

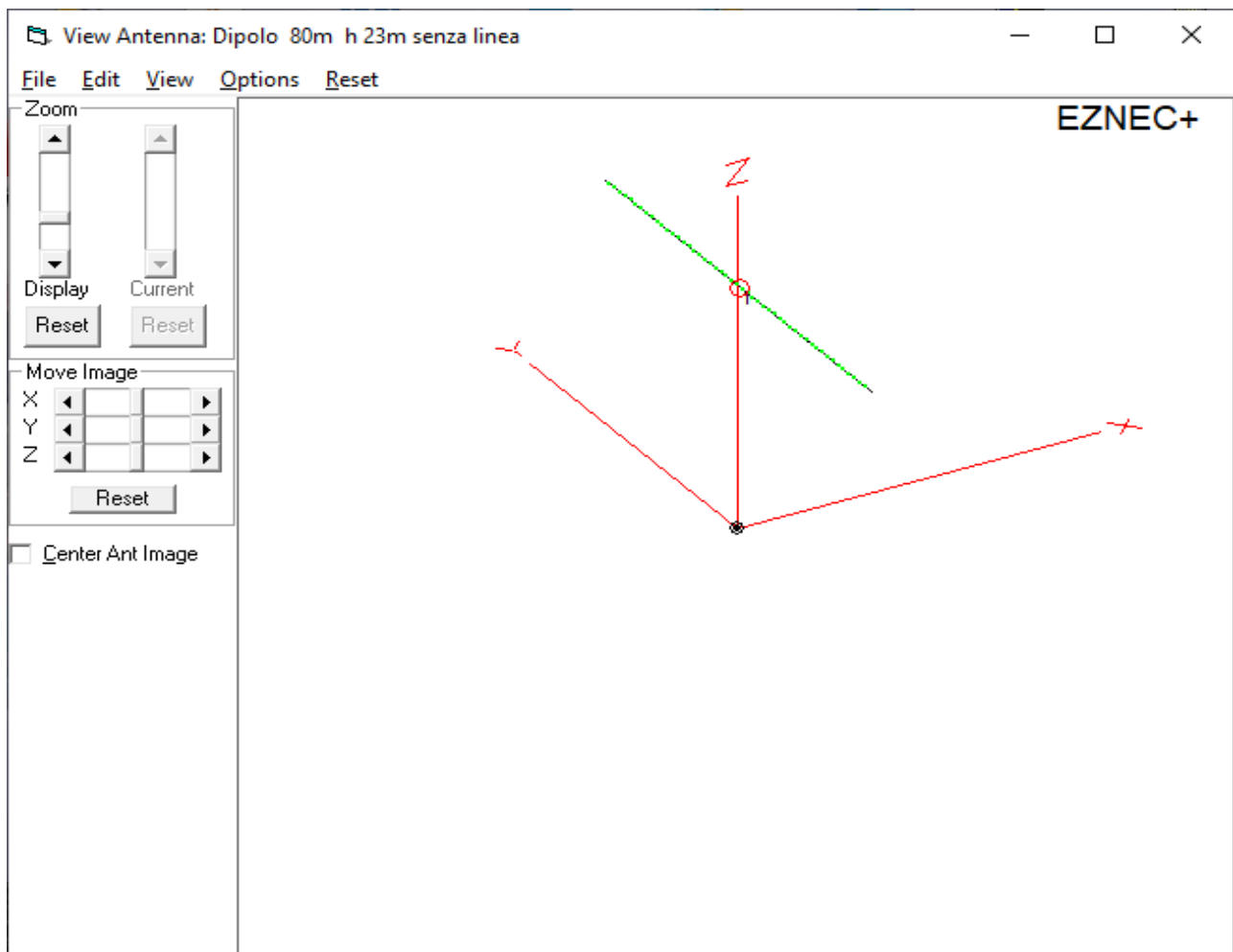
Effetto del terreno e del lay-out del filo sull' impedenza dell' antenna. Consigli sull'uso di antenne orizzontali (Dipoli lunghi $\lambda/2$), by i3rke

Premessa.

Capita che alcuni amici radioamatori mi chiedano informazioni e chiarimenti sul funzionamento e sull' uso di antenne HF. Tra queste, una delle più popolari è il dipolo a $\lambda/2$, alimentato al centro, per le gamme basse, 40 & 80m. Le richieste spesso riguardano l' impedenza e la larghezza di banda. Recentemente, dato il costo veramente accessibile, si sono resi disponibili ai radioamatori strumenti che permettono l' analisi delle antenne autocostruite o acquistate. Tra questi il più utile è il V.N.A. (Vector Network Analyzer) che permette di fare una diagnosi completa delle antenne, ma non solo. Dando per scontato che si usi un Balun quando si alimenta il dipolo, cosa discussa in precedenti articoli, vediamo qui di capire l' influenza del terreno sottostante l' antenna ed il lay-out del filo. Vedremo anche alcuni "trucchi" per migliorarne l' utilizzo e, per farlo, faremo riferimento ad un dipolo per gli 80m. Quanto descritto in questo scritto darà anche modo ai possessori di un VNA di avere un riscontro pratico a quanto teorizzato.

