia una richiesta di dati e quando inizia a riceverli) e capacità (numero di dispositivi che riesce a tenere collegati e, quindi, numero di flussi di dati in *download* e *upload* che riesce a gestire per ogni chilometro quadrato). E’ possibile, inoltre, implementare nuovi servizi come i sistemi di guida autonoma delle automobili, i servizi *smart city*, i dispositivi *smart home* e *smart agrifood*, e il cosiddetto *IoT (Internet of Things)*, uno standard di connessione che abilita e prevede il collegamento Internet tra umani per mezzo di oggetti intelligenti e lo scambio di informazioni tra milioni di oggetti per chilometro quadrato.

Sebbene manchino statistiche ufficiali sul numero esatto di utenti italiani che utilizzano il 5G, i

grafici pubblicati nel report “*Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*” della Commissione Europea evidenziano come il 5G in Italia copra tra il 96% e il 99,7% della popolazione; secondo questi dati l’Italia è il paese con la maggiore copertura 5G in Europa. In Italia le bande di frequenza assegnate al 5G sono state stabilite dal MiSE con il Decreto del 05/10/2018 “*Piano nazionale di ripartizione delle frequenze*” e, successivamente, messe all’asta.

Le bande di frequenza 5G sono:

- 694-790 MHz (di seguito citata come “banda 700 MHz”);
- 3,6-3,8 GHz;
- 26,5-27,5 GHz (di seguito citata come “banda 26 GHz”).

Al momento le frequenze utilizzate per i servizi di telefonia mobile (2G, 3G e 4G) ricadono nell’intervallo 800 MHz - 3,8 GHz, con una parziale sovrapposizione, quindi, con la banda 700 MHz. Sebbene le frequenze della banda 26 GHz siano destinate a un utilizzo più diffuso nelle nuove applicazioni 5G, attualmente le richieste di installazione di sistemi operanti a queste frequenze sono trascurabili rispetto a quelle relative alle bande comprese tra 800 e 3800 MHz. Rispetto alle frequenze inferiori, “le onde millimetriche” presentano una portata ridotta e sono maggiormente soggette ad attenuazione a causa di ostacoli quali muri, edifici, vegetazione e precipitazioni. Per ovviare a questo problema e fornire una copertura ottimale del segnale a RF si dovranno quindi utilizzare antenne con potenza minore, di dimensioni più ridotte ma più diffuse nel territorio (small cells, porzioni di territorio servite da una singola antenna).

La peculiarità dei sistemi 5G, rispetto alle tecnologie precedenti, sta nell’evoluzione della tecnologia *MIMO (Multiple-Input Multiple-Output)*, già utilizzata con il 4G, in *massive MIMO* che ottimizza la possibilità di invio e ricezione simultanea dei dati verso un maggior numero di dispositivi connessi. Questo nuovo sistema tecnologico, noto come *beamforming*, è caratterizzato da una emissione “adattativa” in base al numero di utenze da servire, alla loro posizione e al tipo di servizio (Figura 6) invece della emissione costante di potenza in tutte le direzioni dei precedenti sistemi.

Le antenne trasmettono le informazioni in modo mirato in direzione dell’utente assicurando la migliore velocità e, allo stesso tempo, la riduzione delle emissioni nelle altre direzioni, favorendo la riduzione delle interferenze e indirizzando la potenza solo dove c’è la reale necessità. Per queste caratteristiche spesso l’antenna 5G è anche detta “*smart antenna*” (antenna intelligente).

