

Alfredo Gallerati

E-mail: a.gallerati@radioascolto.it



Precursori Sismici ed EM: ARI riparte da Portici!

La sfida precursori sismici, riparte con INGV!

Un numero "speciale" questo, perché presentiamo il Report dal 1° Convegno Nazionale sui Precursori Sismici ed Elettromagnetici (Portici, 21 Settembre 2018). A dare ampia evidenza agli studi sui precursori, in Italia, fu già nei primi Anni '60, il compianto Prof. Ezio Mognaschi IW2GOO (Geofisico dell'Università di Pavia). Una sua relazione si apriva con queste parole: <Sino alla meta degli Anni '60 se aveste chiesto ad un geofisico: "...Si possono prevedere i terremoti? Questi avrebbe risposto, con convinzione, di no. Ma.... verso la fine degli Anni '60 e negli Anni '70 vennero svolte, in diverse parti del mondo (Giappone, URSS, Cina, USA, Grecia), approfondite ricerche sui meccanismi geodinamici che portano al manifestarsi dei sismi e furono anche studiate, con tecniche statistiche, la loro ricorrenza temporale e la loro distribuzione geo-grafica utilizzando anche tutte le possibili fonti storiche (cronache, iconografia, atti notarili, etc.).....">. Da un anno, la nostra rubrica per RadioRivista, si va occupando di questo tema che tiene sempre alta l'attenzione di eccellenti scienziati ed appassionati ricercatori che, nel corso di decenni, si sono spesso confrontati senza però pervenire a soluzioni largamente condivise. Senza pervenire alla formulazione di univoche tesi sulla "esistenza" e "lettura" dei precursori sismici. E' per questo che l'ARI, grazie a RadioRivista, ha voluto essere protagonista di un processo di studio e ricerca tutt'altro che chiuso e, vorrei dire, tutto da revisionare.

Abbiamo infatti presentato una serie di risultati e traguardi, anche di assoluta eccellenza, a cui sono pervenuti colleghi OM e/o Gruppi di ricerca (v. Gruppo GIANO etc..) che hanno orientato i propri sforzi, le proprie risorse verso traguardi degni dell'attenzione del mondo scientifico. Con questo CONVEGNO NAZIONALE, l'ARI apre una prima opportunità verso un concreto confronto delle risorse in campo, provenienti sia dal mondo della Scienza (INGV), sia dal nostro mondo radioamatoriale, in generale. Quindi, anche non solo ARI. Abbiamo infatti accettato questa sfida nell'intento di portare le diverse teorie sui precursori sismici ed elettromagnetici verso una diretta interfaccia con il mondo scientifico che in questo eccezionale evento è stato rappresentato da eccellenti scienziati come: Dottor Adriano Nardi (IZ0RII), Dottor Antonio Piersanti e Dottor Giuseppe Mastrolorenzo (prossimo OM!) che lavorano - nell'ambito della ricerca scientifica - per l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Con rammarico, da parte ARI, devo ricordare che a questo tavolo di confronto, non abbiamo purtroppo potuto avere la presenza di altre notissime eccellenti risorse nell'ambito della ricerca amatoriale: il Gruppo che fa capo al collega IK1QFK Renato Romero (Torino) che aveva impegni internazionali. Il Gruppo GIANO che fa capo all'amico IK1XHH, Prof. Roberto Violi (La Spezia) che ha avuto impegni imprevisti.

Infine è mancato anche il Gruppo "LTPA Observer Project" Coordinato dai fratelli Dottori Daniele e Gabriele Cataldi di Roma, assenti per impegni di lavoro. Vogliamo pubblicamente ringraziare le Autorità e gli esperti del Comune di Portici che hanno eccellentemente supportato il nostro evento! Un particolare ringraziamento al Sindaco del Comune di Portici, dottor Vincenzo Cuomo; all'Assessore alla Sicurezza Avvocato Maurizio Capozzo; al Dirigente alla Sicurezza Dottor Gennaro Sallusto. Siamo anche grati all'INGV che ha speso alcune delle sue eccellenti risorse, per questo evento, con gli esperti scientifici Dottor Adriano Nardi, Dott. Giuseppe Mastrolorenzo e Dottor Antonio Piersanti. Ringraziamoli al collega Giorgio Napolitano IZ8FAV ed alla Sezione ARI Portici per l'ottimo lavoro svolto!

1° Convegno Nazionale ARI sui precursori

Giovedì 21 Settembre 2018, presso il Teatro "I De Filippo" di Portici (Napoli), si è tenuto il primo Convegno Nazionale sui Precursori.

Un traguardo su cui abbiamo lavorato, per un anno, alla ricerca di sinergie e risorse che, su un tema così critico, potessero portare allo stesso tavolo le potenzialità della ricerca scientifica e del radiantismo scientifico amatoriale, così come gli stessi ricercatori lo definiscono.

Con la collaborazione del Comune di Portici, dell'INGV, di ARI Portici con il suo Presidente IZ8FAV, Giorgio Napolitano; l'ARI ha lavorato per riportare il dibattito sui Precursori Sismici, al centro di quel percorso che tanti appassionati ricercatori amatoriali, segnatamente i radioamatori, si sforzano di tenere parallelo a quello dei ricercatori esperti scientifici, come i rappresentanti di INGV sostenuti

dall'ARI. La sessione dei lavori è stata aperta dal Dott. Vincenzo Savarese che, nel ruolo di Comandante dei Vigili del Fuoco e Referente alla Pianificazione per la Protezione Civile, ha espresso, con una coinvolgente passione, lo stato dell'arte del <piano di evacuazione> della famosa < zona rossa > ai piedi del Vesuvio! Lanciando così

anche una serie di grandi input al complesso sistema di Protezione Civile. Passiamo agli interventi live dei relatori. Cominciamo dal Comandante dei VV.FF., Dottor Vincenzo Savarese.

Dottor Vincenzo Savarese (Comandante VV.FF. e Referente Pianificazione P.C.) - <...Per noi l'argomento sismico legato ai Precursori Elettromagnetici è certamente di notevole importanza. Molti di voi presenti, credo, saranno curiosi di scoprire novità sul... Vesuvio. Anche perché c'è un certo "tumulto" sui Campi Flegrei e c'è sempre chi associa "I Campi Flegrei" al Vesuvio.

Il Comandante dei VV.FF. V. Savarese



(Slide n. 1) - Ricordiamo che il rischio sussiste ogni volta che un pericolo incombe sul valore esposto. Il pericolo è commisurato al valore del parametro dell'intensità vulcanica. Il Vesuvio ha la caratteristica di sviluppare eruzioni entro valori utili qualche volta a riscaldare le uova, qualche altra volta a distruggere intere città come quella storica di Pompei (79 d.C.). Ma, per ulteriori dettagli, mi seguirà il Prof. Mastrolorenzo. Quando si combinano i due elementi, pericolo eruttivo e valore esposto, sale notevolmente il valore di rischio che diventa notevole. C'è anzitutto una riflessione da fare: il rischio non sempre è dettato dal pericolo e dal valore esposto. E' dettato anche da altri fattori, per esempio da elementi sociali, culturali etc... Basti pensare all'esempio: <noi ci sogneremmo mai di pranzare attingendo cibo dai rifiuti?>. Si può escludere poiché esiste un alto rischio sanitario che, per la nostra civiltà, non è accettabile. Osserviamo però che in alcuni Paesi del mondo, ci sono popolazioni che sopravvivono mangiando cibo dai rifiuti proprio perché il rischio di "morire di fame" è decisamente superiore al rischio sanitario. Pertanto il rischio è una sequenza di elementi da porre in campo tra cui, non ultimi, gli aspetti politici. Recentemente, sul piano politico si è molto affermato il concetto del rapporto rischio/beneficio. Quindi noi accettiamo un rischio, nella misura in cui ci garantisce una definita serie di benefici. Uno dei problemi essenziali è quello della <taglia> dell'eruzione vulcanica. A tutti ricordo che l'indice di esplosività vulcanica si misura con i parametri della scala VEI. Si considera pericolo, partendo dai valori VEI 3, VEI4 e VEI5. Generalmente, nel linguaggio tecnico la VEI 3 viene definita <stromboliana violenta>, la VEI 4 si definisce "sub-pliniana", la VEI 5 è l'esplosione che distrusse Pompei.

