

## TRENT'ANNI DI MICROZONAZIONI SISMICHE: PROBLEMI E PROSPETTIVE



**D. Albarello**  
Università degli Studi di Siena



**M. Mucciarelli**  
Università degli Studi della Basilicata



**F. Pergalani**  
Politecnico di Milano

Sala A conferenze - Terza Torre, Viale della Fiera, 8 – Bologna – 19 Aprile 2012

Una prospettiva storica aiuta a capire le difficoltà pratiche e concettuali affrontate nel passato e le direzioni verso cui ci muoviamo

Ci sono alcuni **binomi chiave** attorno a cui ruota una discussione sul passato e il futuro della Microzonazione Sismica (MS)

1. **Quando** e **Dove** la MS: priorità della fase post-emergenza e normale attività di prevenzione a medio termine
2. **Chi** fa la MS: gruppi di esperti (quali?) e sapere distribuito sul territorio
3. **Come** si fa la MS: frontiere di ricerca e sapere consolidato
4. **Quali dati** per la MS: procedure intensive (molto in aree ristrette) e estensive (poco in aree estese)
5. **Quale uso** della MS: pianificazione territoriale e rapporti con le norme tecniche per le costruzioni



La relazione di Baratta a seguito del grande Terremoto del 1908 segna il primo (ed anche l'unico fino al 1970) studio di microzonazione sismica in Italia

Elemento chiave dell'approccio è la ricostruzione dettagliata dei danni agli edifici in rapporto ad alcune caratteristiche **morfologiche** e **geologiche** del terreno

Scopo di quella microzonazione è di fatto la comprensione del fenomeno, da cui emergeranno indicazioni generali **per la pianificazione della ricostruzione** che verranno integrate nelle norme tecniche per la ricostruzione diramate successivamente (18 Aprile 1909)

*"È vietato costruire edifici su terreni paludosi, franosi, o atti a scoscendere, e sul confine fra terreni di natura od andamento diverso, o sopra un suolo a forte pendio, salvo quando si tratti di roccia compatta; nel quale ultimo caso è indispensabile preparare all'edificio uno o anche più piani orizzontali d'appoggio, eseguendo gli scavi necessari".*

(Curiosamente, nella commissione tecnica cui è affidata la ricostruzione manca un geologo)

Nonostante all'estero siano in corso studi sull'argomento sin dagli anni '50, fra il **1970 e il 1980** vengono effettuati solo tre studi di microzonazione "sperimentale", non legati ad eventi sismici recenti e che non hanno nessun impatto sulla normativa vigente.

Si tratta di studi "pilota" su aree relativamente ristrette (Val Rosandra, 1970; Matera, 1973; Palermo, 1979) condotti con metodi a basso costo e di tipo speditivo (approccio di Medvedev basato sulla sola litologia superficiale e metodo dei microtremori secondo l'approccio di Kanai) con l'impiego di più o meno estensivo ed efficace di dati di tipo geologico

A valle dei due terremoti di Ancona (1972) e del Friuli (1976) vengono invece effettuati in fase post-evento due veri e propri studi di microzonazione sismica (anche se su aree relativamente ristrette quali quelle di Ancona e Tarcento) con l'impiego di tecniche **intensive** (estesa raccolta dati di sondaggi prodotti ad-hoc, modellazione 1D e 2D della risposta sismica locale) che getteranno le basi metodologiche per gli studi futuri.

Questi studi hanno tre caratteristiche fondamentali :

1. Sono frutto del concorso di Enti Locali (come supporto tecnico essenzialmente), di Università e centri di Ricerca senza il concorso di professionisti locali
2. Coprono con metodi intensivi (e costi elevati) aree relativamente estese con tutti i problemi conseguenti al reperimento, alla gestione e ai costi di grandi quantità di informazioni distribuite su aree relativamente vaste
3. Vengono "guidate" da istanze provenienti dalle amministrazioni locali per fornire elementi di valutazione di tipo "urbanistico" (programmazione di uso di aree) anche se, di fatto, mutuano una forma di risultati conforme alle esigenze delle norme tecniche per le costruzioni allora vigenti (coefficiente di fondazione)

