



4 dicembre 2025

Rapporto dell'UFCOM

# Intensità del campo elettrico nel raggio d'azione di antenne radiomobili adattive e convenzionali

## Misurazioni dell'intensità di campo nel 2025

### Sintesi

Da aprile 2019 gli impianti radiomobili esistenti vengono potenziati con antenne adattive. Rispetto alle antenne convenzionali, le antenne adattive hanno una caratteristica di radiazione dinamica, la trasmissione dei segnali radio avviene infatti in direzione di uno smartphone o di un altro dispositivo finale. Questo riduce l'esposizione alle radiazioni per le persone non coinvolte e migliora l'efficienza energetica della copertura radio.

Tra la primavera e l'estate del 2025, l'UFCOM ha effettuato misurazioni su antenne convenzionali e adattive degli operatori di rete mobile Swisscom, Sunrise e Salt. L'obiettivo era documentare il diverso comportamento di radiazione dei due tipi di antenna e l'andamento temporale dell'intensità di campo in luoghi concreti. A tale scopo i segnali radio trasmessi sono stati misurati e visualizzati nel tempo. Nell'ambito di questo studio, durante circa una settimana sono state svolte misurazioni dell'intensità di campo in siti diversi, ogni volta almeno in un luogo all'esterno e uno all'interno.

Le misurazioni confermano che con le antenne convenzionali, durante la trasmissione dati, l'intensità di campo aumenta nell'intero raggio d'azione dell'antenna, indipendentemente dalla posizione in cui si trova il dispositivo terminale.

Con le antenne adattive invece, i segnali radio sono misurabili solo se i terminali che richiedono i dati si trovano in prossimità del sito di misurazione: lo dimostrano i valori medi di intensità di campo più bassi per le antenne adattive rispetto alle antenne convenzionali.

Inoltre, il confronto con la campagna di misurazione del 2022 conferma che il comportamento di radiazione è rimasto praticamente invariato.

## Nota editoriale

### Gestione e attuazione del progetto:

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale delle comunicazioni (UFCOM)

Divisione Concessioni e gestione delle frequenze KF

Sezione Compatibilità elettromagnetica CEM

### Autori:

André Trabold, UFCOM

Samuel Gsteiger, UFCOM

### Accesso ai siti di misurazione con il gentile permesso di:

Campus UFSP Servizio di edilizia, Liebefeld

Servizio di edilizia scolastica Neuenhof, Neuenhof

Servizio di edilizia aziendale Hasler+Co, Winterthur

## Indice

<b>1</b>	<b>Situazione iniziale.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Specifiche tecniche .....</b>	<b>3</b>
2.1	Stazioni radiomobili .....	3
2.1.1	KONI/BE173-1 .....	4
2.1.2	AG008-1.....	4
2.1.3	ZH_2440A.....	5
2.2	Stazione di misurazione mobile.....	5
<b>3</b>	<b>Misurazione dell'intensità di campo .....</b>	<b>6</b>
3.1	Scelta dei siti di misurazione.....	6
3.1.1	Impianto KONI/BE173-1.....	6
3.1.2	Impianto AG008-1.....	7
3.1.3	Impianto ZH_2440A .....	8
3.2	Risultati della misurazione.....	9
3.2.1	Definizioni.....	9
3.2.2	KONI/BE173-1 .....	11
3.2.3	AG008-1.....	16
3.2.4	ZH_2440A.....	21
3.3	Analisi.....	26
<b>4</b>	<b>Conclusioni.....</b>	<b>27</b>
	<b>Abbreviazioni.....</b>	<b>28</b>
	<b>Riferimenti .....</b>	<b>28</b>
	<b>Allegato 1: Dati grezzi dei diagrammi di misurazione.....</b>	<b>28</b>

## 1 Situazione iniziale

Dall'introduzione del 5G nell'aprile 2019, sugli impianti radiomobili vengono installate anche antenne adattive. Le antenne convenzionali esistenti trasmettono i dati in base a uno schema di radiazione fisso (diagramma d'antenna fisso) nell'intera area di copertura e quindi ai terminali. Le antenne adattive, invece, inviano i segnali utili specificamente nella direzione del relativo dispositivo. Non ne vengono generati né trasmessi per le zone non coinvolte dell'area di copertura.

Dall'autunno 2021 alla primavera 2022, l'UFCOM ha condotto una campagna di misurazione presso gli impianti radiomobili di Swisscom, Sunrise e Salt con l'obiettivo di misurare in modo puntuale i segnali radio emessi dalle antenne adattive e convenzionali e di visualizzarli nel tempo. Questa campagna è stata condotta analogamente a quella del 2022 e mira a documentare le diverse caratteristiche di radiazione delle antenne convenzionali e adattive e a mostrare l'andamento temporale dell'intensità del campo elettrico in siti concreti. Questo serve a determinare i valori massimi con i due tipi di antenna e a valutare le relative intensità di campo medie. Inoltre, si intende analizzare il rapporto tra valore massimo e valore medio (max./medio) e se risultano differenze tra le antenne convenzionali e quelle adattive.

A tal fine, l'intensità del campo elettrico viene misurata in diversi luoghi situati nel campo di ricezione dell'antenna, la cosiddetta cella radio. Le quote di downlink, ossia le singole bande di frequenza da 700 a 3800 MHz, sono distinte e mostrate separatamente. Le misurazioni sono state effettuate dalla primavera all'estate del 2025.

Per ottenere risultati il più possibile rappresentativi, per ciascuno dei tre operatori l'UFCOM ha scelto la stessa stazione radiomobile e gli stessi siti di misurazione come per la campagna del 2022. Le misurazioni vengono effettuate all'interno e all'esterno degli edifici.

Le stazioni radiomobili selezionate dispongono sia di antenne convenzionali che adattive.

Gli operatori non sono stati previamente informati della campagna di misurazione. I dati raccolti forniscono quindi un'istantanea della situazione con le impostazioni di rete attuali. Non è più possibile trarre retroattivamente conclusioni concrete sul numero di dispositivi finali attivi o sul volume di dati trasmessi.

Queste misurazioni non vanno equiparate alle prove tecniche (misurazioni di collaudo) effettuate in occasione della messa in servizio di un impianto radiomobile, che verificano la conformità ai valori limite legali imposti per le radiazioni non ionizzanti (RNI) nei luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS). Non si tratta neppure di un monitoraggio RNI, in quanto nel caso presente si considerano le caratteristiche della radiazione e non viene determinata l'esposizione.

## 2 Specifiche tecniche

### 2.1 Stazioni radiomobili

Durante tutte le misurazioni, gli impianti radiomobili sono in funzione con il fattore di correzione attivato e la limitazione automatica della potenza, così come sono stati autorizzati secondo l'attuale ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI).

Le potenze di trasmissione ERP impostate durante la misurazione sono arrotondate a 50 W, se si è rivelato necessario dopo aver applicato il fattore di correzione. Le potenze di trasmissione per settore e banda di frequenza sono elencate di seguito. Per la valutazione è stato scelto il settore in cui si trovano i siti di misurazione al fine di stimare approssimativamente la copertura in tali punti.

### 2.1.1 KONI/BE173-1

Questa stazione radiomobile è un impianto «site sharing» (condivisione del sito) di Swisscom e Sunrise, dove Swisscom è l'azienda responsabile dell'impianto e Sunrise è co-utente.

#### KONI (Swisscom)

Sono in esercizio antenne convenzionali e adattive, con tutte le bande possibili, dalla banda bassa (700-900 MHz) alla banda alta (1800-3600 MHz).

<u>Tecnologia</u>	<u>Frequenza</u>	<u>Settore 1</u>	<u>Settore 3</u>	<u>Tipo di antenna</u>
• LTE (4G) / NR (5G)*	700 MHz	400 Werp	400 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	800 MHz	400 Werp	350 Werp	antenna convenzionale
• UMTS (3G)	900 MHz	100 Werp	100 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	1800 MHz	200 Werp	200 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G) / NR (5G)*	2100 MHz	300 Werp	250 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2600 MHz	50 Werp	50 Werp	antenna convenzionale
• NR (5G)	3600 MHz	350 Werp	800 Werp	antenna adattiva

\* Suddivisione dinamica della banda di frequenza per l'utilizzo delle tecnologie 4G e 5G.

#### BE173-1 (Sunrise)

Sono state installate solo antenne convenzionali a banda bassa e alta.

<u>Tecnologia</u>	<u>Frequenza</u>	<u>Settore C</u>	<u>Tipo di antenna</u>
• LTE (4G)	800 MHz:	400 Werp	antenna convenzionale
• UMTS (3G)	900 MHz:	250 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	1800 MHz:	550 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2100 MHz:	250 Werp	antenna convenzionale

### 2.1.2 AG008-1

Questa stazione radiomobile è un impianto di Sunrise (senza «site sharing»).

Sono in funzione antenne convenzionali e adattive. Ad eccezione della banda 700 MHz, sono disponibili tutte le bande possibili della banda bassa (800 - 900 MHz) e della banda alta (1800 - 3600 MHz).

<u>Tecnologia</u>	<u>Frequenza</u>	<u>Settore B</u>	<u>Tipo di antenna</u>
• LTE (4G)	800 MHz	150 Werp	antenna convenzionale
• UMTS (3G)	900 MHz	200 Werp	antenna convenzionale
• NR (5G)	900 MHz	50 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	1800 MHz	450 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2100 MHz	50 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2600 MHz	550 Werp	antenna convenzionale
• NR (5G)	3700 MHz	800 Werp	antenna adattiva

Nota: In questo impianto la banda 900 MHz è suddivisa tra le due tecnologie 3G e 5G.

### 2.1.3 ZH\_2440A

Questa stazione radiomobile è un impianto di Salt (senza «site sharing»).

Sono in esercizio antenne convenzionali e adattive, con tutte le bande possibili, dalla banda bassa (700-900 MHz) alla banda alta (1800-3600 MHz).

<u>Tecnologia</u>	<u>Frequenza</u>	<u>Settore 1</u>	<u>Settore 3</u>	<u>Tipo di antenna</u>
• NR (5G)	700 MHz	300 Werp	100 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	800 MHz	300 Werp	200 Werp	antenna convenzionale
• UMTS (3G)	900 MHz	400 Werp	300 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	1800 MHz	550 Werp	600 Werp	antenna convenzionale
• UMTS (3G)	2100 MHz	250 Werp	300 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2100 MHz	500 Werp	450 Werp	antenna convenzionale
• LTE (4G)	2600 MHz	600 Werp	450 Werp	antenna convenzionale
• NR (5G)	3500 MHz	400 Werp	300 Werp	antenna adattiva

Nota: In questo impianto la banda 2100 MHz è suddivisa tra le due tecnologie 3G e 4G.

## 2.2 Stazione di misurazione mobile

Tutte le misurazioni sono state effettuate con la seguente stazione di misurazione:

Fabbricante stazione di misurazione: Narda

Tipo di stazione di misurazione: AMS-8061

Numero di inventario: 2015-07

Numero di serie della stazione di misurazione: 000WX60301

Tipo di sonda: EHA-2B-01

Numero di serie della sonda: 000WX50708

Gamma di frequenze della sonda: 100 kHz fino 6 GHz

Linearità della sonda:  $\leq \pm 2$  dB

Risposta di frequenza della sonda:  $\leq \pm 3$  dB

Anisotropia complessiva della sonda: <3.5 dB fino a 6 GHz

Ultima calibrazione: 08.04.2024

### Impostazioni di misurazione:

Bande di frequenza: 743 – 788 MHz; 791 – 821 MHz; 925 – 960 MHz; 1442 – 1517 MHz;  
1805 – 1880 MHz; 2110 – 2170 MHz; 2570 – 2685 MHz;  
3500 – 3580 MHz; 3580 – 3700 MHz; 3700 – 3800 MHz.

