

Siccome Radiorama non garantisce più  
la pubblicazione di articoli sulle VLF prevedo in  
proprio

**RADIOONDE**

Bollettino aperiodico del Gruppo Radio Pavese - N. 0, ottobre 95

Fotocopiato in proprio, distribuito gratuitamente. I testi possono essere ripresi citando la fonte, e gradita la collaborazione dei lettori  
Redazione: Ezio Mognaschi, v.le Gorizia, 63 - 27100 Pavia, tel. (0382) 539522.

## 6° AIR DX AUTUMN MEETING

Brallo di Pregola (PV), 8 - 10 dicembre 1995

Centro Estivo dell'Università di Pavia

Un appuntamento per tutti i soci AIR

interessati a scambiare esperienze di radioascolto.



## Primavera '95 in VLF - Risultati e commenti

di Ezio Mognaschi

Dal 4 marzo al 9 aprile 1995 si è svolto, nell'ambito delle attività promosse dal Comitato Scientifico dell'AIR, il programma di registrazioni coordinate di radiosegnali di origine naturale, annunciato ai lettori di *Radiorama* nel numero 1/95. È questo il terzo anno consecutivo di svolgimento di un programma di osservazioni che ha lo scopo di rilevare frequenza e caratteristiche dei segnali naturali intorno all'attuale minimo di attività del Sole. Negli scorsi anni, infatti, l'attività solare è andata decrescendo ed il minimo, connesso con l'inizio del nuovo ciclo solare, era atteso tra la fine del '95 e la metà del '96. Nel settembre '95 è stata osservata l'inversione del campo magnetico del Sole che è il sicuro segnale dell'inizio di un nuovo ciclo e nei prossimi anni dovremmo assistere ad un aumento, che alcuni esperti prevedono molto rapido, dell'attività solare.

Si ricorderà che l'anno precedente presero parte al programma VLF '94 l'équipe pavese, formata dallo scrivente e da Roberto Canobbio, Renato Romero di Cumiana (TO) ed un'équipe di studenti newyorchesi. Quest'anno i partecipanti italiani sono rimasti gli stessi e non si è avuto, come auspicato, un incremento; si è tuttavia riscontrato un aumento di interesse per lo studio dei radiosegnali naturali sia in Italia, sia da parte di soci residenti all'estero. È prevedibile che questo aumento di interesse dia origine, in futuro, ad una più larga partecipazione al programma scientifico di osservazioni in banda VLF.

Il numero e la varietà di segnali naturali osservati nel '95 è decisamente inferiore a quella dello stesso periodo del '94 e del '93, tuttavia la disponibilità di un numero di dati che cresce di anno in anno consente, ad esempio, di meglio caratterizzare gli *whistlers* ricevuti alle nostre latitudini geomagnetiche.

### Modalità di ricezione, registrazione ed analisi dei segnali

Le osservazioni sono state effettuate a Pavia ed a Cumiana. Queste località si trovano, rispettivamente, alle latitudini geografiche di 45° 11' e di 44° 57', corrispondenti a latitudini geomagnetiche intermedie, e distano tra loro circa 140 km. Le sessioni hanno avuto la durata di 6 minuti: dall'inizio del minuto zero, alla fine del sesto minuto dell'ora indicata. Questa scelta è conforme al protocollo adottato internazionalmente per lo studio dei radiosegnali naturali. Le registrazioni effettuate a Pavia sono state eseguite lungo l'argine del Po, a pochi chilometri dalla città, quelle di Cumiana in zona rurale, ma a poche centinaia di metri da linee elettriche.

