

La mia End-Fed

Teoria, costruzione e misura

di Angelo Brunero IK1QLD

Si tratta di un'antenna filare multibanda, che funziona sul principio della Zeppelin End Fed (di cui si trova molta più documentazione sia su testi specifici che sulla Rete) dove la linea bifilare usata per la sua alimentazione eccentrica viene sostituita da un cavo coassiale a 50Ω . In pratica è un filo elettrico lungo circa quanto metà della lunghezza d'onda più lunga sulla quale lo si vuole fare funzionare e per tale ragione la troviamo anche sotto il nome di EFHW o End-Fed Half-Wave: per esempio, un filo elettrico lungo circa 40 metri risuona sulla banda degli 80 metri (essendo metà della lunghezza d'onda), ma in buona approssimazione risuona anche sulla seconda, terza, quarta armonica; e non solo.

La teoria

Un dipolo può essere alimentato in un punto qualsiasi della sua lunghezza ma solo a metà di esso (ovvero se lo dividiamo a mezzo e lo alimentiamo in quel punto ottenendo due semidipoli) troviamo un'impedenza di circa 70Ω . Nell'antenna Windom, dove l'alimentazione è a circa $1/3$ della sua lunghezza, troviamo circa 200Ω . Possiamo anche alimentare il dipolo in questione ad una sua estremità (a questo punto avremo un solo semidipolo, vedi Fig. 1) trovando però una impedenza piuttosto alta (la letteratura riporta valori tra 3000 e 5000Ω); che vantaggio può dare l'ali-

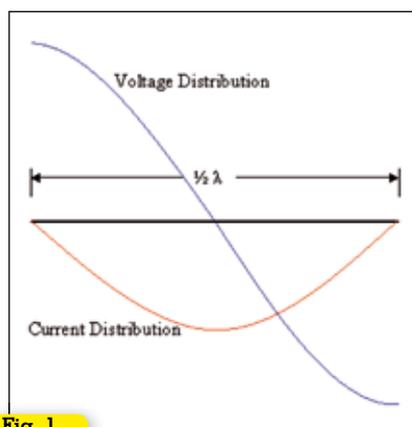


Fig. 1

mentazione ad una estremità? L'alta impedenza che si trova in quel punto di alimentazione è dovuta alla bassa corrente (nodo di corrente) ed all'alta tensione (ventre di tensione) localizzata in quel punto del filo. Alimentando il nostro filo elettrico ad una estremità, non con una linea a scaletta da 450Ω ma con un cavo coassiale, occorre interporre un adattatore di impedenza/trasfor-

mattore con rapporto $9:1$, sostanzialmente un Un-Un in tensione (voltage fed); il problema con una alimentazione ad una estremità è però in realtà un vantaggio: infatti alta impedenza significa che al punto di alimentazione si ha alta tensione e bassa corrente, basse perdite e non viene sostanzialmente richiesto un riferimento a massa (assunti che ho trovato in diversi siti in Rete). In teoria con opportuno toroide dove si abbia un rapporto $9:1$ tra due avvolgimenti (che corrisponde ad un rapporto di impedenze di $81:1$) si può ottenere un buon adattamento da circa 4000Ω a 50Ω .

Trovato come avere (almeno in teoria) 50Ω ad una estremità della End-Fed (o End-Fed Half-Wave), detto di come non sia sostanzialmente necessario un contrappeso elettrico (anche se alcuni riportano che occorra un contrappeso di $0,05\lambda$), la letteratura riporta che tale anten-

