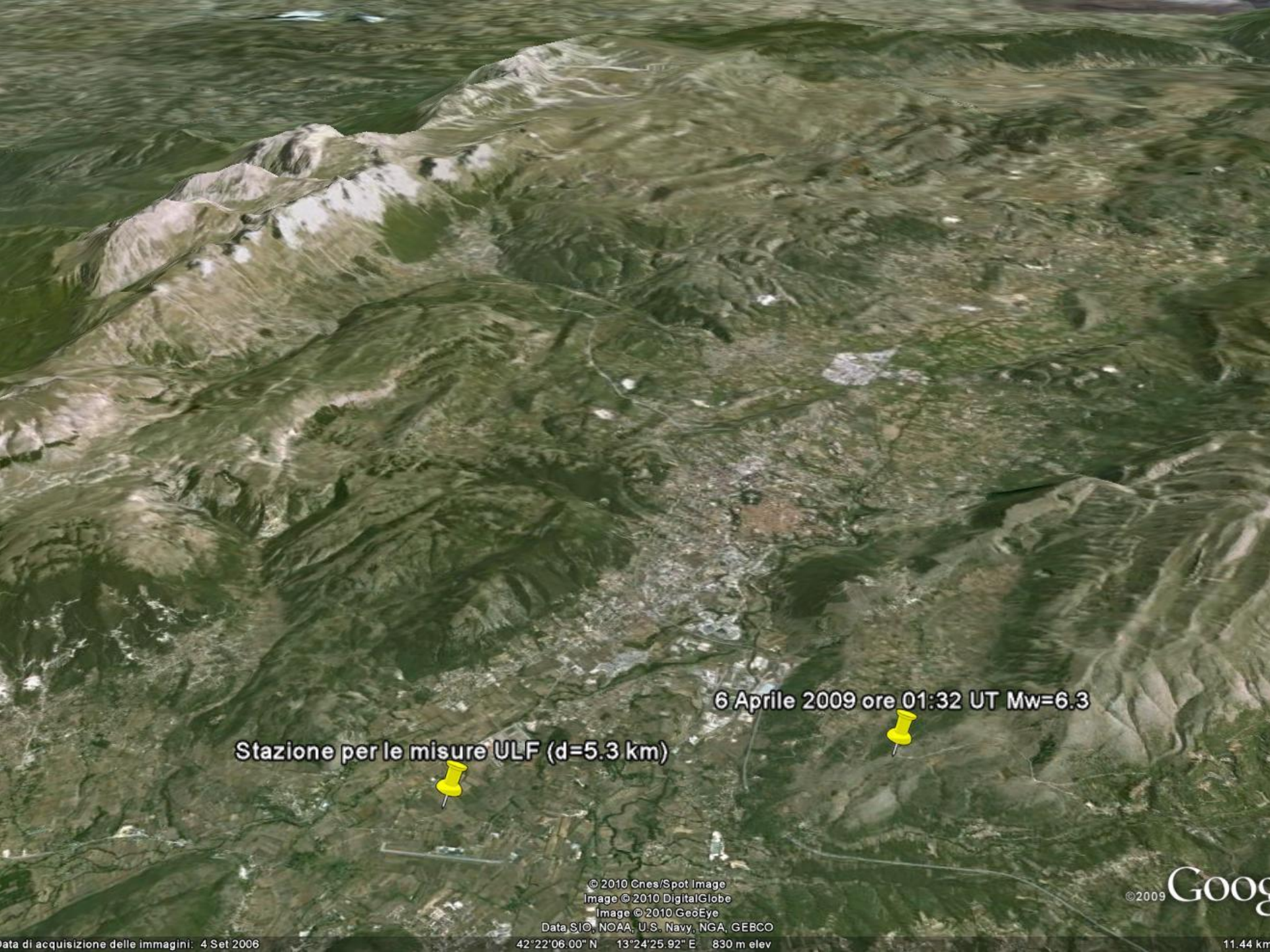


IL TERREMOTO DEL 6 APRILE 2009  
A L'AQUILA: ANALISI DI MISURE  
MAGNETICHE NELLA BANDA ULF

M. De Lauretis, U. Villante, P. Francia,  
A. Piancatelli, E. Pietropaolo, M. Vellante

Dipartimento di Fisica, Università dell'Aquila  
Consorzio Area di Ricerca in Astrogeofisica, L'Aquila

([marcello.delauretis@aquila.infn.it](mailto:marcello.delauretis@aquila.infn.it))



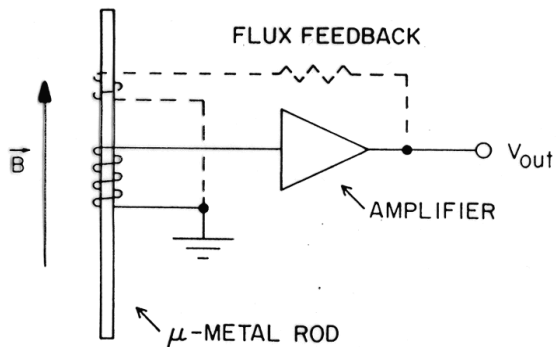
Stazione per le misure ULF (d=5.3 km)

6 Aprile 2009 ore 01:32 UT Mw=6.3

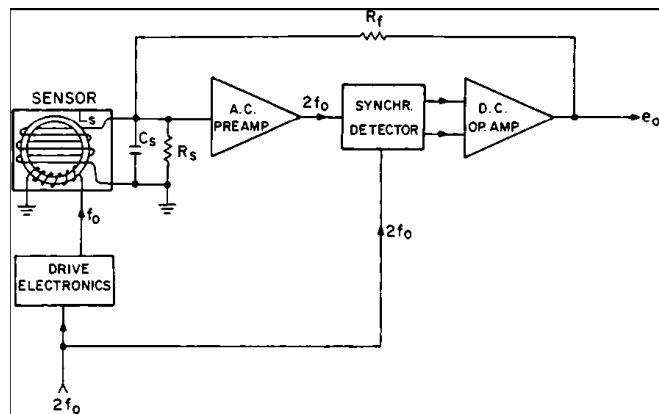
© 2010 Cnes/Spot Image  
Image © 2010 DigitalGlobe  
Image © 2010 GeoEye

