

Fotocopiato in proprio, distribuito gratuitamente, è gradita la collaborazione dei lettori - Il N. 30 è stato inviato a 18 lettori  
Redazione: Ezio Mognaschi, v.le Gorizia, 63 - 27100 Pavia PV, tel. 0382 539522, posta elettronica: mognaschi@fiscavolta.unipv.it

=====

Hanno collaborato a questo numero: A. Ghedi, E. Mognaschi, M. E. Mognaschi ed altri.

**Sommario:**  Notizie,  Radio Algeri ed il terremoto di maggio,  Pastorizzazione con le VLF, p. 1;  Gli whiskers, p. 2;  Il black-out del 28 settembre in diretta radio,  La distanza tra due punti della superficie terrestre, p. 3;  Il *First International Workshop on Earthquake Prediction*, p. 5;  *Earthquake source localisation by means of electromagnetic precursors*, p. 6.

**Notizie:** \* Il *Giornale di Brescia*, ([www.giornaledibrescia.it/giornale/2003/09/17/28,SCCIENZA/T1.html](http://www.giornaledibrescia.it/giornale/2003/09/17/28,SCCIENZA/T1.html)) nel n. del 17.09.03, ha riportato un articolo sul ricevitore ULFO (*Ultra Low Frequency Observatory*) realizzato dall'ing. Andrea Ghedi nell'ambito del programma dell'Istituto di Radioastronomia del CNR di Medicina (BO) per lo studio delle "luci di Hessdalen". Il ricevitore, alimentato da pannelli solari, ha una banda da 0.1 a 30 Hz, contiene un traslatore di frequenza ad 1 kHz ed un particolare rivelatore a lock-in. Gli schemi sono accessibili al sito [www.andreaghedi.it/ulfo/index.htm](http://www.andreaghedi.it/ulfo/index.htm). Il ricevitore verrà sperimentato nel prossimo febbraio in Norvegia nella valle di Hessdalen, ma è in programma anche il suo uso per lo studio dei precursori elettromagnetici dei sismi.

\* È stato pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* N. 214 del 15.09.03 il Decreto Legislativo N. 259 del 1.08.03 denominato "Codice delle Comunicazioni Elettroniche" che sostituisce il DPR N. 447 del 5.10.01. Il Titolo III, Capo VII, che interessa i radioamatori, stabilisce alcune novità: la potenza massima di trasmissione passa da 300 a 500 W per le autorizzazioni di classe A e da 10 a 50 W per quelle di classe B. L'art. 35 stabilisce: "Per ciascuna stazione di radioamatore, indipendentemente dal numero degli apparati, l'interessato versa un contributo annuo, compreso l'anno a partire dal quale l'autorizzazione generale decorre, di euro 5,00 per le autorizzazioni generali di classe A e di euro 3,00 per quelle di classe B a titolo di rimborso dei costi sostenuti per le attività di cui all'articolo 1, comma 1".

\* Con l'a.a. 2003/04 è stato attivato all'Università di Pavia, nell'ambito della laurea specialistica in Scienze Fisiche, il corso di *Misurazione di Campi Elettromagnetici*. Il corso, affidato ad E. Mognaschi, prevede 40 ore di lezione e 20 ore di laboratorio. Se chi segue il corso sarà così volenteroso da realizzare delle dispense, esse verranno messe a disposizione di tutti gli interessati.

\* Dal 5 al 7 novembre si è svolto ad Atene, organizzato dalla *Subcommission E on Earthquake Prediction Research*, il *1st International Workshop on Earthquake Prediction* (v. p. 5) al quale è stato presentato un lavoro del gruppo di studio pavese dal titolo *Earthquake source localisation by means of electromagnetic precursors* (v. p. 6).