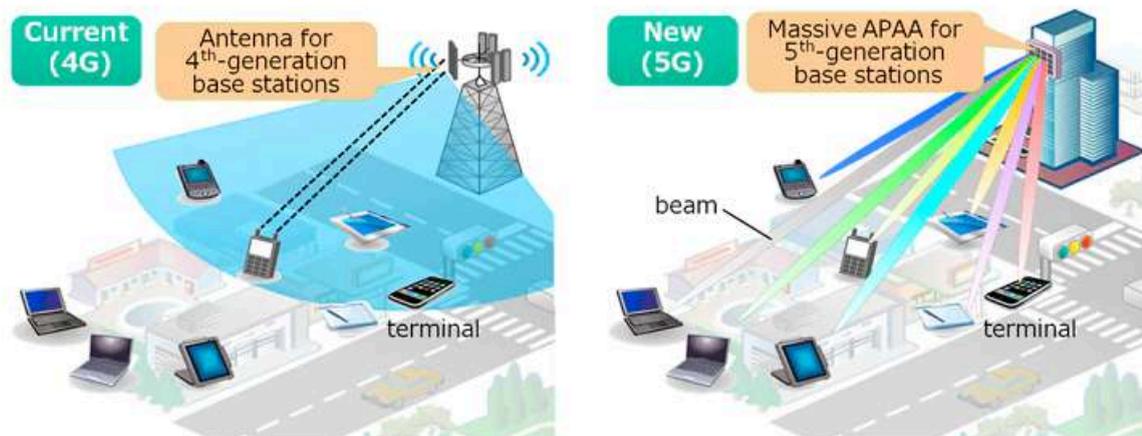


Figura 6: il beamforming implementato nella tecnologia 5G

Le previsioni di calcolo per le antenne adattative si basano, dunque, su un diagramma d’antenna a involuppo, che include tutti i diagrammi possibili nello stato di esercizio (Figura 7).

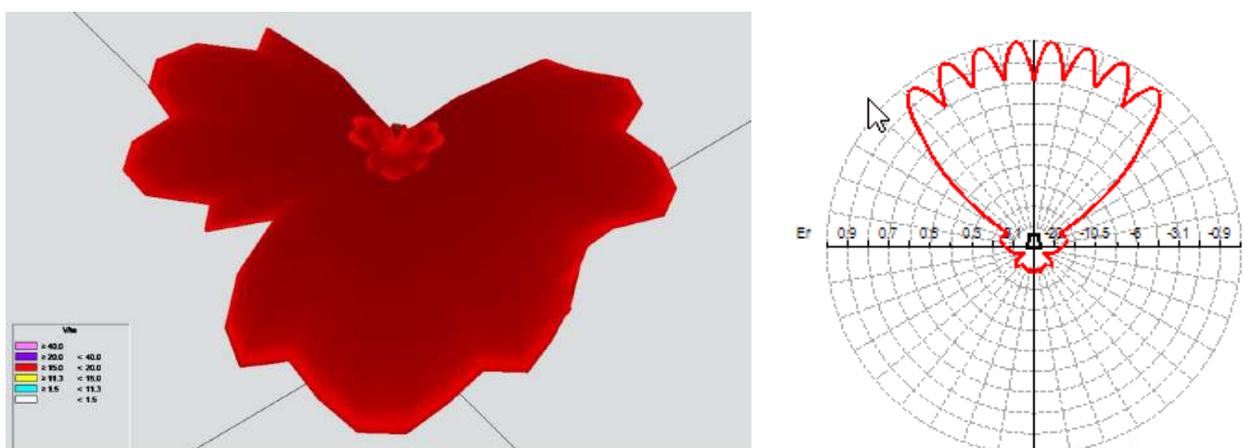


Figura 7: isovolume a 15 V/m generato da tre sistemi d’antenna con tecnologia 5G -3700 MHz utilizzando i fattori di correzione statistici (a sinistra); diagramma orizzontale a involuppo di un’antenna massive MIMO (a destra).

Poiché, in realtà, tutti i diagrammi d’antenna su cui si basa il diagramma d’involuppo non possono verificarsi simultaneamente, i calcoli che utilizzano questo tipo di diagrammi sovrastimerebbero significativamente la radiazione effettiva. Nelle valutazioni preventive dei sistemi d’antenne 5G massive MIMO, si introduce allora un fattore correttivo sulle potenze in antenna: in questo modo i calcoli di esposizione, in un determinato punto dello spazio, si avvicinano a quelli “reali” ovvero all’esposizione in presenza di richiesta e in diretta funzione del numero di utenti attivi nel periodo di osservazione considerato. Le valutazioni preventive, quindi, si basano su un “approccio statistico” che utilizza coefficienti di riduzione, da applicare alla potenza massima nominale configurabile all’antenna, ottenuti a monte raccogliendo un numero congruo di misurazioni in diverse tipologie di sito e con diverse condizioni di traffico così da avere un insieme di dati sufficientemente ampio da garantire la significatività del valore numerico del parametro di riduzione della potenza da utilizzare. Parte delle SRB con 5G per le