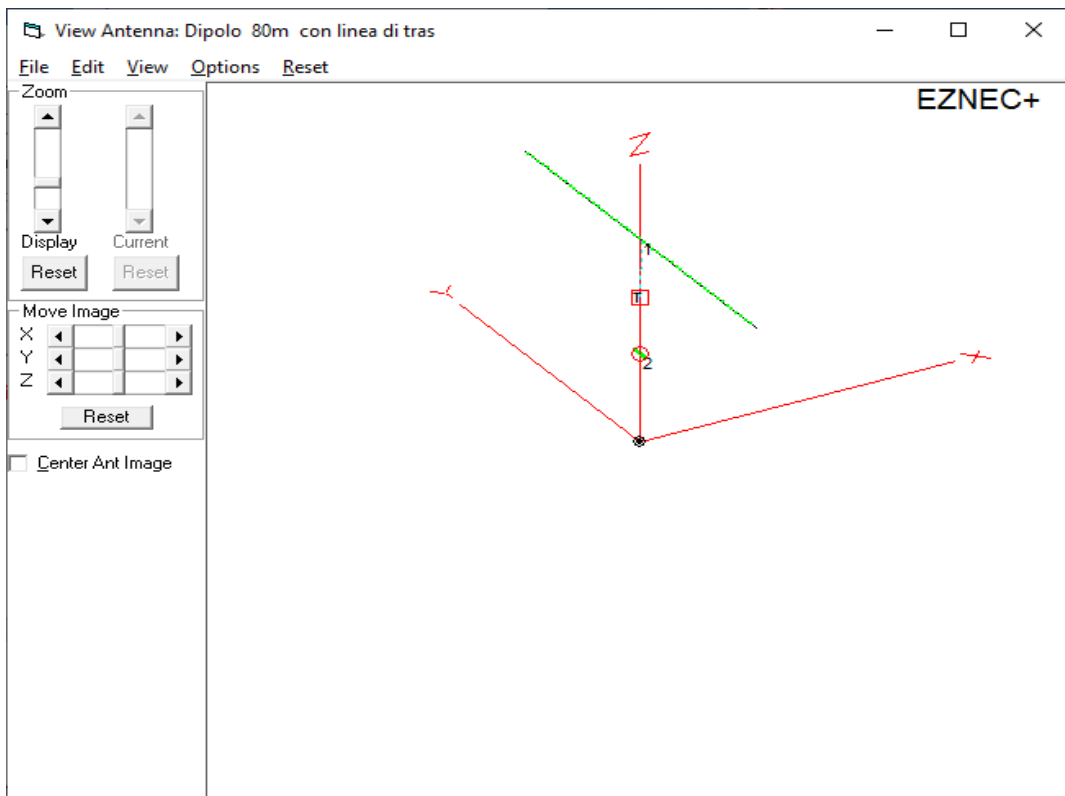
Dipolo $\frac{1}{2} \lambda$ con Lay-out orizzontale alto 23 m .

Teoricamente in questo caso le condizioni di funzionamento approssimano il funzionamento sullo spazio libero. La simulazione con EZNEC ci fornisce i seguenti dati:

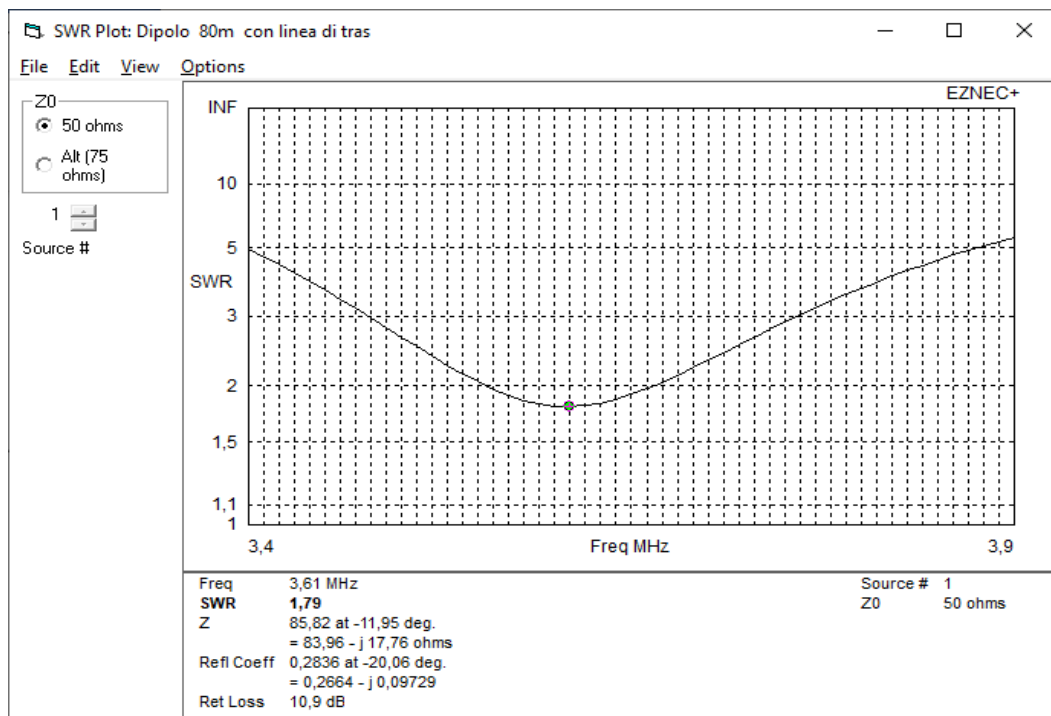


Per evitare variazioni dell' impedenza lungo la linea di trasmissione (che esamineremo poi), in questo esempio analizzeremo le caratteristiche dell' antenna come fossimo direttamente connessi sul filo.

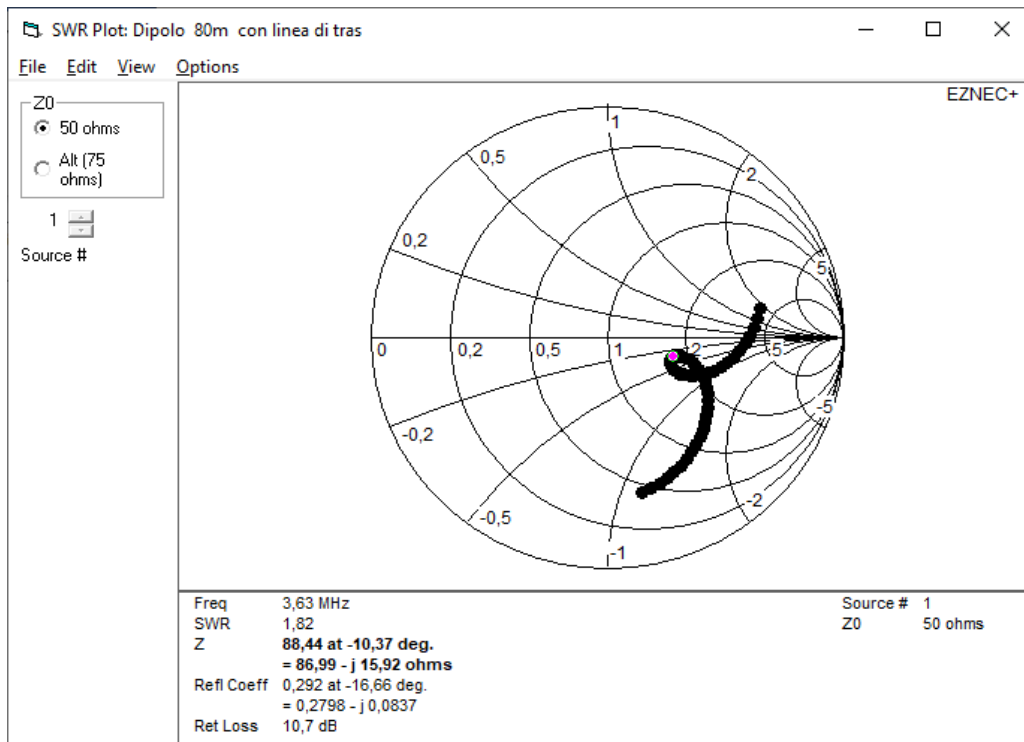
Dai diagrammi di cui sopra, si evince che l'impedenza ai morsetti del dipolo, alla frequenza di risonanza, presenta una parte reale R di circa 90Ω . Ora connettiamo ai morsetti del dipolo un cavo con $Z_0=50 \Omega$ lungo 1λ , cioè 180° elettrici a $3,61\text{MHz}$ e ritracciamo i diagrammi alla fine della linea di trasmissione.