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

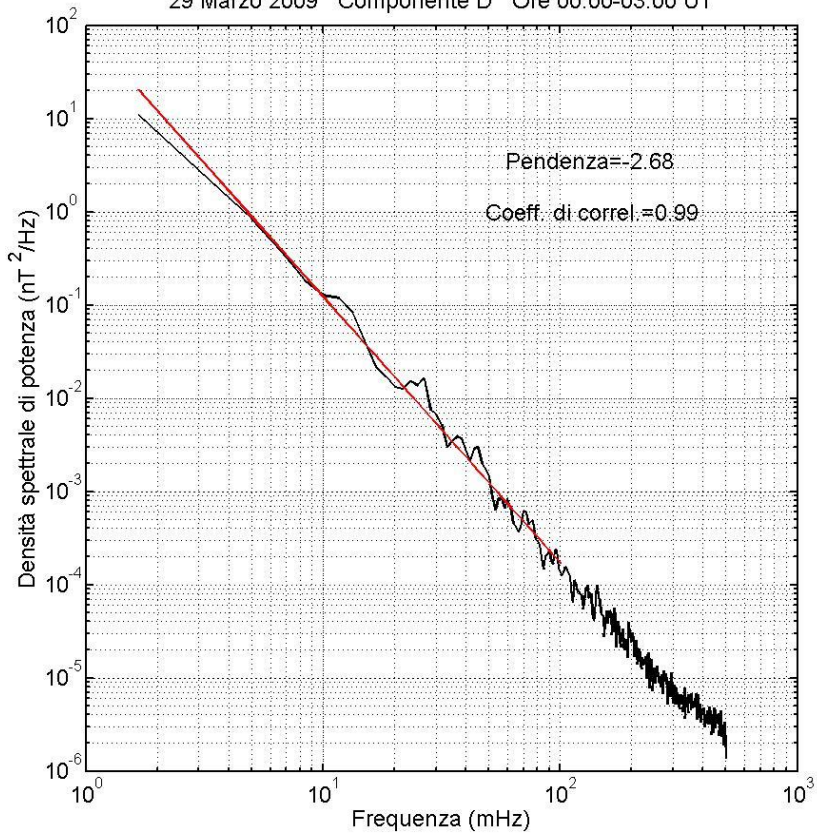
### SEARCH COIL



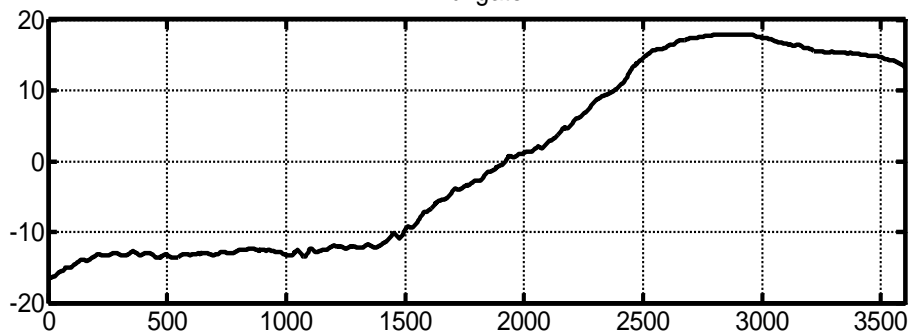
### FLUXGATE



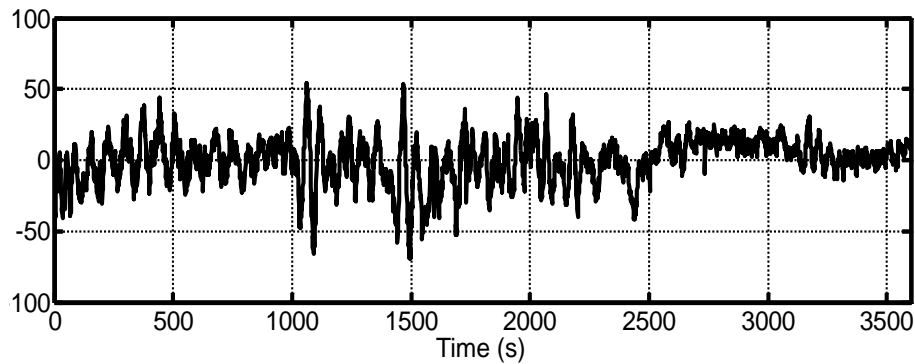
29 Marzo 2009 Componente D Ore 00:00-03:00 UT



Fluxgate



Search-Coil



## Classificazione pulsazioni continue

Pc1 → 200-500 mHz

Pc2 → 100-200 mHz

Pc3 → 20-100 mHz

Pc4 → 7-20 mHz

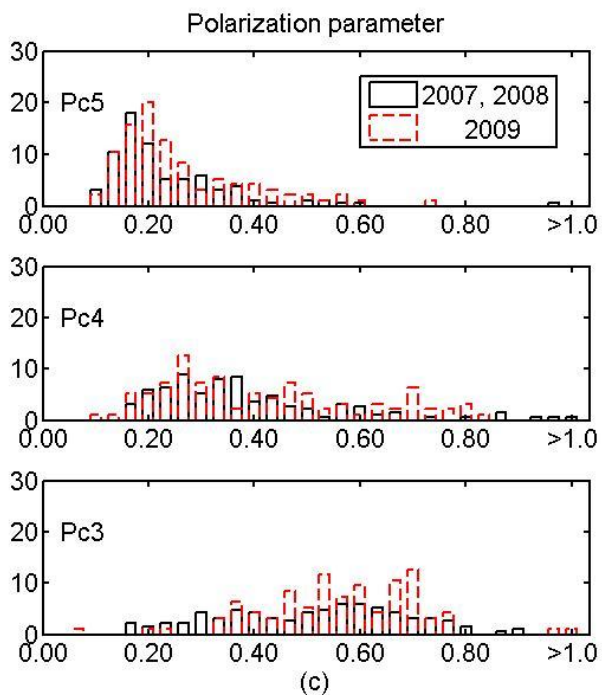
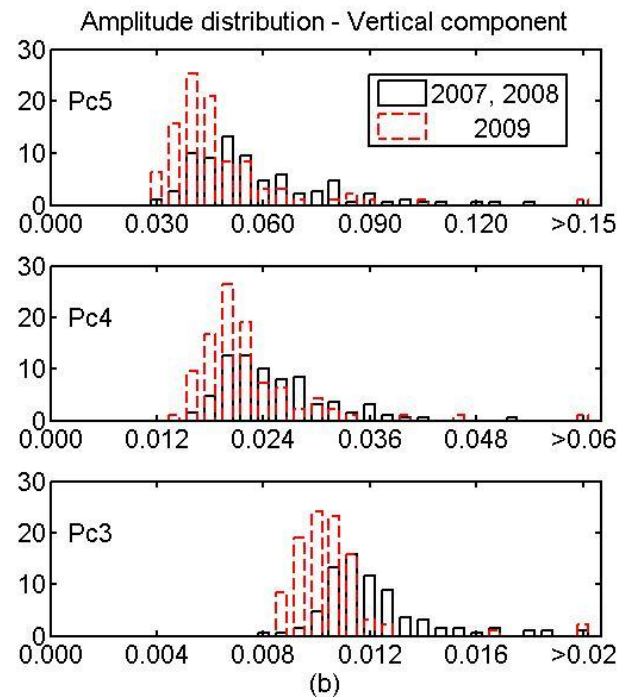
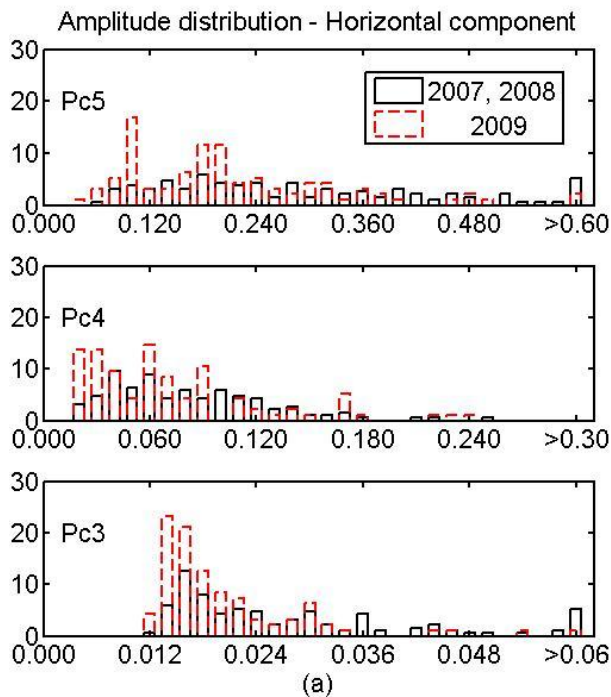
Pc5 → 1-7 mHz

