

Antenne adattative

Complemento del 23 febbraio 2021 alle raccomandazioni sull'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP 2002



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Antenne adattative

Complemento del 23 febbraio 2021 alle raccomandazioni sull'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP 2002

Nota editoriale

Valenza giuridica

La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni siano conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente.

Editore

Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)

L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Indicazione bibliografica

UFAM (ed.) 2021: Antenne adattative. Complemento del 23 febbraio 2021 alle raccomandazioni sull'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP 2002. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 2107: 16 pagg.

Grafica e impaginazione

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Foto di copertina

Al centro dell'albero, le antenne più piccole sono di tipo adattativo.

© UFAM

Link per scaricare il PDF

www.bafu.admin.ch/uv-2107-i

La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese. La lingua originale è il tedesco.

© UFAM 2021

Indice

<u>1 Situazione iniziale</u>	5
<u>2 Scopo e campo d'applicazione</u>	6
<u>3 Antenne adattative</u>	7
3.1 Definizione di antenne adattative	7
3.2 Stato d'esercizio determinante delle antenne adattative	7
3.3 Dichiarazione e valutazione delle antenne adattative nella scheda dei dati sul sito	8
3.3.1 Marcatura delle antenne adattative	9
3.3.2 Fattore di correzione per le antenne adattative	9
3.3.3 Potenza di trasmissione (ERP)	10
3.3.4 Limitazione automatica della potenza delle antenne adattative	10
3.3.5 Diagrammi d'antenna per antenne adattative	11
3.4 Prova del rispetto del valore limite d'immissione	11
3.5 Prova del rispetto del valore limite dell'impianto	12
<u>4 Sistema di garanzia della qualità</u>	13
<u>5 Misurazione di collaudo</u>	14
<u>Allegato 1: Esempio di foglio supplementare 2 della scheda dei dati sul sito</u>	15

1 Situazione iniziale

Le antenne di telefonia mobile finora utilizzate in Svizzera hanno un modello di radiazione che è spazialmente costante o può essere regolato solo manualmente o a distanza, eventualmente, entro perimetri limitati.

All'inizio del 2019, la Confederazione ha rilasciato ulteriori frequenze per le bande da 700 MHz, 1400 MHz e da 3500 MHz a 3800 MHz (= 3,5 gigahertz (GHz) a 3,8 GHz) per la telefonia mobile. Nella banda di frequenza da 3,5 GHz a 3,8 GHz in particolare, sono state usate recentemente e saranno usate in futuro antenne o sistemi di antenne a esercizio adattativo che possono regolare automaticamente la loro direzione di trasmissione e/o il loro diagramma d'antenna a brevi intervalli senza cambiare la direzione di montaggio («beamforming»). In questo modo, la radiazione deve essere trasmessa preferibilmente in quelle direzioni in cui è richiesta dal terminale. Le direzioni in cui nessun terminale richiede dati tendono ad essere meno irradiate.

Finora, nella valutazione dei trasmettitori radio mobili è stato utilizzato un approccio rigido del «worst case», che non ha tenuto conto delle caratteristiche di trasmissione specifiche delle antenne adattative. Il 17 aprile 2019 il Consiglio federale ha quindi adottato una modifica dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI), che disciplina la valutazione delle antenne adattative. Secondo il nuovo numero 63 dell'allegato 1 ORNI, lo stato di esercizio determinante per le antenne adattative è anche il numero massimo di conversazioni e di scambi di dati effettuabili alla potenza massima di trasmissione. Inoltre, a causa delle loro caratteristiche speciali, si deve tener conto della variabilità delle direzioni del trasmettitore e dei diagrammi d'antenna.

2 Scopo e campo d'applicazione

Il presente complemento alle «Raccomandazioni sull'esecuzione dell'ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti (ORNI) per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP (attuale UFAM), 2002, (compresi tutti i precedenti complementi) raccomanda come controllare dal punto di vista aritmetico la conformità all'ORNI delle antenne adattative. Il complemento si applica agli impianti di trasmissione per telefonia mobile con antenne adattative che trasmettono a frequenze fino a 6 GHz.