Quando c'è un'eruzione si riunisce il Comitato Scientifico, costituito dal "Gruppo di lavoro A" della Protezione Civile di cui, sono stati membri diversi Direttori dell'Osservatorio Vesuviano. In una recente riunione di quel Comitato, gli esperti avevano sostenuto che una eventuale eruzione non avrebbe potuto eccedere il valore VEI 4 (sub-pliniana). Da ciò si deduce che sarebbe proprio VEI 4, il valore massimo di eruzione massima attesa, quando dovesse accadere. A questo punto ci poniamo una domanda: <A che serve il piano di evacuazione?>. Serve a separare il pericolo dal valore esposto. Perché ci troviamo in questa condizione? Ci è mancata una grande lungimiranza?

Quindi, a proposito della prevenzione, nel momento in cui il valore esposto è accalato sul vulcano, l'unica speranza di salvezza sta nel cogliere una previsione corta dell'evento per porre una certa <distanza> tra il pericolo ed il valore esposto. Quanto misura questa distanza? Può sembrare strano, ma è stata studiata e calcolata, tenendo presente il parametro VEI 4. Quindi, perché si deve "scegliere" un'eruzione di riferimento? Perché se non si sceglie un'eruzione di riferimento, non esiste neppure la possibilità di individuare una zona rossa da evacuare. Bisogna anche ricordare che il pericolo Vesuvio è un pericolo che cresce con il...tempo. In questo contesto, il valore esposto cioè la popolazione, nel tempo potrebbe aumentare, diminuire oppure attestarsi sugli stessi livelli precedenti. Nella realtà locale di Portici, risulta ci sia una flessione della popolazione, forse non legata al rischio vulcanico. Portici è infatti uno dei Comuni più densamente popolati; ci sono quindi problemi "ordinari" (parcheggi etc...). Quindi, l'eruzione di riferimento che abbiamo considerato è la VEI 4. Ricordo che l'indice VEI 4 esprime l'intensità di questa eruzione. Definita anche sub-pliniana. L'eruzione di riferimento si sceglie, per individuare l'area geografica sulla quale può incombere un'eruzione. La scelta dell'eruzione rimane fondamentale per individuare la <zona rossa>. Nella fattispecie locale, Portici si trova immersa nella <zona rossa>.

Si è detto della distanza calcolata in ragione del valore dell'eruzione. Abbiamo però un grosso problema, che spiego. La comunità scientifica ha definito, da tempo, come scenario di riferimento un'eruzione di tipo VEI 4 ma ha escluso di fatto, cosa che generalmente non è possibile, che l'eruzione possa essere di valore VEI 5. Questo significa che se l'eruzione che dovesse arrivare...fosse di tipo VEI 5, non già di tipo VEI 4, anche con un successo nell'evacuazione sarebbe una...catastrofe. Proprio perché quando si definisce la cosiddetta

<zona rossa>, si definisce anche la zona da evacuare, stabilendo contemporaneamente chi non dovrà evacuare. Pertanto se è errata la previsione eruttiva, accadrà che persone che si trovino in zone che rientrano nel piano di evacuazione si salveranno, altre persone che invece si trovino in zone non previste nel piano di evacuazione non potranno mettersi in salvo. Questa è una delle principali critiche mosse alla comunità scientifica. Infatti, se proviamo a leggere tutti i documenti ufficiali.... Si osserva che l'eruzione pliniana VEI 5, generalmente non è considerata dalla comunità scientifica. Ovviamente la comunità scientifica ha lavorato con il supporto della statistica, perché un'eruzione di valore VEI 5 sarebbe "poco probabile". Nelle eruzioni, uno dei fenomeni che genera più impressione è quello dei flussi piroclastici. Sono flussi fatti di miscele di particelle solide e gas che si formano nel corso di eruzioni esplosive e che scivolano veloci dal vulcano rasentando il terreno. Ho conosciuto a Scafati, nelle vicinanze di quest'area vulcanica, un falegname che girava portando sempre in auto, una maschera antigas. Da utilizzare in caso di eruzione. Il problema del vulcano è che i materiali eruttivi non sono solo gas ma anche materiali solidi, particellati e ad una temperatura che supera i 400° ! Quindi, anche se indossiamo una maschera antigas, il risultato sarà negativo. Il comitato scientifico ha elaborato due tabelle di riferimento per la valutazione delle eruzioni.

La tabella "A" comprende un certo periodo di riposo dell'eruzione vulcanica partendo da 60 anni. Vuol dire che partendo da 60 anni dall'ultima eruzione, la possibilità che possa essere un evento di tipo VEI 5, è del 11%.

Il comitato scientifico ha elaborato anche la tabella "B" che partendo dai 60 anni di quiete dell'attività vulcanica arriva fino a 200 anni. In questa fascia, la possibilità di eruzione vulcanica di valore VEI 5, sarà pari all'1%. Secondo quest'ottica, da oggi (2018) mancherebbero 130 anni per l'eventuale rischio di eruzione a VEI 5. C'è poi un'altra zona esposta a rischio che è quella entro la quale ricadono i prodotti piroclastici. E' una zona soggetta alle influenze della direzione dei venti. Per esempio, se nel momento dell'eruzione i venti provengono da Est, tutta la zona ad Est del Vesuvio sarà interessata dalla caduta di prodotti piroclastici.. Bisogna anche ricordare che nessuna eruzione è uguale ad un'altra talché diverse eruzioni assumono la denominazione dal nome della località che più hanno distrutto (eruz. di Pompei, eruz. di Avellino, eruz. di Pollena etc...).

La Protezione Civile ed il competente Dipartimento Regionale hanno poi evidenziato l'esigenza di classificare la <zona rossa> da evacuare. Tenendo quindi presente le eruzioni di riferimento, hanno definito la <zona rossa 1> utilizzando uno speciale studio di cui si è occupata una grande ricercatrice, attualmente impegnata per ricerche in Francia. Questo studio analizza tutti i limiti delle colate piroclastiche. Si va cioè ad osservare, nei particolari, quelle aree geografiche, a valle del Vesuvio, dove sono terminati i flussi piroclastici. Sistematizzando questo tipo di rilevazione per l'intera conferenza vulcanica, si è individuato un limite detto <linea Gurioli>. Il Dipartimento PC ha quindi definito che tutte le aree ricadenti all'interno della <linea Gurioli> ricade nella <zona rossa 1>. Ora, quale fenomeno ha determinato la <zona rossa 1>? Quello dei flussi piroclastici. Così si comprende che <zona rossa 1> sarà quella entro cui è possibile che dilagano i flussi piroclastici. Altro problema per il Vesuvio è però la caduta di cenere e lapilli! Perché la caduta di cenere e lapilli desta preoccupazione? Perché quasi tutti i tetti piatti, sotto il peso di cenere e lapilli, sprofondano. E quando sprofondano tetti e solai di copertura, il peso provoca lo sprofondamento anche del "terzo piano", del "secondo piano" etc... Le macerie arrivano fino alle cantine. La zona individuata entro la quale è possibile la caduta di cenere e lapilli è stata così denominata <zona rossa 2>. Quindi riepilogando, ai fini pratici, ricordiamo i criteri:

- Eruzione di riferimento VEI 4 : zona rossa definita in base al VEI 4
Zona rossa n. 1, identifica l'area che può essere soggetta a flussi piroclastici.

Zona rossa n. 2, identifica l'area dove la pioggia di cenere e lapilli procurerà molti casi di sprofondamento dei solai.