Intervallo di memorizzazione: 6 minuti

Campo di misurazione: 0,01 - 160 V/m

Sensibilità: 0,01 V/m

Risoluzione: 0,01 V/m

Procedura di misurazione: misurazione sequenziale a banda larga delle singole bande di frequenza

Tempo di osservazione / banda: 1 secondo

Tempo di rivisitazione / banda: 10 secondi

Larghezza della banda di misurazione: in base alla banda di frequenza misurata

Rivelatore: RMS e picco in V/m

Valori misurati memorizzati: RMS e picco (max hold) in V/m ciascuno su 6 minuti

Valore misurato utilizzato: picco (max hold) in V/m su 6 minuti

Nota: La stazione di misurazione è dotata di un'antenna isotropa e misura quindi i campi elettrici indipendentemente dalla direzione da cui vengono emessi. Poiché è posizionata vicino alla relativa stazione radiomobile, ne rileva principalmente l'emissione. Le stazioni radiomobili situate nelle vicinanze incidono minimamente sui risultati.

### 3 Misurazione dell'intensità di campo

L'intensità del campo elettrico viene misurata in diversi punti del raggio d'azione della cella radio. Le rispettive quote del downlink delle antenne convenzionali e adattive sono registrate separatamente. Ciò consente di esaminare le diverse caratteristiche di radiazione delle antenne.

#### 3.1 Scelta dei siti di misurazione

I siti di misurazione sono scelti in modo da essere ripartiti nel raggio d'azione dell'impianto radiomobile. Si trovano all'interno degli edifici, nei luoghi di lavoro e nelle aule scolastiche, ma anche all'esterno, sui marciapiedi, davanti alle facciate e sui tetti.

##### 3.1.1 Impianto KONI/BE173-1

Nel campus dell'UFSP di Liebefeld è stato scelto un sito di misurazione all'esterno e uno all'interno. I siti di misurazione si trovano nell'area di copertura della stazione radiomobile KONI di Swisscom, dotata di antenne convenzionali e adattive. Nello stesso sito è installata la stazione radiomobile BE173-1 di Sunrise, composta esclusivamente da antenne convenzionali.

Nel luogo all'aperto, le misurazioni sono state effettuate sulla tettoia di una rastrelliera per biciclette. È stato scelto un sito di misurazione all'interno per confrontarlo con l'«intensità di campo elettrico dell'impianto» calcolata secondo la scheda dei dati sul sito [2] LAUS.



Figura 1: Sito di misurazione #1 Tetto rastrelliera per biciclette

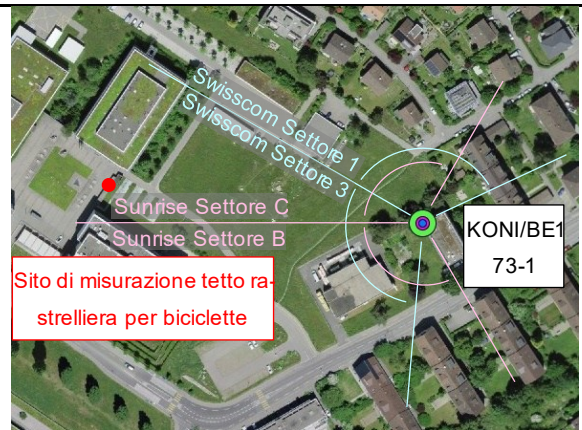


Figura 2: Sito di misurazione #1 Immagine satellitare

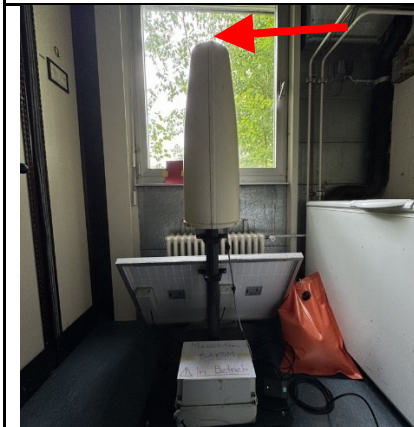


Figura 3: Sito di misurazione #2 Atelier Bienenhaus

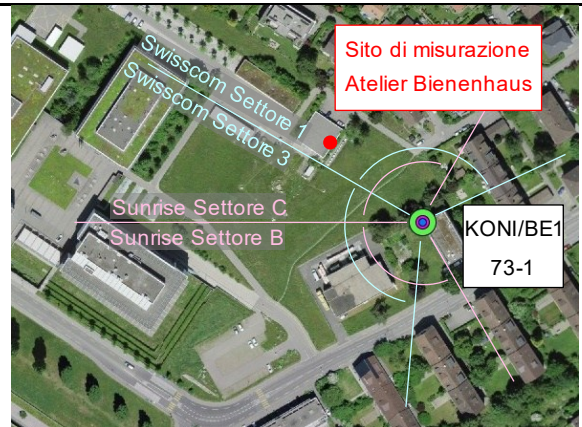


Figura 4: Sito di misurazione #2 Immagine satellitare

Coordinate dei siti di misurazione: #1 tetto rastrelliera per biciclette - 2.598.797,6 / 1.197.622,7  
#2 Atelier Bienenhaus (LAUS 5) - 2.598.913,1 / 1.197.644,4

### 3.1.2 Impianto AG008-1

Nell'area della scuola di Neuenhof sono stati scelti un sito di misurazione all'esterno e uno all'interno. Questi si trovano nel raggio di copertura della stazione radiomobile AG008-1 di Sunrise, dotata di antenne convenzionali e adattive.

Il sito di misurazione all'esterno, sul tetto dell'aula magna, è stato scelto in modo da essere esposto nel raggio d'azione della stazione radiomobile. Inoltre, una parte dell'edificio scolastico e, più avanti, l'amministrazione comunale di Neuenhof si trovano nell'allineamento del tetto dell'edificio scolastico. Il sito di misurazione all'interno del vecchio edificio scolastico è stato scelto per il confronto con l'«intensità del campo elettrico dell'impianto» calcolata secondo la scheda dei dati sul sito [2] LAUS.



Figura 5: Sito di misurazione #1 tetto aula magna



Figura 6: Sito di misurazione #1 immagine satellitare



Figura 7: Sito di misurazione #2 interno edificio scolastico



Figura 8: Sito di misurazione #2 immagine satellitare

Coordinate dei siti di misurazione: #1 tetto aula magna - 2'666'931.1 / 1'256'012.6

#2 Vecchio edificio scolastico - 2'666'885.8 / 1'256'027.8

### 3.1.3 Impianto ZH\_2440A

Presso l'azienda Hasler di Winterthur sono stati scelti un sito di misurazione all'esterno e uno all'interno: sul tetto dell'azienda Hasler e in un ufficio dell'azienda Hasler (ex scuola professionale di Winterthur nel 2022). Questi siti di misurazione si trovano nell'area di copertura della stazione radiomobile ZH\_2440A di Salt, dotata di antenne convenzionali e adattive.

Il sito di misurazione all'esterno, sul tetto dell'azienda Hasler, è stato scelto in modo da essere esposto al raggio d'azione dell'impianto radiomobile, poiché nell'allineamento posteriore si trovano un edificio scolastico (scuola professionale di Winterthur) e un edificio dell'Ufficio federale delle strade USTRA. Rispetto alla campagna di misurazione del 2022, è stato necessario spostare leggermente la stazione di misurazione in direzione della stazione radiomobile ZH\_2440A di Salt, poiché ora su questo tetto è presente un impianto fotovoltaico e il punto di misurazione originale è stato coperto con pannelli solari. Il sito di misurazione nell'ufficio della ditta Hasler è stato scelto per confrontarlo con l'«intensità di campo elettrico dell'impianto» calcolata secondo la scheda dei dati sul sito [2] LAUS. La situazione è cambiata dal 2022: il sito di misurazione non è più un'aula ma un ufficio nello stesso luogo.

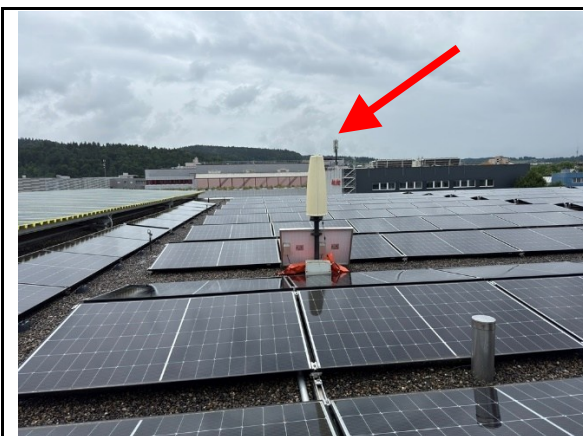


Figura 9: Sito di misurazione #1 tetto dell'azienda Hasler



Figura 10: Sito di misurazione #1 immagine satellitare



Figura 11: Sito di misurazione #2 ufficio 1 al 4° piano

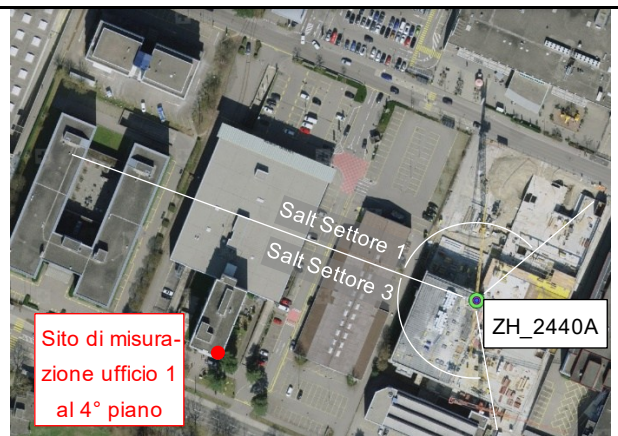


Figura 12: Sito di misurazione #2 immagine satellitare

Coordinate dei siti di misurazione: #1 Tetto dell'azienda Hasler - 2.699.307,4 / 1.261.194,6  
#2 Ufficio 1 della scuola professionale al 4° piano - 2.699.280,9 / 1.261.110,4

## 3.2 Risultati della misurazione

### 3.2.1 Definizioni

Quanto segue si applica a tutti i diagrammi di misurazione:

- L'asse y mostra in modo lineare l'intensità di campo misurata in V/m.
- L'asse x, che è l'asse del tempo, è una griglia di 6 ore, dove ogni giorno intero è indicato come linea principale con la relativa data. Presso tutti i siti, le misurazioni sono state effettuate per 6-7 giorni.

I diagrammi di misurazione mostrano le bande di frequenza inferiori a 3 GHz, che comprendono tutte le bande di downlink dei tre provider. Le bande di frequenza da 3,5 a 3,8 GHz sono visualizzate singolarmente per ciascun fornitore, in modo da poterle esaminare più da vicino. I colori sono stati assegnati come segue:

- Colori verdi: 3x banda bassa (700, 800 e 900 MHz)
- Colori gialli: 2x banda alta inferiore (banda 1400 e 1800 MHz)
- Colori blu: 2x banda alta media (banda 2100 e 2600 MHz)
- Colori rossi: 3x banda alta superiore (banda 3500, 3600 e 3700 MHz)
- Marrone: intensità di campo totale risultante su tutte le bande di frequenza misurate. L'intensità di campo totale risultante su tutte le 10 bande di frequenza è rappresentata da una linea tratteggiata

$$\text{Intensità di campo risultante su 10 bande: } E_{Res10} = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} E_i^2} \quad \text{Formula 1}$$

dove  $E_i$  è il valore max hold di 6 minuti della i-a banda di frequenza.

