



Monitoraggio con la tecnica di emissione acustica e correlazione con l'attività sismica regionale: Il caso studio della cattedrale di Siracusa

Sommario

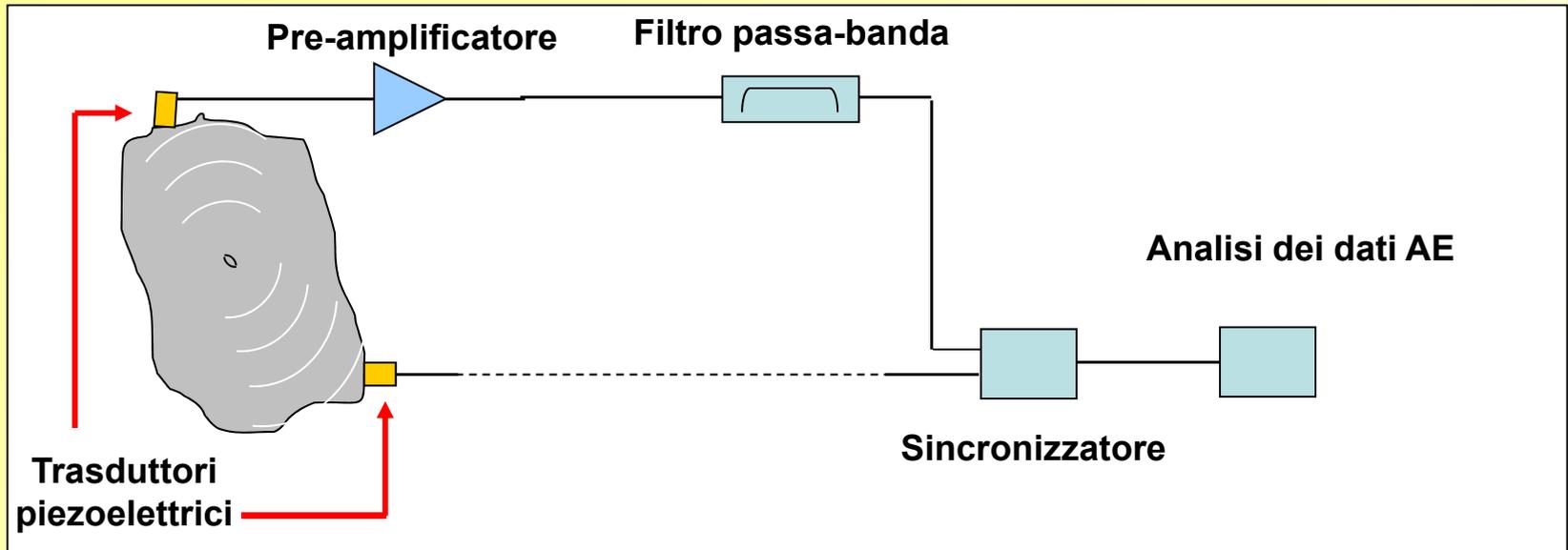
- È descritta un'applicazione della tecnica delle Emissioni Acustiche (Acoustic Emission, o AE) per valutare il livello di danneggiamento raggiunto da un pilastro della Cattedrale di Siracusa.
- Si è applicata una rete di trasduttori piezoelettrici (PZT), allo scopo di localizzare le aree più danneggiate del pilastro utilizzando semplici tecniche di triangolazione.
- Si è valutato il grado di influenza che l'attività sismica regionale ha sul processo di micro fessurazione che accompagna il deterioramento e l'invecchiamento della Cattedrale.