Così, nel caso del Vesuvio, dalla linea Gurioli fino al termine della zona "R2", è tutta zona rossa da evacuare per la presenza di flussi piroclastici, cenere e lapilli in quantità massiva. In tutti i casi occorre evacuare la zona. Dando infine uno sguardo alla storia della <zona rossa>, sappiamo che anni fa si era sollevato un dibattito. La "vecchia zona rossa" era formata da 18 Comuni. Si disse che la zona rossa non poteva essere definita dai limiti amministrativi ma piuttosto da limiti individuati dalla scienza. Infatti la lettura della zona rossa 1 è cambiata con la "Linea Gurioli". Gli scienziati hanno quindi stabilito che se il Vulcano, con una eruzione sub-pliniana lancia flussi piroclastici a 3 chilometri, da quel punto va individuata la <Linea Gurioli>.

Molti e tutti interessanti anche gli spunti dell'intervento che segue. Quello del Comandante Sallusto, Dirigente del Dipartimento Sicurezza del Comune di Portici. Il Dottor Sallusto ha posto l'accento sul piano di emergenza rivolto, in particolare, alla tutela dei beni culturali.

Dottor Gennaro Sallusto (Dirigente Dipartimento Sicurezza Comune di Portici) -

Come ha già spiegato il Comandante Savarese, per lo studio dei Precursori Sismici, quella della sperimentazione è la strada da seguire. Savarese, infatti ci ha dato la giusta motivazione affinché tutti ci muoviamo in tal senso. Molti Comuni, non hanno ancora <piani di evacuazione> ma gli stessi piani che abbiamo, per esempio al Comune di Portici non sono ancora completi. Cerco di spiegare cosa intendo. Come sapete, i piani si muovono su un concetto semplicissimo, che è quello delle funzioni separate, secondo gli argomenti che devono essere trattati. Esiste una serie di funzioni. Se penso alla funzione della Sanità e Assistenza... sarà quello il sito che potrà essere < promotore > ma non responsabile di una mancata evacuazione o esodo di tutti i cittadini ammalati.

Questo è un compito che dovrebbe assolvere la ASL. Se penso ai tanti Beni Culturali presenti sul territorio, a Portici o altrove, mi chiedo se la Sovrintendenza si sia mai posto il problema di <dove> si trovano questi Beni Culturali. Ha mai pensato la Sovrintendenza, chi deve recarsi sul posto a prelevare i Beni per trasferirli in area sicura? Eppure, in una esercitazione risalente al 2001, noi abbiamo testato anche le soluzioni a questi problemi e, per l'ennesima volta, il Comune di Portici appose una "bandierina" per richiamare l'attenzione degli Organi di competenza, sul fatto che al famoso criterio del "valore esposto" non appartengono solo persone ma anche Beni materiali che appartengono alla nostra storia, alla nostra cultura, al nostro patrimonio. Eppure sono lì, ma nessuno pensa a come poterli spostare, in caso di <allerta sismica>, in area sicura nel momento in cui si verificasse un evento. Alcuni esempi vi fanno comprendere quanto, un piano di evacuazione, nonostante sia stato predisposto, in termini esecutivi e pratici, presenta alcune serie difficoltà in fase di attuazione. Personalmente sono moderatamente fiducioso perché noi abbiamo l'intelligenza sui temi di protezione civile, della ricerca e su tante esigenze che vanno sviscerate, provate, verificate, ottimizzate nella loro esecuzione. Ma serve anche una "forza" politica che dovrebbe essere naturale per una città e Portici, credo abbia tutti i numeri per poter riuscire a coniugare intelligenza e forza politica. Per poter dire agli Organi, spesso disattenti o falsamente attenti, che bisogna incidere su questi problemi. Auguri e proseguiamo pure i lavori...

E' il momento del focus sul ruolo dell'ARI e dei suoi obiettivi in questo evento. Abbiamo voluto giocare una carta che crediamo vincente. Un invito a coagulare sempre maggiori risorse intorno ad un tema che continua a polarizzare l'attenzione di scienziati ed appassionati ricercatori, anche radioamatori.

Prof. Alfredo Gallerati (Rappresentante ARI) - L'ARI Associazione Radioamatori Italiani ha un interesse specifico in quest'ambito perché gli strumenti che utilizziamo, segnatamente la radio ha dimostrato in decenni di sperimentazione, che le onde elettromagnetiche possono essere considerati "precursori" in grado di prevedere l'arrivo di un evento sismico. Nel suo Sito "Esperimentando", il Dottor Adriano Nardi (IZ0RII) ha scritto <.... Le onde elettromagnetiche, su una certa Banda (VLF) si possono ascoltare perché si rivelano sotto forma di fischi, di rumori naturali tecnicamente definiti Whistler. Suoni o rumori che possono essere visualizzati con un software come Spectrogram ec. Ce lo dice un esperto scientifico come il Dottor Adriano Nardi, autorevole esperto scientifico, che merita tutta la nostra attenzione e collaborazione da parte dei radioamatori. A nome dell'ARI, ringrazio anche il Comune e tutti i relatori, per essere stati attenti, sensibili e disponibili al "critico" tema dei precursori che ci vede coinvolti come radioamatori interfacciati ai ricercatori dell'INGV, da anni impegnati

nella ricerca scientifica dei precursori sismici ed elettromagnetici.

Dovendo sintetizzare, vorrei evidenziare un paio di interessantissime riflessioni emerse dagli interventi del Comandante Savarese (VV.FF.):

a) Un evento sismico, si può prevedere oppure no? Le risposte devono arrivare dall'esperienza professionale degli addetti ai lavori del mondo della ricerca.

Intanto i radioamatori, nel corso di decenni hanno sperimentato che soprattutto l'adozione di particolari sistemi di antenna è utile a rivelare la <direzione> di provenienza

di certi specifici segnali che possono essere quelli rivelatori dei precursori sismici. Ecco perché proprio i radioamatori sono in grado di supportare la ricerca scientifica in tal senso. Per noi, camminare di pari passo alla ricerca scientifica è particolarmente significativo e gratificante.

Non ci paga nessuno, poiché il nostro è un lavoro basato sulla passione che riusciamo a sviluppare anche supportando la ricerca scientifica.

b) C'è poi un'altrettanto interessante proposta che vorrei girare al Comune di Portici a nome dell'ARI e degli esperti scientifici. Proponiamo di acquisire una raccolta degli Atti prodotti dai lavori di questo Convegno Nazionale sui Precursori che punta a coagulare le diverse risorse disponibili, oggi, sul piano degli studi e delle ricerche sui precursori sismici ed elettromagnetici. Rivolgo questa proposta all'Avvocato Maurizio Capozzo, Assessore alla Sicurezza del Comune di Portici che ha aperto questi lavori. Per questo, ho assunto l'impegno di curare la raccolta di questi documenti.

Mi rivolgo quindi agli studenti del Liceo Scientifico "Silvestri" e del Liceo Classico "O. Flacco" di Portici, intervenuti al Convegno, per proporre in questa sede, l'attivazione del Progetto ARI "La Radio nelle Scuole" nella modalità "ASL" cioè Alternanza Scuola Lavoro.

Lo spirito dell'Alternanza Scuola Lavoro è quello di raccordare gli obiettivi raggiunti sul piano didattico, ovvero nella sfera dell'azione



Ing. Adriano Nardi IZ0RII - INGV - 8a destra)

didattica cioè quella tipica della lezione, con il mondo del "lavoro" e della sperimentazione e con la realtà esterna all'ambito didattico. Credo quindi sia da prendere al volo la nostra proposta di sperimentare l'esistenza, la ricerca e lo studio dei <precursori sismici> proprio nell'ambito esterno a quello didattico. A tal fine, consegno alle colleghe Docenti Fisichella, Sannino e Pascucci, un documento che spiega le modalità di azione per chi vuole sperimentare, nell'ambito che ci interessa, e gli obiettivi dell'Alternanza Scuola Lavoro.

Sollecito quindi studenti, Docenti e Dirigenti Scolastici a raccordarsi alla Sezione ARI Portici per individuare e concordare un piano di collaborazione che possa dare anche un contributo alla ricerca ed allo studio sui precursori sismici.