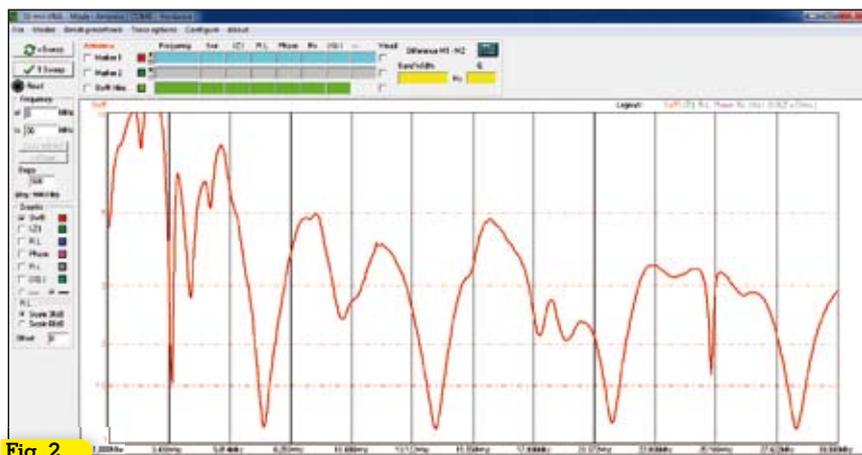


Fig. 2

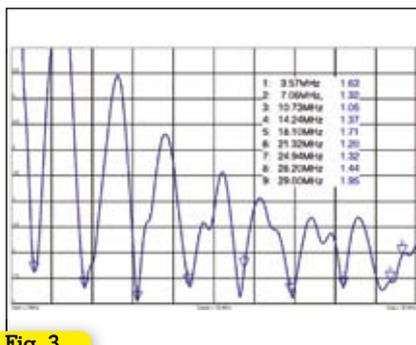


Fig. 3

na ha delle sufficienti risonanze un po' su tutte le bande dei radioamatori: un monopolo di circa 40 metri, alimentato con un adattatore/trasformatore in tensione con rapporto 9:1 è descritto risuonaresui 10/12/15/17/20/30/40/80 metri.

La figura 2, presa da <https://www.hyendcompany.nl/>, è sufficientemente esplicativa di come, oltre alle risonanze in seconda, terza, quarta, ecc. armonica, ci siano altri punti dove si riescono ad avere dei rapporti di onda stazionaria abbastanza favorevoli. La figura 3, presa da <http://myantennas.com/wp/product/efhw-8010/>, mostra in una raffigurazione analoga come ci siano diverse risonanze sulle bande in uso ai radioamatori.

I diversi risultati sono evidentemente da attribuire alle diverse modalità di misura, ai diversi adattamenti ed al posizionamento nello spazio delle antenne, per cui riporto il lettore ai siti sopra menzionati per leggere come sono state effettuate le misure.

La pratica

Per quanto detto sopra, dopo aver letto di tutto e di più ed alle volte anche il contrario, ho preso buona nota di questa tabella – anche questa trovata in rete su diversi siti – e, valutato che avevo a disposizione una quarantina di metri, ho provato a realizzare la mia End-Fed.

La tabella originaria riporta solo le misure in piedi, io ho provveduto all'equivalenza, arrotondandone i valori; in effetti, dalle prove fatte e dalle realizzazioni di altri radioamatori che ho indot-

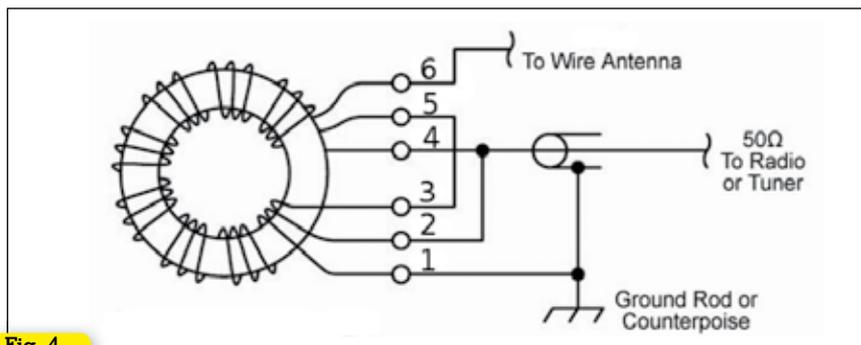


Fig. 4

to a provare a costruire ed installare la End-Fed (così come l'ho costruita io), le misure non sono critiche. In rosso ci sono le combinazioni che offrono un po' su tutte le bande il miglior compromesso quanto a onde stazionarie, fermo restando che per un utilizzo ottimale è bene utilizzare un accordatore (manuale o automatico che sia).

Il conduttore

Nella mia lunga attività di radioamatore e di radioascoltatore per le mie antenne filari ho utilizzato un po' di tutto: rame nudo e smaltato, treccie di rame con e senza alluminio, bronzo fosforoso, cavi telefonici, bandella elettrificabile per recinti, fili di ferro, più o meno ricoperti di PVC o teflon o plastica comune, e forse anche altro. Perché dunque non provare qualche cosa di nuovo, con un

bassissimo coefficiente di allungamento, inossidabile ed inattaccabile dagli agenti atmosferici, robusto, leggero, economico? Sto parlando della cordina di acciaio inox (in linguaggio tecnico "fune a trefoli"), che ho trovato in pezzature potabili alle porte di Torino (<http://www.inossidabile-srl.com>); per i casi miei ho pensato che una fune da 1 mm di diametro potesse andare bene; il mio amico Valerio IK1MTV ha optato invece per una fune da 2 mm.