Le due stazioni hanno utilizzato lo stesso tipo di ricevitore, il modello RS-4 il cui schema è stato diffuso sia da *The Lowdown*, sia, con qualche modifica, da *Radiorama* nell'inserito speciale "L'ascolto sotto i 500 kHz", pubblicato nel maggio 1992. Il ricevitore usato a Pavia è stato interamente ricostruito con qualche ulteriore modifica per migliorare la stabilità di funzionamento. Il segnale della RAI a 900 kHz, molto intenso a Pavia, è stato mescolato, all'ingresso del ricevitore,

Bozza, fornire sempre ca. vari modifiche e suggerimenti

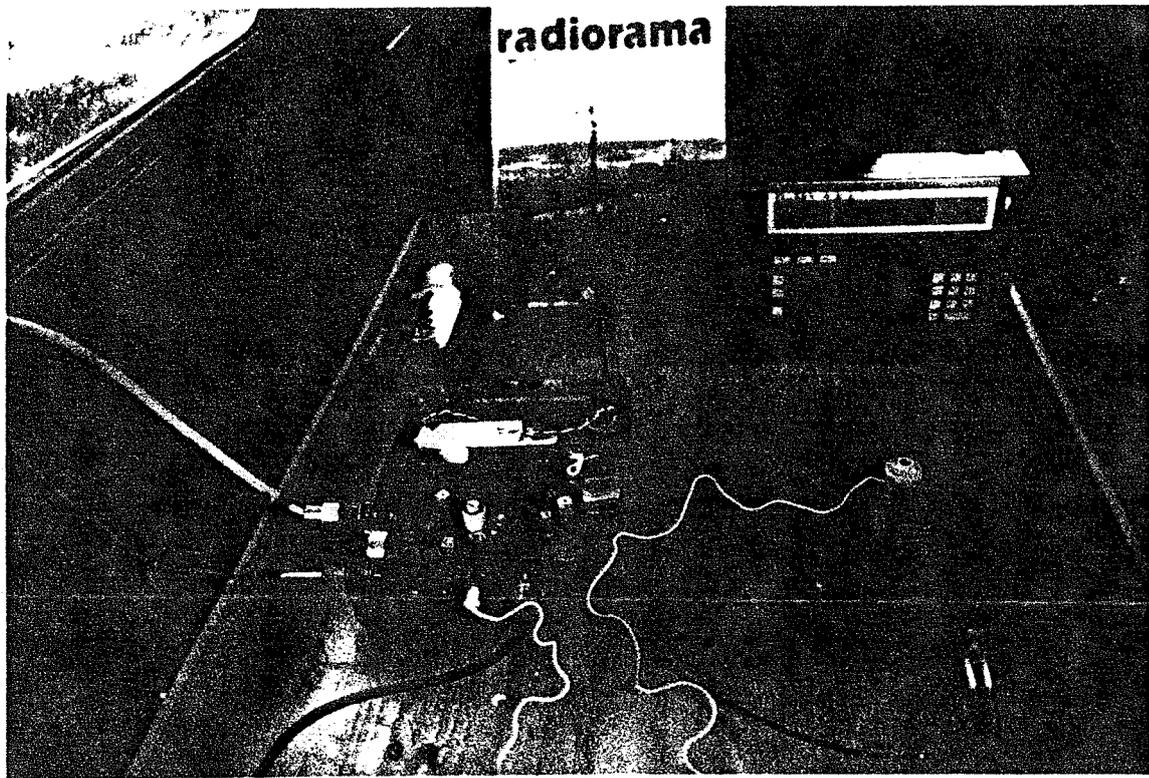


Fig. 1 - stazione rivevente per VLF nella banda da poche decine di Hz a circa 11 kHz. A sinistra il ricevitore RS-4 disposto in una scatola metallica, a destra il registratore. La scatola, mostrata aperta, contiene nella parte inferiore 2 batterie da 4.5 V.

con i segnali naturali per pochi secondi intorno al segnale orario in modo da registrare simultaneamente, sullo stesso nastro, i due segnali. Le registrazioni sono state effettuate con un registratore monocanale Marantz PMD 222 su nastri *metal*. La Fig. 1 mostra la stazione ricevente disposta su di un piano all'interno dell'automobile.

