

Segnali elettromagnetici anomali rilevati dalla stazione SDT di Pasion di Prato in prossimità a eventi sismici rilevanti.

di Riccardo Rossi

ABSTRACT

Il presente articolo descrive alcune rilevazioni elettromagnetiche registrate dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico di Pasion di Prato facente parte del "Progetto SDT – Segnali dalla Terra", promosso dall'Associazione Radioamatori Italiani e attuato in collaborazione con il gruppo FESN (Friuli Experimental Seismic Network).

La stazione, dotata di un sensore costituito da un induttore di circa 90.000 spire con nucleo in ferro dolce, configurato con polarizzazione verticale, è stata in grado di rilevare alcuni segnali anomali, in prossimità delle crisi sismiche della zona Marche – Lazio dell'agosto 2016, della zona di Rodotópion nella penisola greca del 16 Ottobre 2016 e in prossimità degli eventi accaduti nella zona de L'Aquila in gennaio 2017.

PREMESSA

Il progetto "SDT - Segnali dalla Terra" è stato avviato nel 2007 e prevedeva la costituzione di una rete di stazioni di rilevamento dello spettro elettromagnetico diffusa a livello nazionale, mediante la collaborazione delle Sezioni ARI aderenti.

In un primo momento le sezioni interessate all'implementazione del progetto sono state circa una ventina, sul territorio nazionale.

Gli sviluppi successivi del progetto hanno potuto avvalersi degli studi e delle esperienze relative alle modalità di rilevazione, effettuati dal dott. Adriano Nardi, all'epoca collaboratore dell'INGV, il quale ha ripreso e approfondito, nell'ambito della propria tesi di laurea, studi analoghi effettuati in precedenza dal dott. Enzo Mognaschi dell'Università di Pavia.

Tali studi, supportati da esperimenti svolti sia in laboratorio che nell'ambito di una cava di pietra, hanno evidenziato la capacità di rocce di diversa tipologia di emettere onde elettromagnetiche in una vasta gamma di frequenze comprese tra le ELF (Extremely Low Frequency) e le UHF (Ultra High Frequency).

Le ricerche di cui sopra sono state avviate a seguito dell'esperienza di alcuni radioamatori che, in prossimità degli eventi sismici dell'Umbria del 1997, avevano rilevato particolari interferenze radio nell'ambito di radiocomunicazioni amatoriali effettuate in banda HF (High Frequency – Onde corte).

Il metodo proposto dal dott. Nardi prevede l'utilizzo di un'antenna (sia essa a stilo che a loop), di un amplificatore di segnali dedicato e di un computer sufficientemente potente, in grado di supportare due sessioni del programma Spectrum Lab, software di visualizzazione dello spettro elettromagnetico dei segnali ricevuti all'ingresso della scheda audio del PC.

La prima delle due sessioni del software deve registrare e visualizzare lo spettrogramma delle frequenze comprese tra 0 e 22.000 Hz, con una risoluzione relativamente bassa al fine di individuare zone interessanti del tracciato da approfondire con maggiore dettaglio.

La seconda deve permettere l'analisi del segnale in profondità, quindi deve avere maggiore risoluzione e consentire l'analisi del segnale anche nel dominio delle frequenze. Il tutto al fine

di evidenziare eventuali segnali compatibili con quelli che lo stesso ricercatore ha individuato, sulla base dei propri studi, quali possibili precursori sismici.



Fig. 1 – Esempio di segnale possibile precursore sismico rilevato dalla stazione di Serramazzone, facente capo alla rete di monitoraggio elettromagnetico del dott. Adriano Nardi

CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI DEL PROGETTO SDT

Il range delle frequenze oggetto di indagine da parte del progetto SDT è quello compreso tra 0 e 22 kHz.

Il team del progetto, coordinato dal redattore del presente articolo e composto da colleghi radioamatori e Marco Toni IK4MZJ, del "Gruppo Scatter del Monte del Giogo" di Parma, ha quindi progettato e reso disponibile un'antenna a loop (in collaborazione con la ditta TR System di Parma di Marco Toni), un ricevitore-amplificatore dedicato (realizzato con la collaborazione di Adamo Mancini IK2SBB) nonché un convertitore analogico-digitale a 8 bit.



Fig. 2 – Presentazione antenne SDT al meeting organizzato dalla sezione ARI di Fidenza del 12.11.2011.

Il software, inizialmente previsto dal progetto, denominato "Predictor" è stato redatto da Roberto Violi IK1XHH. Successivamente si è scelto di utilizzare anche "Spectrum Lab" (realizzato da Wolfgang Büscher DL4YHF).

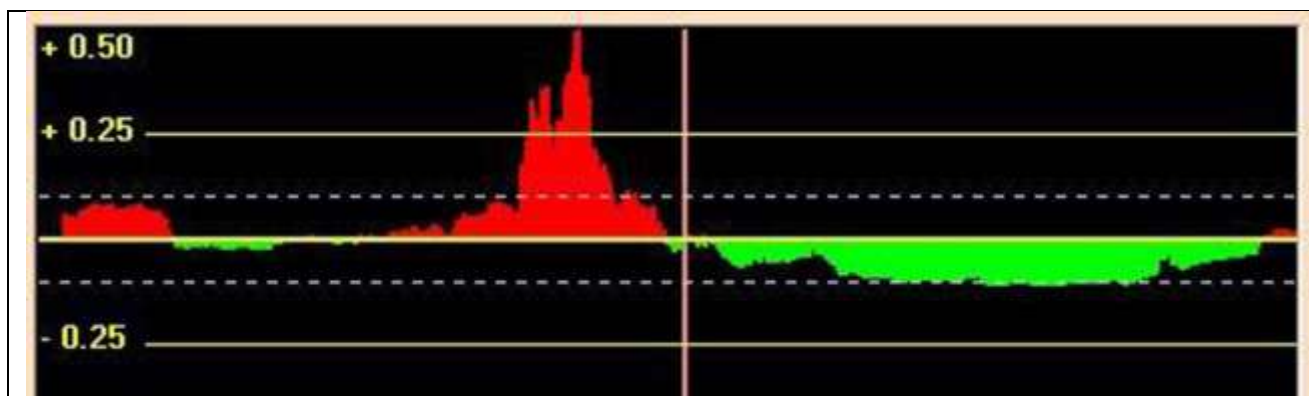


Fig. 3 – Esempio di elaborazione dell'ampiezza del segnale di fondo con il software Predictor di Roberto Violi.

In due stazioni auto costruite della rete FESN site a Pasian di Prato (UD) e Trasaghis (UD), è stato avviato il monitoraggio della gamma di frequenze comprese tra 0 e 15 Hz (in banda SELF-ELF). In queste stazioni, inizialmente riservate al solo monitoraggio sismico, uno dei canali disponibili (solitamente tre o quattro) è stato utilizzato per la rilevazione di segnali elettromagnetici provenienti da un'antenna ad altissima induttanza.

La configurazione di queste stazioni comprende un'antenna-induttore costituita da un nucleo in tondini isolati di ferro dolce del diametro di circa 5 cm, protetto da un tubo in plexiglas, sul quale sono infilate n. 5 bobine avvolte su un tubo di vetroresina composte da circa 17.500 spire di filo di rame smaltato da 0.20 mm, realizzate in collaborazione con Roberto Biondi IV3BUT.

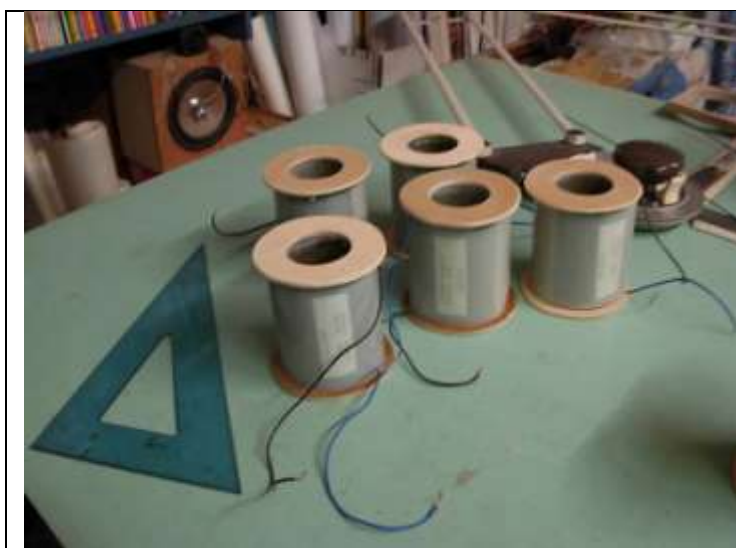


Fig. 4 – Alcune delle bobine predisposte per l'induttore SDT.

Il segnale in uscita dall'induttore è amplificato e filtrato da una scheda progettata per segnali sismici, in quanto le caratteristiche elettriche dei segnali provenienti dall'antenna sono sufficientemente simili a quelle di un segnale proveniente da un sensore sismico.

La conversione digitale è gestita da una scheda a 18 bit, realizzata sulla base del progetto del sig. Mauro Mariotti, titolare della ditta SARA di Perugia, collaboratore della rete amatoriale di monitoraggio sismico su scala nazionale denominata IESN (Italian Experimental Seismic Network), cui fa capo anche la rete locale FESN (Friuli Experimental Seismic Network).

L'elaborazione finale del segnale ricevuto viene poi svolta da un P.C. tramite il software Seismowin e Seismolog-edu, realizzati dalla già citata ditta SARA.

