

Relazione Scientifica

Luciano Telesca

ISTITUTO DI METODOLOGIE PER L'ANALISI AMBIENTALE (IMAA),
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE,
C.DA S.LOJA,
85050 TITO(PZ), ITALY

1.1 Titolo del programma di ricerca:

“Analisi statistica con metodologie non lineari della sismicità indotta da bacino nell’area di Açu (NE Brasile) e studio di correlazione con le variazioni di livello dell’acqua”

Il proponente



Il fruitore



1.2 **Keywords** : Terremoti, metodi statistici, serie storiche

1.3 **Dipartimento:** Terra e Ambiente

1.3 **Durata:** 21 giorni

1.4 **Periodo:** dal 07/10/2010 al 27/10/2010

2 ATTIVITA' SVOLTE

Durante la permanenza presso la Departamento de Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte di Natal (Brasile), l'attività di ricerca è stata rivolta all'analisi statistica delle misure di livello di acqua del bacino di Açu, che induce sismicità, misurata a partire dal 1987.

Sono state analizzate, in particolare, le serie di valori mensili di livello di acqua e del numero di eventi sismici verificatisi nell'area del bacino.

2.1 ANALISI STATISTICA STANDARD

E' stato analizzato il periodo dal 1987 al 1997.

Fig. 1 mostra i dati mensili di livello di acqua (L) e di numero di terremoti (N) misurati dal gruppo locale brasiliano.

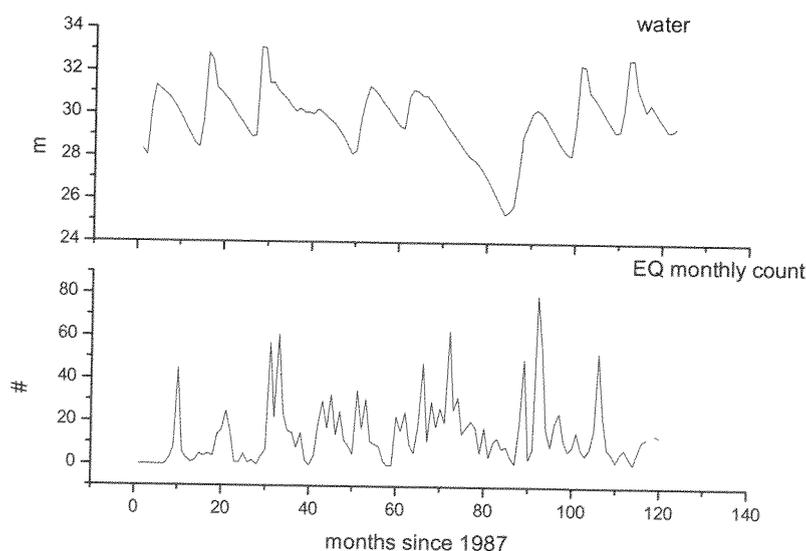


Fig. 1. Livello di acqua (L) e numero di terremoti (N) misurati nel bacino di Açu dal 1987 al 1997.

I segnali si presentano alquanto irregolari, anche se la periodicità almeno annuale sembra caratterizzarli entrambi. Sembra anche visibile la correlazione tra i due segnali, nel senso che i picchi nel livello dell'acqua sono seguiti da quelli nel numero di terremoti, anche se tale corrispondenza sembra più evidente nei primi anni di misura e meno negli ultimi anni di misura, specie dopo la fase di siccità nella quale il livello di acqua scese significativamente al di sotto della media.

Per poter effettuare le ulteriori analisi si è proceduto alla standardizzazione dei segnali, ossia a rimuoverne le rispettive medie e normalizzarli alle rispettive deviazioni standard.

I risultati sono mostrati in Fig. 2.