Per confronto la linea continua rappresenta l'intensità di campo totale risultante senza le bande di frequenza 3,5 – 3,8 GHz.

$$\text{Intensità di campo risultate su 7 bande: } E_{Res7} = \sqrt{\sum_{i=1}^7 E_i^2} \quad \text{Formula 2}$$

dove  $E_i$  è il valore max hold di 6 minuti della i-a banda di frequenza.

- Violetto: La linea continua rappresenta il valore limite dell'impianto VLI. La linea punteggiata corrisponde all'«intensità del campo elettrico dell'impianto» calcolata secondo la scheda dei dati sul sito [2].

Oltre ai diagrammi di misurazione, vi sono ancora tre tabelle per ogni sito di misurazione. La prima tabella considera i seguenti valori per banda di frequenza:

- Valore minimo: valore minimo di tutti i valori memorizzati (6-min. valori max hold) per l'intero periodo di misurazione sul sito.
- Valore massimo: valore massimo di tutti i valori memorizzati (6-min. valori max hold) per l'intero periodo di misurazione sul sito.

- Valore medio: valore medio aritmetico di tutti i valori memorizzati (6-min. valori max hold) per l'intero periodo di misurazione sul sito. Si ottiene così l'intensità di campo media.

$$\text{Valore medio} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n E \quad \text{Formula 3}$$

dove  $n$  rappresenta il numero di valori max. hold di sei minuti memorizzati.

- Rapporto max/medio: questo rapporto può dare un'indicazione della variabilità della direzione di trasmissione delle antenne adattive. Confrontando un'antenna adattiva con una convenzionale, ci si aspetta un rapporto inferiore, poiché il valore medio diventa più piccolo a causa della variazione della direzione di trasmissione.
- Potenza di trasmissione installata: potenza di trasmissione installata nel settore in cui si trova il sito di misurazione.
- Ampiezza di banda installata: ampiezza di banda installata nel settore in cui si trova il sito di misurazione.

Nella seconda tabella, le intensità di campo totali risultanti (v. sopra curve marroni  $E_{Res7}$  e  $E_{Res10}$ ) forniscono i valori minimi e massimi e viene calcolata la media aritmetica.

- Valore medio aritmetico su tutti gli  $E_{Res10}$  (tutte le bande da 700 MHz a 3,8 GHz):

$$\text{Valore medio: } E_{Total} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n E_{Res10} \quad \text{Formula 4}$$

dove  $n$  rappresenta il numero di valori  $E_{Res10}$ .

- Media aritmetica su tutti i valori  $E_{Res7}$  (tutte le bande da 700 MHz a 2,6 GHz, senza le bande da 3,6 a 3,8 GHz):

$$\text{Valore medio: } E_{<3GHz} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n E_{Res7} \quad \text{Formula 5}$$

dove  $n$  rappresenta il numero di valori  $E_{Res7}$ .

La terza tabella mostra la proporzione di potenza di trasmissione installata e la proporzione di ampiezza di banda installata della banda di frequenza >3GHz sull'impianto radiomobile:

$$\text{Proporzione } > 3\text{GHz di potenza di trasmissione installata} = \frac{P_{Inst>3GHz}}{P_{InstTotal}} \quad \text{Formula 6}$$

dove  $P_{Inst>3GHz}$  rappresenta la potenza di trasmissione installata [Werp] nella banda >3GHz

e  $P_{TotaleInst}$  la somma della potenza di trasmissione installata [Werp] di tutte le bande di frequenza.

$$\text{Proporzione } > 3\text{GHz dell'ampiezza di banda totale} = \frac{BW_{>3GHz}}{BW_{Total}} \quad \text{Formula 7}$$

dove  $BW_{>3GHz}$  rappresenta la larghezza di banda installata nella banda >3GHz

e  $BW_{Totale}$  la somma delle larghezze di banda di tutte le bande di frequenza installate sull'impianto.

### 3.2.2 KONI/BE173-1

Primo sito di misurazione: tettoia rastrelliera per biciclette

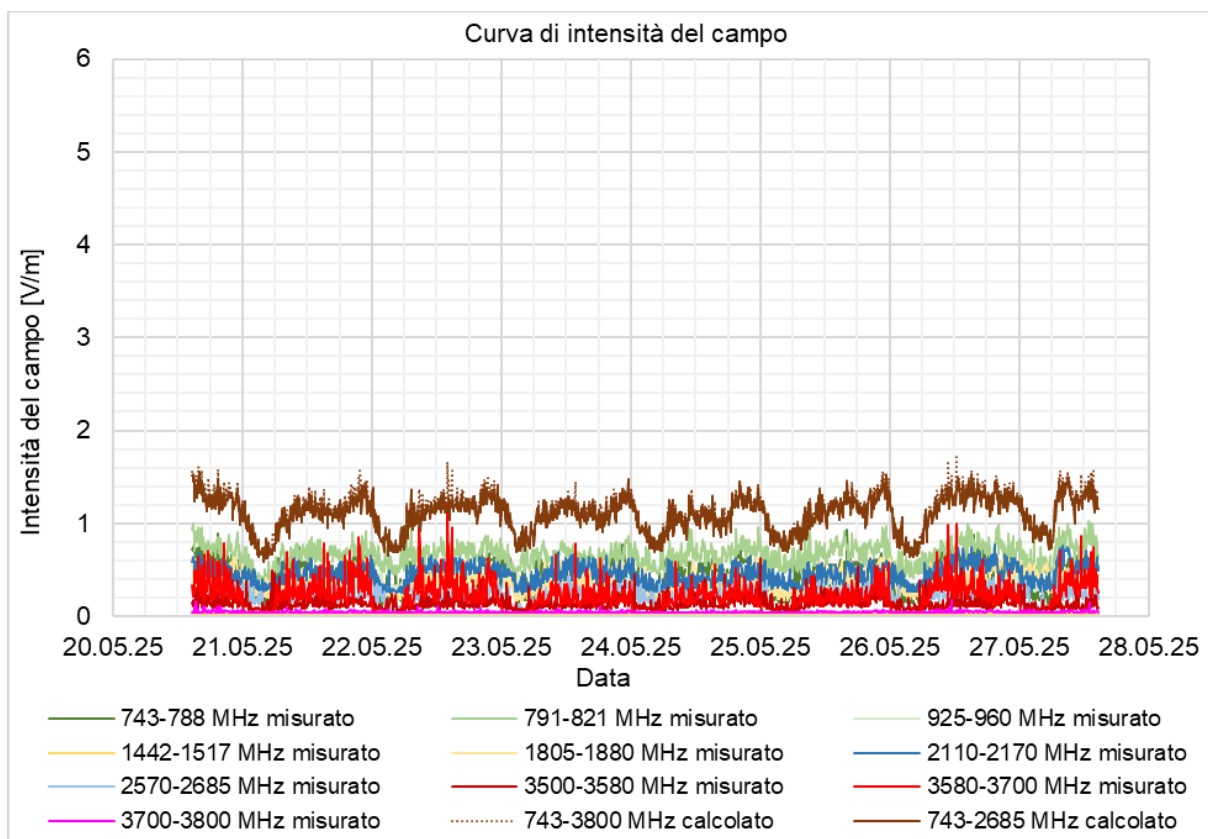


Figura 13: Grafico del sito di misurazione #1 tetto rastrelliera per biciclette (scala standard)

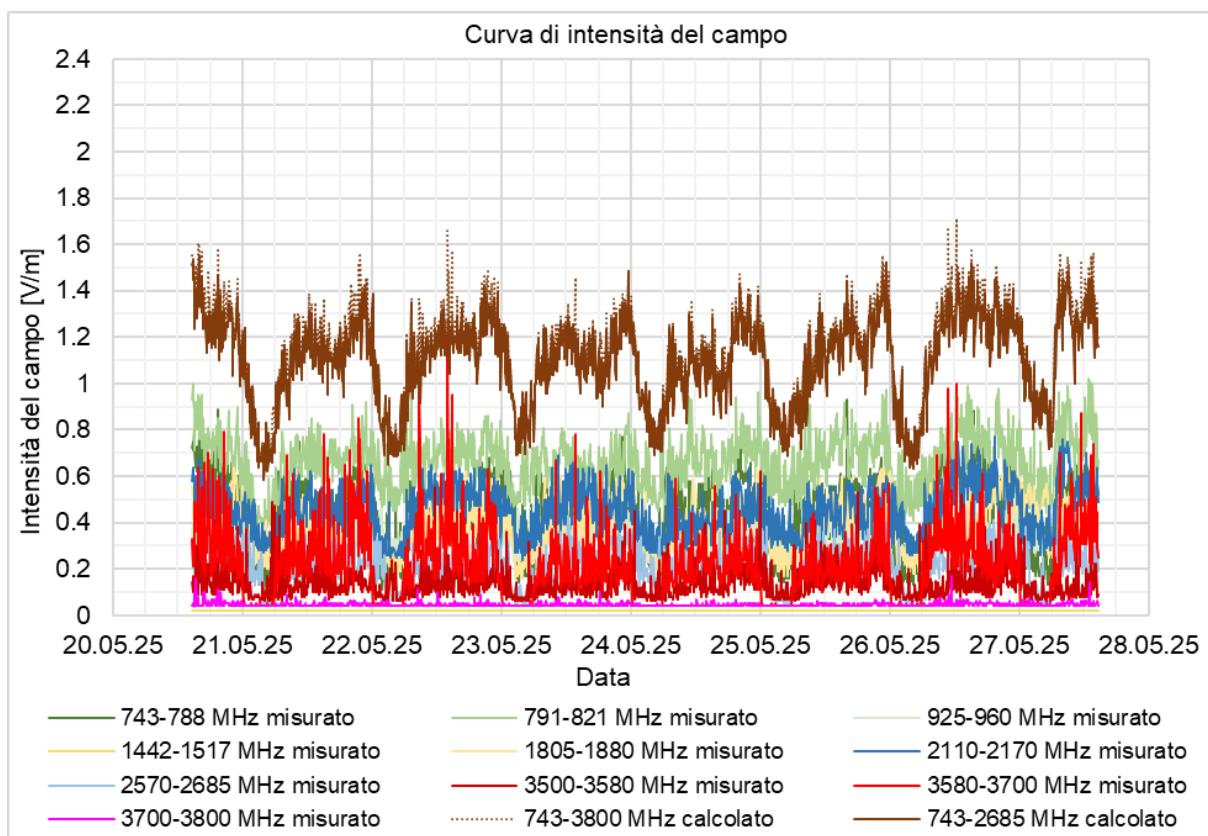


Figura 14: Grafico del sito di misurazione #1 tetto rastrelliera per biciclette (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata
743 - 788 MHz (Peak)	0.11	0.93	0.45	2.1	400	45
791 - 821 MHz (Peak)	0.38	1.02	0.66	1.5	750	30
925 - 960 MHz (Peak)	0.22	0.64	0.35	1.8	350	35
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.02	0.02			
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.16	0.64	0.40	1.6	750	75
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.24	0.77	0.45	1.7	500	60
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.05	0.44	0.21	2.1	50	115
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.06	0.62	0.14	4.4		
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	1.21	0.21	5.7	800	120
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.17	0.04	3.8		