La stazione di Cumiana è stata operata in modo completamente automatico. Un timer da caldaia avviava con 4 minuti di anticipo sull'ora prefissata e disinseriva 4 minuti dopo il termine della sessione il sistema di ricezione composto dal ricevitore RS-4, da un ricevitore FM per il segnale orario RAI e dalla piastra stereo TEAC V510. Su un canale veniva registrato il segnale VLF, mentre sull'altro la trasmissione di RAI-Radiouno. Con l'ausilio di un registratore multipista sono stati poi effettuati i riversamenti su cassetta mescolando i due segnali. I nastri sono stati ascoltati parecchie volte per stilare un dettagliato log di ricezione per ogni sessione ed infine le parti più significative sono state analizzate, come di consueto, con un calcolatore Macintosh IIx dotato di digitalizzatore MacRecorder, utilizzando i programmi SoundEdit per l'analisi e Photoshop per la stampa, con stampante laser, dei sonogrammi. I segnali del sistema Omega sono stati largamente sfruttati sia per determinare l'esatto tempo degli eventi osservati, sia per tarare con grande precisione la scala dei tempi nei sonogrammi. Si è poi proceduto, ove possibile, ad un'analisi delle tracce degli *whistler* allo scopo di determinare la dispersione di ciascun segnale.

L'analisi dei segnali, ed in particolare della diminuzione temporale della frequenza negli *whistlers* osservati, mostra che tutti seguono la legge di Eckersley

$$t = D / \sqrt{f}$$

ove  $t$  è il tempo, misurato a partire dalla statica che ha originato il *whistler*,  $f$  la frequenza del *whistler* al tempo  $t$  e  $D$  una costante detta "dispersione" la cui misura si esprime in secondi elevati a un mezzo o radice quadrata di secondi. La dispersione è una caratteristica del condotto lungo il quale si è propagato il *whistler* e può fornire una misura della concentrazione di elettroni nel condotto stesso. La concentrazione di elettroni è strettamente legata all'attività solare. Se  $D$  è costante, se cioè

ha lo stesso valore lungo tutto il condotto, riportando in grafico  $t$  in funzione di  $1/\sqrt{f}$ , si ottiene una retta la cui pendenza permette la misura di  $D$  e la cui intersezione con l'asse dei tempi permette di individuare la statica che ha causato il *whistler*.

### Risultati

In Tabella I viene presentata una sintesi delle osservazioni compiute nelle due località precedentemente menzionate. È indicata la data e l'ora di inizio di ciascuna sessione e l'ora di osservazione di ciascun segnale naturale e, per gli *whistler* non troppo deboli e non troppo diffusi viene riportato il valore della dispersione  $D$ .

Tabella I - Segnali radio naturali osservati nella campagna VLF '95 e loro caratteristiche.

W = *whistler*, w = *whistler* debole, w' = *whistler* diffuso, — = nessun W.

Località			Pavia		Cumiana (TO)	
Data	Ora inizio (UTC)	Ora osservazione (UTC)		D (√s)		D (√s)
04.03	0500		—		—	
05.03	0500		—		—	
11.03	0500	0502:25	—		W	31
12.03	0500	0501:10	w		w	
		0505:52	w'		w'	
18.03	0500	0501:49	W	61	—	
		0503:15	w		—	
		0503:41	W	62	—	
18.03	0600	0600:21	2W	64 e 61	2W	69 e 69
		0600:26	W	64	—	
		0601:29	W	71	—	
		0601:51	W	63	—	
		0603:50	W	64	—	
		0604:04	2W	69 e 66	—	
		0604:20	W	58	—	
19.03	0500	—	—		—	
19.03	0600	0600:41	w		—	
		0601:46	w		—	
		0604:33	w		—	
		0604:48	W	72	W	62
		0605:50	W	64	—	
23.03	0500	0501:59	non effettuata		w	
23.03	0600		non effettuata		—	
26.03	0500		—		—	
26.03	0600		—		—	
01.04	0500		—		—	
01.04	0600		—		—	
02.04	0500		—		—	
08.04	0500		—		—	
09.04	0500	0501:19	w		—	
		0501:20	w		—	
		0501:25	w		—	
		0501:44	W	9	—	