Nello studio, nelle osservazioni, nelle formulazioni di ipotesi, la parola dell'INGV rappresenta il mondo scientifico che, in questo Convegno, ci ha onorato non solo della sua autorevole presenza, ma ha anche espresso il suo **aggiornato punto di vista sullo stato dell'arte degli studi scientifici dei Precursori sismici ed elettromagnetici**. Ad aprire la serie di interventi dei rappresentanti di INGV, è il **Dottor Adriano Nardi IZORII** (Roma). Il suo intervento è partito dall'analisi del problema della previsione del terremoto. Quella che riportiamo è una parte.

Nel mondo, ogni giorno si manifesta in media un terremoto ogni 30 secondi. Una cifra impressionante ma per fortuna la stragrande maggioranza degli eventi è di lievissima intensità, al di sotto della sensibilità umana. In Italia, ogni volta che un grave terremoto si afferma come evento principale dei notiziari, viene mostrata in TV la sala sismica dell'INGV e al termine dell'intervista con un esperto, immancabilmente, il cronista fa la stessa domanda per ricevere la stessa risposta: «Si poteva prevedere questo terremoto? - No, non è possibile prevedere i terremoti». Ma cosa significa "non è possibile"? Sappiamo che non si può fare o non sappiamo come fare? La realtà è che non sappiamo ancora come fare, malgrado dal dopoguerra le ricerche siano divenute molto avanzate e addirittura sono già noti diversi fenomeni così detti "precursori" del terremoto. Il problema della previsione infatti è piuttosto complesso e delicato. Proviamo a schematizzarlo in quattro aspetti fondamentali.

1 - Un problema di definizioni. Spesso non è chiaro al pubblico (e a volte nemmeno nell'ambiente scientifico) il significato di "precursore sismico". Da qui nascono fraintendimenti, polemiche, pregiudizi e perfino persecuzioni che esistono soltanto in sismologia. Un "precursore", in una reazione chimica, è una molecola necessaria alla formazione di un'altra molecola. Quando si tratta di chimica, nessuno penserebbe che la semplice presenza del precursore implichi necessariamente la reazione e quindi la comparsa del prodotto della reazione, anche se la molecola precursore è necessaria affinché ciò accada. In sismologia un precursore non è nemmeno necessario al fenomeno sismico. "Precursore" è semplice gergo tecnico che non implica nessuna presunzione di saper già fare una previsione. Ma spesso il significato di precursore sismico non viene compreso (o non si vuole farlo) e a volte si ha addirittura la necessità di sostituire l'espressione "fenomeni precursori" con qualcosa di analogo, come "fenomeni transienti" o "fenomeni associati" al sisma, altrimenti diventa impossibile studiare qualcosa che non si può nominare pubblicamente. Ma "precursore" è l'espressione classica e ritengo giusto che la si usi, con consapevolezza e spiegando sempre cosa significa.

Si fa poi confusione (tra i non addetti ai lavori) con i termini previsione e prevenzione. Nel caso del terremoto la previsione è il tentativo di capire almeno il fatto che sta per accadere da qualche parte, mentre la prevenzione è il predisporre oggi affinché ciò che potrebbe accadere un domani rechi il minor danno possibile. Essendo certamente noto dove i terremoti si sono già manifestati con maggiore frequenza e violenza, la prevenzione è certamente possibile mentre la previsione, ad oggi, non lo è ancora. Prevenzione significa ad esempio costruire in modo corretto (o non costruire specifiche opere) nei luoghi a rischio sismico.

La definizione di rischio è la stessa usata per altre calamità naturali: $R = P \cdot V \cdot E$, dove P = pericolosità (frequenza e violenza della calamità); V = vulnerabilità (propensione al danneggiamento del bene esposto); E = esposizione (quantità e valore del bene esposto). Dietro a questa definizione, di per sé esplicativa del problema, ci sono naturalmente fattori di valutazione tecnici come la sismologia storica e la microzonazione sismica.

Infine c'è stata spesso confusione anche in ambiente scientifico sulla definizione di previsione sismica. Di recente si tende a dividere il problema in tre categorie: Allerta precoce (soluzione tecnica); Previsione (soluzione statistica); Predizione (soluzione deterministica). La prima è già possibile ma l'anticipazione può variare da alcuni secondi a 1.5 minuti perché sfrutta semplicemente il ritardo delle onde S (le più distruttive) sulle onde P. Per questo motivo sono avvantaggiati i luoghi più lontani dall'epicentro e, in definitiva, l'allerta si presta meglio a preservare beni mobili (disattivare impianti di produzione) che non persone e immobili. La Previsione statistica è già possibile ma non è ancora adatta all'intervento di soccorso preventivo per la sua scarsa risoluzione spaziale e temporale, es.: "Fenomeno distruttivo in centro Italia entro 10 anni" (anche se oggi l'INGV è in grado di elaborare anche previsioni statistiche molto raffinate e puntuali che già hanno dato supporto alla Protezione Civile riguardo la stima dell'attività sismica successiva alla scossa principale). La Predizione infine, definendo almeno un elemento della terna "quando-dove-come", prospetterebbe la possibilità di salvezza della vita umana ma non è al momento attuabile a causa della insufficiente affidabilità dei fenomeni "precursori" su cui si basa.

2 - Un problema filosofico (affidabilità di un precursore). In realtà una previsione deterministica non avrebbe nemmeno bisogno di precursori perché solitamente si attua grazie alla conoscenza di una legge (una formula matematica) che, a partire dalla conoscenza delle condizioni iniziali, ci consente di calcolare le condizioni finali di un processo in atto. Facciamo l'esempio pratico di un asteroide che potrebbe colpire la Terra. Le osservazioni astronomiche ci forniscono informazioni sulla sua posizione che cambia nel tempo, la distanza, la velocità, la massa. Grazie alla legge di Newton e alle leggi di Keplero si può calcolare la sua traiettoria lungo un'orbita ellittica, valutare se interseca quella terrestre ed eventualmente prevedere quando entrambi i corpi potrebbero incontrarsi in prossimità del punto di intersezione. Purtroppo nel caso del terremoto, il processo in atto non è così semplice e non abbiamo una formula per descriverlo, né possiamo osservare tutte le condizioni iniziali di cui si avrebbe bisogno. Il problema è più simile a quello della previsioni del tempo, in cui le variabili in gioco sono talmente tante che perfino con i dati forniti dai satelliti e la potenza di calcolo disponibile oggi, non è ancora possibile prevedere con assoluta certezza se tra quattro giorni piovierà. Per questo motivo la sismologia ha bisogno di ricorrere allo studio di fenomeni precursori. Proseguendo con gli stessi esempi, nel caso dell'asteroide un precursore è la scia luminosa che si vedrà in cielo solo pochi istanti prima dell'impatto mentre nel caso della pioggia il precursore potrebbe essere... "Cielo a pecorelle acqua a catinelle" oppure "Rosso di sera: bel tempo si spera". Questa è la triste realtà.

Una previsione deterministica, o Predizione, nel caso del terremoto, ha bisogno dunque di basarsi sul monitoraggio e l'interpretazione di fenomeni precursori. Per precursori si intendono tutti quei fenomeni di varia natura che statisticamente possono manifestarsi con significativa intensità (anche negativa) poco tempo prima di un terremoto a breve distanza dall'epicentro, tale da poter indicare, in teoria, che in quel luogo a breve potrebbe verificarsi un sisma. Questo purtroppo non implica che i precursori siano atti a prevedere un terremoto. Lo sono potenzialmente. La prima distinzione che bisogna fare è tra fenomeni qualitativi e quantitativi. Che gli animali siano in qualche modo sensibili a condizioni preparatorie del sisma è probabilmente vero ma non è un fenomeno quantificabile. Così pure le occasionali testimonianze umane di luci, suoni o sensazioni premonitrici restano fenomeni soggettivi. Anche qualora il fenomeno esista in sé deve essere numericamente quantificabile e quindi monitorabile. L'oggetti-

vità è garantita dalla misurabilità strumentale. Un "precursore ideale" dovrebbe avere almeno tre caratteristiche: oggettività, sistematicità e necessità. Deve cioè essere un fenomeno reale, misurabile e confrontabile (oggettività) che garantisca la successiva occorrenza del terremoto (sistematicità) e che si manifesti sicuramente prima di ogni terremoto (necessità). Da queste caratteristiche dipende l'affidabilità di un precursore.