Quest'ultimo punto finisce con confermare una certa confusione (per certi versi necessaria ed ancora irrisolta) fra le **norme tecniche (NTC)** e quindi la **progettazione** e la **pianificazione urbanistica**: di fatto **la MS assume "il linguaggio" delle NTC vigente**

Alcuni elementi chiave emersi a valle delle MS di **Ancona** e **Tarcento**:

1. l'informazione geologica a scala adeguata (1:5000, 1:10000) è importante (si tenga presente che all'epoca la cartografia geologica era assai più carente di quella attuale) ma richiede un **approccio differente da quello "canonico"** ed ha lo scopo di delimitare l'**estensione areale** delle diverse unità lito-stratigrafiche utilizzate per la modellazione della RSL su situazioni "tipo"

2. La MS condotta esclusivamente con metodi "intensivi" (largo uso di sondaggi e prove in foro) è assai costosa e richiede tempi relativamente lunghi: quindi va decisa con cautela; peraltro i risultati ottenuti con metodi speditivi (quelli allora disponibili) non sembrano coerenti con quanto ottenuto dalla modellazione numerica ponendo non pochi problemi di tipo concettuale

3. E' necessario definire un qualche rapporto fra la normativa vigente e i risultati della MS

Inoltre si tratta di indagini condotte in una fase immediatamente successiva ad un terremoto distruttivo. Questo permette l'uso dei **dati danneggiamento** come "guida" alla MS e di **dati accelerometrici** legati all'evento principale ed alle scosse successive (la scelta di Tarcento è emblematica)

La possibilità di applicare estensivamente quanto emerso dalle esperienze di Ancona e Tarcento è offerta dalle attività promosse dal Progetto Finalizzato Geodinamica a supporto della ricostruzione delle aree colpite dal **Terremoto Irpino del 1980** e che coinvolge, oltre al CNR, numerose Università e centri ricerca privati, con il fattivo supporto di tecnici regionali della **Regione Emilia-Romagna e della Toscana**

Si tratta di un punto di svolta in termini **quantitativi** (sono ben 39 i centri abitati della Campania e Basilicata interessati) con tutto quello che comporta in termini di coordinamento, gestione e spese

La grande estensione areale implica il largo impiego di metodi **speditivi** di tipo essenzialmente qualitativo (elementi geologici e geomorfologici assieme a dati di danno osservato)

Particolare rilievo hanno le indagini geomorfologiche che si concentrano sulla delimitazione delle aree con terreni instabili



I risultati hanno la forma di indicazioni sulla **perimetrazione** di aree caratterizzate da analoghi problemi corredate da indicazioni di tipo **qualitativo** sulle modalità di ricostruzione nelle diverse aree o sull'incremento "suggerito" del coefficiente di fondazione (anche in questo caso, la MS viene applicata attraverso le Norme Tecniche)

I risultati non poterono essere inquadrati in un quadro normativo coerente e non fu monitorata l'effettiva implementazione nella fase di ricostruzione





Un esito culturalmente importante di quella esperienza è la redazione di vere e proprie “linee guida” nelle quali le procedure più avanzate al momento disponibili vengono descritte in dettaglio con il contributo delle diverse componenti disciplinari (geologica, sismologica, geotecnica, ingegneristica)

Vengono focalizzati gli aspetti principali e più problematici (la determinazione della pericolosità sismica di base, la parametrizzazione geotecnica, i metodi di prospezione, i codici numerici da impiegare, la scelta del terremoto di riferimento, la parametrizzazione dei risultati)

Fanno anche “capolino” in quella sede nuove tecniche “speditive” (microtremori) che affiancano (anche se con accenti assai problematici) l’approccio “classico” alla Medvedev

Un'altra importante esperienza viene condotta in occasione dello sciame sismico che colpisce la regione al confine fra **l'Umbria e le Marche nel 1997**

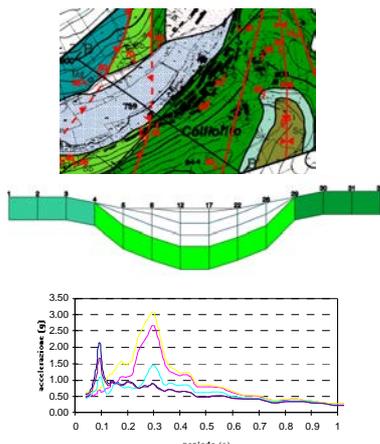
Si tratta nuovamente di una esperienza che interessa un'area estesa (saranno 60 le località considerate e scelte sulla base della loro rappresentatività in termini di situazioni stratigrafiche e geomorfologiche locali)