Spettri orari tra 1.7 e 500 mHz → Ampiezze integrate nelle bande Pc

Parametro di Polarizzazione:

$$R = \sqrt{\frac{P_Z}{P_H + P_D}}$$

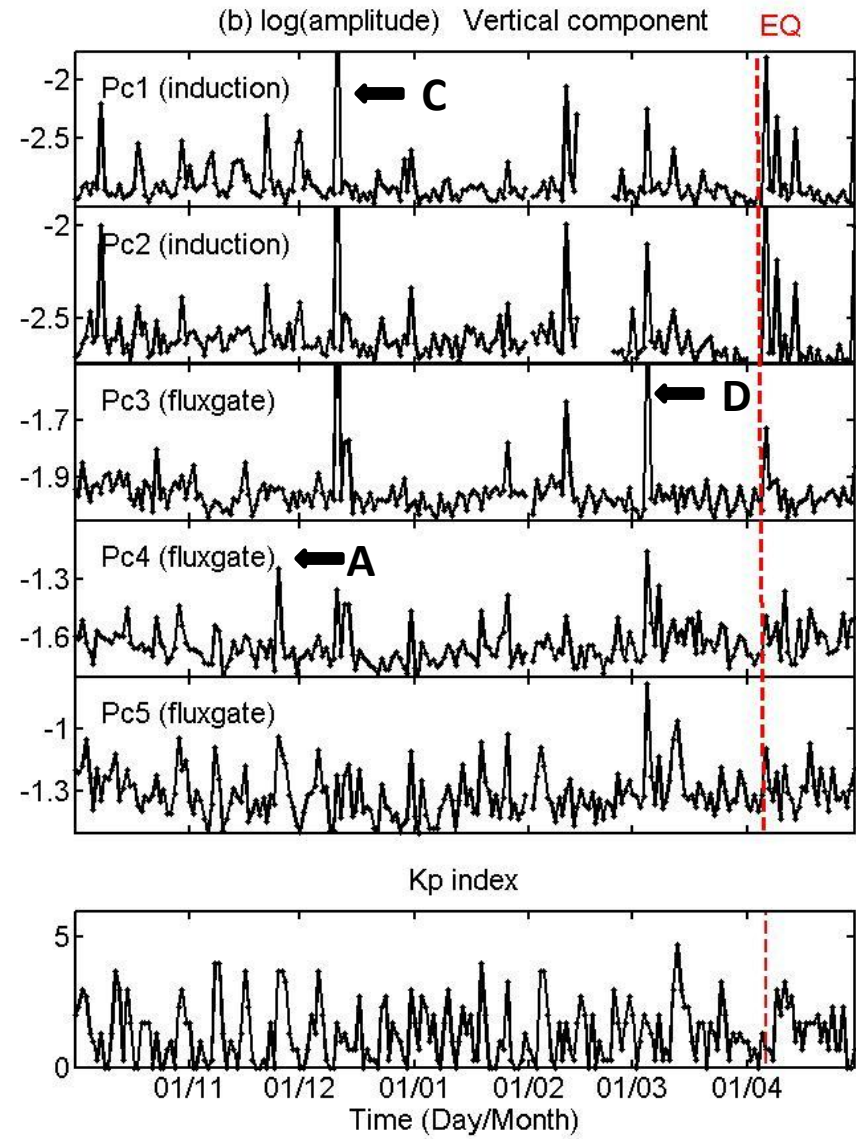
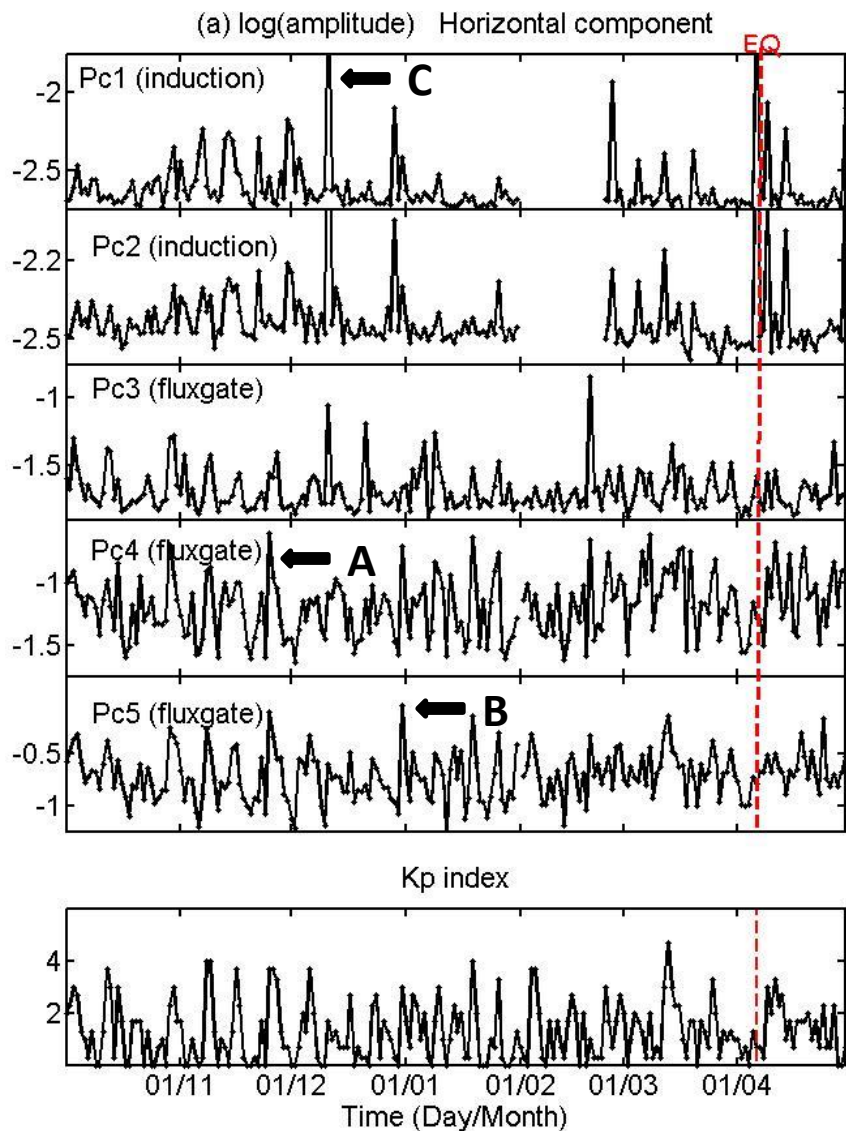
Intervallo orario: 00:00-03:00 UT (~01:00-04:00 LT)