Il fenomeno delle emissioni acustiche

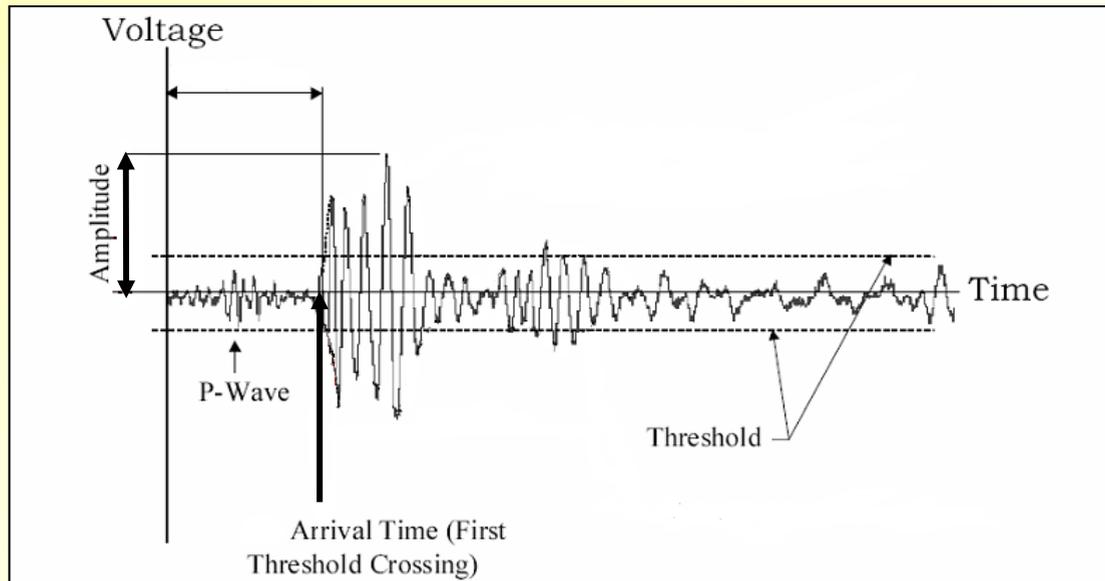
- Nei materiali eterogenei (rocce, calcestruzzo, compositi), la frattura avviene al culmine di un danneggiamento progressivo dovuto ai carichi applicati o alla severità delle condizioni ambientali.
- In particolare, il processo di microfratturazione è accompagnato dal rilascio spontaneo di energia sotto forma di onde elastiche transitorie, o emissioni acustiche (AE).



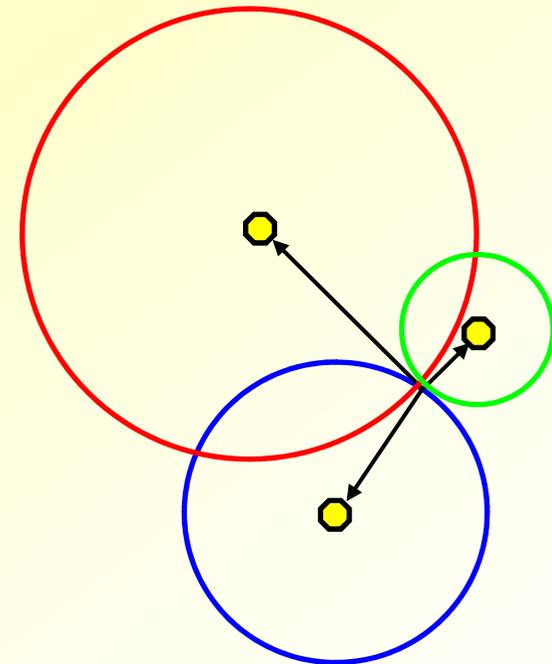
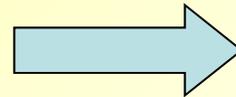
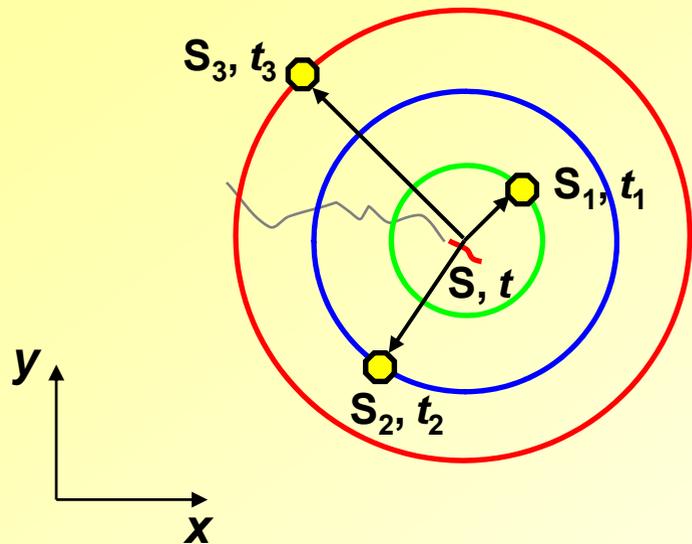
La tecnica delle emissioni acustiche