0501:55	w	—
0502:16	w	—
0503:35	w	w
0505:13	w	—
0505:15	w	w
0505:38	w	—
0505:48	w	—

Una prima osservazione di carattere generale riguarda il numero di *whistlers* registrati quest'anno. Complessivamente sono stati osservati 31 *whistlers* in 102 minuti di registrazione, quindi un numero medio inferiore a quello degli anni scorsi: nel '93, in 78 minuti di registrazione, ne furono registrati 105 e nel '94, in 84 minuti, 106. Resta comunque confermato che la scelta dell'equinozio di primavera e delle ore a cavallo del sorgere del sole risultano una buona scelta per l'osservazione di radiosegnali naturali.

È stato osservato un solo *whistler* brevissimo con dispersione di soli  $9 \sqrt{s}$ , un altro con dispersione pari a  $31 \sqrt{s}$ , mentre tutti i rimanenti hanno dispersione compresa tra  $58$  e  $72 \sqrt{s}$ . Il primo ha una dispersione anomala, molto inferiore a quella corrispondente ad un singolo salto per le nostre latitudini; il secondo ha anch'esso una dispersione molto bassa (l'anno scorso ne vennero osservati tre con dispersione di  $35$ ,  $38$  e  $39 \sqrt{s}$ ). Inoltre, poiché quest'anno sono stati osservati parecchi *whistlers* in un intervallo di dispersione non molto ampio, che appartengono quindi ad un unico tipo di *whistler*, è possibile per essi calcolare il valore medio della dispersione e la sua deviazione standard. Il risultato è  $D = 65 \pm 4 \sqrt{s}$ .

Le latitudini geomagnetiche  $\phi$  di Pavia e di Cumiana, calcolate con un'apposita formula che descrive il campo geomagnetico, risultano, rispettivamente, di  $46.2^\circ$  e di  $46.4^\circ$  e da questo valore si può prevedere teoricamente quale dovrebbe essere la dispersione degli *whistlers* osservabili a queste latitudini e che hanno compiuto un solo salto. Esistono, a questo proposito, due formule empiriche: quella di Hayakawa e Tanaka, ottenuta da osservazioni effettuate a latitudini geomagnetiche medio-basse da  $15^\circ$  a  $40^\circ$  N

$$D = 1.22 (\phi - 0.72)$$

che fornisce  $D = 55.5 \sqrt{s}$  e quella di Allcock

$$D = 2.2 (\phi - 12)$$

ricavata in base ad altri dati ottenuti in precedenza che fornisce  $D = 75.3 \sqrt{s}$ . I nostri dati sperimentali forniscono  $D = 65 \pm 4 \sqrt{s}$ , un valore situato proprio in mezzo tra le due previsioni teoriche. Questo indica, senza possibilità di dubbio, che la maggior parte degli *whistlers* da noi osservati hanno compiuto un solo tragitto nella magnetosfera. È molto probabile che i rimanenti *whistlers*, che presentano dispersioni nettamente inferiori, abbiano compiuto tragitti più brevi nella magnetosfera lungo condotti uscenti a latitudini geomagnetiche più basse e che siano giunti alle antenne riceventi per propagazione subionosferica.

