

Gabriele Paparo

Embajada de Italia-Buenos Aires

CNR-ICES (Roma)

***Metodologias para la prevision de
fenomenos catastróficos***

G. Paparo, G. P. Gregori, J. E. Ruzzante

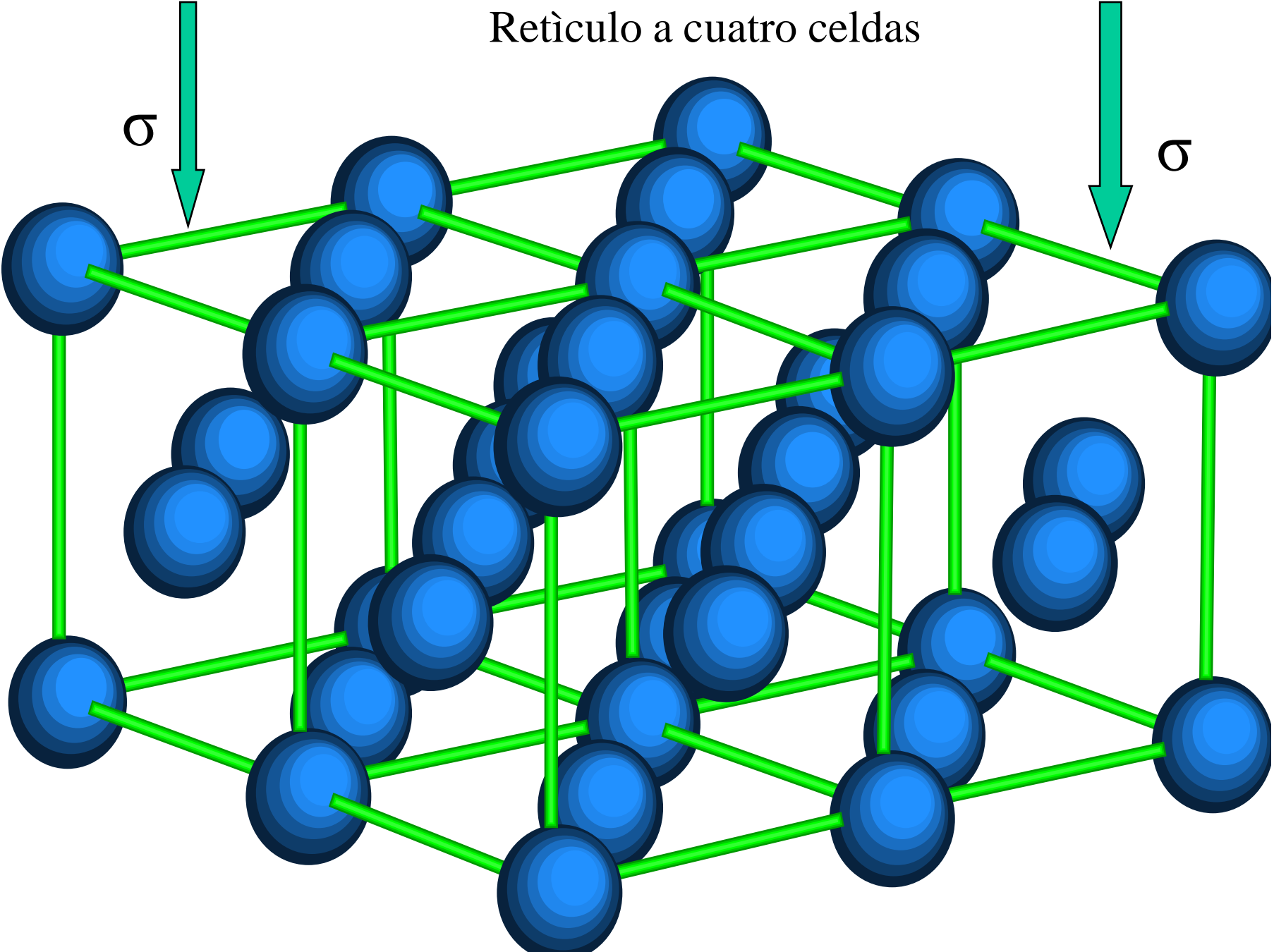
Mendoza 21-22 de Mayo 2009

Los Ultrasonidos

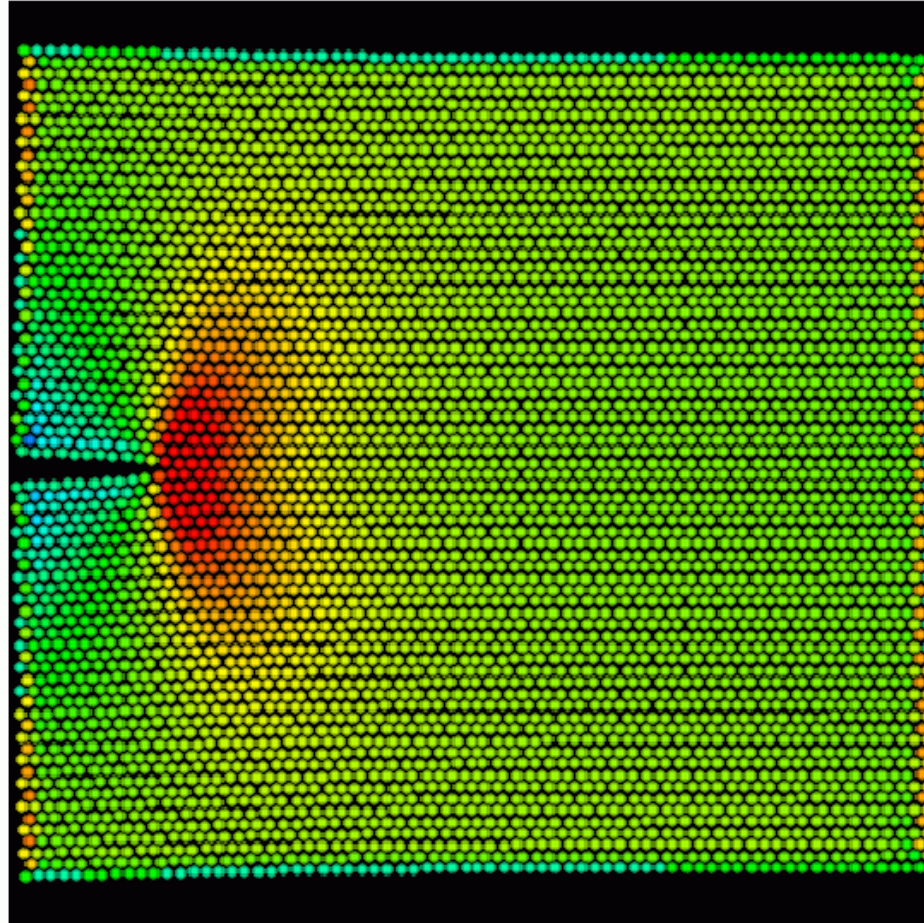
Un cuerpo que vibra, engendra una onda elastica, definida **onda sonora** si su frecuencia es en la banda del oido, entre 20 Hz e 20 kHz,

ondas elasticas debajo de esto range son conocidas como **infrasonidos**, mientras el **ultrasonido** es el nombre dado a estas ondas cuando su frecuencia es **superior a aquel de la banda de oido**.

Retículo a cuatro celdas



Procedimiento de microfracturación en cualquier estructura

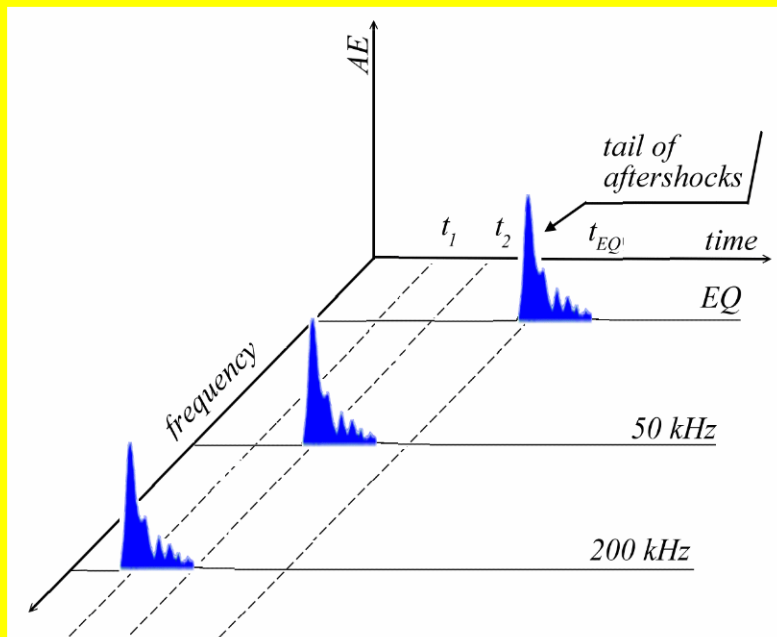
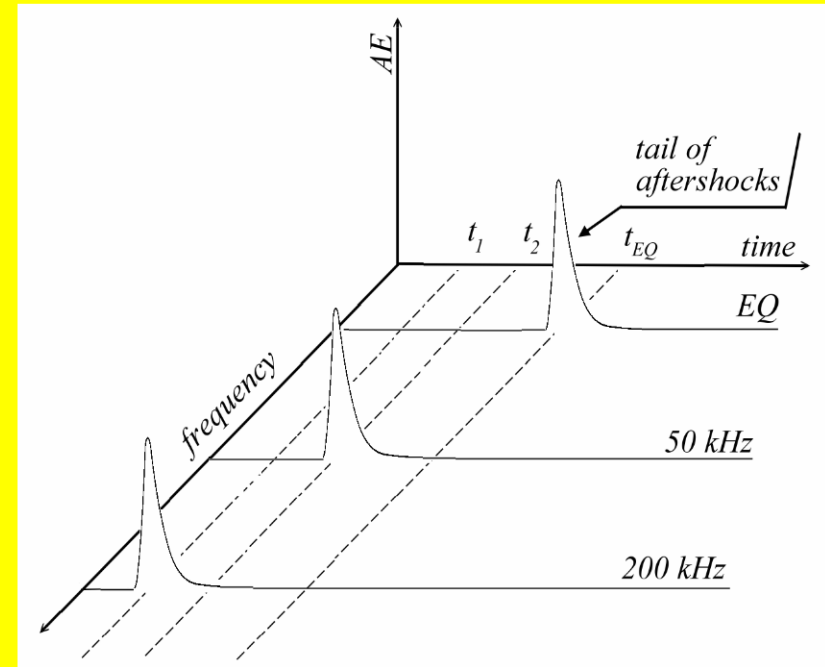
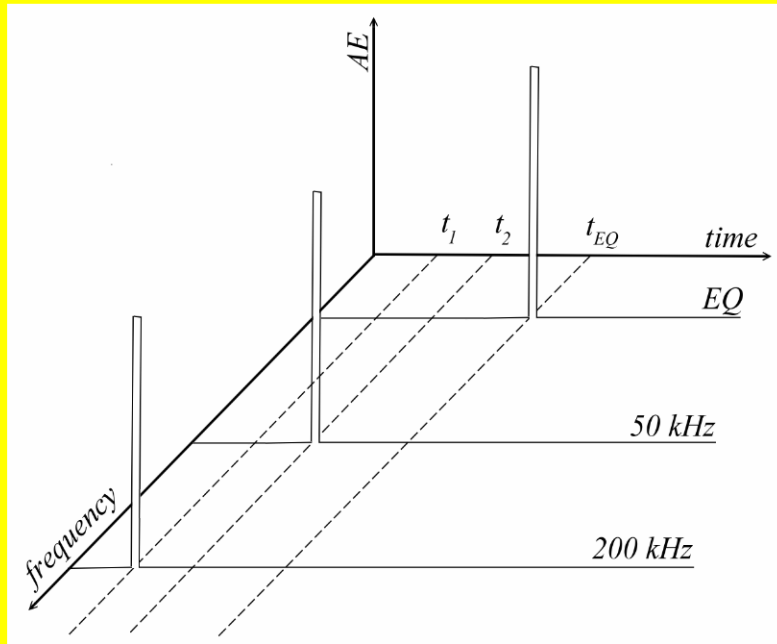


Extremidad de una mini grieta que se propaga en un solido amorfo covalente. (Simulacion dinàmica molecular de una fractura)

<http://www.hghouston.com/>



The succession of the frequency of the observed *AE* decreases vs. time



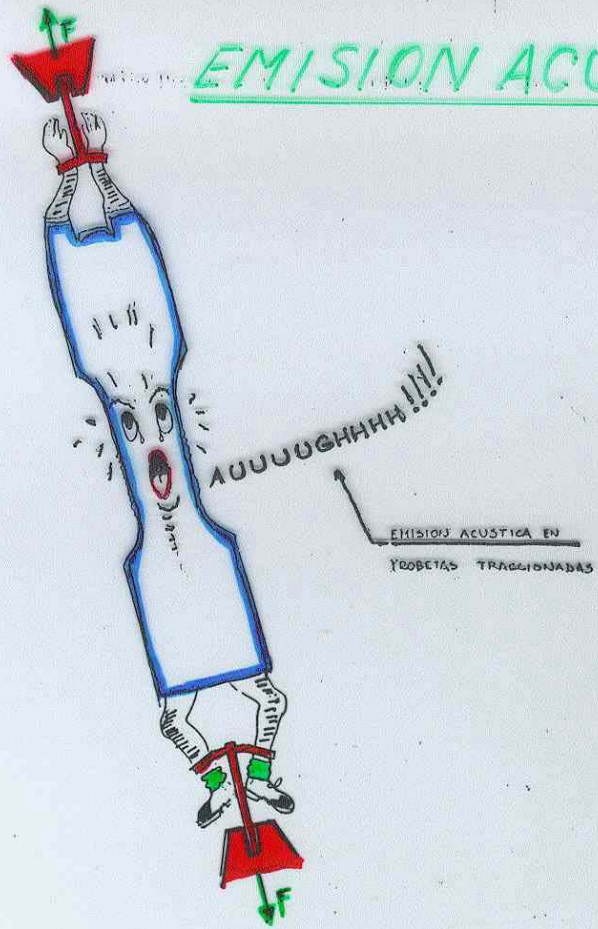
- As a first order approximation, the phenomenon can be depicted in terms of **Dirac δ -functions**.
- Upon closer physical consideration, every δ -function ought to be substituted by a **lognormal distribution**.
- An eventual externally applied additional effect (such as e.g. tidal modulation) sometimes results into an apparent trend looking like a **damped oscillation**.
- After Paparo and Gregori (2003).

La Emision Acustica

es

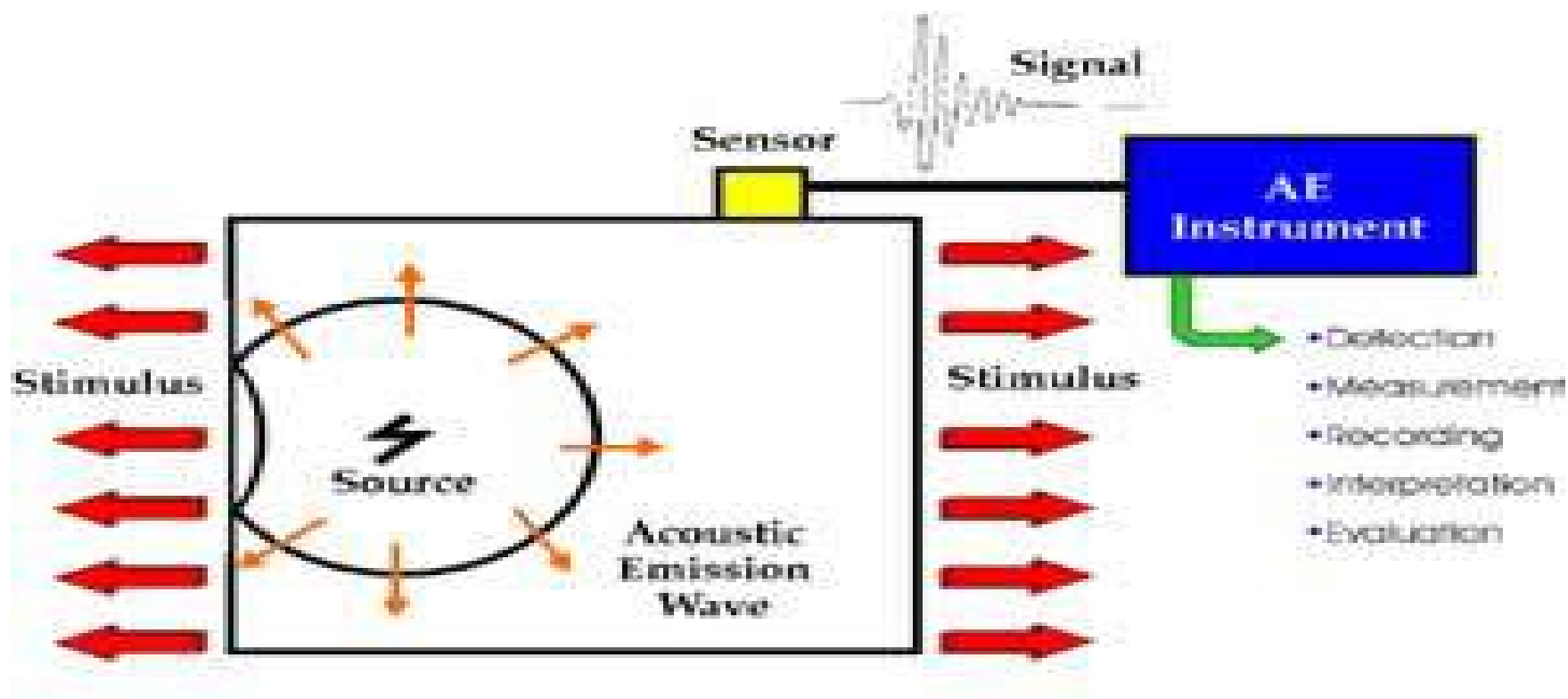
un proceso fisico unido a la generacion de ondas elasticas debido a la rapida liberación de energia almacenada desde una o mas fuentes localizadas dentro de un material o una estructura.