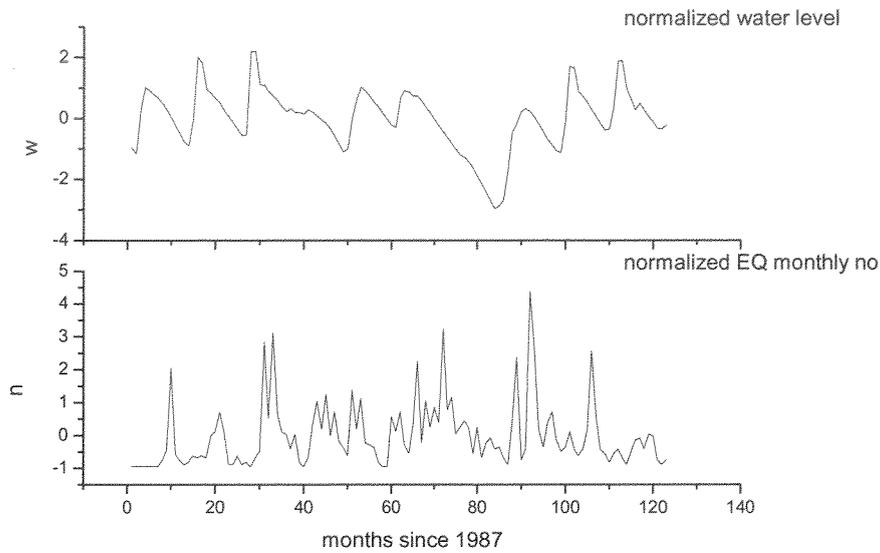
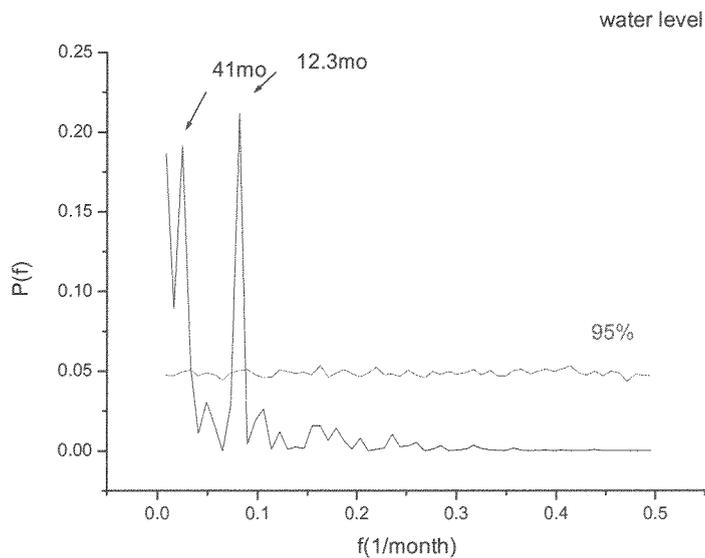


Fig. 2. Normalizzazione del livello di acqua (w) e numero di terremoti (n).

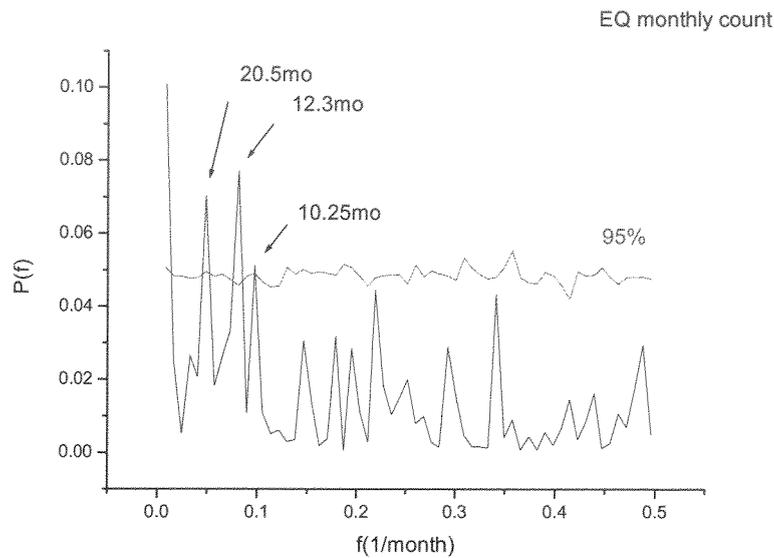
2.2 ANALISI SPETTRALE

Per evidenziare la presenza di periodicità legate a fenomeni meteo-climatici, si è effettuata un'analisi delle proprietà spettrali dei due segnali calcolandone lo spettro densità di potenza (PSD).

Fig. 3 mostra gli spettri densità di potenza (PSD) di entrambi i segnali, calcolati con il metodo del periodograma.



a)



b)

Fig. 3. Spettri densita' di potenza del livello di acqua (a) e numero di terremoti (b).

I due spettri mostrano la presenza di componenti periodiche, rivelate dai picchi in frequenza centrate su particolari periodi. Sono anche indicati i livelli di confidenza al 95%. Entrambi i segnali presentano la componente piu' significativa centrata su 12 mesi. Pertanto tale oscillazione, dovuta a fattori di ciclicita' meteo-climatica, tipica del livello dell'acqua modula anche l'attivita' sismica, che risulta pertanto indotta dal bacino. Fig. 4 mostra i due spettri sovrapposti per meglio evidenziare tale corrispondenza.