## Radio Algeri ed il terremoto di maggio

di Ezio Mognaschi

Subito dopo il terremoto che ha colpito Algeri e la sua periferia orientale nel distretto di Boumerdès mercoledì 21 maggio 2003 alle 19 e 44, il canale nazionale della Radio Algerina *Chêne 1* ha interrotto la programmazione per offrire aiuto e conforto alla popolazione dimostrando che, ancora una volta, la radio è un efficiente mezzo di comunicazione e di informazione nei momenti di emergenza. A causa dei danni riportati dalla rete elettrica e da quella telefonica la gente, per avere notizie, si radunava in piccoli gruppi attorno alle radio a transistor per avere notizie. Il primo annuncio della magnitudo del terremoto e della localizzazione dell'epicentro nella città costiera di Zemouri fu dato dal cronista Hassiba Kechroud; poco dopo una squadra di cinque reporter venne inviata nell'area del disastro con lo scopo di offrire, via radio, il panorama della situazione. La radio poi si mise in contatto con esperti di vari settori delle attività economiche e sociali per dare suggerimenti e raccomandazioni alle persone coinvolte nel disastro. Inoltre vennero inviati messaggi a tutti gli addetti ai servizi essenziali affinché raggiungessero il loro posto di lavoro per fornire i primi soccorsi. Vennero così mobilitati, in pochi minuti, pompieri, medici, tecnici della compagnia distributrice del gas e dell'acqua, delle poste e delle telecomunicazioni e volontari. Più tardi venne offerta la possibilità di inviare messaggi e fare richieste via radio. Nella notte tra il 21 ed il 22 maggio ho personalmente ascoltato da Radio Algeri in OL, su 252 kHz, una serie lunghissima di brevi interviste alla popolazione, durante le quali venivano lanciati messaggi per avere notizie di parenti o conoscenti residenti nella zona del disastro.

## Pastorizzazione con le VLF

di Ezio Mognaschi

David Geveke, ingegnere chimico della *Food Safety Intervention Technologies Research Unit*, in servizio presso l'agenzia *Eastern Research Center di Wyndmoor* in Pennsylvania, ha costruito e sperimentato con successo una camera di trattamento per applicare campi elettrici molto intensi, a radiofrequenza, allo scopo di trattare liquidi alimentari con un

nuovo metodo di pastorizzazione. È noto a tutti che il processo convenzionale di pastorizzazione consiste nel portare i liquidi alimentari da trattare a temperatura relativamente elevata e per un breve intervallo di tempo. La temperatura viene scelta in base ad un compromesso tra efficienza del processo e salvaguardia delle proprietà nutritive ed organolettiche. La novità del processo recentemente messo a punto consiste nell'usare temperature di pastorizzazione sensibilmente inferiori a quelle tradizionali e di associare al trattamento termico l'applicazione di intensi campi elettrici a radiofrequenza nel campo VLF.

Gli esperimenti sono stati condotti su succo di mela contaminato con i batteri di *Escherichia coli K12*, un batterio innocuo usato dai ricercatori per studiare il comportamento di altri batteri patogeni. Il succo di mela, sotto forma di aerosol, è stato sottoposto a campi elettrici di 20 kV/cm, a frequenze tra 15 e 70 kHz, con l'uso di un generatore di radiofrequenza della potenza di 4 kW, in associazione con il trattamento termico a soli 50 °C. Il valore dell'intensità del campo è stata mantenuta a circa metà del valore per il quale si avrebbe una scarica elettrica, valore compreso tra 30 e 40 kV/cm. È stato osservato che l'efficienza del processo aumenta con l'aumentare dell'intensità del campo elettrico ed, ovviamente, con l'aumentare della temperatura, ma anche al diminuire della frequenza. Ad esempio, il contenuto di *Escherichia coli* nel succo di mela è stato ridotto del 99.9% con le condizioni sopramenzionate. Il metodo di abbinare intensi campi elettromagnetici ad un trattamento termico a temperatura ridotta potrebbe costituire una valida alternativa alla pastorizzazione tradizionale per prodotti come succhi di frutta e di verdura e prodotti a base di uova non cotte.

## Gli whiskers

di Ezio Mognaschi

Nel 1940 venne osservato che il curioso e poco conosciuto fenomeno della crescita degli "whiskers" poteva danneggiare i circuiti elettronici. Da allora questo fenomeno ha causato danni per miliardi di Euro ai sistemi elettronici ed all'industria elettronica. Sino ad ora non si conosce come prevenire il fenomeno, né come porre rimedio quando si è manifestato. Il problema non solo è attuale da oltre sessant'anni, ma viene acuito dalla recente legislazione sull'uso di materiali che non impieghino il piombo nelle leghe per saldatura. L'alternativa è usare stagno puro e questo fatto aumenta la probabilità di formazione di whiskers con conseguenti difficoltà nell'affidabilità dei circuiti.

