

Convivere con i rischi naturali agli albori del Terzo Millennio

Paolo Gasparini

*Dipartimento di Scienze Fisiche, Università di Napoli Federico II
AMRA Scarl, Napoli*

Il termine rischio, nel contesto ambientale, viene sempre più spesso utilizzato senza una precisa definizione ed in termini puramente qualitativi (alto, medio, basso).

Si tende a:

- dimenticare che il rischio è un concetto connaturato alla presenza dell'uomo;**
- non accettare il rischio connesso ad inevitabili eventi naturali;**
- non considerare il rischio come un parametro quantitativo, al quale è legato un livello di probabilità (e la relativa incertezza)**
- trascurare la conseguente impossibilità che il rischio legato ad eventi naturali non possa essere azzerato (a meno del completo spopolamento delle aree a rischio), ma portato ad un livello che la comunità interessata ritenga "accettabile".**

Rischio = Pericolosità x Valore esposto x Vulnerabilità

La **pericolosità** (o Hazard) è la probabilità che un tipo di evento di una determinata intensità si verifichi nella località interessata entro un intervallo di tempo prefissato (es. 10 o 50 ... anni).

Il **valore esposto** è il valore totale dei beni (vite umane e beni materiali) esposti all'evento.

La **vulnerabilità** è la percentuale del valore esposto che viene perso in conseguenza dell'evento.

PRINCIPALI SORGENTI NATURALI DI RISCHIO

- **Sorgenti interne al Pianeta**

- *Terremoti*
- *Eruzioni vulcaniche*

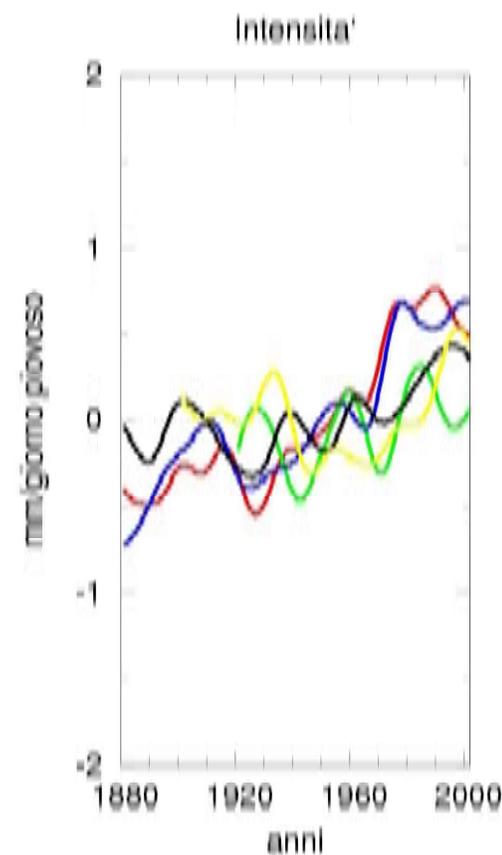
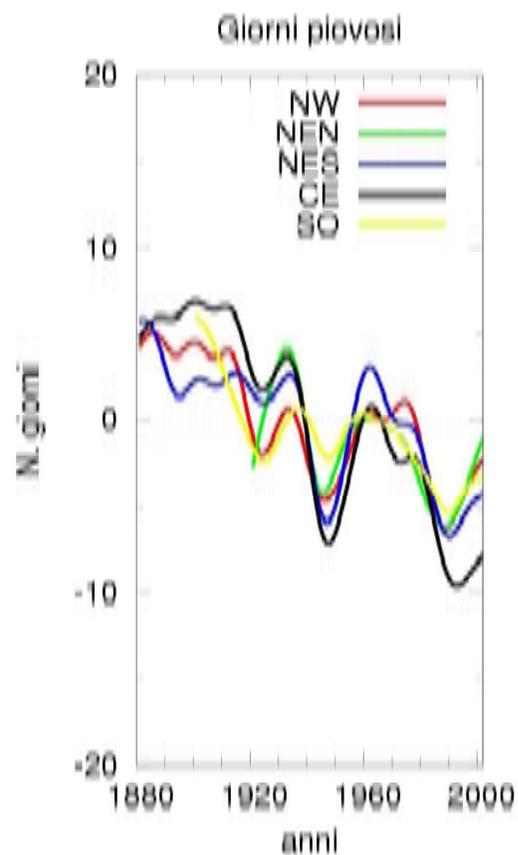
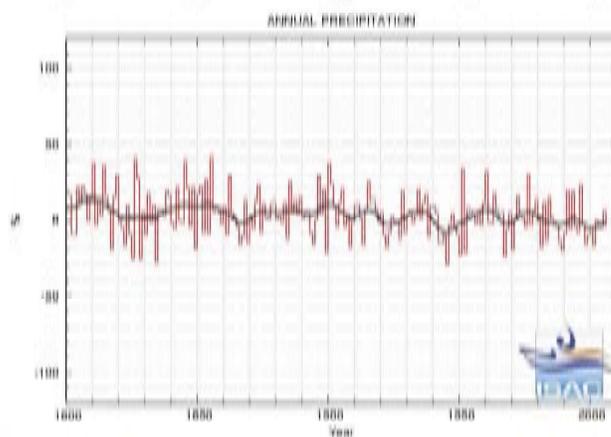
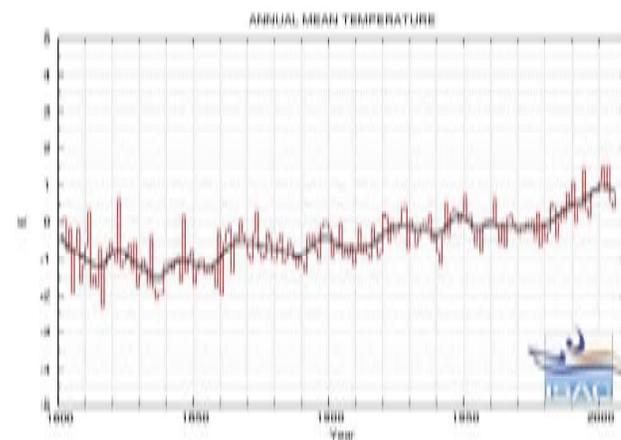
- **Sorgenti esterne e alla superficie del Pianeta**

- *Frane*
- *Fenomeni meteo estremi*

- **Eventi innescati da sorgenti primarie**

- *Tsunami*
- *Alluvioni*

- Le sorgenti di rischio interne al Pianeta possono essere considerate stazionarie su scale dei tempi di migliaia di anni;
- Le sorgenti di rischio esterne al Pianeta sono fortemente influenzate dai cambiamenti climatici e non possono essere considerate stazionarie.



Trend of mean temperature, rainfall in XIX and XX cc., in Italy, days of rainfall/year and max daily intensity of rainfall/year. There is a 5% per century decreasing of yearly mean rainfall, 10% decreasing of days of rainfall/year and a 5% increasing of daily intensity of rainfall/year. (Brunetti et. alii, 2006).

PRINCIPALI SORGENTI DI RISCHIO DOVUTE ALL'UOMO

- Industrie;
- Reti di servizio (gasdotti, linee elettriche, ecc.);
- Trattamento rifiuti;
- Sorgenti di inquinamento urbano;
- Traffico terrestre, marittimo e aereo.



Volcanic Risk

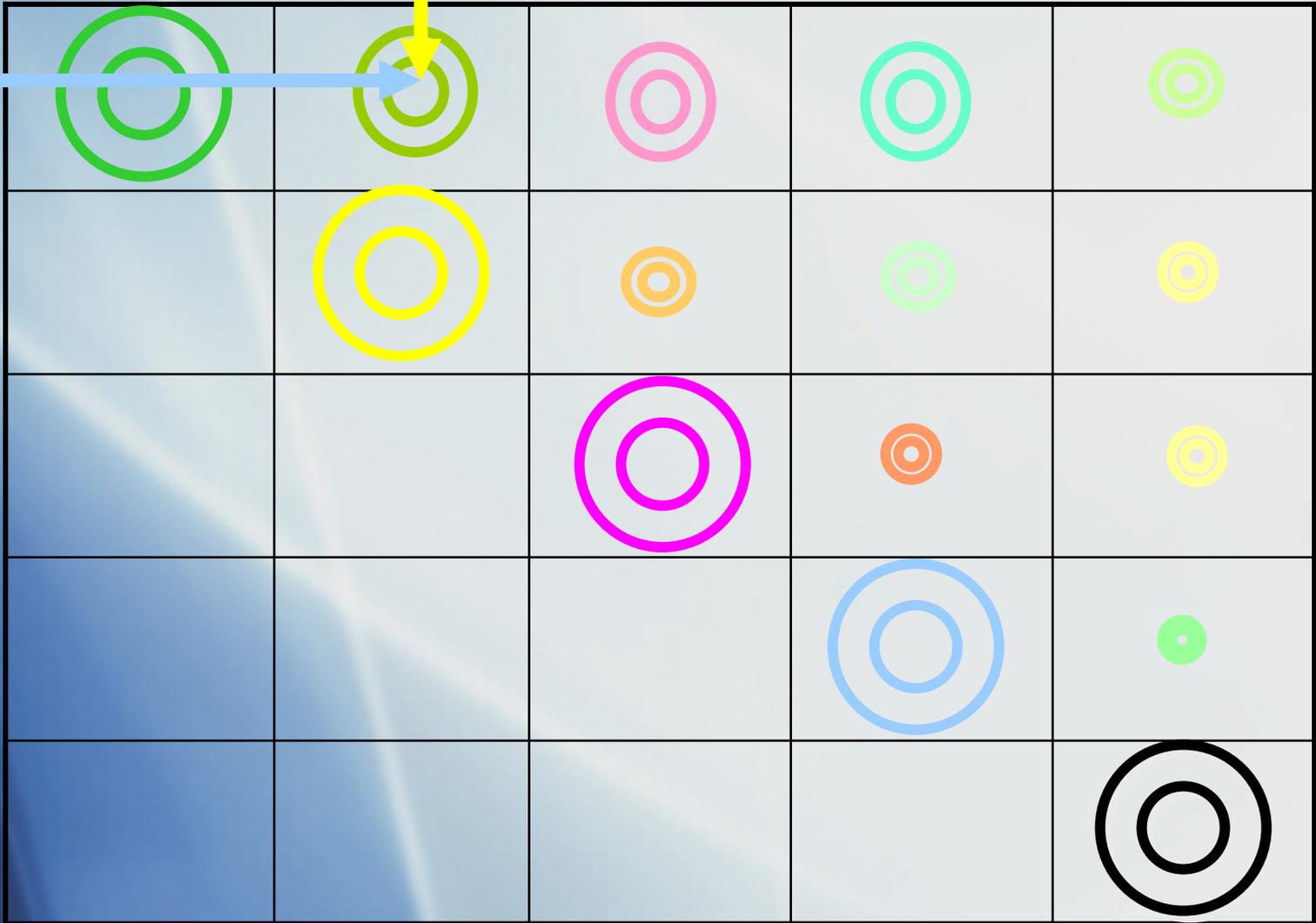
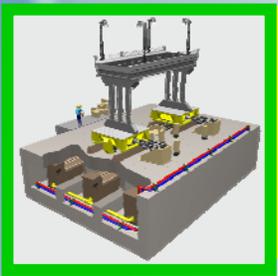
MULTIHAZARD