quali è stato richiesto un parere nella Provincia di Rimini presentano la nuova tecnologia (implementazioni del *beamforming* dinamico), mentre un'altra parte si limita a configurazioni statiche e quindi sono gestite in modo analogo alle SRB tradizionali.

### 4.3 - Ponti radio

I ponti radio, realizzati attraverso antenne paraboliche (Figura 8), trasmettono in modo direttivo: l'energia elettromagnetica viene irradiata in fasci collimati, sia orizzontalmente che verticalmente; essi inviano segnali a grandi distanze utilizzando potenze in molti casi inferiori al Watt.

Il segnale emesso dai ponti radio, ad alta frequenza, collega tra loro antenne poste a distanza ed in visibilità ottica (senza ostacoli interposti); l'elevata direttività e le potenze impiegate fanno sì che non vi siano problemi legati ad aspetti protezionistici ambientali e sanitari.



Figura 8: esempi di ponti radio di antenna radio e di ponte radio di Stazione Radiobase

## 5 - Misure del campo elettrico (E) prodotto dalla radiazione elettromagnetica ad alta frequenza (RF): metodologia e risultati

### 5.1 - Metodologia e strumentazione

La distribuzione dei campi elettromagnetici nello spazio circostante una sorgente dipende dalle caratteristiche radioelettriche della sorgente stessa e dal punto di osservazione. A seconda della distanza fra punto di misurazione e sorgente che origina il campo, si individuano due diverse regioni:

- regione di campo vicino (reattivo/radiativo o zona di Fresnel);
- regione di campo lontano (zona di Fraunhofer).

La separazione tra le due regioni dipende dalle dimensioni della sorgente (antenna) e dalla lunghezza d'onda (ovvero dalla frequenza di radiazione).

La distinzione fra le due regioni (campo vicino e campo lontano) è molto importante quando si devono eseguire delle misure. Infatti:

- in condizioni di campo vicino le misure di campo devono essere condotte in maniera indipendente per il campo elettrico e il campo magnetico;

- in condizioni di campo lontano, invece, è possibile misurare uno solo dei campi (elettrico o magnetico) e ricavare di conseguenza l'altro, essendo il campo elettrico E e quello magnetico H legati tra loro.

Le dimensioni delle sorgenti RF (antenne), le frequenze dei rispettivi segnali, nonché la reciproca distanza tra punto di misura ed antenna, sono tali da far ritenere valida l'approssimazione di campo lontano per la quasi totalità dei rilievi di campo elettromagnetico che vengono effettuati nell'attività di monitoraggio/misura dagli operatori Arpae.

In questa particolare condizione l'onda elettromagnetica ha le caratteristiche di onda piana. Campo elettrico (E) e campo magnetico (H) sono in fase ed ortogonali tra loro; entrambi risultano perpendicolari alla direzione di propagazione dell'onda e le relazioni che legano E, H e S (densità di potenza) sono relativamente semplici.

Le caratteristiche sopra esposte fanno sì che, in approssimazione di campo lontano, sia sufficiente la verifica del rispetto del valore limite di una qualsiasi delle tre grandezze per poter affermare che sono rispettati anche i limiti relativi alle altre due.

Le misure del campo elettromagnetico possono essere:

- a "banda larga";
- a "banda stretta".

Le misure in banda larga – che, a loro volta, si distinguono in "misure di breve periodo" e "misure in continuo" - restituiscono la somma, intesa come somma quadratica, di tutti i contributi dei livelli di campo elettrico presenti nel punto di rilievo e in un definito intervallo di frequenze, che dipende dallo strumento usato; nel caso specifico: 100 KHz ÷ 8 GHz per le misure brevi. Gli strumenti di misura in banda larga sono tecnologicamente più semplici, a lettura diretta e più economici (se confrontati con quelli utilizzati per la banda stretta); consentono, comunque, di fare indagini accurate di un sito, nonché di individuare la presenza o meno di eventuali criticità.