### Cosa sono gli whiskers?

Sono fragili monocristalli di stagno a forma di filamento, conduttori dell'elettricità, che crescono alla superficie libera delle saldature a base di stagno. Possono essere lunghi sino a 10 mm, ma la lunghezza media è di 1 mm, il loro diametro va, generalmente, da 1 a 3  $\mu\text{m}$ . Non si può prevedere la loro velocità di crescita, alcuni possono impiegare anche anni a crescere. A differenza della crescita cristallina a dendrite, gli whiskers non richiedono la presenza di un campo elettrico applicato per crescere e non richiedono la presenza di umidità; crescono anche nel vuoto. La loro capacità di condurre la corrente elettrica ammonta a 10 mA, che corrisponde a densità di corrente dell'ordine di  $10^4 \text{A/mm}^2$ . Il loro principale effetto è quello di creare cortocircuiti sia direttamente quando, crescendo, mettono in collegamento elettrico elementi di circuito, sia indirettamente quando, spezzandosi, producono frammenti conduttori che possono vagare da un punto ad un altro del circuito. Si può notare la presenza di whiskers nelle saldature di vecchie apparecchiature elettroniche; spesso sembrano una peluria che cresce sopra la saldatura e si pensa che sia un effetto dell'ossidazione o dell'umidità. Sono invece sottilissimi aghi di stagno che hanno un effetto devastante specialmente nei circuiti miniaturizzati ove le distanze tra le piste è sempre più ridotta grazie anche all'uso di tensioni sempre più basse. Nei circuiti a valvole il problema era ridotto per due motivi: i) la struttura dei circuiti con elementi di dimensioni relativamente grandi faceva in modo che le saldature fossero lontane da altri conduttori o tra loro; ii) la presenza di tensioni relativamente elevate faceva sì che un eventuale cortocircuito venisse automaticamente eliminato con la fusione del whisker, come si fa ancora oggi per eliminare piccoli cortocircuiti lungo le linee telefoniche con l'applicazione di un breve impulso a 200 V inviato dalla centrale telefonica.

Quale è la difficoltà per risolvere il problema degli whiskers? Il problema esiste e conosciamo alcuni dei fattori che stimolano la crescita degli whiskers. Ad esempio sforzi di compressione degli stati di stagno (piste), graffi, piegature e composizione non omogenea delle leghe per saldatura favoriscono la crescita di whiskers. Come mai allora l'industria elettronica non è ancora riuscita ad eliminare il fenomeno? Innanzi tutto c'è il fattore tempo: tempi i più brevi possibili per la produzione ed il collaudo contro i tempi lunghi di crescita degli whiskers. Essi crescono lentamente e non si conosce ancora il modo di accelerare la loro crescita per poterli meglio studiare. Per l'elettronica di consumo il problema non si pone perché si ritiene che l'utente getti nella spazzatura il prodotto molto prima che si manifesti un malfunzionamento dovuto agli whiskers. Invece nell'avionica, nelle apparecchiature per la ricerca spaziale, nelle apparecchiature medicali ed in quelle relative alla sicurezza e nelle applicazioni critiche il problema rimane e non si vede ancora la sua soluzione. Chissà quanti satelliti e quante sonde interplanetarie sono andate fuori servizio a causa degli whiskers? E chissà quante volte una pulitura con una spazzola e la successiva soffiatura ha ripristinato il funzionamento di circuiti inspiegabilmente

morti? Va infine osservato che nei circuiti stampati di migliore qualità le piste non sono stagnate, bensì dorate e che inoltre viene applicata una vernice protettiva che non solo impedisce l'aggressione chimica delle saldature, ma copre la loro superficie libera e dovrebbe anche contrastare la crescita di *whiskers*.