Tra i punti 1 (morsetti dell'antenna) e 2 (generatore) abbiamo piazzato la linea di trasmissione T.

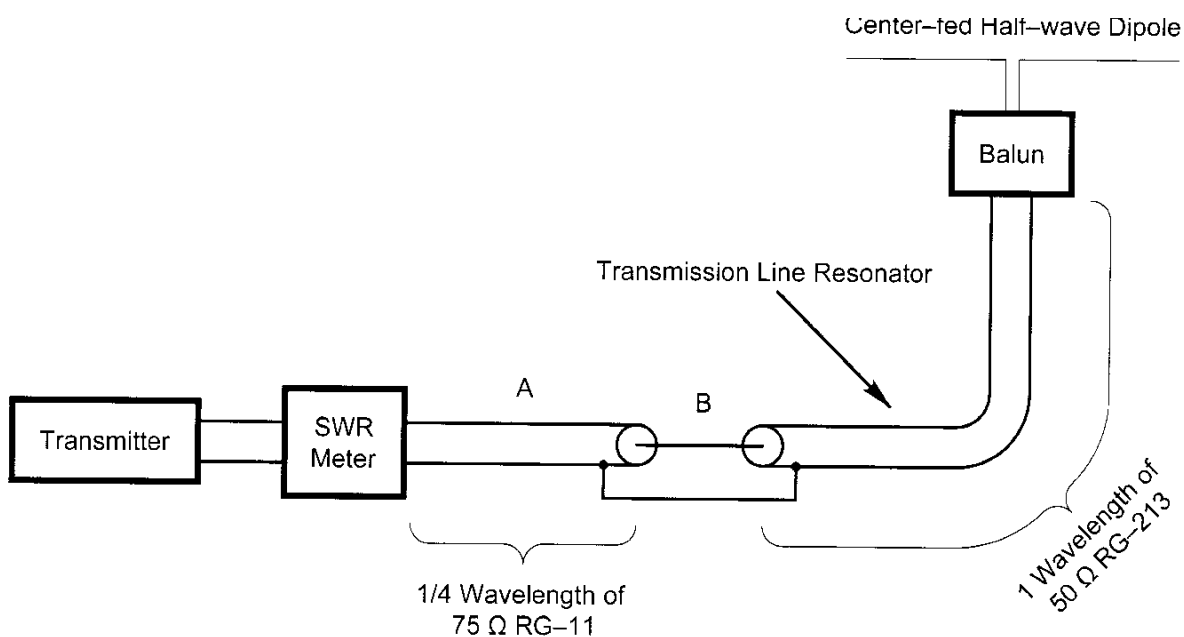


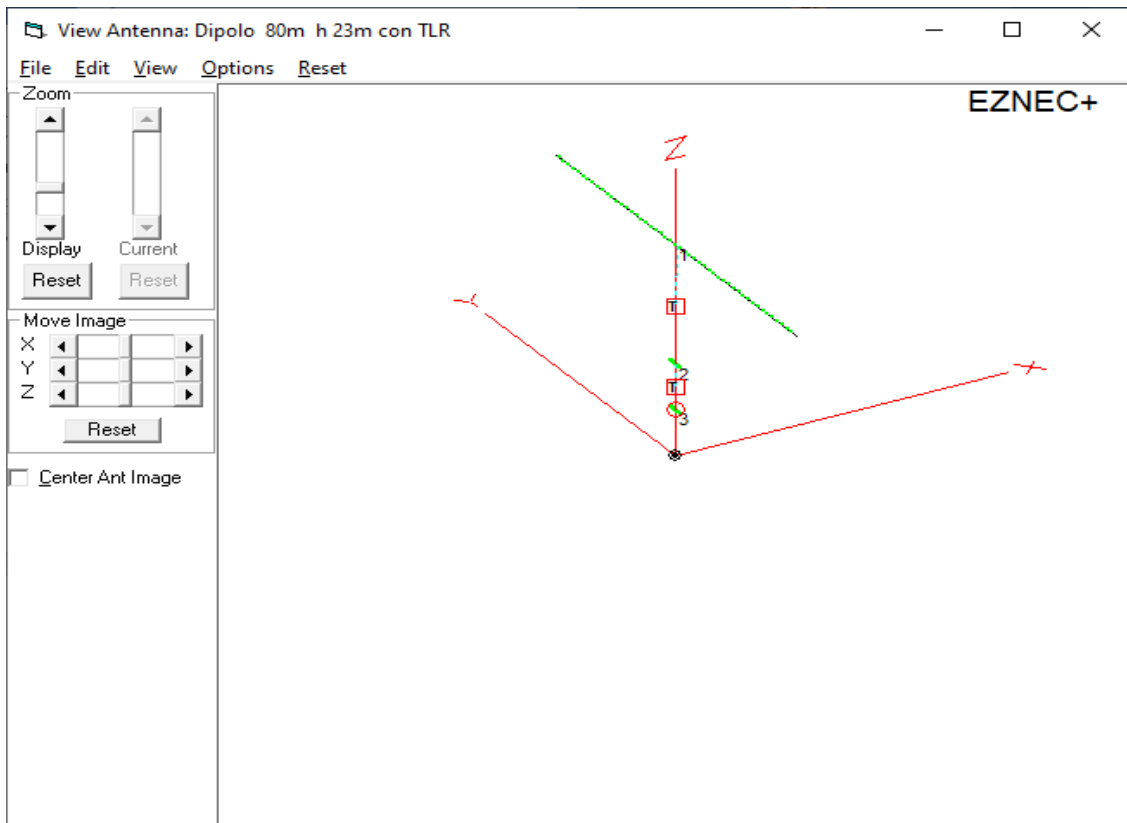
Nel diagramma del SWR si nota che non ci sono cambi sulla parte reale dell'impedenza e sull'andamento della curva rispetto al caso precedente.