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per KONI/BE173-1 attivo

Tabella 1: Bande di frequenza misurate sito di misurazione #1 tetto rastrelliera per biciclette

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.59	1.71	1.14
743 - 2685 MHz	0.58	1.55	1.10

Tabella 2: Intensità di campo totale risultante sito di misurazione #1 tetto rastrelliera per biciclette

La potenza di trasmissione proveniente dalle antenne adattive rispetto quella installata e alla larghezza di banda totale corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
22%	25%

Tabella 3: Percentuale sito di misurazione #1 tetto rastrelliera per biciclette

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- In questo sito di misurazione la banda degli 800 MHz è leggermente dominante
- l'intensità di campo totale è sostanzialmente influenzata da diverse bande.
- Nei due fine settimana (24.05 e 25.05.2025), il traffico di dati nella banda 3,5-3,8 GHz diminuisce leggermente, mentre aumenta nei giorni lavorativi.
- I picchi del segnale nella banda 3,5 - 3,8 GHz sono chiaramente visibili.
- Nella banda 3,5 – 3,8 GHz il rapporto max/medio dell'antenna adattiva è il più alto, con un valore pari a 5,7, mentre nelle bande di frequenza con antenne convenzionali non supera mai il valore di 2,1.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale risultante nella Tabella 2, la quota dell'antenna adattiva è quasi impercettibile. Sebbene i valori massimi differiscano con e senza la banda 3,5 – 3,8 GHz (risp. 1,71 V/m e 1,55 V/m), i valori medi sono quasi identici (risp. 1,14 V/m e 1,10 V/m). Dal grafico emerge che le due rispettive curve sono praticamente congruenti, ad eccezione di alcuni picchi di segnale.
- In questo impianto radiomobile, la banda 3,6 GHz installata occupa il 25 per cento della larghezza di banda totale installata.

Secondo sito di misurazione: Atelier Bienenhaus

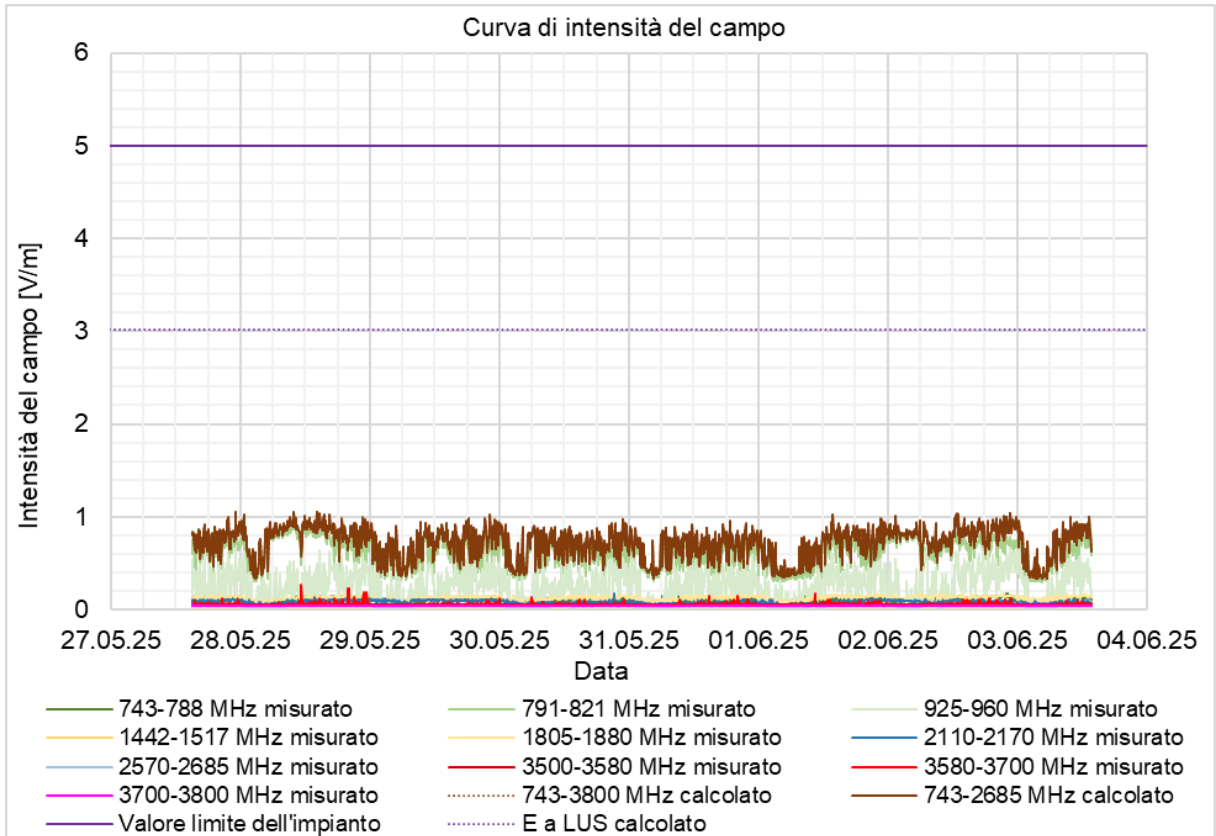


Figura 15: Grafico del sito di misurazione #2 Atelier Bienenhaus (scala standard)

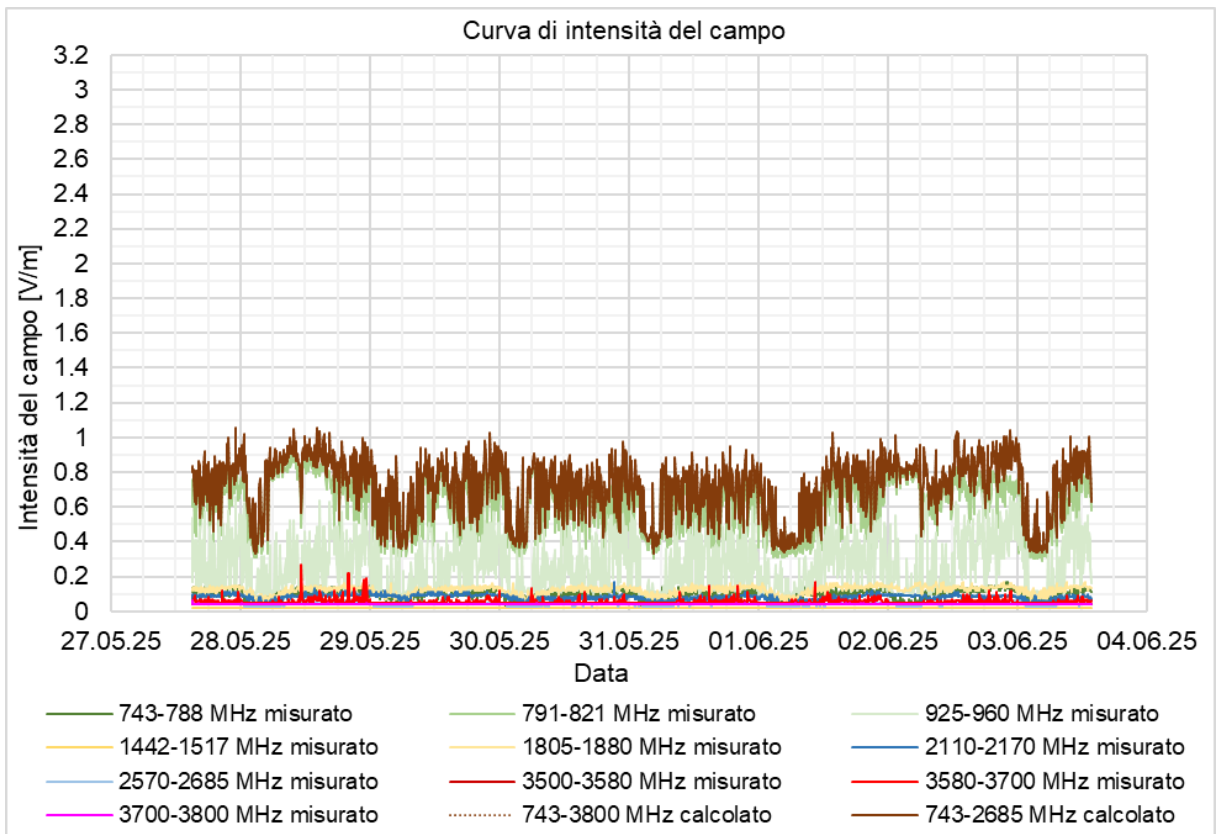


Figura 16: Grafico del sito di misurazione #2 Atelier Bienenhaus (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata
743 - 788 MHz (Peak)	0.02	0.17	0.10	1.7	400	45
791 - 821 MHz (Peak)	0.29	0.91	0.62	1.5	800	30
925 - 960 MHz (Peak)	0.09	0.68	0.27	2.6	350	35
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.02	0.02			
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.05	0.17	0.12	1.4	750	75
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.03	0.17	0.08	2.1	550	60
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.03	0.07	0.04		50	115
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.09	0.04			
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.27	0.06	4.8	350	120
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.06	0.04			

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per KONI/BE173-1 attivo

Tabella 4: Bande di frequenza misurate sul sito #2 Atelier Bienenhaus

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.34	1.06	0.72
743 - 2685 MHz	0.33	1.06	0.71

Tabella 5: Intensità di campo risultante sito di misurazione #2 Atelier Bienenhaus

La potenza di trasmissione proveniente dalle antenne adattive rispetto quella installata e alla larghezza di banda totale corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
11%	25%

Tabella 6: Percentuale sito di misurazione #2 Atelier Bienenhaus

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- La banda di frequenza dominante è quella degli 800 MHz.
- L'intensità di campo totale risultante è sostanzialmente influenzata dalla banda dominante degli 800 e 900 MHz.
- Non è stato praticamente rilevato alcun traffico dati in questa direzione nella banda 3,5 - 3,8 GHz.
- Il rapporto max./medio è il più alto nella banda 3,5 - 3,8 GHz dell'antenna adattiva, con un valore di 4,8, mentre nel caso di bande di frequenza con antenne convenzionali non supera mai 2,6. Questa differenza relativamente piccola è dovuta al fatto che nel sito in questione è stato rilevato pochissimo traffico di dati nella banda 3,5 - 3,8 GHz.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale, nella Tabella 5 la quota dell'antenna adattiva è quasi impercettibile. I valori massimi con e senza la banda 3,5 - 3,8 GHz non differiscono (risp. 1,06 V/m e 1,06 V/m) e i valori medi sono quasi identici (risp. 0,72 V/m e 0,71 V/m). Dal grafico emerge che le due rispettive curve sono praticamente congruenti.
- L'intensità di campo totale risultante in tutte le bande esistenti supera molto raramente e solo di poco l'intensità di campo di 1 V/m. Si nota che l'intensità di campo totale rimane sempre al di

sotto dell'«intensità del campo elettrico dell'impianto» di 3,02 V/m (LAUS n. 5), calcolata secondo la scheda dei dati sul sito.

- In questo impianto radiomobile, la banda 3,6 GHz installata occupa il 25 per cento della larghezza di banda totale installata.
- L'intera misurazione è stata effettuata con la finestra chiusa. Nel caso di una misurazione di collaudo LAUS, la finestra deve essere aperta.

