

# **Wi-fi e RadioLAN: la conformità ai limiti di legge mediante la definizione di volumi di rispetto. Un approccio semplificato e le linee guida ARPA-FVG**

Battistutta M., Moretuzzo M., Tramontin L., Bampo A., Monego C., Telesca M., Montefusco C.  
Arpa FVG, Via Colugna 42, 33100 Udine (UD), marco.battistutta@arpa.fvg.it

## **RIASSUNTO**

*Nel 2011 ARPA FVG ha emesso una "PROCEDURA SEMPLIFICATA PER L'ESECUZIONE DI PARERI PREVENTIVI ALL'INSTALLAZIONE E MODIFICA DI IMPIANTI FISSI DI TELECOMUNICAZIONE DI BASSA POTENZA ( $\leq 5W$ )". La formulazione di questa procedura risponde alle numerose richieste di compatibilità ambientale per installazioni WiFi - Hiperlan ed intende fornire uno strumento rapido a disposizione anche degli installatori per valutare la compatibilità ambientale degli impianti, sempre più diffusi, in relazione agli ambiti di installazione. L'articolo descrive le problematiche alle quali lo strumento risponde e il metodo di valutazione adottato.*

## **INTRODUZIONE**

Il continuo incremento delle reti wireless e di punti d'accesso distribuiti sul territorio, in maniera rispondente alle necessità di copertura dei gestori di rete, ha reso necessaria la definizione di criteri per la valutazione della conformità di queste installazioni con i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità fissati dalla normativa per l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici. Nonostante le potenze in discussione siano molto limitate ( $\leq 1W$  EIRP), la capillarità di alcune reti a pubblico accesso si avvale di punti di connessione wireless indoor o di installazioni a parete o su edificio, rendendo teoricamente possibile la presenza di valori superiori ai limiti di legge in aree accessibili alla popolazione.

Il sistema previsionale (procedura standard ARPA FVG) adottato per l'analisi di impatto elettromagnetico di impianti quali stazioni radio-base, radio, TV rivela alcuni limiti sia teorici che pratici nell'applicabilità a situazioni come quelle descritte. In particolare esso si avvale di simulazioni del campo elettrico effettuate in approssimazione di campo lontano, condizione che non è verificata per gli impianti a bassa potenza da valutare. Per questo motivo, gli stessi diagrammi di antenna che vengono normalmente utilizzati per la valutazione del campo lontano, non hanno efficacia descrittiva nella regione interessata da campo di Fresnel. A questo si aggiunge la notevole varietà degli apparecchi digitali per la diffusione del segnale, i quali, seppur conformi alle caratteristiche tecniche della direttiva 1999/5/CE, denotano scarsa documentazione in merito alla distribuzione spaziale della potenza emessa.

## **PROBLEMATICHE DI VALUTAZIONE**

Un criterio valutativo che possa considerarsi utile, deve essere tecnicamente applicabile, e si ritiene che debba costituire uno strumento di semplificazione e di controllo contestuale alla liberalizzazione delle reti Radiolan.

Sotto questo aspetto i vari sistemi di valutazione per ora si polarizzano da un lato verso approcci teorici che dimostrano difficoltà applicative nei casi pratici, dall'altro verso la liberalizzazione senza accertamenti per impianti al di sotto di una certa potenza.

Nel caso specifico dell'esperienza di ARPA FVG, il problema si è presentato nella valutazione di reti RadioLan e Hiperlan. Gli impianti sotto esame, infatti, hanno caratteristiche che rendono inappropriati gli strumenti convenzionali di valutazione basati sull'utilizzo dei diagrammi d'antenna. La procedura standardizzata, infatti, prevede una valutazione di tipo deterministico che, per gli elevati oneri computazionali, comporta uno spreco di risorse nella valutazione di casi (es: antenne su paline) che possono essere ricondotti ad una trattazione molto più semplice. Un approccio cautelativo in ogni caso non può prescindere dalla localizzazione di volumi nei quali possono verificarsi campi elettrici (o densità di potenza) maggiori dei limiti di legge. Tuttavia, qualora questi campi si verificino entro la zona interessata da campo vicino, non è possibile mapparli ricorrendo ai diagrammi di antenna, i quali comportano una trattazione dettagliata che si allontana dai requisiti di semplicità che si vuole raggiungere mediante la procedura in oggetto.