Precursori elettromagnetici

Tra i diversi tipi di precursori noti in letteratura i fenomeni elettromagnetici sono forse i più antichi perché le "luci sismiche" sono fra le manifestazioni più direttamente percepibili. Sono al contempo tra i più recenti perché soltanto da pochi anni la soggettività dei fenomeni luminosi è stata superata da osservazioni in laboratorio di emissioni EM dalla fratturazione delle rocce ed osservazioni satellitari di fenomeni luminosi in superficie. L'esistenza di segnali radio associati al terremoto è ancora da dimostrare in modo definitivo ma, in base ad esperimenti eseguiti sulle rocce, questo ipotetico precursore promette di avere quelle caratteristiche di sistematicità e necessità che mancavano ai precursori tradizionali. Si tratta naturalmente del fenomeno più interessante dal punto di vista dei radioamatori, che sempre più spesso si dedicano alla sua ricerca "on air". In realtà la storia di questo precursore sembra fin ora legata proprio al radioascolto e ai radioamatori, non a caso i più assidui "osservatori" dello spettro radio.

- **La storia** (almeno in Italia, per quanto ho potuto ricostruire).

Nel 89 a.C. Plinio il Vecchio descrive nella "Historia Naturalis" un evento luminoso avvenuto durante un terremoto nei pressi di Modena. Non mi risulta alcuna testimonianza in epoca medioevale finché un autore ignoto descrive su carta alcuni fenomeni luminosi accaduti durante e dopo alcuni terremoti emiliani avvenuti nel 1570 e 1571. Nel 1889 questo manoscritto viene citato da Antonio Solerti nelle sua cronaca "I terremoti di Ferrara". Nel 1910 Ignazio Galli redige il primo elenco sistematico di fenomeni EM associati al terremoto con 148 fenomeni luminosi accaduti in Italia. Tra i più frequenti: bagliori apparsi durante il terremoto, nubi luminescenti e luci diffuse prima durante e dopo il terremoto. Nel 1993, un gruppo di ricercatori della Sapienza pubblica un lavoro su sei anni di misure condotte in una grotta dell'Appennino centrale evidenziando anomalie presismiche nei segnali elettrici, magnetici e sismoacustici. Però in quella stessa grotta, per quanto strano possa sembrare, c'era anche un comune radio ricevitore, appositamente modificato per registrare l'intensità del segnale di una stazione sintonizzata sulle Onde Lunghe. Alcuni giorni prima del terremoto del 4/6/93 è stata misurata un'attenuazione di 20 dB nella trasmissione di R. Montecarlo sui 216 kHz (Bella, Biagi et al., 1993 e 1998). Seguirono quindi studi più approfonditi sulle variazioni di intensità dei segnali radio delle stazioni in onde lunghe di R. Montecarlo, Rai 2 (Caltanissetta) e Repubblica Ceca (Biagi, 2001). In Umbria, qualche giorno prima del terremoto del 12.05.97, un radioamatore di Foligno (IK0VSV) osserva un disturbo anomalo "simile al rumore che si fa accartocciando la carta dell'uovo di Pasqua" che sembra spostarsi col tempo su frequenze sempre più alte per scomparire poi col terremoto. Il professor Mognaschi dell'università di Pavia

(IW2GOO) esamina questi dati evidenziandone con un diagramma semilogaritmico la deriva ascendente sull'ampia gamma di frequenze, cosa di cui dà subito ampia divulgazione pubblicandola per la prima volta già nel '97 sulla rivista "Radioonde" da lui curata (Mognaschi, 1997; 1998). Nel 2000 sempre IW2GOO, prof. Mognaschi, insieme al prof. Zezza (sempre Università di Pavia) pubblicano il risultato di una serie di esperimenti di verifica su questo mistero. Rompono per compressione uniassiale campioni di gneiss (una roccia metamorfica diffusa nelle Alpi) osservando la banda delle onde medie. Registrano effettivamente impulsi elettromagnetici in corrispondenza e talvolta in anticipo rispetto alla rottura della roccia (Mognaschi et Zezza, 2000). Da queste esperienze derivano ipotesi sull'origine e la propagazione della radiazione elettromagnetica presismica (Mognaschi, 2002).

Intanto nel 2000 la mia tesi di laurea, ricalca in parte gli esperimenti di Mognaschi confermando la presenza saltuaria emissione in MF, HF e VLF in corrispondenza e talvolta anche in anticipo sulla rottura della roccia. Si osserva però anche la presenza sistematica

di segnali in banda VLF per tutto il processo di compressione uniassiale fino alla rottura della roccia. Gli stessi segnali si osservano anche nella fratturazione dovuta all'assestamento di versanti di roccia dopo l'abbattimento di fronti di cava. Con la tesi di dottorato del 2005 verranno caratterizzati due tipi di segnale VLF, entrambi di tipo impulsivo, e vengono infine individuati alcuni segnali compatibili osservati in natura e seguiti a distanza di 3-4 giorni da terremoti di magnitudo uguale o maggiore di 4.5.

- Osservazioni sperimentali

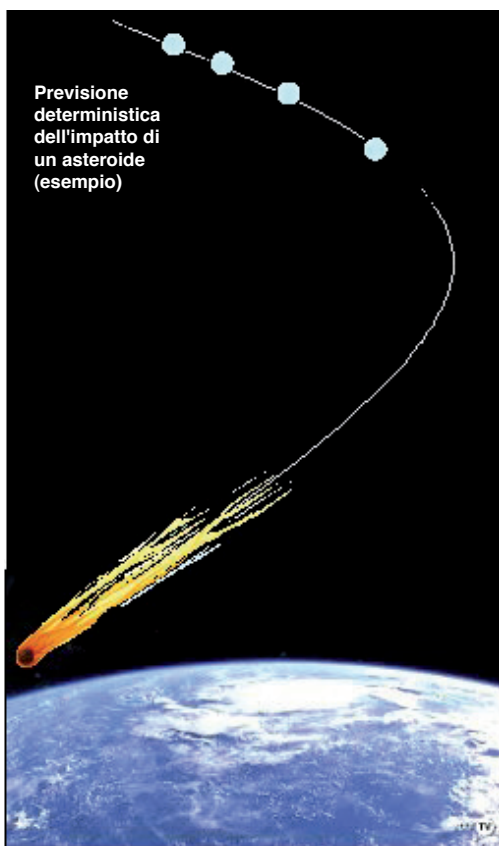
L'emissione elettromagnetica da rocce sottoposte a stress meccanico è riproducibile in laboratorio e, nella banda VLF in particolare, in base alla mia esperienza diretta, mostra sequenze impulsive che si manifestano con un particolare evoluzione descrivendo di fatto l'evoluzione della micro fratturazione che porta il campione alla rottura. L'occorrenza di questi segnali - sempre in laboratorio - si è rivelata sistematica e necessaria rispetto alla rottura, indipendentemente dalla litologia del campione. Misure fatte su grande massa lapidea in posto (abbattimento di fronti di cava su calcare massiccio) evidenziano anche che il fenomeno sembra non avere variazione di scala in frequenza o nel tempo. In estrema sintesi l'emissione