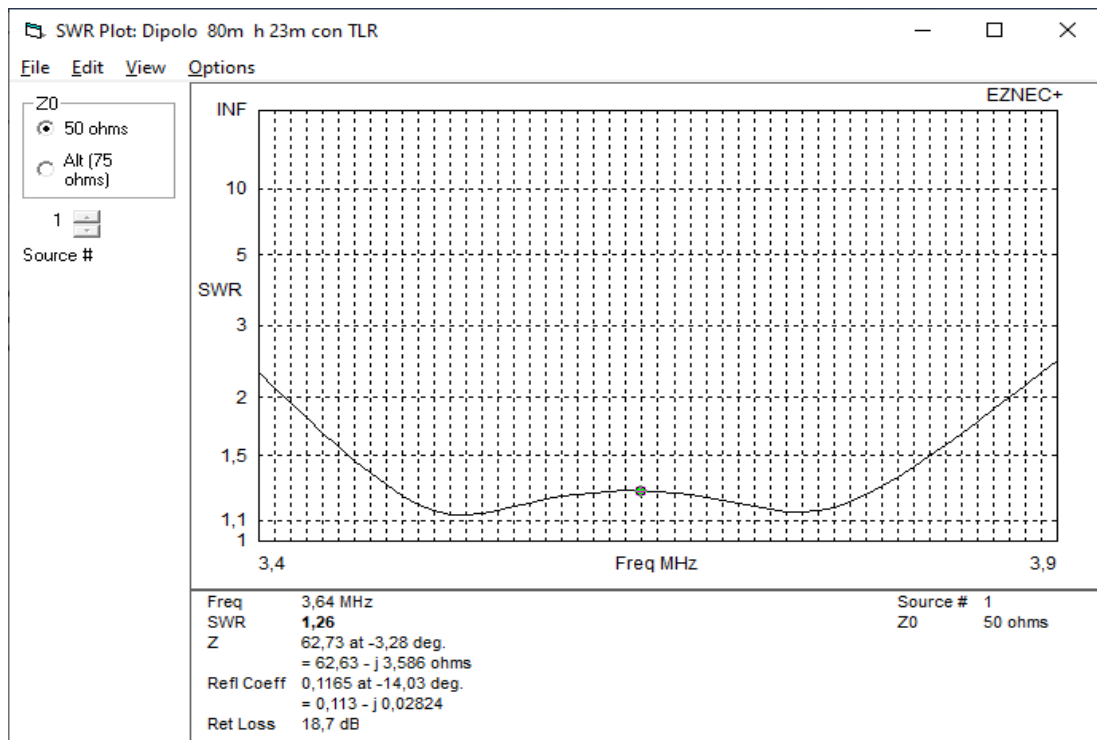
Ma se esaminiamo i parametri all' ingresso della linea di trasmissione con l' ausilio della Carta di Smith, vediamo meglio l' effetto della trasformazione dell' impedenza realizzata dal tronco di linea, che consiste in una rotazione in avanti della curva. Si nota che al variare della frequenza, oltre a variare il valore della parte immaginaria, varia anche il valore della parte reale che prima era quasi invariabile. Il solo valore che non varia è quello che corrisponde alla frequenza di risonanza. Ciò a conferma che per un valore fisso di frequenza, l' impedenza si riproduce tale e quale a quella di ingresso ogni $\lambda/2$ di lunghezza della linea.

Vediamo adesso cosa succede se aggiungiamo in serie alla nostra linea un altro spezzone di linea lungo $\lambda/4$, cioè 90° elettrici, ma di $Z_0=75\Omega$





Dipolo con i due spezzoni di linea a formare un T.L.R.

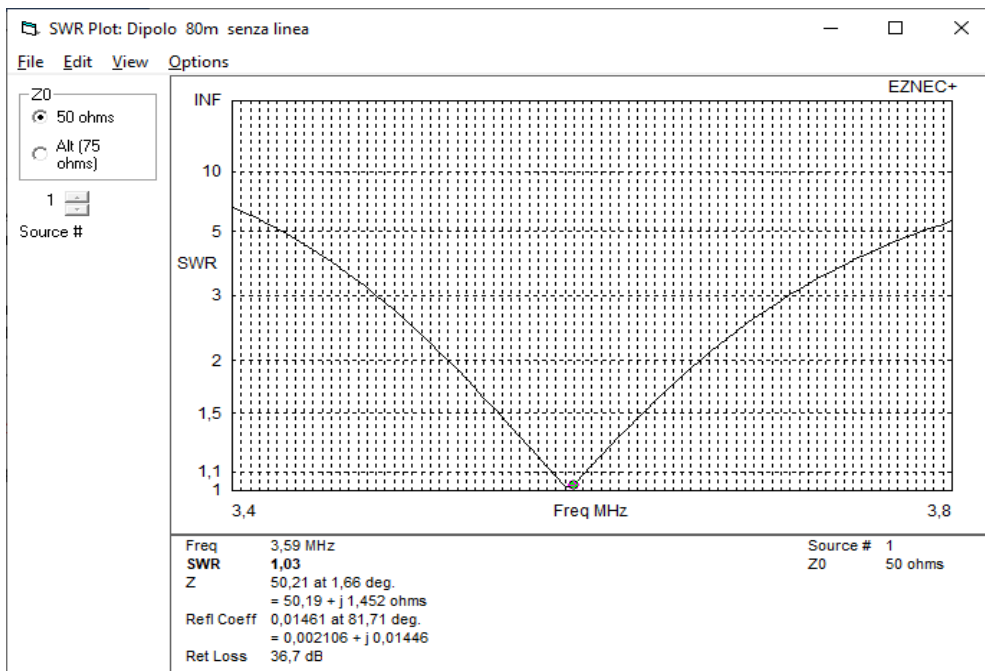
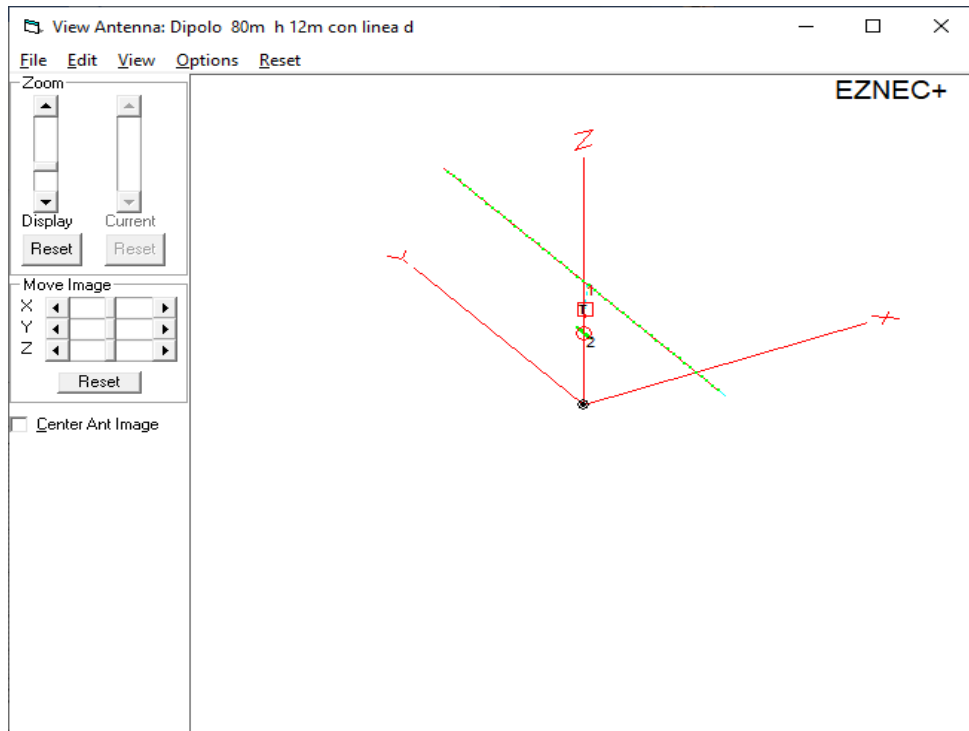