Per le misure di breve periodo in banda larga si utilizza uno strumento portatile, di dimensioni ridotte e di peso contenuto, che presenta il vantaggio di poter essere utilizzato per indagare aree estese in tempi brevi: per la semplicità di esecuzione della misura è utilizzato anche per indagini preliminari del sito. La misura, effettuata in presenza dell'operatore in genere dura qualche decina di minuti e può servire anche per esplorare l'area e individuare il punto di massima esposizione dove, magari, installare lo strumento per la misura in continuo (centralina di monitoraggio) (Figura 9).

La centralina di monitoraggio è uno strumento rilocabile, ma più ingombrante dello strumento portatile; l'installazione richiede più tempo e, solitamente, lo strumento viene lasciato nello stesso sito per periodi prolungati (in genere qualche settimana) ed acquisisce i valori di campo elettrico in continuo, in assenza dell'operatore a presidio della misura.

Considerate le dimensioni dello strumento e del suo supporto (palo e base in metallo), per l'installazione della centralina è necessario individuare un sito adeguato che garantisca, oltre ai requisiti di sicurezza e di disponibilità, la rappresentatività della misura.



Figura 9: strumenti a banda larga, per misure di breve periodo e in continuo (centralina)

La misura di lungo periodo con la centralina di monitoraggio ha il vantaggio, rispetto alla misura di breve periodo, di rilevare in automatico per periodi di tempo lunghi tutti i contributi di campo elettrico, consentendo di caratterizzare l'eventuale variabilità temporale delle emissioni di impianti presenti in un determinato sito.

La misura di campo elettrico con lo strumento a *banda larga*, sia di breve periodo sia in continuo, è relativa a tutti i segnali che concorrono a determinare la misura di E (campo elettrico), pertanto, questi strumenti non discriminano – nella banda di lavoro - le frequenze delle singole emissioni e la loro intensità. Per caratterizzare le emissioni in funzione delle frequenze dei segnali si deve ricorrere alle misure in *banda stretta*: poiché tali misure sono particolarmente onerose, anche in termini temporali, vi si ricorre solo se le misure in banda larga superano il 75% dei valori di cautela, così da valutare il contributo di ogni sorgente al livello totale di campo elettrico misurato.

Nello specifico, per il monitoraggio oggetto dello studio, è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- Per le misure brevi (6 minuti) in banda larga
  - Misuratore di campo elettrico a banda larga Wavecontrol modello SMP3 Field Meter S/N 23SL0302, dotato di sonda isotropica Wavecontrol modello WPF8 S/N 18WP040931 (range di frequenza 100 KHz ÷ 8 GHz).

Le misure del campo elettrico in alta frequenza sono state effettuate secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-7:2019-11 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz – 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana" e dalla "Guida tecnica per la misura di campi elettromagnetici compresi nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz in riferimento all'esposizione della popolazione" (documento

ANPA RTI CTN\_AGF 1/2000).

## 5.2 – Individuazione dei siti di misura e risultati delle misure RF di breve periodo (6 minuti)

La convenzione con il Comune di Montescudo - Monte Colombo prevede che le misure di breve periodo della radiazione elettromagnetica ad alta frequenza vengano effettuate sulle aree abitate del territorio comunale con opportuna risoluzione spaziale (approccio a griglia o reticolo) in funzione della densità dell'edificato e della presenza della stazioni radio base (SRB). Si è quindi adottato un approccio di monitoraggio a griglia, andando a svolgere un numero di misure cospicuo coinvolgendo le parti di territorio comunale classificabili come "centri abitati". Per individuare i punti di misura, i cosiddetti "centri abitati" sono stati posti al centro delle maglie, infittendo il reticolo in funzione della presenza di Stazioni Radio Base (SRB) od impianti Radio-TV. Seguendo questa logica, sono state ottenute un totale di 28 maglie, così ripartite:

- n.8 maglie di lato 250 metri (0.0625 km<sup>2</sup>);
- n. 17 maglie di lato 500 metri (0.25 km<sup>2</sup>);
- n. 3 maglie di lato 1000 metri (1 km<sup>2</sup>).