## Il *black-out* elettrico del 28 settembre in diretta radio

di Ezio Mognaschi

La notte tra sabato 27 e domenica 28 settembre stavo ascoltando una stazione FM, precisamente Radio Padania Libera su 91.1 MHz quando, dopo un programma di telefonate degli ascoltatori, è andato in onda un nastro di musica celtica. Improvvisamente la trasmissione è cessata verso le 3.35 ora legale italiana. Nella mia zona era mancata l'energia elettrica e la conferma è subito venuta dall'osservazione che nelle serre dell'Orto Botanico, che stanno davanti a casa mia, erano entrate in funzione le luci d'emergenza. Per capire l'estensione del *black-out* e di cosa si trattasse ho passato in rassegna tutte le frequenze memorizzate nel mio portatile Sony ICF 2010 ed ho notato che erano in silenzio anche diverse altre stazioni in FM e che sia Milano I su 900 kHz da Siziano, sia Milano II su 702 kHz, sia Napoli Marcianise su 657 kHz erano improvvisamente mute e su quelle frequenze si ricevevano stazioni estere. Cercando qualche stazione attiva in FM ho incontrato una stazione RAI che trasmetteva la programmazione del 3° programma da Monte Penice su 99.9 MHz. Il segnale era debole, ma intelligibile anche perché erano sparite moltissime altre stazioni che solitamente affollano la banda FM. Come ulteriore fortunata coincidenza stava andando in onda un programma di telefonate degli ascoltatori, seguite da risposte di un medico dallo studio di Roma (non Saxa Rubra). La conduttrice del programma si è trovata di fronte ad un'imprevista situazione nella quale alcuni ascoltatori, per lo più allarmati ed in cerca di notizie, si rivolgevano alla probabilmente unica trasmissione in diretta che stava andando in onda in quel momento. Involontariamente ed inconsapevolmente si è trovata a compiere un servizio pubblico in una situazione di vera emergenza, ma l'unico commento che è stata capace di fare è stato: "Questo è il bello della diretta!" Man mano che intervenivano ascoltatori da varie parti d'Italia la conduttrice chiedeva, incidentalmente, la località di provenienza della chiamata e se anche colà mancasse l'energia elettrica. Si è così saputo, in pochi minuti che mancava l'energia elettrica a Torino, a Trento (ove si erano mossi diversi mezzi con sirene), a Bari, a Napoli oltre che a Roma ove però lo studio e la rete del 3° programma continuavano a funzionare e, per qualche fortunata combinazione, il segnale arrivava a Monte Penice ove erano entrati in funzione i gruppi elettrogeni. Agli ascoltatori che lamentavano di essere al buio la conduttrice rispondeva: "Anche a R-r-r-roma siamo al buio..." Solo con il giornale radio delle ore 5 del I programma RAI è stato fatto cenno al *black-out* e più diffusamente è stato riferito nel primo giornale radio della mattina, alle 6. La corrente elettrica è stata ripristinata a Trieste alle 5.30, a Milano alle 6.30, a Pavia alle 7.30, nel resto d'Italia più tardi, nell'estremo Sud il giorno dopo.

Due considerazioni: 1° In occasione del *black-out* della costa orientale degli Stati Uniti, a metà agosto scorso, il Gestore della Rete italiana Andrea Bollino assicurava in televisione che, in Italia, un evento simile non sarebbe mai successo per motivi non spiegati chiaramente, ma legati alla diversa struttura della rete stessa. Dopo un mese e mezzo è stato clamorosamente smentito dai fatti, ma né ha sentito il dovere di scusarsi davanti agli italiani, né, tantomeno, ha sentito il dovere di dimettersi e nessuno ha fatto pressioni in tal senso. Solo *Striscia la Notizia* del 29 settembre ha fatto riascoltare le dichiarazioni imprudenti di Bollino. Gli italiani dimenticano e perdonano troppo facilmente e le facce di bronzo comandano indisturbate. Non solo, ma i personaggi che tranquillizzano l'opinione pubblica, moderna versione dei buffoni o dei giullari di corte, sono particolarmente graditi al potere in una sorta di legittimazione reciproca. 2° Le reti elettriche, come la rete Internet, il sistema della borsa, l'economia globalizzata, la dinamica dei terremoti, come tutti i sistemi complessi sono governati da leggi che non conosciamo ancora e che forse non sarà possibile scrivere in dettaglio, ma hanno in comune una caratteristica: la complessità. Però un nuovo tipo di modello matematico, denominato "frattale", si presta alla descrizione di questi fenomeni così diversi l'uno dall'altro, ma accomunati da leggi di scala con esponenti frazionari anziché interi, come quelli delle consuete leggi della fisica deterministica. Potremo saperne qualcosa di più quando saremo in grado di rispondere alla domanda che sembra paradossale: "Può il battito delle ali di una farfalla ad Hong Kong provocare un ciclone negli Stati Uniti?" Per ora non sappiamo ancora rispondere alla domanda, ma abbiamo una certezza illuminante (si fa per dire) in quanto siamo stati informati che un albero caduto in Svizzera ha provocato, ovviamente per colpa di nessuno, un grande *black-out* in Italia.

## La distanza tra due punti della superficie terrestre

di Ezio Mognaschi

Spesso è necessario calcolare la distanza che separa, lungo una circonferenza massima, due punti posti sulla superficie terrestre: la cosa riguarda evidentemente i naviganti, ma anche i radioamatori che vogliono calcolare la distanza che separa il loro QTH dal sito di un determinato TX.