Il complemento contiene raccomandazioni su quando le antenne di telefonia mobile sono considerate adattative secondo l'allegato 1 numero 62 capoverso 6 ORNI e su come la variabilità delle direzioni dei trasmettitori e dei diagrammi d'antenna dovrebbe essere presa in considerazione per le antenne adattative in conformità all'allegato 1 numero 63 ORNI. Il complemento specifica in che modo i parametri tecnici delle antenne adattative devono essere registrati nella scheda dei dati sul sito e come deve essere calcolata la loro quota rispetto all'intensità del campo elettrico dell'impianto di trasmissione di telefonia mobile. Inoltre, vengono fornite informazioni su come le antenne adattative devono essere controllate nei sistemi di garanzia della qualità degli operatori di telefonia mobile.

Disposizione transitoria

Le antenne adattative erano già state approvate prima dell'entrata in vigore di questo complemento all'aiuto all'esecuzione mediante la considerazione dello scenario peggiore. L'adattamento dell'esercizio di queste antenne al complemento non è considerato una modifica secondo l'allegato 1 numero 62 capoverso 5 ORNI se la potenza di trasmissione ERP autorizzata non cambia quando si tiene conto del fattore di correzione. Secondo l'articolo 11 capoverso 2 lettera b ORNI, lo stato d'esercizio determinante giusta l'allegato 1 deve essere documentato nella scheda dei dati sul sito. Con l'impiego del complemento, due parametri vengono aggiunti al relativo stato d'esercizio (cfr. n. 3.3.1). Una scheda tecnica aggiornata del sito deve quindi essere presentata all'autorità.

3 Antenne adattative

3.1 Definizione di antenne adattative

L'ORNI definisce le antenne adattative come segue:

Allegato 1 n. 62 cpv. 6 ORNI

⁶ Le antenne di trasmissione sono considerate adattative se la loro direzione di trasmissione o il loro diagramma d'antenna è adattato automaticamente a breve distanza temporale.

Ci sono diversi termini per indicare l'esercizio adattativo delle antenne e le loro definizioni non sono sempre chiare (*beamforming, beam switching, beam steering, beam hopping, (massive) MIMO¹*, ecc.).

Le antenne adattative di cui all'ORNI sono antenne di trasmissione o sistemi di antenne che adattano automaticamente la loro direzione di trasmissione e/o il loro diagramma d'antenna tramite algoritmi a brevi intervalli (nell'ordine dei millisecondi fino a pochi secondi) senza cambiare la direzione di montaggio. Questa regolazione può avvenire sia nella direzione di trasmissione orizzontale che in quella verticale.

Le antenne adattative includono anche antenne convenzionali o sistemi di antenne convenzionali che sono azionati in modo adattativo. Le antenne adattative possono anche essere una parte di un'antenna combinata che consiste di antenne non adattative e adattative all'interno di un alloggiamento (cosiddetto radome).

Tuttavia, le antenne adattative possono essere utilizzate anche in modo non adattativo, cioè come antenne il cui modello di radiazione spaziale rimane costante. In questo caso, non sono considerate antenne adattative.

Inoltre, non sono considerate adattative le antenne la cui direzione di trasmissione è regolata individualmente sia manualmente sia tramite controllo remoto (ad es. la regolazione dell'angolo di inclinazione elettrica delle antenne a settore convenzionali).

Qui di seguito, il termine «antenne adattative» si riferisce sempre alle *antenne che funzionano in modo adattativo secondo l'ORNI*.

3.2 Stato d'esercizio determinante delle antenne adattative

L'ORNI definisce lo stato d'esercizio determinante per le antenne adattative come segue:

Allegato 1 n. 63 ORNI

È considerato stato d'esercizio determinante il numero massimo di conversazioni e di scambi di dati effettuabili alla potenza massima di trasmissione; per le antenne adattative si tiene conto della variabilità delle direzioni di trasmissione e dei diagrammi d'antenna.

Secondo l'allegato 1 numero 63 ORNI, la variabilità della direzione di trasmissione e del diagramma d'antenna è presa in considerazione quando si determina lo stato d'esercizio pertinente di un'antenna adattativa. In particolare,

¹ Multiple Input Multiple Output

bisogna tenere conto del fatto che le antenne adattative non possono irradiare simultaneamente la massima potenza di trasmissione possibile in tutte le direzioni – che corrisponderebbe allo scenario peggiore; in realtà, la potenza di trasmissione è divisa per i segnali irradiati in diverse direzioni. Per dirla in altre parole, la massima potenza di trasmissione può essere irradiata solo in una direzione in qualsiasi momento. Questa circostanza deve essere presa in considerazione quando si determina lo stato d'esercizio determinante delle antenne adattative come segue:

- Il calcolo si basa su «diagrammi d'antenna a inviluppo» (cap. 3.3.5), che tengono conto del massimo fattore di guadagno dell'antenna possibile per ogni direzione del trasmettitore.
- Un fattore di correzione K_{AA} (cap. 3.3.2) può essere applicato alla potenza massima di trasmissione $ERP_{max, n}$ dell'antenna adattativa n (corrisponde alla potenza totale di ingresso dell'antenna adattativa moltiplicata per il fattore di guadagno massimo dell'antenna)².
- Il fattore di correzione K_{AA} dipende dal numero di unità d'antenna controllabili separatamente (*sub-array*) (cfr. tabella 1).
- Questa potenza di trasmissione corretta corrisponde alla potenza di trasmissione autorizzata ERP_n e viene inserita nella scheda dei dati sul sito.
- Un prerequisito per l'impiego del fattore di correzione per le antenne adattative è che esse siano dotate di una limitazione automatica della potenza che assicuri che la potenza di trasmissione media su un periodo di 6 minuti non superi la potenza di trasmissione ERP_n approvata.

3.3 Dichiarazione e valutazione delle antenne adattative nella scheda dei dati sul sito

Il calcolo dell'intensità del campo elettrico nei luoghi a utilizzazione sensibile (LAUS) nella scheda dei dati sul sito è effettuato per gli impianti di trasmissione di telefonia mobile con antenne adattative come descritto nella raccomandazione di esecuzione, compresi i complementi.

Le antenne adattative possono formare un impianto insieme alle antenne non adattative – si applica la definizione di impianti secondo l'allegato 1 numero 62 ORNI.

Ogni antenna di un impianto deve essere elencata e calcolata in una colonna separata nella scheda dei dati sul sito. Il calcolo della potenza cumulativa tra antenne adattative e non adattative nello stesso alloggiamento dell'antenna non è ammissibile, poiché la loro valutazione non si basa sullo stesso stato d'esercizio determinante.

Se un'antenna funziona in modo adattativo o non adattativo deve essere dichiarato nel foglio supplementare 2 della scheda dei dati sul sito. Un esempio del foglio supplementare 2 adattato figura nell'allegato 1.

² La potenza massima di trasmissione $ERP_{max, n}$ è divisa tra gli elementi dell'antenna o *sub-array* dell'antenna n .

3.3.1 Marcatura delle antenne adattative

Nel foglio supplementare 2 le antenne adattative sono dichiarate come segue:

- con la «Designazione del tipo di antenna» è inserito un nuovo campo «esercizio adattativo», che si compila con «sì» o «no»;
- Il numero di *sub-array* è anche specificato in un ulteriore campo. I *sub-array* con diverse polarizzazioni – ad es. con dipoli a polarizzazione incrociata – sono conteggiati una sola volta.

Se le antenne adattative sono installate insieme ad antenne non adattative nello stesso alloggiamento dell'antenna (cosiddetto radome), queste devono essere elencate e calcolate in una colonna separata nella scheda dei dati sul sito. Il bordo inferiore è quello dell'intero alloggiamento, anche per quei modelli in cui due alloggiamenti sono saldamente avvitati insieme.

3.3.2 Fattore di correzione per le antenne adattative

Il fattore di correzione K_{AA} per le antenne adattative con limitazione automatica attiva della potenza (cap. 3.3.4) dipende dal numero di unità d'antenna controllabili separatamente (*sub-array*). Il fattore di correzione K_{AA} viene applicato alla potenza massima di trasmissione $ERP_{max, n}$. I fattori di correzione indicati nella tabella 1 sono la massima correzione consentita per il corrispondente numero di *sub-array*. Maggiore è la correzione, minore è il valore numerico del fattore. I valori indicati nella tabella corrispondono quindi al limite inferiore del valore numerico del fattore di correzione.

Tabella 1:

Fattore di correzione K_{AA}

Numero di <i>sub-array</i>	Fattore di correzione K_{AA}	Fattore di correzione in dB
64 e più	$\geq 0,10$	≥ -10 dB
da 32 a 63	$\geq 0,13$	≥ -9 dB
da 16 a 31	$\geq 0,20$	≥ -7 dB
da 8 a 15	$\geq 0,40$	≥ -4 dB
da 1 a 7	1	0 dB

Il fattore di correzione per le antenne adattative deve essere memorizzato nel sistema di garanzia della qualità (cap. 4). Può essere applicato solo se il sistema di garanzia della qualità e la limitazione automatica della potenza sono stati controllati da un centro di prova esterno e indipendente³.