### 3.2.3 AG008-1

Primo sito di misurazione: tetto aula magna

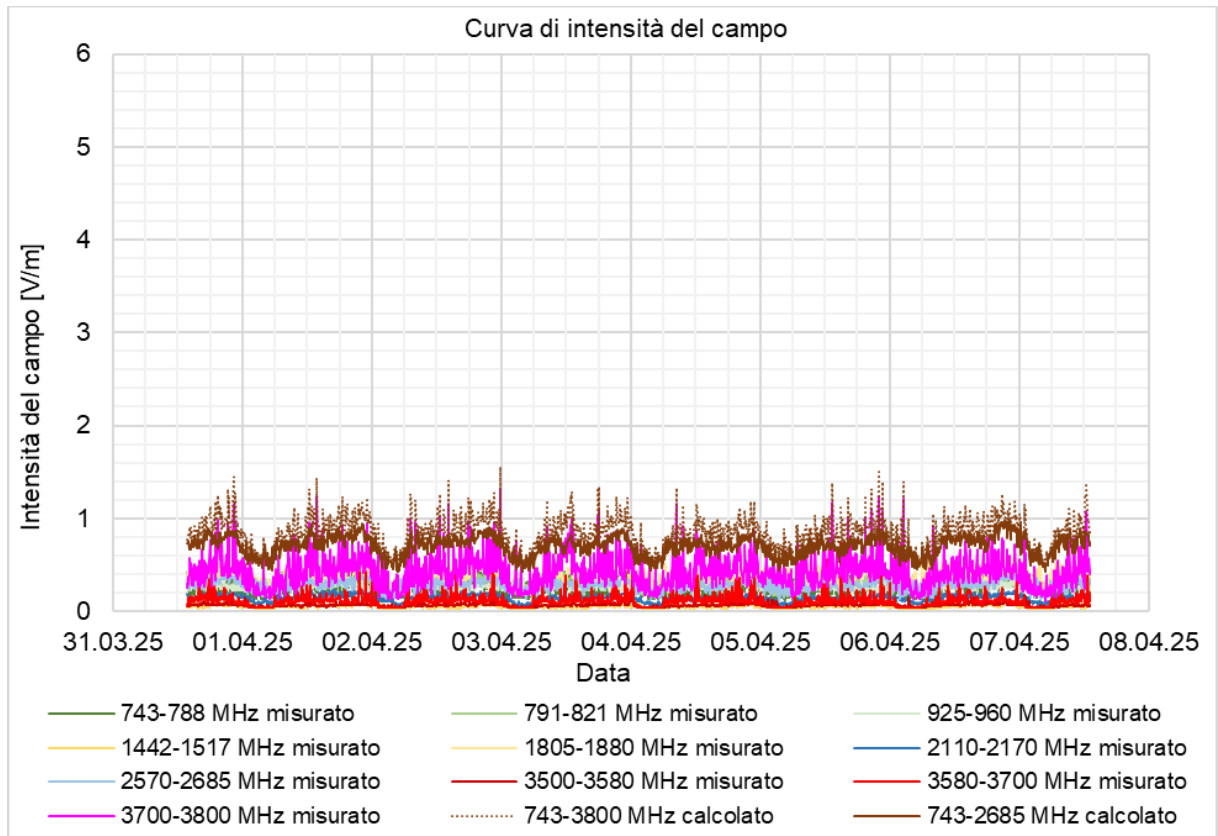


Figura 17: Grafico del sito di misurazione #1 tetto aula magna (scala standard)

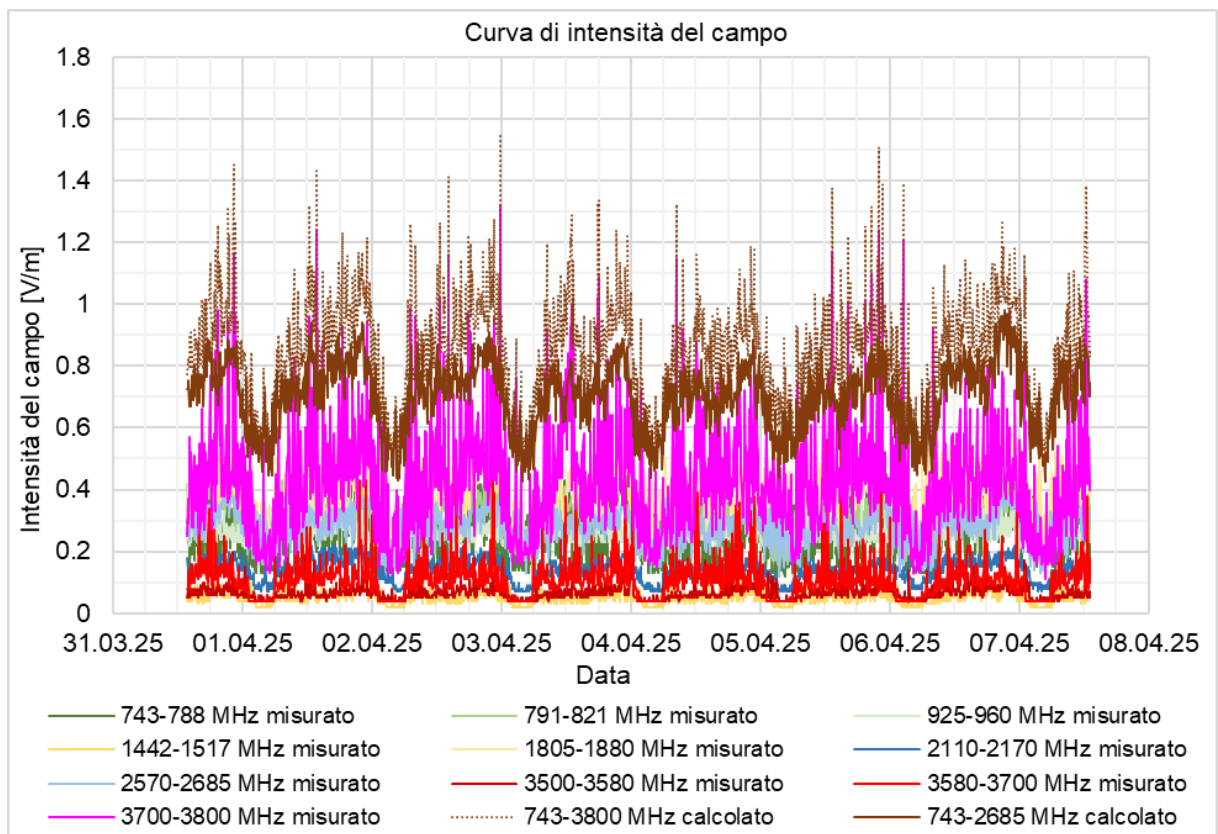


Figura 18: Grafico del sito di misurazione #1 tetto aula magna (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata
743 - 788 MHz (Peak)	0.12	0.51	0.26	2.0		
791 - 821 MHz (Peak)	0.16	0.44	0.31	1.4	150	30
925 - 960 MHz (Peak)	0.21	0.42	0.26	1.6	250	35
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.11	0.05	2.1		
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.16	0.58	0.38	1.5	450	75
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.07	0.22	0.14	1.6	50	60
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.12	0.45	0.28	1.6	550	115
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.21	0.07	3.2		
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.74	0.11	6.7		
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.11	1.32	0.42	3.1	800	100

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per AG008-1 attivo

Tabella 7: Bande di frequenza misurate sul sito #1 tetto aula magna

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.45	1.55	0.84
743 - 2685 MHz	0.42	0.98	0.70

Tabella 8: Intensità di campo totale risultante dal sito di misurazione # 1 tetto aula magna

La quota delle antenne adattive rispetto alla potenza di trasmissione installata, alla larghezza di banda totale e all'intensità di campo totale risultante corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
36%	24%

Tabella 9: Percentuale sito di misurazione #1 tetto aula magna

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- La banda di frequenza dominante è quella degli 3.5 – 3.8 MHz.
- L'intensità di campo totale risultante è influenzata principalmente dalle bande 3,5-3,8 GHz e 1,8 GHz.
- Il traffico dati nella banda 3,5 - 3,8 GHz è presente in questa direzione ed è visibile attraverso numerosi picchi di segnale isolati.
- Il rapporto max./medio nelle bande di frequenza con antenne convenzionali non supera mai 1,6. Per la banda 3,5 – 3,8 GHz di Sunrise, questo rapporto è di 3,1.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale nella Tabella 8 la quota dell'antenna adattiva è ben riconoscibile. I valori massimi con e senza la banda 3,5–3,8 GHz differiscono nettamente (risp. 1,55 V/m e 0,98 V/m) così come i valori medi (risp. 0,84 V/m e 0,70 V/m). Il grafico mostra che le due curve corrispondenti non sono congruenti a causa dell'elevato numero di forti picchi di segnale nella banda 3,5 - 3,8 GHz.
- In questo impianto radiomobile, la banda 3,7 GHz installata occupa il 24 per cento della larghezza di banda totale installata.

Secondo sito di misurazione: vecchio edificio scolastico (aula interna)

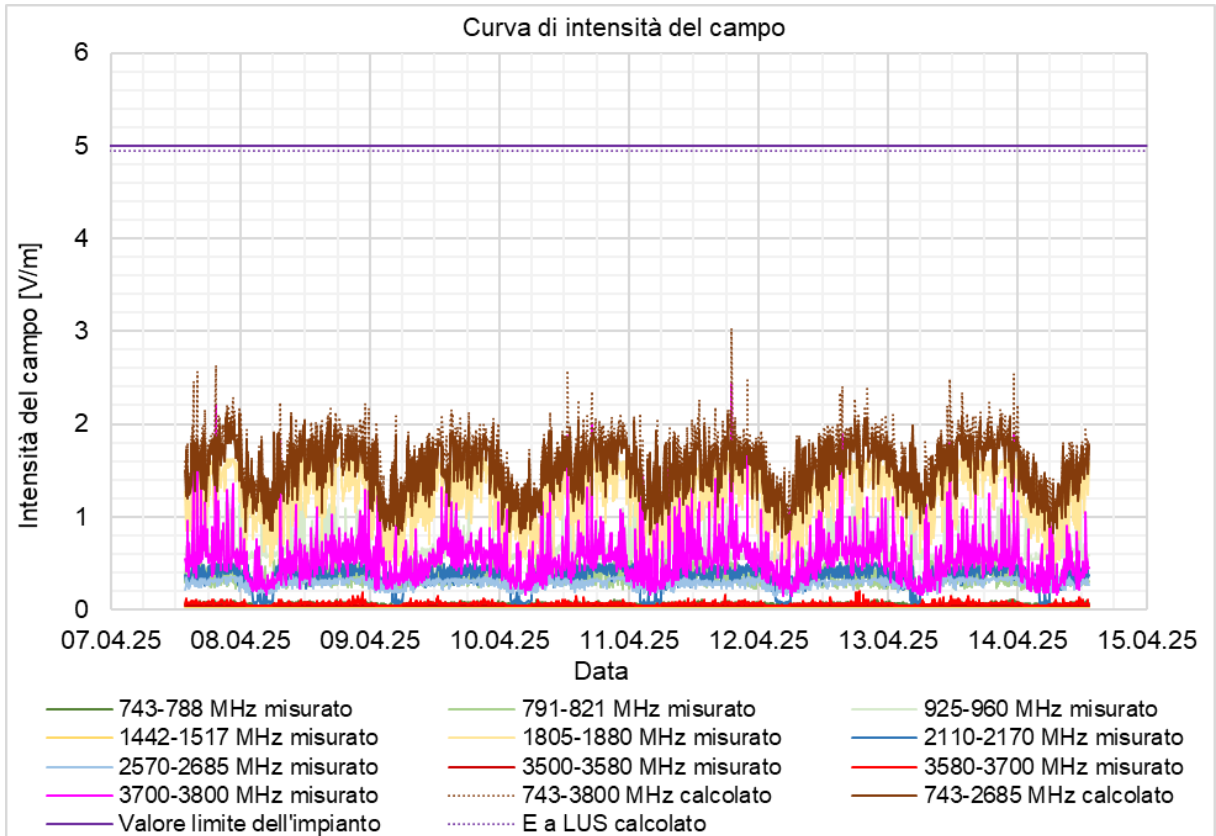


Figura 19: Grafico del sito di misurazione #2 Vecchio edificio scolastico aula interna (scala standard)