Il trasformatore/adattatore

Ho letto pubblicazioni, ho visitato siti sulle Rete, ho chiesto in giro, ho visto foto la letteratura riporta diversi modi per realizzare l'adattamento richiesto, dalle configurazioni più facili agli adattamenti più complicati e fantasiosi. Ho pensato di realizzare la cosa più

Piedi	Metri	1,8 MHz	3,7 MHz	7,1 MHz	10,1 MHz	14,2 MHz	18,1 MHz	21,2 MHz	24,9 MHz	28,5 MHz	50,1 MHz
175	53,3	1,2	1,6	1,1	1,1	1,8	1,3	1,6	1,7	1,2	1,5
169	51,5	1,4	1,2	1,2	1,2	2,1	1,4	1,4	1,5	1,2	1,1
162	49,4	1,4	1,5	1,3	1,6	1,8	1,9	1,1	1,5	1,7	1,5
146	44,5	1,7	1,5	1,4	2,4	1,5	1,3	1,2	1,4	1,5	1,5
135	41	2	1,4	1,8	1,6	2	2	1,7	1,5	1,6	1,3
124,5	38	1,3	1,3	1,3	1,7	1,6	1,8	1,6	1,4	1,1	1,4
98,5	30	1,8	1,7	1,7	2,3	1,9	1,4	1,2	1,7	1,2	1,2
88,5	27	1,8	2,2	2,3	1,9	1,3	2	1,8	1,4	1,5	1,5
72	22	2	2	1,2	1,2	1,9	1,9	1,5	1,1	1,5	1,1
59	18	1,6	1,6	1,5	2	1,5	2	1,1	1,7	1,2	1,5
53	16	1,6	1,4	1,1	1,5	1,1	1,9	1,2	1,1	1,7	1,1
49	15	1,5	1,3	2,4	2,4	1,3	1,6	1,6	1,4	1,7	1,5
44	13,4		1,2	2,1	2,1	1,7	1,3	1,7	1,6	1,1	1,2
36	11		1,2	1,3	1,3	2	1,6	1,2	1,7	1,6	1,5
29,5	9			1,2	1,2	2,1	2	1,3	1,2	1,6	1,3
24,5	7,4			1,6	1,6	1,4	2,1	1,8	1,3	1,2	1,4

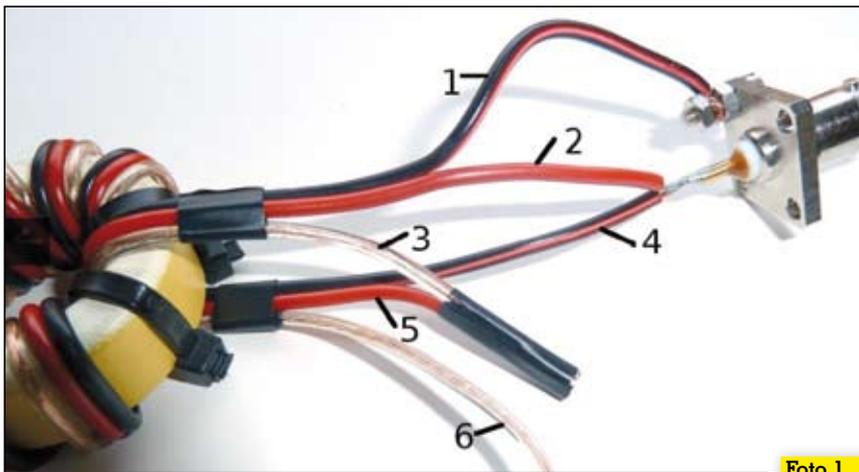


Foto 1



Foto 2

semplice e più robusta, partendo anche dall'esperienza in realizzazioni precedenti: ho realizzato un Un-Un con rapporto 9:1 come nello schema di fig. 4.

Per chi non avesse familiarità con i toroidi, con gli avvolgimenti, con le giunzioni dei vari fili degli avvolgimenti, sono sicuro che con la foto 1 non ci potranno essere dubbi.