Sempre lo stesso dipolo con l'aggiunta dello spezzone a 75Ω. Si nota che l'effetto dell'aggiunta del secondo spezzone, produce un duplice beneficio :

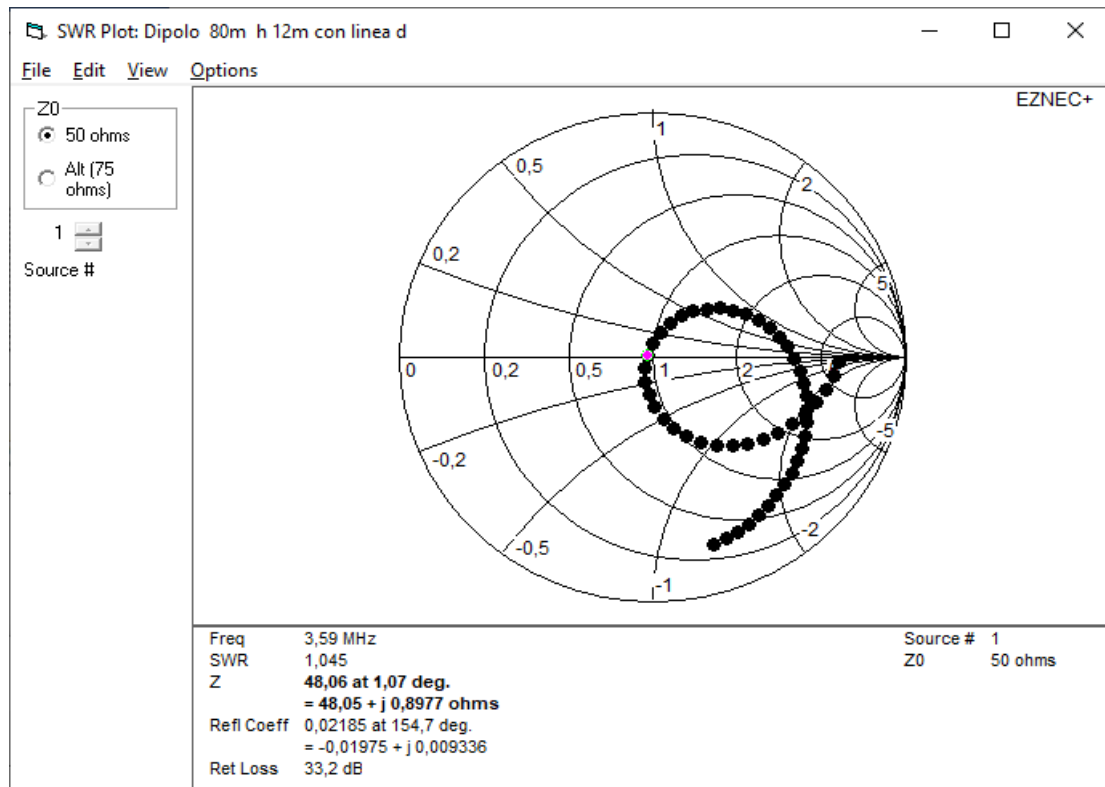
- A). Miglioramento dell'impedenza (più vicina a 50Ω)
- B). Allargamento della banda passante di 300KHz a basso SWR < 1,3:1

Dipolo $\frac{1}{2} \lambda$ con Lay-out orizzontale alto 12 m .

In questo caso abbiamo una condizione più realistica per quanto concerne l' altezza da terra del dipolo e la simulazione con EZNEC ci mostra:



L' effetto del terreno più vicino rispetto al caso precedente migliora la parte reale dell' impedenza.