Ciascuna maglia è individuata da un numero compreso tra 1 e 28, assegnato in modo circa sequenziale partendo dalla maglia più a nord-ovest (numero 1) e procedendo verso est e verso sud fino alla maglia più a sud-est (numero 28), come illustrato in Figura 10.

Lo strumento di misura è stato, ove possibile, posizionato al centro di ciascuna maglia.

Alcuni elementi valutati *in situ* hanno concorso ad individuare il posizionamento ottimale dello strumento all'interno della maglia, ovvero:

- posizioni che garantivano maggiore significatività della misura;
- effettiva accessibilità, in particolare rispetto ad aree private;
- assenza di schermature del campo elettromagnetico come edifici o strutture metalliche.

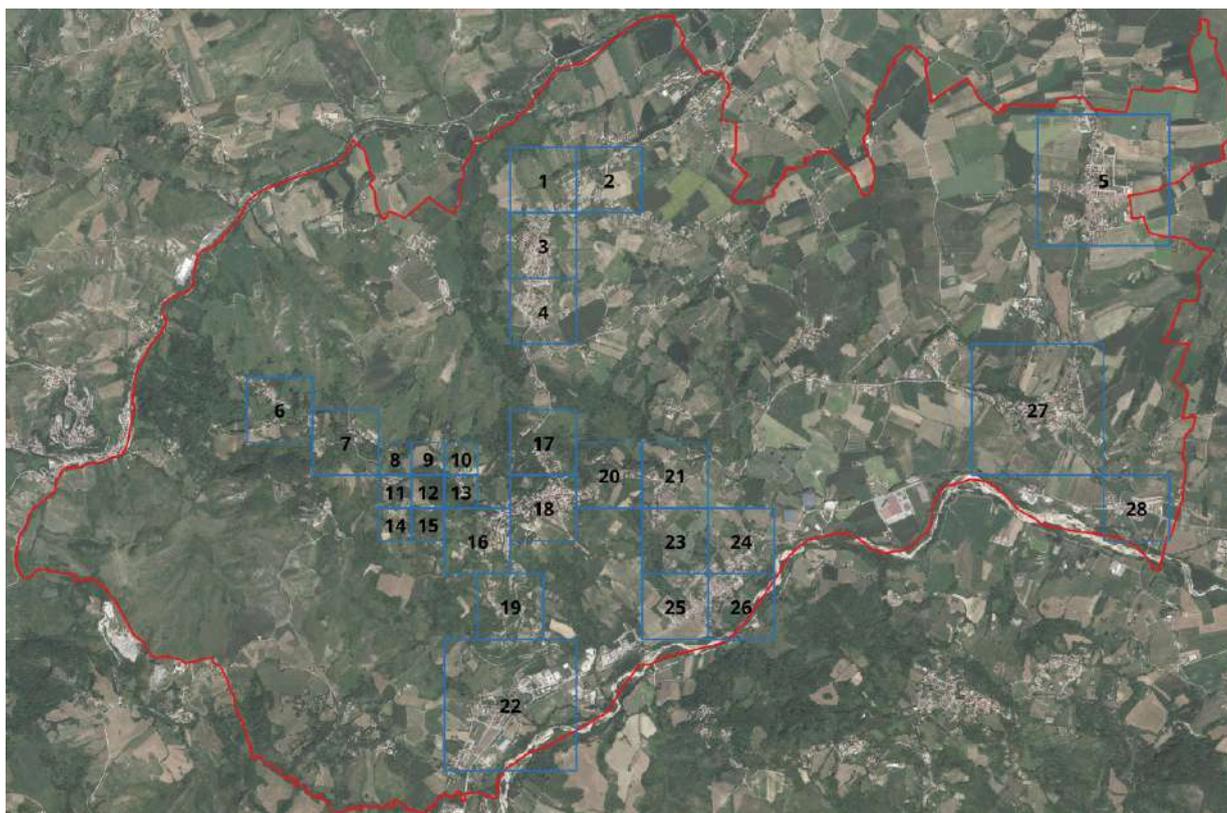


Figura 10: individuazione preliminare delle aree del grigliato.