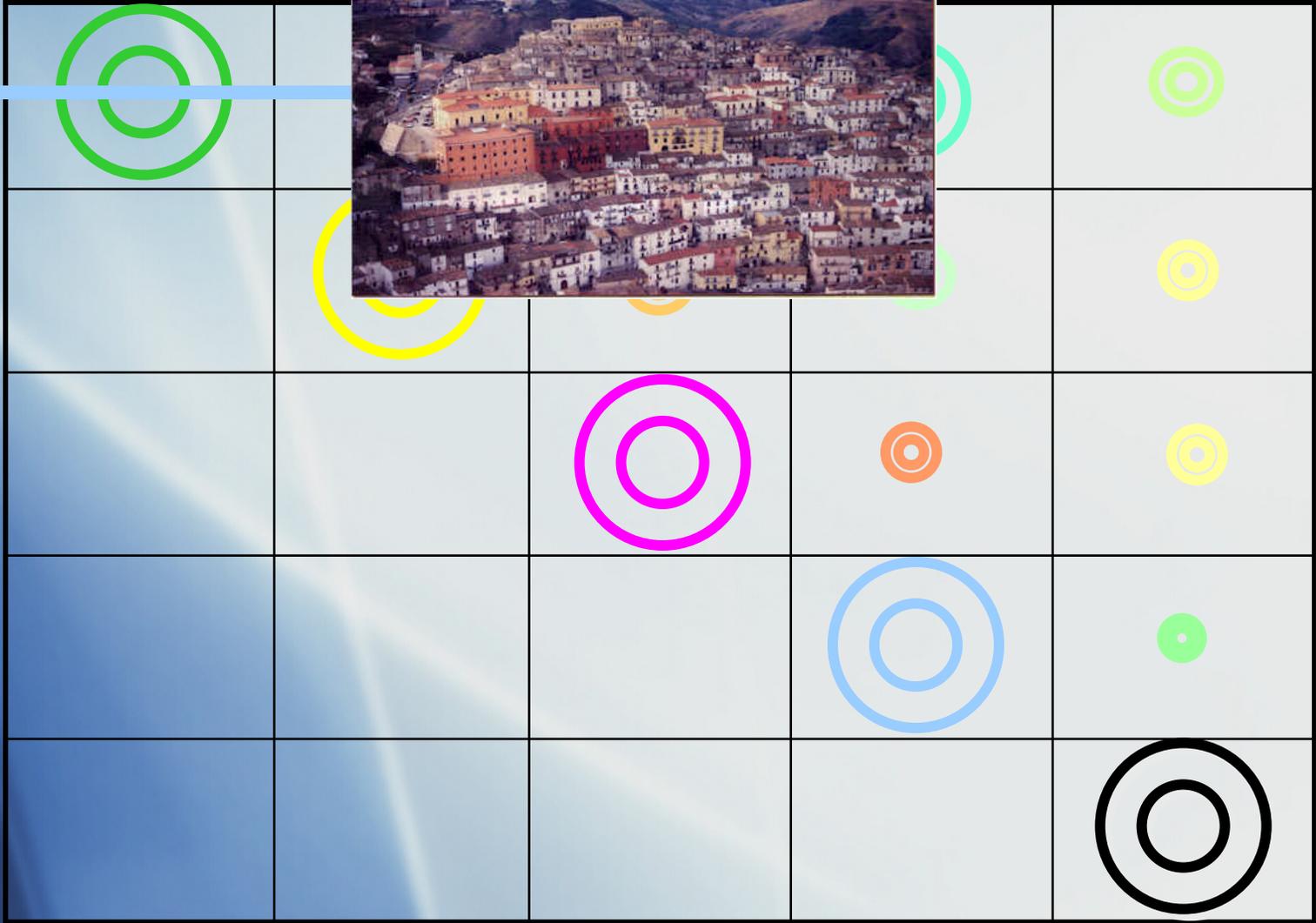
Hydrogeological Risk

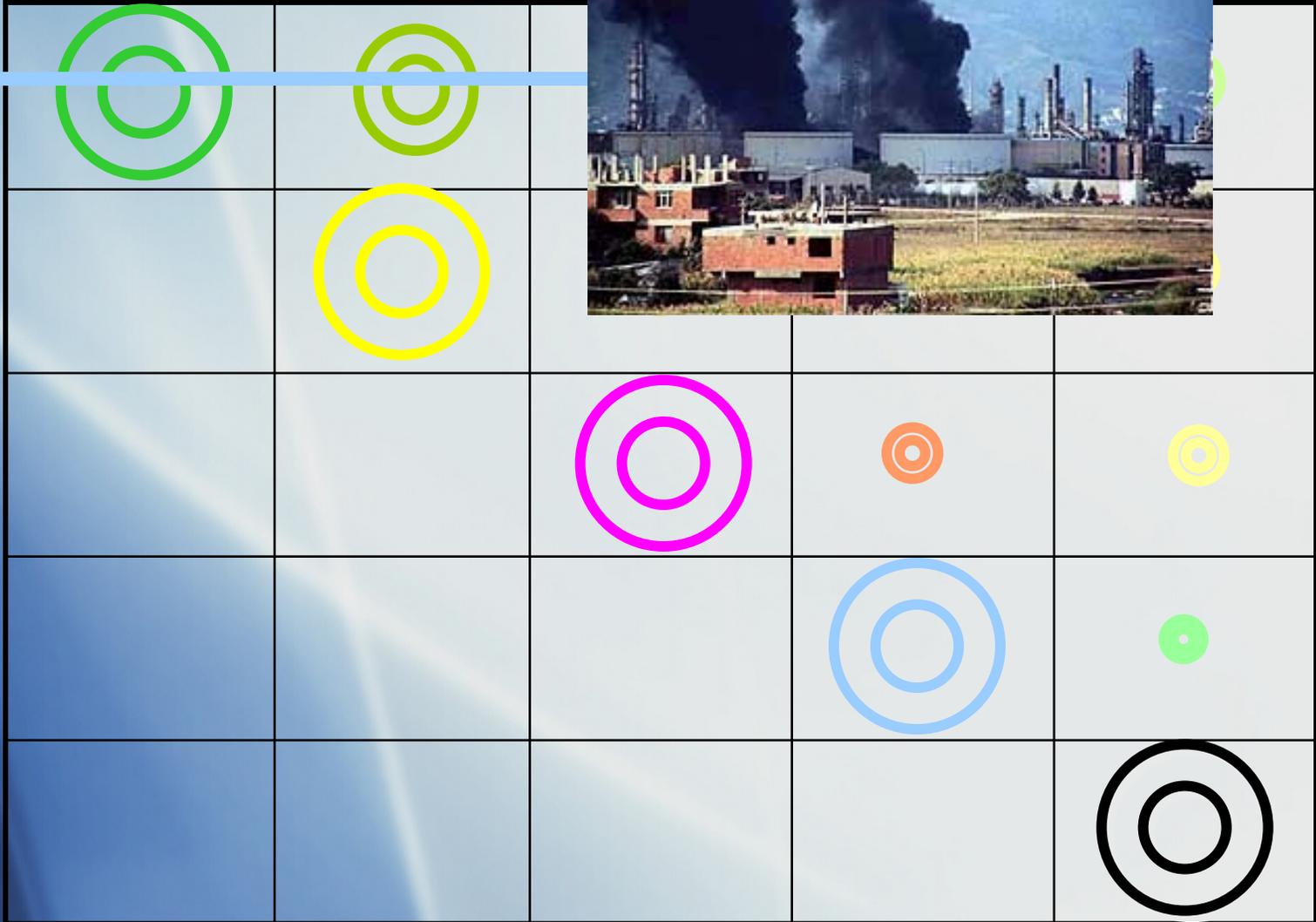
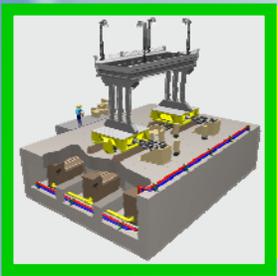
Antropic Risk

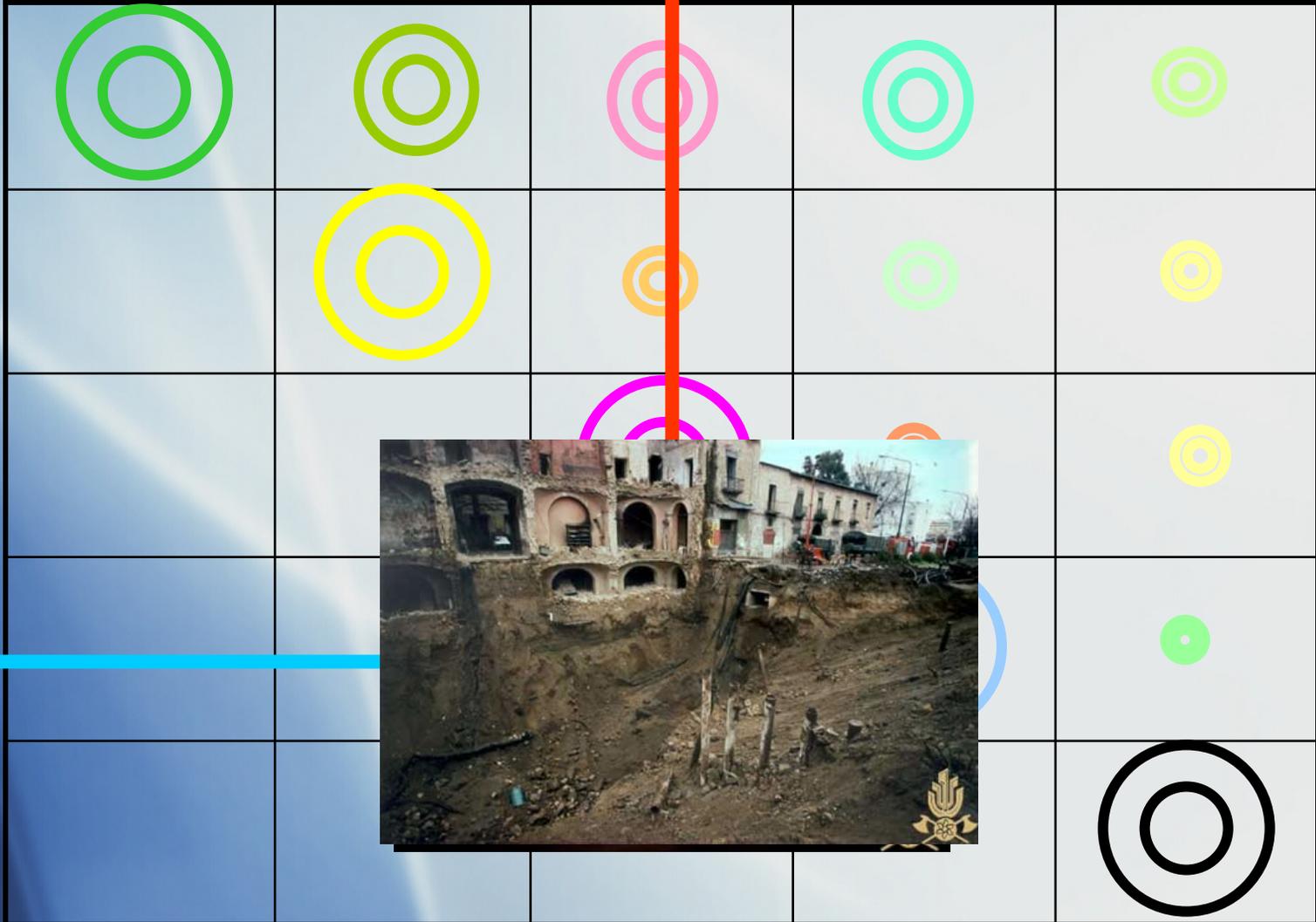
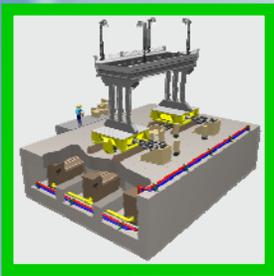


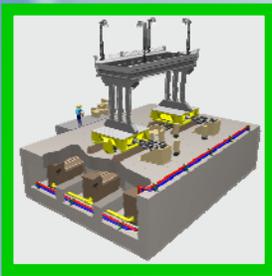
Vulnerability of maritime coast

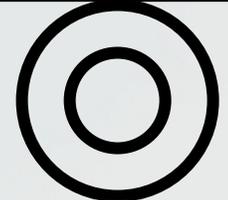




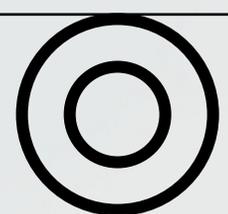










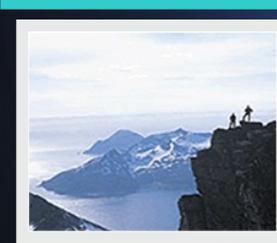
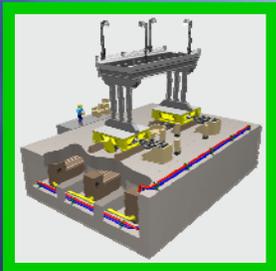
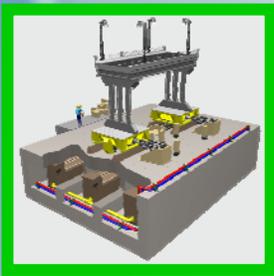
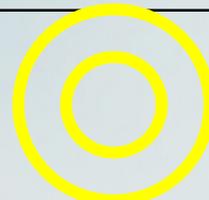
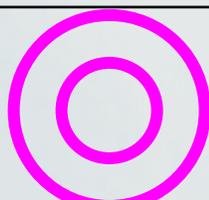
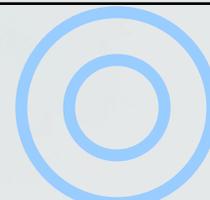
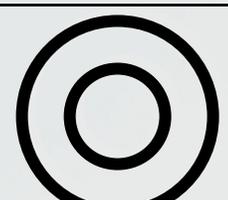