Nella foto 2 si vede bene, invece, come ho realizzato l'Un-Un con 9 spire di tre fili paralleli; il toroide qui utilizzato è un T 200-6, per frequenze tra 2 e 50 MHz, ma va altrettanto bene (forse anche meglio) un toroide rosso-nero, oppure un toroide della serie FT.

E qui si potrebbe aprire un intero capitolo riguardante i toroidi, ma mi limiterò a ricordare alcuni as-

sunti. Le lettere FT significano Toroide in Ferrite, il primo numero che segue è il diametro esterno del toroide, il secondo numero indica il tipo di impasto della miscela ferromagnetica, secondo le tabelle che seguono.

Detto dei toroidi della serie FT, vediamo quelli della serie T: sono costituiti da impasto ferro-magnetico-ceramico, hanno generalmente una copertura di banda superiore, e sopportano radiofrequenza in misura assai maggiore rispetto a quelli della serie FT.

Il numero che appare dopo la lettera T indica il diametro in decimi di pollice. Sappiamo anche che i vari toroidi si distinguono tra loro per il colore o per i colori con cui sono verniciati; qui sot-

to vengono schematizzate le frequenze per le quali sono previsti ed i colori corrispondenti.

Prove e misure

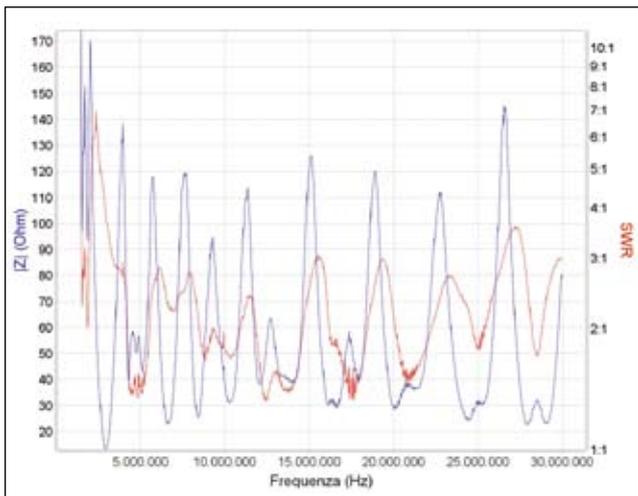
Ho quindi chiuso dentro ad un contenitore quadrato da impianti elettrici di circa 10 cm di lato il mio sistema di adattamento ed ho ancorato la cordina di acciaio inox in modo tale che non insista direttamente su detto sistema. Al lato opposto la cordina di acciaio fa un angolo piuttosto aperto a formare una L e si ancora per mezzo di uno spezzone di tre metri di robusto filo di nylon. Il filo, lungo circa 39 metri, corre sostanzialmente parallelo (alto un paio di metri) ad un lungo tetto fatto di lose di pietra di Luserna, sotto le quali c'è una intelaiatura in legno. Non resta che fare le misure del caso, che riporto.

sigla toroide	diametro esterno	diametro interno	spessore del nucleo
FT 37	9,5 mm	4,7 mm	3,2 mm
FT 50	12,7 mm	7,1 mm	4,8 mm
FT 50B	12,7 mm	7,9 mm	12,7 mm
FT 82	21,0 mm	13,0 mm	6,3 mm
FT 114	29,0 mm	19,0 mm	7,5 mm
FT 200	50,8 mm	32,0 mm	25,0 mm

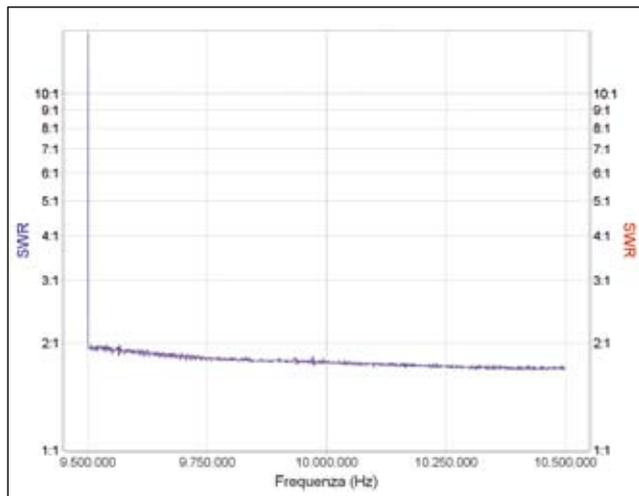
miscela 43	per gamme di frequenze da 50 a 200 MHz
miscela 61	per gamme di frequenze da 0,2 a 20 MHz
miscela 63	per gamme di frequenze da 15 a 25 MHz
miscela 67	per gamme di frequenze da 10 a 80 MHz
miscela 72	per gamme di frequenze da 0,1 a 5 MHz
miscela 75	per gamme di frequenze da 5 a 20 MHz