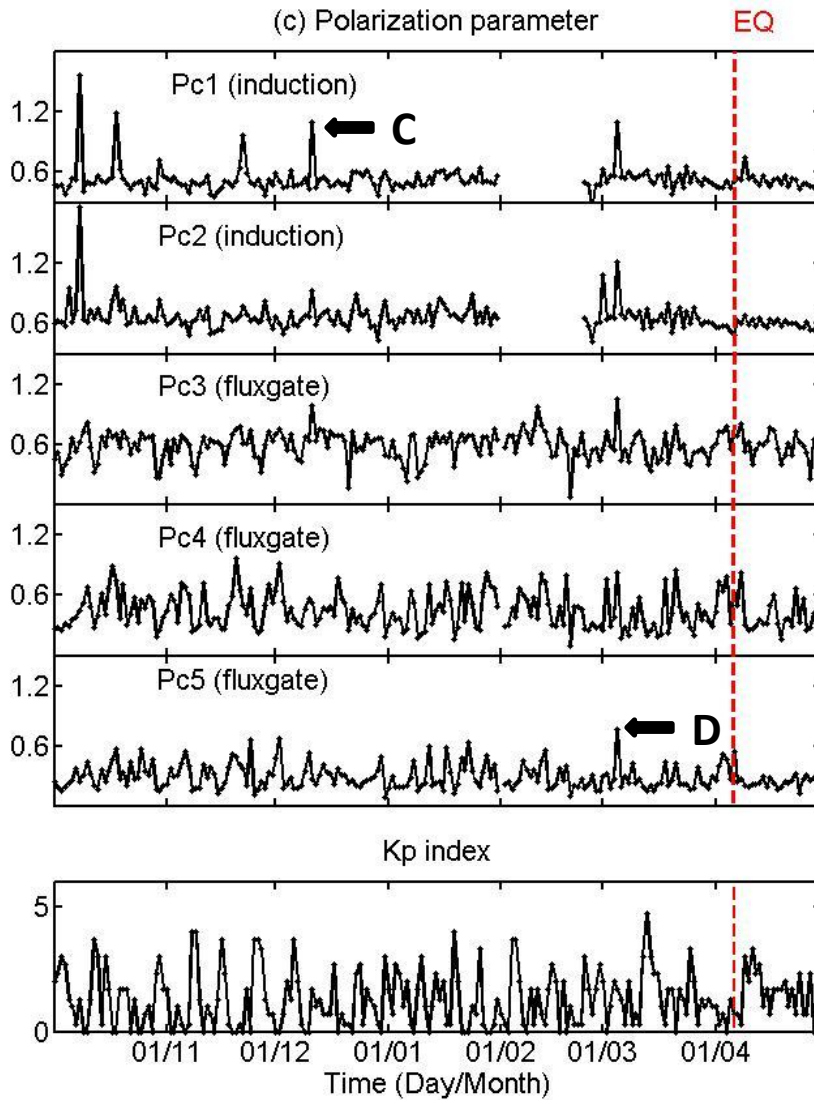
Distribuzione (in %) delle **ampiezze** integrate nelle bande Pc3-5 per i giorni 1-95 (0-3 UT). In nero gli anni 2007 e 2008, in rosso il 2009.

- (a) Componente orizzontale
- (b) Componente verticale
- (c) Parametro di polarizzazione

Pc5: 1-7 Pc4: 7-20 Pc3: 20-100 (mHz)



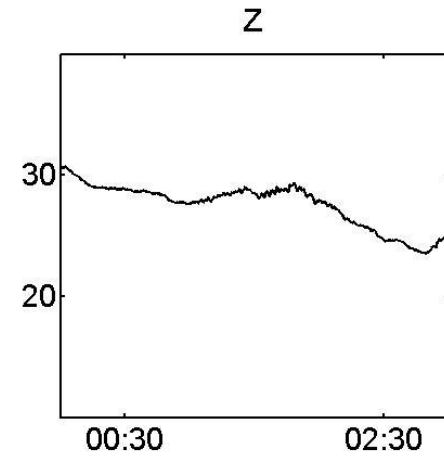
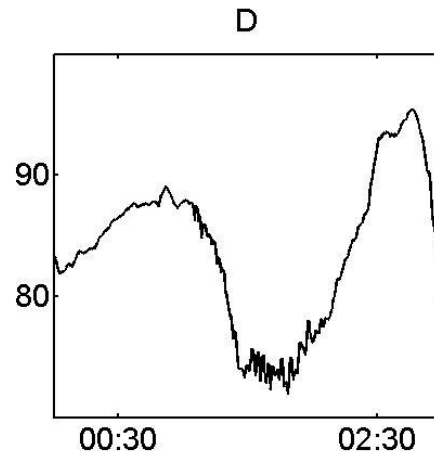
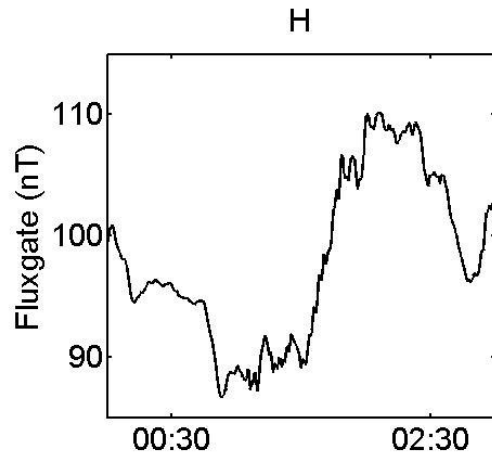
Andamento del **logaritmo dell'ampiezza** nelle bande Pc1-5 e dell'**indice Kp** dal 1/10/2008 al 30/4/2009, ore 0-3 UT. Le Pc1-2 sono relative al magnetometro ad induzione.



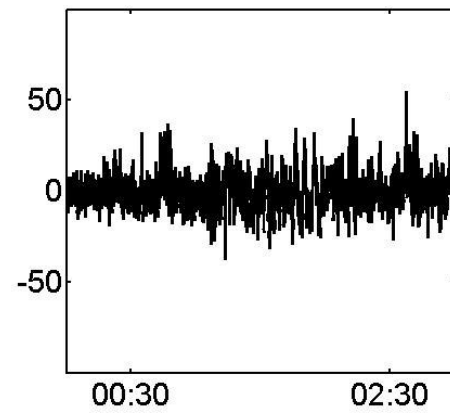
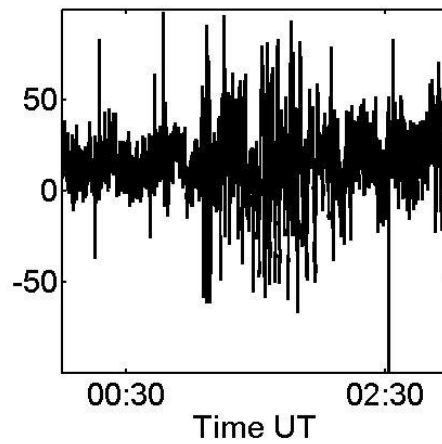
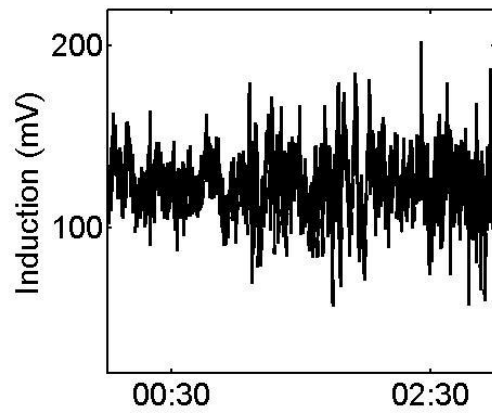
Andamento del **parametro di polarizzazione** nelle bande Pc1-5 e dell'**indice Kp** dal 1/10/2008 al 30/4/2009, ore 0-3 UT.

Le Pc1-2 sono relative al magnetometro ad induzione.