Se non c'è una limitazione di potenza automatica attiva per l'antenna adattativa e per le antenne non adattative, il fattore di correzione non deve essere applicato, cioè il fattore di correzione è 1 (o 0 dB) in questo caso.

³ Garanzia di qualità per il rispetto dei valori limite dell'ORNI per le stazioni di base per i collegamenti di telefonia mobile e senza fili degli abbonati, UFAM; 16.1.2006.

3.3.3 Potenza di trasmissione (ERP)

Per le antenne adattative, si inserisce la potenza di trasmissione equivalente (ERP) per antenna (in watt), che corrisponde alla potenza massima di trasmissione moltiplicata per il fattore di correzione (cap. 3.3.2).

La potenza di trasmissione determinante ERP_n dell'antenna adattiva n si calcola dunque come segue:

$$ERP_n = K_{AA} \times ERP_{max,n}$$

dove K_{AA} è il fattore di correzione ed $ERP_{max,n}$ è la massima potenza di trasmissione ERP per la quale è stato utilizzato il massimo fattore di guadagno dell'antenna.

L'allegato 1 numero 64 dell'ORNI definisce il valore limite dell'impianto per il valore efficace dell'intensità del campo elettrico. Ciò significa che il valore medio quadratico dell'intensità di campo o il valore medio della potenza di trasmissione sottostante deve essere formato su un intervallo di tempo specifico.

In termini concreti, questo significa per l'esercizio «*Time Division Duplex*» (TDD) che il rapporto della durata del *downlink* in un intervallo di tempo specifico (*duty cycle*) può essere preso in considerazione quando si specifica la potenza di trasmissione (ERP) ERP_n^4 .

Il *duty cycle* per l'esercizio TDD non è specificato nella scheda dei dati sul sito, ma deve essere memorizzato nel sistema di garanzia della qualità al fine di documentare correttamente il percorso di potenza durante il monitoraggio della potenza di trasmissione.

3.3.4 Limitazione automatica della potenza delle antenne adattative

La limitazione automatica della potenza rileva continuamente la potenza totale irradiata di un'antenna adattativa. Se si verificano picchi di potenza a breve termine al di sopra della potenza di trasmissione ERP_n dichiarata nella scheda dei dati sul sito, la potenza viene ridotta (e quindi la capacità fornita) in misura tale che la potenza di trasmissione media su un periodo di 6 minuti non superi la potenza di trasmissione dichiarata.

Il funzionamento della limitazione automatica della potenza è assicurato nel sistema di garanzia della qualità. Come il sistema di garanzia della qualità, anche la limitazione automatica della potenza deve essere verificata periodicamente da un organismo di controllo esterno e indipendente. È auspicabile l'accreditamento di questo organismo di controllo per la realizzazione di audit. I rapporti di audit devono essere presentati alle autorità competenti.

I guasti della limitazione automatica della potenza devono essere segnalati, così come qualsiasi superamento del valore medio di 6 minuti della potenza di trasmissione oltre l' ERP_n di potenza di trasmissione dichiarato.

Il funzionamento e la soluzione software della limitazione automatica della potenza devono essere trasparenti e verificabili dall'autorità.

I rapporti di errore dai sistemi di assicurazione della qualità sono riportati all'autorità come accaduto finora.

⁴ Per esempio, il *duty cycle* per l'esercizio TDD con 4 unità di tempo in *downlink* e un'unità di tempo in *uplink* è rispettivamente di 0,8 e circa -1 dB.

3.3.5 Diagrammi d'antenna per antenne adattative

Per le antenne adattative, i diagrammi d'antenna sono allegati alla scheda dei dati sul sito che tengono conto del massimo fattore di guadagno dell'antenna possibile per ogni direzione di trasmissione o avvolgono tutti i singoli diagrammi per le direzioni di trasmissione previste (quindi «diagrammi d'antenna a involuppo»). Questi diagrammi devono essere presentati all'autorità anche in formato elettronico. Su richiesta dell'autorità, devono essere forniti anche i diagrammi a involuppo su cui si basano i singoli diagrammi.