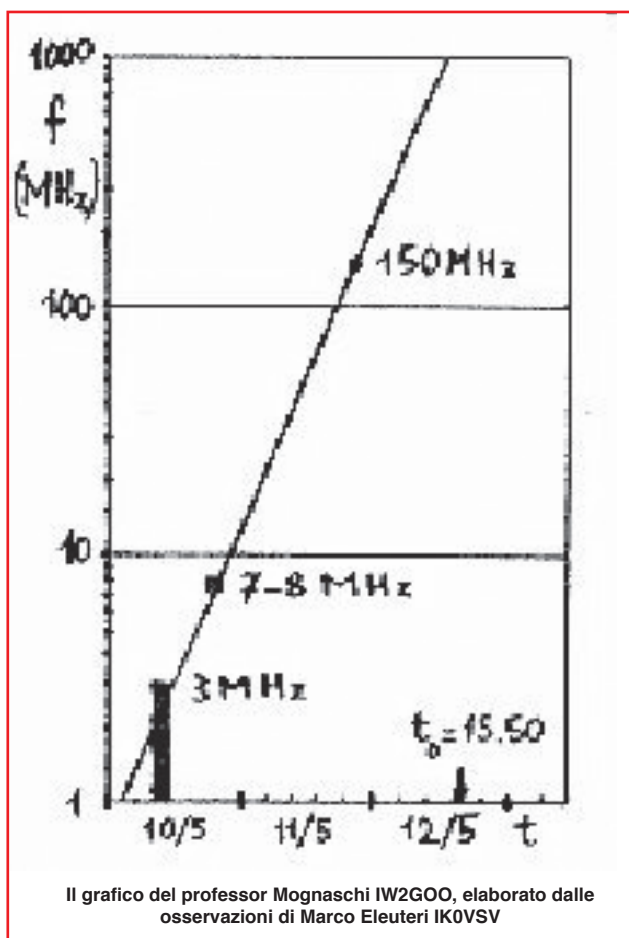
elettromagnetica VLF sembra presentare le seguenti caratteristiche:

- Si manifesta sempre sotto forma di sequenze di impulsi;
- In condizioni di compressione uniassiale si osservano due tipologie di impulsi: una sequenza "ordinata", caratterizzata da treni di impulsi simili tra loro e una sequenza "disordinata", caratterizzata da impulsi diversi in distribuzioni clusterizzate;
- E' direttamente correlabile alla fratturazione;
- Si osserva sistematicamente al momento della rottura;
- Si osserva sistematicamente prima della rottura;
- Sembra indipendente dalla composizione mineralogica della roccia ma varia con la litologia in funzione dello stile di deformazione della roccia;
- E' influenzabile dalla saturazione di acqua dolce o salata;

- Conclusioni

La microfratturazione della roccia produce un'emissione elettromagnetica impulsiva che, in teoria, potrebbe anche raggiungere

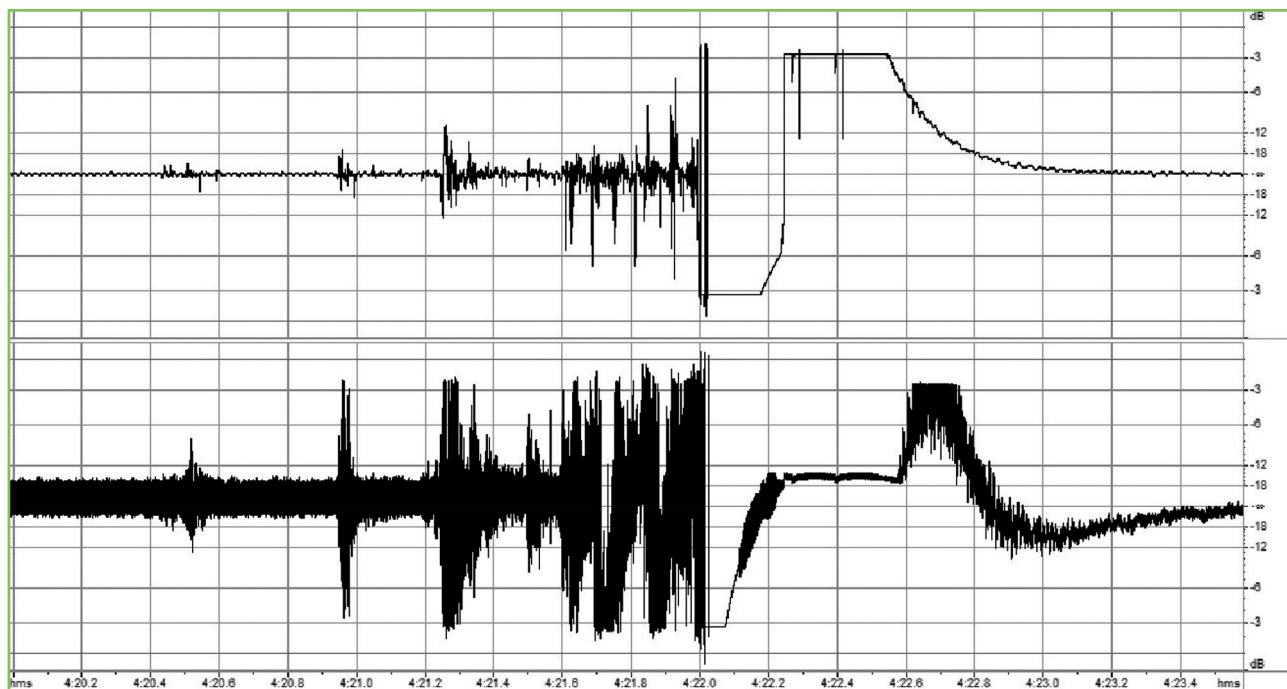




la superficie, soprattutto sulle bande di frequenza molto basse. L'emissione EM delle rocce rappresenterebbe un precursore molto promettente qualora si potesse osservare in natura, dalla microfratturazione crostale, durante la fase preparatoria del terremoto. La sua effettiva esistenza e utilità, in relazione al terremoto, è ancora da dimostrare con un monitoraggio continuo, diffuso sul territorio ed esteso nel tempo.

Ciò che ho inteso illustrare ai radioamatori è che quello che si può osservare in laboratorio, che non posso assicurare sia quello che si può ascoltare "in aria", ma è basato sulla simulazione; ed è che il <segnale elettromagnetico> sembra manifestarsi, in caso di compressione uniassiale della roccia, prima di tutto sotto forma di impulsi di due tipi :ordinati e disordinati.

Ogni impulso elettromagnetico corrisponde ad un crack meccanico (frattura) ed è direttamente correlabile alla fratturazione e si osserva sistematicamente durante e addirittura prima della rottura. Questo ci porta, un po' più avanti, rispetto allo standard dei precursori elettromagnetici. Inoltre, il fenomeno sembra indipendente dal tipo di roccia ed è influenzabile dall'acqua e perciò ci garantisce che sia correlabile alla fratturazione. Rappresenterebbe quindi un precursore molto promettente, qualora si manifestasse anche in aria, come precursore di un terremoto. Cosa significa? Questo <segnale> non è ancora considerato ufficialmente, in realtà, un precursore elettromagnetico anche se è già stato osservato in natura. Io stesso credo di essermi imbattuto in questo fenomeno, anche in natura. Ma è un fenomeno da dimostrare attraverso una casistica che va raccolta. Per questo è importante la partecipazione dei radioamatori che sono, di fatto, gli artefici della scoperta di questo fenomeno. Studiare questo fenomeno significa che, prima di tutto, occorre osservare. In qualsiasi modo ma bisogna osservare... Bisogna riuscire a "catturare" questo segnale elettromagnetico e caratterizzarlo. Una volta caratterizzato va studiato, ai fini di una previsione e solo quando avremo la conoscenza totale di questo fenomeno si potrà utilizzarlo come <precursore>. Quindi, per quanto ho detto e per le difficoltà che vi sono ad usare la parola <precursore> nell'ambito della comunità scientifica, vi raccomando di avere l'antenna <in aria> ma i piedi...per terra! Sono sicuro che anche con l'aiuto dei radioamatori sarà possibile



Sopra oscillogramma del segnale ricevuto in VLF da Adriano Nardi IZ0RII. Sotto segnale acustico in prossimità della rottura del campione di roccia

catturare questo segnale.

Fin qui, una sintesi dell'intervento di IZORII, il Dott. Adriano Nardi. Passiamo quindi al Dott. Antonio Piersanti che, da anni, si occupa di studi e ricerche sul <radon>, tra i precursori di terremoti.