Il segnale di emissione acustica



Localizzazione di sorgenti AE mediante triangolazione



$$v(t_1 - t) = [(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2]^{1/2}$$

$$v(t_2 - t) = [(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2]^{1/2}$$

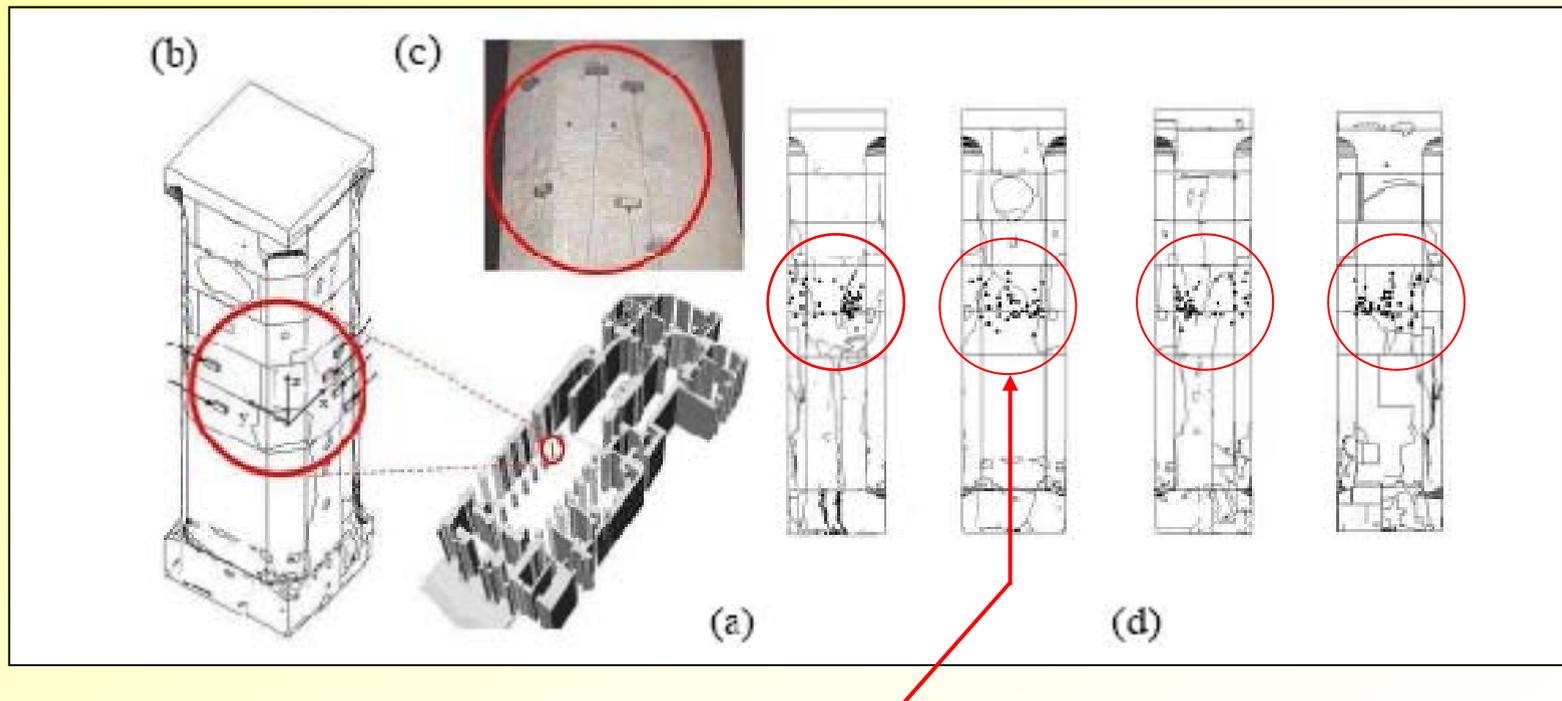
$$v(t_3 - t) = [(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2]^{1/2}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v(t_1 - t) = [(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2]^{1/2} \\ v(t_2 - t) = [(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2]^{1/2} \\ v(t_3 - t) = [(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2]^{1/2} \end{array} \right.$$