EMISION ACUSTICA



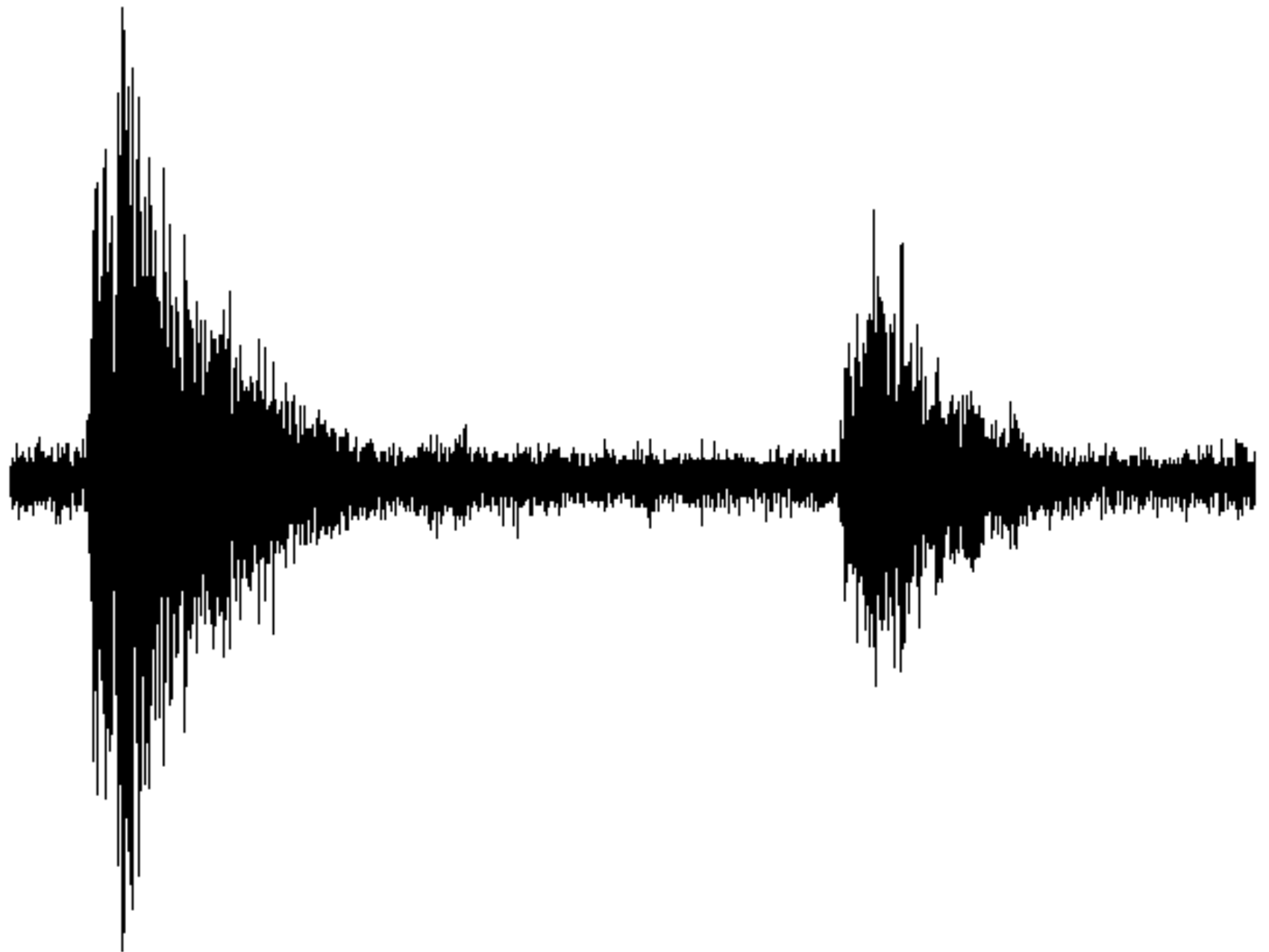
Se entiende por EA la rápida liberación de energía elástica

Acoustic Emission (AE) Process

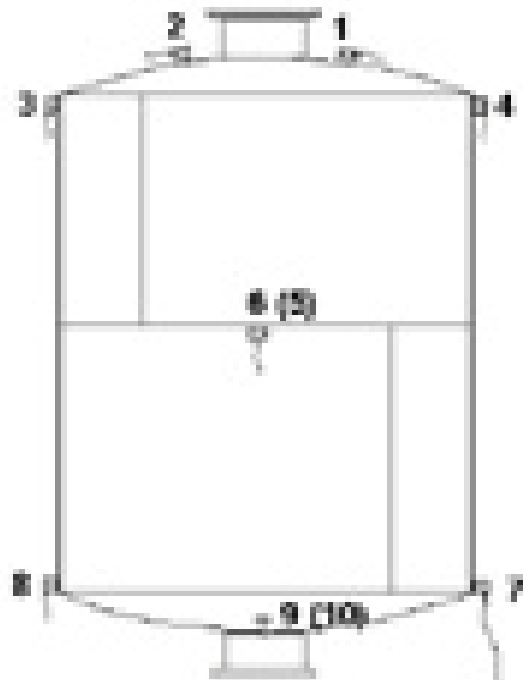


Acoustic Emissions are transient elastic waves generated by the rapid release of energy from localized sources within a material.

(Excerpted from ASTM E610-82)



AE SIGNAL DETECTION

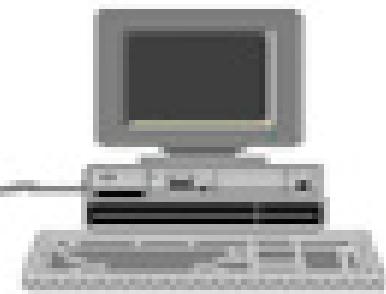


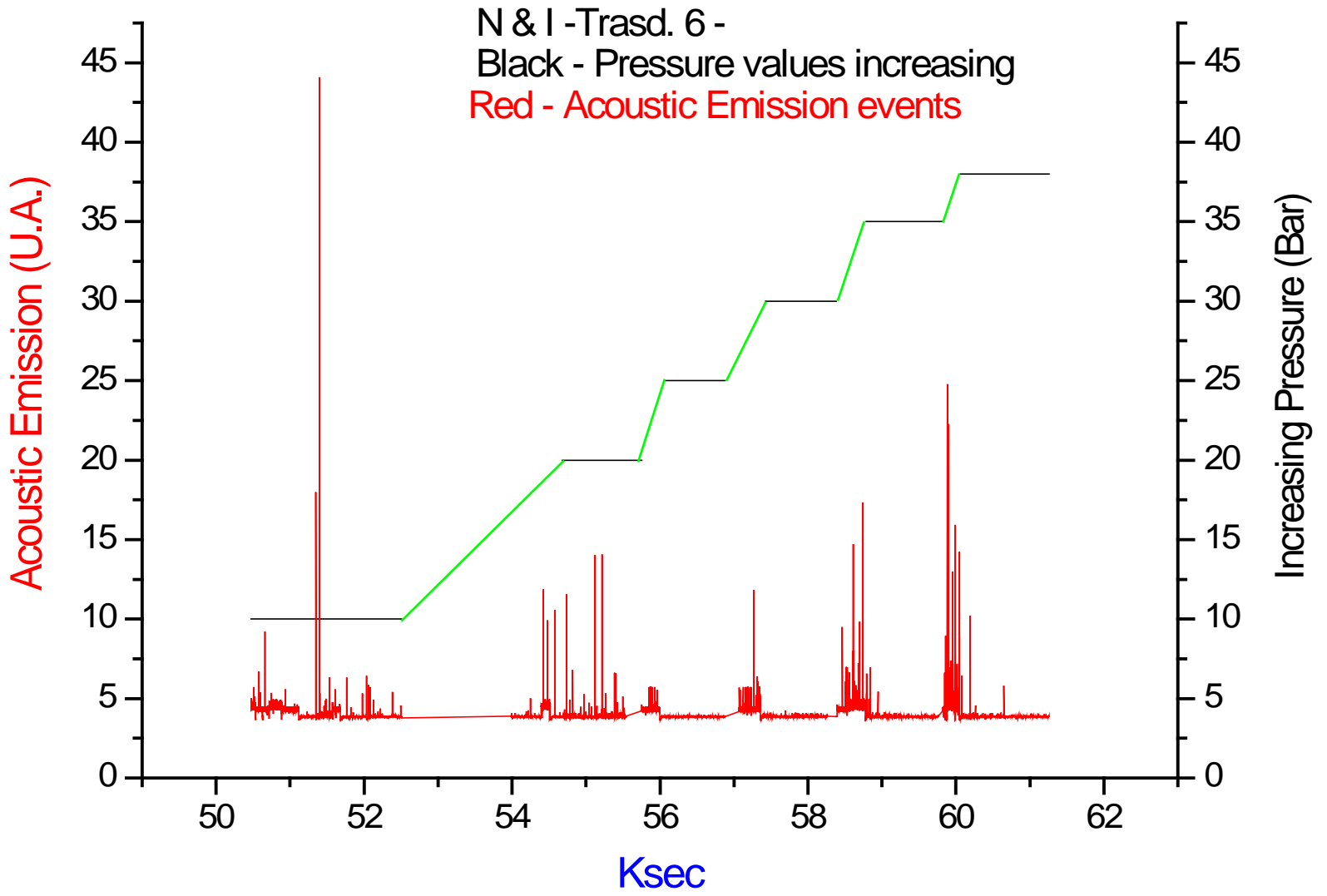
- The sensing element is a resonant, piezoelectric crystal. Typically 150kHz; 300-500kHz sometimes used in high noise environments.
- Maximum temperature for integral sensors is about 160F; 300F for non-integral types.
- Pre-amplifier gain is 40dB (into 50Ω).
- Transient waveforms are detected and key attributes measured by individual channels.
- Signal attribute sets are time-stamped and sent to the PC for storage and display.

SENSOR & PREAMPLIFIER
(INTEGRAL)

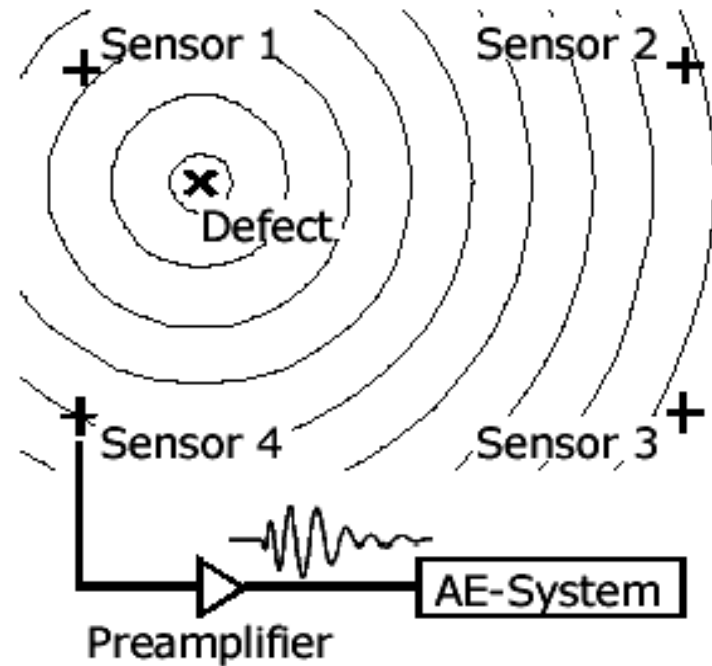
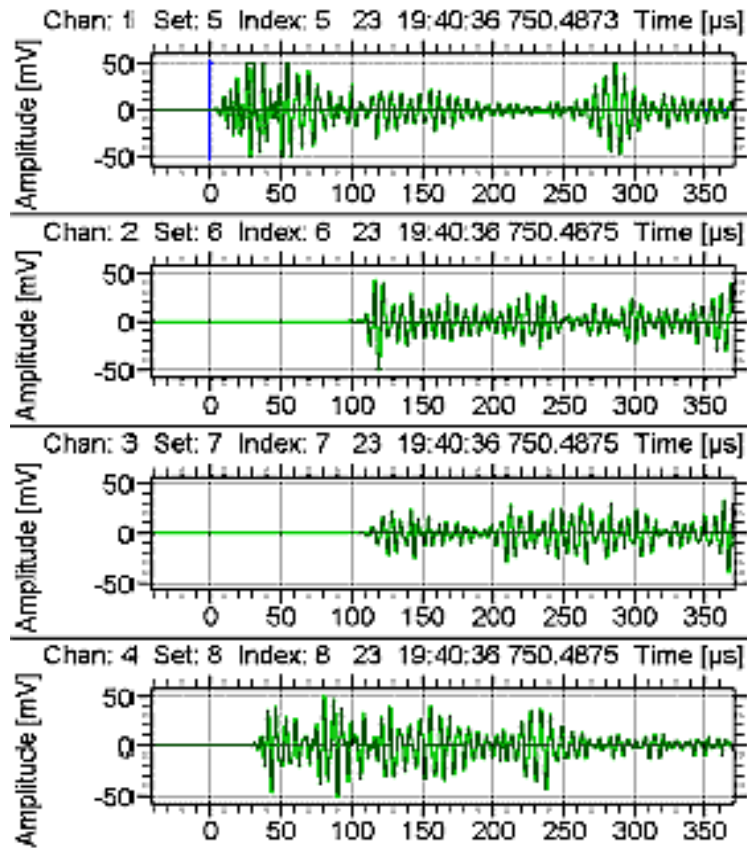
RG58 COAXIAL CABLE
(UP TO 500')

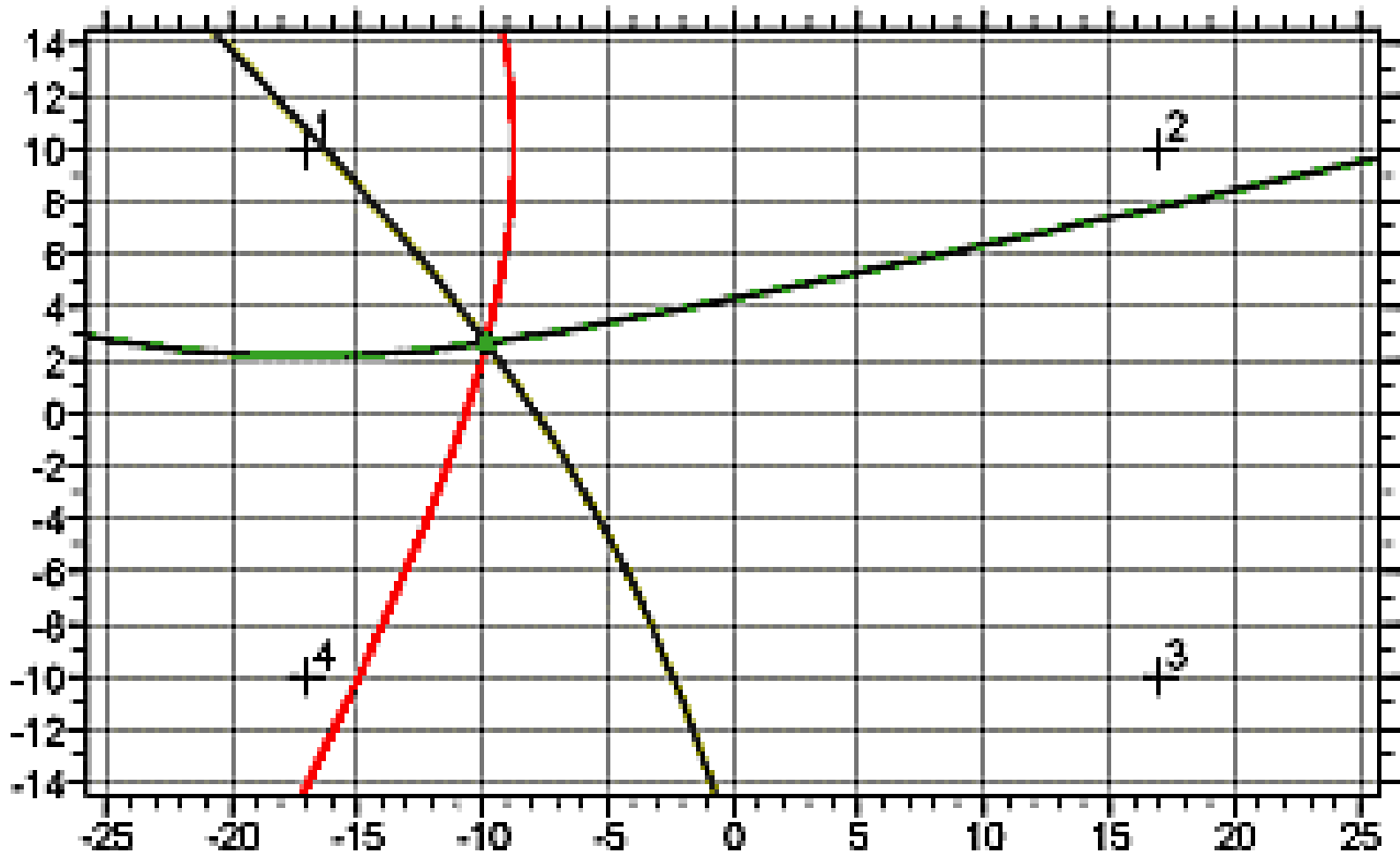
AE SYSTEM
2-58 CH.



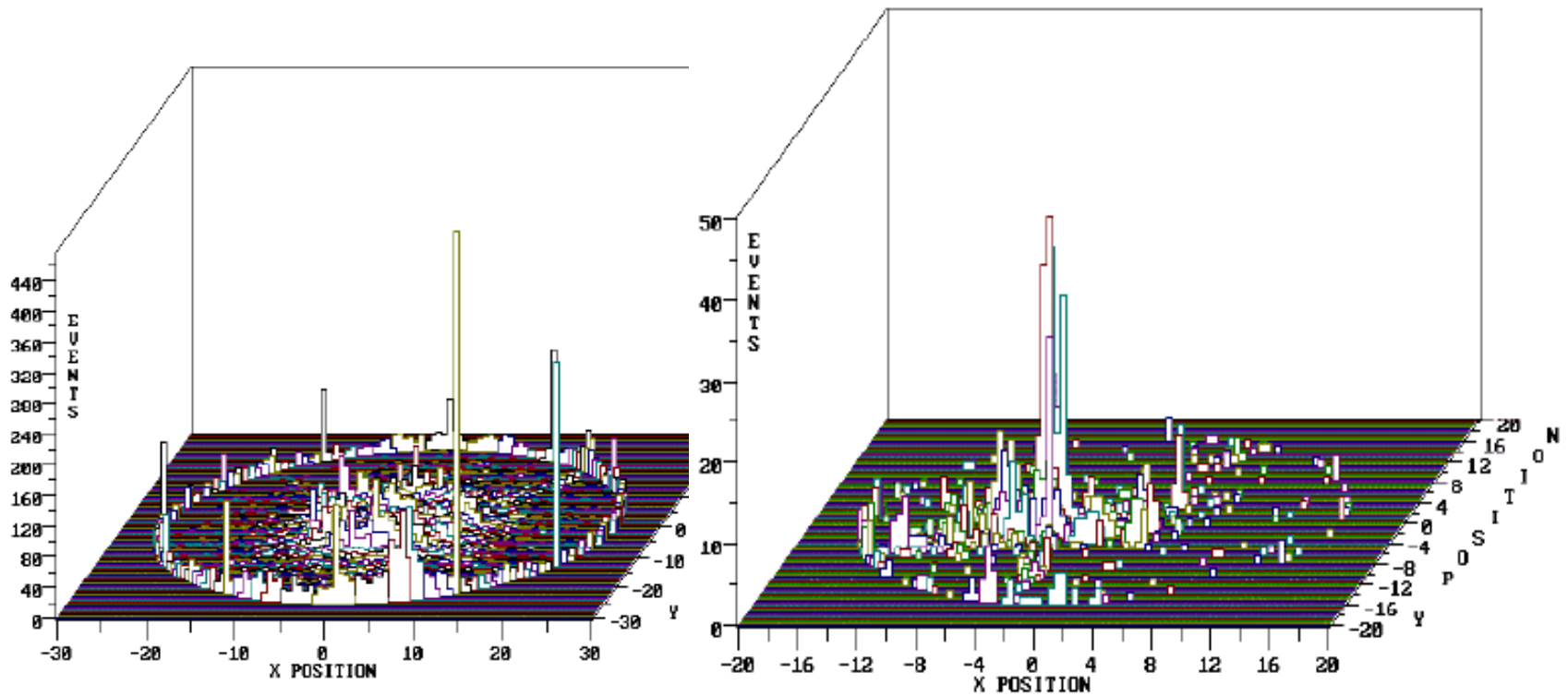


Localización de Fuentes de Emisión Acústica





—•— Ch 1 - 4
 —•— Ch 1 - 2
 —•— Ch 4 - 2
 • Loc. Event



3D LOCATION FOR "ALL DATA"

El “box counting method” (mètodo de compudo con cajas)

Si tenemos en cuenta una serie temporal de acontecimientos puntiformes (o sea una serie de acontecimientos SÌ o NO, donde un acontecimiento SÌ ha lugar cuando un algun paràmetro asume un valor con mas de una algun umbral prefijada).

