

# Previsione e prevenzione dei rischi Il supporto della comunità scientifica al Dipartimento della Protezione Civile

DIPARTIMENTO  
DI SCIENZE DELLA TERRA



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

**Gabriele Scarascia Mugnozza**



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

Commissione Nazionale per la Previsione e  
Prevenzione dei Grandi Rischi

*Strategie Resilienti - Bari 24 gennaio 2020*

[gabriele.scarasciamugnozza@uniroma1.it](mailto:gabriele.scarasciamugnozza@uniroma1.it)

# INDICE

- **Rischi geologici e ambientali: definizioni e costi sociali**
- **Contesto (comunità scientifica e legislazione italiana di protezione civile)**
- **Contributo della c.s. nelle attività di previsione e prevenzione del rischio**
- **Contributo della c.s. nell'adozione di misure di mitigazione del rischio**
- **Criticità**
- **Considerazioni finali**

# DEFINIZIONI

## **Cos'è il Rischio?**

Un evento naturale diventa un fattore di rischio quando causa danni a persone e/o beni (costruzioni, infrastrutture, attività economiche)

## **Come si misura il Rischio?**

E' il prodotto di 3 fattori principali



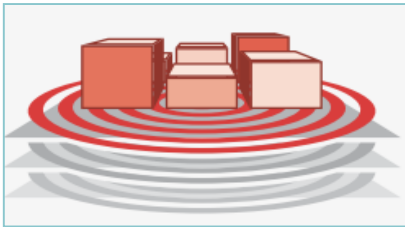
Rischio: **R** = **H** x **V** x **E**





# Valutazione del rischio

**Rischio [Scenario] = Pericolosità x Esposizione x Vulnerabilità**



## Analisi di Rischio

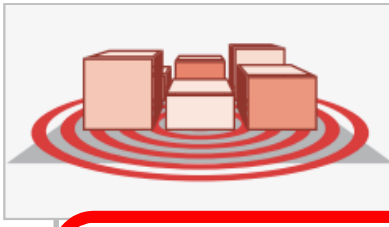
Il RISCHIO è la probabilità che un livello prefissato di danno (su persone, edifici, infrastrutture, economia, etc.) causato da un dato evento si abbia entro un dato periodo di tempo, in una certa area.

Pertanto, il rischio va inteso come una **valutazione cumulativa**, che mette in conto i danni potenziali complessivi che nella medesima area possono essere generati da **eventi diversi in un arco temporale prefissato**.

$$Risk_1 = \int_m q_m \left[ \int_i (H_i) \cdot (V_{l,i,m}) \right]$$

**BENEFIT:** Valutazioni comparative di aree sottoposte a pianificazione relative a:

- decisioni in merito alle **strategie di intervento** (ad esempio, priorità di evacuazione, etc.),
- definizione di **interventi di mitigazione** del danno.



(Zuccaro, 2019)

## Analisi di Scenario

Lo **SCENARIO** rappresenta la distribuzione probabilistica, in una certa area geografica, del danno indotto da un **singolo evento** con probabilità di accadimento assegnata (assunto come **scenario di riferimento**).

$$Scenario_{1,i} = \int_m q_m [ (H_i) \cdot (V_{l,i,m}) ]$$

**BENEFIT:** Individuazione dell'estensione dell'area d'interesse e la valutazione dell'impatto territoriale per:

- quantificazione delle risorse necessarie alla **pianificazione d'emergenza**,
- organizzazione dell'**intervento operativo**.

- H<sub>i</sub>** probabilità di occorrenza dell'evento di severità "i" in un certo periodo di tempo ed in un certo sito;
- V<sub>l,i,m</sub>** probabilità di attingimento di un assegnato livello di danno "l" per effetto di un evento di intensità "i" da parte di una certa categoria "m" (classe di vulnerabilità) di elementi a rischio
- q<sub>m</sub>** percentuale di elementi esposti di categoria "m".

