

4. Pianificazione della ricerca

4.1. Un poco di storia

Lo studio di un fenomeno fisico senza acquisizione di dati oggettivi, equivale a pescare a casaccio in una raffazzonata messe di dati. Una valutazione seria presuppone la definizione preventiva di una sistematica di selezione, valutazione, qualificazione e, se necessario, ponderazione dei dati.

La prima campagna di rilevamenti risale all'estate del 1997. Periodo di media attività solare. In pratica ci si limitò a leggere i valori degli strumenti dei ricevitori, elencarli e analizzarli nella speranza di trovare una qualche interazione. L'assenza di una catalogazione sistematica e di fonti comparative, condusse a magri risultati. In sintesi: l'analisi confermava la nota attenuazione giornaliera e segnalava un'instabilità statistica dei segnali a cui non sapevamo dare una motivazione.

La presa di coscienza della nostra ignoranza scientifica c'indusse a concludere sull'assoluta e prioritaria necessità d'avvicinarci alle leggi che descrivono la ionosfera e ai rilevamenti temporali che ne descrivono il comportamento. Si diede pertanto il via a un intenso e rapido processo d'aggiornamento suddiviso in sei fasi:

- 1) Rispolvero delle leggi fisiche preposte ai fenomeni elettromagnetici. In particolare le equazioni di Maxwell
- 2) Ricerca e studio di testi, pubblicazioni e contributi cartacei e su Internet specifici al magnetismo terrestre e al comportamento geomagnetico della ionosfera
- 3) Ricerca e studio degli ionogrammi e degli andamenti delle frequenze critiche giornaliere di Roma e Atene pubblicati sul sito Internet dalla: "The Australian Space Weather Agency, IPS Radio and Space Services" .
- 5) Misura e catalogazione in Ravenna dell'intensità dei segnali delle stazioni interessate alla ricerca e dei dati trasmessi giornalmente, ogni 10 minuti, dal beacon DK0WCY sulla frequenza di 10144 kHz. Creazione di tabulati comprendenti: intensità dei segnali misurati, disturbi magnetici: k di Kiel, A di Kiel e A di Boulder, dati solari: R e flusso solare e previsioni solari e magnetiche per la giornata in corso.
- 6) Montaggio, messa in funzione e taratura in Bellinzona di un magnetometro tipo: "Fluxgate" per la misura continua delle variazioni delle componenti X e Y del campo magnetico terrestre. Calcolo automatico del disturbo magnetico: k di Bellinzona, ogni 3 ore. Messa in rete (Internet) in tempo reale dei dati e registrazione sistematica nella banca dati.

Riferendosi alla realizzazione del magnetometro, si ritiene interessante menzionare alcuni problemi pratici di montaggio e taratura sorti al momento della messa in funzione e le soluzioni adottate:

- Ortogonalità delle sonde di misura delle componenti magnetiche terrestri orizzontali: **X** e **Y**. Ottenuta tramite montaggio delle sonde sulle facce di un cubo di alta precisione in materiale amagnetico, termicamente stabile
- Allineamento delle sonde con le coordinate geografiche. Ottenuto tramite posa e orientamento del blocco sonde con l'ausilio dello strumento stesso e di una bussola di precisione.
- Stabilità termica dello strumento. Ottenuta tramite:
 - a) montaggio dello strumento in contenitore a doppia conchiglia con pareti isolanti in Sagex, intercalate da uno strato stabilizzante di sabbia fine e asciutta. Soluzione preferita alla massa solida assorbente utilizzata da altri, che ha dato ottimi risultati.
 - b) posa dello strumento in cantina, in sito scelto, a debole escursione termica giornaliera e stagionale con compensazione dell'influsso magnetico del reticolo metallico del cemento armato. Soluzione preferita all'interramento, che ha dato ottimi risultati e meno problemi di sicurezza
 - c) otturazione con masse autostringenti dei passaggi cavi per evitare fughe termiche
 - d) cancellazione automatica d'indesiderate variazioni magnetiche indotte dall'accelerazione repentina di masse magnetiche e da transienti elettrici a corrente forte, modificando il soft dello strumento in collaborazione con il fabbricante,
- Ottimizzazione del rapporto segnale/disturbo. Ottenuta tramite:
 - a) filtraggio e stabilizzazione dell'alimentazione
 - b) impiego di cavi di raccordo professionali a doppia schermatura
 - c) messa a terra di alta qualità