- Se conte el numero $N(L)$ de acontecimientos SÌ observados durante un algun intervalo de tiempo total L .
- Se define una ventana temporal arbitraria μ tal que el intervalo de tiempo L de cual sobre venga recubierto desde una sucesion de ventanas μ contiguas y no superpuestas.
- Se establedezca que solo un acontecimientos ocurre en cada ventana μ cuando uno o mas acontecimientos caen dentro tal ventana.
- Se recuente el numero $N(\mu)$ total de acontecimientos.

Fractal dimensions D_t & *box counting method*

events



μ μ μ μ

μ

$1 + 0 + 1 + 1 + \dots + 1 + \dots +$

$= N(\mu)$

counter

Se hacemos el grafico $[\log N(\mu)]$ vs. $[\log \mu]$ (diagramma di Richardson) y verificamos se el grafico haya un desarrollo linear en un oportuno intervalo $\mu_1 < \mu < \mu_2$.

llamamos H el coeficiente angular de tal segmento linear. Es uso llamar $D = -H$ “dimension fractal” (por es. Turcotte, 1992). Se demuestra que una serie temporal de acontecimientos puntiforme uniformemente o casualmente distribuida en el tiempo da siempre $D = 1$.

Tambien cuando suceda que una cualquiera ley (conocida o no conocida) influencia la secuencia temporal de los acontecimientos de modo de hacerla independientemente de como desviar desde la mera casualidad, debe siempre ser en cada caso $D < 1$.

Por tanto cuando la naciente primaria AE tiene una distribución espacial 3D, la serie AE es casual y $D = 1$.

Cuando es 2D debe y puede ser solo $D < 1$.

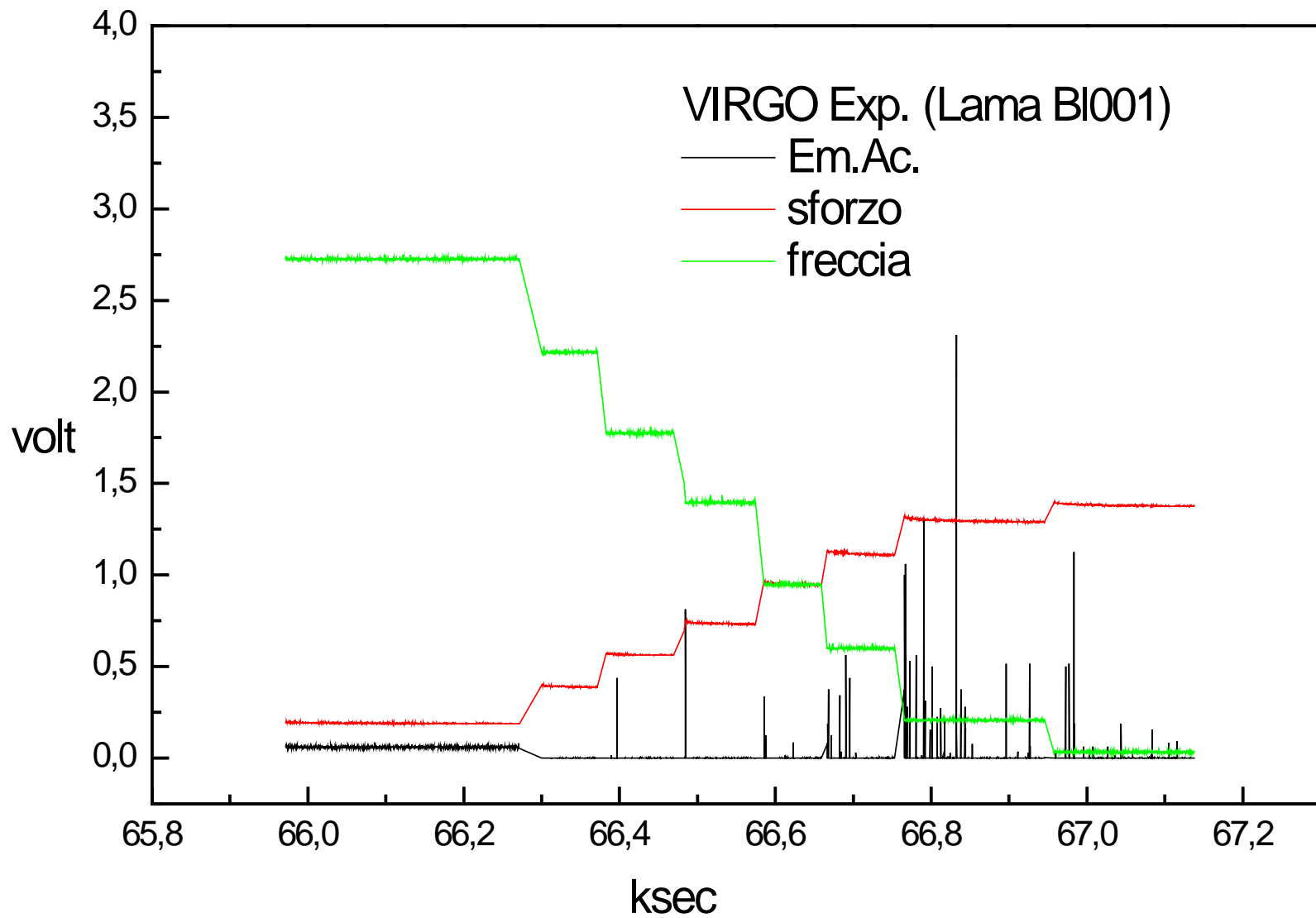
En acuerdo a Turcotte [eq. (2.1) and (7.12)], un fractal he definido cada vez que el numero N_n de objetos, o fragmentos que componen un sistema asociado con una dimenciòn linear característica r_n es:

$$N_n = \frac{C}{r_n^D}$$

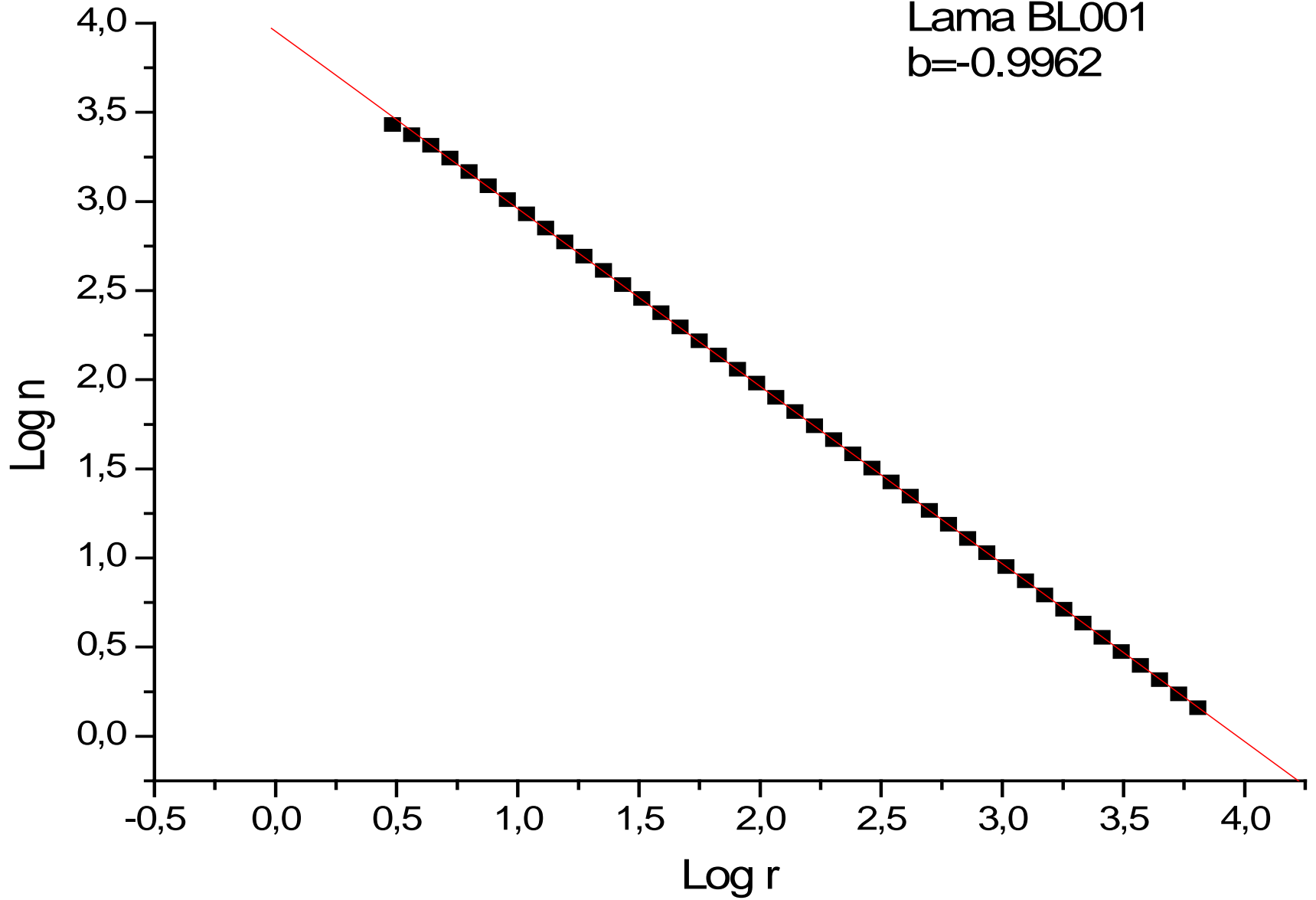
$$r_n = \frac{L}{n}$$

Donde C es una constante, **D es la dimenciòn fractal**, y L es la amplitud totale del database donde he aplicado el box counting method (BCM).

Chapa de Maraging B1001



VIRGO
Lama BL001
 $b=-0.9962$



Chapas de Maraging sumisas a una sola deformaciòn

Tipo de Chapa	Dimension Fractal
B1001	-0.99620
B1002	-0.92738
B1003	-0.99244
B1005	-0.80207
B1008	-0.99020
C-10	-0.99423

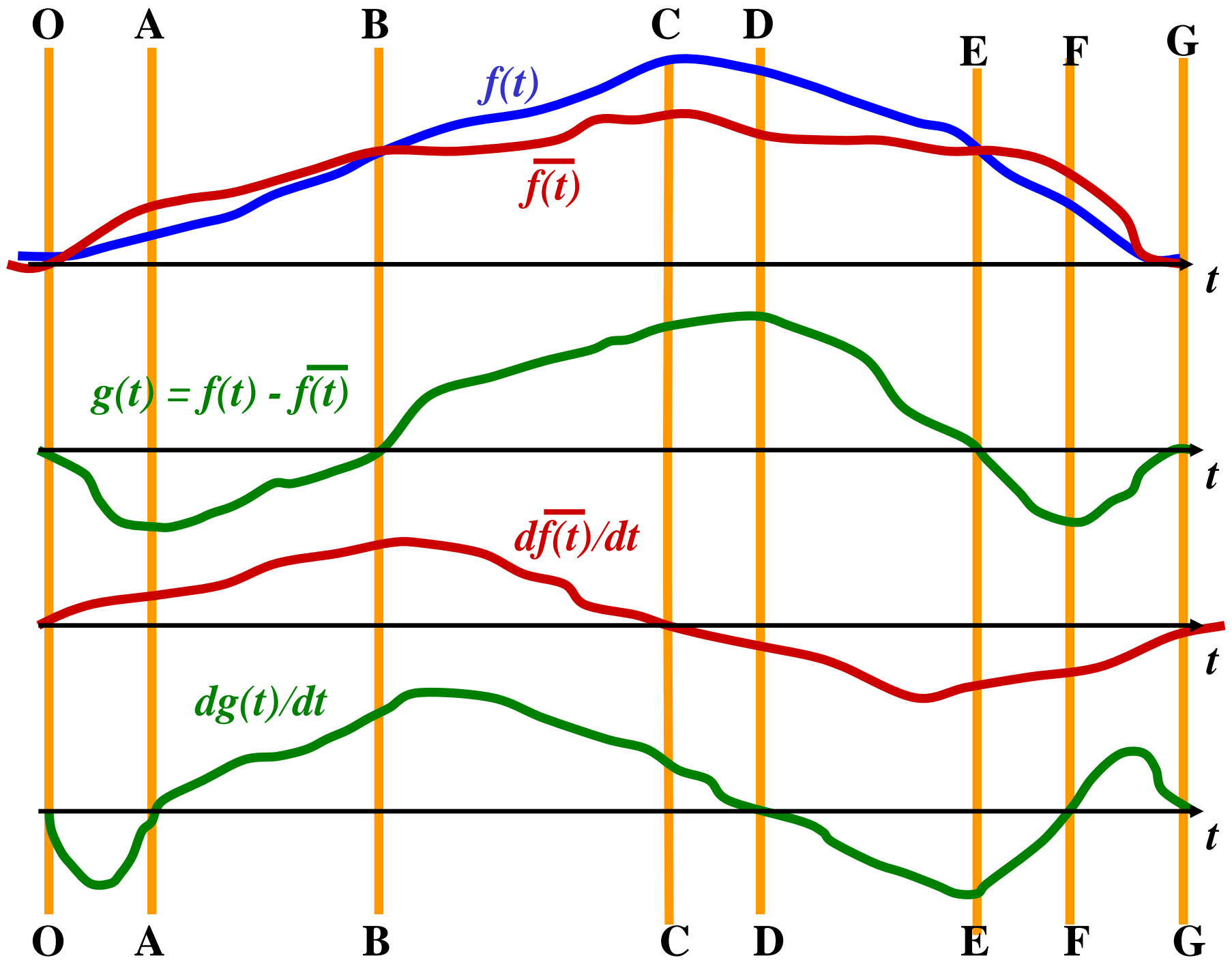
Hojas sometidas a mas deformaciones

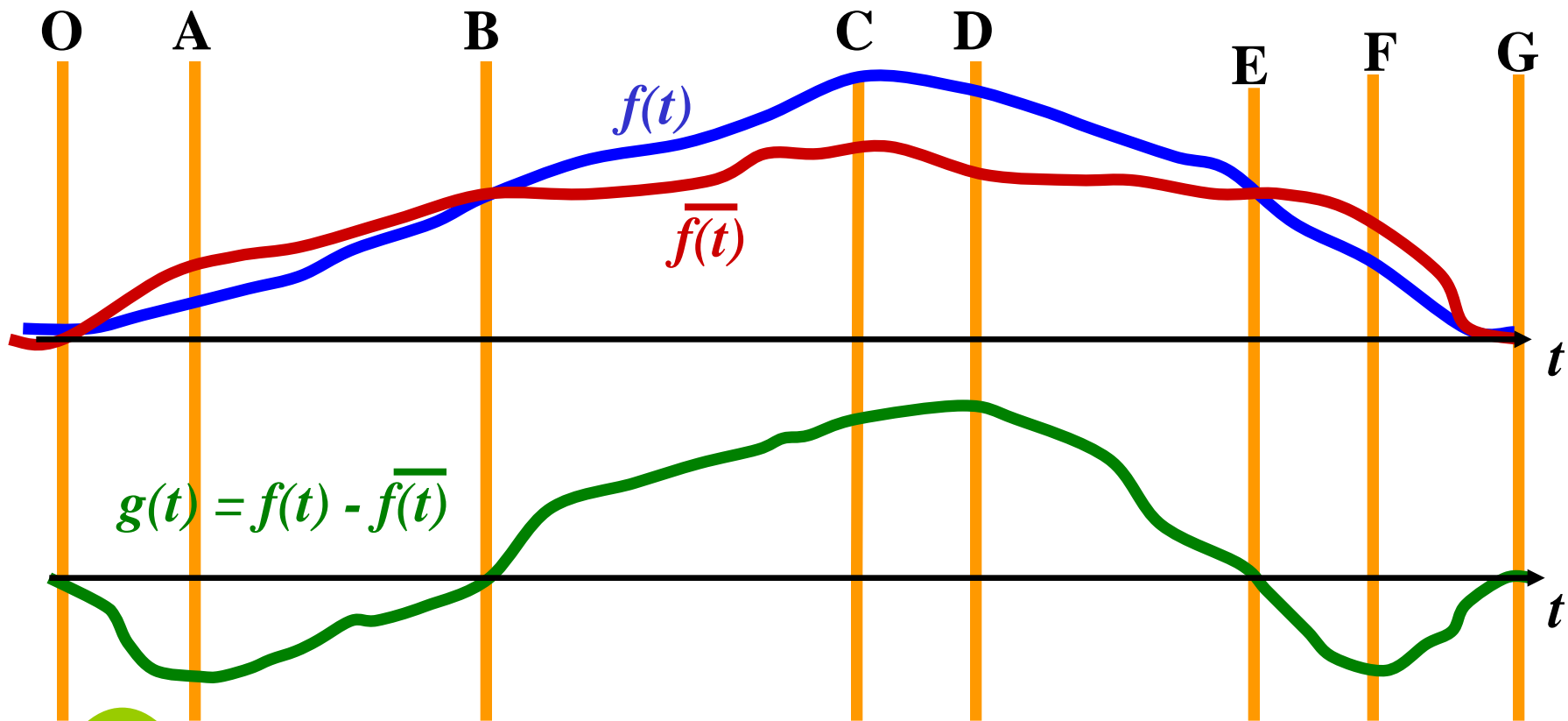
Tipo Hoja	Dimension Fractale
2 BL001	-0.8214
2 BL005	-0.72360
3 BL008	-0.64627
C 10	-0.67822

Efecto Martillo

cosa es el efecto martillo?