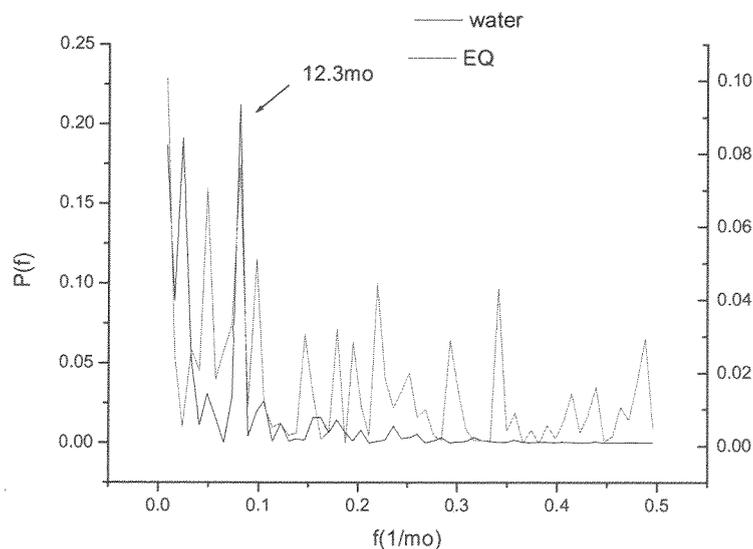


Fig. 4. Sovrapposizione degli spettri densita' di potenza del livello di acqua (a) e numero di terremoti (b).

Per valutare lo sfasamento o il ritardo tra le due oscillazioni, vengono estratte dai segnali le periodicita' annuali e rappresentate in Fig. 5.

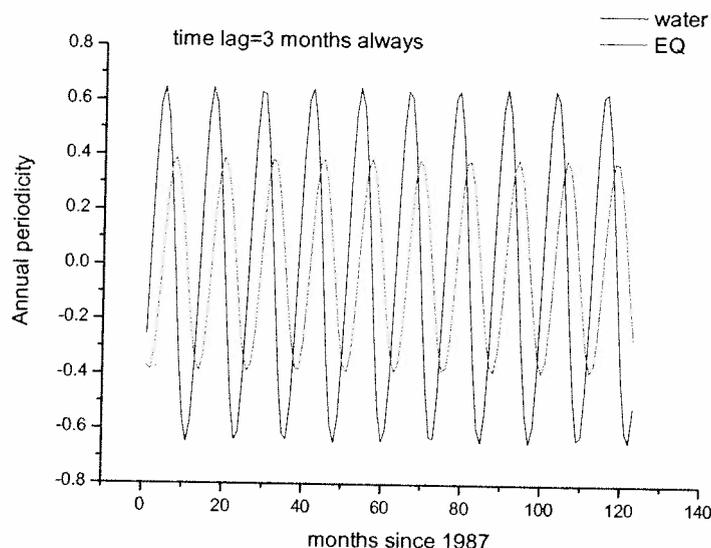


Fig. 5. Oscillazione annuale di w e n e loro sfasamento temporale.

Dalla Fig. 5 si osserva che le due oscillazioni sono sfasate esattamente di 3 mesi, con un ritardo dell'oscillazione del numero dei terremoti rispetto a quella del livello di acqua. Pertanto, il massimo di sismicit  e' generalmente indotto con un ritardo di 3 mesi rispetto al massimo del livello di acqua.

2.3 ANALISI DI CORRELAZIONE

Per meglio caratterizzare la correlazione tra i due segnali, si   effettuata un'analisi di correlazione variabile nel tempo. Si   considerata una finestra di 3 anni, e la si   spostata sulle due serie simultaneamente con un passo pari a 1 mese. In ciascuna finestra si   calcolata la cross-correlazione tra w e n . I risultati sono mostrati in Fig. 6. Sull'asse delle ascisse   indicato il tempo, corrispondente all'estremo superiore della finestra mobile e sull'asse delle ordinate il time lag (da -12 a 12 mesi).

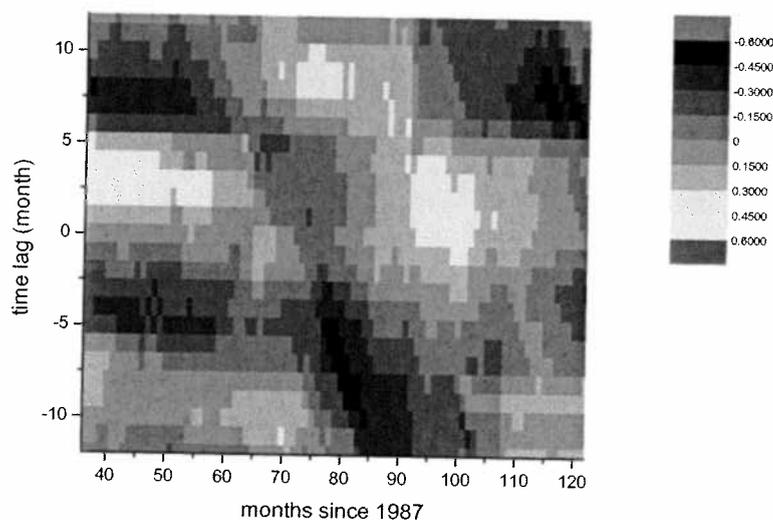


Fig. 6. Correlazione tra w e n .