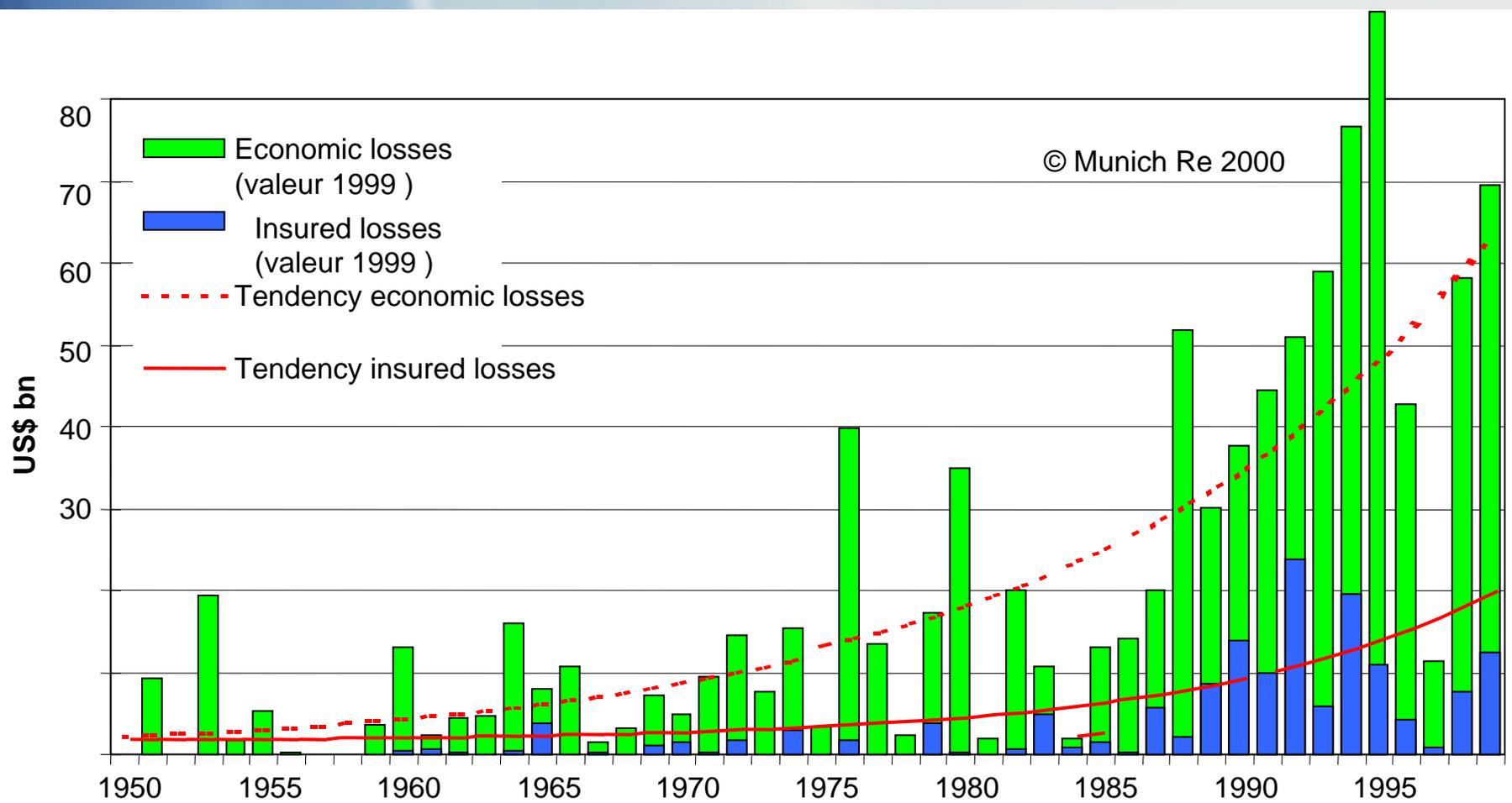


Photo: Anchorage Daily News



Catastrofi naturali con più di 100 vittime e più di 100 milioni (Dollari US) di perdite avvenute dal 1950 al 2000



Più del 50% di questi danni non sono una conseguenza diretta degli eventi primari.

Essi sono il risultato di eventi catastrofici secondari (Industriali, incendi, frane, tsunami) innescati dall'evento primario.

Terremoti



Tsunami



Incidenti Industriali



Eruzioni



Frane



Incendi

Requisiti di un sistema di Valutazione dei Rischi

- Deve utilizzare metodologie probabilistiche sia nel calcolo degli hazard che delle vulnerabilità;
- Deve fornire le incertezze per ciascuno degli indicatori;
- Deve considerare le interdipendenze tra le diverse tipologie di rischio (effetti cascata).

ESEMPIO DI CATENA DI EVENTI A CASCATA

Sorgenti di rischio

- Un vulcano (Vesuvio);
- Stabilimento Industriale per stoccaggio di LPG;
- Discarica di rifiuti illegale contenente rifiuti tossici;

Vulcano (sorgente di rischio)

Eruzione (evento)

Caduta di ceneri (fenomeno)

collasso di infrastrutture nell'impianto industriale (danno che attiva la sorgente di rischio "Stabilimento LPG)

Emissione di gas tossici/incendio/esplosione (evento innescato)

Diffusione di sostanza tossica/Flusso termico/Onda di pressione (fenomeno)

Contaminazione di aria, acque, suoli (la sorgente di rischio discarica illegale può essere a sua volta attivata dall'onda termica e Contribuire)

migrazione dei contaminanti (evento)

assorbimento da parte delle piante e/o negli organismi superiori attraverso ingestione, inalazione, contatto (fenomeno)

morti, malattie(danno)

Questo è uno degli N scenari possibili.

L'indice di probabilità (e la relativa incertezza) di ciascuno degli scenari possibili e delle diverse diramazioni della sequenza i eventi deve essere quantificato.

L'intero sistema forma così un albero Bayesiano degli eventi possibili che può servire da guida per le azioni preventive da implementare.

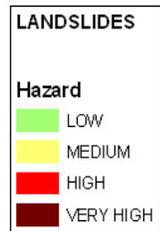
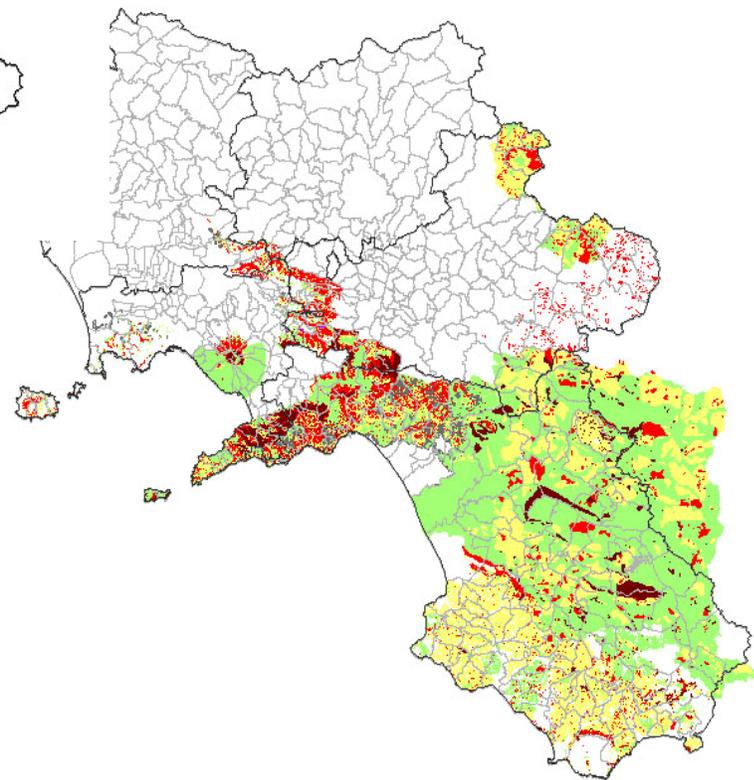
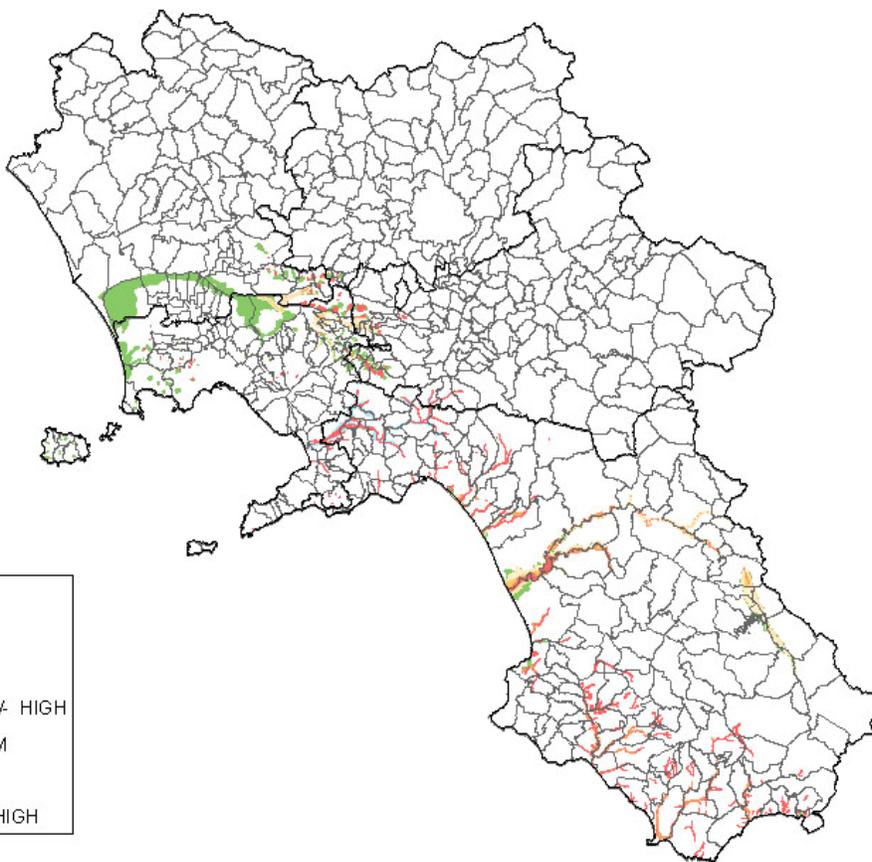
We urgently need

**“Global Risk Monitoring and
a Tool for real time risk mitigation!”**

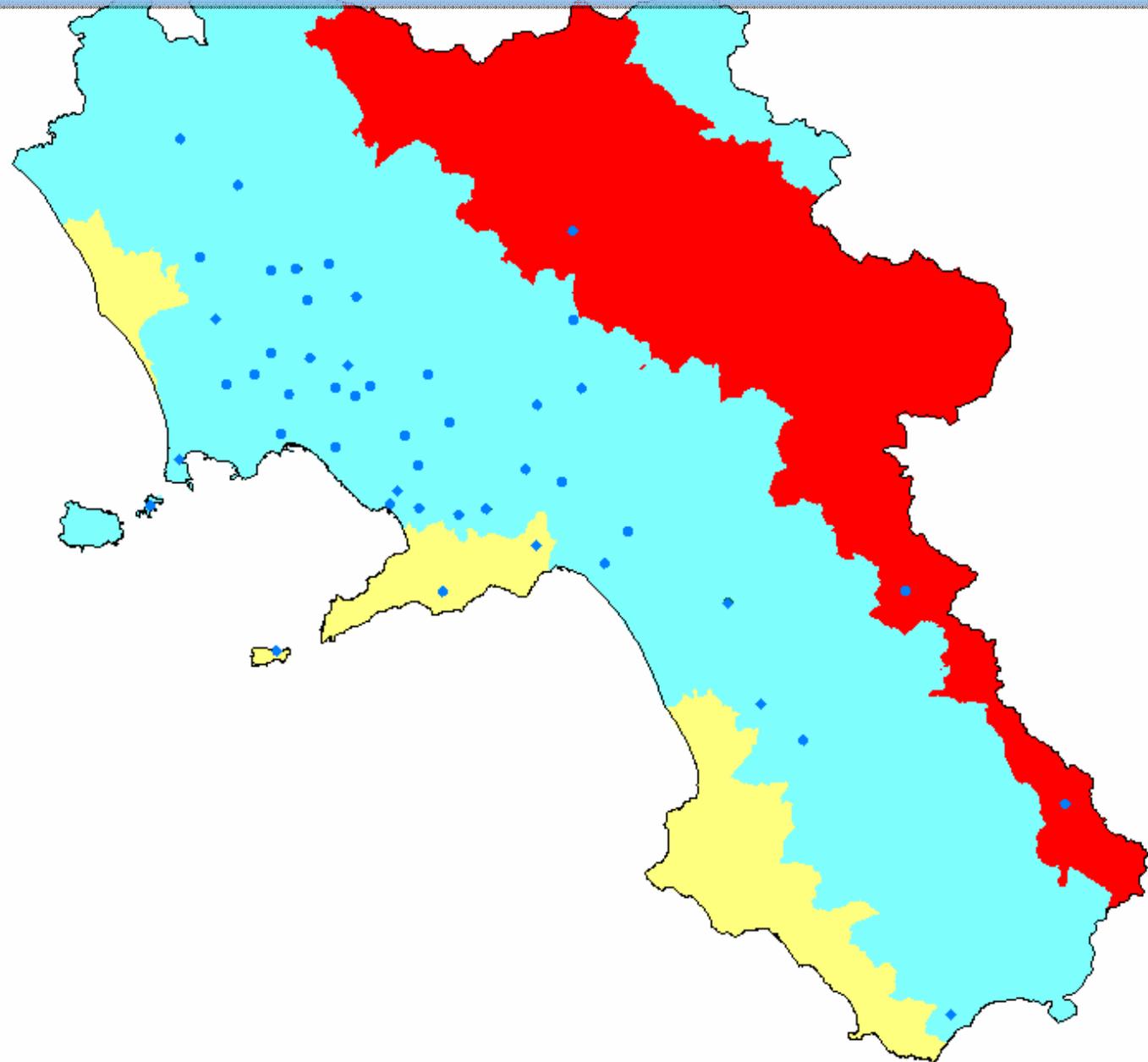
La maggior parte dei Comuni della Campania è minacciata da diverse tipologie di eventi avversi