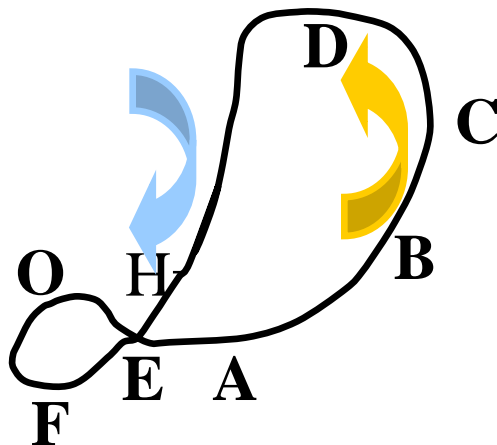
- Data un funzione $f(t)$
- Ne considero una media mobile pesata $\overline{f(t)}$
- Ne calcolo il residuo $g(t)$ (come differenza fra le due)
- Ne faccio diverse rappresentazioni grafiche, in diagrammi Cartesiani (x,y) fra queste quantità e/o le loro derivate temporali
- Infine faccio vedere che
- graficando la media mobile in ascisse e il residuo $g(t)$ in ordinata
- posso riconoscere se il sistema è soggetto ad un “carico” o è in fase di “recupero”
- La fase di “carico” corrisponde alla parte crescente della lognormale
- La parte di “recupero” corrisponde alla coda della lognormale





$g(t) = f(t) - \bar{f}(t)$

clockwise
 recovery
 $H = -1$



$H = +1$
 counter-clockwise
 "hammer regime"

$\bar{f}(t)$

Aplicaciones Geofísicas: Microsismica



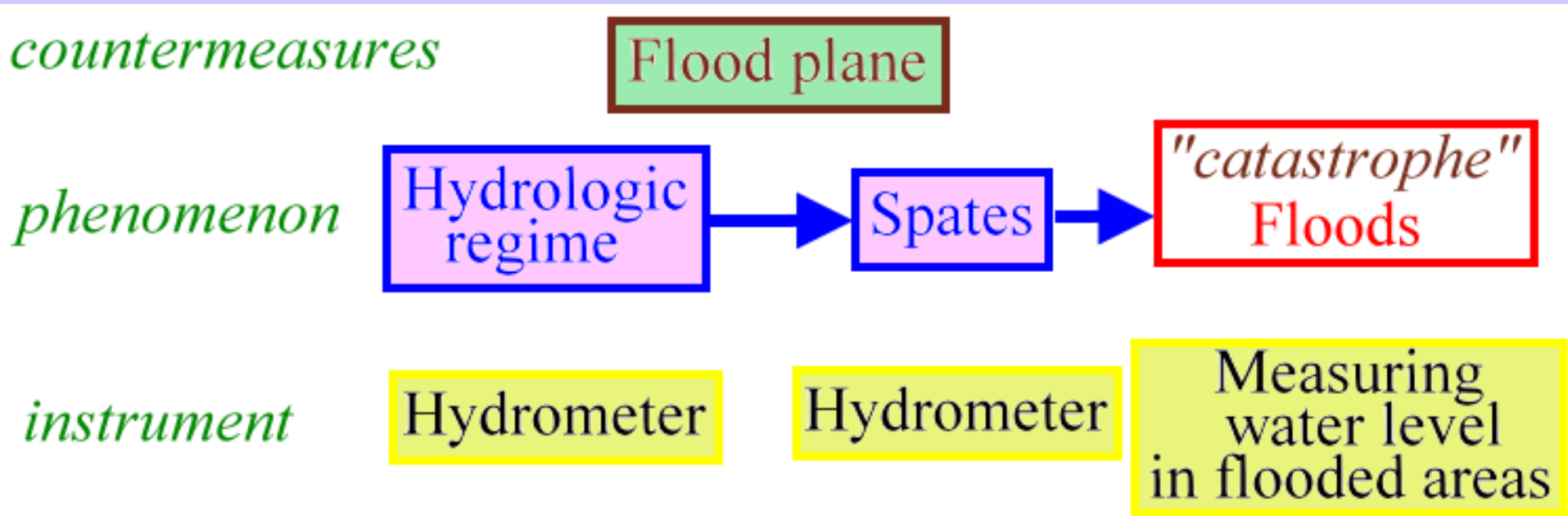
Tres diferentes explicaciones se pueden dar para justificar las grabaciones de *AE* realizadas sobre estructuras geofísicas:

La primera es la guía de onda constituida por filones compactos. Alto gradiente espacial dependiente de la existencia de tal guía de onda y de la ubicación del sensor sobre de ella.

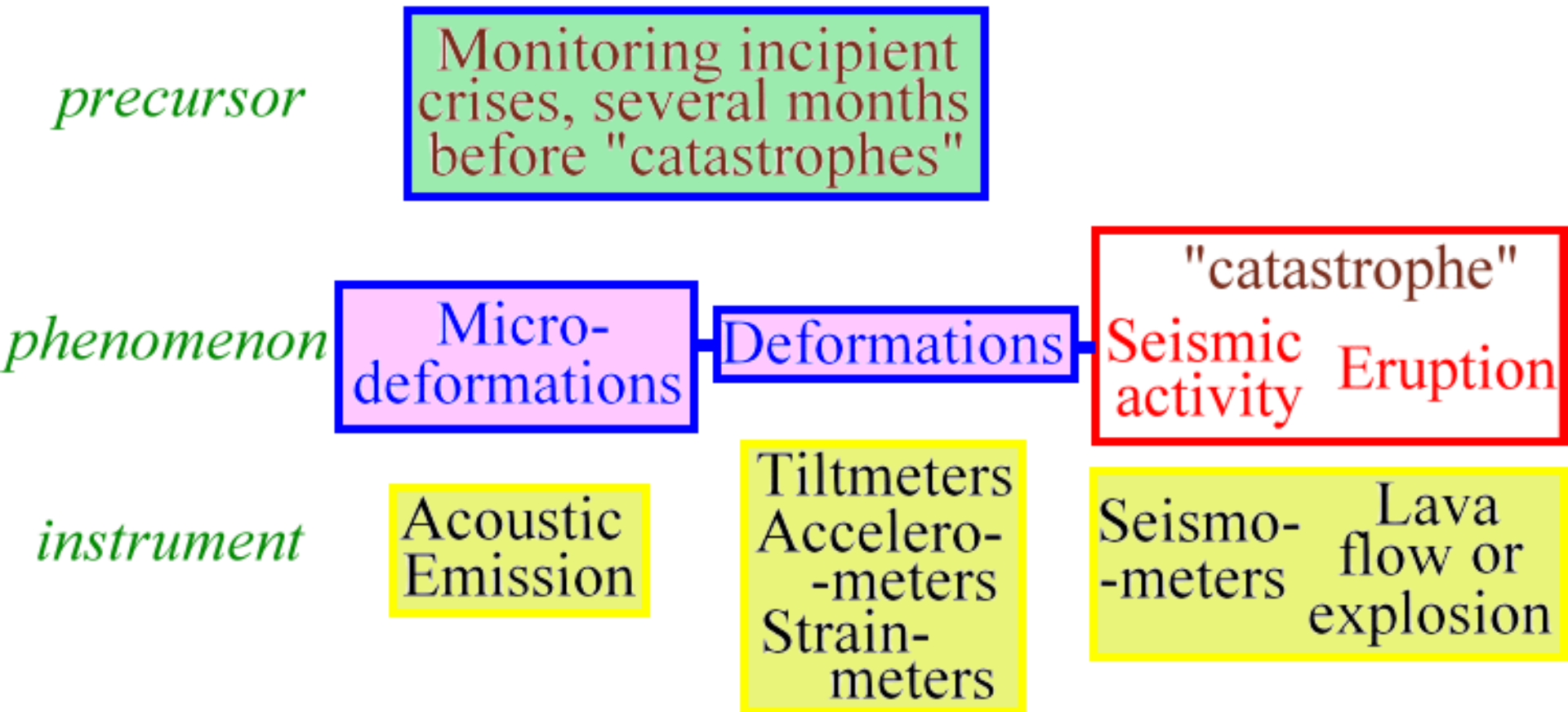
La segunda se puede definir de *teleconexión*, presuponiendo la existencia de una onda portante de baja frecuencia (*LF*) que estimula localmente la *AE* de alta frecuencia (*HF*) liberadas por cuerpos locales compactos.

La tercera posibilidad (mas verosimil) presupone que algun *grande volumen tectónico* sea sometido a *deformación*, esto comporta una variación en la distribución de los esfuerzos en cada cuerpo compacto en escala local. Este cuerpo, mientras readapta su propia estática, libera *AE*.

Managing floods

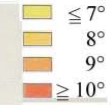


Managing earthquakes and volcanic eruptions

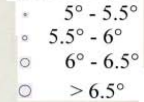


Earthquakes and tsunamis (since AD 1500)

maximum recorded
magnitude (Mercalli scale)



Epicentres (M)



AE Recording in the field

(Orchi,
Central
Italy)



AE recording in the field

(Orchi,
Central
Italy)

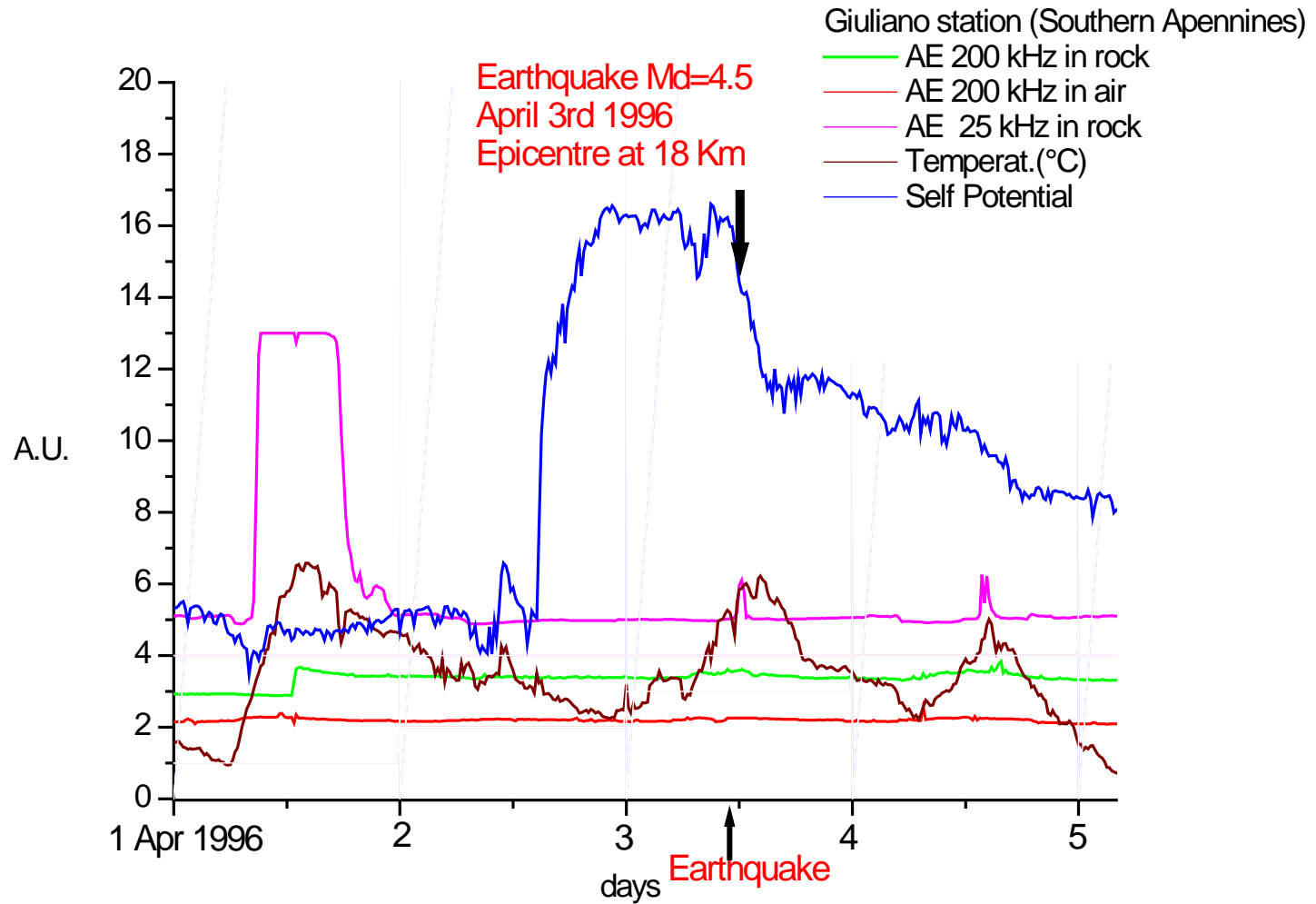


Other Investigating methods

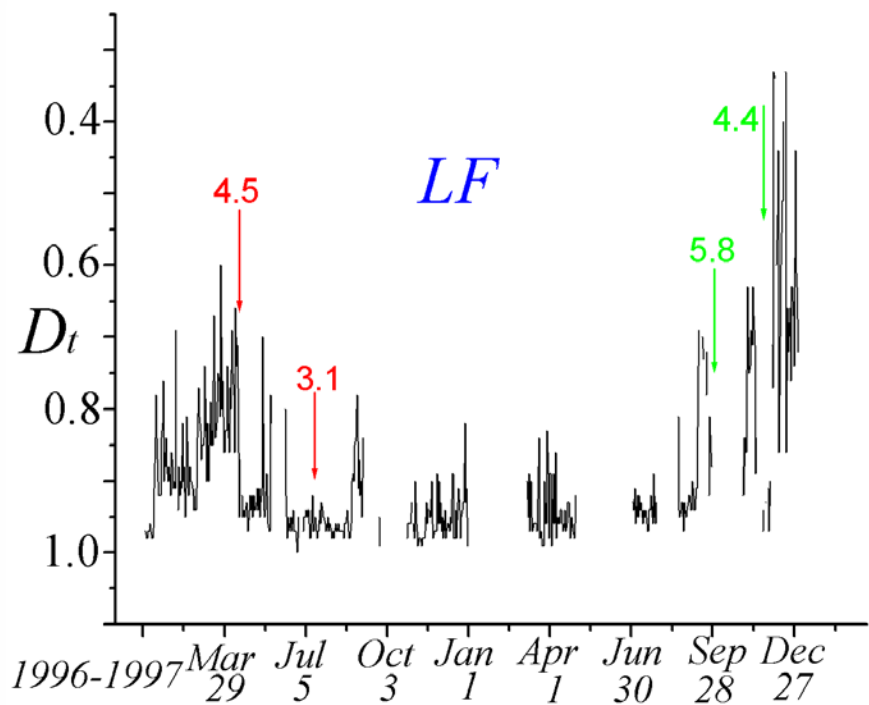
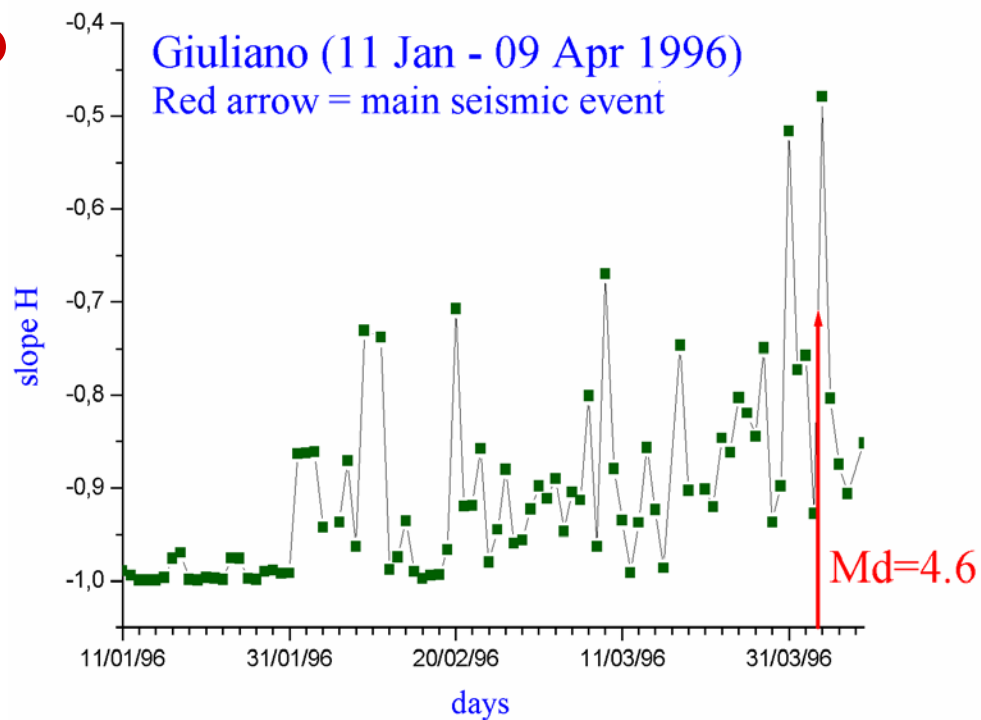
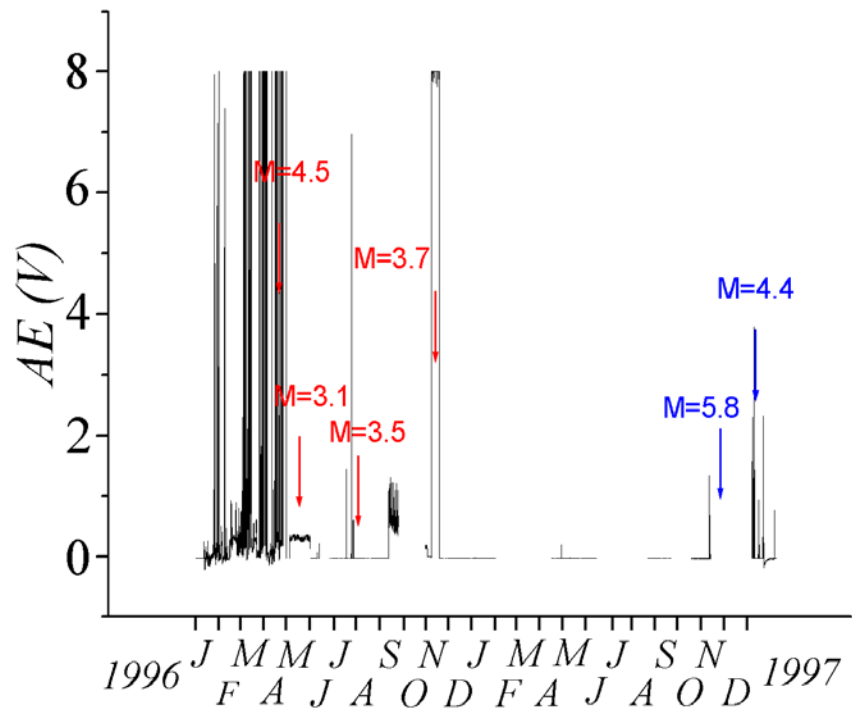
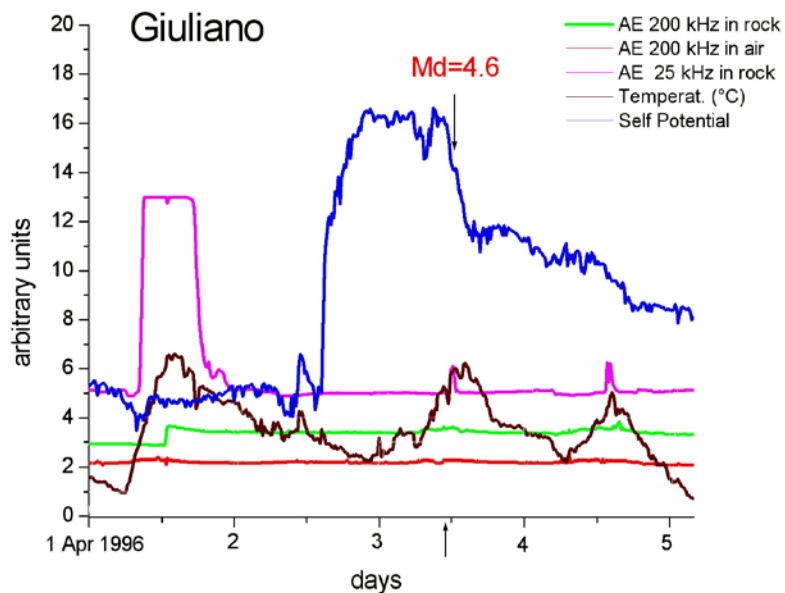
electric resistivity