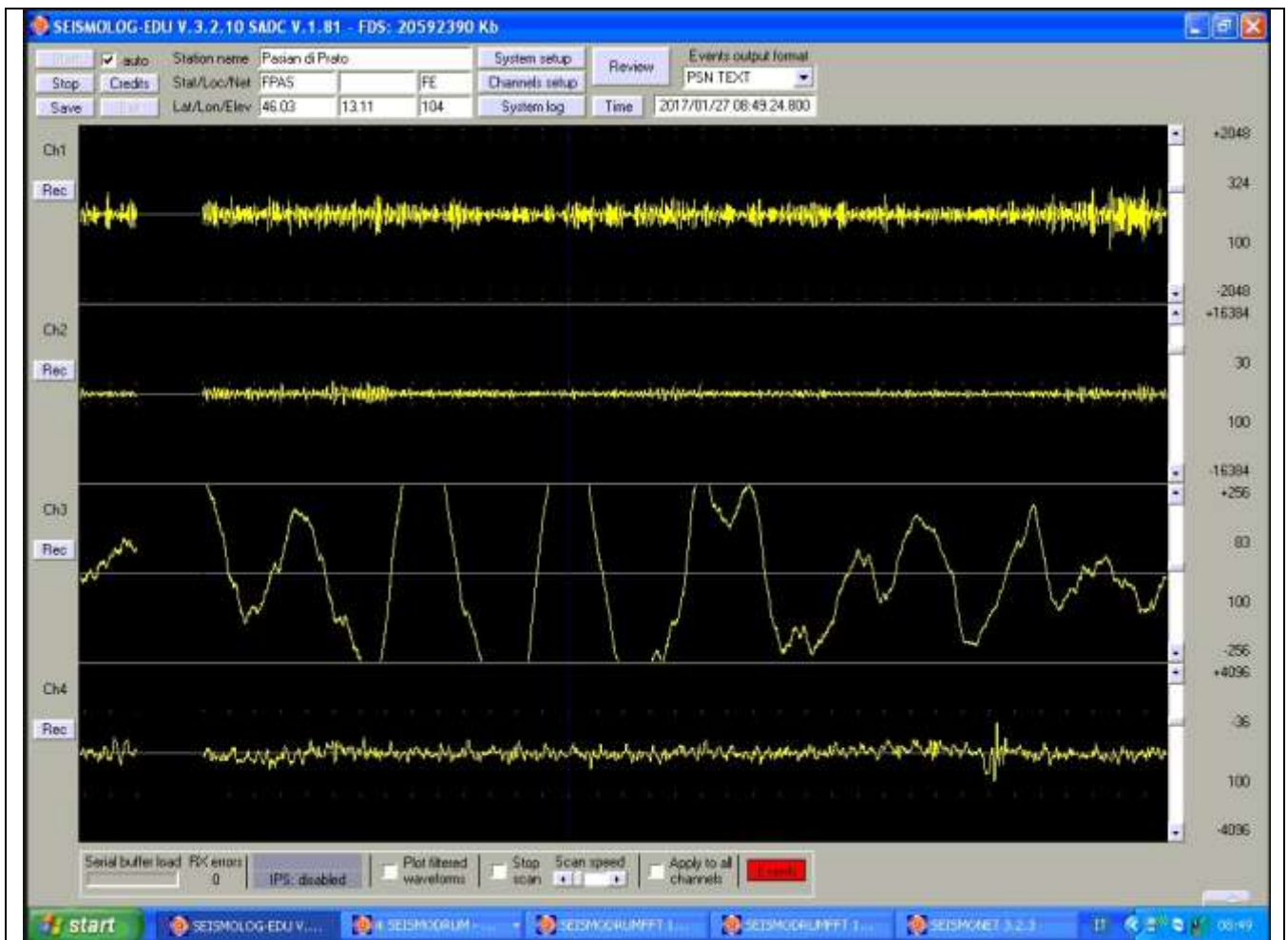


Fig. 5 – Schermata di Seismolog-edu. I primi tre canali sono relativi a sensori sismici, la quarta traccia è riferita all'induttore per il monitoraggio elettromagnetico.

La trasformazione di Fourier del segnale, avviene tramite una componente del software Seismowin, che produce spettrogrammi di durata giornaliera in formato .jpg.

Il progetto SDT prevede anche la realizzazione di un sistema di monitoraggio delle correnti superficiali del terreno, mediante dipolo di terra, da realizzarsi sulla base delle indicazioni del geofisico Thanassoulas Constantine di Atene. Tale fase del progetto, che ha ottenuto la collaborazione dell'Istituto Leardi di Casale Monferrato nonché della locale Sezione ARI, per la progettazione dell'hardware, è attualmente sospesa per motivi tecnici, ma è comunque in fase di riavvio.

COLLABORAZIONE CON ALTRE ORGANIZZAZIONI

Il team del progetto SDT ha cercato, fin da subito, di collaborare con altri enti, sia amatoriali che istituzionali, al fine di confrontare conoscenze, metodologie ed eventuali risultati ottenuti, al fine di maturare un'esperienza il più possibile estesa.

Tali collaborazioni sono avvenute a vari livelli. A titolo di esempio, sul fronte istituzionale con l'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, facente capo all'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), sul fronte amatoriale con il gruppo denominato LTPA Observer Project di Albano Laziale (RM).

Si è inoltre attivata una collaborazione con il dott. Cristiano Fidani promotore di una propria rete di monitoraggio elettromagnetico che copre gli stessi intervalli di banda del progetto SDT ma con antenne filari anziché a loop.

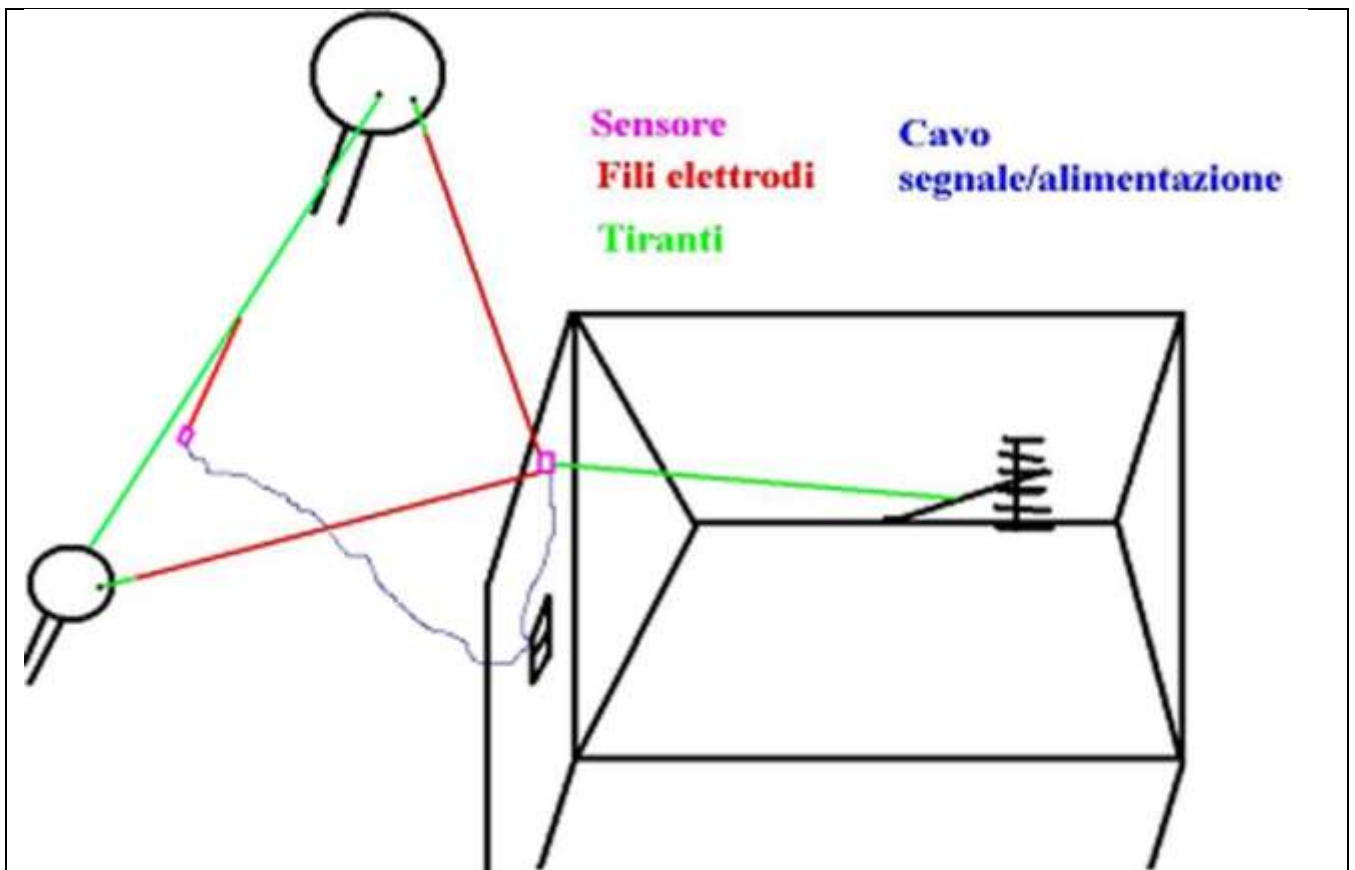


Fig. 6 – Schema di funzionamento di una stazione della rete del dott. Cristiano Fidani.

TIPOLOGIA DEI SEGNALI DA RICERCARE

Una delle problematiche affrontate fin da subito è stata quella di individuare dei segnali che fossero dotati di caratteristiche tali da configurarsi, con sufficiente probabilità, quali precursori sismici.

In prima battuta il progetto prevedeva il monitoraggio delle variazioni dell'ampiezza del rumore di fondo in banda VLF, non considerando quindi lo spettro del segnale acquisito.

Il software di acquisizione e analisi denominato "Predictor", permette la ricerca di un ben determinato tipo di segnale, ipotizzando che, in prossimità di un evento, il rumore di fondo debba aumentare e successivamente diminuire d'intensità con precise modalità. Il software, quindi analizza tali condizioni e, in caso positivo, le evidenzia restituendo un segnale di preallarme.

Una rete, costituita da più stazioni dotate di software Predictor, avrebbe consentito di confrontare i segnali rilevati e, in caso di rilevazione contemporanea di almeno tre stazioni, di individuare la zona di provenienza del segnale.

Il software, molto complesso e ben costruito, è stato affiancato dal succitato Spectrum Lab, allo scopo di verificare, in modo più completo, la struttura dell'intero segnale ricevuto.

Nonostante la professionalità di tali applicazioni, all'epoca non era possibile, anche alla luce degli studi scientifici rilevati in rete, e la variabilità delle registrazioni descritte in letteratura, confrontare i segnali rilevati con un modello precursore ufficialmente riconosciuto.

Quindi, il coordinatore del progetto SDT ha dato indicazioni alle stazioni di svolgere autonomamente un'analisi preliminare, volta a rilevare qualsiasi macroscopica anomalia del segnale. Ha inoltre suggerito di confrontare le schermate di Spectrum Lab a posteriori, rispetto al manifestarsi ad un evento sismico rilevante, al fine di cercare di identificare e catalogare eventuali segnali di qualche interesse.

Per "eventi sismici rilevanti" si è inteso quelli di magnitudo superiori al grado 4° della scala Richter, ritenendo che eventi di minore energia non fossero in grado di produrre segnali rilevabili con la configurazione hardware adottata.

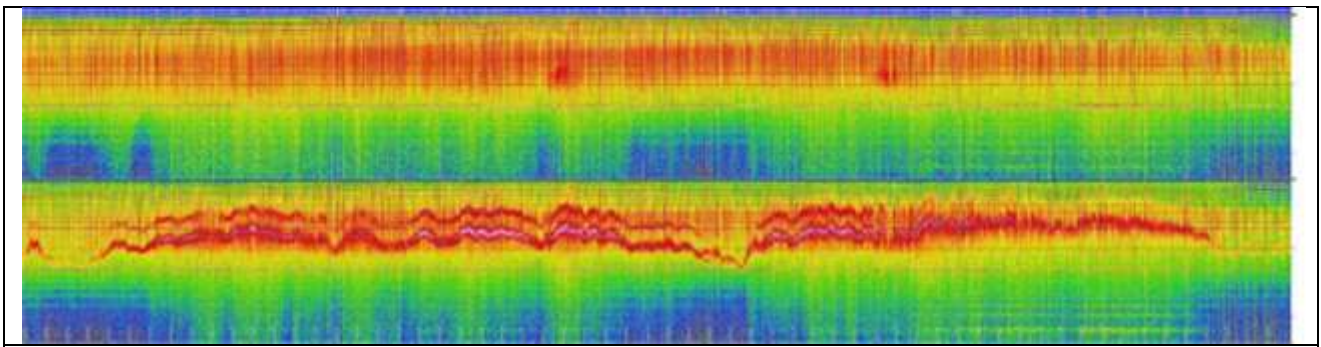


Fig. 7 – Esempio di segnale possibile precursore sismico rilevato dalla rete del dott. Cristiano Fidani in precedenza all'evento di Gubbio del 18 dicembre 2013, $M = 4$. Software: Spectrum Lab.