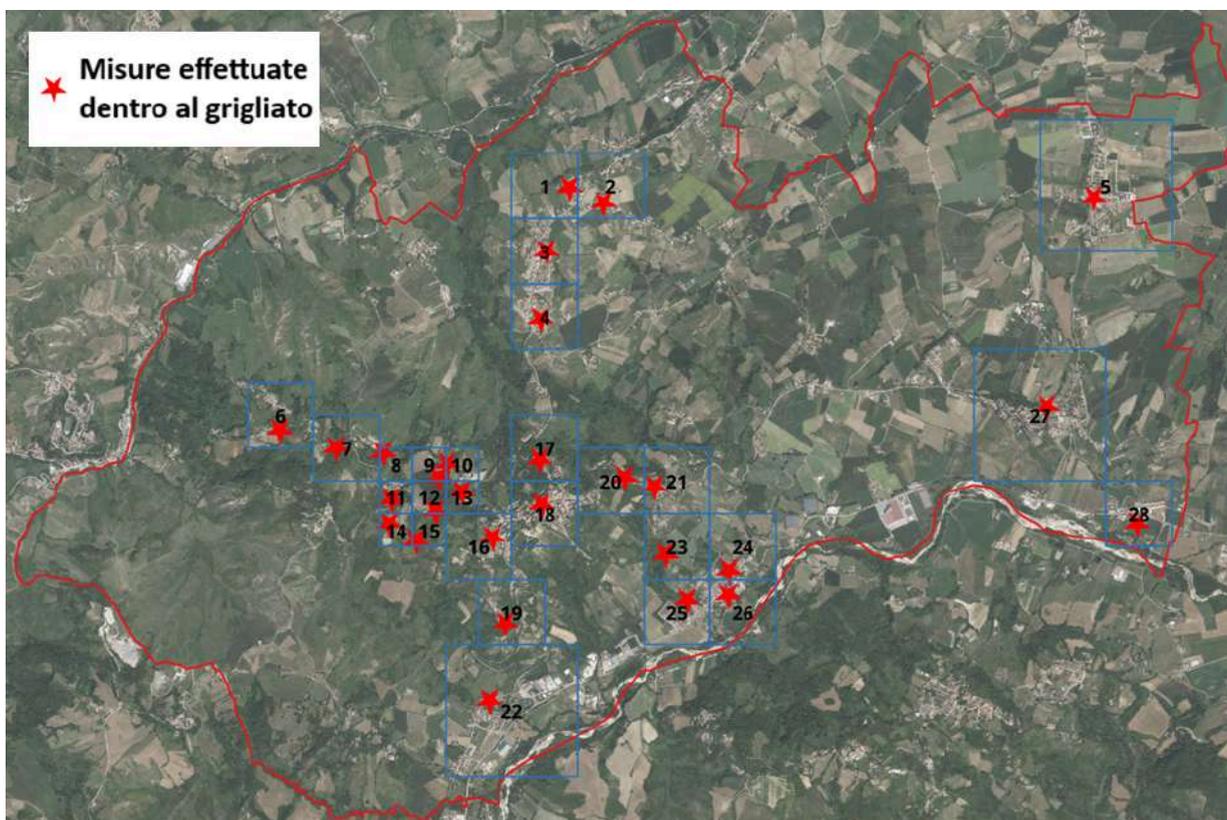


Figura 11: rappresentazione dei punti di misura del campo elettrico RF all'interno del grigliato

Le misure brevi sono state effettuate con la strumentazione portatile in dotazione (Wavecontrol tipo SMP3 Field Meter) posizionando lo strumento su di un tripode di materiale dielettrico, con la sonda ad una altezza di 1.5 m dal suolo.

È stato acquisito il valore medio del campo elettrico su un intervallo temporale di sei minuti.