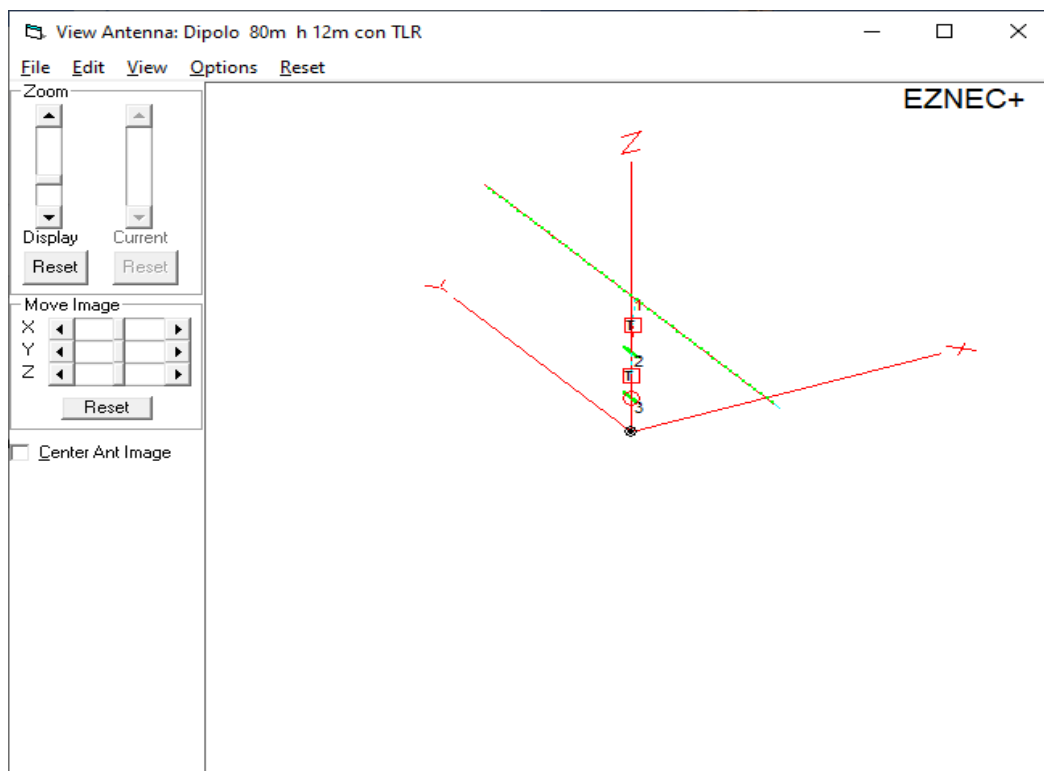


Rispetto al caso precedente, ora l'aumentata vicinanza del terreno, ha due effetti:

A). Alla frequenza di risonanza l'accordo è quasi perfetto con la parte reale che è 50 Ω

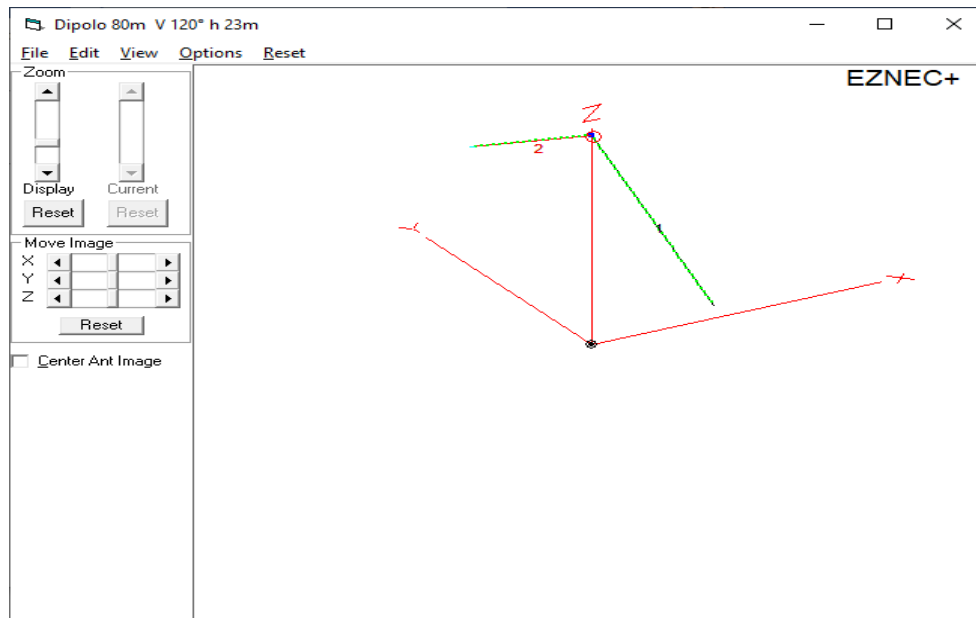
B). La risonanza è molto più stretta e l'utilizzo di tutta la gamma comporta accettare un SWR 3:1 agli estremi. **Praticamente è come se in parallelo al dipolo ci fosse una reattanza con Q molto elevato.**

Se ora applichiamo l'approccio TLR a questo caso (antenna più bassa).



Dipolo $\frac{1}{2}$ λ con Lay-out a V invertita alto 23 m .

La simulazione matematica di questo caso e la sua comparazione con l'equivalente a Lay-out orizzontale, ci aiutano a comprendere l'influenza della riflessione delle onde elettromagnetiche da parte del terreno sottostante. Se abbassiamo gli estremi del dipolo verso terra in modo da formare un angolo di circa 120° (da considerarsi molto largo) otteniamo un abbassamento della parte reale dell'impedenza di irradiazione del dipolo.