IL METODO DEL DOTT. ADRIANO NARDI

La successiva collaborazione con il dott. Nardi ha integrato le conoscenze disponibili e ha orientato la ricerca in un'altra direzione. La metodologia adottata nell'ambito delle sue ricerche e della rete di monitoraggio da lui stesso realizzata, prevede l'utilizzo di stazioni con un'antenna a stilo, l'amplificazione dei segnali in ingresso, la conversione in digitale tramite la scheda audio del P.C. nonché l'analisi dettagliata dello spettro del segnale.

Nell'ambito delle sue ricerche, il dott. Nardi è stato in grado di rilevare, in precedenza a eventi sismici di magnitudo superiore a 4 Richter, segnali confrontabili con quelli da lui misurati e analizzati sia in sede di laboratorio sia in prossimità di una cava di pietra.

Tali segnali comprendono, tra gli altri, una precisa forma d'onda, di tipo impulsivo, di frequenza attorno a 5kHz.

Si ritiene che proprio tali segnali furono quelli relativi alle interferenze udite dai radioamatori in corrispondenza di comunicazioni radio in modalità fonia, in prossimità dell'evento dell'Umbria del maggio 1997.

Alla luce dei suoi studi, quindi, le stazioni di Fidenza e di Loano, gestite dalle sezioni ARI locali, sono state attrezzate e configurate in modalità simile alle altre stazioni attive del dott. Nardi.

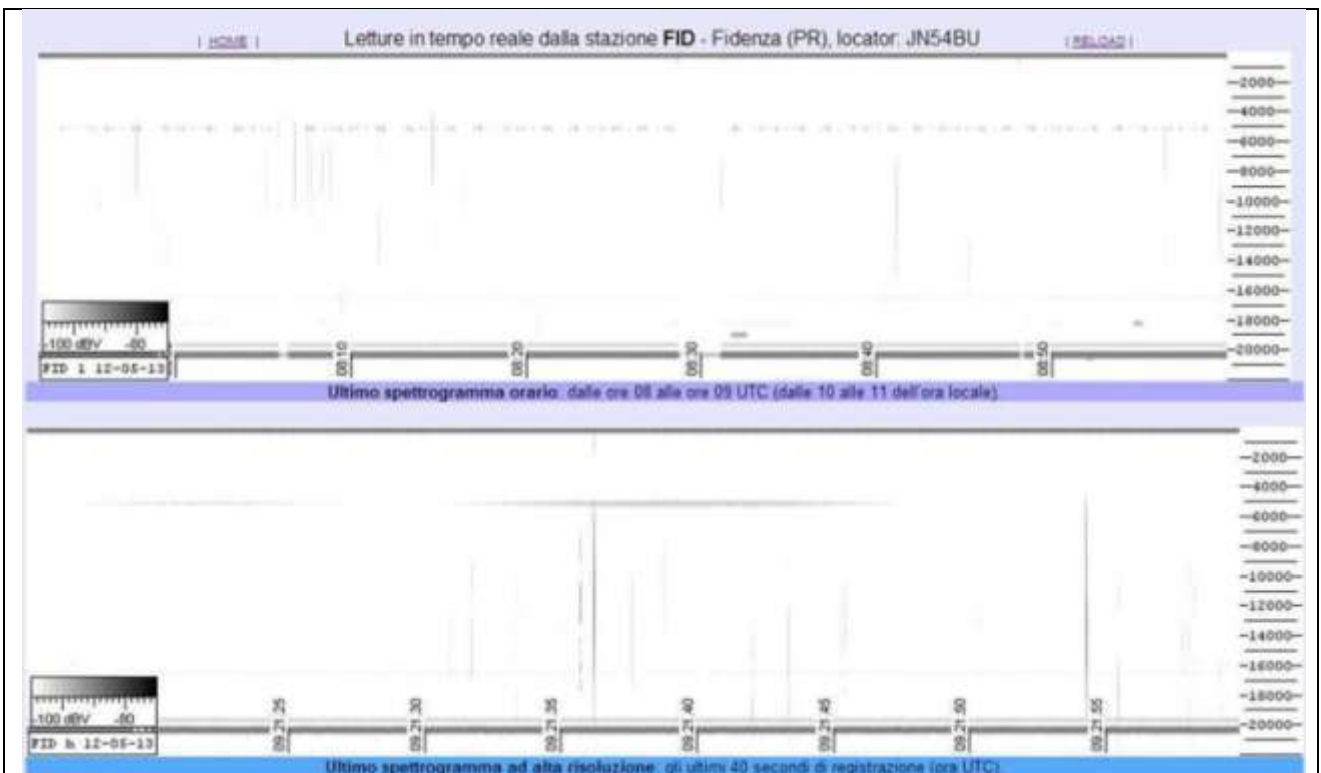


Fig. 8 – Esempio di segnale rilevato dalla stazione SDT di Fidenza con la configurazione suggerita dal dott. Nardi. Software: Spectrum Lab.

Purtroppo, sia per motivi tecnici, che a causa di discontinuità nel funzionamento, ad oggi non si hanno notizie di rilevazioni significative da parte di queste due stazioni.

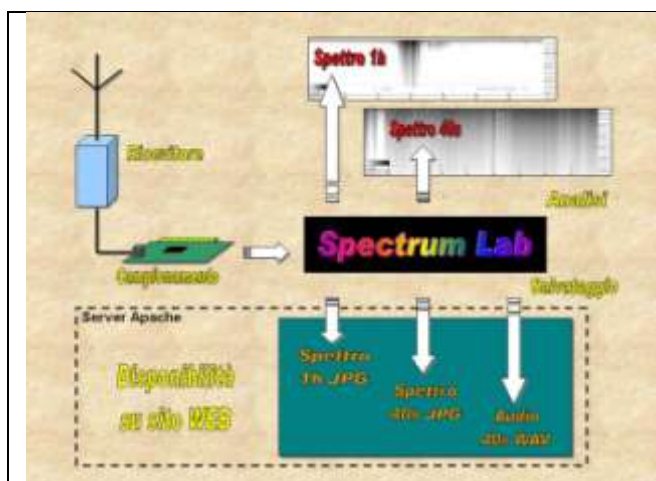


Fig. 9 – Schema di configurazione di una stazione della rete del dott. Adriano Nardi.

LE RICERCHE EFFETTUATE DAL GRUPPO LTPA OBSERVER PROJECT

Il gruppo LTPA Observer Project, di Albano Laziale, con il quale è stata avviata una proficua collaborazione, ha rilevato anomalie geomagnetiche registrate da stazioni di monitoraggio di enti di ricerca ufficiali nonché da satelliti artificiali e di correlare tali anomalie a eventi sismici rilevanti (superiori alla magnitudo 5 Richter) verificatisi successivamente a tali anomalie.

Ulteriori studi e verifiche, effettuati sia dallo stesso gruppo di Albano Laziale, sia da parte di altri ricercatori, hanno evidenziato che le anomalie elettromagnetiche che si registrano in banda SELF (0-3 Hz) e ELF (3-30Hz) sono collegabili a eventi sismici rilevanti verificatisi in qualsiasi zona attiva del globo terrestre, evidenziando quindi che tali segnali possono attraversare gli strati geologici del pianeta, o, quantomeno, interferire con la ionosfera ed essere propagati a livello globale. Tale ipotesi potrebbe spiegare anche le anomalie rilevate a livello satellitare.

Tuttavia, tale condizione di ricevibilità a scala globale, inficia la possibilità di localizzare la fonte dei segnali.

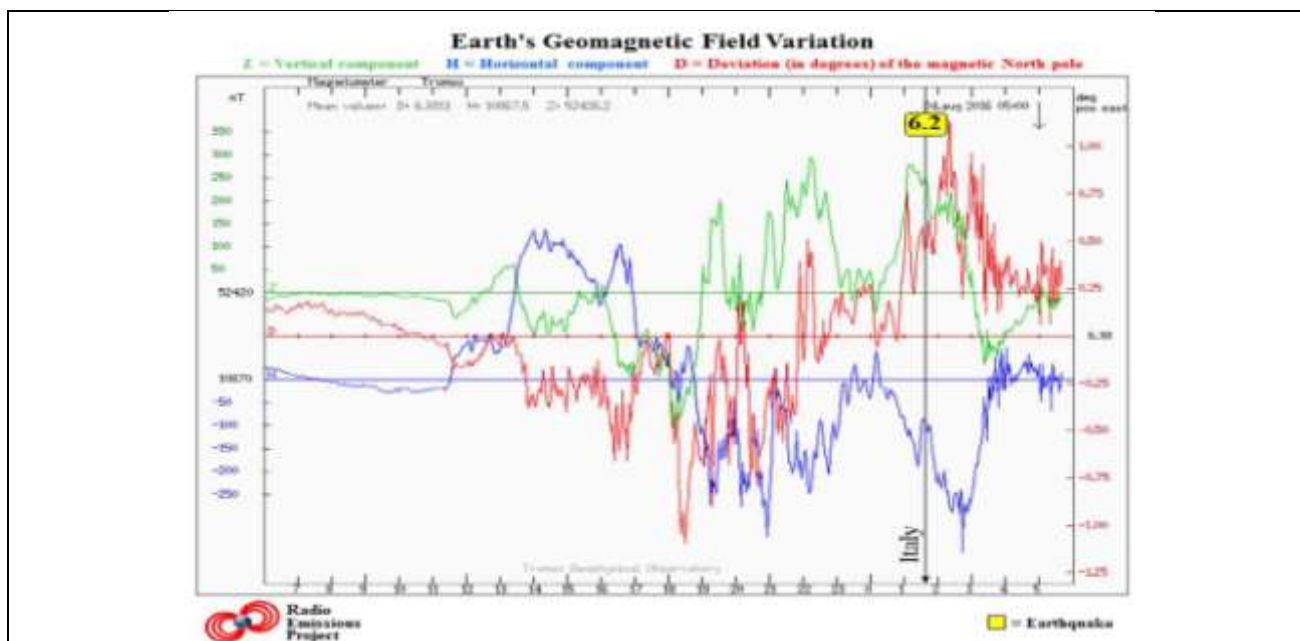


Fig. 10 – Esempio di anomalia del campo geomagnetico rilevato dal Masi Geomagnetic Observatory (MAS), Norway, tra il 23 e il 24 Agosto 2016