- Terremoti
- Frane
- Alluvioni
- Eruzioni vulcaniche
- Incidenti industriali e inquinamenti

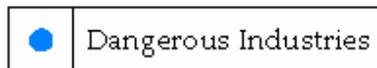
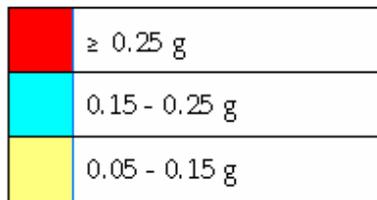




Seismic Classification of Campania and Location of Dangerous Industries



Horizontal Acceleration with 10% probability to be exceeded in 50 y



Probabilità di terremoti di $M > 5.5$ nei prossimi 10 anni (Cinti et al., 2005)

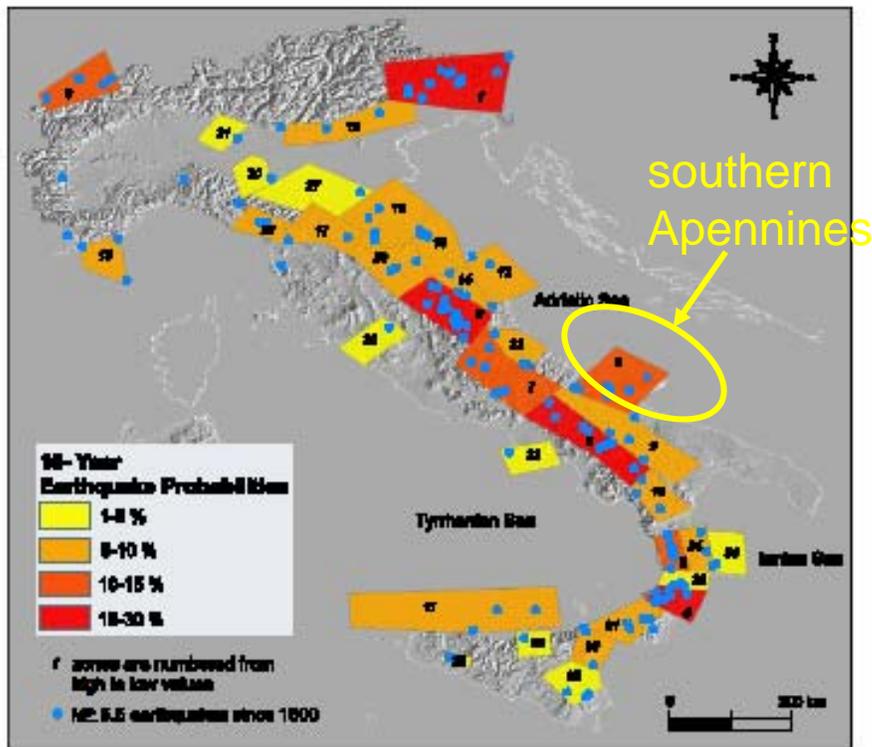


Figure 5. Probability map of moderate to large earthquakes ($M \geq 5.5$) in Italy for the next 10 years.

	Dati strumentali (Boschi et al, 2003)
$M > 4.0$	1 evento ogni 1.5 (± 0.3) anni
$M > 5.0$	1 evento ogni 4 (\pm 1.5) anni
$M > 6.0$	1 evento ogni 32 (± 12) anni

Probabilità di una eruzione del Vesuvio di intensità medio-forte (espressa dal VEI) nei prossimi 10 anni

VEI3 ($\geq 1, 10$) = 0.09 (± 0.02) (Tipo 1906)

VEI4 ($\geq 1, 10$) = 0.017 (± 0.025) (Tipo 1631)

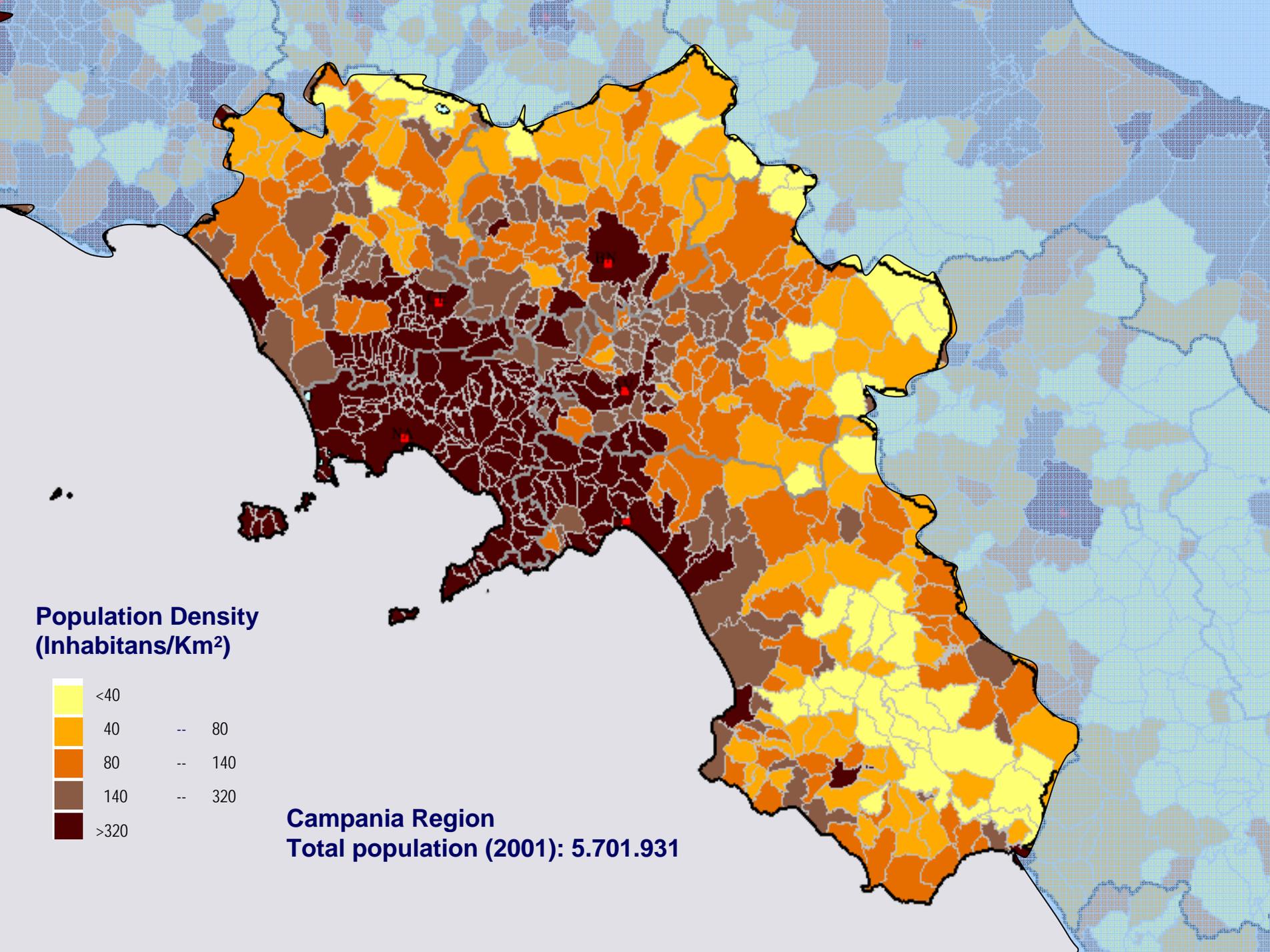
VEI5 ($\geq 1, 10$) = 0.003 (± 0.02) (Tipo 79)

Marzocchi et al., 2004

La probabilità che una volta accaduto un evento di una determinata intensità in una determinata sorgente di rischio (località), esso colpisca un'altra località con intensità uguale o minore, è una frazione della probabilità di accadimento dell'evento alla sorgente.

Esempi di rischio individuale di morte in 10 anni:

- Fumo » 5×10^{-2}
- Malattie cardiovascolari » 3.5×10^{-2}
- Tumore » 2×10^{-2}
- Incidenti stradali » 1.5×10^{-3}
- Incidente di volo » 1.0×10^{-6}