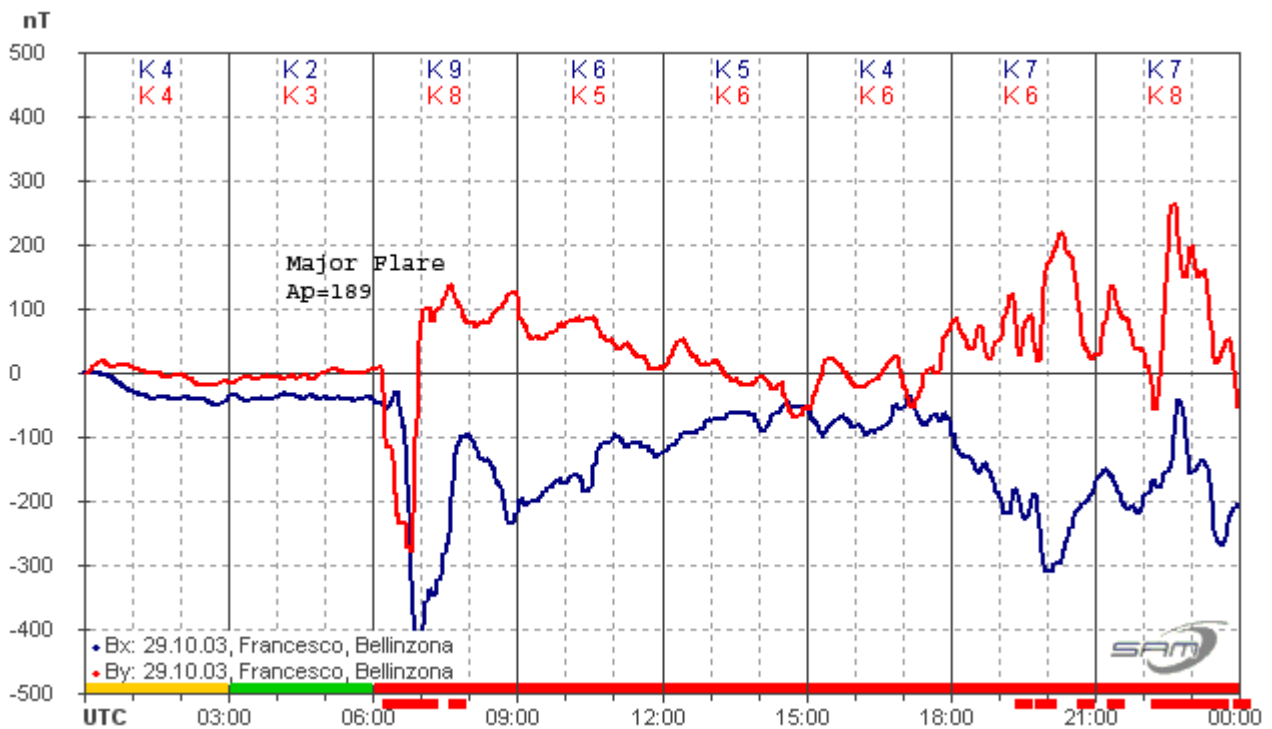
- Compensazione dell'errore di latitudine. Ottenuta implementando nello strumento l'algoritmo (funzione quasi logaritmica) dell'indice k in funzione della variazione geomagnetica, in uso negli osservatori geofisici italiani.

Contenitore e posizionamento dei sensori:



Per ulteriori dettagli costruttivi visitate www.delprete.ch

Il magnetogramma:



Per ulteriori dettagli visitate: www.ogasnet.ch.vu

4.2. Oggetto

L'argomento di cui abbiamo deciso di occuparci: la propagazione pretangenziale a corta e media distanza di circa 500 km di cerchio massimo, è un tema che solleva ancora grande interesse fra i servizi radio commerciali e militari. Abbastanza negletto nel mondo amatoriale in generale più interessato a collegamenti oltre i 10000 km: i famosi DX. Fonte di ambiti diplomi come il DXCC. Mentre i collegamenti a media e corta distanza vengono dati per scontati che invece scontati non sono.

In questa ricerca sono state impegnate 3 tratte di corta e media distanza che da Ravenna (Italia) puntano verso Bellinzona (Svizzera) 330 km, Buchs/Zurigo (Svizzera) 430 km e Tiefenbrunnen/Ulm (Germania) 500 km di cerchio massimo. Tutte località a nord, nord-ovest di Ravenna con percorsi spaziali abbastanza paralleli ai meridiani magnetici terrestri, raggiungibili con una sola riflessione sullo strato F2 e a debole guadagno ionosferico (attorno a 1 dB).