Dott. Antonio Piersanti (INGV- Direttore Sismologia) -

<... Mi fa piacere osservare la partecipazione di tanti giovani, perché ci tengo a dare un'idea di quanto l'INGV dia importanza a questo Convegno ed a questo tipo di manifestazioni. Sono Dirigente dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ho diretto la Sezione di Sismologia e Tettonofisica, l'equivalente del nostro Osservatorio Vesuviano, dal 2007 al 2013. Fin dai primi Anni '2000 mi occupo anche di questioni molto delicate che riguardano i <precursori> e la previsione dei terremoti. Volevo anzitutto ad una domanda che è stata posta prima, da uno di partecipanti, sulla tempistica di calcolo dei segnali elettromagnetici rispetto all'evento sismico. Beh, abbiamo una serie di problemi notevoli, perché comunque il segnale - pur essendo a bassissime frequenze - si propaga a velocità dell'ordine di grandezza della velocità della luce. Siamo in atmosfera (10 alla 5 km./sec.), facendo triangolazioni che hanno come range i chilometri, dovremmo verificare differenze di arrivo dell'evento di valore almeno di 10 alla meno 4" secondi.

Questo non è del tutto banale, per il tipo di attrezzatura che abbiamo adesso. Quindi significa che, oggi è abbastanza impossibile. Vi traccio un breve excursus storico della sismologia che è una scienza relativamente giovane, degli ultimi cinquant'anni. Anche per inquadrare qual è il clima che circonda e le difficoltà che circondano il problema della previsione dei terremoti. Cercherò anche di dare un'idea di ciò che, in tal senso, si fa all'INGV. Riguardo la questione della previsione dei terremoti, il clima era molto diverso nella fase "giovane" della sismologia che nasce come scienza dopo la seconda guerra mondiale.

Noi abbiamo infatti cominciato a capire le onde sismiche, solo dopo che abbiamo iniziato a capire le onde d'urto che si propagavano dalle esplosioni di ordigni nucleari. Come scienza quantitativa, la sismologia sembrerebbe vecchia, ma è abbastanza giovane. Allora, negli Anni '50 e '60 c'era un grandissimo ottimismo riguardo il problema della previsione dei terremoti. Questo sostenevano scienziati e ricercatori dell'epoca. Si pensava, addirittura, che l'evento potesse essere prevedibile anche nel decennio successivo. Queste ricerche sono andate avanti e, purtroppo, non è questo che è avvenuto nei decenni '60 e '70 perché sostanzialmente le ricerche non hanno fatto progressi, neppure parziali. E' invece successo che nel 1997 è stato pubblicato, sul "Journal International", una delle principali riviste del settore, in cui Gheller sosteneva che <...la previsione dei terremoti è stata portata avanti negli ultimi 100 anni senza alcun successo e nessun progresso. Il lavoro teorico suggerisce che il processo di frattura è un processo non lineare che è molto sensibile ad una serie molto grande di piccoli dettagli che riguardano le condizioni iniziali, lo stato del volume che circonda la frattura etc... Sostanzialmente questo articolo ha "ammazzato", nella comunità scientifica di allora, la fiducia nel prevedere terremoti. Questo articolo si concludeva sostenendo che l'idea di poter dare degli allarmi affidabili nell'imminenza di un grande terremoto, sembrava impossibile! Ecco perché la comunità scientifica, sulla scia di questo e di altri lavori pubblicati, dalla metà degli Anni '90 ha quasi completamente abbandonato l'idea di poter prevedere i terremoti, passando da un grande ottimismo iniziale ad un grande pessimismo. E quello che poi è rimasto, è stata la trattazione statistica dei terremoti in termini di sequenze sismiche. Questo tipo di studi si è sviluppato e, da questo punto di vista, sono stati fatti grandi progressi e si è pervenuti a delle applicazioni <operative> sui precursori. Le ricerche che oggi operiamo sono utili per dire come evolverà una sequenza sismica, dopo che è iniziata. La scienza fa sempre il massimo che si può fare e, a volte, questo <massimo>



è di grandissima utilità pubblica (pensiamo ai vaccini) ed a volte il <massimo>, dal punto di vista della sismologia non è il <massimo> per l'utilità pubblica ma è questa la frontiera degli studi mondiali. Quando c'è una sequenza sismica, il grande terremoto c'è già stato ma ve ne possono essere altre... Ricordiamo la recente grande sequenza sismica, quella di Amatrice, iniziata il 24 Agosto 2016 con un forte terremoto, ma il 30 Ottobre 2016 ce n'è stato uno ancor più forte. Questo tipo di studi possono dire dove, in una sequenza sismica, sarà più probabile che avvengano forti scosse. E torniamo al problema della <previsione> come la intendiamo noi, o come la vorremmo intendere, per cercare di aver notizie utili su quando e dove sarà il prossimo forte terremoto. In realtà, a studiare bene la teoria di Gheller, quello cioè che affermano gli scettici della previsione dei terremoti, si rileva che dicono qualcosa di abbastanza ovvio: cioè che il processo di frattura è un processo complesso che riguarda la fisica dei sistemi complessi. Noi sappiamo che, mentre esistono dei sistemi su cui noi riusciamo a stabilire le leggi complete (evoluzione dinamica di un fenomeno). Quindi riusciamo a prevedere, istante per istante, esattamente come si evolve il fenomeno. Nella fisica dei sistemi complessi, questo non è possibile. Così dimostrano alcuni teoremi matematici. Forse non arriveremo mai a scrivere l'equazione di un terremoto, cioè quella formula risolvendo la quale si possa sapere dove, come, quando l'evento ci sarà.... Ed è questo che sosteneva Gheller nel 1997. Ma questo non significa che, in assoluto, da punto di vista pratico la previsione non sarebbe possibile. Significa anzi che dobbiamo affidarci a <fenomeni precursori>. Cioè fenomeni che, in qualche modo, ti permettono di semplificare il problema! Infatti, questi sono fenomeni che lo semplificano e forniscono anche risposte parziali, non totali; ma possono fornire risposte pratiche molto utili.

Un altro elemento molto importante che volevo comunicarvi è questo: quando c'era l'entusiasmo sulla previsione dei terremoti e quando... poi si è arrivati a sostenere che...non si riesce a fare nessun passo in avanti! E mi riferisco alle reti sismometriche. Un tempo esisteva una rete mondiale di stazioni sismiche, circa un centinaio nel mondo. Oggi il progresso tecnologico, ha portato un grande sviluppo di queste stazioni sismiche. Infatti oggi abbiamo delle reti di monitoraggio che sono molto più sofisticate, più complesse e più capillari di reti che c'erano cinquant'anni fa. Disponiamo quindi anche di una potenza di calcolo che è proporzionalmente maggiore di quella di una volta. Significa che oggi abbiamo nuove "armi" per affrontare questa sfida. Nella comunità scientifica questa consapevolezza non c'è ancora del tutto: invece è il momento di riprendere fortemente in mano questa sfida.

Propongo un veloce excursus su ciò che si sta cominciando a fare all'INGV e nel mondo, oltre le... questioni elettromagnetiche di cui ha già trattato il Dottor Adriano Nardi che, ne sono convinto, sono i possibili precursori più promettenti. Stiamo cercando di indagare tanti di questi fenomeni e devo dire che una infrastruttura di ricerca ideale e fondamentale per questo tipo di studi sono i <laboratori naturali>; in Italia ce n'è uno in Val Tiberina (Umbria). Sono luoghi dove l'INGV concentra tanti tipi di attrezzature di indagini diverse, soprattutto nell'area intorno a Città di Castello. Gestiamo stazioni sismiche, stazioni GPS, stazioni radon, stazioni geochimiche generali, stazioni di telerilevamento satellitare e cerchiamo di osservare, studiando questi fenomeni intercorrelati tra loro, se vi è possibilità di capire qualcosa in più. Tra i possibili precursori che si sta iniziando a studiare all'INGV abbiamo le misure di GPS, usato ad alta frequenza quasi come un sismometro. Tra i fenomeni che si stanno studiando da vari decenni c'è quello della <variazione di temperatura e di velocità delle onde sismiche>. All'INGV sono stati conseguiti risultati importanti per ciò che riguarda il terremoto de l'Aquila (2009). Molto interessante è lo studio degli acquiferi che sono sorgenti e pozzi che fanno parte del ciclo naturale della precipitazione e dell'acqua che si muove nel sottosuolo. Per questo, sono stati ottenuti risultati molto importanti per il terremoto di Amatrice (2016) abbastanza vicino all'acquifero del Gran Sasso. E proprio al Gran Sasso c'è il "Laboratorio Nazionale

del Gran Sasso" dove si studiano anche i terremoti. Lì ci sono dei sensori ad alta frequenza che servono a monitorare sorgenti ad alta pressione.