Dipolo a V invertita con il vertice a 23m ed i lati a 13m

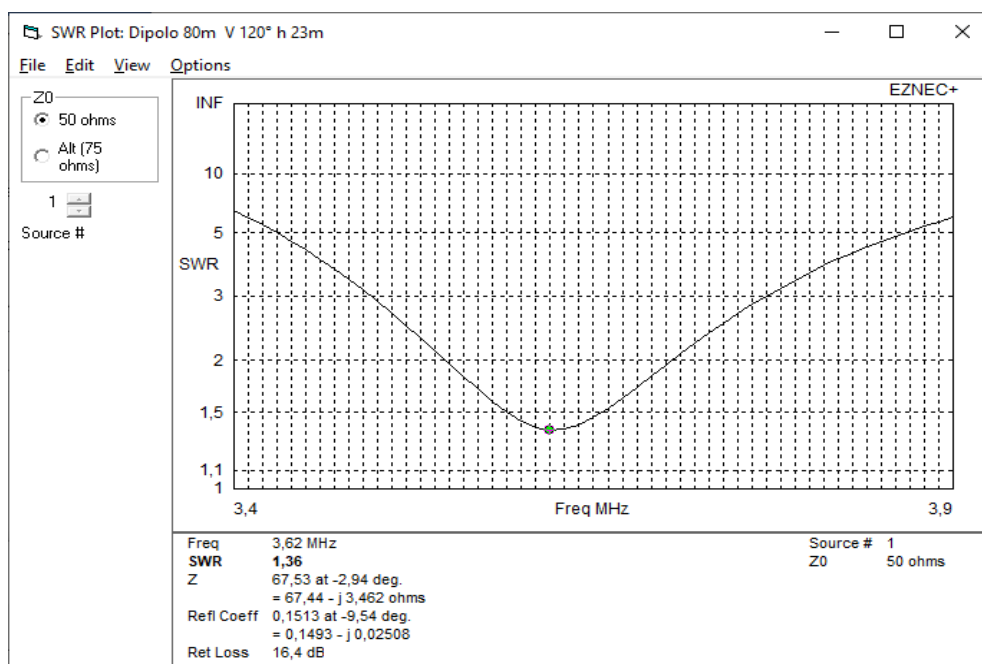
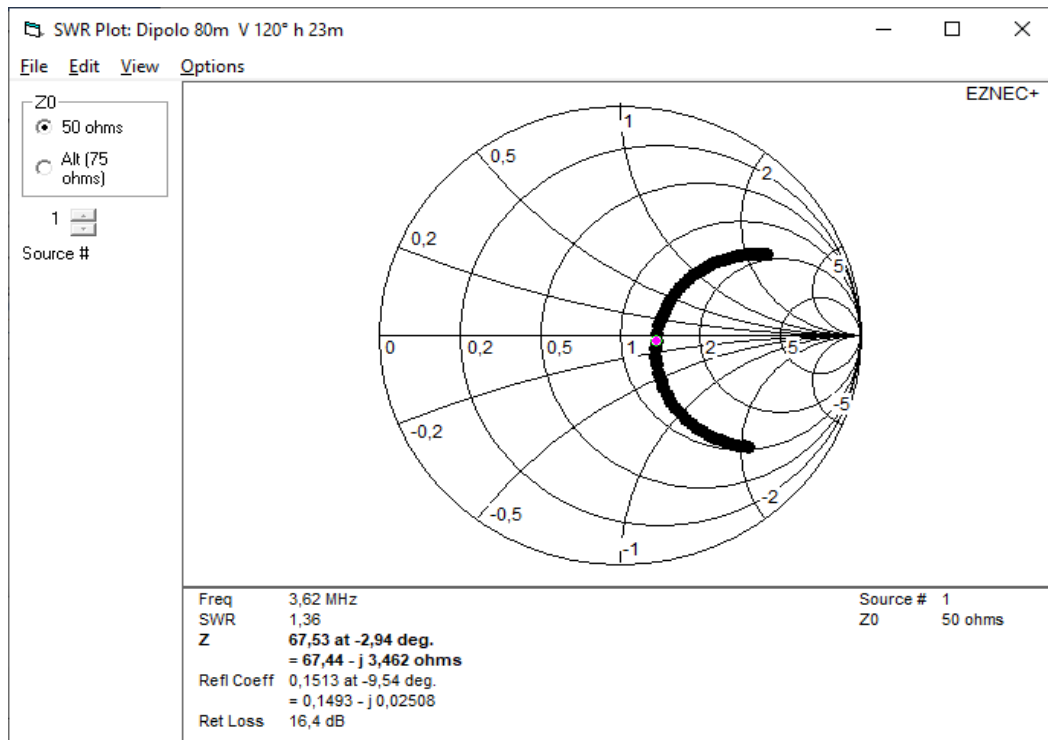


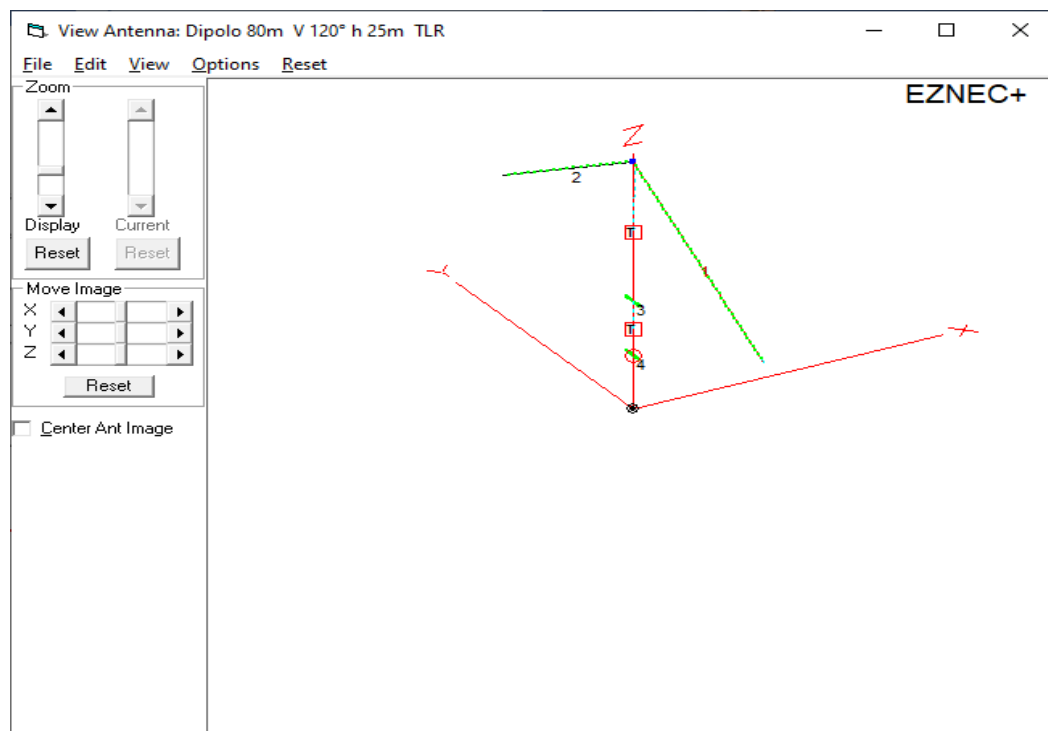
Diagramma del SWR del Dipolo a V invertita.

Notiamo subito che il vertice della curva è più basso, che la banda utile entro SWR 2:1 è più larga e nel punto di risonanza la parte reale dell'impedenza è di 67 Ω .

Anche l'analisi sulla carta di Smith ci conferma che la curva si avvicina al centro e che l'arco della curva si allarga.



Dipolo ½ λ con Lay-out a V invertita alto 23 m e con TLR.



Dipolo a V invertita con vertice alto 23m e laterali 13m con aggiunti i due spezzoni di linea a formare il risonatore a linea di trasmissione (TLR).