Anche in questo caso le amministrazioni pubbliche locali (Regione Marche e Regione Umbria) concorrono largamente alle indagini ed alla costruzione delle carte di MS insieme al Servizio Sismico Nazionale al CNR

Si va consolidando l'approccio già parzialmente descritto nelle “linee guida” del 1986 che implicano:

1. Collezione di dati geologici e geomorfologici alla scala di dettaglio (1: 5000) per la determinazione degli areali
2. Definizione di configurazioni “standard” da considerare nell'analisi numerica
3. Identificazione di terremoti di riferimento da utilizzare nella modellazione numerica 1D o 2D delle configurazioni considerate
4. Definizione dei fattori di amplificazione (da considerarsi come rappresentativi dei coefficienti di fondazione da applicare per la progettazione)

Seguendo le indicazioni del 1986, elemento primario è la determinazione del fattore di amplificazione **FA** inteso come rapporto fra le **Intensità di Housner** alla superficie della configurazione esaminata e un sito di riferimento considerato rappresentativo del basamento sismico: questo rapporto viene interpretato come il “coefficiente di fondazione” presente nella normativa allora vigente (di fatto l’impiego della MS avviene attraverso le norme tecniche)



Tipologia delle situazioni	Litotipo	Spessore	Fa
E-5 Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, orlo di terrazzo)	Detrito	< 10m	1.2
		10-20m	1.4
		20-30m	1.6
		> 30m	1.0
			1.1
E-7 Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti	Fluvio lacustre limoso argilloso e Alluvioni limoso argillose	< 10m	1.1
		10-20m	1.3
		20-30m	1.4
		30-50m	2.0
			1.2
E-8 Zona pedemontana di falda di detrito e cono di deiezione	Fluvio lacustre sabbioso ghiaioso e Alluvioni sabbioso ghiaiose	< 10m	1.1
		10-20m	1.2
		20-30m	1.4
E-6 Zona di cresta	Rapporto altezza/larghezza	< 0.1	1.7
		0.1-0.2	1.0
		0.2-0.3	1.4
E-1,E-2,E-3 Zona instabile o potenzialmente instabile	Indagini "ad hoc" per valutare il reale grado di pericolosità e definire la fattibilità di eventuali interventi di stabilizzazione.		
E-4 Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti	Indagini "ad hoc" per valutare la fattibilità di eventuali interventi di bonifica e consolidamento.		
E-9 Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Indagini "ad hoc" per valutare la possibilità di cedimenti o costipamenti differenziali sotto sollecitazione sismica e conseguenti interventi in fondazione.		

Dopo il 1986, fino al terremoto del Molise del 2002, l’approccio alla MS non cambia sostanzialmente, anche se in molte occasioni viene ri-aperta la strada all’impiego di nuove tecniche di indagine speditive a basso costo (metodo H/V, metodi sismici alle onde superficiali) che troveranno larga applicazione nelle successive occasioni

In realtà il contesto delle attività di MS sta cambiando sensibilmente sotto due aspetti essenziali

**1. Vengono introdotte nuove e più complesse norme tecniche per le costruzioni che includono gli studi di Risposta Sismica Locale a scala del manufatto (almeno in certe condizioni) e comunque forniscono un nuovo possibile “linguaggio” alla MS (classi di suolo di fondazione)**

**2. Le Regioni e i loro corpi tecnici cominciano a sviluppare progetti di MS in proprio, dando luogo per la prima volta ad una visione di lungo periodo che considera la MS come uno strumento di riduzione del Rischio in fase di pianificazione territoriale e non più uno strumento per la gestione dell'emergenza**