Tenendo conto della significatività al 95%, si sono eliminati tutti i pixel poco significativi e pertanto la Fig. 6 si è ridotta a Fig. 7.

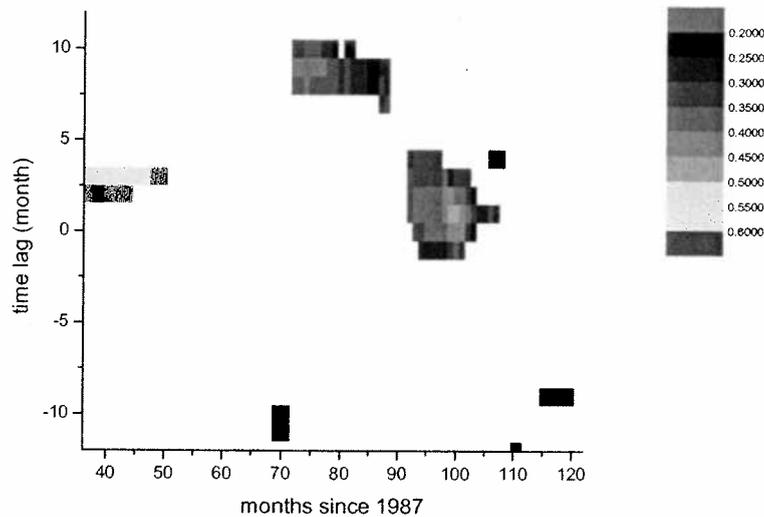


Fig. 7. Correlazione tra w e n dopo analisi di significatività al 95%.

Si osserva che a parte i pixel residui per valori di time lag maggiore di 5 o minore di -5, che possono spiegarsi come dovuti a artefatti nel calcolo, le due serie sono significativamente correlate nella prima parte fino al mese 50, con time lag intorno al mese 3, e nella seconda parte dal mese 90 al mese 106 con time lag intorno a 1 mese.

3. RISULTATI OTTENUTI

3.1 Individuazione di ciclicità

Le tecniche usate hanno evidenziato negli spettri di potenza la presenza della periodicità annuale. L'attività sismica della zona investigata è pertanto modulata dalla dinamica del livello del bacino.

3.2 Individuazione di due meccanismi di sismicità indotta

L'analisi della correlazione variabile nel tempo ha rivelato la presenza di due meccanismi di sismicità indotta: a) quello di tipo ritardato, nella prima parte della serie esaminata, con time lags dell'ordine di 3 mesi; b) quella di tipo immediato nella seconda parte della serie esaminata, con time lags dell'ordine di 1 mese.

3.3 Attività seminariale

Durante la mia permanenza nel Departamento de Geofísica (UFRN) a Natal, il giorno 21/10/2010 ho tenuto il seminario "Some methodological approaches in investigative earthquakes: Fractals and Non-extensivity".

4 VALUTAZIONE CRITICA DELL'INIZIATIVA

La qualità della attività di ricerca condotta nel corso della permanenza presso la Dipartimento de Geofisica, Universidade do Rio Grande do Norte, Natal (Brasile) è testimoniata dai seguenti indicatori oggettivi:

- Pianificazione di sottomissione a rivista internazionale di almeno un lavoro con citazione del programma di Short-term mobility del CNR
- Presentazione dei risultati ottenuti nell'ambito di questo programma di ricerca alla **IUGG General Assembly, 27 June - 8 July, Melbourne, Australia**
- Rafforzamento dell'attività di collaborazione internazionale

L'attività svolta nell'ambito di questo programma di ricerca ha posto le basi per proseguire la collaborazione con il Dipartimento di Geofisica (UFRN), nella persona del Prof. A. F. do Nascimento, con cui sono stati presi accordi sull'analisi di ulteriori dati sismici.

5 RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano:

- il CNR, per la concessione del finanziamento nell'ambito del programma di "Short-term mobility 2010" con il quale la presente attività di ricerca è stata svolta;
- il Dipartimento de Geofisica (UFRN), per l'ospitalità concessa durante il periodo di soggiorno a Natal per condurre la presente ricerca;
- il Prof. A. F. do Nascimento, per la collaborazione fornita, per i dati messi a mia disposizione per l'analisi effettuata nell'ambito della presente ricerca.

Il proponente



Il fruitore