Naturalmente esistono programmi che eseguono il calcolo in un batter di ciglia, ma per chi vuole capire come si fa ecco i procedimenti possibili, realizzabili con un piccolo calcolatore scientifico.

Innanzitutto, per semplificare i calcoli, bisogna fare l'ipotesi che la Terra sia perfettamente sferica, approssimazione più che accettabile. Poi bisogna, evidentemente, conoscere latitudine  $\beta$  e longitudine  $\lambda$  dei due punti. **Primo modo** - Un primo modo è quello di calcolare l'angolo al centro della Terra, che denoteremo  $\delta$ , sotteso dall'arco di circonferenza massima tra i due punti che chiameremo A e B e poi, sapendo che un miglio nautico (il quale sottende un arco pari ad un minuto di arco) è pari ad 1.852 km (\*) calcolare la lunghezza dell'arco. Più precisamente, se indichiamo con  $\lambda_A$  e  $\lambda_B$  le longitudini dei punti A e B e con  $\beta_A$  e con  $\beta_B$ , rispettivamente, le loro latitudini con le convenzioni che la latitudine è positiva a Nord dell'equatore e negativa a Sud, mentre la longitudine è positiva ad Est di Greenwich e negativa ad Ovest, calcoliamo dapprima i moduli delle differenze:

$$\beta = |\beta_A - \beta_B|, \quad \lambda = |\lambda_A - \lambda_B|.$$

Il seno della metà dell'angolo al centro  $\delta$  è dato da:

$$\sin(\delta/2) = \sqrt{[\cos \beta_A \cos \beta_B \sin^2(\lambda/2) + \sin^2(\beta/2)]}$$

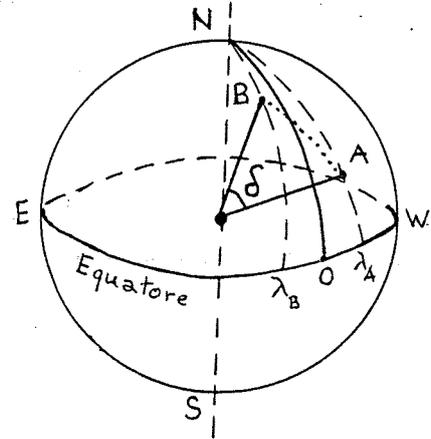
da cui si ricava facilmente che

$$\delta = 2 \operatorname{arcsen} \sqrt{[\cos \beta_A \cos \beta_B \sin^2(\lambda/2) + \sin^2(\beta/2)]}.$$

Infine la distanza D tra i due punti è

$$D \text{ (km)} = 1.852 \delta.$$

ove  $\delta$  va espresso in minuti primi.



Facciamo un esempio: vogliamo trovare la distanza tra il TX di Siziano (MI)  $\beta_A = +45^\circ 20'$ ,  $\lambda_A = +9^\circ 12'$  ed un ricevitore posto a Cheadle Hume, vicino a Manchester  $\beta_B = +53^\circ 20'$ ,  $\lambda_B = -2^\circ 10'$ .

Calcoliamo  $\beta = |\beta_A - \beta_B| = |45^\circ 20' - 53^\circ 20'| = 8^\circ 00'$ , da cui  $\beta/2 = 4^\circ 00'$ , poi  $\lambda = |\lambda_A - \lambda_B| = |9^\circ 12' - (-2^\circ 10')| = 11^\circ 22'$  da cui  $\lambda/2 = 5^\circ 41'$ .

Ora, con una calcolatrice programmata per esprimere gli angoli in gradi sessagesimali, possiamo calcolare  $\sin(\delta/2) = \sqrt{[\cos(45^\circ 20') \cos(53^\circ 20') \sin^2(5^\circ 41') + \sin^2(4^\circ 00')]} = \sqrt{0.008983} = 0.094778$ . Risulta quindi  $\delta = 2 \operatorname{arcsen} 0.094778 = 10^\circ 53' = 10.877078^\circ$ . Questo angolo è espresso sia in modo sessagesimale (gradi e primi), sia in modo sessadecimale, cioè in gradi e decimali di grado sino alla sesta cifra; bisogna convertirlo in primi. Poiché  $10^\circ$  corrispondono a  $600'$  è  $\delta = 653'$ . Allora  $D = 1.852 \delta = 1209 \text{ km}$ .