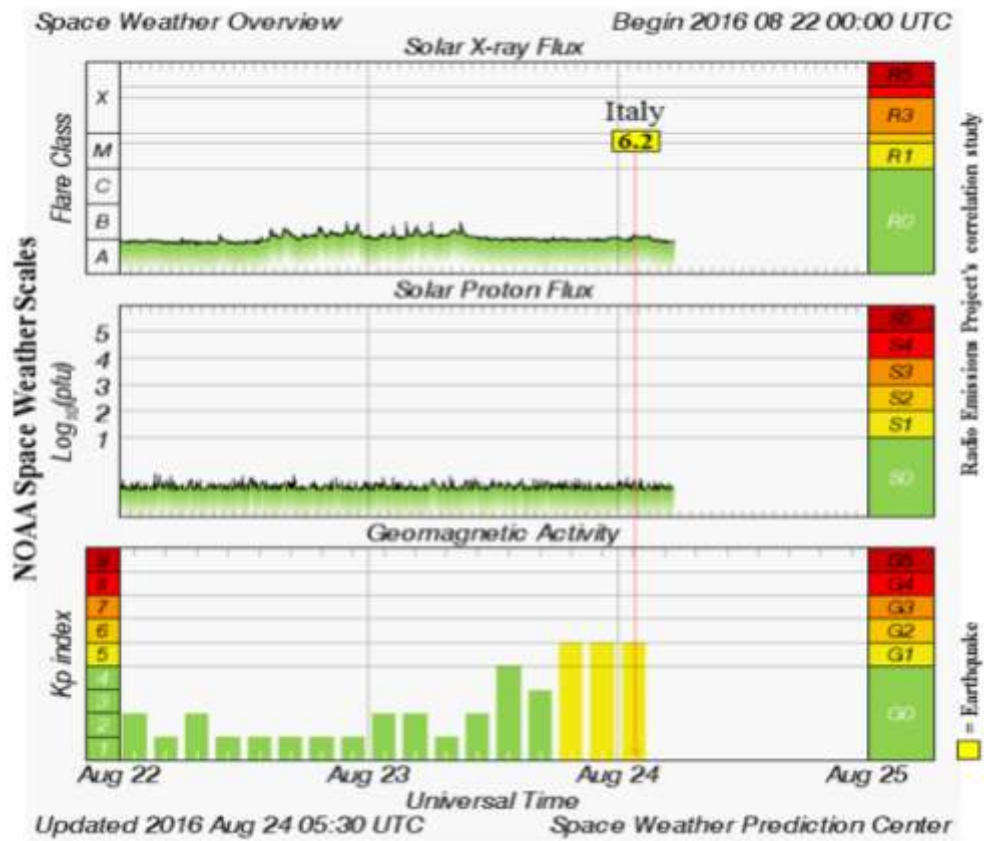


Fig. 11 – Attività solare e geomagnetica rilevata dal servizio NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) in prossimità degli eventi sismici del 24.08.2016

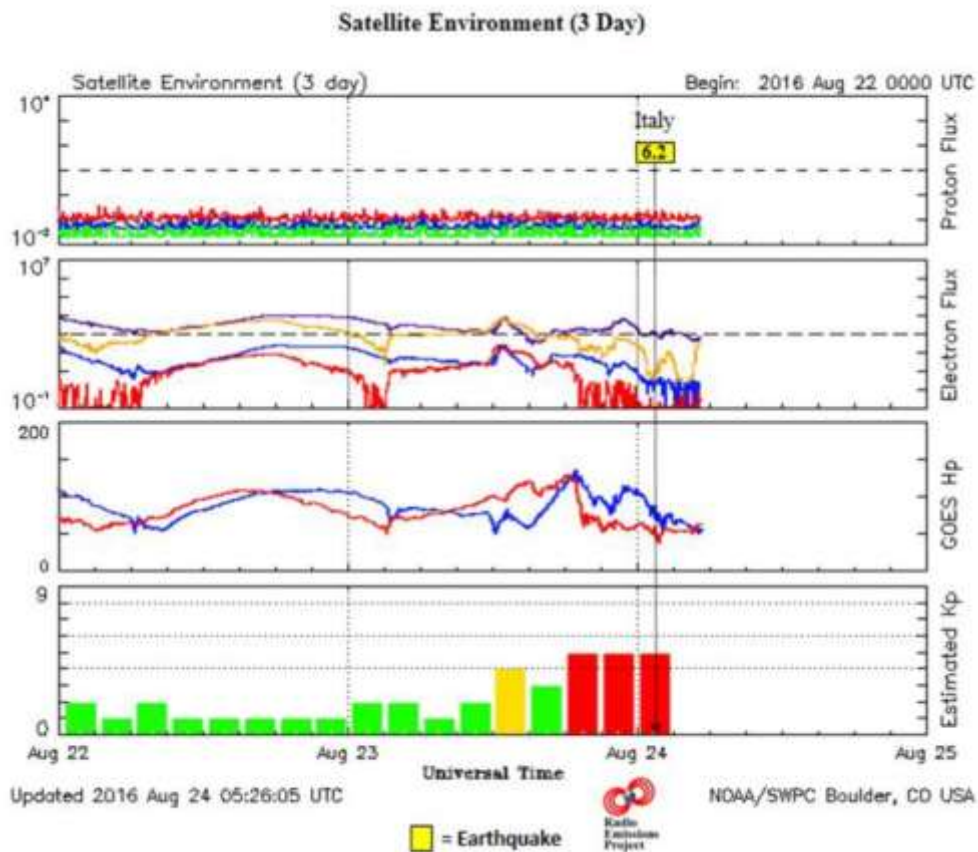


Fig. 12 – Regrazioni del campo magnetico interplanetario (IMF) e della variazione della densità del vento solare effettuate dal satellite GOES-13 e GOES-15.

ANOMALIE REGISTRATE DALLA STAZIONE DI ALBANO LAZIALE (LTPA OBSERVER PROJECT)

Oltre ai segnali in banda SELF-ELF, questo gruppo ha registrato, per la prima volta dal principio delle loro osservazioni (2012), un segnale in banda ELF molto significativo e, con ogni probabilità, confrontabile con le osservazioni del dott. Nardi.

Tale segnale, che molto probabilmente è rilevabile solo in prossimità dell'epicentro, è un importante risultato che non solo evidenzia le capacità operative del gruppo, ma costituisce una prova tangibile anche della correttezza del metodo utilizzato dalle stazioni SDT, le quali, ai fini del progetto, possono essere configurate per ricercare segnali simili a quello rilevato ad Albano Laziale, con modalità che richiedono meno risorse dal punto di vista hardware, di quelle usate per ricercare i segnali del dott. Nardi.

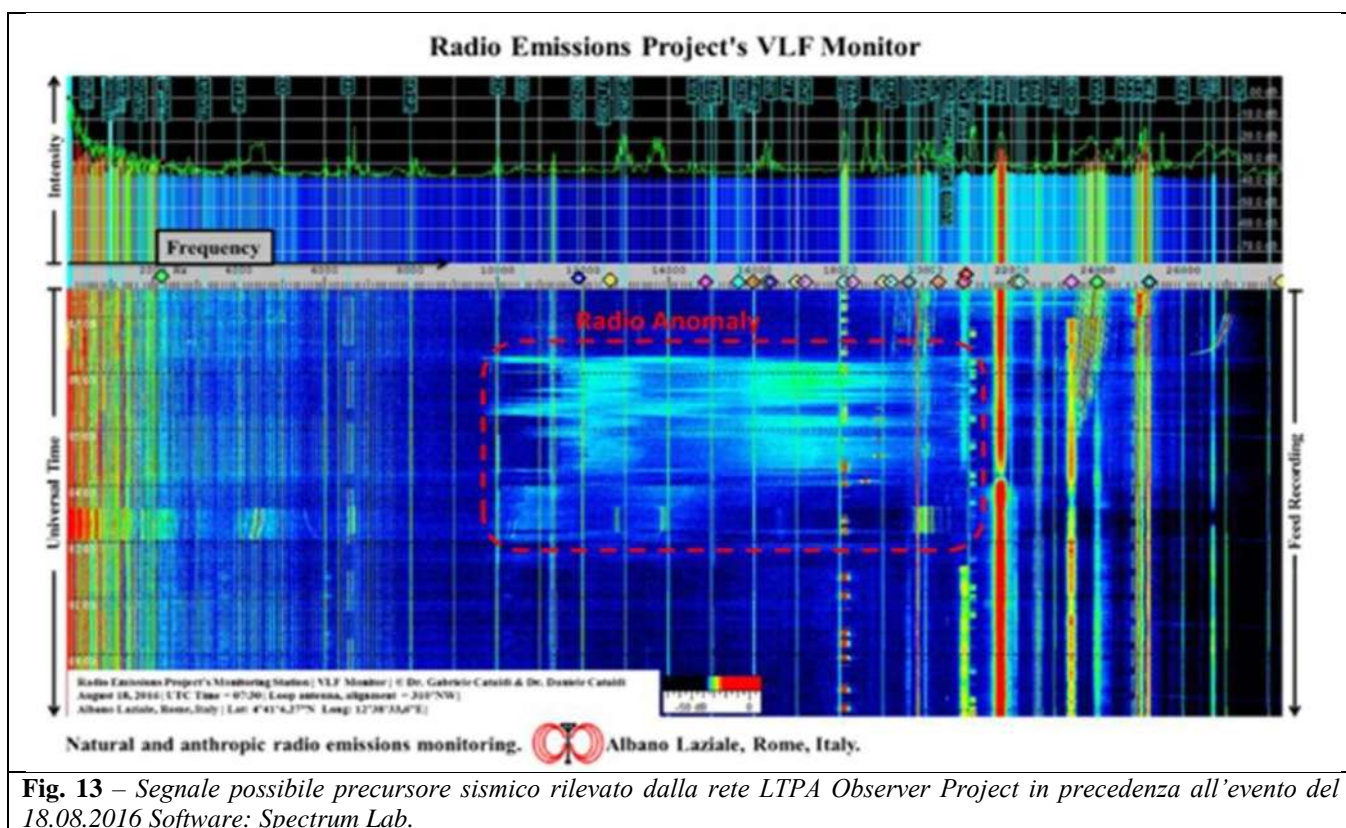


Fig. 13 – Segnale possibile precursore sismico rilevato dalla rete LTPA Observer Project in precedenza all'evento del 18.08.2016 Software: Spectrum Lab.

ANOMALIE REGISTRATE DALLA STAZIONE DI PASIAN DI PRATO

Dopo circa tre anni di verifiche, effettuate sulle rilevazioni giornaliere della stazione di Pasi di Prato in banda SELF - ELF (0-15 Hz.), in corrispondenza degli eventi sismici verificatisi nelle Marche - Lazio dell'agosto 2016, si sono potuti rilevare segnali interessanti, in quanto evidenti anomalie rispetto agli spettrogrammi giornalieri tradizionali. Tuttavia non è stato possibile, fino a qualche giorno fa, confrontarli con altre anomalie analoghe per verificarne la significatività e la correlabilità con eventi sismici.

Una prima conferma significativa è stato il ripetersi di questi segnali in prossimità della sequenza sismica avvenuta in Grecia, nei pressi di Rodotó pion, nella giornata del 16 ottobre 2016. In tale occasione si sono succeduti ben n. 10 eventi di magnitudo superiore a 4 Richter e n. 4 di magnitudo pari o superiori al 5° Richter.

Non sono state rilevate, peraltro, anomalie in prossimità della sequenza sismica avvenuta in località Castelsantangelo sul Nera (MC) il 26 ottobre. Tuttavia, si può anche azzardare un'ipotesi che potrebbe spiegare tale comportamento. La sequenza sismica greca, pur se relativamente distante, può aver agito come innesco, aumentando la condizione di stress già presente in prossimità della faglia di Castelsantangelo. Quindi le anomalie registrate

immediatamente dopo la sequenza greca potrebbero derivare da quest'ultima zona e configurarsi verosimilmente come precursori degli eventi del 26 ottobre e successivi. Tale ipotesi è avvalorata anche dalle forme dei segnali, che sono simili a quelle rilevate in prossimità dell'evento del 18 gennaio successivo.

Successivamente, nel gennaio 2017, sono stati registrati segnali analoghi in prossimità della sequenza di eventi avvenuti in prossimità de L'Aquila nella giornata del 18 gennaio 2017.

In dettaglio, in quella data, si sono succeduti n. 4 eventi di magnitudo superiore al 5° Richter e n. 3 superiori al 4° Richter.

Oltre a segnali simili a quelli dell'agosto e dell'ottobre 2016, in tale occasione è stato possibile rilevare un ulteriore segnale anomalo di frequenza pari a 4,8 Hz, durato più giorni e spentosi circa 10 minuti prima del primo evento della sequenza sismica.