sigla toroide	diametro esterno	diametro interno	spessore nucleo
T 37	9,5 mm	5,2 mm	3,2 mm
T 44	11,3 mm	5,8 mm	4,3 mm
T 50	13,0 mm	8,0 mm	5,2 mm
T 60	20,5 mm	12,3 mm	6,5 mm
T 68	17,5 mm	9,4 mm	5,8 mm
T 80	20,1 mm	12,3 mm	6,6 mm
T 94	23,9 mm	14,0 mm	7,9 mm
T 106	26,9 mm	14,5 mm	11,0 mm
T 130	33,0 mm	19,8 mm	11,0 mm
T 157	34,9 mm	24,0 mm	14,5 mm
T 184	46,7 mm	24,0 mm	18,0 mm
T 200	51,0 mm	32,0 mm	25,0 mm
T 225	57,2 mm	35,6 mm	25,0 mm
T 300	77,2 mm	49,0 mm	3,0 mm

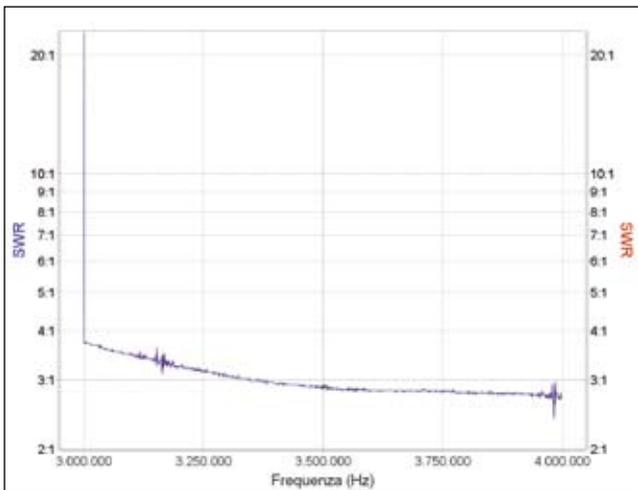
miscela	1° colore	2° colore	frequenza di lavoro
0	Rosso	Rosso	50 – 300 MHz
1	Blu	Grigio	0,5 – 5 MHz
2	Rosso	Grigio	1 – 30 MHz
3	Grigio	Grigio	0,05 -0,5 MHz
6	Giallo	Grigio	2 – 50 MHz
7	Bianco	Grigio	1 – 20 MHz
10	Nero	Grigio	10 – 100 MHz
12	Verde	Bianco	20 – 200 MHz
15	Rosso	Bianco	0,1 – 2 MHz
17	Blu	Giallo	20 – 200 MHz
22	Verde	Arancio	20 – 200 MHz



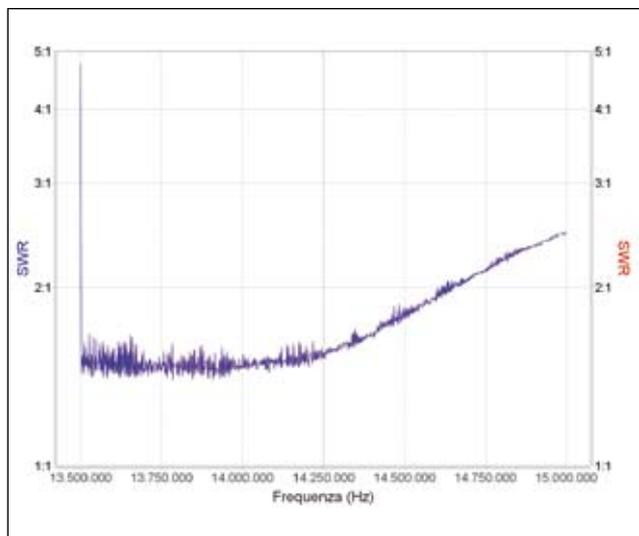
Questa prima immagine, realizzata - come le seguenti - con Metro VNA e software di DL2SBA, analizza la porzione di spettro da 3 a 30 MHz e prende in considerazione l'andamento dei valori di impedenza e rapporto di onde stazionarie; risulta evidente che ci sono delle risonanze piuttosto pronunciate, cicliche, che vanno a cadere in porzioni dello spettro elettromagnetico di particolare interesse. In particolare, come si vede dalle immagini seguenti, la maggior parte delle risonanze cade proprio sulle bande in uso ai radioamatori.