# Dettaglio A

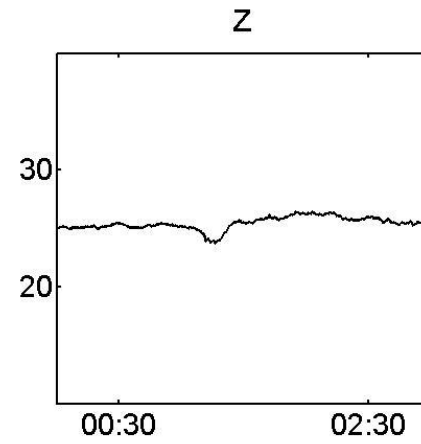
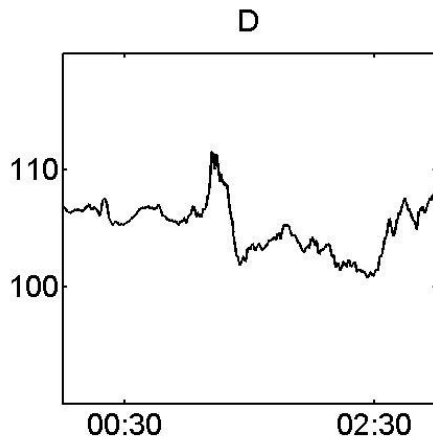
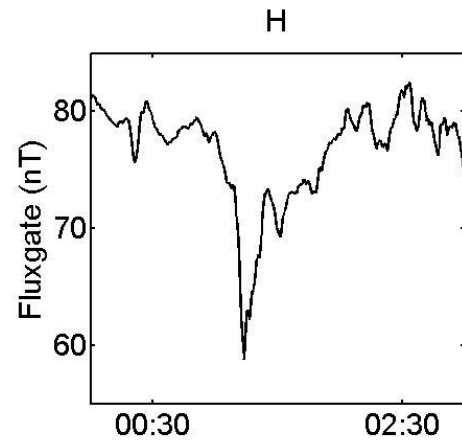


25 November 2008

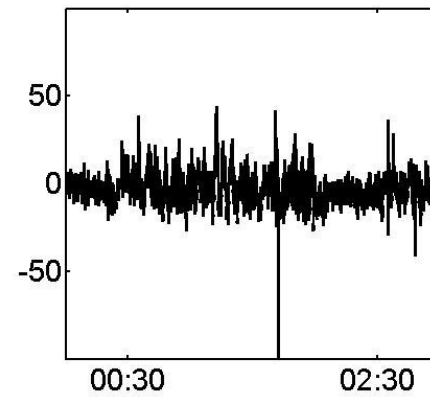
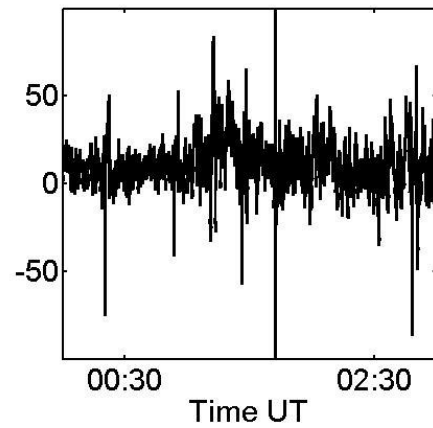
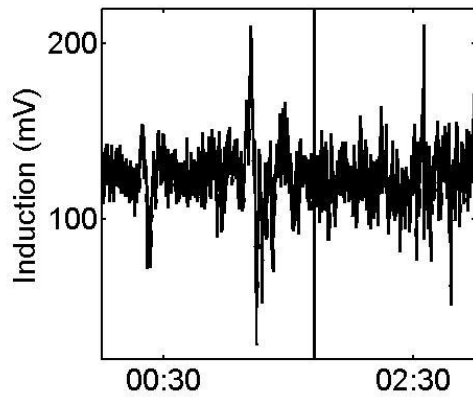




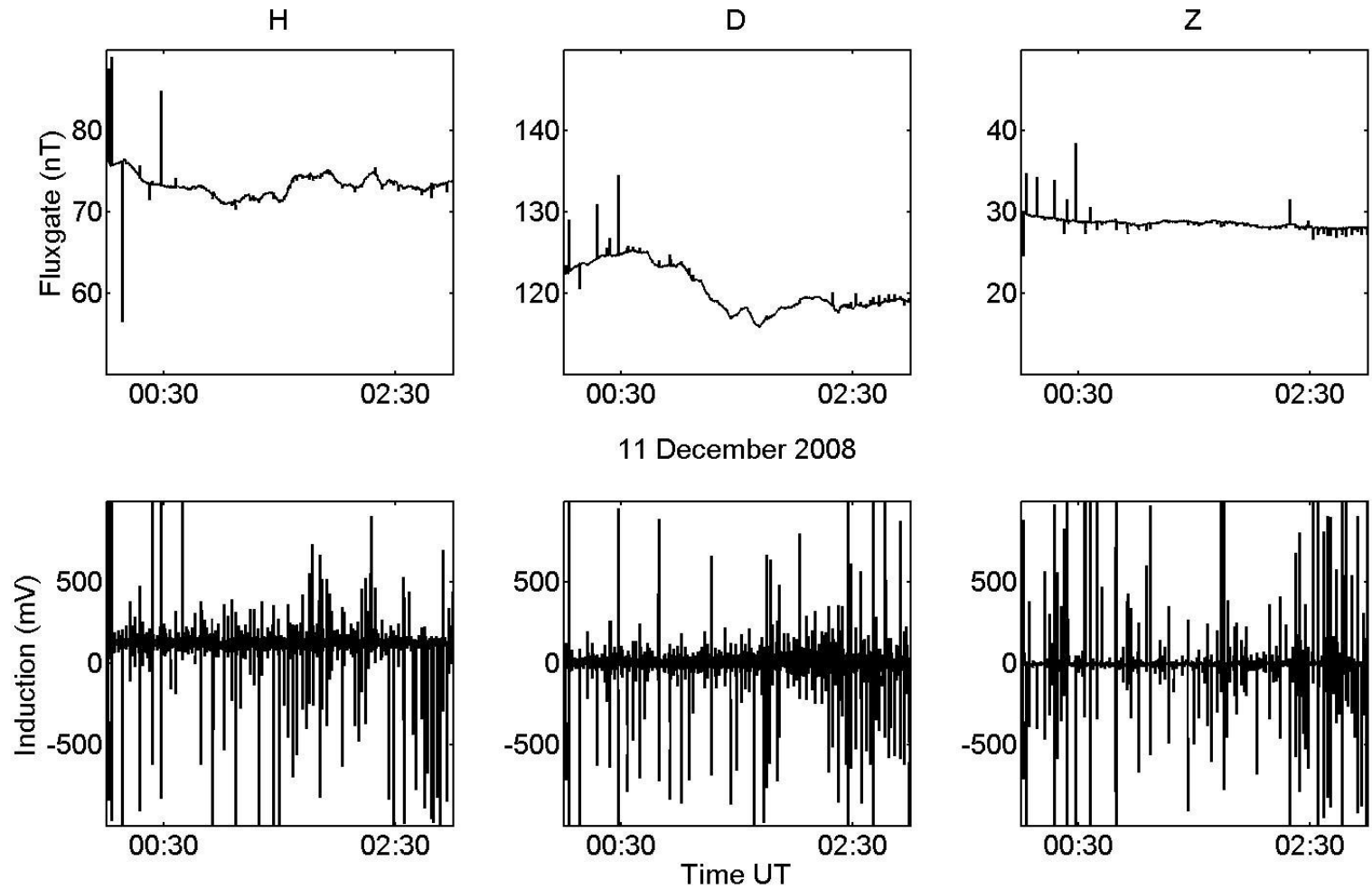
# Dettaglio B



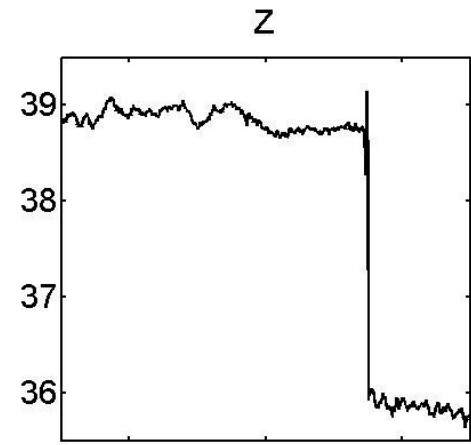
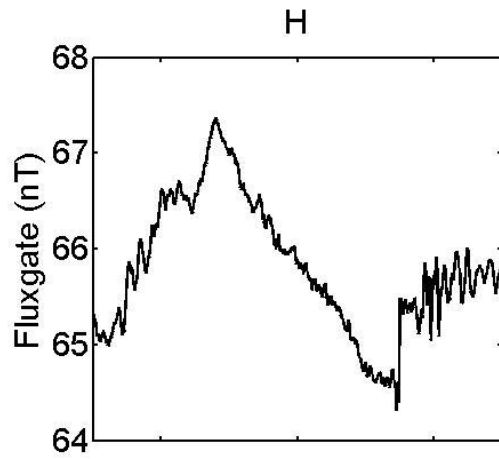
31 December 2008