I limiti tecnici di utilizzo nelle applicazioni Radio-HiperLan sono riportati in tabella 1 [cfr. raccomandazione CEPT ERC/REC 70-03, piano nazionale delle frequenze (PNF)].

**Tabella 1** – Potenze limite relative alle frequenze Radio-HiperLan

| Banda di frequenza (GHz)      | Potenza     |
|-------------------------------|-------------|
| 2,4 – 2,4835                  | 100 mW EIRP |
| 5,15 – 5,35 ( <i>indoor</i> ) | 200 mW EIRP |
| 5,47 – 5,725                  | 1 W EIRP    |
| 17,1 – 17,3                   | 100 mW EIRP |

Il limite di utilizzo delle equazioni di campo lontano si assesta in un intervallo tra  $2l^2/\lambda$  e  $l^2/2\lambda$ , dove  $l$  è la lunghezza dell'antenna. Per gli impianti in esame, con antenne lunghe tra i 5 cm e 1 m e lunghezze d'onda tra 0,06 m e 0,12 m, le distanze oltre le quali possono essere usati i diagrammi di antenna sono riportate in tab.2. Nella stessa tabella vengono anche riportate le distanze relative ai limiti tra campo reattivo e radiativo, pari a  $3\lambda$ .

**Tabella 2** – Distanze limite tra campo reattivo, radiativo e lontano per antenne su standard WiFi – Hiperlan

| Lunghezza antenna (m) | frequenza 2,5 GHz   | Frequenza 5 GHz |
|-----------------------|---|-----------------|
|                       | <i>Distanza limite tra campo reattivo e campo di Fresnel radiativo</i>                    |                 |
|                       | 0,36 m  | 0,18 m          |
|                       | <i>Intervallo di distanza limite tra campo di Fresnel e campo di Fraunhofer (lontano)</i> |                 |
| 1                     | 3 – 12 m  | 4,16 – 16,64 m  |
| 0.7                   | 2 – 8 m   | 4 – 16 m        |
| 0.6                   | 1,5 – 6 m   | 3 – 12 m        |
| 0.5                   | 1 – 4 m   | 2 – 8 m         |
| 0.3                   | 0,3 – 1,2 m   | 0,75 – 5 m      |

Le basse potenze in questione portano ad interessare con campi superiori a 6V/m ridotte aree del territorio presso gli impianti in questione (a seconda dell'impianto e delle antenne, si tratta di distanze che variano da 1 a 3 m), e, come si può osservare da un confronto con le distanze riportate in tabella 2, esse ricadono quasi sempre al di sotto del limite oltre il quale ha senso l'introduzione del diagramma d'antenna.

Molte antenne diffuse nel settore commerciale non dispongono di dati tecnici relativi all'irraggiamento del dispositivo su campo lontano, in quanto progettati per coperture di aree limitate. Questo fatto rende ancora più necessaria l'adozione di una procedura semplificata in grado di quantificarne l'impatto elettromagnetico.

Tali problematiche hanno spostato l'attenzione di ARPA FVG verso lo sviluppo di una procedura semplificata per la valutazione di conformità di installazioni WiFi con i limiti ambientali. La procedura in oggetto è stata sviluppata in armonia con le norme CEI 211-10 ed offre la possibilità di essere applicata a diversi livelli di approssimazione in funzione della diversa quantità di dati radioelettrici che il gestore è in grado di reperire o fornire (potenza, numero di celle, guadagno antenne,...).

Il fine della procedura è quello di presentare un agile strumento non solo previsionale, ma anche in grado di fornire all'installatore un'indicazione circa l'adeguato posizionamento dell'*access point*, mediante un semplice calcolo del volume di rispetto da mantenere inaccessibile alla popolazione. La procedura può essere applicata più in generale anche ad impianti di bassa potenza sotto i 5W al connettore d'antenna.