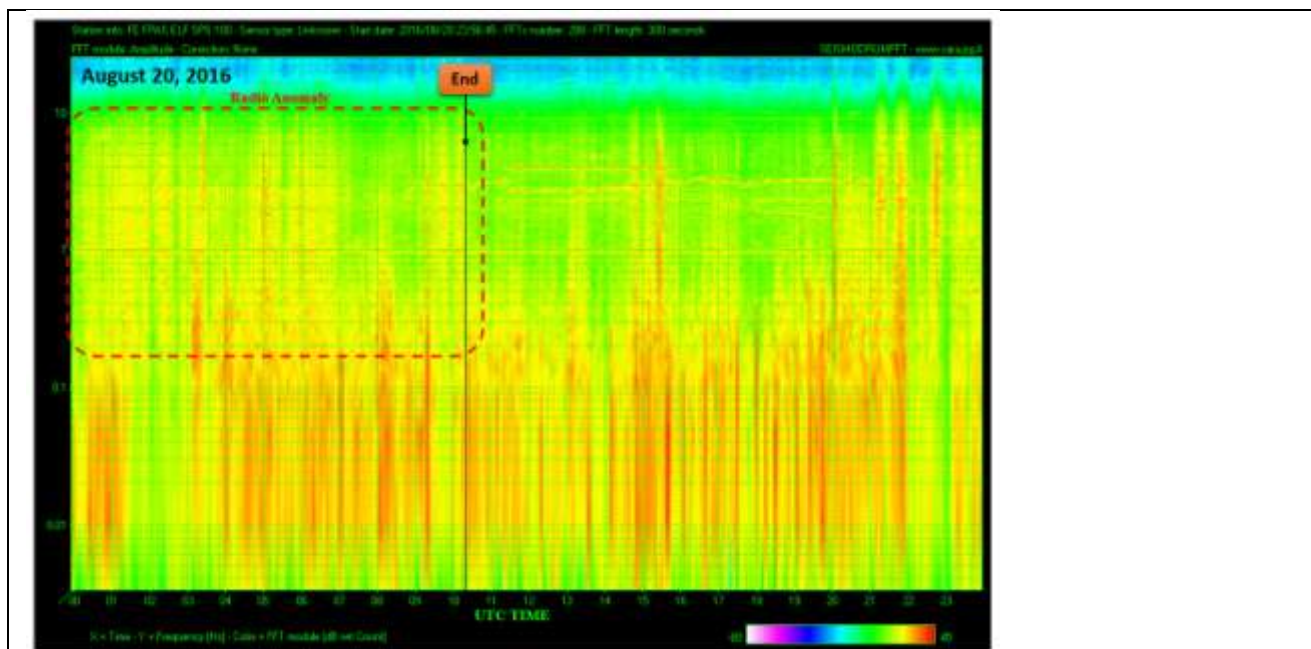


Fig. 14 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasian di Prato il 20 agosto 2016 prima dell'evento di Norcia del 24 agosto.

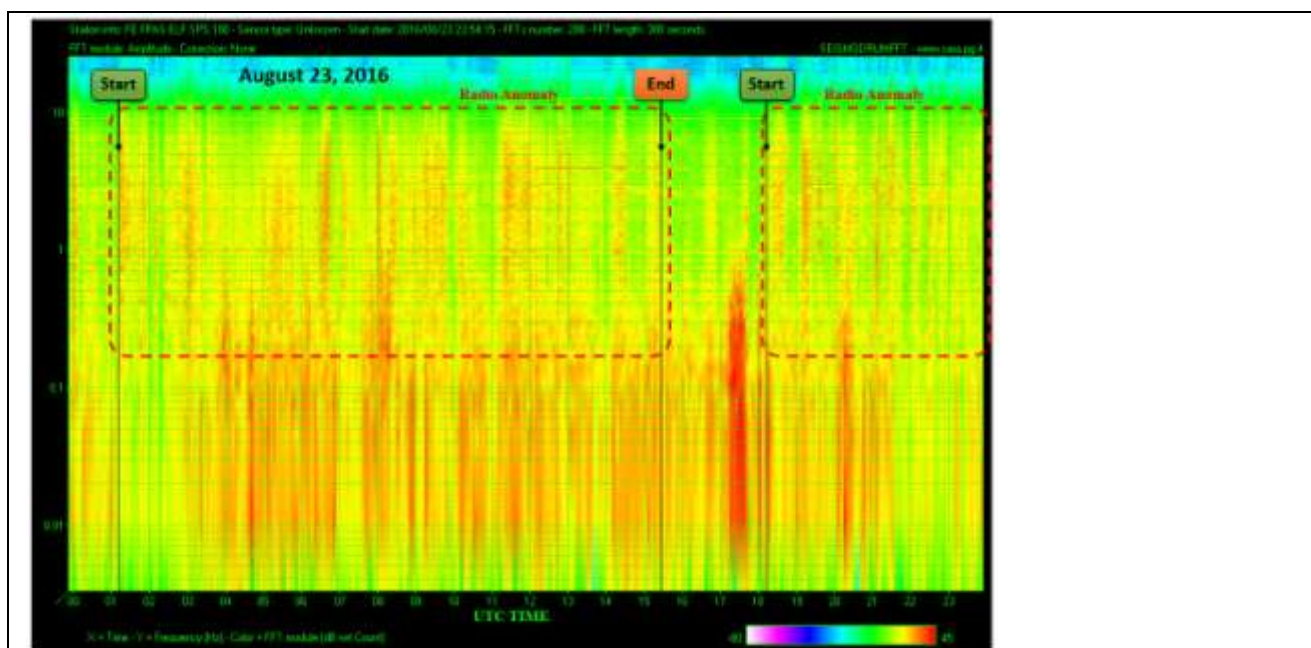


Fig. 15 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasian di Prato il 21 agosto 2016 prima dell'evento del 24 agosto.

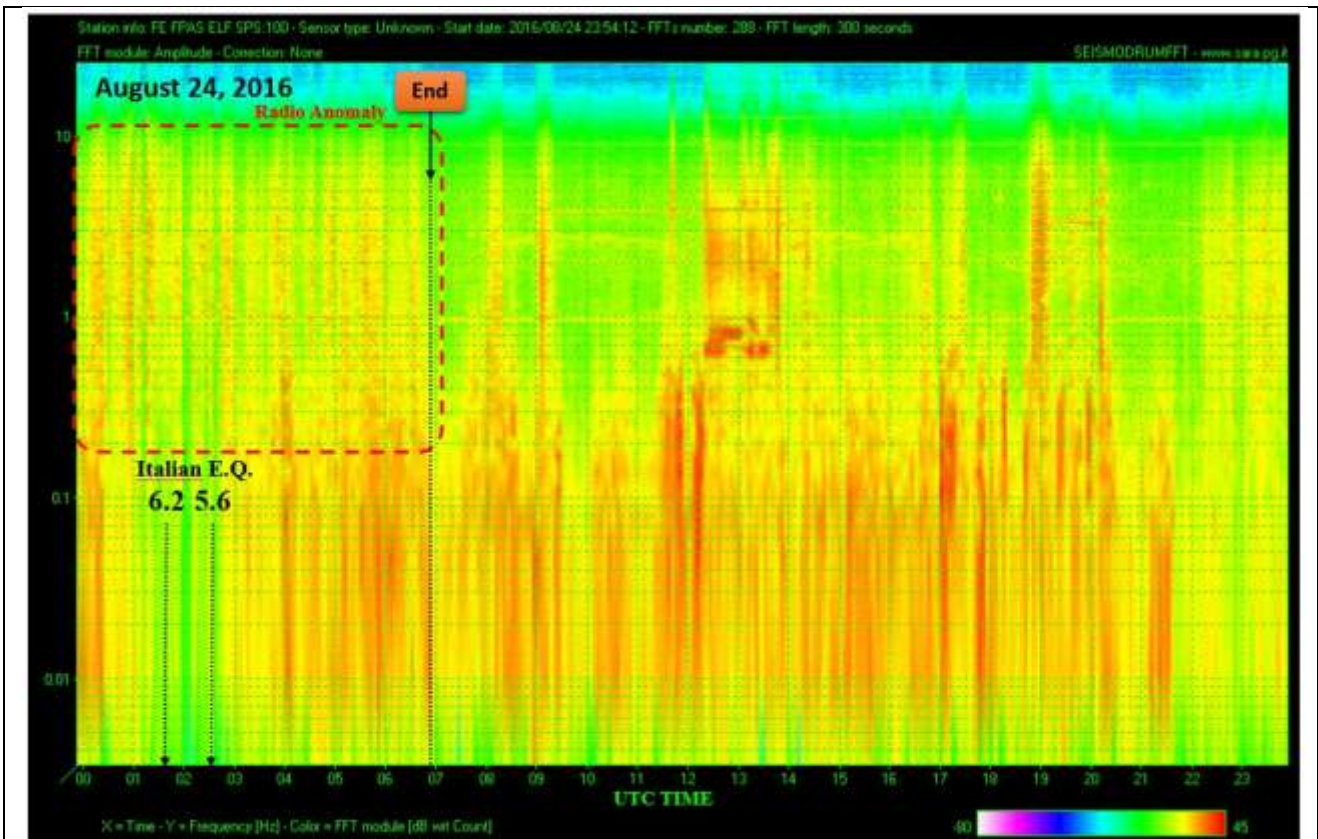


Fig. 16 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 24 agosto 2016 in corrispondenza dell'evento di Norcia.

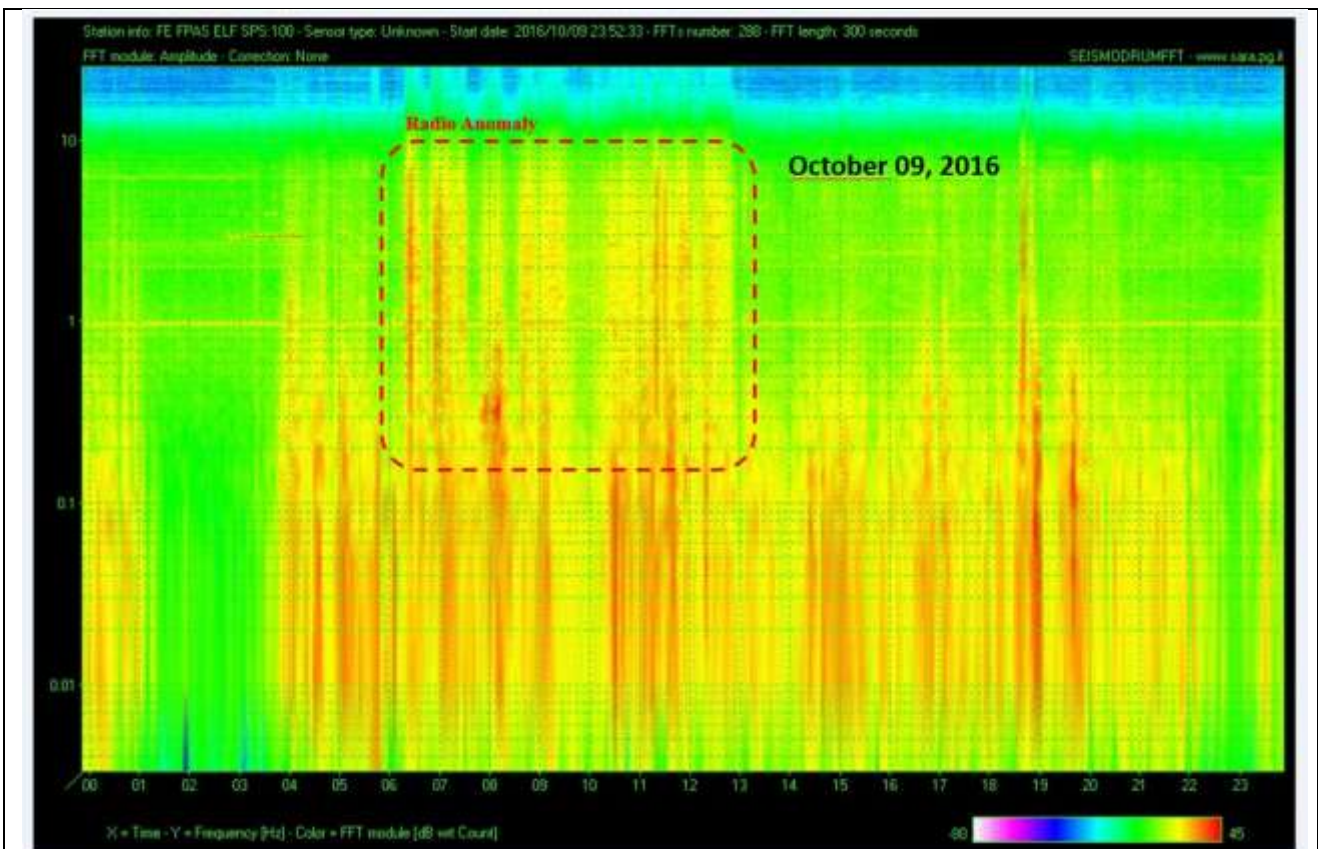


Fig. 17 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 09 ottobre 2016.