**Secondo modo** - Il secondo modo, del tutto equivalente al primo, usa una formula apparentemente diversa, ma equivalente a quella del primo modo per il calcolo di  $\delta$ :

$$\delta = \arccos [\cos \lambda \cos \beta_A \cos \beta_B + \sin \beta_A \sin \beta_B]$$

e si procede esattamente come nel primo modo. Ripetiamo l'esempio precedente:

$$\delta = \arccos [\cos(11^\circ 22') \cos(45^\circ 20') \cos(53^\circ 20') + \sin(45^\circ 20') \sin(53^\circ 20')] =$$

$$= \arccos [0.980375 \times 0.597205 \times 0.703022 + 0.711169 \times 0.802088] = \arccos(0.982028) = 10.878882^\circ = 10^\circ 53'.$$

La distanza risulta ancora  $D = 1209 \text{ km}$ .

Si noti che, nelle formule sopra riportate, c'è simmetria tra A e B, cioè si possono scambiare tra loro le latitudini di A e B, così come le longitudini di A e B.

(\*) Poiché il raggio medio della Terra è  $R \cong 6372 \text{ km}$ , la lunghezza del meridiano terrestre è pari a  $2\pi R = 40032 \text{ km}$ . Ogni grado corrisponde allora a  $40032 \text{ km}/360^\circ = 111.1 \text{ km}$  ed ogni minuto primo corrisponde a  $111.1 \text{ km}/60' = 1852 \text{ m}$ .

## Il First International Workshop on Earthquake Prediction

di E. R. Mognaschi

Si è svolto ad Atene, dal 6 al 7 novembre, il primo convegno internazionale sulla previsione dei terremoti. In settembre venni casualmente a conoscenza del convegno attraverso Internet. Mandai subito l'adesione e preparai il riassunto di una comunicazione sui precursori elettromagnetici dei sismi. La comunicazione, il cui riassunto è riportato qui di seguito, venne accettata per la presentazione orale. Purtroppo il tempo assegnato per la presentazione è stato, per tutti, di soli 15 minuti in quanto, dato il grande numero di comunicazioni (una settantina) ed il limite di due giorni di convegno, non si poteva avere di più.

L'organizzazione del convegno è stata alquanto artigianale ed improvvisata, anzi direi quasi inesistente. Tuttavia ha prevalso lo stile mediterraneo del *fai-da-te-che-è-meglio* ed il convegno ha avuto un ottimo successo sia dal punto di vista dei contenuti delle comunicazioni, sia da quello della partecipazione. Nell'intenzione degli organizzatori (G. Papadopoulos e collaboratori dell'Istituto di Geodinamica dell'Osservatorio Nazionale di Atene) c'era il "rilancio degli studi sulla previsione dei terremoti". Dal panorama degli interventi che descriverò più avanti si può dire che l'obiettivo è stato pienamente raggiunto, anzi è stato deciso di continuare su base biennale la serie di convegni ed un ricercatore turco ha già avanzato la candidatura di Istanbul per il prossimo incontro.

I partecipanti (una novantina) provenivano dai paesi più interessati ai terremoti: massiccia è stata, per comprensibili motivi, la partecipazione dei greci, circa 31, tra cui il famoso Nomikos, mancavano però l'altrettanto famoso Varotsos e, contrariamente al programma, anche Valliantos e Tzanis di Creta non sono venuti; erano poi presenti ben 22 russi, 11 cinesi, 5 italiani e 5 armeni, 3 turchi, 2 georgiani e 2 statunitensi di cui uno di origine greca e l'altro un "battitore libero" non appartenente ad organismi scientifici, infine uno per ciascuna delle seguenti nazioni: Repubblica Ceca, Kazakistan, Polonia, Bulgaria, Slovenia, Ucraina, Giappone. Russi e cinesi non si sono fatti alcuno scrupolo, oltre che di parlare, generalmente, un pessimo inglese, di presentare immagini con didascalie in caratteri, rispettivamente, cirillici o con graziosi quanto incomprensibili, ideogrammi.

Dal punto di vista dei contenuti sono state ricoperte diverse aree di ricerca, da quelle sulla statistica ai metodi chimici, fisici, geodetici e sismici.