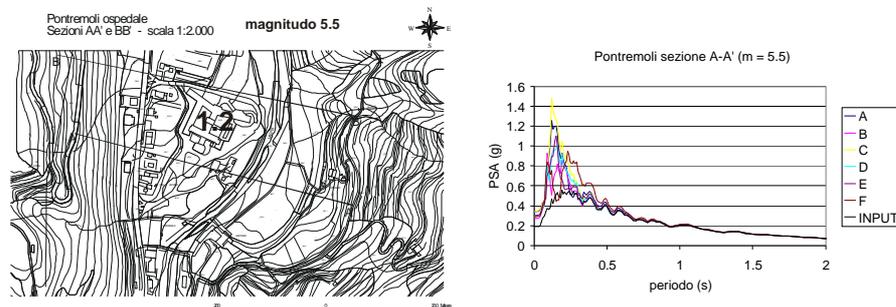
Importanti esperienze di MS vengono condotte su iniziativa delle amministrazioni locali. Per esempio nelle Marche tra il 1997 e il 2002, con il concorso di Università ed Enti di Ricerca coordinate dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti vengono costruite mappe di MS per Fabriano, Cagli, Offida, Serra d'Conti, Treia e Senigallia



## Regione Toscana

Già dal 1997 la Regione Toscana dà vita al Progetto VEL promuovendo Indagini geologiche (rilievo 1:2000 sulle aree a maggiore pericolosità), indagini geotecniche e geofisiche su numerose località con lo scopo di fornire indicazioni utilizzabili nell'ambito della progettazione (di fatto viene adottato in pieno il "linguaggio" delle NTC con l'uso del parametro Vs30 ecc.)

La Regione promuove anche il coinvolgimento dei professionisti presenti sul territorio per l'esecuzione delle indagini, sviluppando apposite specifiche tecniche con il concorso anche degli Ordini professionali



Tuttavia, né l'esperienza Marchigiana né quella Toscana producono risultati sul piano normativo e manca una generale implementazione della MS nella pratica della pianificazione territoriale

In questo senso fanno da apri-pista le esperienze della Regione Emilia-Romagna e della Lombardia che rispettivamente nel 2002 e nel 2008, daranno corpo a interventi legislativi volti ad integrare pienamente la MS nella pratica della pianificazione

Questa nuova veste della MS pone nuovi problemi:

*1. Come fare a rendere compatibile (in termini di costi e conoscenze disponibili) un uso estensivo della MS condotta con le tecniche correnti?*

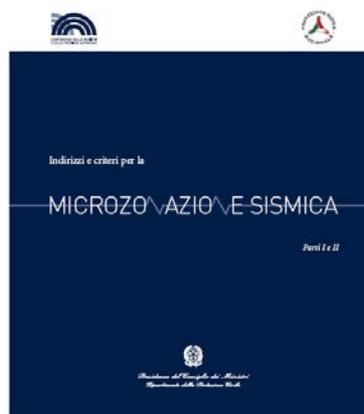
*2. Come mettere in grado i professionisti e gli organi di controllo di sviluppare studi di MS anche senza il supporto di Organi di Ricerca e di centri specializzati?*

Una prima risposta viene fornita sviluppando una **logica** modulare (già adottata del manuale internazionale TC4) che prevede l'impiego di **diversi livelli di approfondimento** della MS, ciascuno caratterizzato da complessità diversa, con finalità proprie e costi crescenti in funzione del maggiore livello conoscitivo richiesto.

Il progredire delle diverse esperienze condotte dalla diverse Regioni (alla lista si aggiungono progressivamente la Regione Umbria, la regione Molise, la Regione Lazio, Regione Basilicata) e la crescente eterogeneità degli approcci proposti hanno indotto il Tavolo Unificato delle Regioni e delle Province Autonome a definire degli Indirizzi aggiornati per le attività future nelle diverse realtà regionali

Il documento (IMCS, 2008) viene costruito con il concorso dei tecnici regionali da anni impegnati sull'argomento e quello di numerosi ricercatori dei vari Atenei e centri di ricerca italiani coordinati dal Servizio Nazionale della Protezione civile

Si tratta di un documento "di consenso" che recepisce le esperienze più avanzate nel campo (Emilia-Romagna, Lombardia e Toscana) e che viene prontamente disseminato attraverso la rete WEB