Simultaneous measurements of changes of electric resistivity and of *AE* release, and assessing how observations are correlated with the ageing of the sample

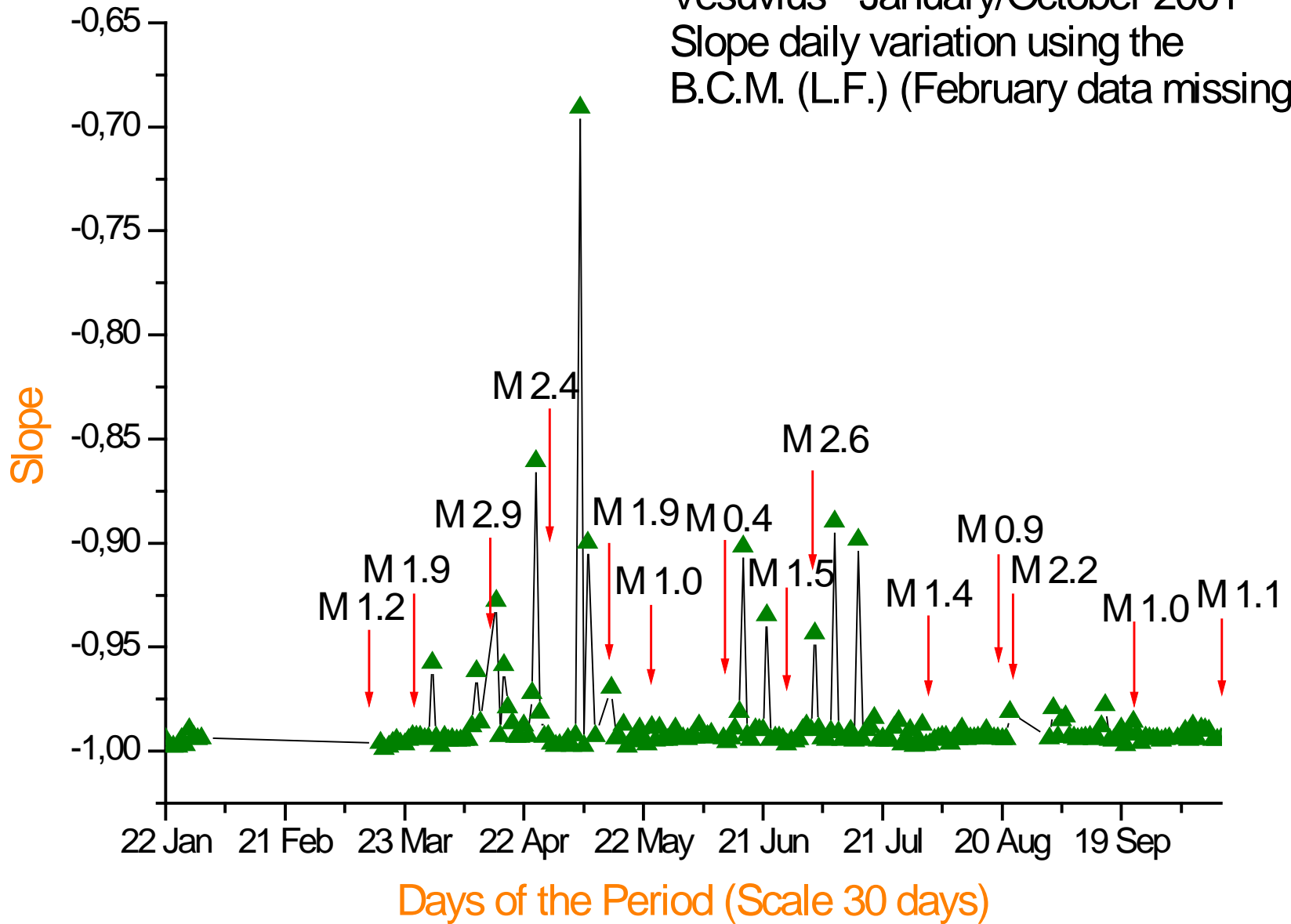
Giuliano - A multi-parametric local precursor



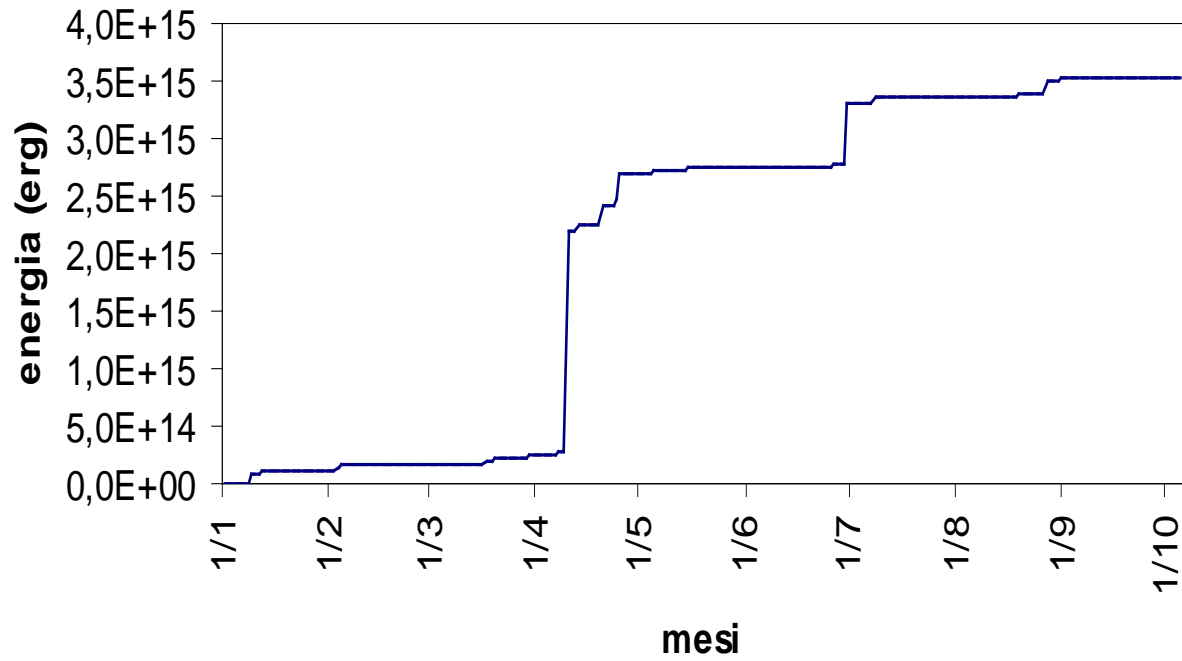
Giuliano



Vesuvius - January/October 2001-
Slope daily variation using the
B.C.M. (L.F.) (February data missing)



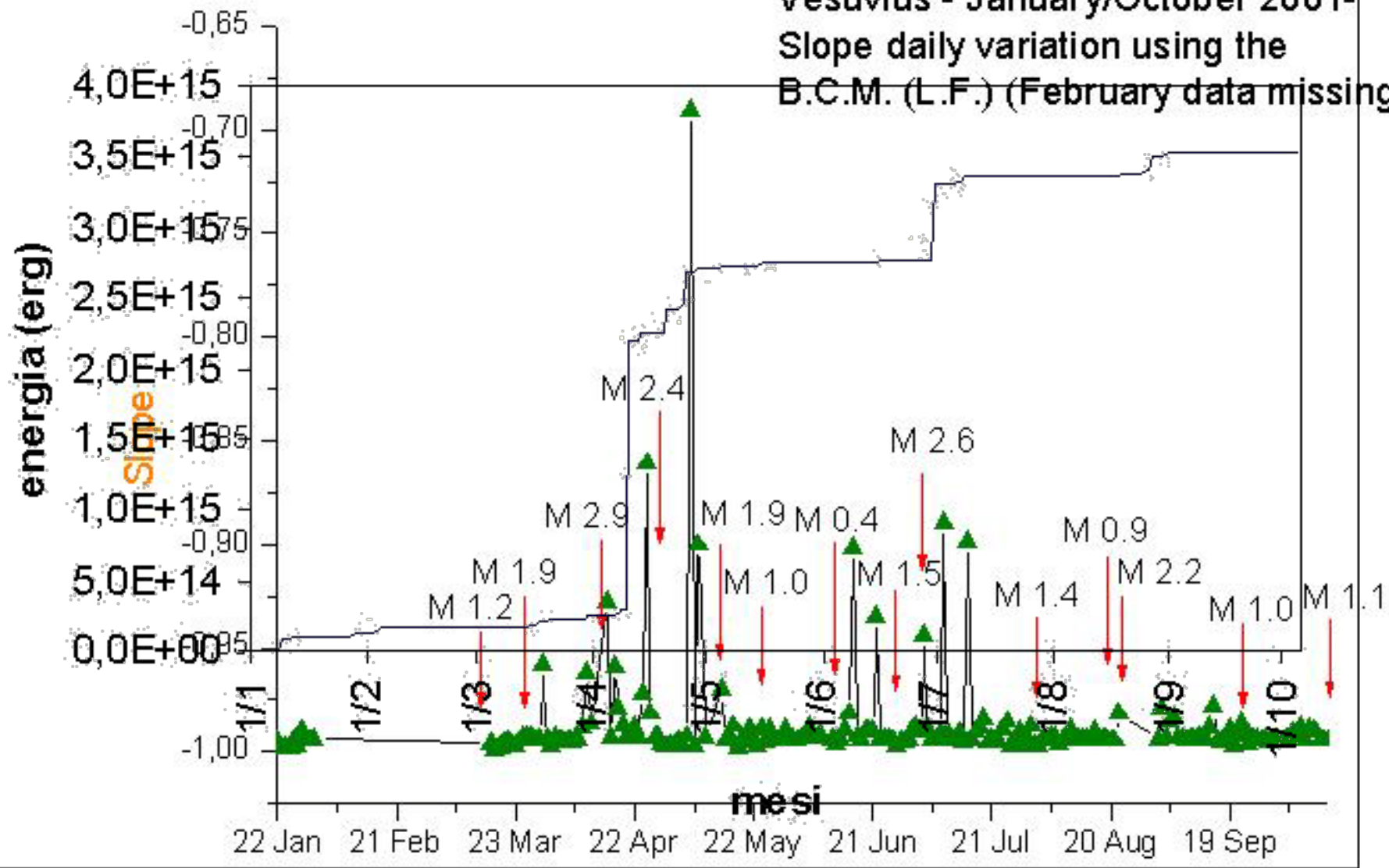
Energia Cumulativa Vesuvio



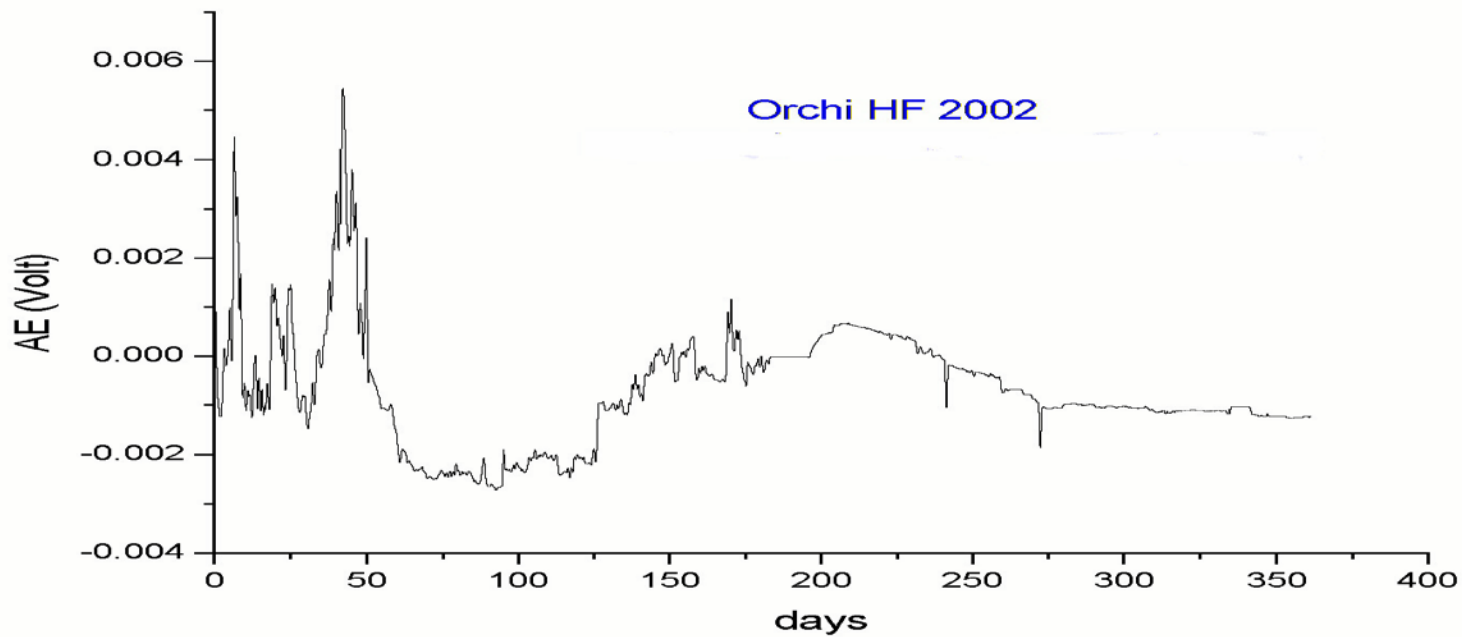
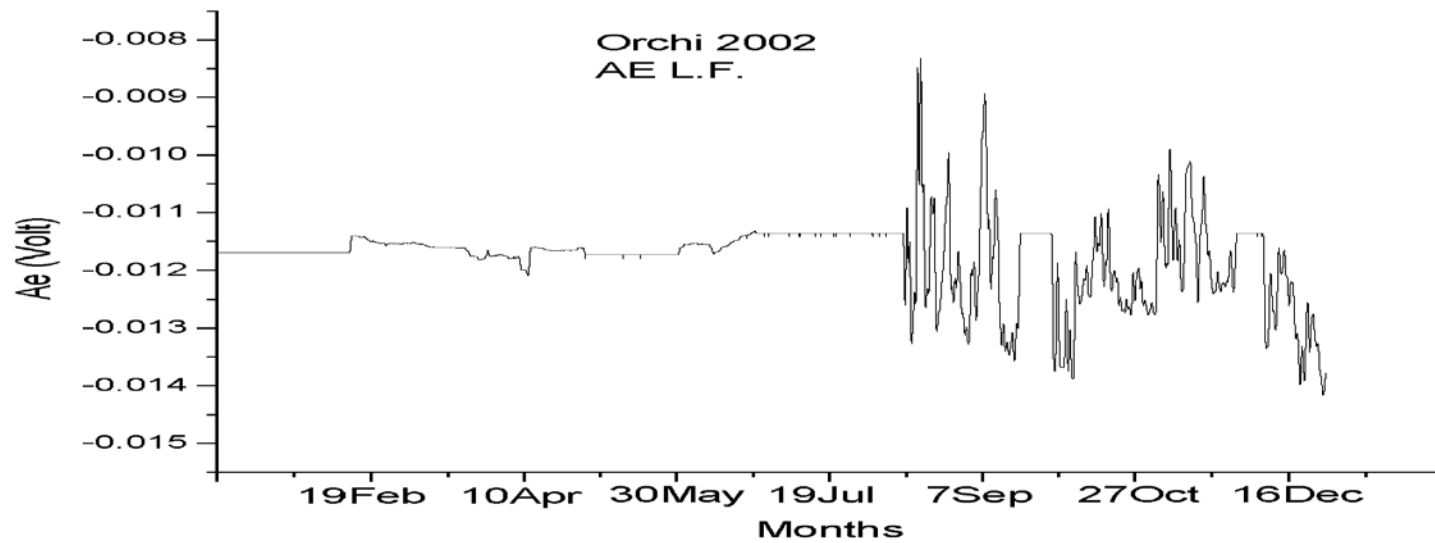
Energia Cumulativa Vesuvio