La prima sezione, sui metodi statistici e probabilistici, conteneva 13 comunicazioni di cui due italiane. Tutte ricerche piuttosto pallose, anche se condotte con sofisticate e moderne tecniche matematiche. L'unico spunto originale è venuto da una scienziata russa, V. Sassorova, che ha descritto la distribuzione statistica di un numero impressionante di eventi di tutto il pianeta in relazione a latitudine e longitudine dell'epicentro trovando un curioso minimo all'equatore e due massimi attorno a  $\pm 45^\circ$  di latitudine, ed ha cercato di spiegare l'osservazione con le varie forze (gravitazionali, dovute alla rotazione terrestre, alla posizione della Luna, ecc.) agenti sulla crosta terrestre. Ma, tutto sommato, sapere che in un dato periodo nella tua zona sono capitati due terremoti, mentre nella mia nessuno, oltre al fatto strano che, in media, ne sono capitati uno ciascuno, la cosa può solo fare dispiacere a te e non dice nulla, se non - appunto - in senso statistico. Una recente branca impazzita della statistica è la cosiddetta "previsione a posteriori", cioè il tentativo di sapere se, in base ai precursori osservati, saremmo stati in grado di prevedere un terremoto, avvenuto davvero, e del quale, a posteriori, si sa tutto. È un po' come rileggere le cartelle cliniche di un morto di molti anni fa, per sapere se avremmo capito che sarebbe morto in base alle conoscenze odierne. Che utilità può avere? È giusto un esercizio.

La seconda sessione era dedicata ai metodi sismici (6 comunicazioni). Rilevante quella di Xue Ge il quale, dal comportamento, non sembrava uno scienziato, ma un manager o un politico. Fotografava tutti i relatori cinesi con una modernissima camera digitale ed il suo rapporto ha riguardato il complesso sistema di monitoraggio dei precursori nella provincia di Shandong (Cina orientale). Questo sistema comprende centinaia di stazioni digitalizzate ed interconnesse per rilevare tantissimi parametri tra cui il rumore elettromagnetico in diverse bande. Non ha però fornito alcun dato scientifico, né riferimenti quantitativi ai parametri misurati. È stato insomma un intervento politico, non scientifico.

La sessione sui metodi geofisici e geochimici ha visto due lavori italiani (Trieste e Catania) sul monitoraggio continuo del radon rispettivamente al confine italo-sloveno e sull'Etna e sulla sua correlazione con i sismi locali per l'Etna ed anche per quelli lontani ben 450 km (come il sisma dell'Umbria) per Trieste. In questa sezione i russi hanno presentato un impressionante filmato e delle immagini di un mostruoso apparato (un vibratore sbilanciato) trasportato a pezzi su diversi autocarri e spostato, da 30 anni, qua e là nella Siberia per produrre vibrazioni nel suolo con la rotazione di una massa di 100 tonnellate, riducibili a 40, che può essere portata sino a 14 giri al secondo. Le vibrazioni possono essere percepite dai sismografi sino a 1500 km di distanza se ad una sola frequenza ed a 400 km se si tratta di vibrazioni a largo spettro. Il mostro serve per studiare le caratteristiche meccaniche degli strati del sottosuolo attraverso la riflessione di vibrazioni meccaniche. Di particolare interesse le due comunicazioni del turco Inan sulle stazioni attorno al Mar di Marmara per la misura del radon.

Più interessanti, per me, le due sezioni sui fenomeni elettrici, magnetici ed elettromagnetici (10 comunicazioni). Molto importante la comunicazione della prof. Larkina dell'Istituto di Magnetismo Terrestre, Ionosfera e Propagazione di Radioonde (IZMIRAN) dell'Accademia delle Scienze Russa, con sede a Troitsk, regione di Mosca. Questa scienziata ha detto che i satelliti russi della serie Intercosmos hanno confermato l'esistenza di emissioni elettromagnetiche nella plasmasfera e nell'atmosfera superiore nei processi di preparazione dei terremoti. Ha presentato i dati relativi ad un

BEA  
ASTRID  
CLARA  
LIA  
MIA  
MIRIA  
BICE

terremoto avvenuto il 23 novembre 1980. I dati studiati sono stati: 1) l'intensità del rumore a bassa frequenza nell'intervallo 100 Hz - 20 kHz, 2) il flusso di elettroni altamente energetici, 3) la densità e la temperatura del plasma che circonda il satellite. Dall'analisi di questi dati è emerso che la variazione dei parametri del plasma nell'alta ionosfera inizia uno o due giorni prima di una scossa principale a terra, poi si ha un netto aumento delle emissioni a bassa frequenza da 3 a 6 ore prima del terremoto, aumento osservato sopra l'epicentro del futuro terremoto. Da 1.5 a 2 ore prima del terremoto si osserva poi una precipitazione a banda stretta, 2 o 3 gradi, di elettroni altamente energetici. Ha concluso sottolineando l'importanza dei dati osservati da satellite per la previsione dei terremoti.