- Emissioni Acustiche come fenomeni precursori della frattura macroscopica
- Applicazione in zone ad elevato rischio sismico
- Edifici soggetti ad accelerato degrado per la severità delle condizioni ambientali (terremoti frequenti di piccola magnitudo) ?
- → Aumentata vulnerabilità ai terremoti più intensi

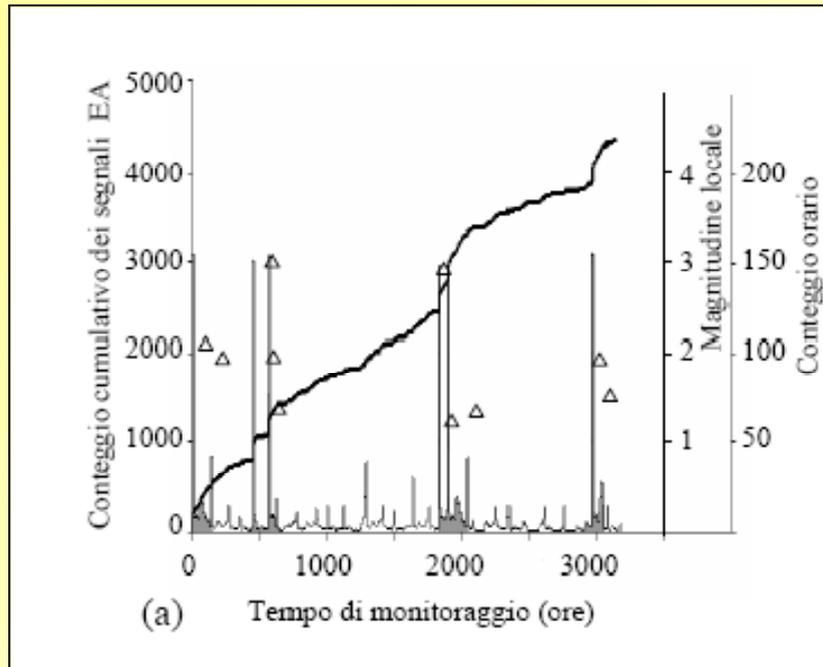
Il monitoraggio della Cattedrale di Siracusa

- Per l'applicazione della tecnica AE, è stato scelto un pilastro, con fessurazioni visibili su tutti i lati
- Il monitoraggio è durato quattro mesi

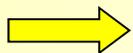
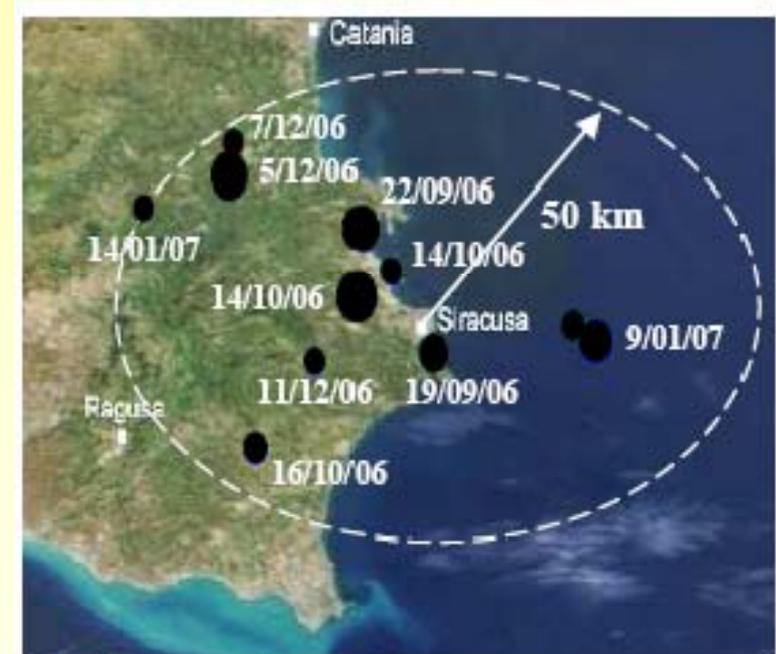