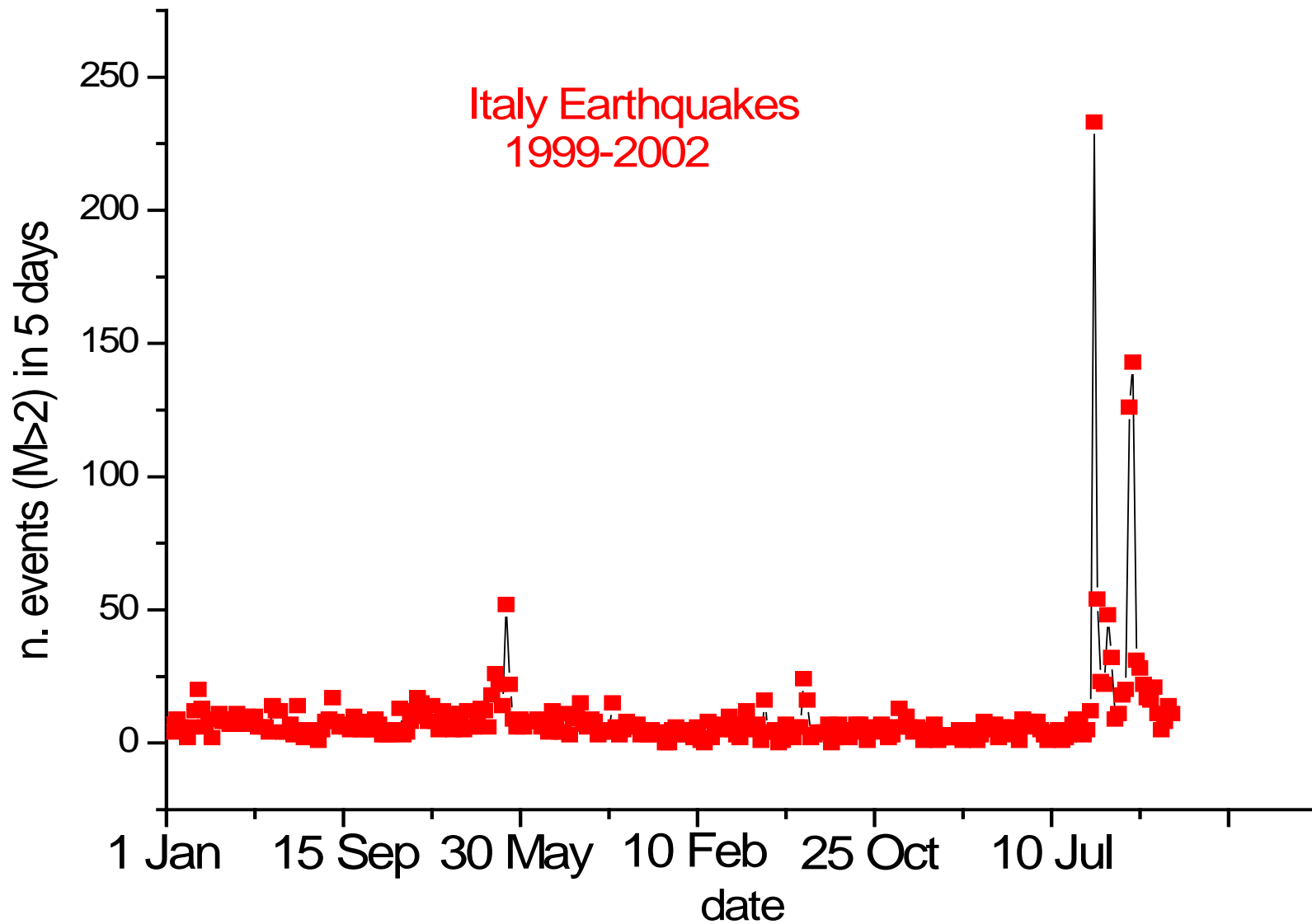
2001

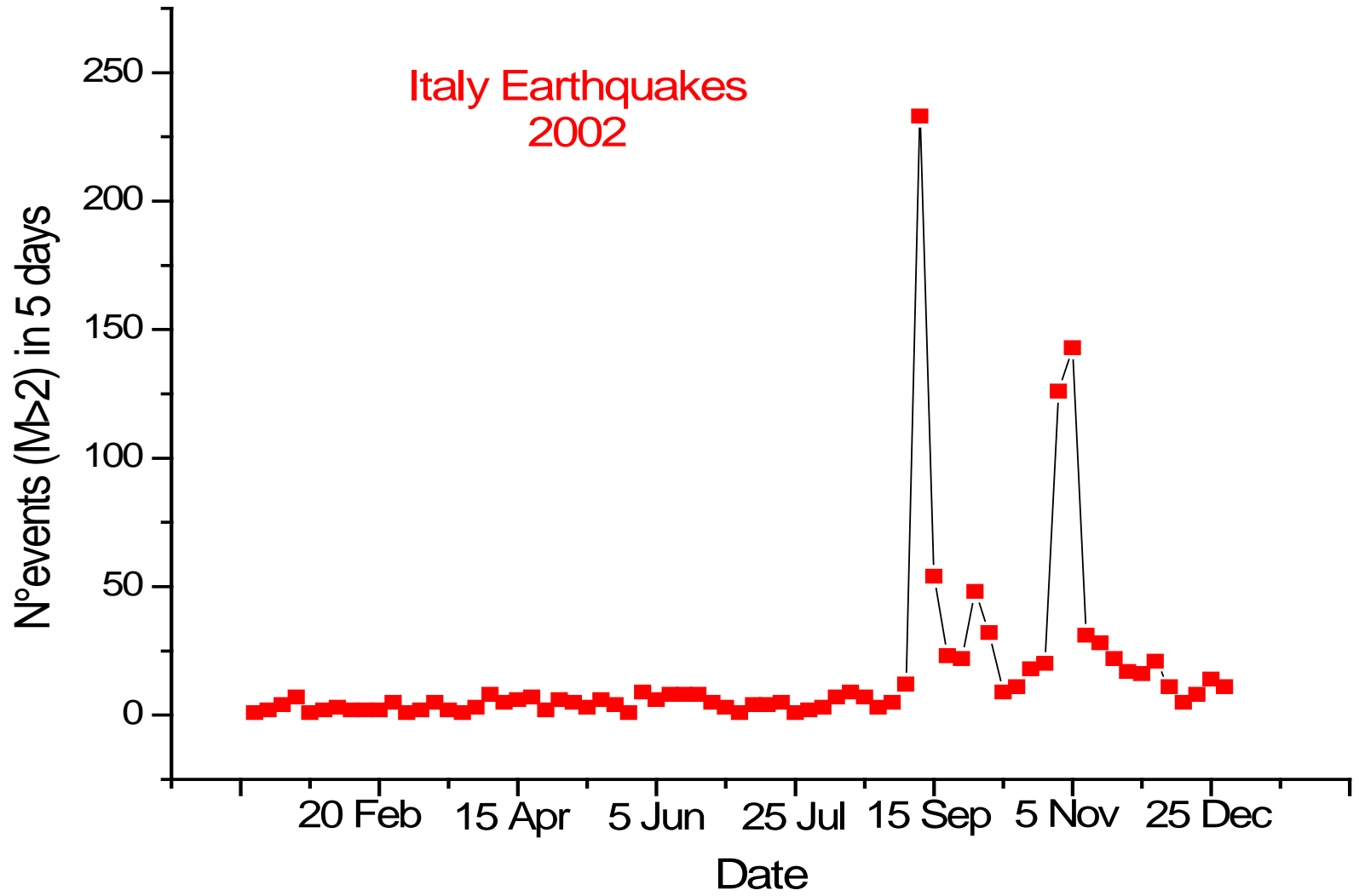
Vesuvius - January/October 2001-
Slope daily variation using the
B.C.M. (L.F.) (February data missing)

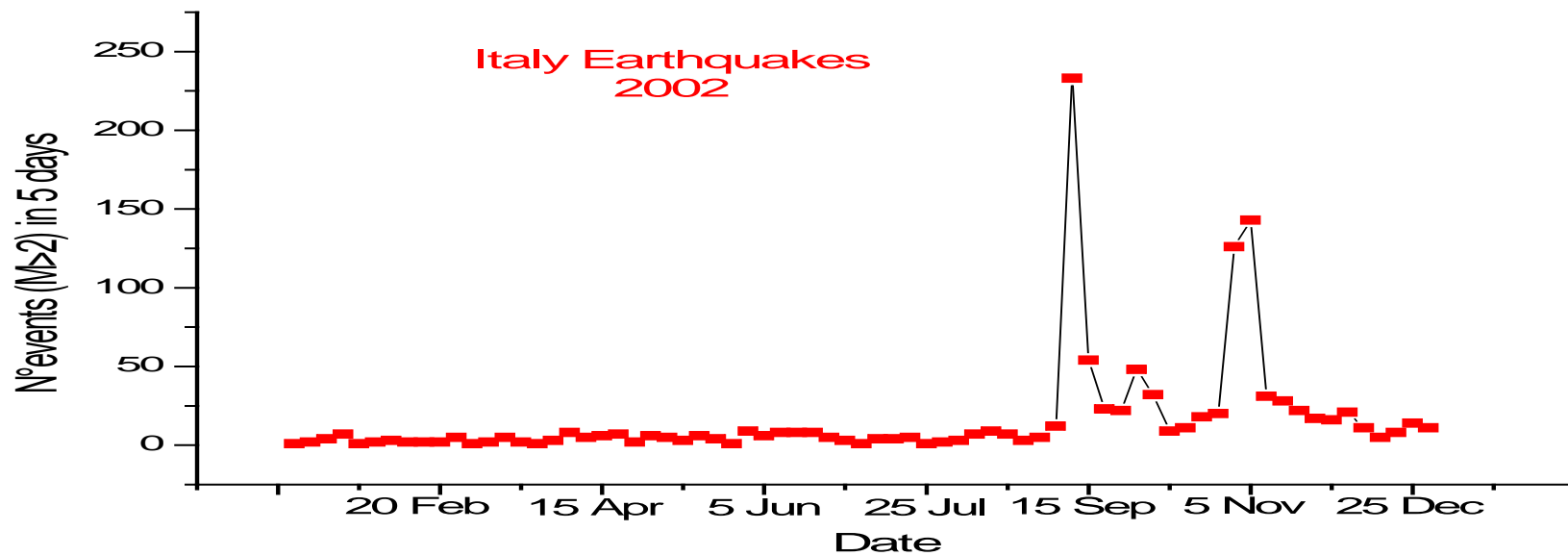
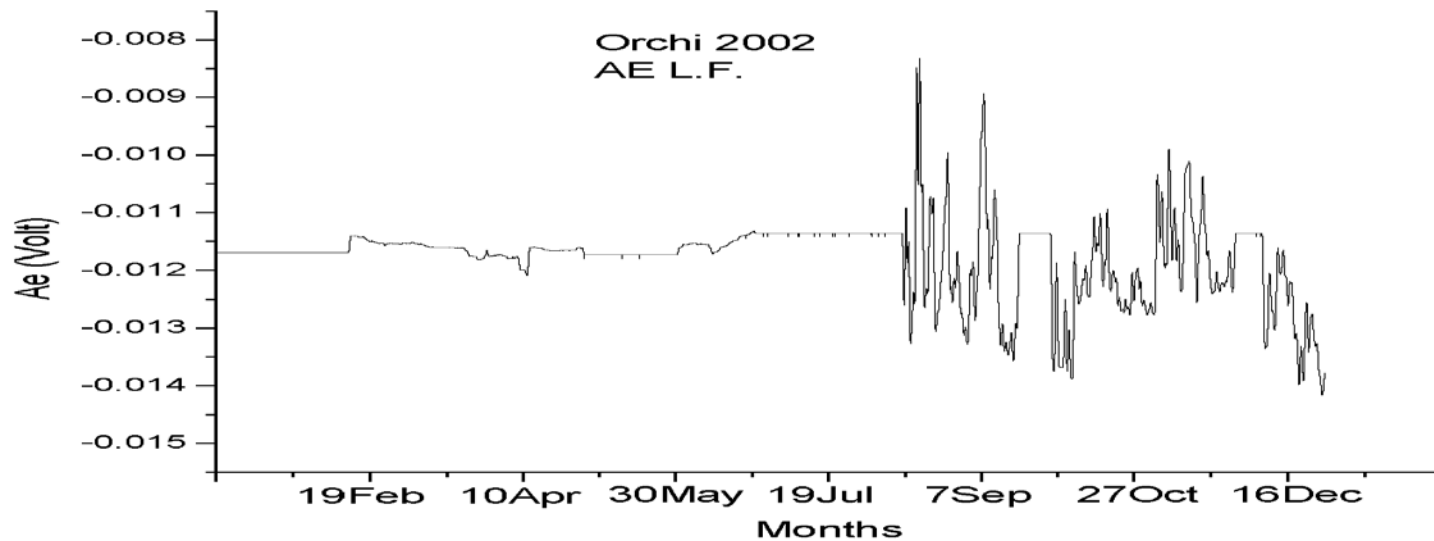


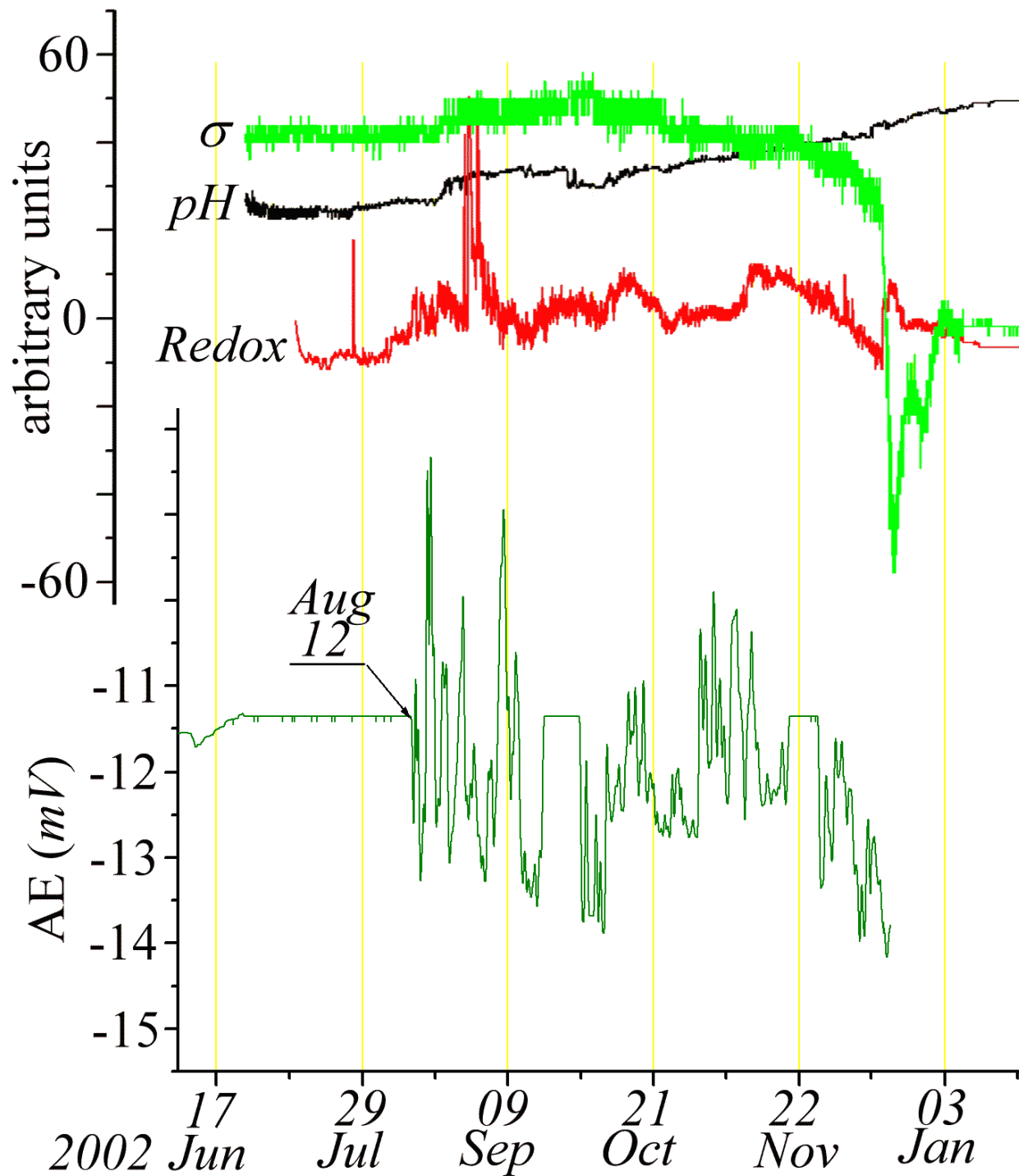
Days of the Period (Scale 30 days)









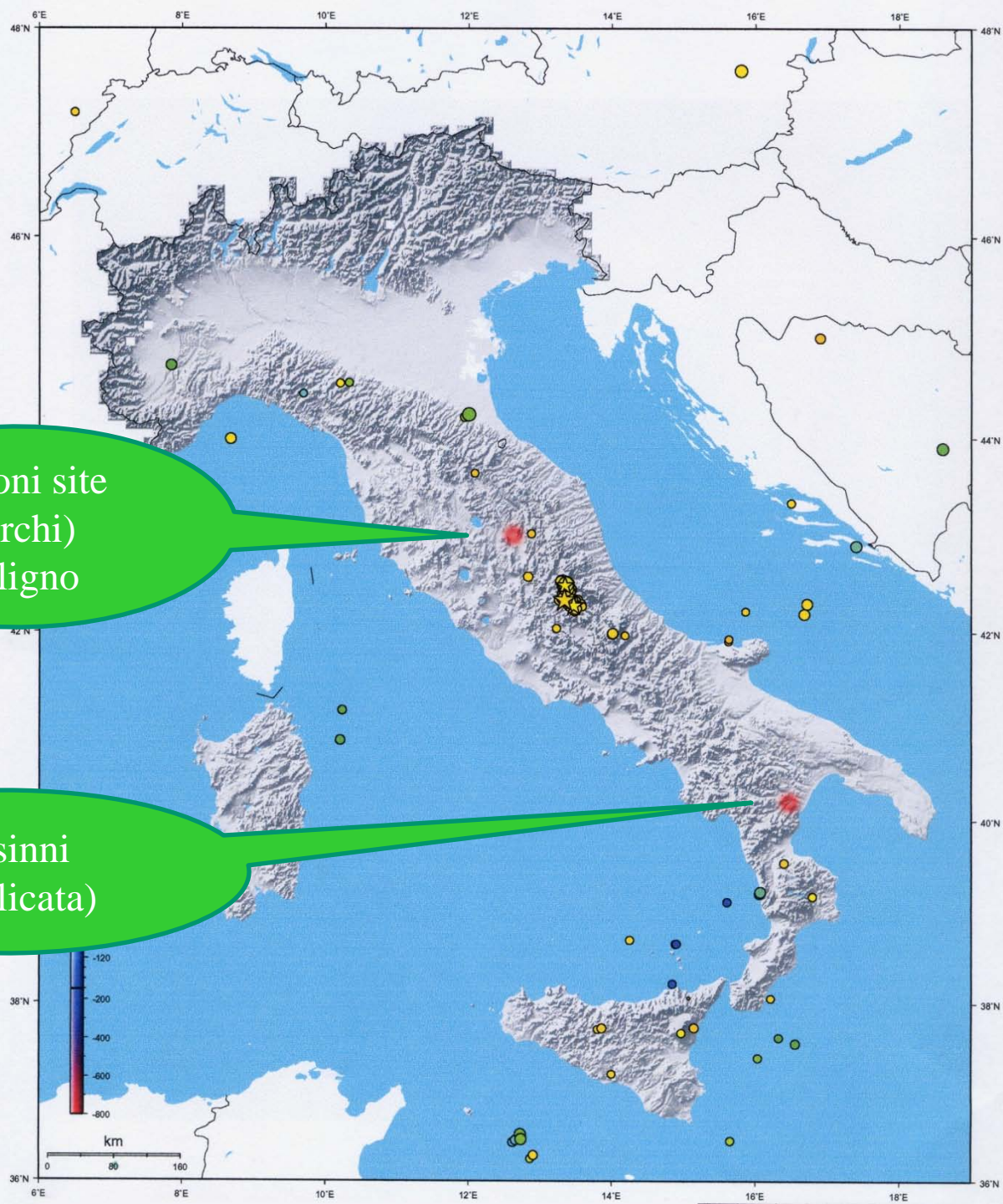


Bagno di Romagna
(top) &
Orchi's LF
smoothed
daily AE
(bottom)