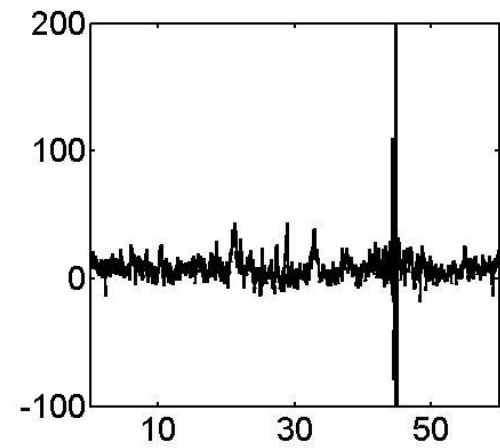
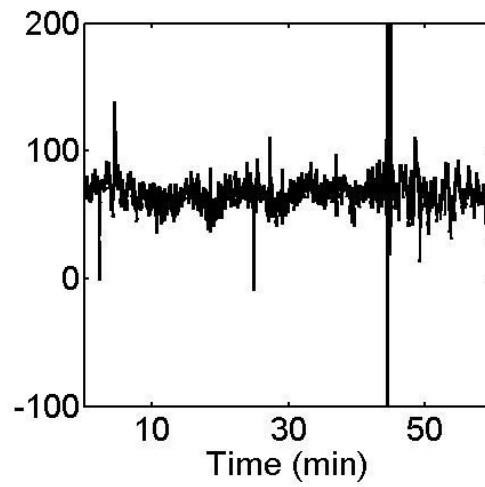
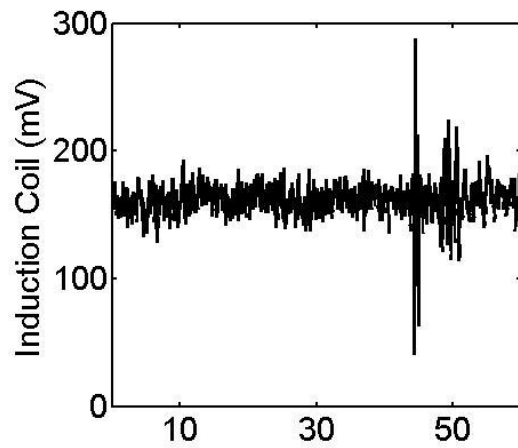
# Dettaglio C