Anche la relazione pavese, di cui si può leggere il riassunto più avanti, ha suscitato interesse in quanto mi sono state fatte alcune domande di carattere scientifico, come da parte del bulgaro Mavrodiev. In particolare l'accenno al lavoro che stiamo facendo sulla natura "frattale" dell'evoluzione temporale delle microfrazioni (la cui formazione dovrebbe originare i precursori elettromagnetici) ha suscitato l'interesse di Nomikos che si è complimentato con me ed ha voluto scambiare gli indirizzi promettendomi del materiale elaborato dal suo gruppo. Dopo di me ha parlato un suo giovane collaboratore, I. Stavrakas, il quale, infatti, ha toccato il tema, molto vicino a quello da me accennato e che sembra di grande attualità, della natura frattale dei fenomeni preparatori dei terremoti, nonché dei terremoti stessi. L'evoluzione frattale dei fenomeni preparatori dei sismi, se confermata sperimentalmente, potrebbe non solo permettere di localizzare spazialmente il futuro epicentro attraverso una rete di stazioni (su questo argomento si può leggere un mio lavoro messo gentilmente in rete da R. Romero nel sito <http://www.vlf.it>), ma per mezzo di una legge universale, relativa alla velocità con cui evolvono le microfrazioni, di determinare la **distanza temporale** che ci separa da un futuro terremoto. Alla fine della sessione ho parlato con Stavrakas ed abbiamo ipotizzato che la natura frattale della frattura delle rocce dia origine ad una gigantesca "antenna frattale" in grado di emettere con alta efficienza onde elettromagnetiche a bassa frequenza. Terrò al corrente i lettori di *Radioonde* degli sviluppi di questi studi; l'antenna frattale è attualmente oggetto di studio da parte mia e la tratterò nel corso di Misurazione dei campi elettromagnetici; comunque, ciascun lettore, se possiede un moderno telefonino senza stilo protruso all'esterno, tiene in tasca un'antenna frattale, ma nessuno glielo ha mai detto!

Di scarso interesse e solo per rimpolpare la serie "Avete visto cosa è successo?" due intere e lunghe sessioni dedicate agli aspetti geologici, tettonici, morfologici e statistici di recenti terremoti in Grecia.

## Earthquake source localisation by means of electromagnetic precursors

E. R. Mognaschi<sup>1</sup> and M. E. Mognaschi<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup> Dipartimento di Fisica "A. Volta", Università degli Studi di Pavia, v. A. Bassi, 6 I-27100 Pavia, and Istituto Nazionale di Fisica della Materia, Unità di Pavia, Italy

<sup>(2)</sup> Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Università degli Studi di Pavia, v. Ferrata, 1 I-27100 Pavia, Italy

**ABSTRACT** - Although the origin of electromagnetic precursors of earthquakes is not yet well understood and many mechanisms have been proposed to explain their origin, there is evidence of detection of such precursors at least for some earthquakes.

Electromagnetic precursors arising during the preparation period of earthquakes can be due to the process of rocks microfracturing localised where tectonic stresses have increased to above about a half of the failure value of rocks. They are generated at depths less than 60 km and cover a very wide frequency band. However, due to the low-pass filter effect of the constituents of lithosphere, only the low frequency part of such spectrum can reach the Earth surface with detectable intensity. The propagation of low frequency electromagnetic waves in the ELF and ULF range, belonging to such spectrum, is studied in this paper with reference to conductivity and permittivity of rocks of the lithosphere. The characteristics and the possible propagation paths of such waves, both underground and over and along the Earth surface, are considered. A method based on the delay of reception between slow underground electromagnetic waves and waves which travel in the atmosphere at about the light speed is proposed in order to estimate the distance of the source of electromagnetic precursors from the observing station and, hence, to locate the source by means of a network of stations. From the strength of electromagnetic precursors and from their time evolution, it could also be possible to estimate in advance the earthquake magnitude and when the rocks failure, which will originate an earthquake, will take place. To reach such goals the dynamics of rocks fracture processes should be fully understood and data on electromagnetic precursors should be carefully collected and analysed.

Poiché non è previsto un altro numero di *Radioonde* prima della fine dell'anno, si coglie l'occasione per inviare i migliori auguri di buon Natale e felice Anno Nuovo a tutti i lettori ed alle loro famiglie.