Terremoto de L'Aquila 6 de April 2009

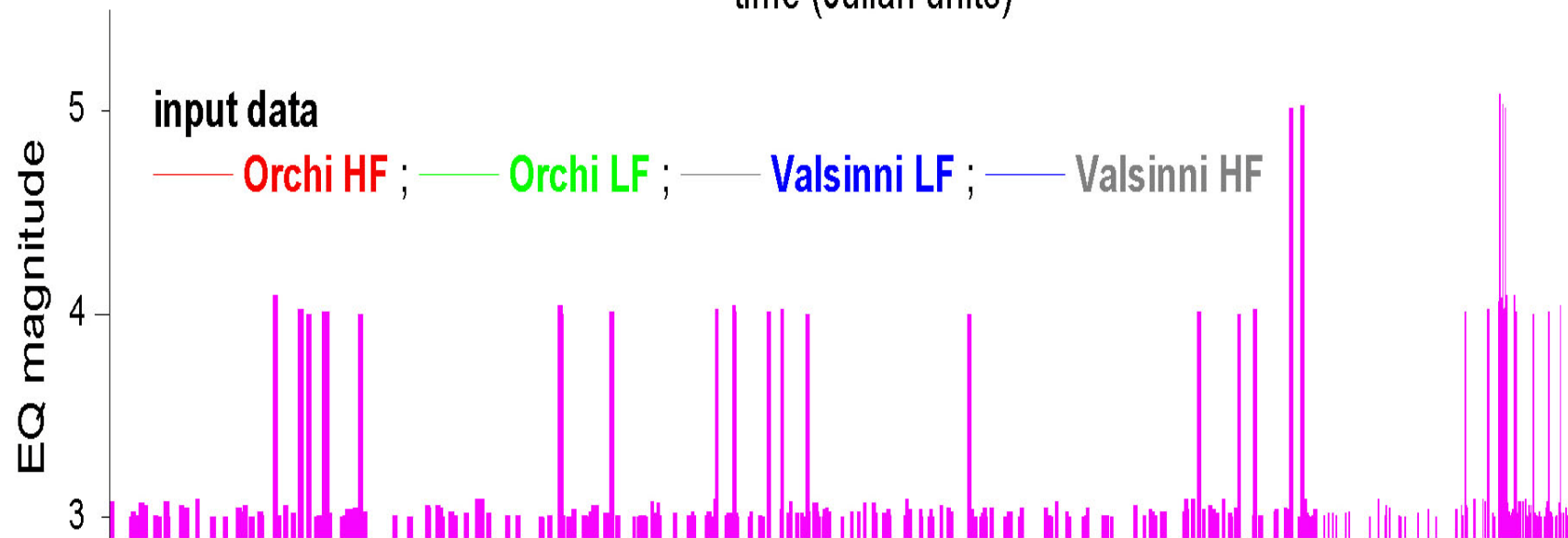
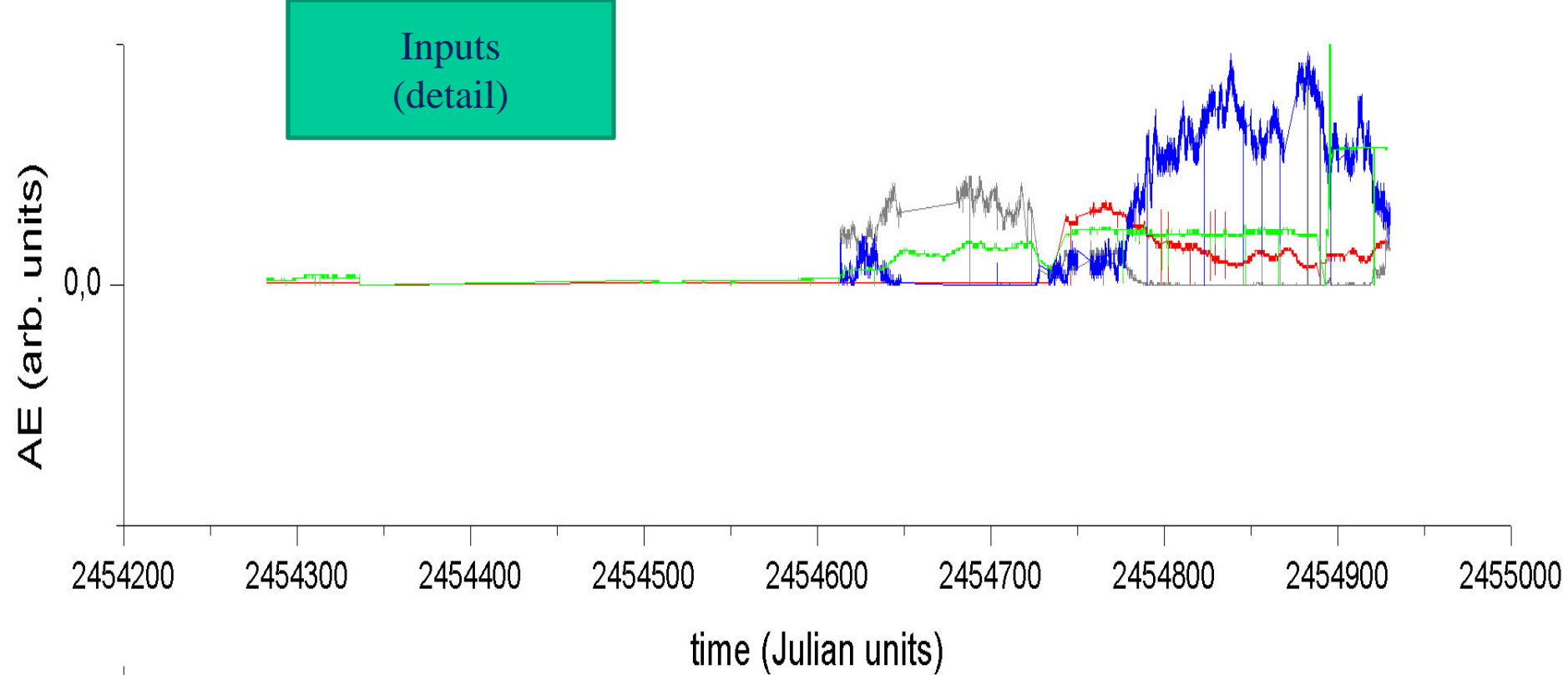


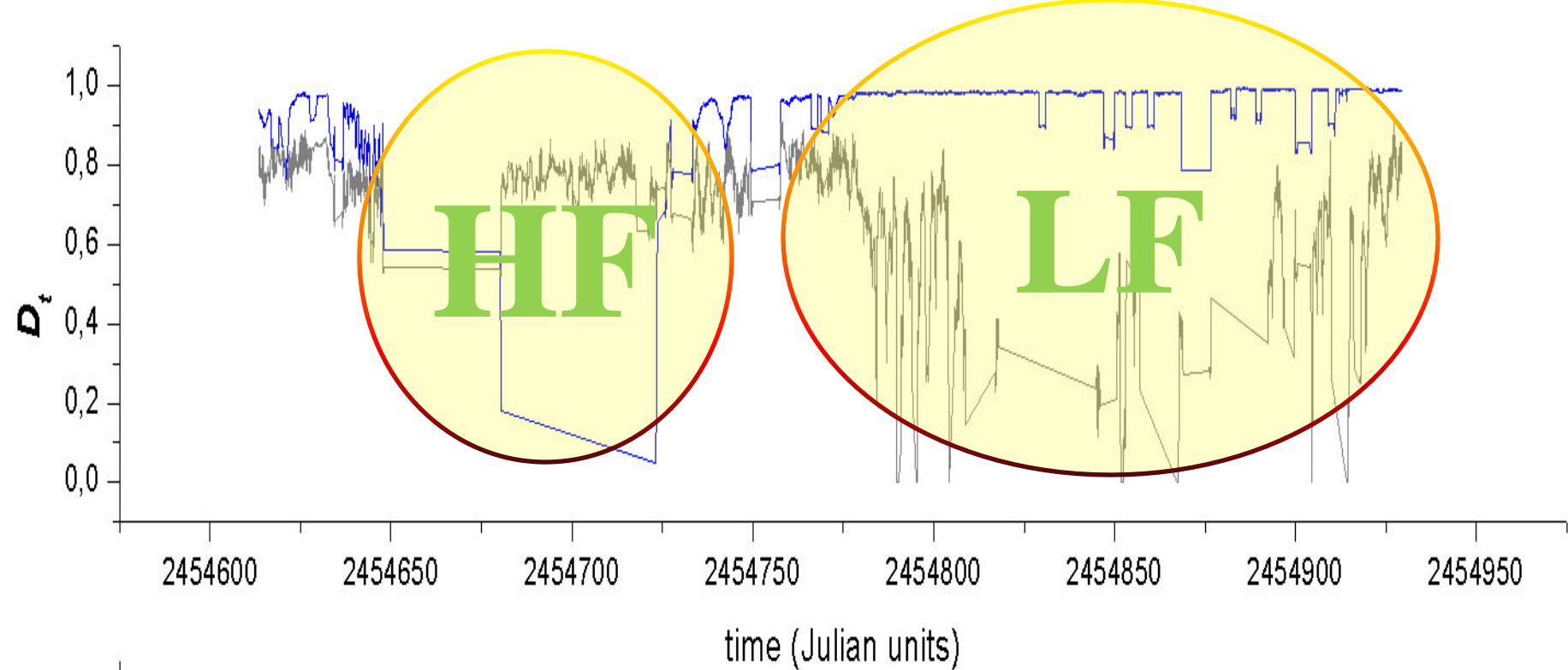
Magnitudo 5.8 de la escala Richter



Raponi site
(Orchi)
Foligno

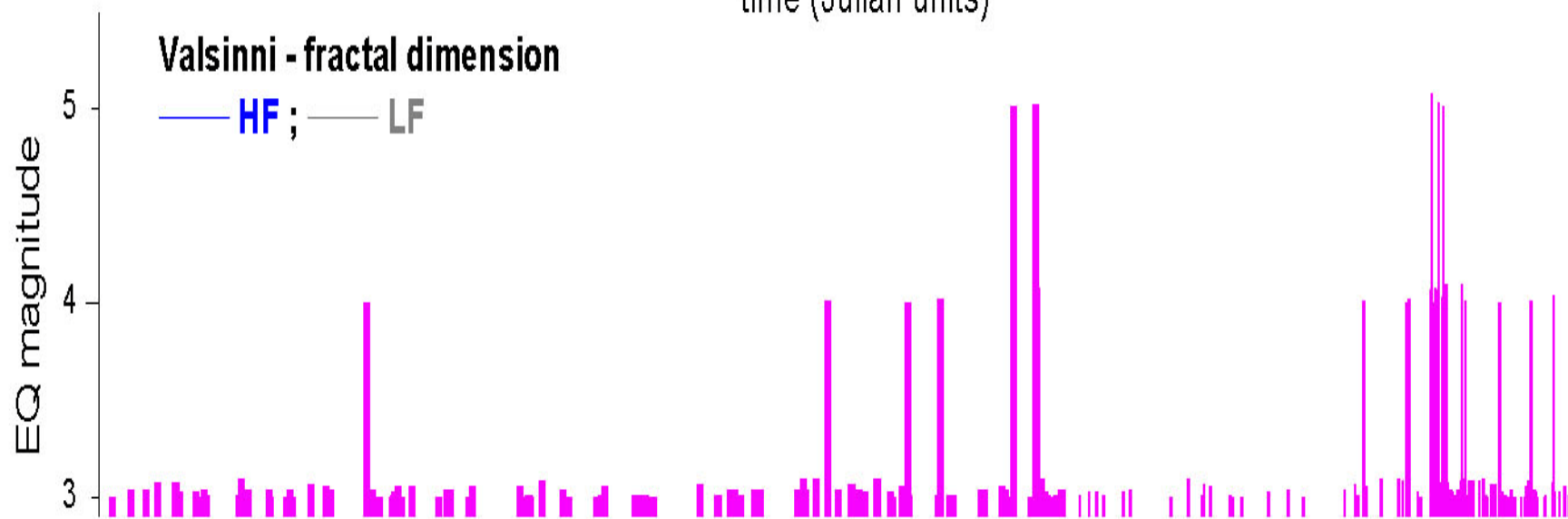
Valsinni
(Basilicata)





Valsinni - fractal dimension

— HF ; — LF



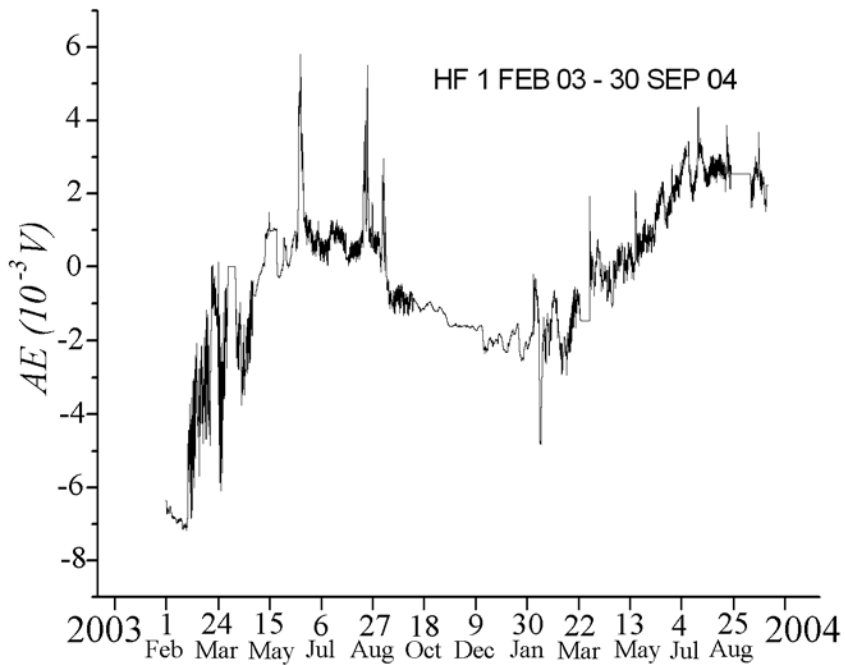
It is just like shacking a table

Consider a table with several glasses, variously replenished with wine

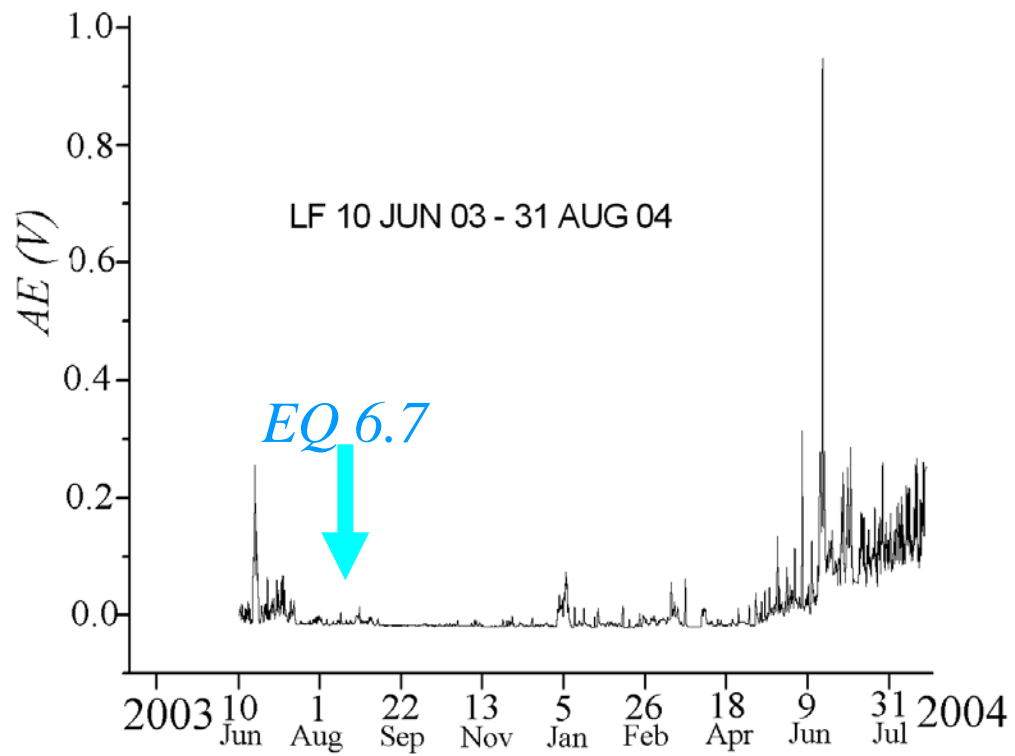
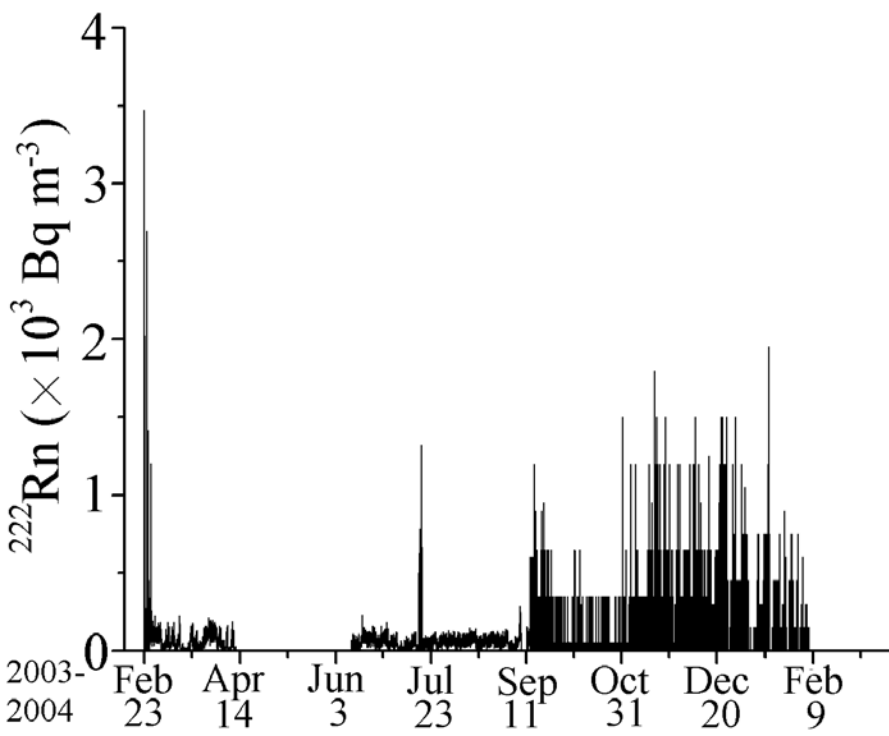
When the table is shaken, some glass experiences a “catastrophe” and wine gets out