Infine, secondo il Gruppo di Ricerca INGV sui più importanti fenomeni, c'è quello di cui io sono fondatore: è quello del GAS RADON.

Il radon è un gas radioattivo, inodore e incolore. Si trova in due principali isotopi. In natura vi sono due principali catene di decadimento: quella dell'uranio e del torio. Infatti tutti gli elementi radioattivi che si conoscono, provengono da una delle due catene di decadimento. Il radon è un potente cancerogeno. L'OMS stima che il radon sia la seconda causa di morte, al mondo, dopo il fumo di sigaretta. Abbiamo iniziato a studiare il radon per questioni legate alla protezione ambientale. Io stesso abitavo una casa dotata di una gran quantità di radon ed avevo così cominciato a sviluppare questi strumenti per fare questo tipo di misure. Quello che abbiamo capito è che, nel corso dei decenni, c'è stato un approccio "Lagrangiano" (cioè come correre dietro le particelle....) allo studio dei precursori. Allo stesso modo, nelle anomalie dei precursori, gli scienziati correvano dietro le diverse anomalie. Questo approccio ha sviluppato una gran quantità di studi sui precursori, tanti documenti, tantissimi articoli ma non c'è una sistematicità di fondo. Ognuno correva dietro la propria anomalia da studiare... Una volta la vedeva qui, una volta la vedeva di là, etc.. ma sostanzialmente questo non ha portato nessun vero progresso. Noi invece pensiamo ci voglia un approccio euleriano. Perciò dobbiamo creare delle RETI DI OSSERVAZIONE, fitte e permanenti. Dove <permanenti> è una parola chiave che non piace molto a chi ha già studiato i precursori perché bisognava fare un campionamento da una parte, un campionamento da un'altra parte. Invece bisogna misurare le cose e avere delle serie temporali lunghe. E' stato questo il nostro approccio. E con questo approccio abbiamo fondato l'Italian Radon Monitoring Network cioè una rete permanente di misurazione del radon in Italia che consente di studiare "in continuo" il radon. Infatti solo studiando statisticamente serie temporali lunghe (una per una), potremmo trovare delle regolarità di fondo. Abbiamo installato le prime stazioni nel 2009, abbiamo progredito negli anni ed oggi abbiamo 35 stazioni installate in Italia, più concentrate nel Centro e nel Centro-Sud e tutte sono basate su questo tipo di approccio per studiare permanentemente fenomeni e serie temporali. Noi stessi, con l'INGV progettiamo i nostri apparecchi di misura. Di recente abbiamo cominciato anche ad utilizzare apparecchi di misura, commerciali, a basso costo, che ci stanno dando prestazioni molto interessanti. Attualmente il nostro programma è la trasmissione remota del segnale. La maggior parte delle nostre stazioni acquisiscono in "locale" ma stiamo effettuando implementazioni per realizzare la trasmissione remota del segnale. In questi anni abbiamo anche capito <come> installare una stazione di rilevazione. Volendo realizzare una rete densa e permanente, l'economicità è fondamentale: occorre perciò fare delle installazioni che siano semplici, veloci e a basso costo! E abbiamo anche capito che misurare nei pozzetti delle stazioni sismiche che già esistono o in luoghi simili, cioè luoghi dove la camera di accumulo per il radon ha un volume piccolo (qualche metro cubo) è un ottimo metodo di misura perché ha tutti i requisiti che vogliamo.

I nostri dati sono tutti in un Database pubblico. Negli ultimi dieci anni abbiamo raccolto dati (centinaia di migliaia) e fatto studi sulle correlazioni che il radon ha con tutti i fattori ambientali che l'influenza tanto. Quindi correlazioni con la temperatura, con la pressione esterna e interna, con le precipitazioni. Tutti calcoli che ci hanno permesso di capire come funzionano le serie temporali del radon e ci hanno

permesso di scrivere un < detection algorithm > che, in qualche modo, riesce a vedere delle anomalie nelle serie temporali che non sono legate ai fenomeni classici (meteorologici etc..) e potrebbero essere legati a fenomeni di fratturazione interna.

Questo software (detection algorithm) applicato alle serie temporali, ci ha permesso di misurare le serie temporali e le anomalie entro un tempo di circa due settimane prima della scossa sismica. Ovviamente questi sono studi scientifici <a posteriori> fatti, però, con la serie temporale e straordinariamente come se fossero <a priori>. Non siamo, al momento, in grado di rendere operativi i risultati di questi studi, però sono studi importanti, interessanti. La mia impressione è che l'attuale situazione in sismologia, per quanto riguarda la previsione dei terremoti, è molto simile alla situazione che c'era negli anni '50 in campo oncologico per la ricerca sul cancro. E come il Professor U. Veronesi, concludo: "Cinquant'anni fa, il cancro era considerato una malattia incurabile e segnava un limite della medicina che la società non voleva né riconoscere né affrontare, di conseguenza la ricerca e l'innovazione languivano dentro un pozzo di abbandono e delusione". Queste parole si potrebbero applicare oggi alla ricerca sui precursori in sismologia. E, per me stesso, è stata una sorpresa leggere quello che scriveva anni fa il Professor Veronesi perché ci sono voluti anni di ribellione e d'impegno di tanti medici per arrivare ai...grandi risultati di oggi!

Un'altra cosa importante che rende parallela la previsione dei terremoti al cancro. Oggi, se io vi chiedo "il cancro è curabile"? Molti risponderebbero no. Non si può curare come un raffreddore perché ancora si muore di cancro. Ma non si muore certo come si moriva cinquant'anni fa.

Noi abbiamo avuto dei successi parziali, piccoli ma continui. Questo è il concetto che dobbiamo metterci bene in mente sulla questione <previsione>. Un aspetto che, spesso, blocca" gli scienziati è la paura perché la gente si aspetta un successo totale. Ma...prima del successo ci saranno "N" fallimenti. Quindi se vogliamo davvero cominciare a parlare di <previsione di terremoti>, la società civile dev'essere pronta a sapere che di "N" previsioni fatte all'inizio, "N meno 1", "N meno 2" saranno sbagliate. Ci saranno tanti insuccessi. E questo bisogna essere capaci di affrontarlo, noi come scienziati ma anche la società civile! Comunque la parola chiave è < ribellione >; bisogna avere dentro un po' di ribellione per iniziare a fare cose su cui forse la società civile sarà scettica. Gli scienziati da soli non bastano perché hanno bisogno dell'aiuto della società civile! Per questo oggi partecipo a questo Convegno sui Precursori. Credo che dalla nostra collaborazione con i radioamatori che sono tecnici di eccellente livello e con l'aiuto dei giovani della società civile che avete mentalità aperta ma anche aperta ai fallimenti ce la faremo... perché l'errore è parte intrinseca della scienza. Prima del successo ci sono mille errori! Oggi anche nella nostra comunità scientifica ci sono persone che stanno fortemente dedicando risorse a questo tipo di argomenti e così andremo avanti!

I contributi autorevoli di tutti i partecipanti al nostro 1° Convegno Nazionale ARI sui Precursori, sono notevoli e di grande spessore. L'appuntamento è quindi rinnovato al prossimo numero per completare la serie di interventi che ogni relatore ci ha dato.

Sul prossimo numero anche un report delle installazioni delle stazioni di rilevazione e monitoraggio a cui stiamo lavorando con il contributo degli stessi partecipanti all'evento!

Auguri per un 2019 prospero di spunti e proposte dalla ricerca.