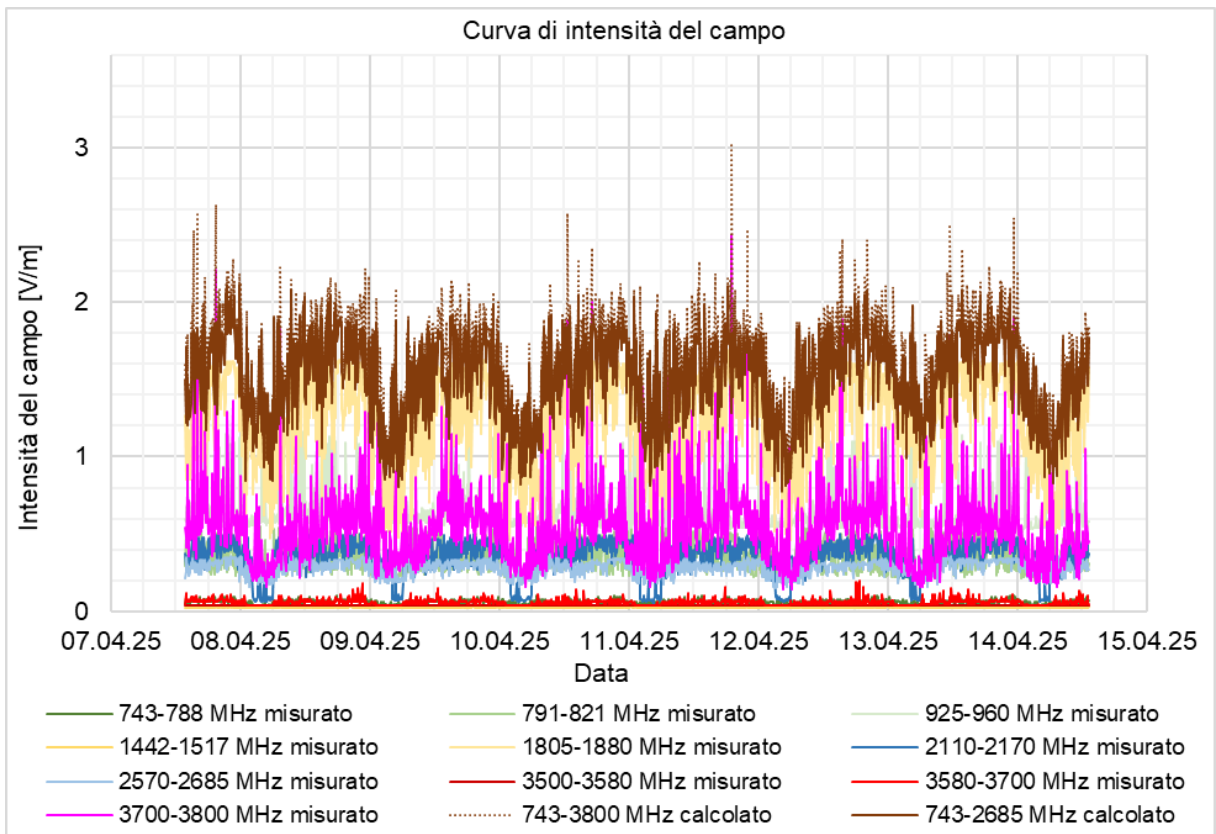


Figura 20: Grafico del sito di misurazione #2 vecchio edificio scolastico aula interna (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata
743 - 788 MHz (Peak)	0.03	0.10	0.06	1.7		
791 - 821 MHz (Peak)	0.20	0.56	0.34	1.6	150	30
925 - 960 MHz (Peak)	0.52	1.19	0.64	1.9	250	35
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.03	0.02			
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.45	1.73	1.22	1.4	450	75
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.05	0.51	0.34	1.5	50	60
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.15	0.38	0.28	1.3	550	115
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.05	0.04			
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.20	0.06	3.4		
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.14	2.43	0.54	4.5	800	100

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per AG008-1 attivo

Tabella 10: Bande di frequenza misurate sul sito di misurazione #2 vecchio edificio scolastico aula interna

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.85	3.03	1.62
743 - 2685 MHz	0.78	2.11	1.51

Tabella 11: Intensità di campo totale risultante sito di misurazione #2 vecchio edificio scolastico aula interna

La potenza di trasmissione proveniente dalle antenne adattive rispetto quella installata e alla larghezza di banda totale corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
36%	24%

Tabella 12: Percentuale sito di misurazione #2 vecchio edificio scolastico aula interna

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- La banda di frequenza dominante è quella dei 1800 MHz.
- L'intensità di campo totale risultante è ampiamente influenzata dalla banda dominante dei 1800 MHz.
- Il traffico dati nella banda 3,5 - 3,8 GHz in questa direzione è regolarmente presente e visibile attraverso i singoli picchi di segnale.
- Nella banda 3,5–3,8 GHz il rapporto max./medio dell'antenna adattiva è pari al massimo a 4,5, mentre nelle bande di frequenza con antenne convenzionali non supera mai 1,9.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale nella Tabella 11 la quota dell'antenna adattiva è ben riconoscibile. I valori massimi con e senza la banda 3,5–3.8 GHz differiscono nettamente (rispettivamente 3,03 V/m e 2,11 V/m) così come i valori medi (rispettivamente 1,62 V/m e 1,51 V/m). Il grafico mostra che le due curve corrispondenti non sono congruenti a causa dell'elevato numero di forti picchi di segnale nella banda 3,5 - 3,8 GHz.
- L'intensità di campo totale risultante in tutte le bande esistenti supera molto raramente i 2,6 V/m e rimane sempre inferiore a 3,1 V/m. L'intensità di campo totale rimane sempre al di sotto dell'«intensità di campo elettrico dell'impianto» di 4,94 V/m (LAUS n. 5), calcolata secondo la scheda dei dati sul sito.

- In questo impianto radiomobile, la banda 3,7 GHz installata occupa il 24 per cento della larghezza di banda totale installata.
- L'intera misurazione è stata effettuata con la finestra chiusa. Nel caso di una misurazione di collaudo LAUS, la finestra deve essere aperta.

### 3.2.4 ZH\_2440A

Primo sito di misurazione: tetto dell'azienda Hasler

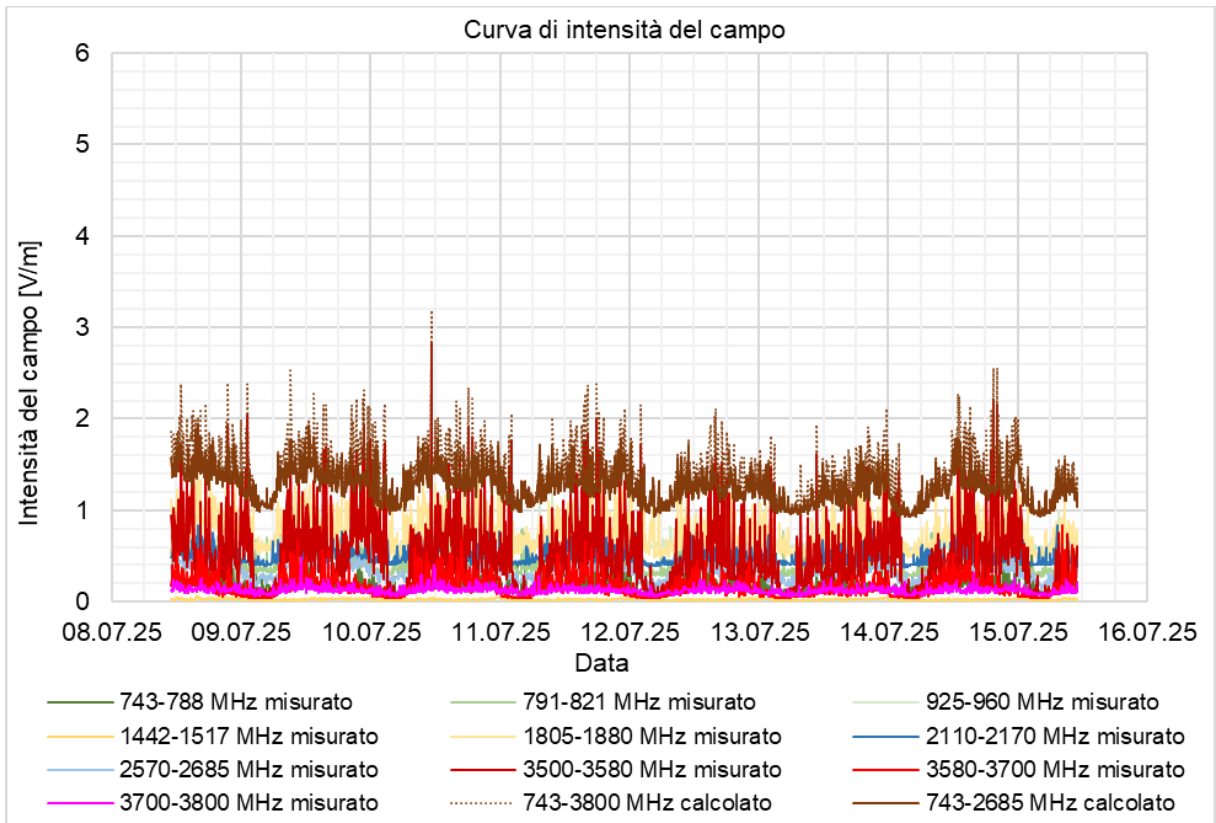


Figura 21: Grafico del sito di misurazione #1 tetto dell'azienda Hasler (scala standard)