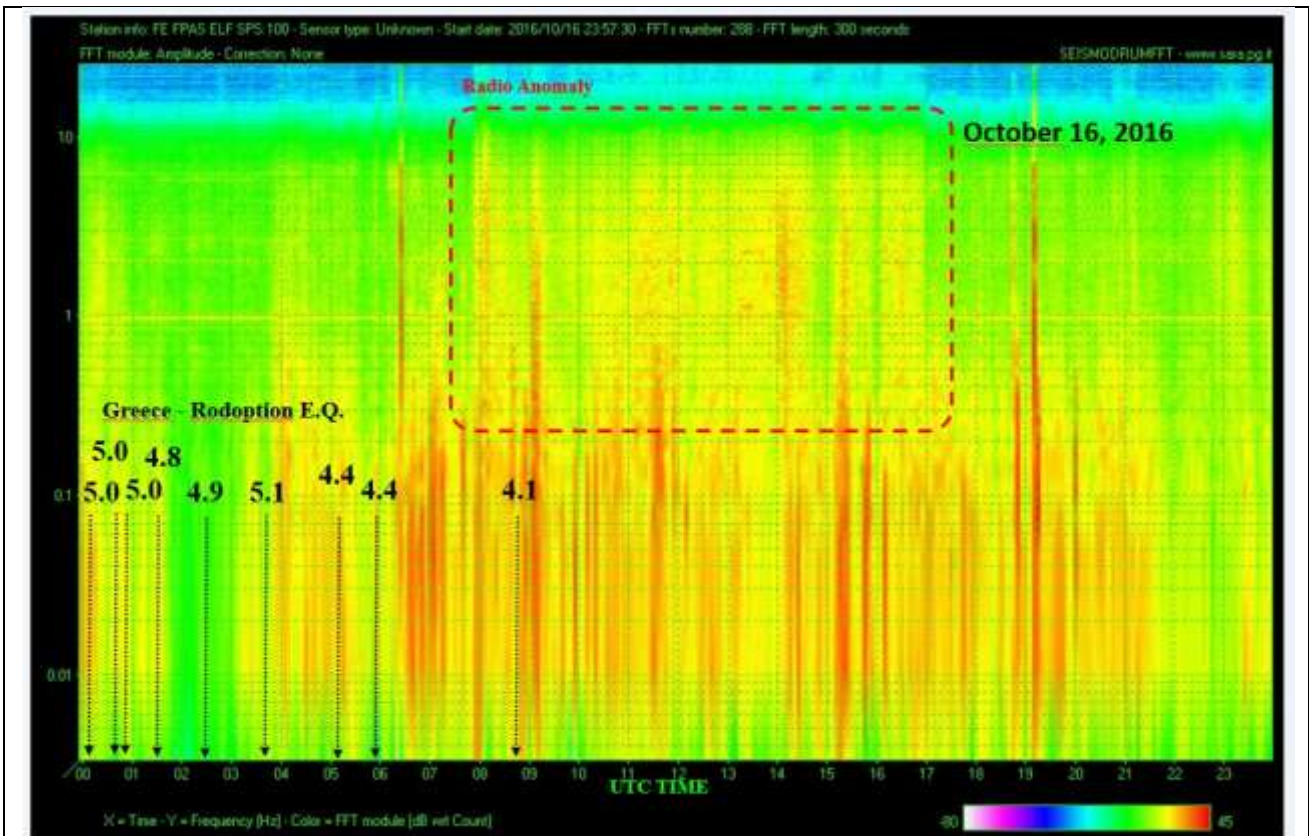


Fig. 18 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 16 ottobre 2016 successivamente agli eventi di Rodoption e prima di quelli di Castelsantangelo sul Nera del 26. Ottobre 2016.

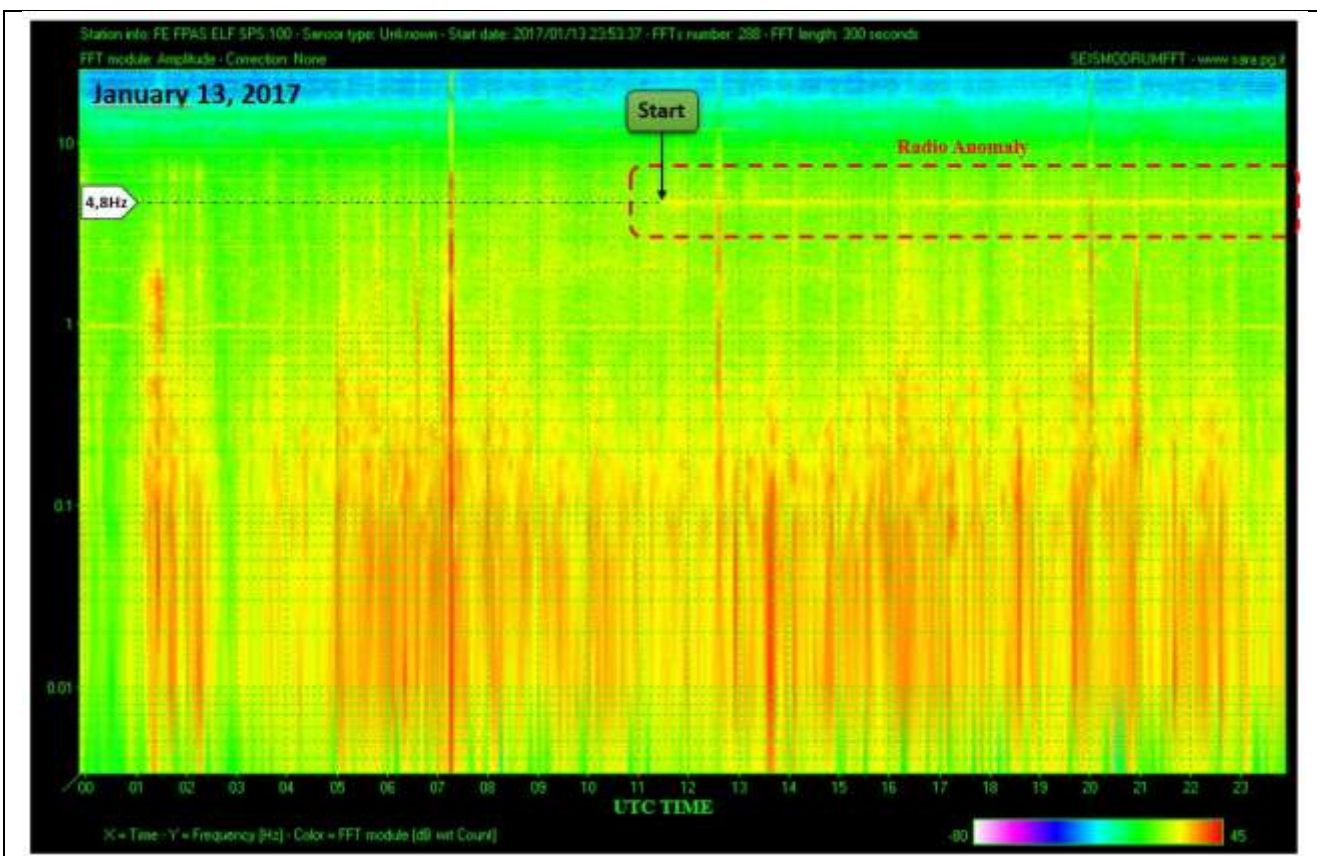


Fig. 19 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 13 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L'Aquila.

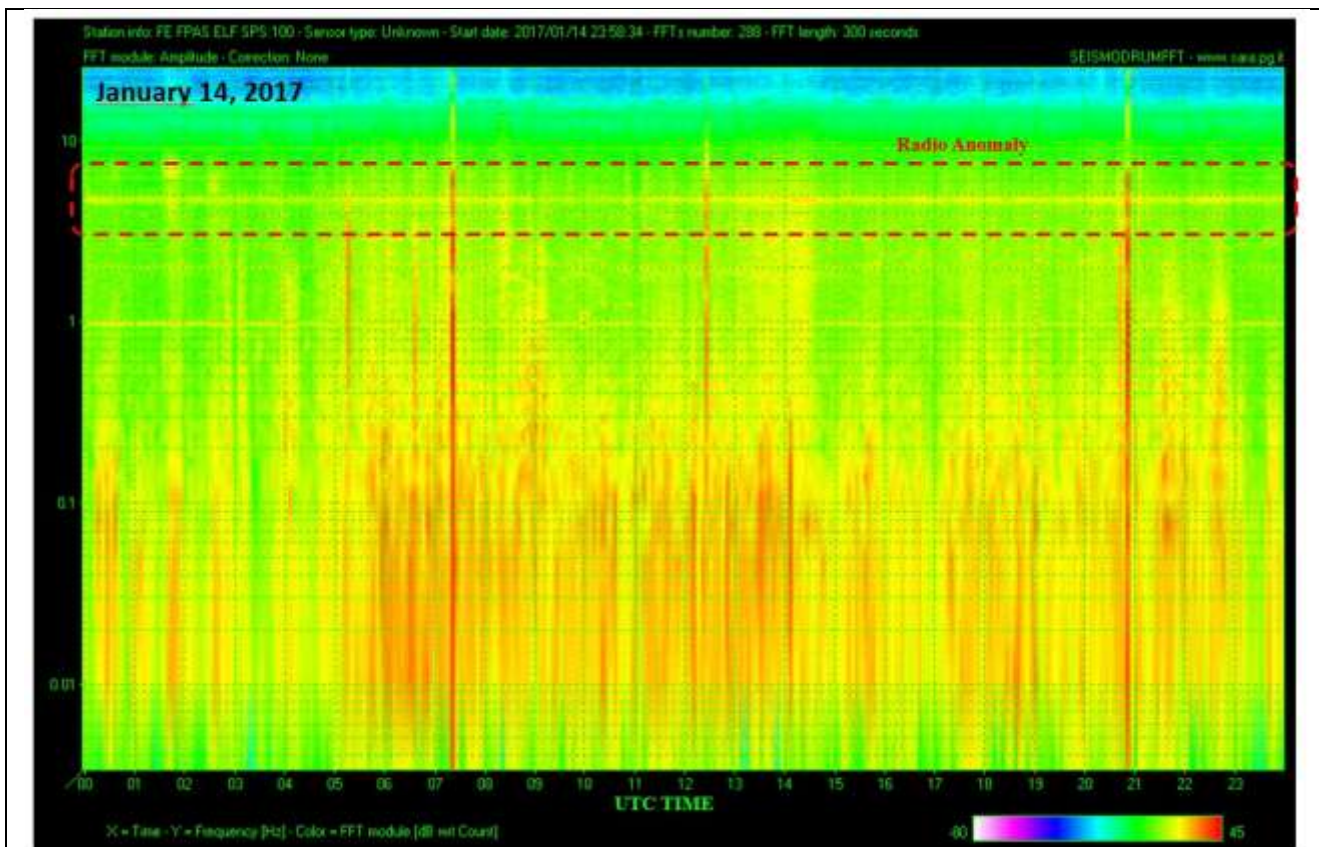


Fig. 20 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 14 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L’Aquila.