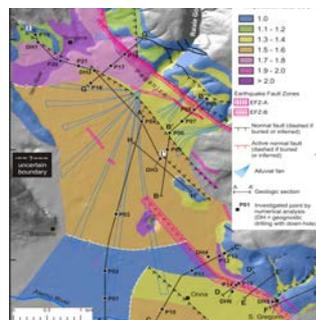
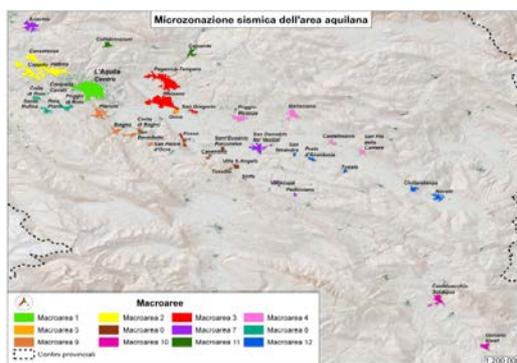
Esistono quattro elementi chiave delle IMCS che configurano un importante avanzamento anche concettuale rispetto al passato

1. l'adozione di un impianto unitario all'interno di una logica modulare, con tre livelli di approfondimento caratterizzati da complessità crescente: oltre a ridurre i costi della MS, questo approccio è anche finalizzato al progressivo allargamento della pratica delle MS ad operatori qualificati presenti sul territorio
2. una effettiva integrazione delle discipline che contribuiscono alle MS, con una chiara distinzione del ruolo di ciascuna nelle diverse fasi all'interno di un **percorso unitario** che va dalla costruzione delle carte di MS al loro impiego nella fasi di pianificazione territoriale e dell'emergenza
3. promuove la costruzione di un largo consenso attorno all'impianto complessivo, con il decisivo contributo in tutte le fasi della stesura dei vari soggetti implicati (amministrazioni locali, Ordini professionali, Università ed Enti Ricerca) con la messa in opera di tavoli tecnici permanenti per un progressivo aggiornamento e monitoraggio della pratica della MS
4. sancisce esplicitamente una netta distinzione fra una MS finalizzata alla pianificazione territoriale **con un linguaggio suo proprio** e i criteri previsti per la progettazione nelle recenti Norme Tecniche delle Costruzioni

Tutto questo sistema è stato drammaticamente messo alla prova a seguito del terremoto dell'Aquila del 2009

La microzonazione coordinata dal DPC e Regione Abruzzo ha visto la collaborazione sul terreno di 10 università, 7 istituti di ricerca, 3 Regioni e 2 Provincie, Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo

**Nel complesso, gli stessi IMCS hanno dato buona prova (pur con limiti che sono oggetto di riflessioni e modifiche), ma soprattutto ha preso corpo la volontà di collaborazione coordinata messa in campo nella loro costruzione**



## Conclusioni (Aspetti positivi)

Al termine di un percorso iniziato 100 anni fa, sembra che la MS abbia trovato un nuovo spazio normativo e culturale sullo sfondo di una visione moderna del problema che individua nella MS uno strumento di riduzione del rischio da utilizzare nella "normale" pratica della pianificazione territoriale anche (e soprattutto) fuori dalle condizioni di emergenza

L'intera comunità scientifica e tecnica ha messo a punto una procedura condivisa, organica e scientificamente avanzata che consente una opportuna articolazione regionale capace di recepire le diverse esigenze che vengono dal territorio e di aggiornarsi alla luce delle nuove conoscenze di volta in volta disponibili

Si procede ora sullo sfondo di un progressivo allargamento dell'insieme degli operatori della MS, trasferendo conoscenze, metodologie e consapevolezza ai professionisti

## Conclusioni (Criticità)

Sul piano normativo e concettuale rimane irrisolto il problema dei rapporti fra MS e NTC, rapporto necessario e da sempre controverso, che deve ancora trovare una composizione soddisfacente e condivisa

Sempre più sentito il problema della formazione dei professionisti che operano sul territorio (geologi, ingegneri, architetti) ma anche (e soprattutto) quella dei tecnici incaricati del controllo e delle verifiche (geni civili, Province, Regioni): molto si sta facendo ma per larga parte del territorio molto rimane da fare

Come pure problematico in molte regioni rimane il recepimento della MS nell'ambito della pianificazione territoriale: anche in questo caso, molto si è fatto grazie all'intervento del Servizio Nazionale di Protezione Civile, ma molto resta da fare in vaste aree del territorio nazionale