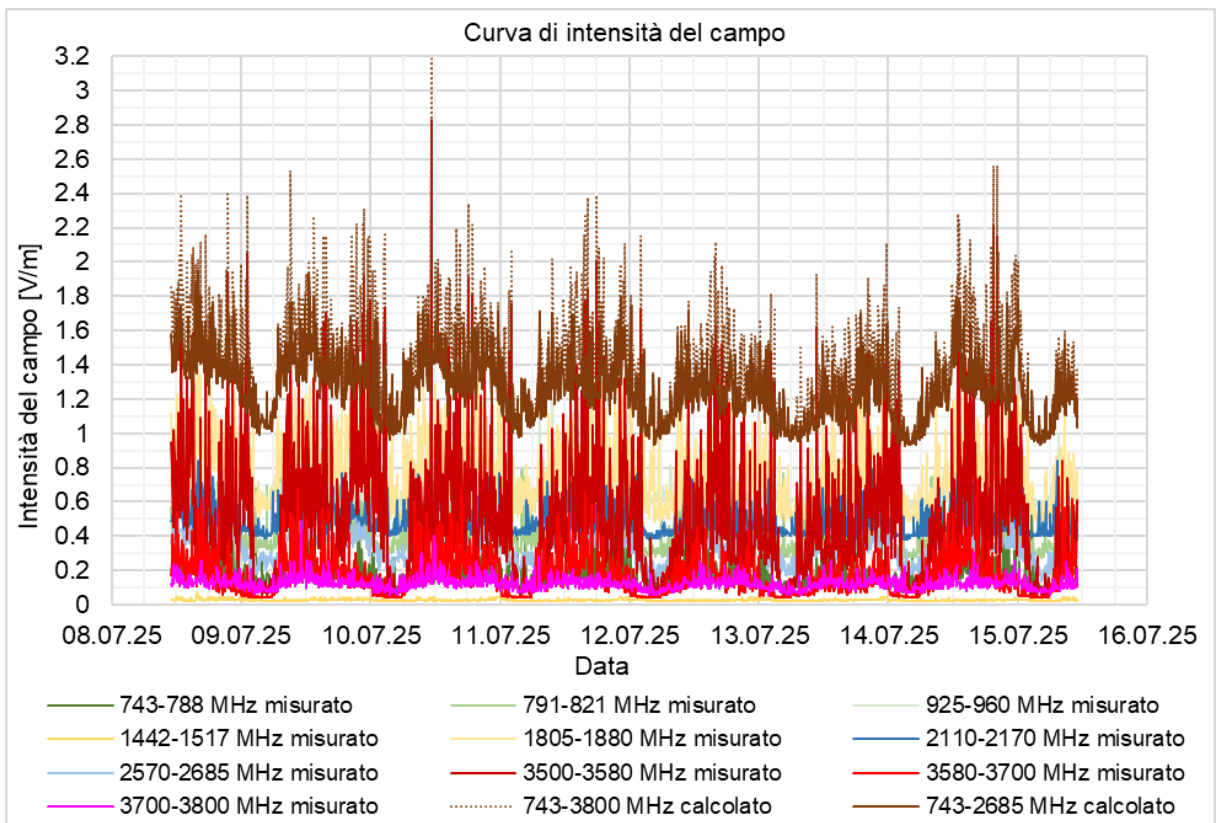


Figura 22: Grafico del sito di misurazione #1 tetto dell'azienda Hasler (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata
743 - 788 MHz (Peak)	0.07	0.67	0.18	3.8	300	45
791 - 821 MHz (Peak)	0.27	0.81	0.46	1.8	300	30
925 - 960 MHz (Peak)	0.53	1.25	0.62	2.0	400	35
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.07	0.03			
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.48	1.47	0.77	1.9	550	75
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.38	0.85	0.48	1.8	750	60
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.13	0.51	0.33	1.5	600	115
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.05	2.83	0.50	5.6	400	80
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.84	0.16	5.2		
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.06	0.49	0.12	3.9		

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per ZH\_2440A attivo

Tabella 13: Bande di frequenza misurate sul sito #1 Tetto dell'azienda Hasler

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.94	3.19	1.41
743 - 2685 MHz	0.93	1.94	1.26

Tabella 14: Intensità di campo risultante sito di misurazione #1 tetto dell'azienda Hasler

La potenza di trasmissione proveniente dalle antenne adattive rispetto quella installata e alla larghezza di banda totale corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
12%	18%

Tabella 15: Percentuale sito di misurazione #1 tetto dell'azienda Hasler

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- Non è possibile identificare una banda di frequenza dominante.
- L'intensità di campo totale risultante è influenzata in modo analogo da diverse bande di frequenza.
- Il traffico dati nella banda 3,5 GHz è fortemente presente in questa direzione ed è visibile attraverso molti picchi di segnale.
- Il rapporto max./medio delle bande di frequenza con antenne convenzionali non è mai superiore a 2,0, tranne nel caso della banda 700 MHz in cui è 3,8. Questo si spiega con il traffico di dati di breve durata, ripetuto ed elevato. Nella banda 3,5 GHz, questo rapporto è di 5,6.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale nella Tabella 14 la quota dell'antenna adattiva è ben riconoscibile. I valori massimi con e senza la banda 3,5–3.8 GHz differiscono nettamente (risp. 3,19 V/m e 1,94 V/m) così come i valori medi (rispettivamente 1,41 V/m e 1,26 V/m). Il grafico mostra che le due curve corrispondenti non sono congruenti a causa dell'elevato numero di forti picchi di segnale nella banda 3,5 - 3,8 GHz.
- In questo impianto radiomobile, la banda 3,5 GHz installata occupa il 18 per cento della larghezza di banda totale installata.

Secondo sito di misurazione: ufficio 1 al 4° piano

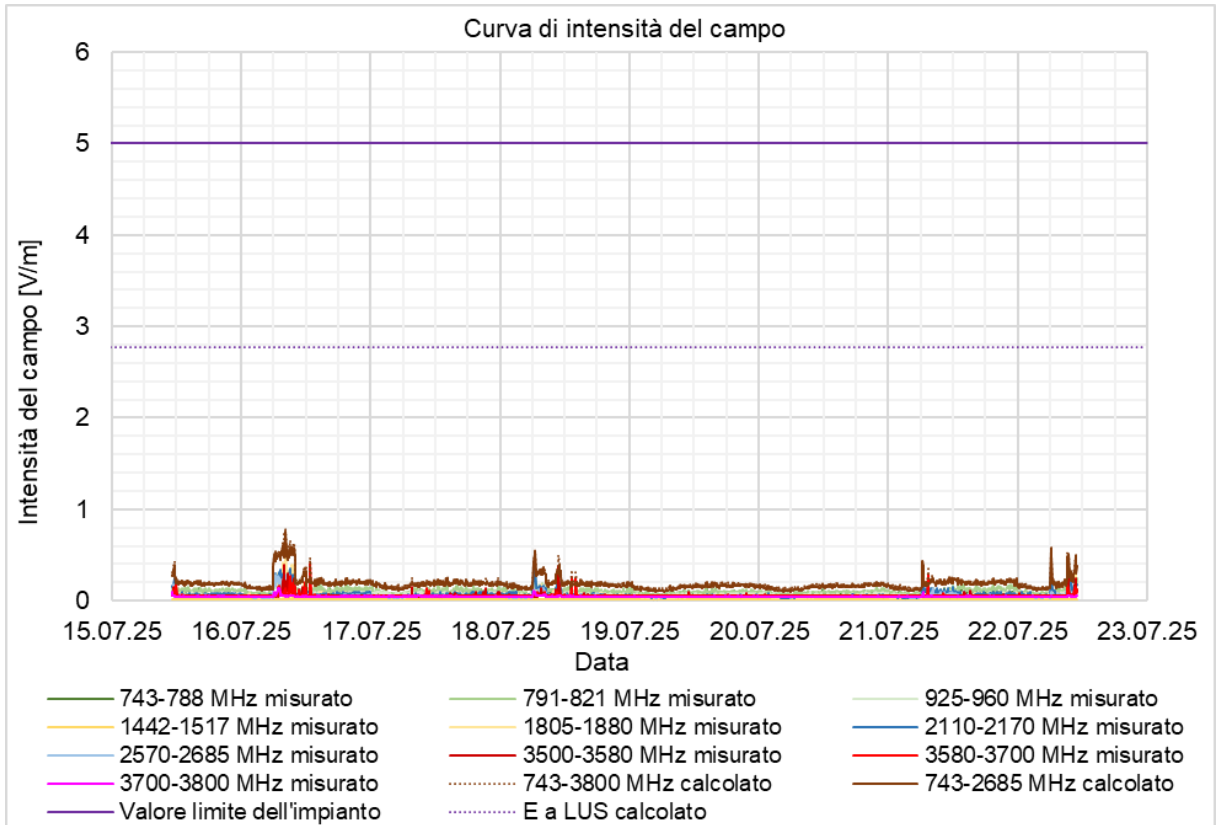


Figura 23: Diagramma di misurazione sito di misurazione #2 ufficio 1 al 4° piano (scala standardizzata)

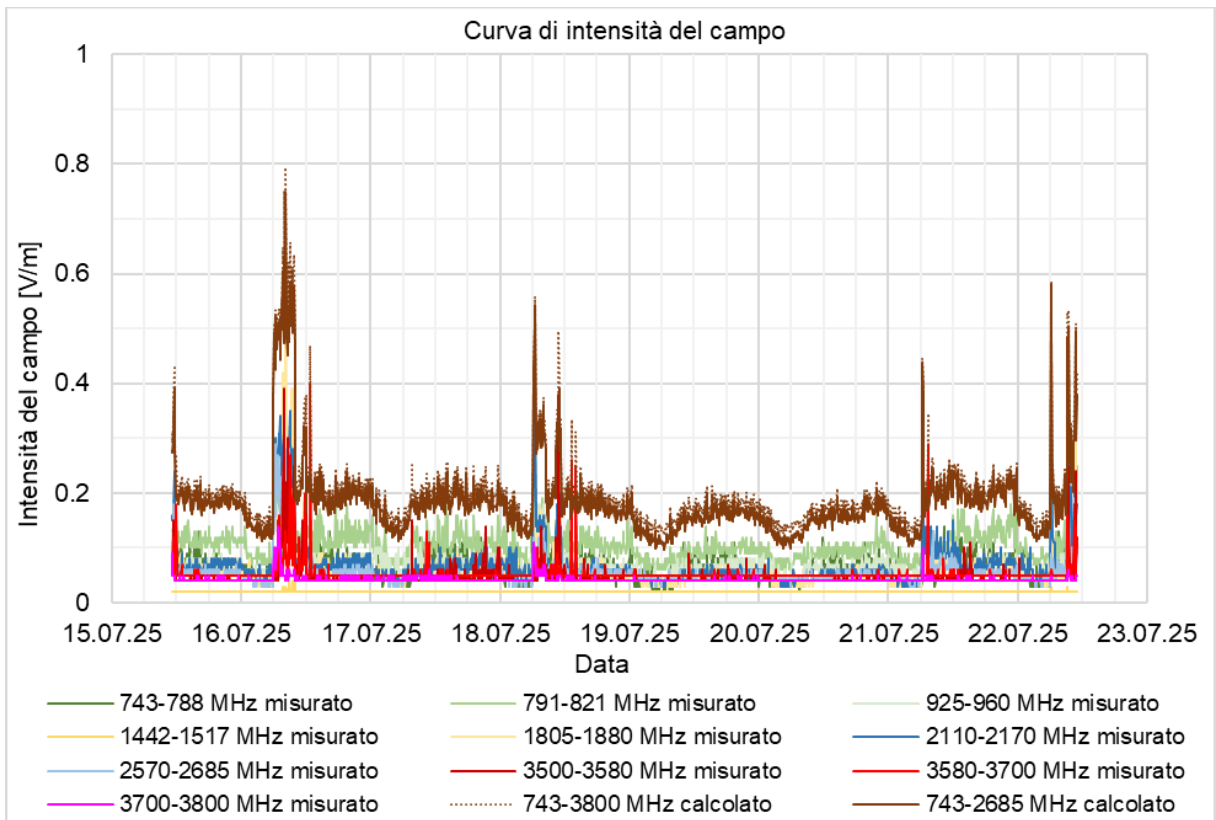


Figura 24: Diagramma di misurazione del sito di misurazione #2 ufficio 1 al 4° piano (scala ingrandita)

Parametri della misurazione eseguita:

Banda di frequenza	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]	Rapporto max/medio	Potenza di trasmissione instal. [Werp]	Larghezza di banda installata	
743 - 788 MHz (Peak)	0.02	0.16	0.06	2.5	100	45	*/**
791 - 821 MHz (Peak)	0.06	0.36	0.11	3.4	200	30	*/**
925 - 960 MHz (Peak)	0.04	0.20	0.07	3.0	300	35	*/**
1442 - 1517 MHz (Peak)	0.02	0.04	0.02				
1805 - 1880 MHz (Peak)	0.03	0.63	0.06	10.3	600	75	*/**
2110 - 2170 MHz (Peak)	0.03	0.40	0.07	5.8	750	60	*/**
2570 - 2685 MHz (Peak)	0.03	0.37	0.06	6.6	450	115	*/**
3500 - 3580 MHz (Peak)	0.04	0.39	0.05	8.3	300	80	*/**
3580 - 3700 MHz (Peak)	0.04	0.40	0.05	7.5			
3700 - 3800 MHz (Peak)	0.04	0.14	0.04	3.3			

Lim. di rumore, non viene calc. alcun rapporto al di sotto di questo valore massimo [V/m]: 0.1

\* Bande di frequenza per AG008-1 attivo

\*\* Il rapporto max/media è così elevato a causa di singoli picchi, che sono stati misurati quando la finestra dell'ufficio era aperta e quindi l'effetto schermante della finestra non era più presente.