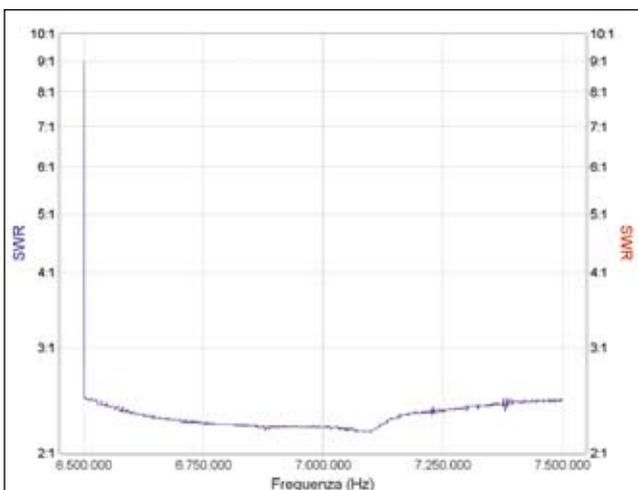
L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda degli 30 metri.



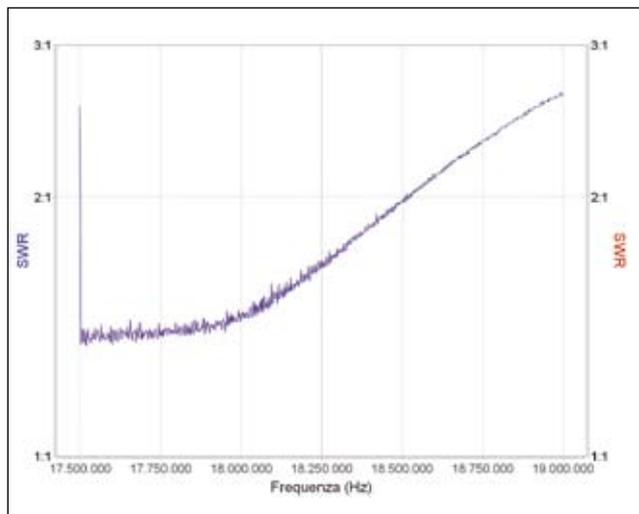
L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda degli 80 metri.



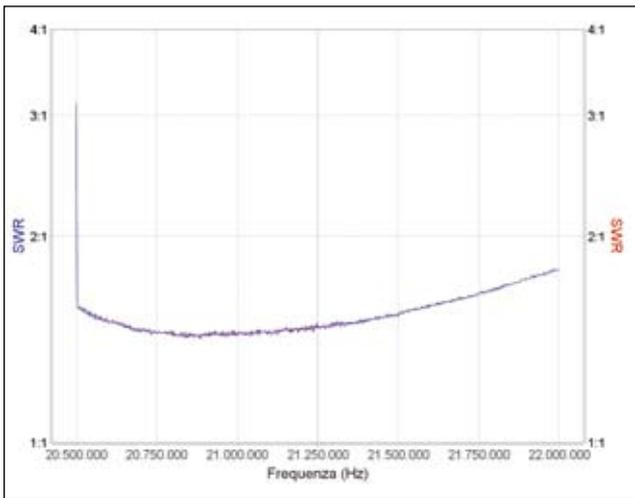
L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 20 metri.