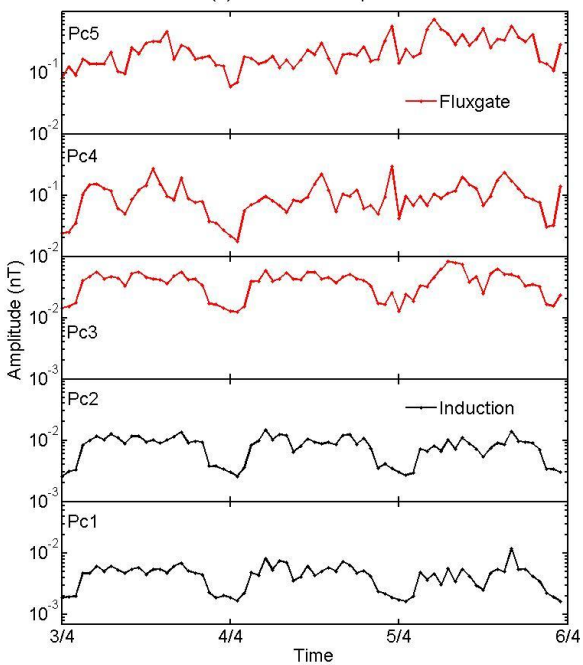
# Dettaglio D



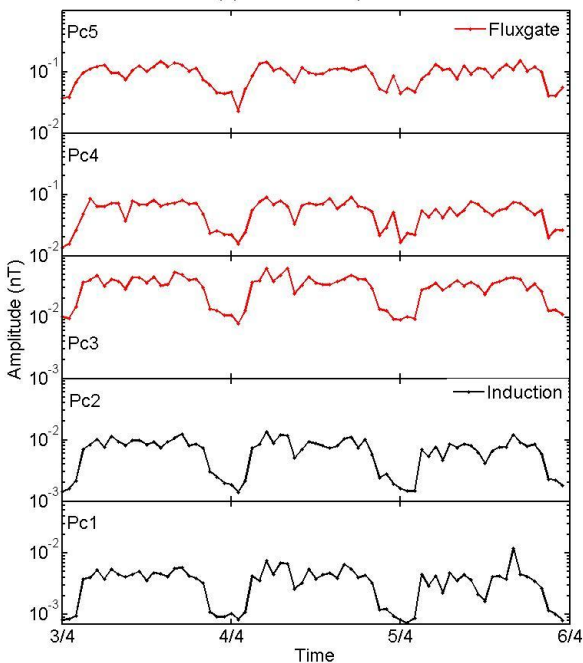
5 Marzo 2009, ora 2 UT



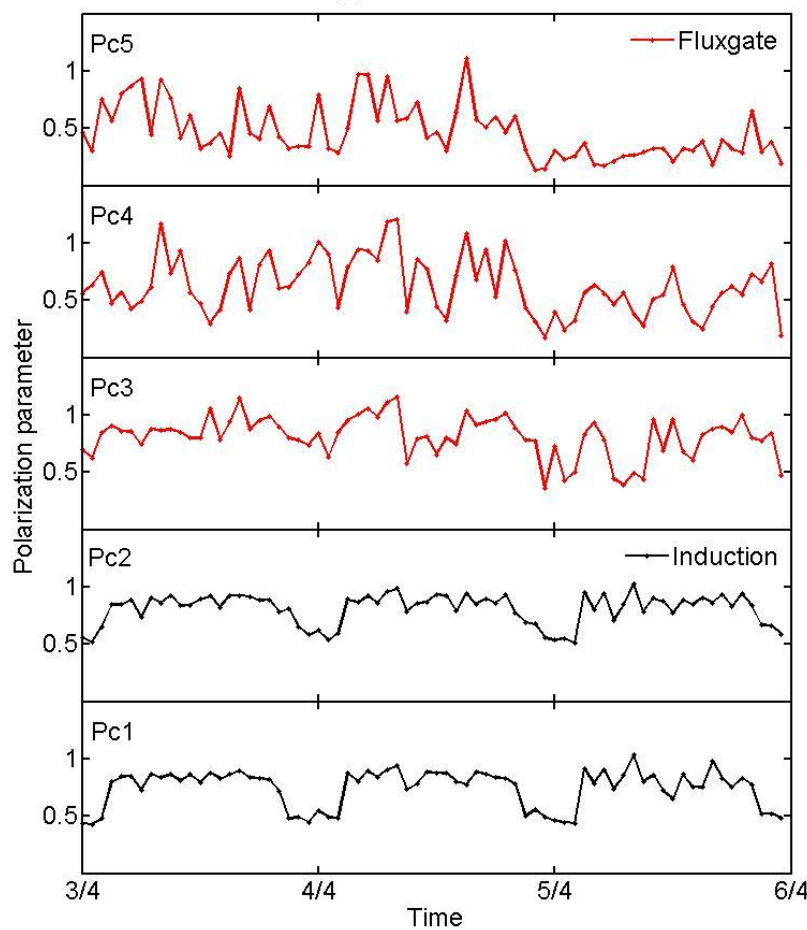
(a) Horizontal component



(b) Vertical component



(c) R

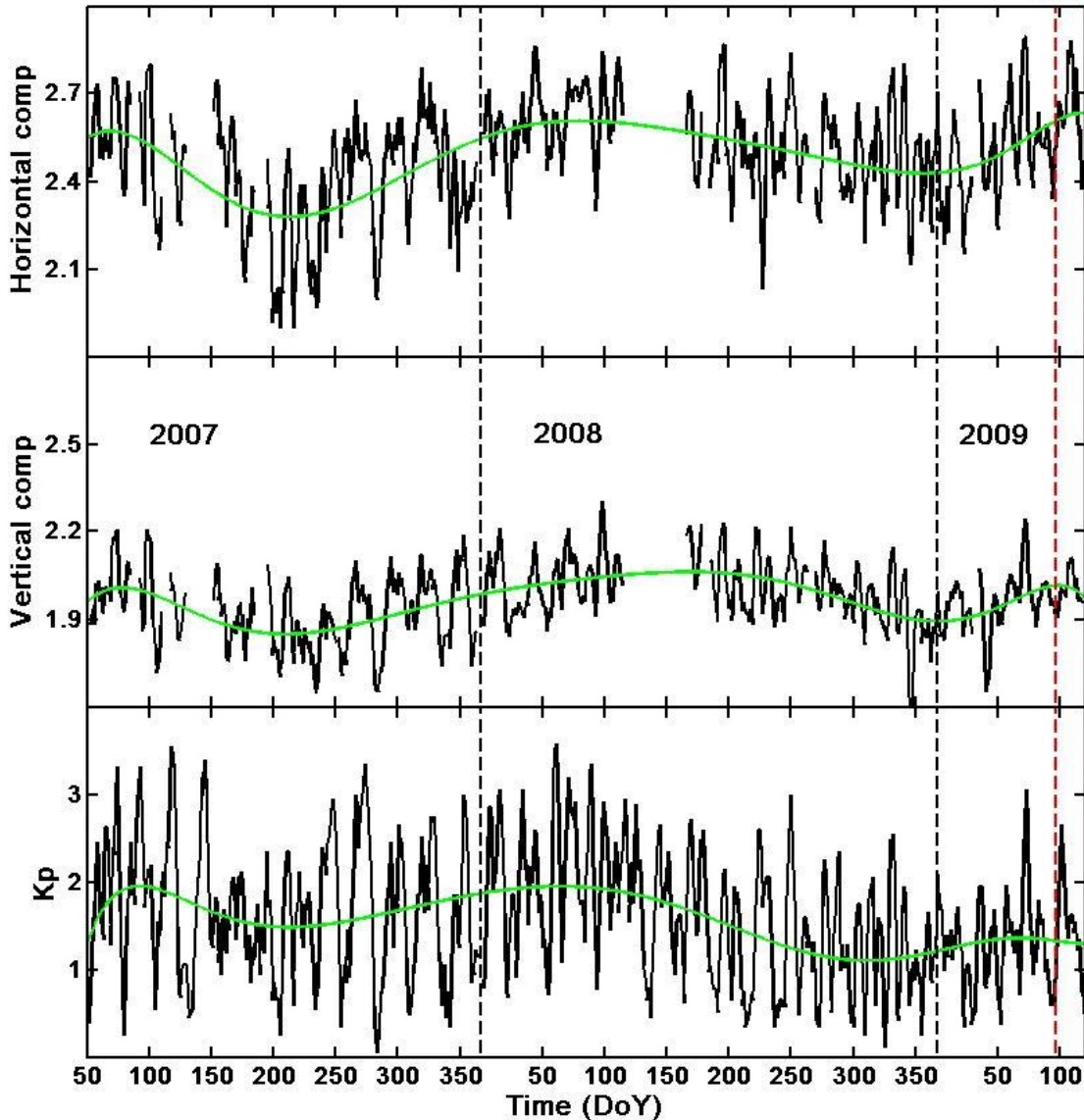


Andamento dettagliato dell' **ampiezza oraria** per i 3 giorni precedenti Il terremoto nelle bande Pc1-5.

- (a) Componente orizzontale
- (b) Componente verticale
- (c) Parametro di polarizzazione