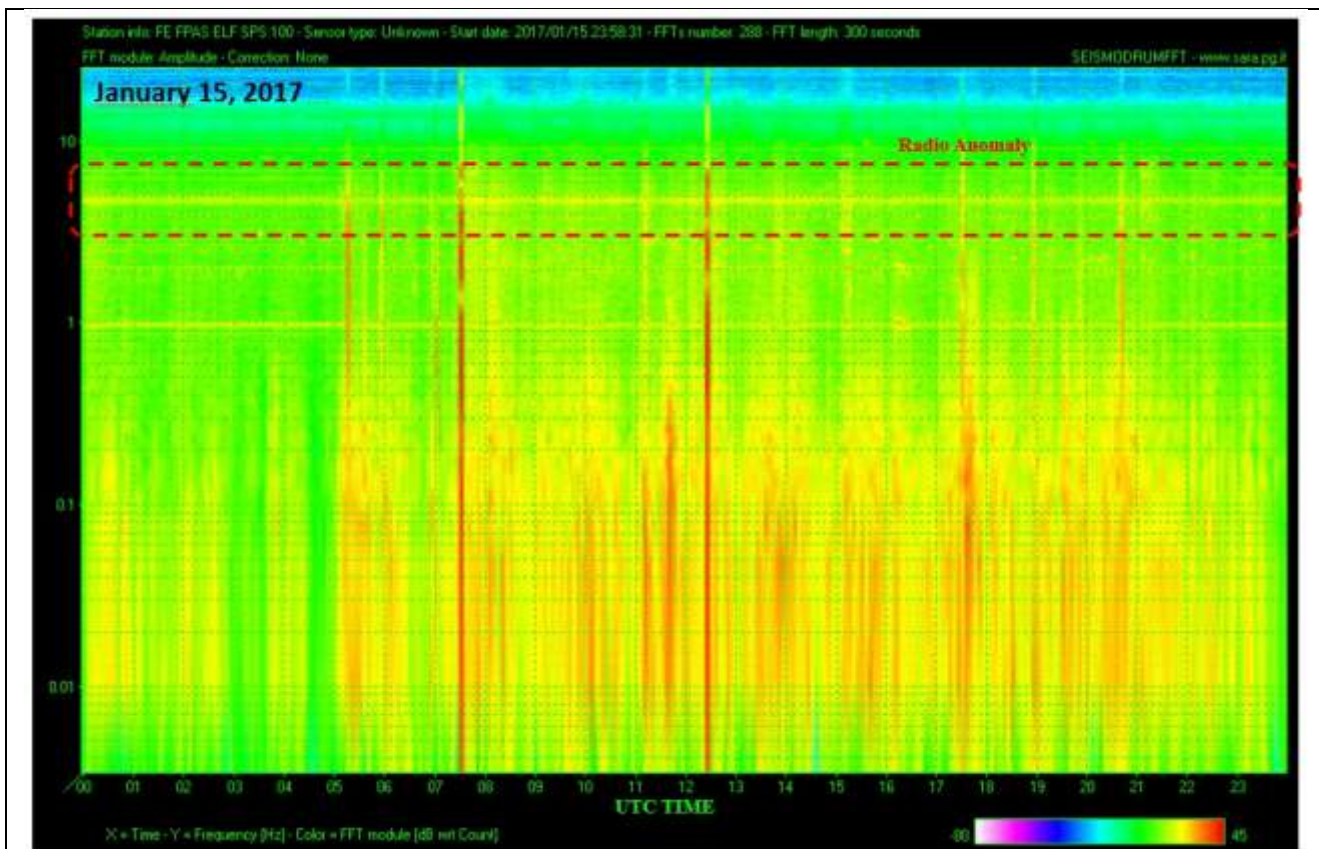


Fig. 21 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 15 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L’Aquila.

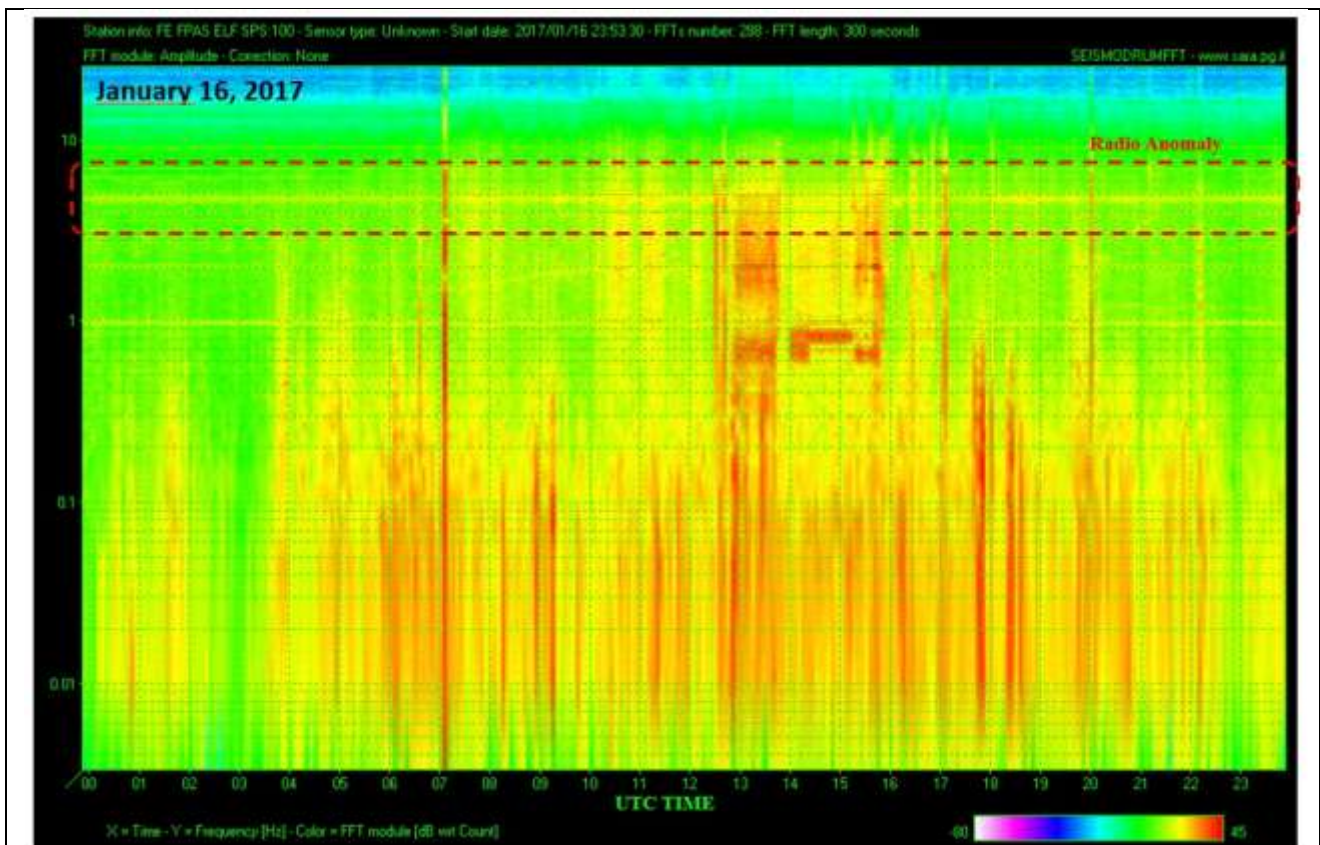


Fig. 22 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 16 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L'Aquila.

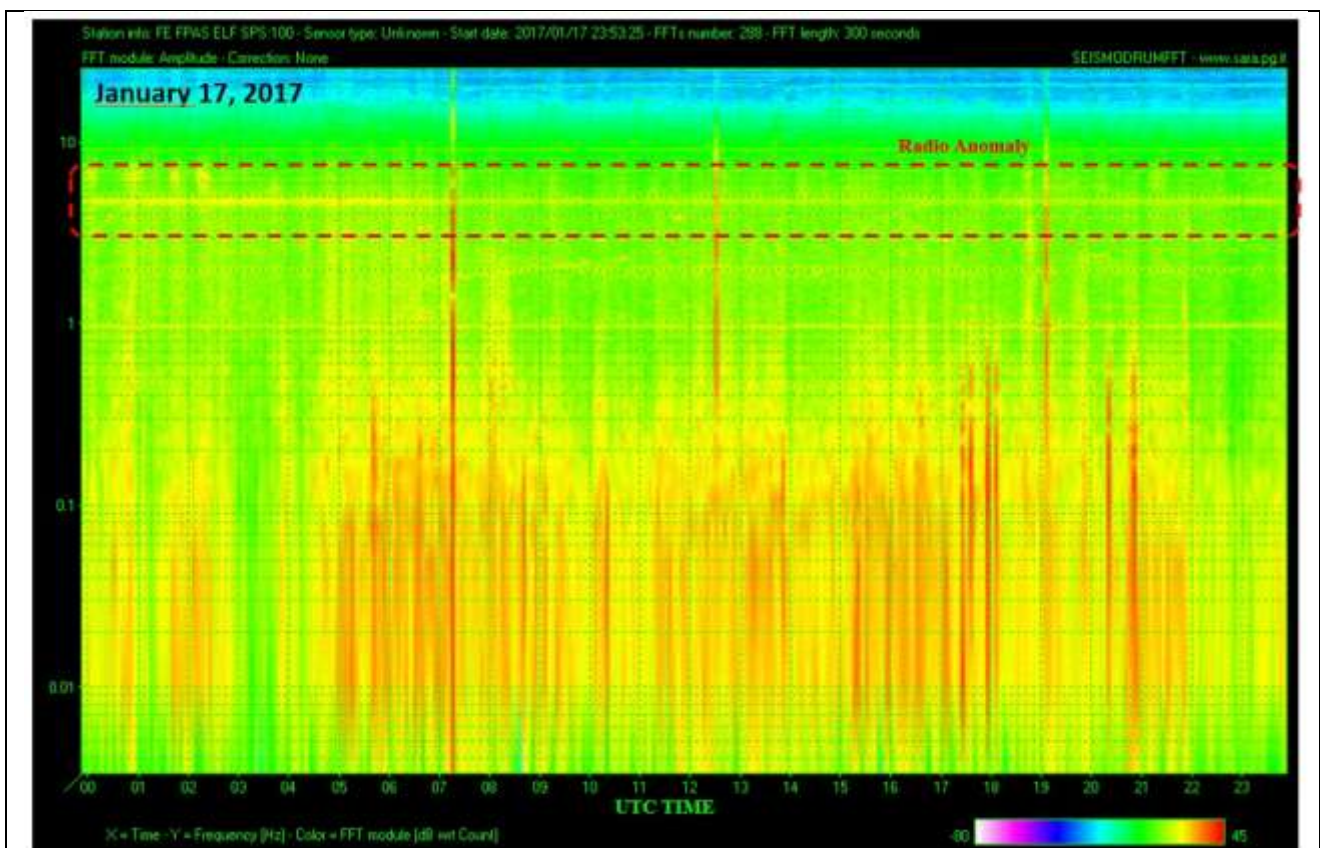


Fig. 23 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Pasion di Prato il 17 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L'Aquila.