## IL METODO DEI VOLUMI DI RISPETTO

La procedura ARPA FVG consente di accertare la conformità dei progetti tramite la definizione di opportuni volumi di rispetto e la successiva verifica che tali volumi non intersechino determinate aree del territorio.

Si è scelto di escludere dalla procedura illustrata i ripetitori punto-punto i quali, per le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento, convogliano l'energia elettromagnetica in una regione limitata e priva d'ostacoli attorno alla direzione di irraggiamento, che viene sempre mantenuta libera ai fini della corretta esecuzione del collegamento. La procedura inoltre non viene applicata nei casi di aree del territorio interessate da valori di campo noti, già prossimi ai limiti di legge, in quanto queste situazioni necessitano una trattazione più articolata. Gli impianti radio, TV e di telefonia mobile vengono invece valutati secondo la procedura standard.

In tutti i casi ricadenti nella presente procedura (antenne punto-multipunto, hot spot) si procede a definire il volume di rispetto interessato dall'impianto. Il volume è definito seguendo 3 livelli di approfondimento, corrispondenti a 3 geometrie attorno al centro elettrico: la sfera, il cilindro e il parallelepipedo, considerate in questo ordine di approssimazione decrescente. Il volume di rispetto diventa più circoscritto ad ogni grado di approfondimento. Secondo questo procedimento, se il volume sferico considerato (il più cautelativo) risulta inaccessibile, allora è assicurata la compatibilità ambientale dell'impianto. La formula di definizione del raggio della sfera è:

$$R = \frac{\sqrt{30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max}}}{f_1 \cdot E_{lim}}$$

con:

$P_{tot}$  = potenza totale dell'impianto, inteso come somma delle singole potenze ai connettori delle antenne

$G_{max} = 10^{G(dbi)/10}$

$f_1 = 0,75$  fattore di sicurezza utilizzato per considerare l'interazione di eventuali altri impianti presenti in zona

$f_2 = 10^{-ATT(dB)/10}$  questo fattore correttivo considera l'attenuazione dovuta alle pareti degli edifici, disponibile in letteratura.

$E_{lim}$  = valore di campo massimo in relazione alla destinazione d'uso (limite di esposizione/valore di attenzione)

Figura 1 – Volume di rispetto sferico

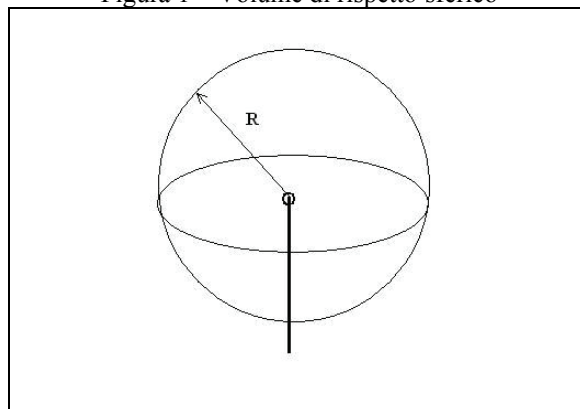
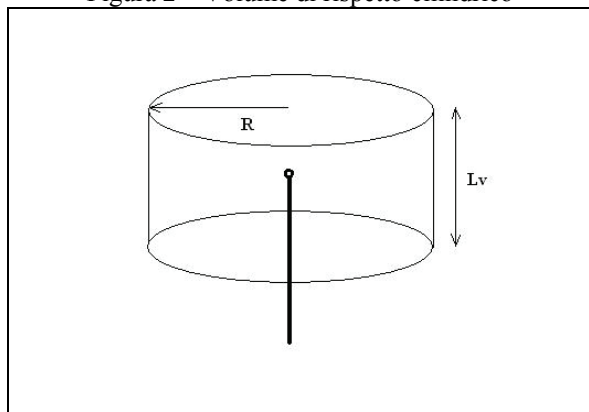


Figura 2 – Volume di rispetto cilindrico



Se l'analisi territoriale condotta con volume sferico rivela un'intersezione tra il volume e le aree territoriali interessate dal limite di esposizione/valore di attenzione, è necessario raffinare l'analisi e passare al successivo e più dettagliato volume di rispetto (cilindro).