Tabella 16: Bande di frequenza misurate sito #2 Ufficio 1 al 4° piano

L'intensità di campo misurata per le singole bande di frequenza consente di calcolare l'intensità di campo totale:

Banda di frequenza	Calcolo dell'intensità di campo totale risultante		
	min. [V/m]	max. [V/m]	Valore medio [V/m]
743 - 3800 MHz	0.12	0.79	0.20
743 - 2685 MHz	0.10	0.75	0.18

Tabella 17: Risultati della misurazione dell'intensità di campo totale sul sito #2 Ufficio 1 al 4° piano

La potenza di trasmissione proveniente dalle antenne adattive rispetto quella installata e alla larghezza di banda totale corrisponde a:

Quota > 3 GHz di potenza di trasmissione installata nel settore	Quota > 3 GHz della larghezza di banda totale del settore
11%	18%

Tabella 18: Quote percentuali del sito di misurazione #2 ufficio 1 al 4° piano

Sintesi dei risultati del sito di misurazione:

- Le intensità di campo misurate sono basse. Questo fa presumere che le finestre dispongano di una pellicola metallica che attenua molto le radiazioni elettromagnetiche. In questo ufficio, la finestra veniva talvolta aperta al mattino, come si può notare dall'aumento dell'intensità del campo in diverse mattine.
- Non è possibile identificare una banda di frequenza dominante.
- L'intensità di campo totale risultante è influenzata in modo analogo da diverse bande di frequenza.
- Non è stato praticamente rilevato alcun traffico dati in questa direzione nella banda 3,5 - 3,8 GHz. Le frequenze più alte sembrano essere assorbite in modo particolarmente forte.
- Il rapporto max./medio non è significativo per questa misurazione, poiché la finestra dell'ufficio è stata aperta più volte e l'effetto schermante della finestra non era più presente. Questa circostanza ha falsato significativamente il calcolo.
- Per quanto concerne l'intensità di campo totale nella Tabella 17 la quota dell'antenna adattiva è quasi impercettibile. I valori massimi con e senza la banda 3,5 - 3,8 GHz (risp. 0,79 V/m e

0,75 V/m) e i relativi valori medi differiscono solo in modo marginale (risp. 0,20 V/m e 0,18 V/m). Il grafico mostra che le due rispettive curve sono praticamente congruenti, ad eccezione di alcuni picchi di segnale.

- L'intensità di campo totale risultante su tutte le bande disponibili supera molto raramente e solo di poco i 0,7 V/m, e solo quando la finestra è aperta. Si può notare che l'intensità di campo totale rimane sempre al di sotto dell'«intensità di campo elettrico dell'impianto» di 2,77 V/m, calcolata secondo la scheda tecnica del sito (LAUS numero 9).
- In questo impianto radiomobile, la banda 3,5 GHz installata occupa il 18 per cento della larghezza di banda totale installata.
- L'intera misurazione è stata effettuata per lo più con la finestra chiusa, salvo qualche eccezione la mattina. Nel caso di una misurazione di collaudo LAUS, la finestra deve essere aperta.

### 3.3 Analisi

Dalle curve di misurazione dei siti analizzati si è osservato che:

- A livello delle antenne convenzionali si può notare un'evidente oscillazione dell'intensità di campo nel corso della giornata. Durante il giorno, l'intensità del campo è notevolmente più alta rispetto alla notte, poiché di giorno si comunica di più.  
Con le antenne adattive, invece, la differenza di intensità di campo tra il giorno e la notte è minima; anche se di giorno si comunica di più, sono visibili solo i picchi di segnale del traffico dati direzionale. Nel secondo sito di misurazione AG008-1 all'interno del vecchio edificio scolastico e nel terzo sito di misurazione ZH\_2440A sul tetto dell'azienda Hasler, questi picchi di segnale nella banda dei 3,5–3,8 GHz sono più evidenti durante il giorno.
- Nel caso delle antenne adattive l'intensità di campo minima nelle bande di frequenza installate è tra le più basse mentre il rapporto max./medio è il più alto. Ciò indica che i dati vengono trasmessi direttamente all'utente e per gli altri ricevitori sono quindi misurabili soltanto con un'intensità di campo molto bassa.
- I grafici mostrano che le due curve sono quasi congruenti per tutte le bande di frequenza con o senza la banda 3,5–3,8 GHz. Nel secondo sito di misurazione AG008-1 sul tetto dell'aula magna la quota della banda 3,5–3,8 GHz rispetto all'intensità di campo totale risultante è la più alta e quindi la più evidente.  
L'intensità di campo totale risultante delle due curve è pressoché identica e nell'Atelier Bienenhäus (all'interno dell'edificio) è addirittura quasi la stessa.
- Nei siti di misurazione all'aperto, l'intensità di campo totale risultante (valore medio) non è mai superiore a 1,5 V/m e il valore di picco massimo non supera mai 3,2 V/m. L'intensità di campo totale rimane quindi ben al di sotto del valore limite di immissione in ogni momento e in ogni sito di misurazione all'aperto (tra 36 e 61 V/m a seconda della frequenza).
- Nei siti di misurazione interni, l'intensità di campo totale risultante (valore medio) non è mai superiore a 1,7 V/m e il valore di picco massimo non supera mai 3,1 V/m. L'intensità di campo totale è sempre ben al di sotto dell'«intensità di campo elettrico dell'impianto», calcolata secondo la scheda tecnica del relativo sito LAUS e in ogni caso inferiore al valore limite dell'impianto di 5 V/m.
- In 4 siti su 6, i valori di picco dell'intensità di campo delle bande radio delle antenne adattive sono superiori ai valori di picco delle singole bande radio delle antenne convenzionali. Rimangono comunque al di sotto di 2,9 V/m.
- Nel sito ZH\_2440A i rapporti max./medio non possono essere utilizzati per l'interpretazione, poiché la misurazione è stata falsata aprendo più volte le finestre. Si può quindi affermare che per le antenne convenzionali i rapporti max./medio si attestano tra 1,3 e 3,8, e sono quindi inferiori a quelli delle antenne adattive (3,1–5,7). Questa è una chiara indicazione della trasmissione direzionale dei dati utente da parte delle antenne adattive.
- La quota delle potenze di trasmissione installate [Werp] per le antenne adattive è pari a circa 11–36 per cento della potenza di trasmissione totale installata [Werp] nel settore osservato.
- La quota delle larghezze di banda occupata dalle antenne adattive si attesta tra il 18 e il 25 per cento della larghezza di banda totale del settore osservato.

#### 4 Conclusioni

Le misurazioni effettuate nell'ambito del presente rapporto confermano le caratteristiche di emissione seguenti:

- Nel caso delle antenne convenzionali, al momento della trasmissione dei dati utili aumenta l'intensità del campo nell'intero raggio d'azione dell'antenna, indipendentemente dalla posizione del ricevente.
- A livello delle antenne adattive, invece, i segnali radio sono misurati solo nei pressi del ricevente e nelle sue immediate vicinanze. Nel restante raggio d'azione dell'antenna adattiva le intensità del campo elettrico non aumentano durante la trasmissione dei dati.
- Dalla valutazione complessiva dei tre impianti radiomobili i segnali radio misurati per le antenne adattive sono in media nettamente inferiori a quelli per le antenne convenzionali.

Non si sono registrati cambiamenti significativi rispetto alle misurazioni del 2022 [3]:

- Nei due siti di misurazione vicino all'impianto KONI/BE173-1, sono stati rilevati più picchi di segnale rispetto al 2022, perché dal 2022 sono in funzione più terminali 5G. Tuttavia, le intensità di campo totali rimangono a un livello simile sia sul tetto della rastrelliera per biciclette che nel LAUS (interno Bienenhaus).
- Nei due siti di misurazione vicino all'impianto AG008-1, sono stati rilevati più picchi di segnale sulle antenne adattive rispetto al 2022, perché dal 2022 sono in funzione più terminali 5G. Tuttavia, le intensità di campo totali aumentano solo marginalmente (tetto dell'aula magna) o addirittura diminuiscono nel LAUS (all'interno del vecchio edificio scolastico).
- Nei due siti di misurazione vicino all'impianto ZH\_2440A, i picchi di segnale rilevati quest'anno sono paragonabili a quelli del 2022 e le intensità di campo complessive rimangono allo stesso livello sia sul tetto dell'azienda Hasler che nel LAUS (ora ufficio azienda Hasler) con la finestra chiusa.

Il confronto tra le due serie di misurazioni del 2022 e del 2025 mostra quindi che negli stessi siti di misurazione le intensità di campo ricevute sono rimaste quasi identiche in termini di valori massimi e medi. Anche la fluttuazione temporale è molto simile.

## Abbreviazioni

AG008-1	Stazione radiomobile di Sunrise a Neuenhof
VLImp	Valore limite dell'impianto secondo l'ORNI [1]
UFSP	Ufficio federale della sanità pubblica
UFCOM	Ufficio federale delle comunicazioni
BE173-1	Stazione radiomobile di Sunrise a Liebefeld
E	Intensità del campo elettrico in [V/m]
KONI	Stazione radiomobile di Swisscom a Liebefeld
RNI	Radiazioni non ionizzanti
LAUS	Luogo a utilizzazione sensibile secondo l'ORNI [1]
Werp	Potenza irradiata effettiva in [W]
ZH_2440A	Stazione radiomobile di Salt a Winterthur

## Riferimenti

- [1] Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI; RS 814.710)
- [2] Calcolo secondo le «Stazioni di base di telefonia mobile e WLL, raccomandazioni sull'esecuzione dell'ORNI, UFAFP 2002» incluse le rispettive aggiunte nonché modifica del 22 novembre 2024 delle raccomandazioni sull'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP 2002, relativa alla previsione matematica
- [3] Rapporto dell'8 dicembre 2022 «Intensità del campo elettrico nel campo effettivo di antenne radiomobili adattive e convenzionali»

## Allegato 1: Dati grezzi dei diagrammi di misurazione

I dati grezzi dei diagrammi di misurazione sono elencati nel file «Rohdaten\_données brutes\_dati grezzi\_2025.xls».