Spectral index  $\beta$

E/Q

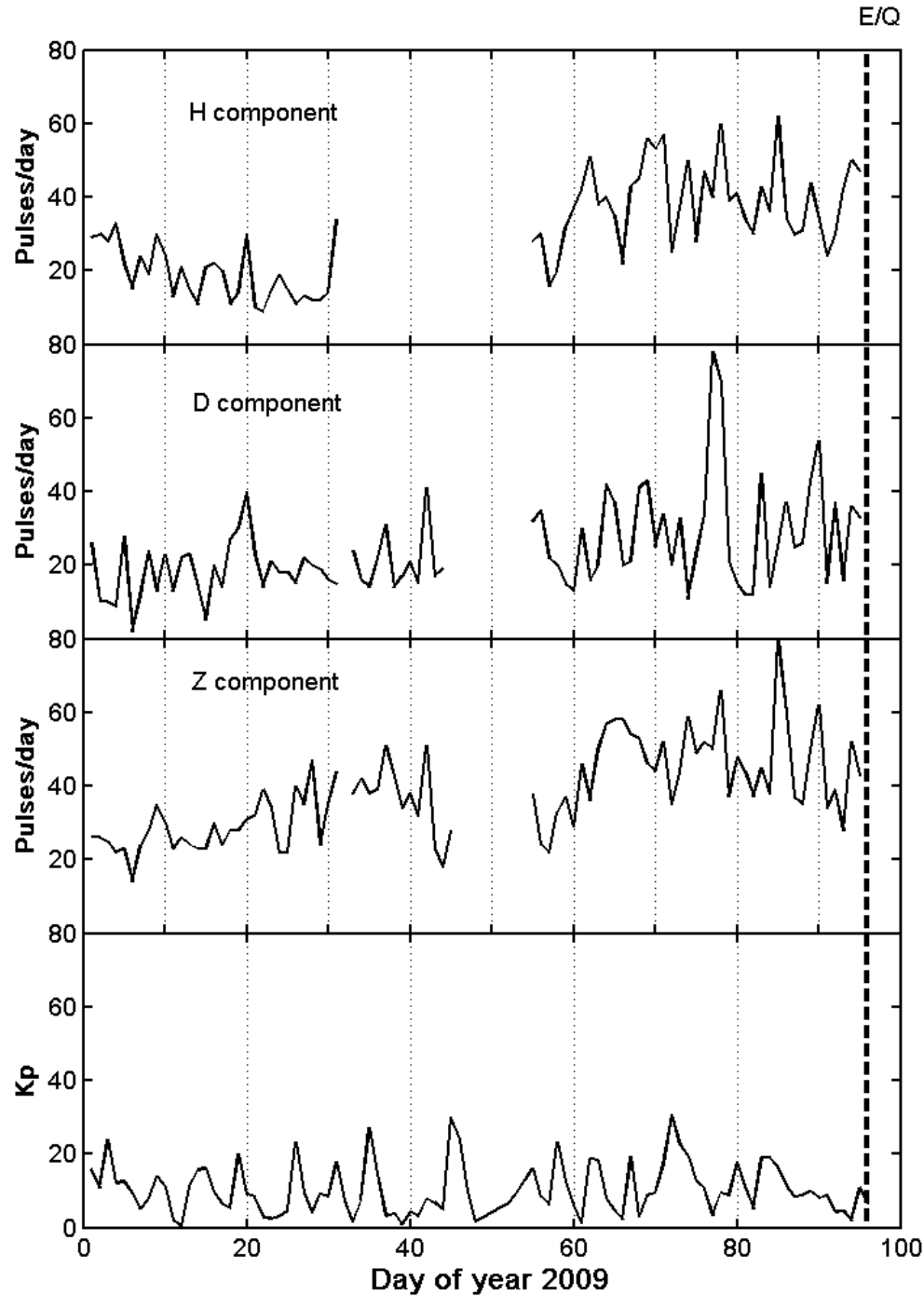


### Pannelli in alto e centrale:

Medie correnti a 5 giorni **dell'indice spettrale  $\beta$**  per la componente orizzontale e verticale. Il dato base è la pendenza degli spettri di potenza nell'intervallo 00:00-03:00 UT, nel range di frequenza 1-100 mHz.

### Pannello in basso:

Medie correnti a 5 giorni dell'**indice di attività geomagnetica Kp** relativo all'intervallo 00:00-03:00 UT.



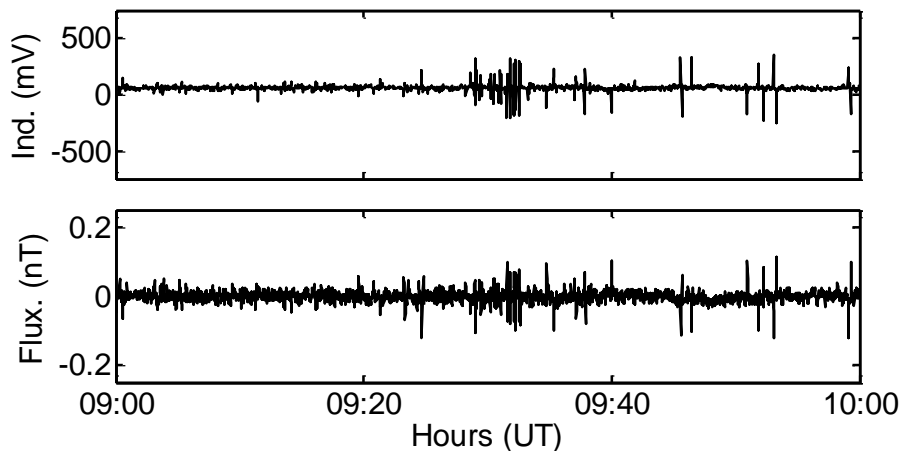
**Numero di impulsi giornalieri per i 3 mesi precedenti il terremoto del 6 Aprile 2009.**

Partendo dall'alto verso il basso ci sono le misure relative alla componente H, D e Z.

Nel pannello in basso è riportato l'andamento delle medie giornaliere dell'**indice globale di attività Kp**.

La linea verticale tratteggiata indica l'istante del terremoto.

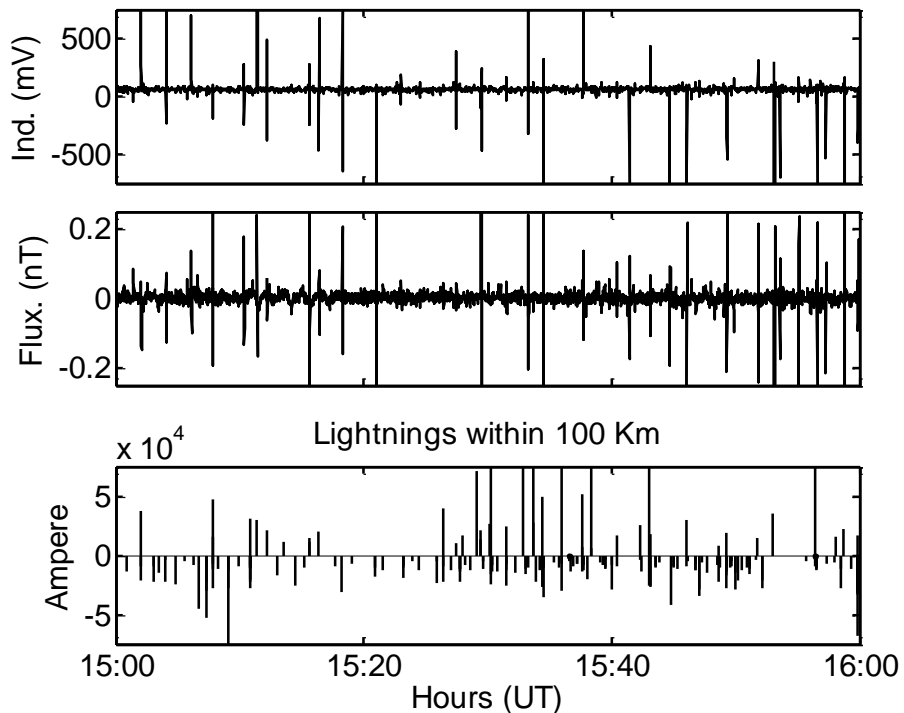
a) March 18, 2009 D-comp



Dettaglio di 1 ora di dati della **componente D** per i giorni **18 e 19 Marzo 2009**, caratterizzati da un elevato numero di impulsi giornalieri.

**Primi 2 pannelli in alto:** misure relative all'ora 9 UT del 18 Marzo per il magnetometro ad induzione (in alto) ed il fluxgate (in basso).

b) March 19, 2009 D-comp



**2 pannelli centrali:** misure relative all'ora 15 UT del 19 Marzo per il magnetometro ad induzione (in alto) ed il fluxgate (in basso).

**Pannello in basso:** misure relative all'intensità dei fulmini entro 100 km dalla stazione di misura per l'ora 15 UT del 19 Marzo.

# Conclusioni

- I **segnali anomali ULF** relativi all'attività sismica sono generalmente ambigui, e la saltuarietà con cui essi si presentano fa pensare che ogni terremoto ha una sua storia specifica. La loro individuazione dipende infatti da una miriade di fattori, tra cui l'energia del sisma e le diverse modalità della sua fase preparatoria, la distanza dell'ipocentro dalla stazione di misura, la struttura di conducibilità del terreno, lo specifico segnale di origine esterna, il rumore ambientale e così via.
- Pur essendo la nostra stazione di misura molto vicina (~5.3 km) all'epicentro di un terremoto di discreta energia, nella banda ULF non emergono segnali (sia a breve che a lungo termine) collegabili senza ambiguità alla fase preparatoria del sisma. Ci sono tuttavia alcuni casi dubbi che avranno bisogno di ulteriori analisi, possibilmente confrontando i nostri segnali con quelli di altre stazioni vicine
- Per migliorare la discriminazione dei segnali di diversa natura presenti nelle misure magnetiche della nostra stazione potrebbe essere utile integrarla con una gemella posta ad una distanza opportuna: non troppo lontana, per poter ancora misurare efficacemente l'eventuale segnale anomalo (e con un uguale contributo di origine esterna), ma anche non troppo vicina, per essere un riferimento utile a discriminare eventuali rumori locali di origine antropica.