Per la geometria cilindrica (v. fig.2). la dimensione R è analoga al raggio sferico, mentre  $L_v$  è definito come:

$$L_v = \frac{\sqrt{2 \cdot 30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max}}}{f_1 \cdot E_{lim}} \cdot \sin(\theta_v / 2)$$

con:

$\theta_v$  = angolo a metà potenza nel piano verticale

Come al passo precedente, se il volume così definito non interseca aree a permanenza della popolazione (anche operando mediante una adeguata installazione) la compatibilità ambientale è garantita, altrimenti è possibile un ultimo livello di approfondimento mediante un volume di rispetto a forma di parallelepipedo, le cui dimensioni sono:

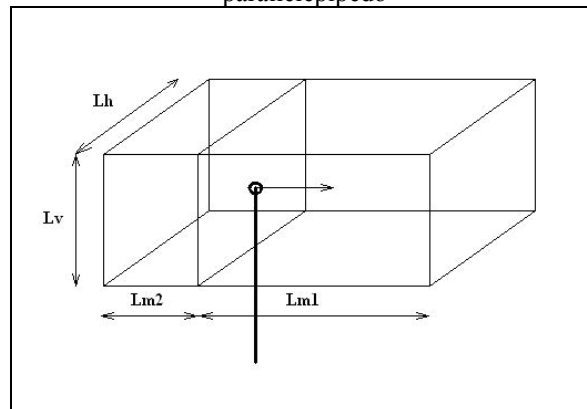
$$L_{m1} = \frac{\sqrt{30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max}}}{f_1 \cdot E_{lim}}$$

$$L_{m2} = \frac{\sqrt{30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max} \cdot fb}}{f_1 \cdot E_{lim}}$$

$$L_v = \frac{\sqrt{2 \cdot 30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max}}}{f_1 \cdot E_{lim}} \cdot \sin(\theta_v / 2)$$

$$L_H = \frac{\sqrt{2 \cdot 30 \cdot f_2 \cdot P_{tot} \cdot G_{max}}}{f_1 \cdot E_{lim}} \cdot \sin(\theta_H / 2)$$

Figura 3 – Volume di rispetto in forma di parallelepipedo



$\theta_H$  = angolo a metà potenza nel piano orizzontale

fb = valore front-to-back dell'antenna in unità lineari

A questo ultimo livello è possibile determinare in maniera definitiva la conformità ambientale o meno dell'impianto secondo la procedura semplificata.

Eventuali problematiche che richiedano una trattazione più complessa possono essere valutate mediante procedure standard o approcci previsionali più scientifici.

## CONCLUSIONI:

La procedura semplificata per la valutazione di impianti a potenza inferiore ai 5 W consente la valutazione della conformità ambientale di un elevato numero di impianti punto-multipunto e hot spot Wi-Fi, in funzione delle loro caratteristiche radioelettriche. La procedura inoltre si presta anche alla valutazione di impianti la cui documentazione è carente, in quanto si possono utilizzare nell'algoritmo un numero minimo di informazioni (es: potenza massima EIRP ammessa per legge per tipologia di impianto) per descrivere la geometria del volume di rispetto associato alle diverse installazioni. Il metodo inoltre introduce nella valutazione l'uso dei coefficienti di attenuazione dovuti a pareti di edifici, caratteristica che rende questa procedura adatta anche alla valutazione di installazioni indoor o di hot-spot a parete.

## Bibliografia

D. Lgs. n. 259 del 01.08.03 e s.m.i. "Codice delle comunicazioni elettroniche".

Legge n. 36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".

D.P.C.M. del 08 luglio 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"*.

D.P. Reg. n. 094/Pres. del 19-4-2005 *Regolamento di attuazione della legge regionale n. 28/2004 (Disciplina in materia di infrastrutture per la telefonia mobile)*.

Guida CEI 211-10 *"Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza"*.

Guida CEI 211-7 *"Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana"*.

*Progetto di Guida CEI 211-4 del 1999 "Progetto C. 735"*