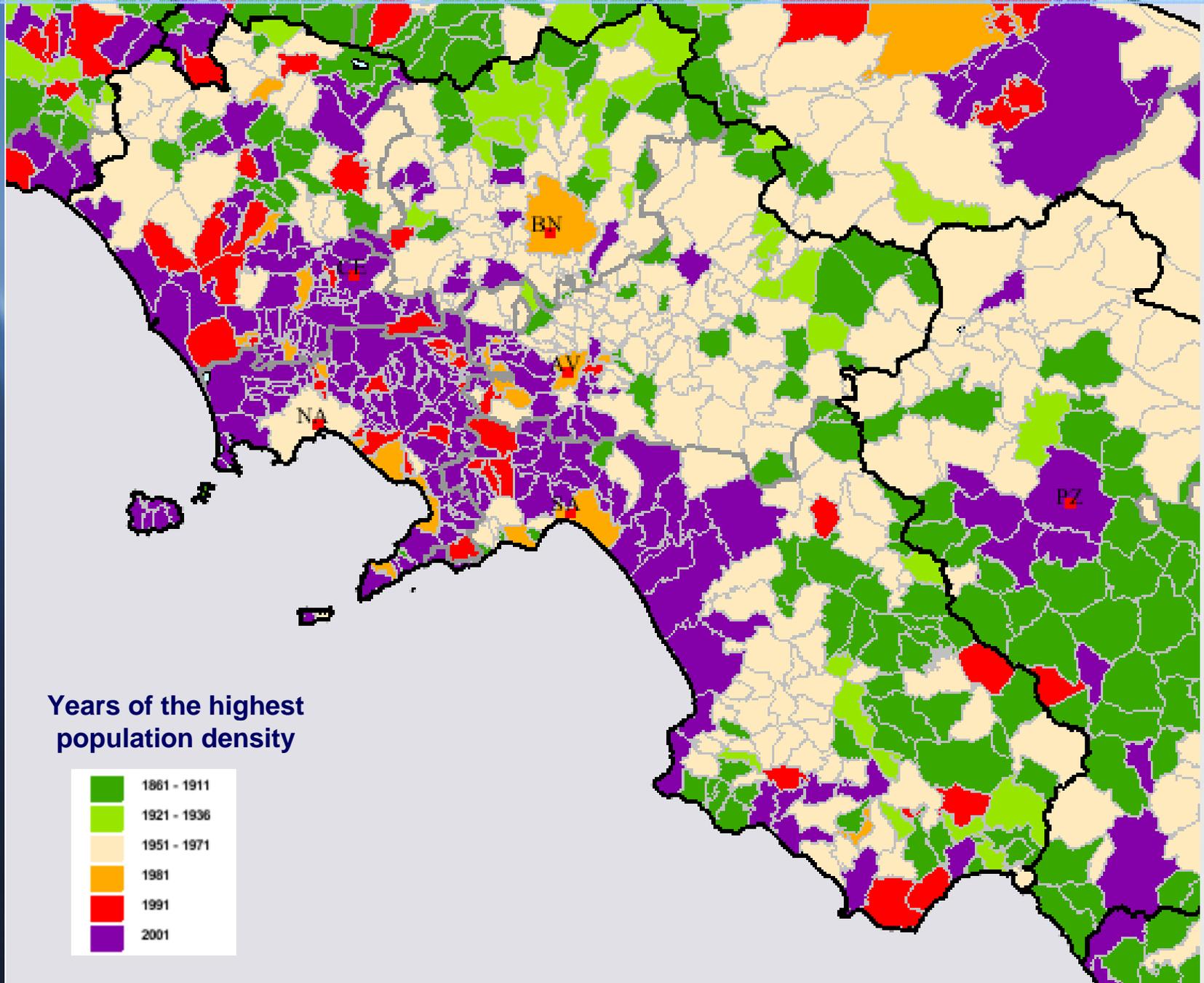


**Population Density
(Inhabitans/Km²)**

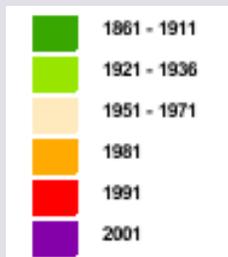


Campania Region
Total population (2001): 5.701.931

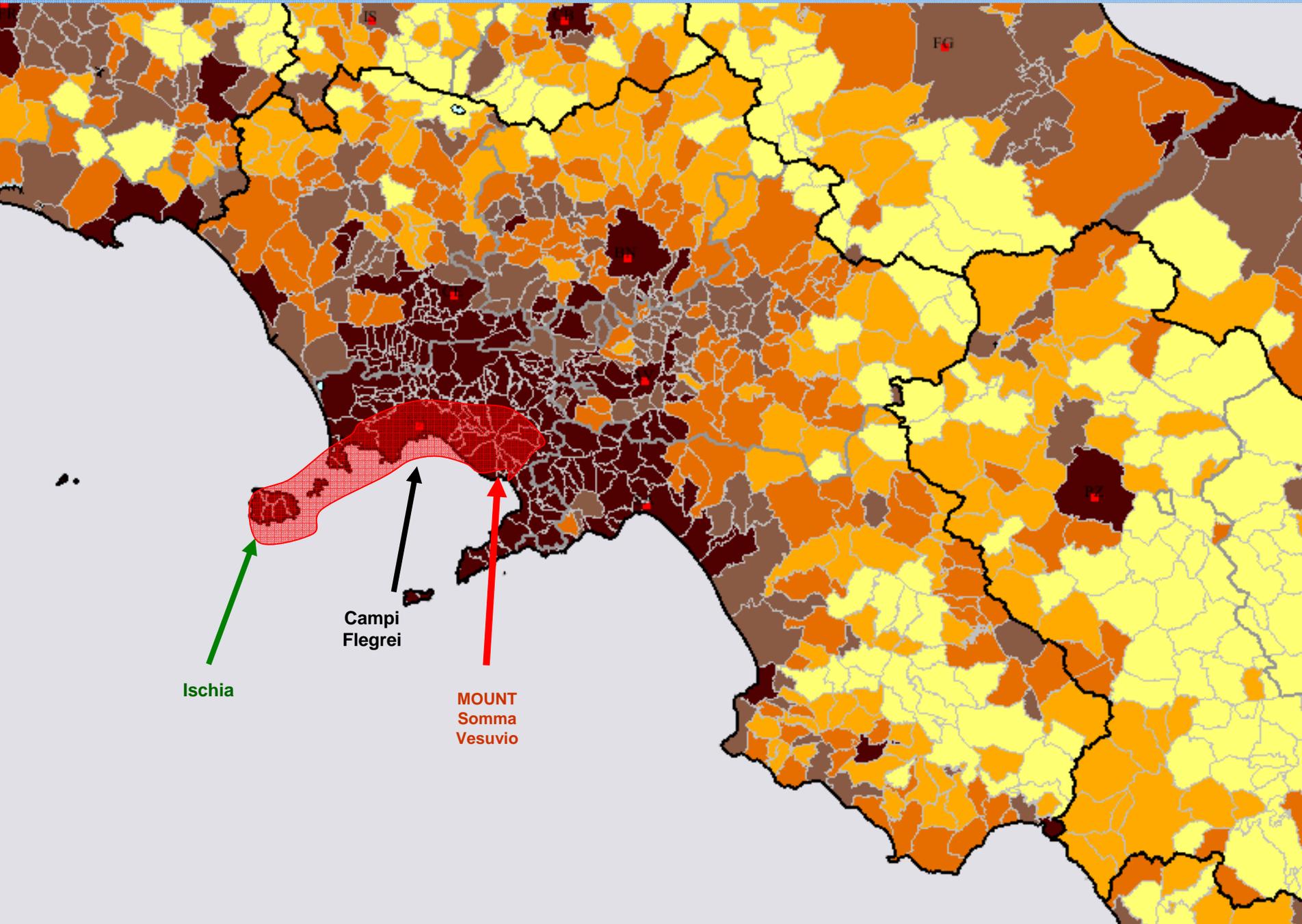
Dynamics of Population Distribution (1861-2001)



Years of the highest population density



Resident population density (inhabitants/kmq)



Ischia

Campi
Flegrei

MOUNT
Somma
Vesuvio

Per portare i rischi connessi ad eventi naturali ad un livello di “accettabilità”

è necessario combinare

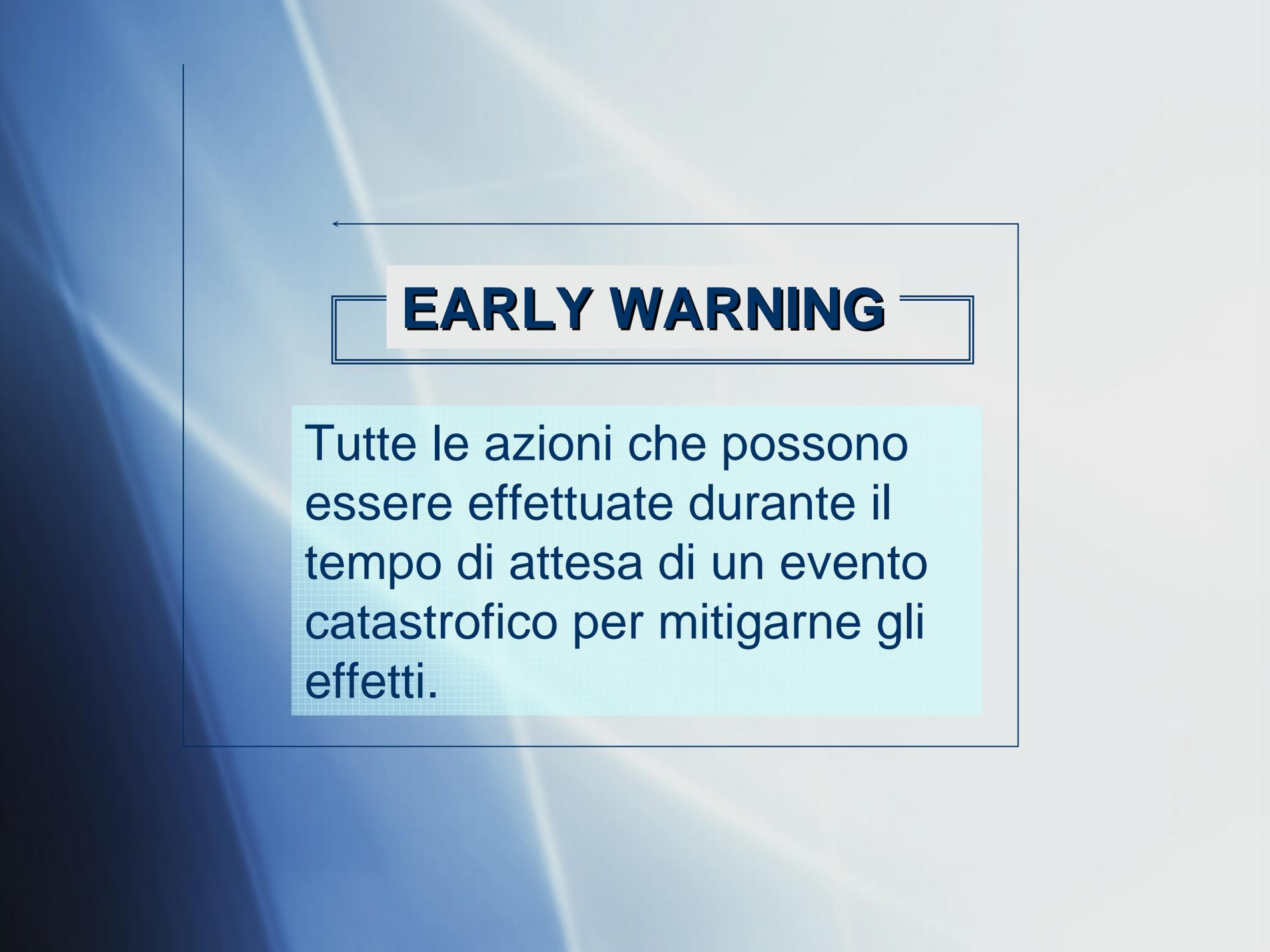
azioni preventive a lungo termine

(pianificazione urbana e territoriale, azioni di prevenzione fisica e strutturale)

con

azioni di mitigazione in tempo reale,

implementando metodi di early warning.



EARLY WARNING

Tutte le azioni che possono essere effettuate durante il tempo di attesa di un evento catastrofico per mitigarne gli effetti.

Tempo di attesa

L'intervallo di tempo intercorrente tra il momento in cui il verificarsi di un evento è ragionevolmente certo ed il momento in cui si verifica realmente

- L'implementazione di metodologie di Early warning per la mitigazione dei rischi in tempo reale è fattibile da un punto di vista tecnico. Esistono problemi normativi e di informazione.
- I metodi di early warning non sono un metodo di previsione in senso classico.
- Gli allarmi e le informazioni fornite sono sempre probabilistiche. Il livello di probabilità al quale implementare un azione può variare a seconda delle conseguenze.