Le coordinate dei punti di misura sono state acquisite tramite GPS e, successivamente, rappresentate sulla cartografia Agea fornita dalla RER (Figura 11).

In totale sono state effettuate 28 misure di campo elettrico di durata ciascuna di 6 minuti.

I risultati delle misure sono riportati in Tabella 5 e le foto delle stesse sono riportate in Tabella 6.

Postazione		Data e ora misura	E misurato (media 6 min.) [ V/m ]
1	loc. Trarivi - Via Serra, parcheggio	14/05/2025 - 9:20	0.24*
2	loc. Trarivi - Via Ca' Baldone incrocio Via Aldo Moro	14/05/2025 - 9:10	0.90
3	loc. Trarivi - Via Ugo Foscolo, 52	14/05/2025 - 9:40	0.17*
4	loc. Trarivi - Via Gioacchino Rossini, 17	14/05/2025 - 9:50	0.18*
5	loc. San Savino - Via Veneto incrocio Via Roma	27/05/2025 - 9:10	0.10*
6	loc. Albereto - Via Poggio di Sopra incrocio Via Palazzo	29/05/2025 - 10:10	0.48*
7	loc. Albereto - Via Ca' Fabbro incrocio SP 131 Via Brunetta	29/05/2025 - 9:40	2.01
8	loc. Albereto - Via Ruina	29/05/2025 - 9:55	0.85
9	Montescudo - SP131 Via Brunetta	29/05/2025 - 9:30	0.67
10	Montescudo - Via Ascensione snc	29/05/2025 - 9:20	0.23*
11	Montescudo - Via Monte incrocio Via Morcagnano	29/05/2025 - 10:20	0.29*
12	Montescudo - Via Monte c/o antenne	29/05/2025 - 10:30	5.88
13	Montescudo - Via Ascensione incrocio SP 131 Via Brunetta	29/05/2025 - 9:10	0.26*
14	Montescudo - Via Morcagnano, 9	29/05/2025 - 10:40	0.20*
15	Montescudo - Via Ca' Saito snc	29/05/2025 - 10:50	0.09*
16	Montescudo - Via Comanduccio, 11	14/05/2025 - 10:25	0.25*
17	Montescudo - Via Belvedere, 3	14/05/2025 - 10:00	0.27*
18	Montescudo - SP42 fermata Montescudo centro	14/05/2025 - 10:10	0.23*
19	Montescudo - Via Villa di Sotto, 12	14/05/2025 - 10:35	0.28*
20	Monte Colombo - Via Firenze, 4	27/05/2025 - 10:40	0.20*
21	Monte Colombo - Via Bologna, 25	27/05/2025 - 10:50	0.49*
22	loc. Santa Maria del Piano - Via S. Maria del Piano di Sopra, 58	14/05/2025 - 10:50	0.12*
23	loc. Taverna - Via Ca' Mini incrocio Via Castelrotto	27/05/2025 - 10:15	0.82
24	loc. Taverna - Via Salgareto incrocio Via Ernesto Guevara	27/05/2025 - 9:40	0.10*
25	loc. Taverna - Via Matteotti, 28	27/05/2025 - 10:05	0.78
26	loc. Taverna - Via Molino Tonti, 29	27/05/2025 - 9:50	0.19*
27	loc. Croce - Via Panoramica, 13	27/05/2025 - 9:25	0.25*
28	loc. Osteria Nuova - Via Andrea Costa, 98	14/05/2025 - 11:15	0.18*

Tabella 5: misure del campo elettrico di breve periodo (6 minuti) effettuate nelle maglie del dominio di studio. I valori misurati evidenziati con l'asterisco sono valori inferiori alla sensibilità minima strumentale (<0.5 V/m).

I valori di campo elettrico rilevati nelle postazioni descritte non hanno mai superato il limite di esposizione (20 V/m) e il valore di attenzione/obiettivo di qualità (15 V/m) stabiliti dalla normativa vigente per le aree accessibili alla popolazione e quelle in cui è prevista la permanenza di persone superiore alle 4 ore giornaliere.