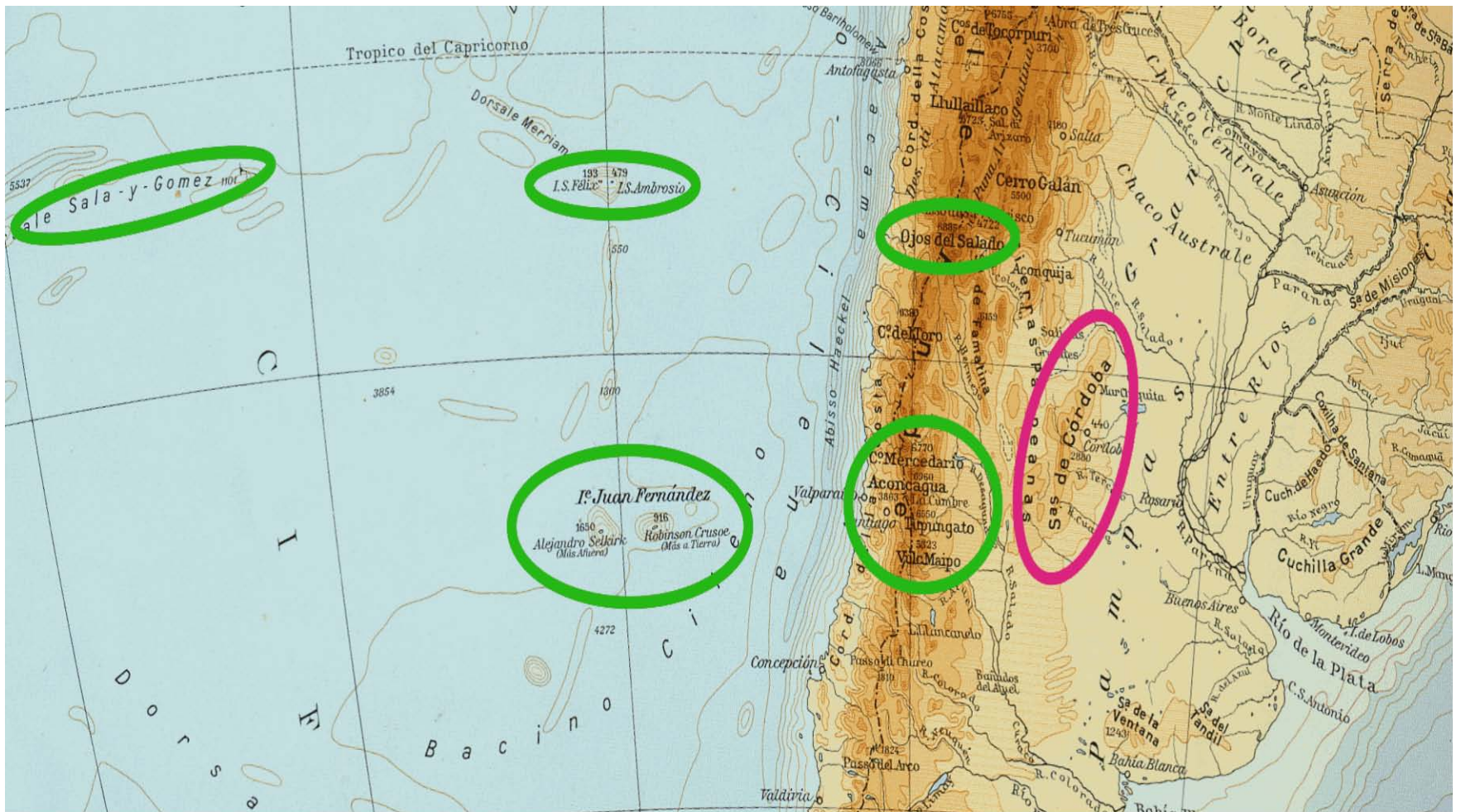
➤ Liken

**the table to a slab of lithosphere
the trembling wine to the crustal stress (that can be *AE* monitored),
and
the wine “catastrophe” to an earthquake**



Cefalonia





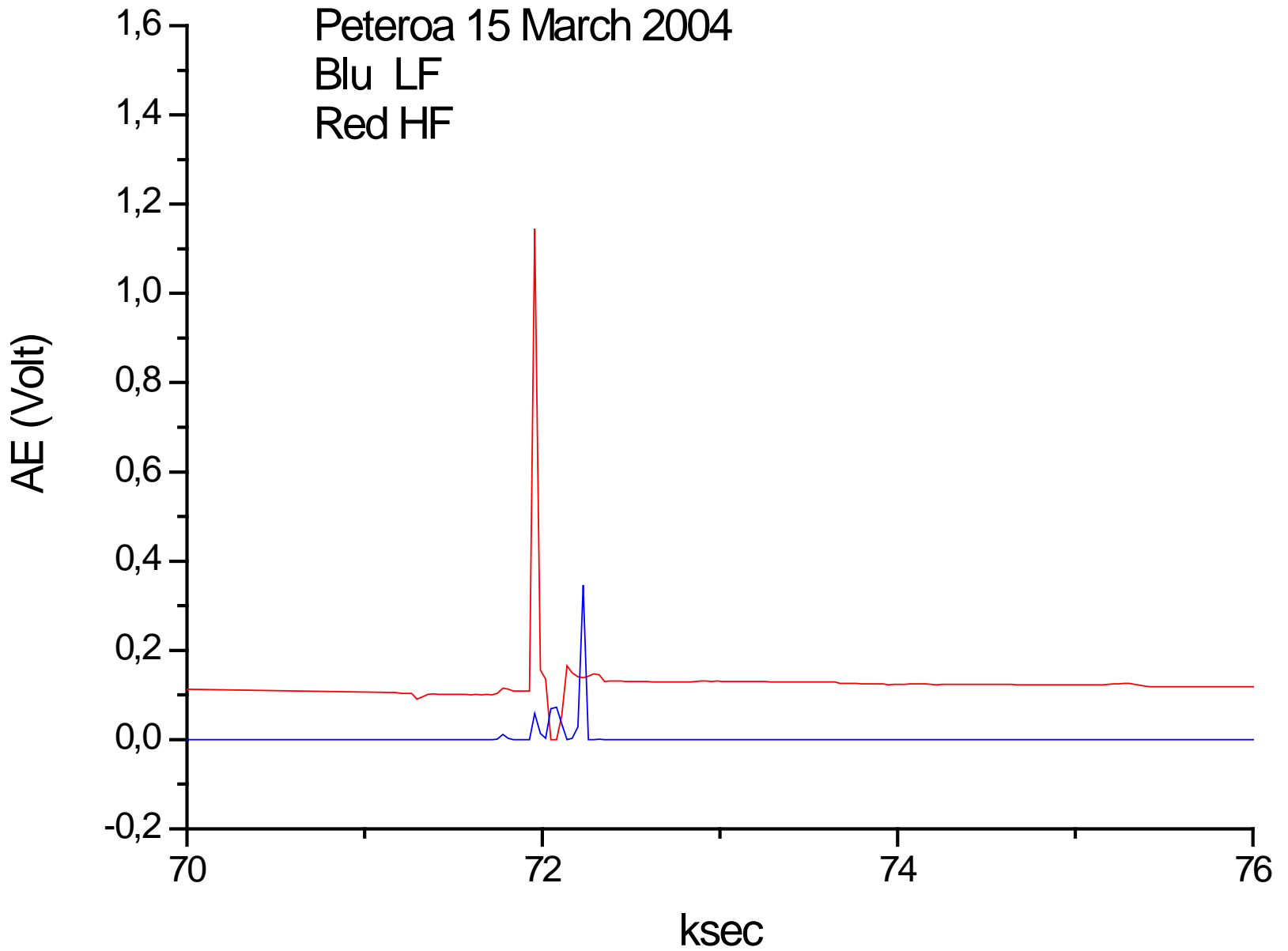
Eastward Easter-Island belt (EastEIB), i.e. the longitudinal belt or strip comprised between two alignments, at constant latitude. One runs at $\sim 27^\circ S$, through the Easter Island – Sala y Gomez – Islas Desventuradas (San Ambrosio and San Felix). The other is at $\sim 32^\circ S$, through the Juan Fernandez Islands.



Volcano Peteroa, occurring at the crossing of the Andes with the southern boundary of the *EastEIB*. The pictures, by one of the authors (G. Paparo), show himself with J. Ruzzante while they are setting up an *AE* recording station. The tiny fog on top of the mountain is originated by fumarolic

Fumarola en el Peteroa





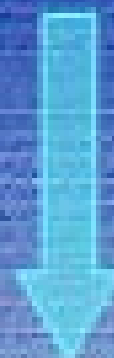
ICES - International Centre for Earth's Sciences



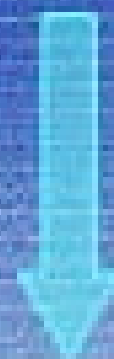
INOGS



CNR



INGV



OSUM

ICES-Argentina

SECYT-CONEA-CONICET

Intendencia de Malargue

28 Novembre 2006 Buenos Aires

ICES Departments

Processes and mechanisms

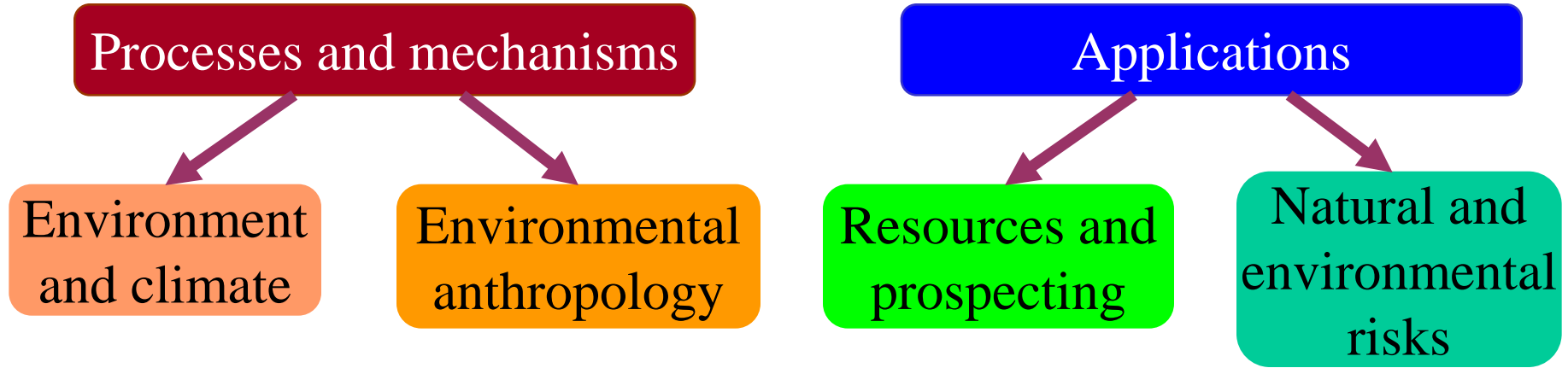
Applications

Environment
and climate

Environmental
anthropology

Resources and
prospecting

Natural and
environmental
risks



Conclusiões

- *Los señales Ultrasonidos*, encuentran un amplia gama de aplicaciones y en diferentes sectores disciplinares.
- *Las Emisiones Acusticas* ofrecen perspectivas ensperadas para el estudio de la memoria de los esfuerzos cual està sometido un elemento de una estructura o toda la estructura.

La EA es un medio diagnostico para investigaciões en metalurgia y en los materiales de interese cientifico, donde es necesario asociar las emision con las condiçiones físicas del medio (fatica, creep ecc.).

Con particulares tecnicas de detección de los señales de EA y con la aplicación de distintos métodos de analisis en los señales, se pueden arriesgar prevision sobre el subseguirse de fenomenos físicos paroxisticos.

- El sublevarse de señales de EA, siendo debidos a redistribución de energía en el material asociada a fenomenos de deformación y fractura, es el resultado de la **evolución de un proceso fisico.**

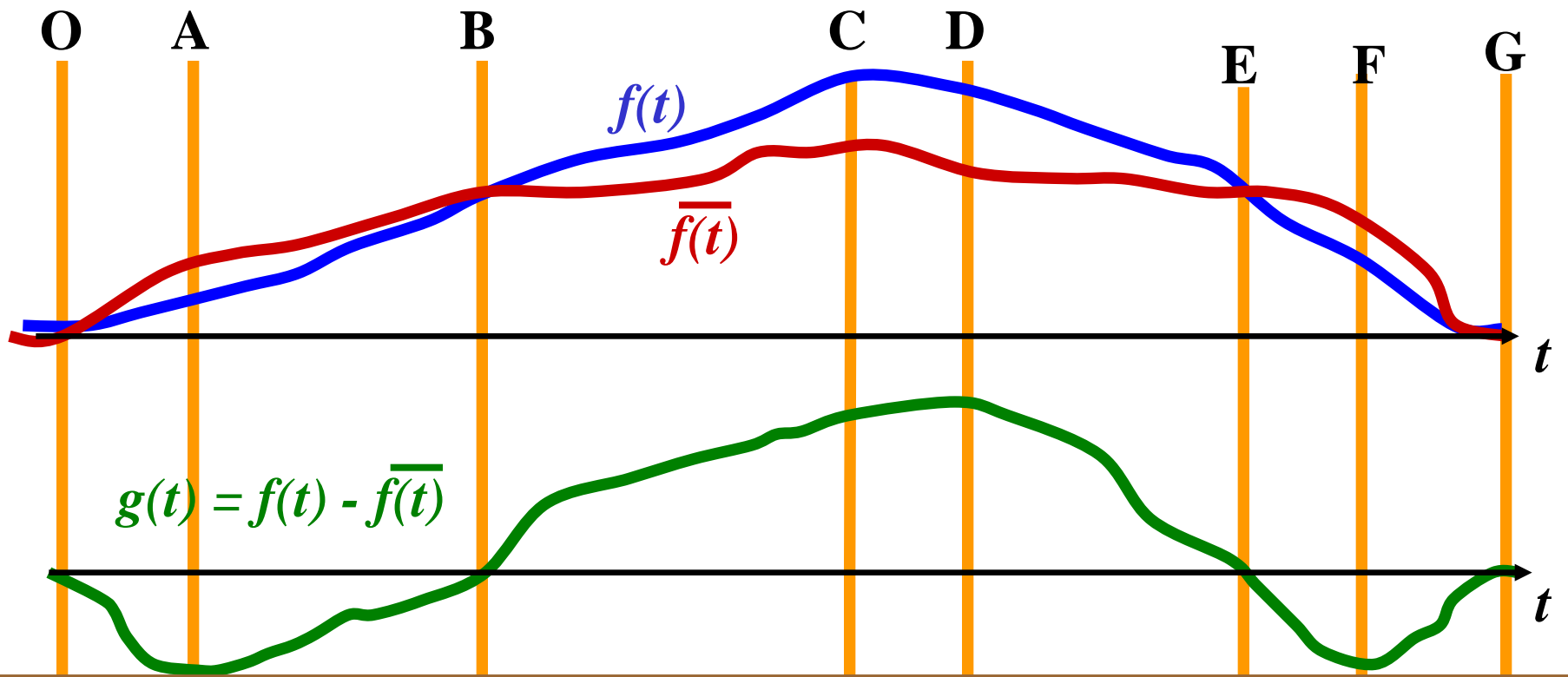
- *La EA revela los sòlos defectos patològicos del ejemplar en examen.*

- *En los materiales compuestos, nos habemos todavia areas inexplorade que conciernen la implicación de los fenomenos debido a la propagación de los ultrasonidos.*

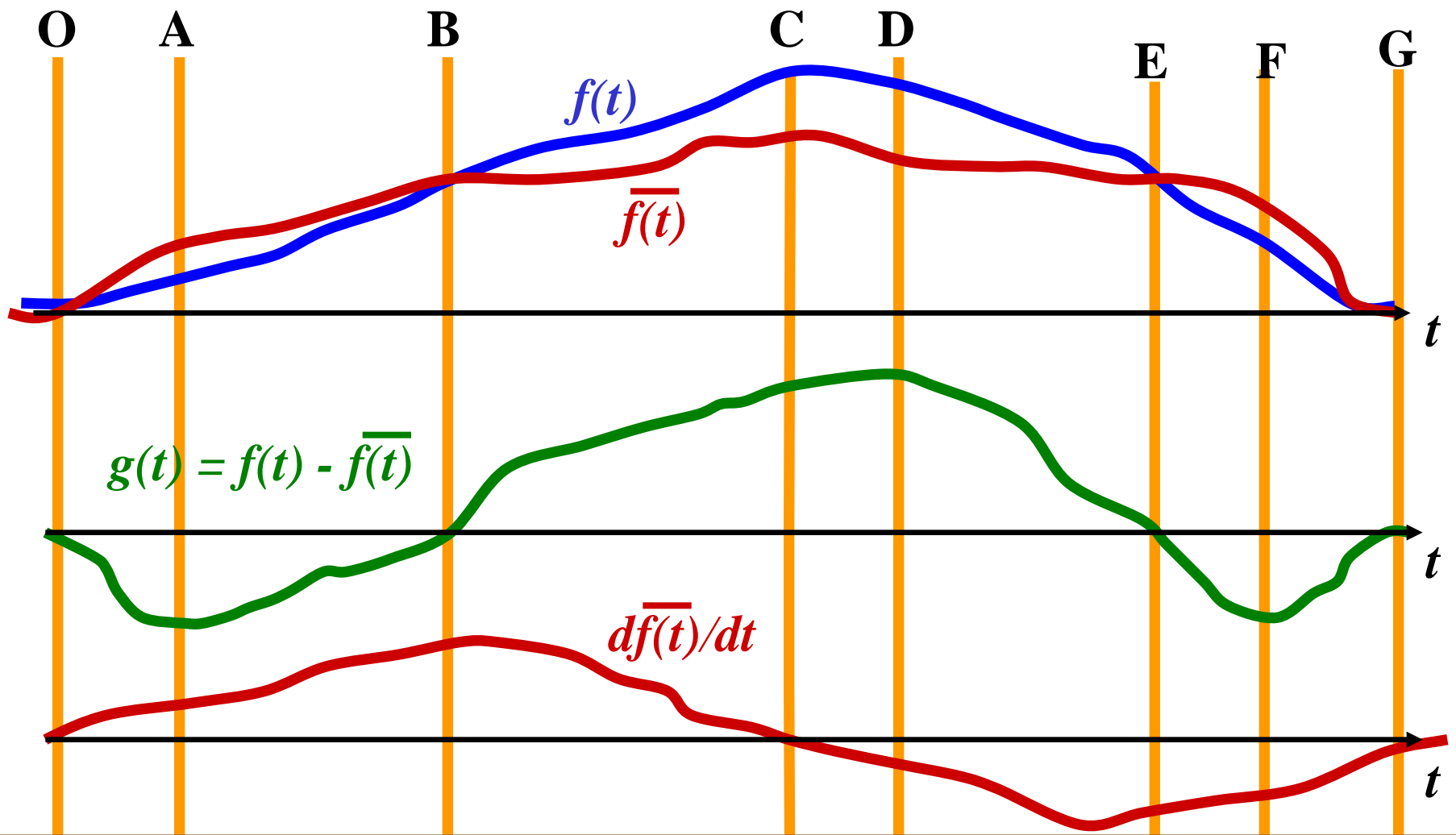


Muchas Gracias

Isla de Stromboli



The “hammer effect”



The “hammer effect”