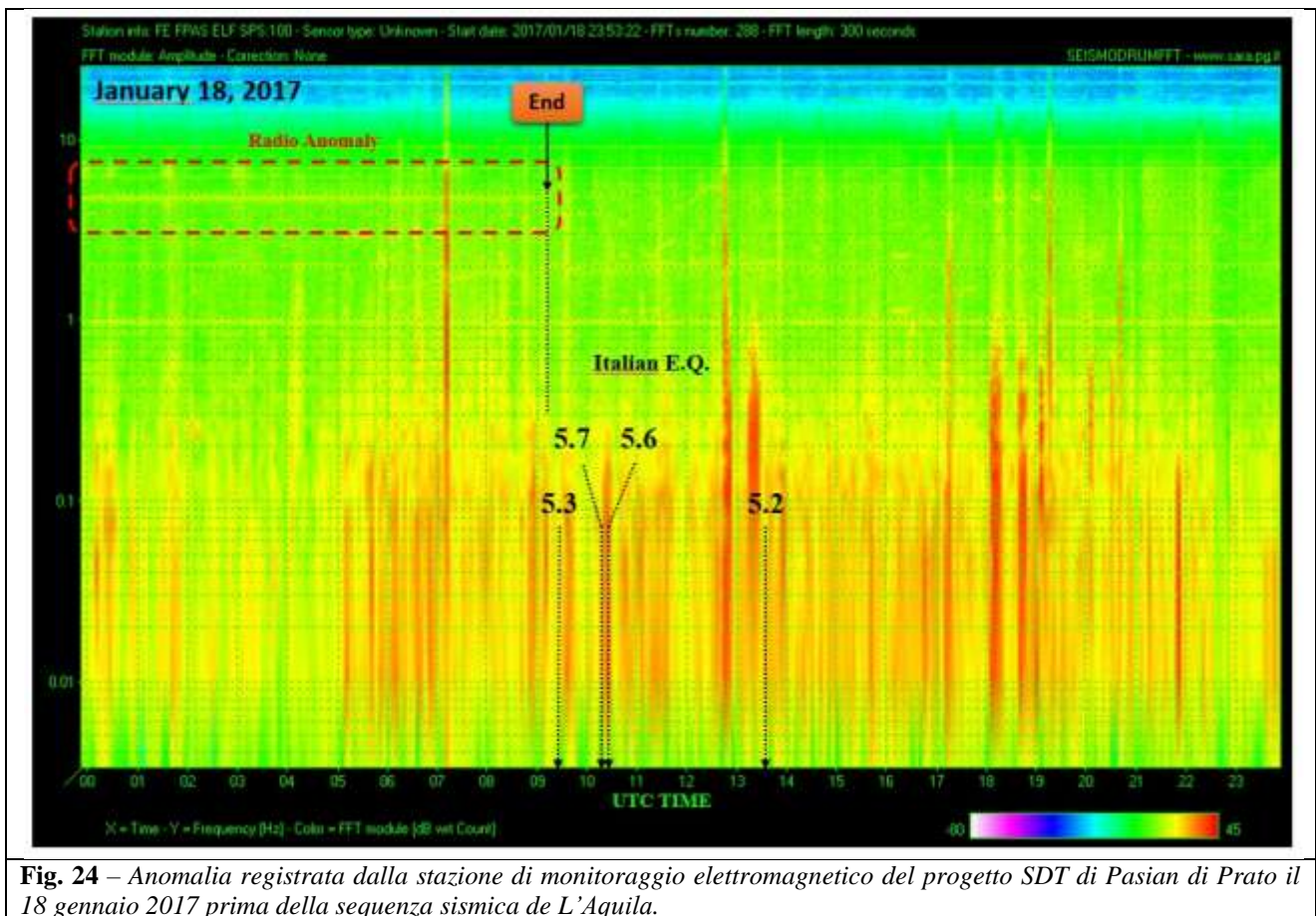


Fig. 24 – Anomalia registrata dalla stazione di monitoraggio elettromagnetico del progetto SDT di Passignano di Prato il 18 gennaio 2017 prima della sequenza sismica de L'Aquila.

CONCLUSIONI E POSSIBILI EVOLUZIONI DEL PROGETTO SDT

Alla luce di quanto sopra, si ritiene che le caratteristiche del progetto SDT siano ancora attualissime. La possibilità di registrare segnali in banda ELF con strumentazione relativamente economica, risulta particolarmente interessante, soprattutto dal punto di vista di una migliore comprensione dei fenomeni collegati agli eventi sismici, ma anche, in un futuro lontano, qualora il metodo si riveli affidabile, per avviare una condizione di preallerta.

Naturalmente una rete in grado di produrre un'allerta reale dovrebbe essere realizzata con metodologie altamente professionali e gestita solo da enti ufficiali, per ovvi motivi di sicurezza e affidabilità. Ciò comunque non toglie valenza scientifica al progetto SDT, che intende apportare, se possibile, ulteriori conoscenze a quanto già stato acquisito fino ad oggi da numerosi ricercatori sia amatoriali che istituzionali.

Gli ulteriori sviluppi del progetto, oltre al completamento e avvio della stazione con dipoli di terra per il monitoraggio delle correnti superficiali del suolo, comprendono la possibilità di attivare piccole reti di monitoraggio, anche mobili, nei perimetri di zone a rischio, di confrontare i dati ottenuti con altri tipi di stazioni (per esempio quella del dott. Fidani), oppure apparire una stazione in banda ELF con una in banda SELF-ELF.

Inoltre, considerato il fatto che si ritiene utile un approccio più esteso possibile riguardo i segnali possibili precursori sismici, la FESN sta realizzando una camera radon sulla base del progetto del gruppo di ricercatori facenti capo al sistema Theremino (<http://www.theremino.com/>). Tale sensore, molto economico se realizzato in autonomia, farà parte di una delle stazioni FESN e i risultati saranno messi a disposizione on-line.

Si ritiene utile citare, in questa sede, un'analisi che viene aggiornata costantemente e che riguarda l'andamento del rilascio di energia sismica all'interno dei confini geografici della regione Friuli Venezia Giulia, i cui risultati sono pubblicati sul sito della FESN (www.fesn.org).

Insomma, le possibilità sono davvero molte e le basi per produrre risultati attendibili sono state definite, ma per una migliore gestione del progetto è necessaria la collaborazione dei colleghi radioamatori e delle sezioni ARI che hanno mantenuto l'interesse per il progetto stesso.

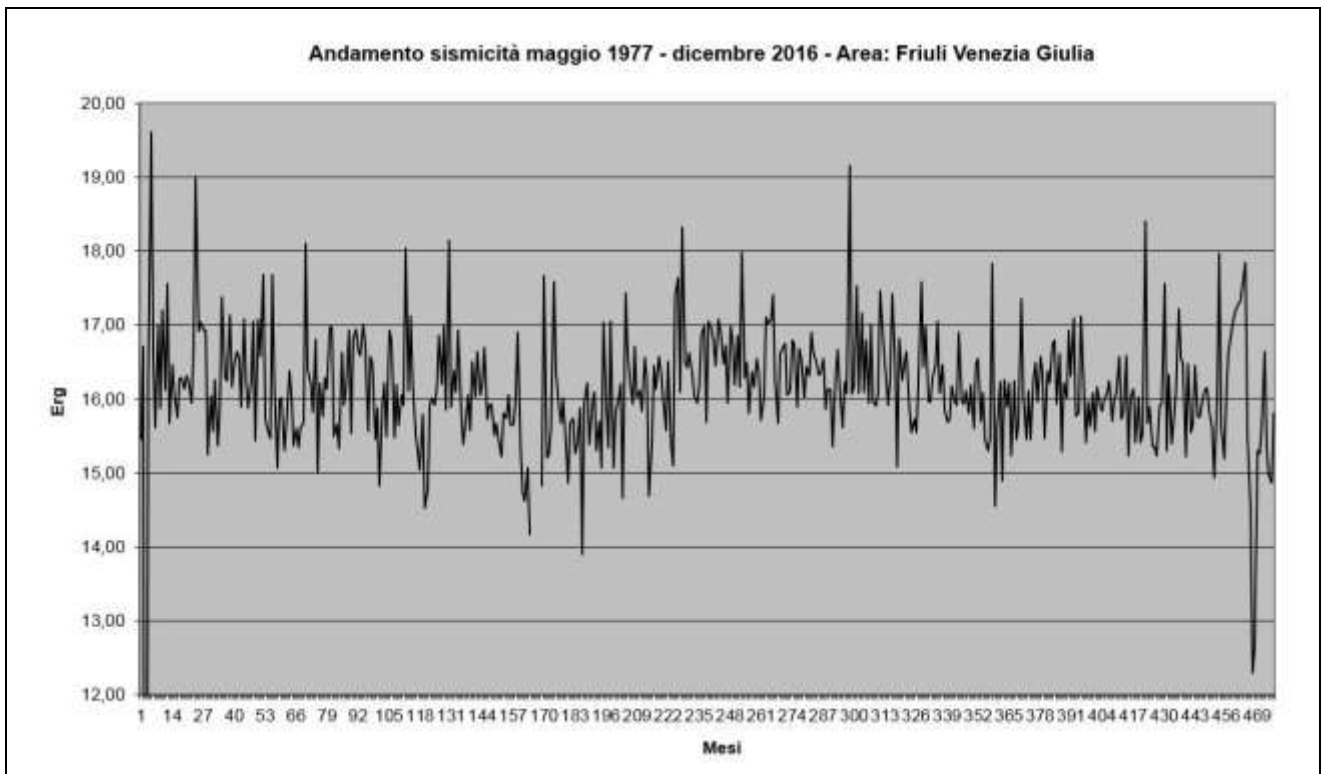


Fig. 25 – Andamento della sismicità rilevata in regione Friuli Venezia Giulia dal maggio 1977 al dicembre 2016, espressa in valore logaritmico, su base mensile, si noti l'anomalia, alla fine del grafico, avvenuta tra la fine del 2015 e l'inizio del 2016.

Per approfondire l'argomento è possibile consultare i seguenti siti web:

www.fesn.org

www.ltpaobserverproject.it

<http://www.osservatoriometeoesismicoperugia.it/index.php/monitoraggio-geomagnetico>

<http://geologia2000.anisn.it>

www.vlf.it

Pasian di Prato, gennaio 2017

Il coordinatore FESN e del progetto SDT
Riccardo Rossi – IV3NQS