OV-INGV Seismic monitoring network

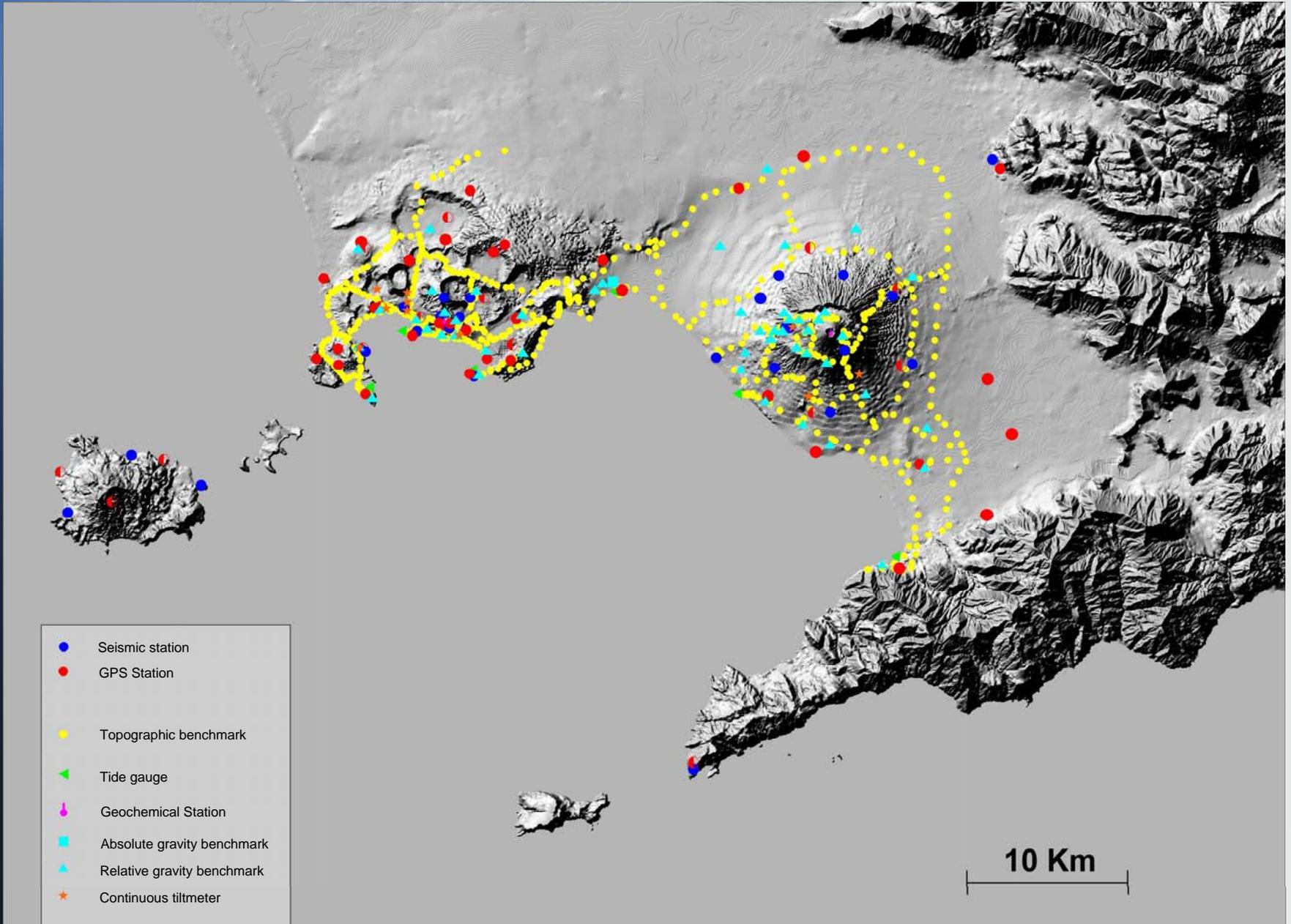
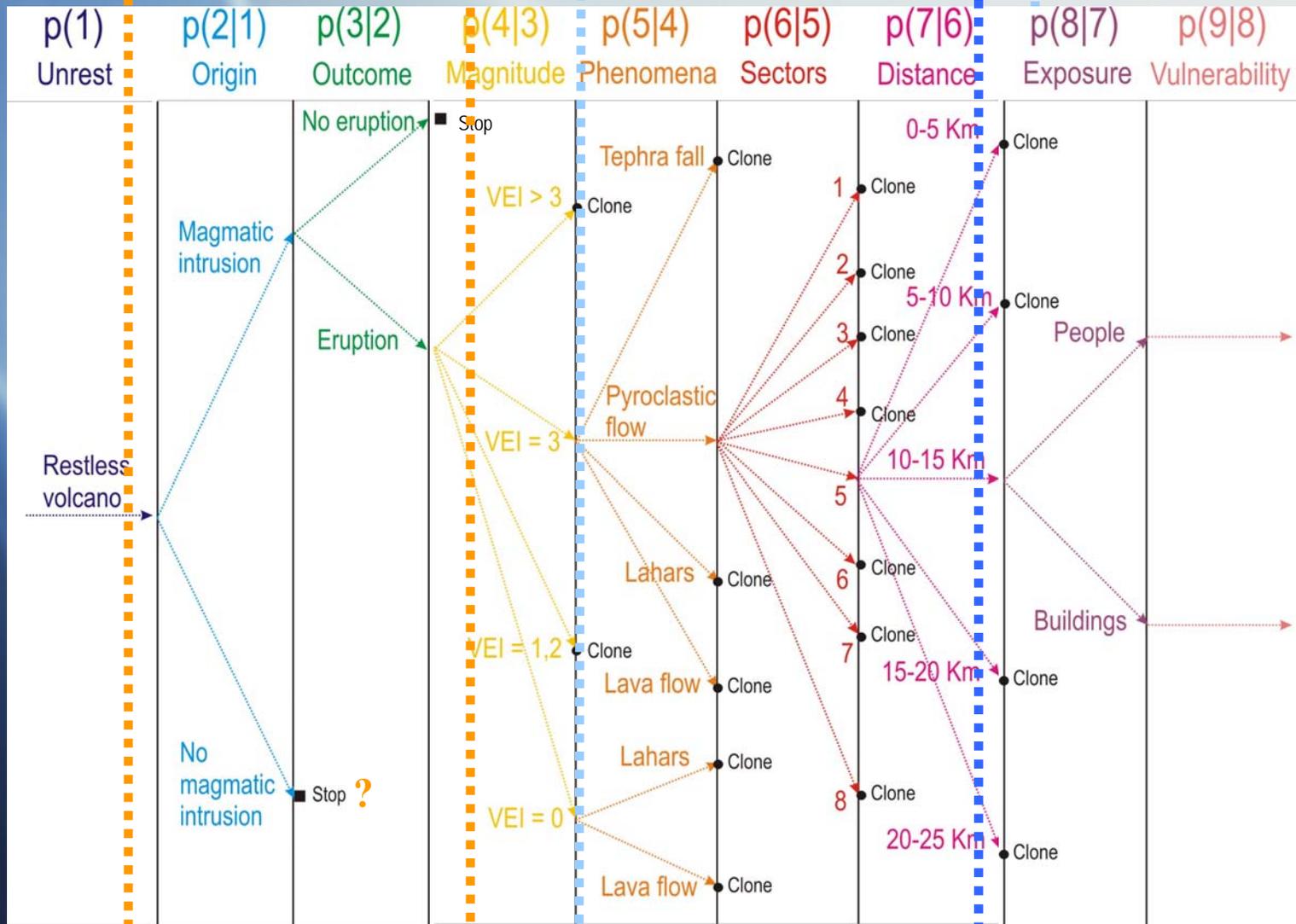




Fig. Green dots are the locations of the borehole dilatometers and surface broadband seismometers around Mount Vesuvius and Campi Flegrei. Only a borehole seismometer was installed at site QUAR. Orange circles indicate the permanent network, and small white circles indicate the borehole seismometer network currently under installation. Google Earth imagery © Google Inc., Digital Globe, Terra Metrics, Europa Technologies. Used with permission.

Long-term forecasting & hazard



Short-term forecasting

Vulnerability & individual risk

La teoria delle decisioni fornisce un criterio per scegliere quando iniziare un'azione di protezione

$$P L > C$$

P = Probabilità dell'evento

L = Perdita attesa se la protezione non è attivata

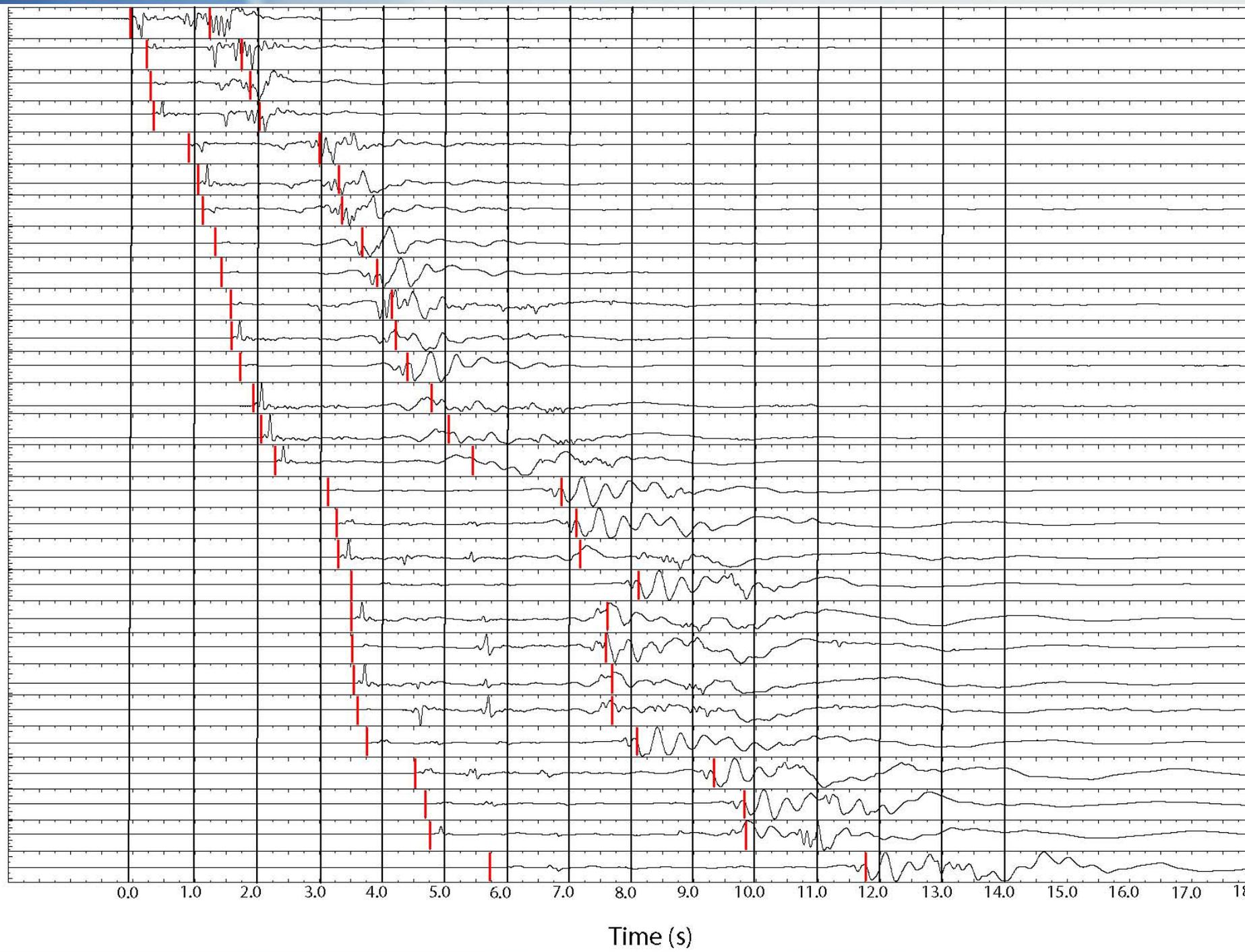
C = Costo dell'attivazione dell'azione (incluso il costo dei falsi allarmi)

(Woo, 2007)

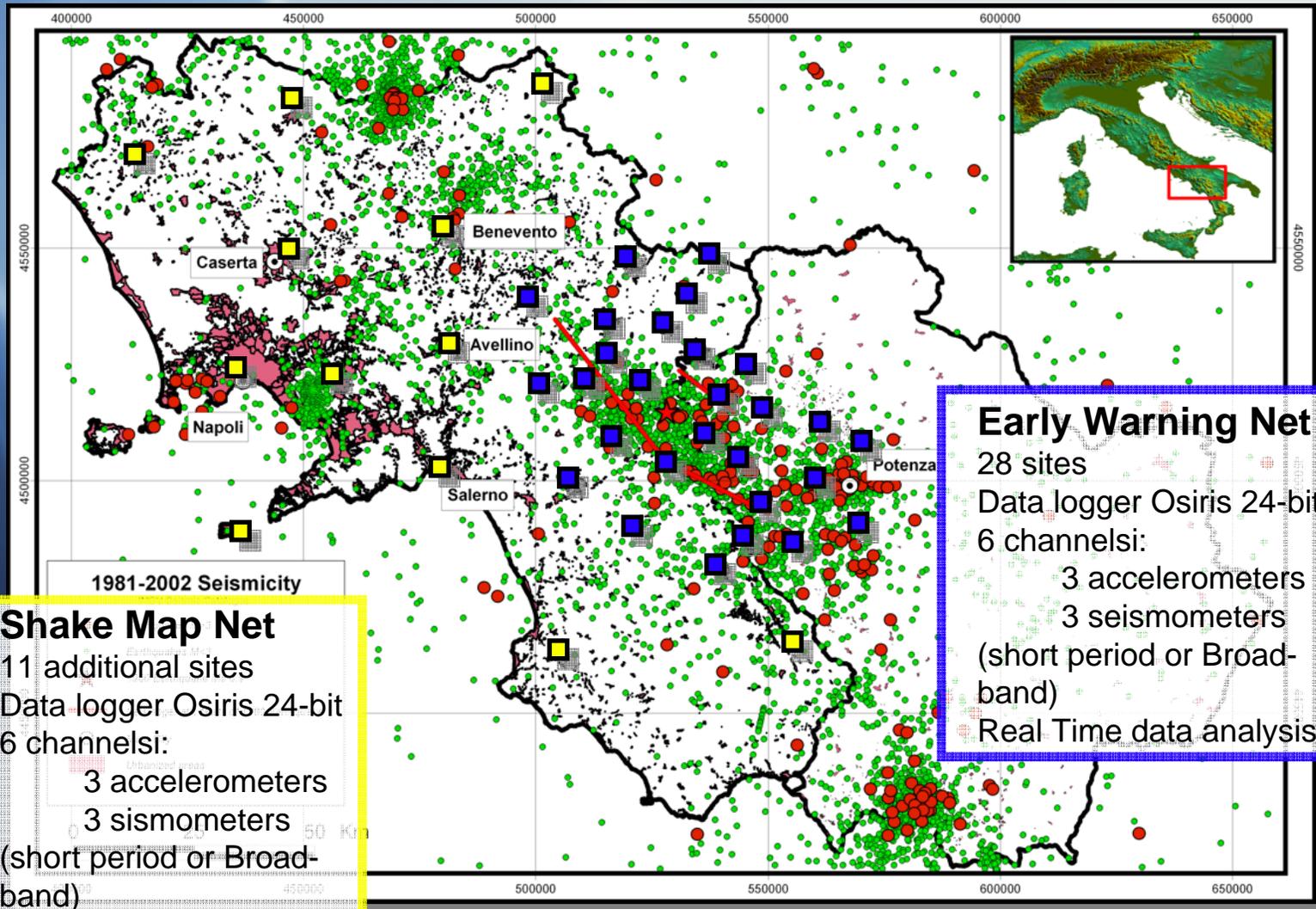
EARLY WARNING PER I TERREMOTI

Il tempo di attesa inizia quando le onde P sono registrate alla stazione più vicina al punto di origine del terremoto. Quindi l'evento è realmente avvenuto. Può essere localizzato in pochi secondi, solo la sua magnitudo (intensità) deve essere predetta (o può essere indicata una soglia inferiore)