I diagrammi d'antenna a involuppo includono tutti gli scenari o costellazioni per i quali è destinata l'antenna adattativa. Se l'antenna adattativa viene successivamente utilizzata in una costellazione che non rientra nel diagramma d'antenna con involucro, ad esempio a causa dell'uso di un nuovo software, deve essere presentata all'autorità una scheda tecnica aggiornata con il diagramma d'antenna a involuppo adattato di conseguenza.

I diagrammi d'antenna a involuppo possono tenere conto del fatto che i canali di traffico mostrano un guadagno minore per gli angoli che deviano fortemente dalla direzione del fascio principale. Cioè un involucro non è semplicemente generato intorno a tutti i singoli diagrammi dei fasci di traffico – ognuno dei quali è normalizzato a 0 dB – ma il guadagno d'antenna del rispettivo diagramma è preso in considerazione per ogni direzione.

I diagrammi d'antenna a involuppo delle antenne adattative spesso non hanno un chiaro massimo o una chiara direzione di trasmissione principale. In molti casi l'attenuazione direzionale è di 0 dB su una certa gamma angolare. La lettura dell'«angolo del LAUS rispetto alla direzione critica del trasmettitore» (orizzontale o verticale) può quindi non essere univoca. Per evitare ciò, i diagrammi d'antenna con involucro devono essere allineati in modo che 0° azimut e 0° elevazione corrispondano sempre alla verticale sul pannello dell'antenna.

Deve essere chiaro all'autorità da quali diagrammi individuali è stato generato il diagramma dell'antenna a involuppo⁵.

Il sistema di garanzia della qualità assicura che la costellazione in funzione sia conforme con il diagramma dell'antenna a involuppo.

Per le misure di accettazione, devono essere resi disponibili anche i diagrammi dei canali fisici di trasmissione (*Physical Broadcast Channels, PBCH*). Questi sono necessari per il calcolo del valore di valutazione (estrapolazione allo stato di esercizio determinante).

3.4 Prova del rispetto del valore limite d'immissione

Come prima, la prova aritmetica del rispetto del valore limite d'immissione secondo l'allegato 2 ORNI in un sito per la residenza di breve durata è fornita nel foglio supplementare 3a della scheda dei dati sul sito. A tal fine, si utilizza la potenza di trasmissione dichiarata nel foglio complementare 2. Poiché la limitazione automatica della potenza per le antenne adattative assicura che la potenza di trasmissione autorizzata sia sempre rispettata, in media su 6 minuti, è garantito che il valore dell'intensità di campo calcolato con questa potenza di trasmissione sia sempre rispettato, in media su 6 minuti. Secondo l'allegato 2 numero 11 ORNI, il valore limite di immissione si applica al valore effettivo dell'intensità del campo elettrico medio su un periodo di 6 minuti.

⁵ Ad esempio sotto forma di elenco nell'intestazione del file con il diagramma dell'antenna con involucro.

3.5 Prova del rispetto del valore limite dell'impianto

La prova aritmetica del rispetto del valore limite dell'impianto secondo l'allegato 1 numero 64 ORNI in un luogo a utilizzazione sensibile (LAUS) è fornita come prima nel foglio supplementare 4a (o dopo una misurazione di collaudo anche con il foglio supplementare 4b) della scheda dei dati sul sito. A tal fine, si utilizza la potenza di trasmissione dichiarata nel foglio complementare 2.

Poiché i diagrammi d'antenna con involucro delle antenne adattative spesso non hanno un valore massimo marcato rispetto alle antenne settoriali convenzionali (cioè un'attenuazione direzionale di 0 dB su una gamma angolare più ampia), potrebbe essere necessario studiare più LAUS che con le antenne convenzionali. Nell'interesse della trasparenza, può quindi essere utile documentare l'ubicazione dei LAUS che sono maggiormente sollecitati attraverso una mappa dell'intensità di campo.

4 Sistema di garanzia della qualità

Come già detto, i sistemi di garanzia della qualità per le antenne adattative raccomandati nella circolare sulla garanzia della qualità per il rispetto dei valori limite dell'ORNI per le stazioni di base per la telefonia mobile e per i collegamenti telefonici senza filo (disponibile unicamente in tedesco «Qualitätssicherung zur Einhaltung der Grenzwerte der NISV bei Basisstationen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse» e in francese «L'assurance de qualité aux fins de respecter les valeurs limites de l'ORNI en ce qui concerne les stations de base pour téléphonie mobile et raccordements sans fil») UFAM 2006, devono essere documentati e controllati con ulteriori parametri che hanno un'influenza sulla potenza di trasmissione e sul comportamento delle radiazioni:

- stato, se l'antenna funziona in modo adattativo
- fattore di correzione K_{AA}
- specificazione della modalità di esercizio (diagramma d'antenna impostato o «scenario di copertura»); la modalità di esercizio corrisponde al diagramma a involuppo? (L'antenna è gestita in modo tale che tutti i possibili diagrammi d'antenna si trovino all'interno del diagramma d'antenna con involucro?)
- controllare se la limitazione automatica della potenza è attivata
- intervallo di tempo in cui la potenza di trasmissione viene mediata durante la limitazione automatica della potenza (6 minuti)
- indicazione del *duty cycle* se l'antenna funziona con TDD

Qualsiasi deviazione dallo stato d'esercizio approvato che viene rilevata deve essere rettificata entro 24 ore. I registri degli errori sono inviati all'autorità responsabile dell'esecuzione ogni due mesi senza essere richiesti e sono conservati per almeno dodici mesi. Tutte le informazioni di cui sopra devono essere accessibili e tracciabili senza limitazioni per l'autorità.

5 Misurazione di collaudo

Secondo la raccomandazione d'esecuzione per le stazioni di base di telefonia mobile e WLL, UFAFP, 2002, una misurazione di collaudo deve essere generalmente effettuata se, secondo la previsione calcolata, l'80 per cento del valore limite d'installazione è raggiunto in un LAUS. In casi giustificati, l'autorità può anche abbassare questa soglia o rinunciare alla misurazione se l'intensità di campo è superiore all'80 per cento del limite dell'impianto.

In pratica, le misurazioni di collaudo sono state spesso previste in tutti i LAUS in cui l'80 per cento o più del valore limite dell'impianto veniva raggiunto. Quando si usano antenne adattative, ci possono essere potenzialmente più LAUS la cui esposizione raggiunge questa soglia a causa dei diagrammi d'antenna con involucro più ampi. L'autorità può fare una selezione dei LAUS da misurare, tenendo conto delle ragioni tecniche e della sua esperienza.

L'Istituto federale di metrologia (METAS) ha pubblicato il rapporto tecnico «Metodo di misurazione per stazioni di base 5G NR fino a 6 GHz» il 18 febbraio 2020. Spiega come la radiazione delle antenne adattative viene misurata ed estrapolata al valore di valutazione.

Allegato 1: Esempio di foglio supplementare 2 della scheda dei dati sul sito

Foglio supplementare 2: Dati tecnici sulle antenne trasmettenti per la telefonia mobile e i collegamenti telefonici senza filo dell'impianto

Quota 0:

Numero di sequenza <i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
N. dell'antenna	1	1	1	2	2			
Banda di frequenza (in MHz)	1800	2100	2600	3500	3500			
Operatore di rete	Azienda 1	Azienda 1	Azienda 1	Azienda 1	Azienda 1			
Designazione del tipo di antenna	K000001	K000001	K000001	A000002	A000002			
Esercizio adattativo	No	No	No	Sì	Sì			
Numero di <i>sub-array</i>	-	-	-	32	32			
Altezza dell'antenna sopra la quota 0 (in m)	15.0	15.0	15.0	20.0	20.0			
<i>ERP_n</i> : potenza di trasmissione (in W)	2000			1200	1200			

Direzione del fascio principale

Azimut (in gradi da N)	0	0	0	120	240			
Angolo di inclinazione meccanica (inclinazione verso il basso, in gradi rispetto all'asse orizzontale)	-3	-3	-3	0	0			
Angolo di inclinazione elettrica (inclinazione verso il basso, in gradi)	0 ÷ -10	0 ÷ -10	0 ÷ -10	0	0			
Angolo di inclinazione totale (inclinazione verso il basso, in gradi rispetto all'asse orizzontale)	-3 ÷ -13	-3 ÷ -13	-3 ÷ -13	0	0			

Rilevanti per la determinazione del perimetro dell'obiezione sono le antenne nel settore da ... -45 ° a ... 45..... °

ERP_{Settore}: potenza totale di trasmissione delle antenne in questo settore: 2000 W*AGW*: valore limite dell'impianto: V/m

Distanza massima per il diritto di opposizione :

$$d_{\text{opposizione}} = \frac{70}{AGW} \cdot \sqrt{ERP_{\text{Settore}}} = \boxed{522 \text{ m}}$$

Da trasferire al n. 6 del modulo principale