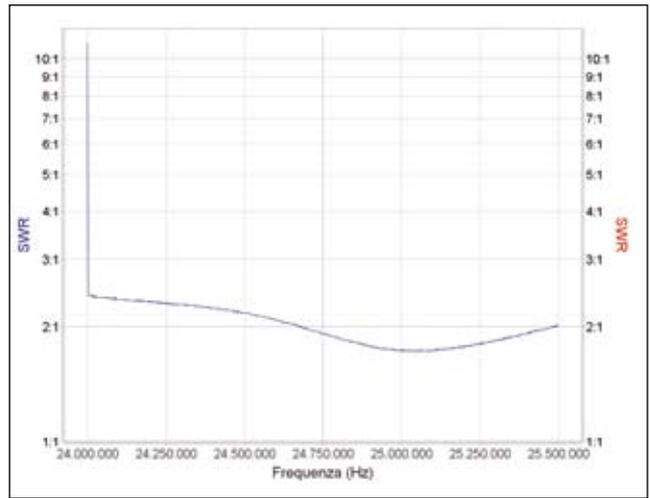
L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 40 metri.



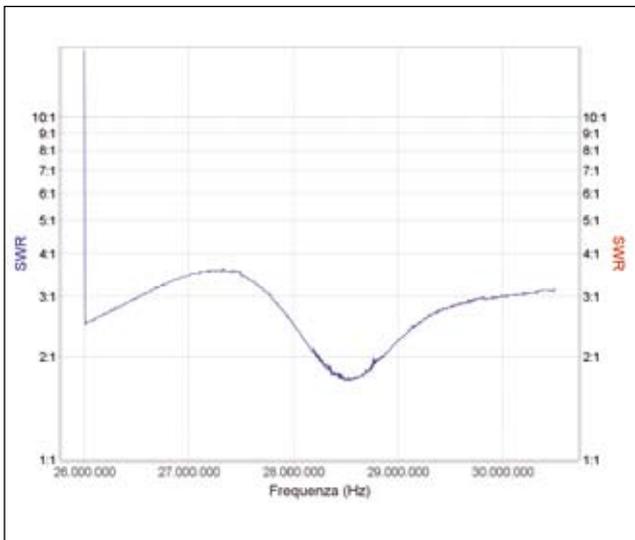
L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 17 metri.



L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 15 metri.



L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 12 metri.



L'immagine qui sopra riporta il grafico relativo alla banda dei 10 metri.

Sitografia:

- The End Fed Half Wave Antenna, di Steve Yates AA5TB, <http://www.aa5tb.com/efha.html>
- EFHW-8010, product description, <http://myantennas.com/wp/product/efhw-8010/#prettyPhoto>
- End Fed half Wave Antenna Coupler, di John Parfrey MOUKD, <https://m0ukd.com/homebrew/baluns-and-ununs/end-fed-half-wave-antenna-tuned-coupler/>
- EFHWA End-Fed Half-Wavelength Antenna, di Massimo Iannetti IZ0UPS, <http://officinahf.jimdo.com/antenne-hf-mf/hf-end-fed-efhwa/>
- Antenna filare mezz'onda, di Diego Piscina IW2MXE, <http://iw2mxe.jimdo.com/autocostruzione/antenna-efhwa/>
- Hy End Fed 8 Band, product description, https://www.hyendcompany.nl/antenna/multiband_800_watt/product/detail/176/HyEndFed_8_Band_800_Watt_AL_Plaat_40_58_mm
- Balun Designs Model 9132 – 9:1 UnUn, product description, <http://www.balundesigns.com/model-9132-9-1-unun-1-5-54mhz-2kw/>
- End Fed, di Fabio Bonucci IK0IXI, <http://nuke.ik0ixi.it/Antenne/EndFed/tabid/584/Default.aspx>

Considerazioni finali

Le misure danno ragione della teoria esposta più sopra, anche se i valori riscontrati non sono proprio quelli delle tabelle trovate in Rete. Dopo il montaggio su palo dell'adattatore/trasformatore 9:1 mi risulta difficile oggi calcolare con precisione la lunghezza della cordina di acciaio inox adoperata (arrivare sul tetto

di casa è impresa ardua); ma, fatta la tara dei vari nodi, della scatola stagna, delle asole e del resto, la lunghezza della mia End-Fed dovrebbe essere approssimativamente di 39 metri. Sicuramente se l'altezza dal tetto fosse maggiore i risultati sarebbero migliori, ma ormai il montaggio è fatto ed in ogni caso i risultati ottenuti non sono davvero niente male. Utilizzo con soddisfazione

questa antenna ormai da due anni e sono riuscito a collegare (propagazione permettendo) tutti quelli che l'aereo mi ha dato la possibilità di ascoltare, dalle Americhe all'Australia. Uso questa antenna anche per la mia attività di radioascoltatore ed anche qui con piena soddisfazione.