Occorre sottolineare che i valori misurati sui 6 minuti e riportati in Tabella 5 sono estremamente bassi, molto spesso inferiori alla sensibilità minima strumentale (pari a 0.5 V/m). Infatti, sulla totalità delle 28 misure si ha che:

- 21 misure (cioè il 75.0%) hanno valori inferiori alla sensibilità minima strumentale di 0.5 V/m;
- 5 misure (cioè il 17.9%) hanno valori compresi tra la sensibilità minima strumentale ed 1.5 V/m;

- 2 misure (cioè il 7.1%) hanno valori superiori a 1.5 V/m.

In particolare, i valori di campo elettrico (misurati sui 6 minuti) superiori a 1.5 V/m sono stati registrati nei punti di misura delle maglie 7 e 12. Il valore massimo, pari a **5.88** V/m, è stato rilevato nella maglia 12 – Montescudo - Via Monte - dove erano presenti anche impianti di radiodiffusione in modulazione di frequenza (radio FM). Come illustrato nel paragrafo 4.1 - *Trasmettitori Radio TV*, questi segnali, per loro natura e per le elevate potenze di trasmissione impiegate, possono generare campi elettrici con valori significativi, in particolare nelle immediate vicinanze delle sorgenti.

Inoltre, le misurazioni, come si evince dalle fotografie allegate, (Tab. 6 - punto 7, punto 12), sono state condotte in completa visibilità degli impianti di telefonia mobile e radio-TV: tra il punto di misurazione ed il punto sorgente di campi elettromagnetici non erano presenti ostacoli solidi (es. edifici), che avrebbero causato una attenuazione più o meno pronunciata del valore di campo elettrico misurato. In queste circostanze, la propagazione del campo elettrico può essere considerata, con buona approssimazione, in condizioni di *campo libero*. Un *campo libero* è uno spazio in cui non sono presenti ostacoli che possano interagire con la radiazione elettromagnetica, alterandone la propagazione: pertanto si assume che l'onda si propaghi indisturbata attraverso lo spazio.



**Punto 1**



**Punto 2**



**Punto 3**



**Punto 4**



**Punto 5**



**Punto 6**



**Punto 7**



**Punto 8**



**Punto 9**



**Punto 10**



**Punto 11**



**Punto 12**



**Punto 13**



**Punto 14**



**Punto 15**



**Punto 16**

<p><b>Punto 17</b></p>	<p><b>Punto 18</b></p>	<p><b>Punto 19</b></p>	<p><b>Punto 20</b></p>
<p><b>Punto 21</b></p>	<p><b>Punto 22</b></p>	<p><b>Punto 23</b></p>	<p><b>Punto 24</b></p>
<p><b>Punto 25</b></p>	<p><b>Punto 26</b></p>	<p><b>Punto 27</b></p>	<p><b>Punto 28</b></p>

*Tabella 6: fotografie delle postazioni di misura del campo elettrico di breve periodo (6 minuti) effettuate nelle maglie del dominio di studio*

## 6 - Conclusioni

Nel 2025 il monitoraggio su grigliato previsto dalla Convenzione ha riguardato le aree abitate di tutto il territorio comunale con opportuna risoluzione spaziale in funzione della densità dell'edificato e della presenza delle stazioni radio base (SRB) e delle antenne radio-TV (RTV).

Sono quindi state eseguite misure del campo elettrico generato dalle SRB di breve periodo (6 minuti), ottenendo una mappatura dei valori di campo nei centri abitati del comune di Montescudo - Monte Colombo.

L'analisi dei rilievi effettuati ha evidenziato che, **in tutti i casi rilevati, i valori di campo non solo rispettano il limite di esposizione, il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità, garantendo il pieno rispetto delle normative vigenti, ma anche si attestano ampiamente al di sotto di tali soglie, risultando spesso (75 % dei casi) al di sotto della soglia minima di rilevabilità strumentale (0.5 V/m).**

Solo in due casi sono stati registrati valori superiori a 1.5 V/m, con un massimo rilevato pari a **5,88 V/m**. Tali rilevazioni sono attribuibili a due particolari caratteristiche dei siti di misura, cioè la contemporanea presenza di impianti radio FM e misure eseguite in campo libero.