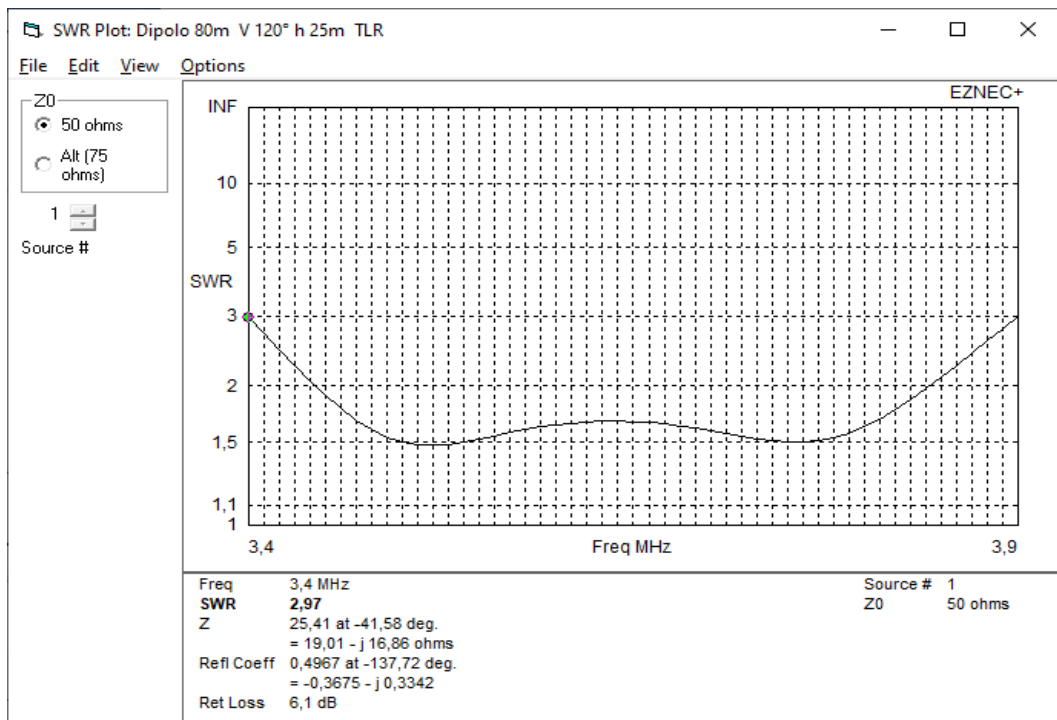
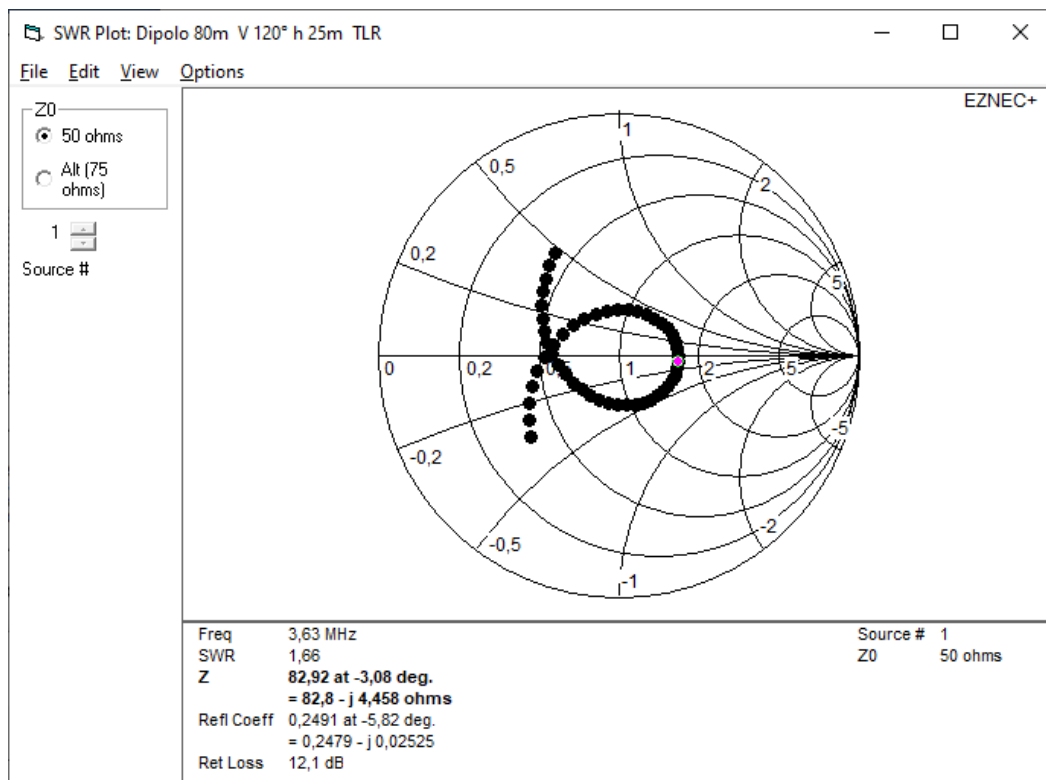


Diagramma del SWR che si è appiattito permettendo l'uso dell'antenna su tutta la gamma con SWR accettabile < 1.6:1



L'effetto del TLR si percepisce anche visivamente dal fatto che la curva ora è ruotata in avanti e si è chiusa a riccio.

Riassumendo quello che abbiamo imparato da questa serie di esperimenti virtuali, possiamo dire:

- *L'effetto del terreno sottostante l'antenna è notevole nel variare il valore della parte reale dell'impedenza, ma anche per quello della parte reattiva.*
- *L'effetto del terreno sottostante l'antenna influenza pesantemente la banda passante della stessa agendo come se venisse connessa in parallelo una rete reattiva ad alto Q.*
- *Anche il solo avvicinamento al terreno degli estremi del dipolo (Lay-out a V) hanno una influenza sui suddetti parametri.*
- *Giocando sull'altezza da terra si può ricercare un punto di risonanza molto prossimo a 50 Ω .*
- *Anche la configurazione a V aiuta nell'ottimizzazione dell'adattamento di impedenza.*
- *Il metodo del T.L.R. (Risuonatore a Linea di Trasmissione) consente l'adattamento a larga banda rendendola totalmente usabile talvolta anche senza accordatore d'antenna.*

73 de Leo, I3RKE

Bibliografia

Robert J. Zavrel W78SX, Antenna Physics

Joe Purden W6AYC e Dave Leeson W6NL, Transmission Line Resonator Approach