- Utilizzo di una rete di trasduttori per localizzare le sorgenti AE
- Buona coincidenza col quadro fessurativo (in evoluzione)

- Evoluzione temporale del danneggiamento mediante conteggio dei segnali AE
- Considerati i terremoti (di magnitudo > 1.2) avvenuti nel Siracusano durante il periodo di monitoraggio



△ = Evento sismico



I picchi di attività AE nel pilastro si osservano spesso in corrispondenza di un evento sismico: la struttura sembra sensibile all'attività sismica, ancorché moderata

Leggi di scala per le emissioni acustiche e i sismi

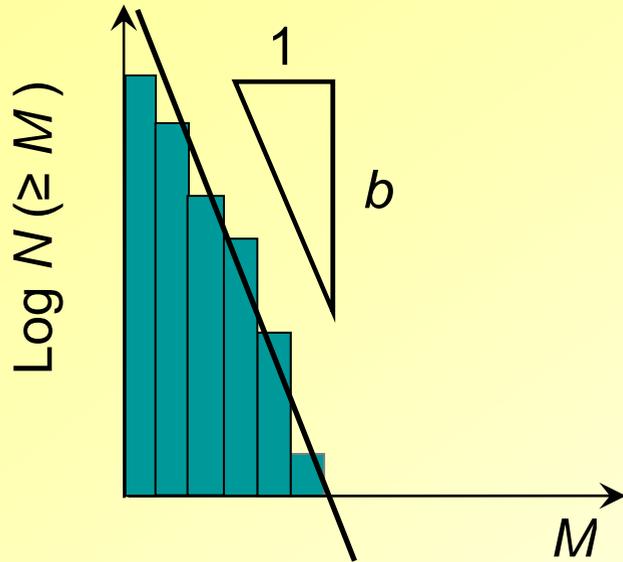
- Negli anni 60 si ipotizza che i terremoti superficiali siano causati dalla frattura fragile della crosta terrestre quando è sottoposta a sforzi interni
- Per verificare sperimentalmente questa idea, Mogi (1962) studia le AE rilasciate da campioni di laboratorio sotto sforzo, con l'idea che se la frattura è la causa dei sismi superficiali, allora tra i due processi devono emergere delle similitudini

Mogi verifica per primo che anche AE dal processo di frattura conferma la legge di Gutenberg - Richter (1938) per i terremoti:


$$\text{Log}(N \geq M) = a - bM$$

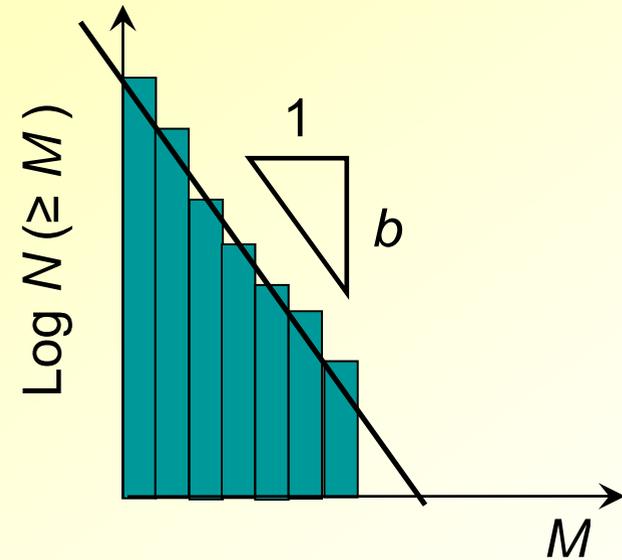
relazione che esprime il numero N di eventi AE con magnitudo $\geq M$
($M = \text{dB} / 20$)

La pendenza b della distribuzione esprime il livello di danneggiamento raggiunto



Grandi valori di b (1.2 – 1.5): molti eventi AE di piccola ampiezza rispetto a quelli di grande ampiezza.