Ground motion amplitude



Recent seismicity and Seismic Alert System



1981-2002 Seismicity

Shake Map Net

11 additional sites
Data logger Osiris 24-bit
6 channels:
3 accelerometers
3 sismometers
(short period or Broad-band)
Data analysis upon request

Early Warning Net

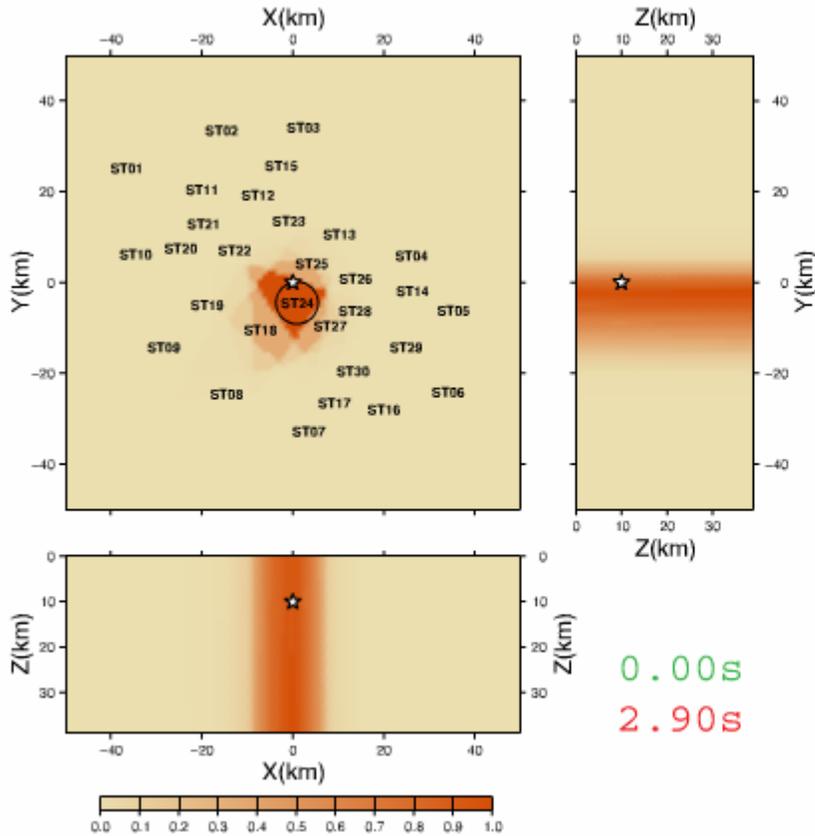
28 sites
Data logger Osiris 24-bit
6 channels:
3 accelerometers
3 seismometers
(short period or Broad-band)
Real Time data analysis

Catalogue INGV (1981-2002), $M > 2.5$

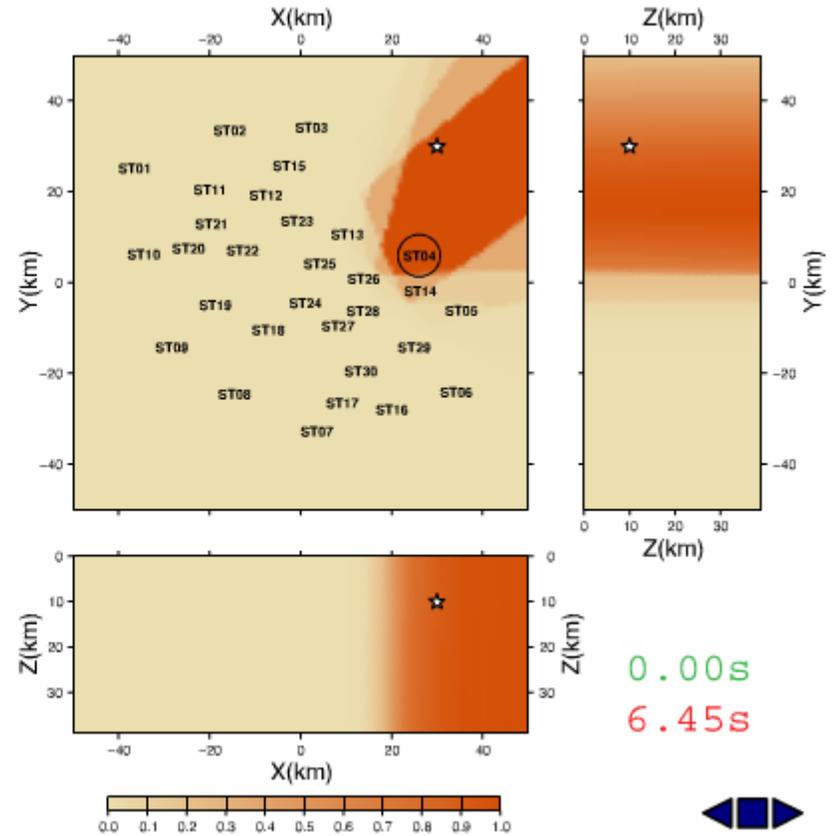
Topology of the communication system of ISNet showing the extended-star configuration of the seismic network.



Synthetic Examples



Earthquake location probability

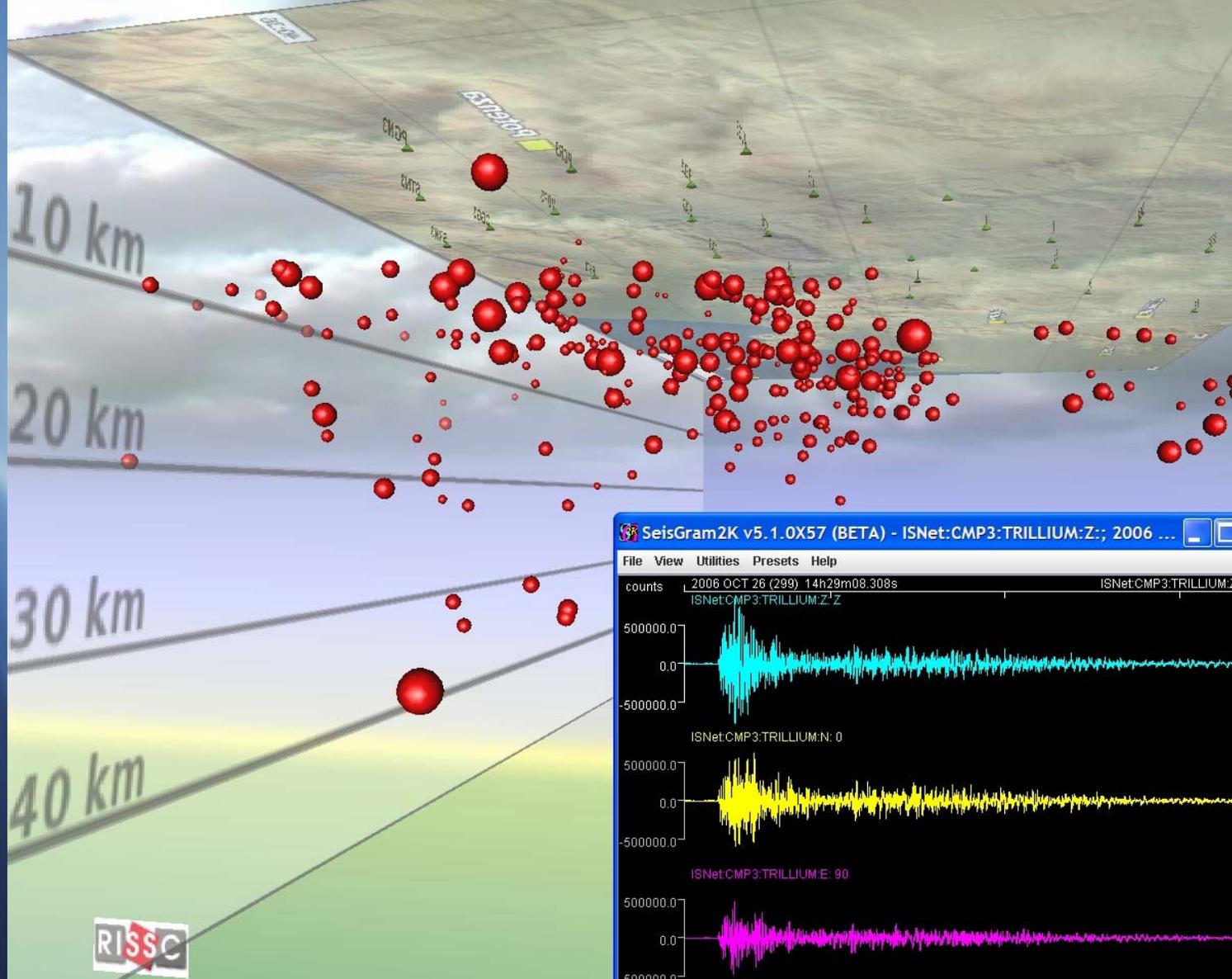


Earthquake location probability

Seconds from first trigger

Seconds from earthquake Origin Time

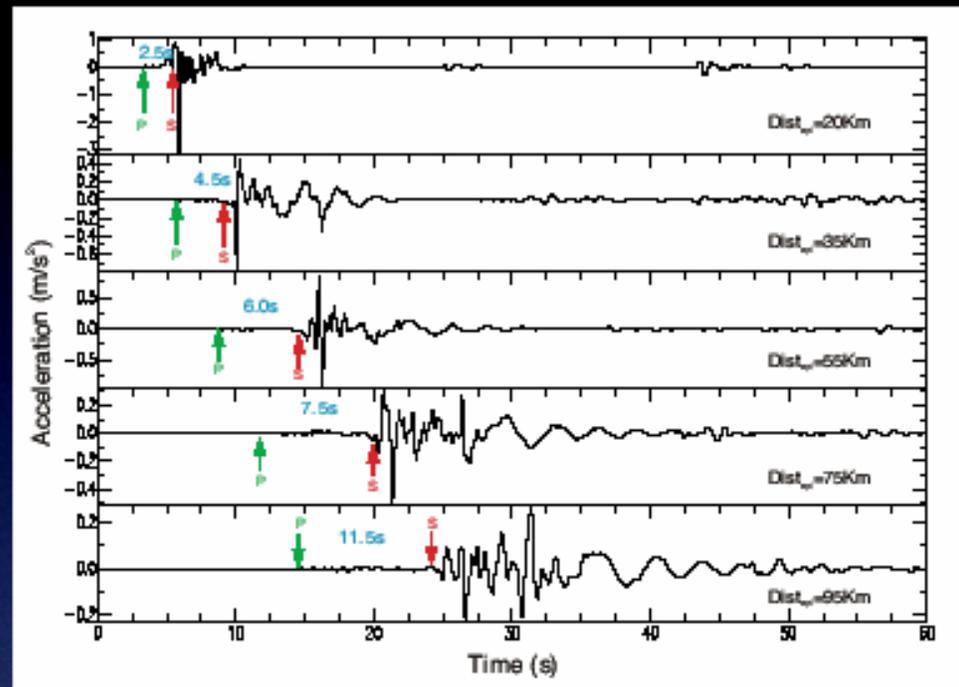
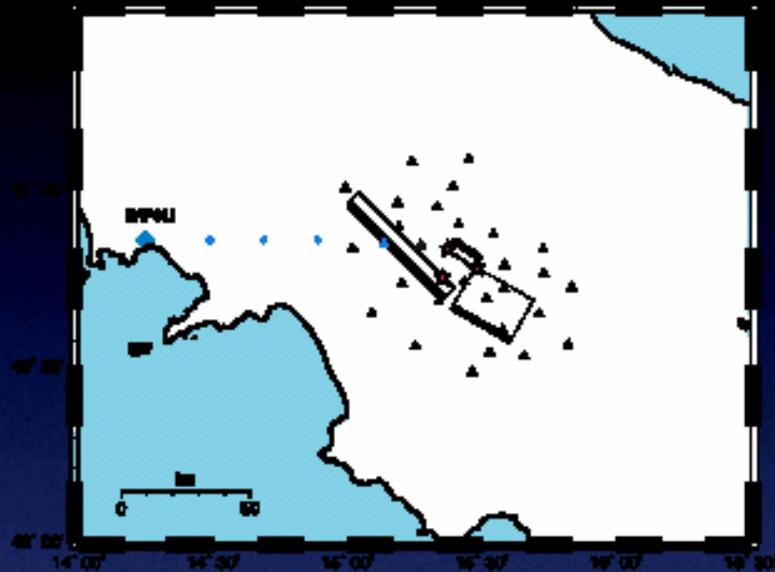
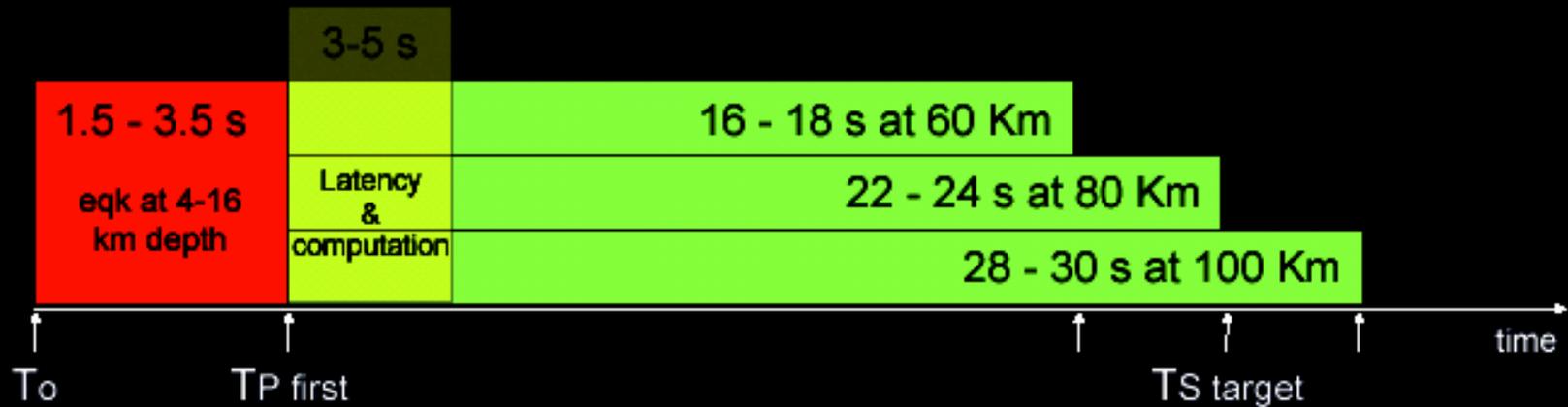
○ Triggered stations