Sette *whistlers*, tra i quali alcuni deboli ed altri diffusi, sono stati registrati da entrambe le stazioni. I valori calcolati di  $D$ , per gli stessi *whistlers* registrati dalle due stazioni, presentano piccole differenze che sono un tipico esempio di errore sperimentale che può essere dovuto a diverse cause, la principale delle quali risiede nella lettura, eseguita manualmente, di  $t$  ed  $f$  dai sonogrammi. In Fig. 2 e 3 sono mostrati i sonogrammi di *whistlers* registrati, rispettivamente, a Cumiana ed a Pavia. L'identificazione degli eventi osservati in modo indipendente dalle due stazioni è stata possibile grazie alla presenza sui nastri di un preciso segnale orario (quello della RAI) e dei segnali a  $10.2$  kHz del sistema Omega. Uno di questi segnali, irradiato dal TX situato in Norvegia, si può notare nella parte superiore dei sonogrammi. Si può inoltre osservare che l'insieme di statiche registrate in un

dato intervallo di tempo costituisce una specie di "impronta digitale" tipica di quell'intervallo e comune ai sonogrammi ad esso relativi. Le statiche che hanno dato origine ai due *whistlers* sono al di fuori del sonogramma.

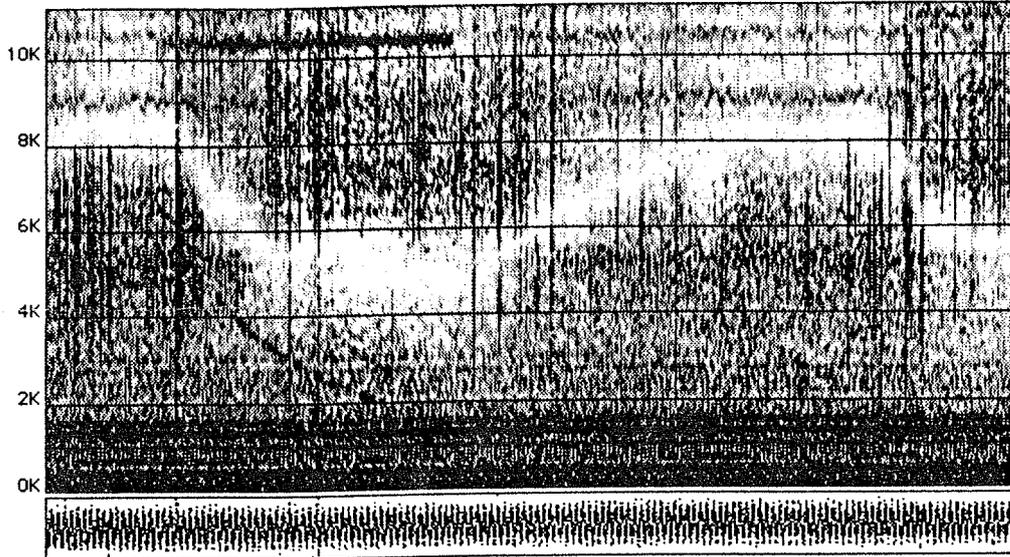


Fig. 2 - sonogramma del *whistler* registrato a Cumiana il 18 marzo 1995 alle 0600:21. Si intravede un secondo *whistler* debole che segue quello più intenso.