4.3. Apparecchiature, frequenze, tempi e fonte dei segnali

Le apparecchiature utilizzate sono tutte del tipo radioamatoriale con una sensibilità del ricevitore maggiore di $0,5 \mu\text{V}$ per 20 dB di segnale/disturbo. Le potenze output impiegate variano da un minimo di 0,5 W della stazione beacon fino a un massimo di 100 W utilizzato per lo scambio dei dati. Le antenne sono del genere dipolo mezz'onda e ground plane, accordate sulle bande radioamatoriali degli 80 e 40 m.

Per quanto attiene al modo di trasmissione, considerando la necessità di avere segnali il più pulito e stabile possibile riducendo al minimo la banda passante, è stata scelta la vecchia, quasi obsoleta telegrafia Morse (cw).

Le frequenze sono state scelte sulla base di criteri geofisici, tecnici e regolamentari:

- a) valori limite di MUF e di LUF
- b) angoli limiti d'incidenza nella ionosfera e di radiazione delle antenne
- c) teorema del ripiego: $f_{\text{ripiego}} < f_{\text{disturbata}}$
- d) bande di frequenza assegnate al servizio di radioamatore

Dopo avere stralciato la banda delle onde lunghe e dei 160 m, fortemente attenuate durante il giorno dallo strato D e quelle sotto i 20m (14MHz) compresi, per MUF insufficiente, si optò per le bande dei 40m e degli 80m, scegliendo empiricamente le frequenze di lavoro: 7002, 7015 e 7033 kHz e la frequenza di ripiego 3510 kHz, tenendo conto degli altri utenti.

Per quanto attiene i tempi, è evidente che l'attivazione della stazione di Ravenna dipende da situazioni esistenziali, difficilmente prevedibili. In generale i periodi si situano a cavallo dei due solstizi o dell'equinozio di primavera. Tutti giorni importanti del ciclo solare stagionale.

Per la misura sono state utilizzate due diverse fonti:

- a) Una a cadenza giornaliera fissa, per lo scambio dati e informazioni, con ERP 10 W
- b) Una a cadenza periodica (beacon), 10 minuti, lungo un arco giornaliero di 8 .. 10 ore, finalizzata al rilevamento dell'intensità dei segnali riflessi su un lungo arco di tempo, con ERP da 0,5 a 5 W

4.4. Modalità di ricerca

I primi tentativi di spiegare l'instabilità dei segnali si limitarono alla lettura, catalogazione e a un poco convincente tentativo d'interpretazione dei dati che non sortì alcun risultato, ma ebbe se non altro il vantaggio di mettere in luce i difetti della procedura applicata. In particolare la irrelativizzazione:

- a) alle caratteristiche del circuito radio in esame: ERP, antenne, sensibilità del ricevitore, distanza, attenuazione di tratta, ecc.
- b) ai dati solari: macchie solari, flusso, disturbo magnetico, flares, ecc.
- c) all'anisotropia ionosferica

A questa situazione si fece fronte:

- a) definendo uno standard di formattazione dei dati, che prevedeva la relativizzazione dei valori assoluti dei segnali a una ERP di riferimento di 1W, a un tipo d'antenna a radiazione semi-isotropica e a una sensibilità del ricevitore di $-6 \text{ dB}\mu$ per 20 dB S/N
- b) catalogando separatamente i dati di ogni stazione corredata dei dati solari e geomagnetici

Questa procedura rimase invariata fino a quattro anni fa quando aumentando le potenze impiegate anche la ERP di riferimento venne adattata a 50 W.

A mò d'esempio, nel seguito, si riporta uno stralcio del tabulato dei segnali formatati della stazione DK1NL di Ulm, delle ore 07ut30 del mese di dicembre 2004, corredati dai relativi dati solari e geomagnetici e dalle previsioni:

DK1NL 2004 dicembre ore 7ut30	Sigs 40m [S]	Sigs 40 m [+dB]	ERP [W]	Sigs 40m formattati (ERP 50W) [dB μ]	R	Flux	A _{Kiel}	k _{Kiel} [hh = ut]								previsione		
								3	6	9	12	15	18	21	24	attività solare	attività magnetica	
16	9,0	10	100	47	71	106	11		1	3							quiet	quiet
17	9,0	10	100	47	92	118	9		2								eruptive	quiet
18	3,0	0	100	1	114	123	5		2				1				eruptive	quiet
19	9,0	0	100	37	113	123	5		1	1	3						eruptive	quiet
20	-	-	-	assente	104	130	17		2		3						eruptive	quiet
21	-	-	-	assente	105	133	22		3	3							eruptive	quiet
22	9,0	0	100	37	152	138	17		2			4					eruptive	act exp
23	9,0	10	100	47	144	142	10		2								eruptive	act exp