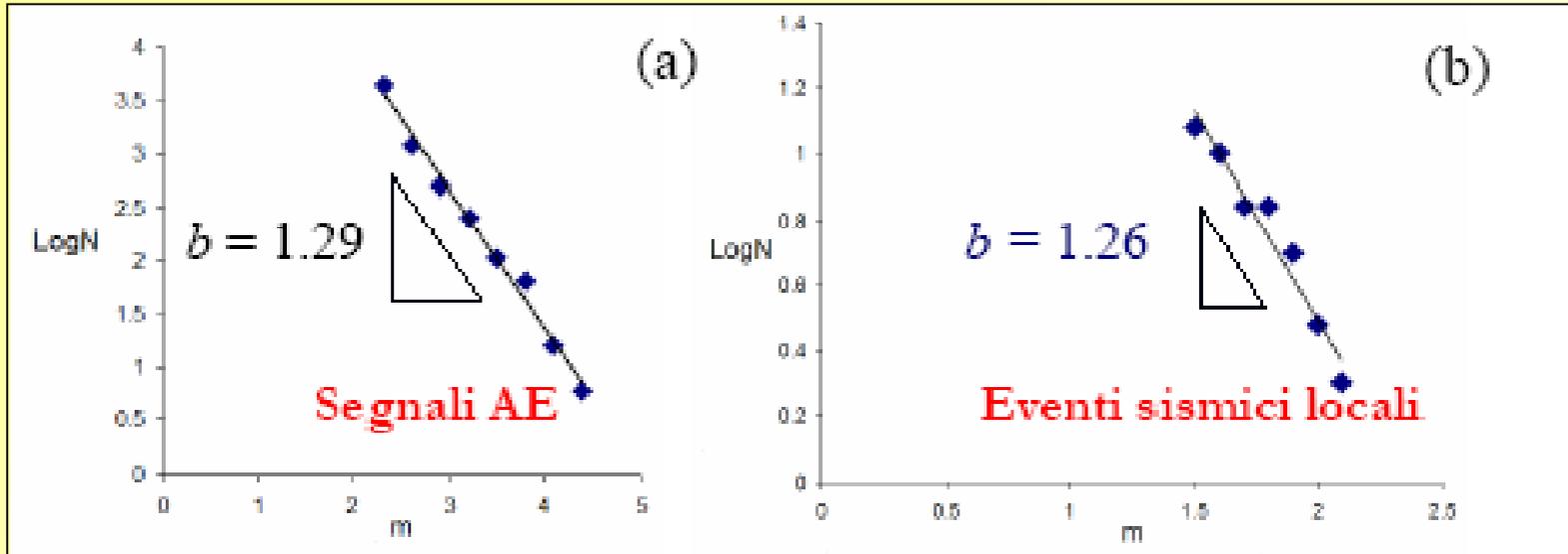
Distribuzione dominata da microfratture



Piccoli valori di b (1.0 – 1.2): gli eventi AE di grande ampiezza sono aumentati.

Comparsa di macrofratture

Distribuzione statistica dei segnali AE e dei terremoti



(le due scale di magnitudo non sono confrontabili)

Conclusioni

Il fatto che attività AE e sismicità regionale abbiano le stesse proprietà di scala (esprese dalla similitudine fra i rispettivi valori di b), è un ulteriore indice di una correlazione esistente fra i due fenomeni

Il progressivo, ancorché lento, processo di danneggiamento della Cattedrale pare influenzato anche da una modesta attività sismica locale.