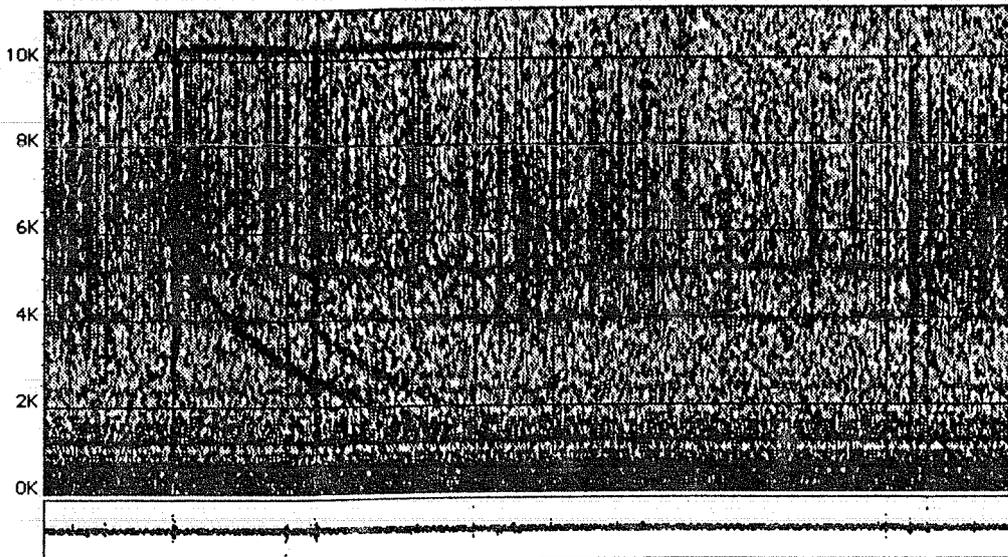


Fig. 3 - sonogramma del *whistler* registrato a Pavia il 18 marzo 1995 alle 0600:21. Il *whistler* risulta seguito da un altro più debole.

In parecchie registrazioni effettuate a Cumiana sono inoltre presenti segnali in codice binario a 1025 Hz già segnalati in *Radiorama* 5/95. L'intensità dei segnali sembra variare da giorno a giorno e le emissioni mostrano una certa ciclicità, con gli stessi messaggi alla stessa ora per diverso tempo e con una accentuata presenza nei primi 5 minuti delle ore esaminate. Questi segnali non sono mai stati osservati a Pavia, né nelle registrazioni effettuate in simultanea con Cumiana, né in altre occasioni. Questo fatto fa ritenere che queste emissioni non siano destinate ad una copertura globale, ma ad una molto più locale.

**Ringraziamenti** - Desidero ringraziare Roberto Canobbio che mi ha aiutato nell'effettuazione delle registrazioni a Pavia e Renato Romero per il prezioso materiale fornitomi.

### Proposte per la primavera '96

Anche per il 1996 il Comitato Scientifico dell'AIR propone agli interessati di effettuare registrazioni di segnali naturali con modalità analoghe a quelle adottate negli anni precedenti.

Non mi dilungo a descrivere dette modalità in quanto già riportate su *Radiorama* nel febbraio 1993. Comunico solamente le date di quest'anno, che saranno sempre a cavallo dell'equinozio di primavera (21 marzo): cioè nel mese di marzo il 2 e 3, il 9 e 10 alle ore 0500 UTC, il 16, 17, 23 e 24 alle ore 0500 e alle 0600 UTC, il 30 e 31 marzo ed il 6 e 7 aprile alle 0500 UTC. In ciascun giorno è cioè prevista una sessione tra le 0500 e le 0506 UTC, mentre nei sabati e nelle domeniche immediatamente prima e dopo l'equinozio è prevista anche una seconda sessione tra le 0600 e le 0606 UTC.

Chi fosse interessato a partecipare è pregato di contattare preventivamente il Coordinatore del Comitato Scientifico: prof. Ezio Mognaschi, v.le Gorizia 63, 27100 Pavia PV, tel. 0382 539522 per ottenere ulteriori informazioni e copia di un log d'ascolto unificato da utilizzare per le ricezioni VLF e di attenersi scrupolosamente al protocollo per effettuare le predette ricezioni, descritto su *Radiorama* 2/93. Inoltre chi fosse interessato a realizzare il ricevitore RS-4 potrà ricevere copia dello schema elettrico facendo pervenire allo stesso indirizzo una busta preindirizzata ed affrancata.

Terminate le registrazioni i partecipanti sono invitati ad inviarmi solamente i log. Sarà mia cura individuare le registrazioni che, in base ai log, risultino più interessanti e richiedere l'invio di copia delle cassette registrate per sottoporle ad analisi.

Si intende che chi invia log e materiale registrato ne autorizza con ciò l'utilizzazione per gli studi in programma, a scopo dimostrativo ed in pubblicazioni scientifiche; verrà naturalmente sempre citata la fonte di provenienza del materiale qualora esso venga utilizzato.