Visualization of the seismic data.

This is the graphical presentation of data recorded by ISNet. The waveforms matching the user's search criteria can be viewed on-line via Seisgram2K (where they can also be processed), while the events are rendered via VRML as a fully interactive 3D scene in the browser itself.

Characteristic times for Early Warning in Campania Region

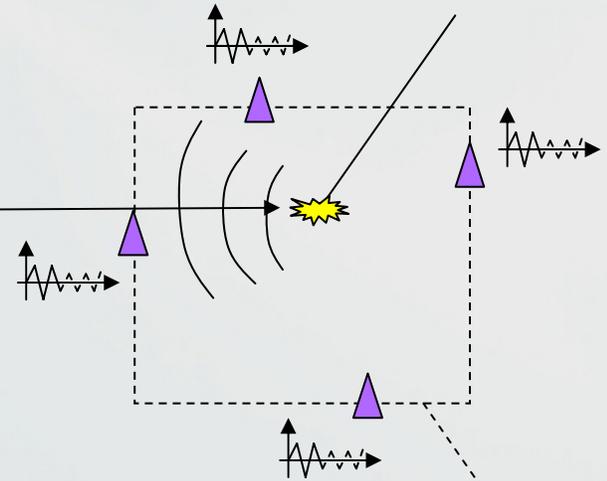


Early Warning and Real-Time Engineering



Propagation

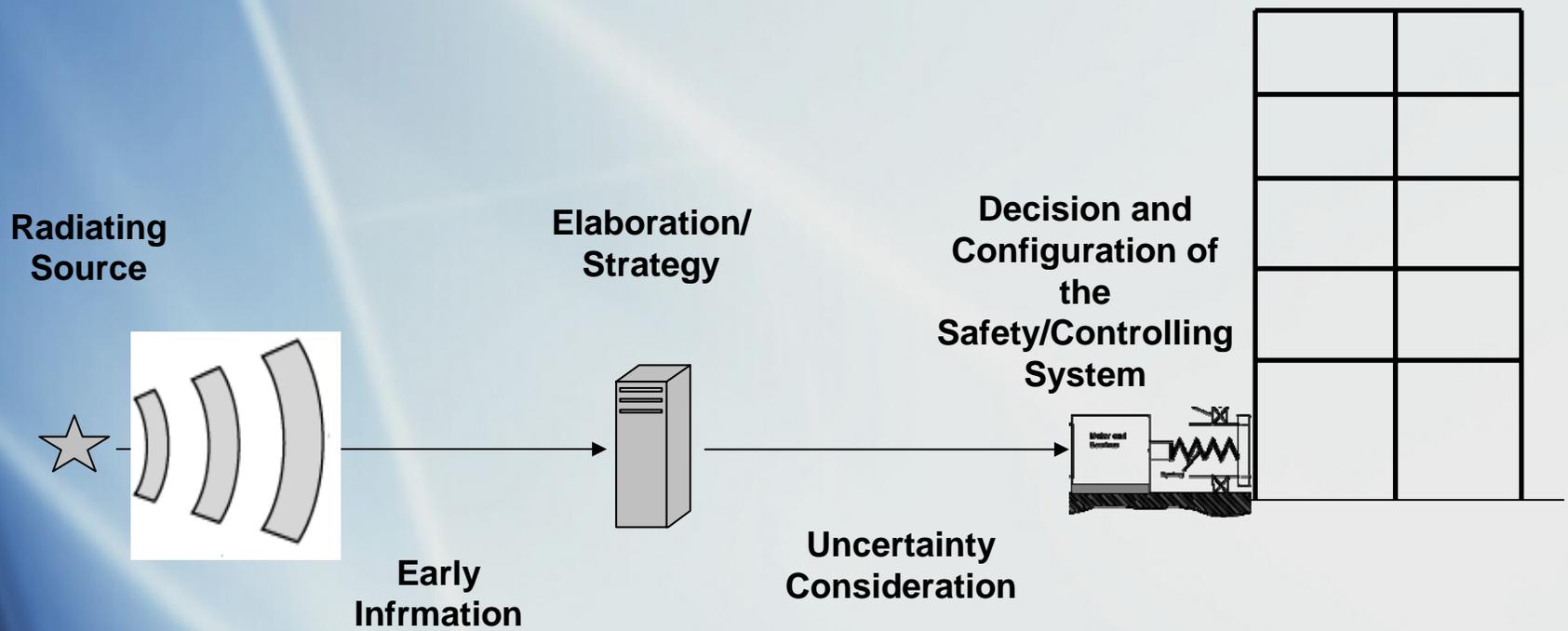
Event Origin



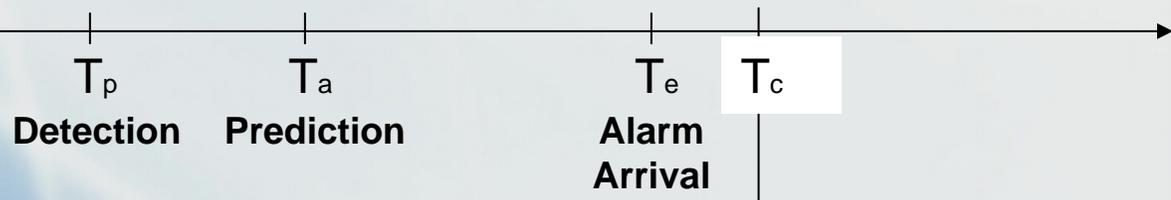
Detection

Real-Time Engineering for Risk Mitigation Actions

Example of Real-Time Engineering: the Case of Structural Control



Latency and System Time Axis



Asse dei Tempi del Sisma



Calcolo della Perdita attesa condizionata per un terremoto

$$E[L] = \int \int \int \int \int \int \int l f(l|d, g(\tau)) f(d|edp) f(edp|im) f(im|g(\tau)) dL dD dEDP dIM$$

Expected
Loss

1. Loss distribution conditioned by expected damage

2. Expected damage conditioned by structural response

3. Structural response conditioned by ground acceleration

Ground Acceleration conditioned by seismic signal

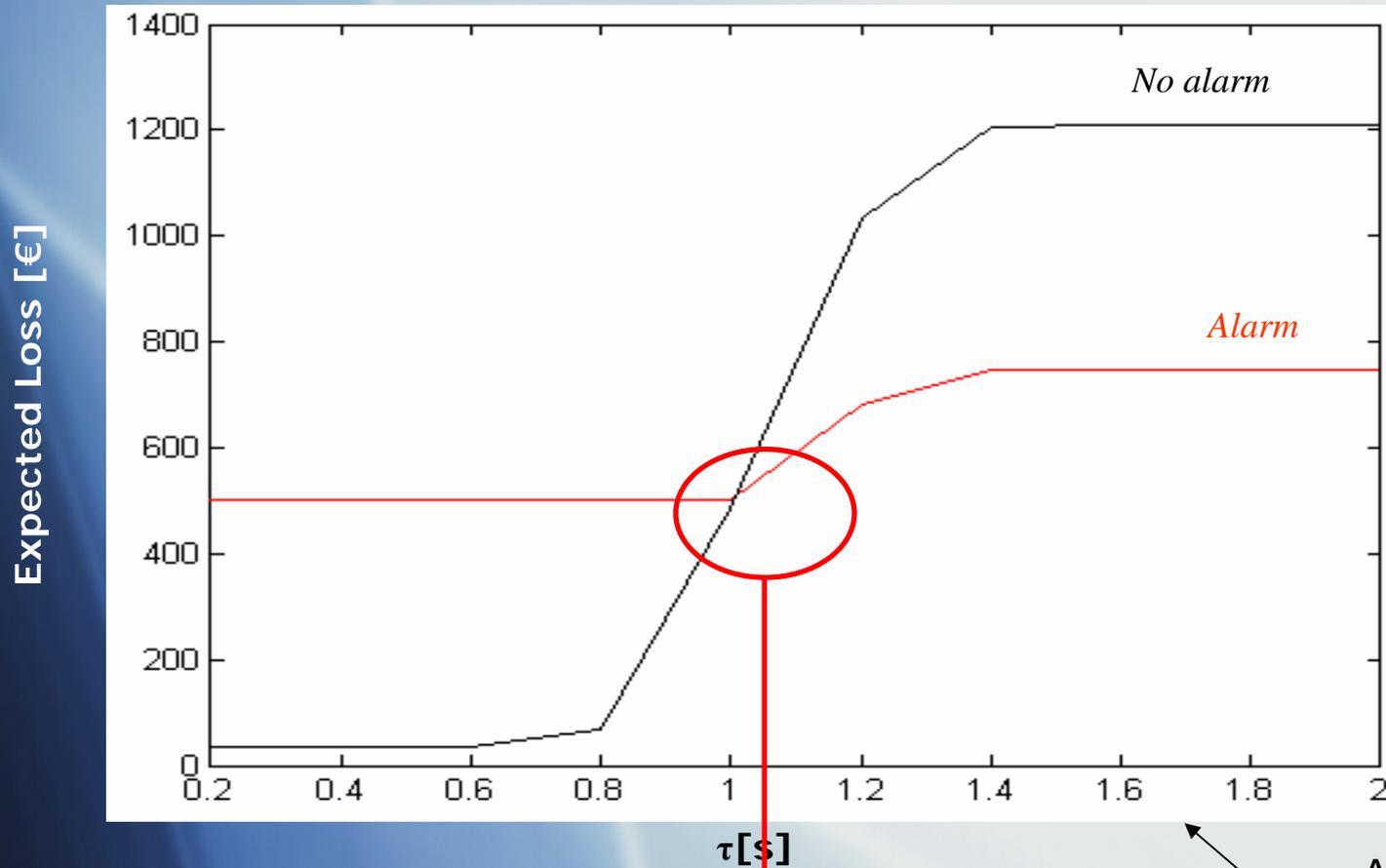
d = structural damage

Allen's tau

edp = structural response distribution

im = ground acceleration

Perdita attesa in funzione della magnitudo stimata



Optimal Alarm threshold

Average of 30 measurement of the tau_c parameter

Contatti

Prof. Paolo Gasparini

AMRA S.c.a r.l.

P.I. 05155871212

Iscr. R.E.A. 736687

Napoli – 80125, Via Nuova Agnano, 11

Tel./Ph.+39 0 81 76-85125/24/15/47

Fax.+39 0 81 76-85144

www.amrcenter.com

info@amrcenter.com