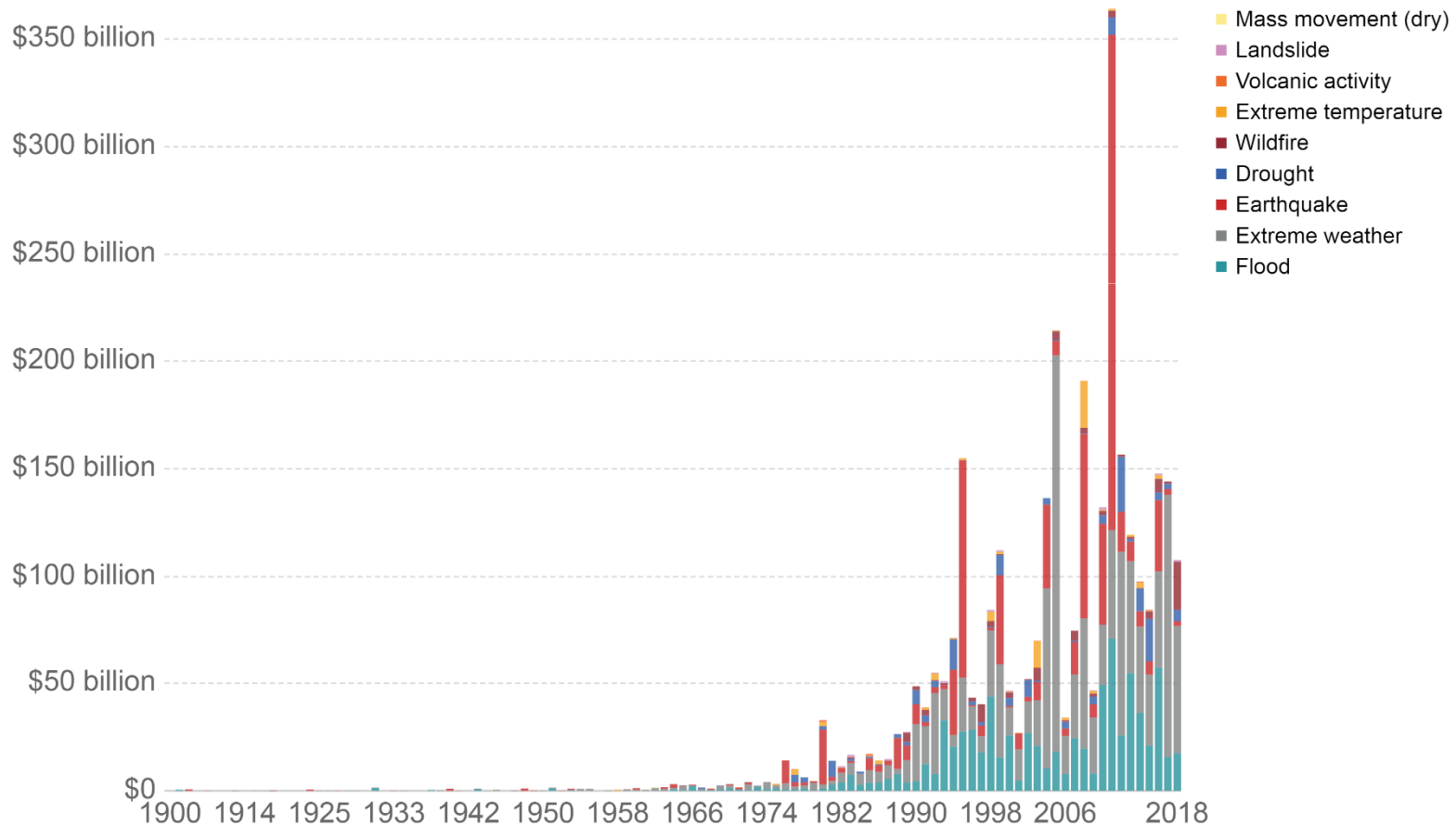
# COSTI DEL RISCHIO

## Danni economici (1900-2018)

### Economic damage by natural disaster type

Global economic damage from natural disasters, differentiated by disaster category and measured in US\$ per year.

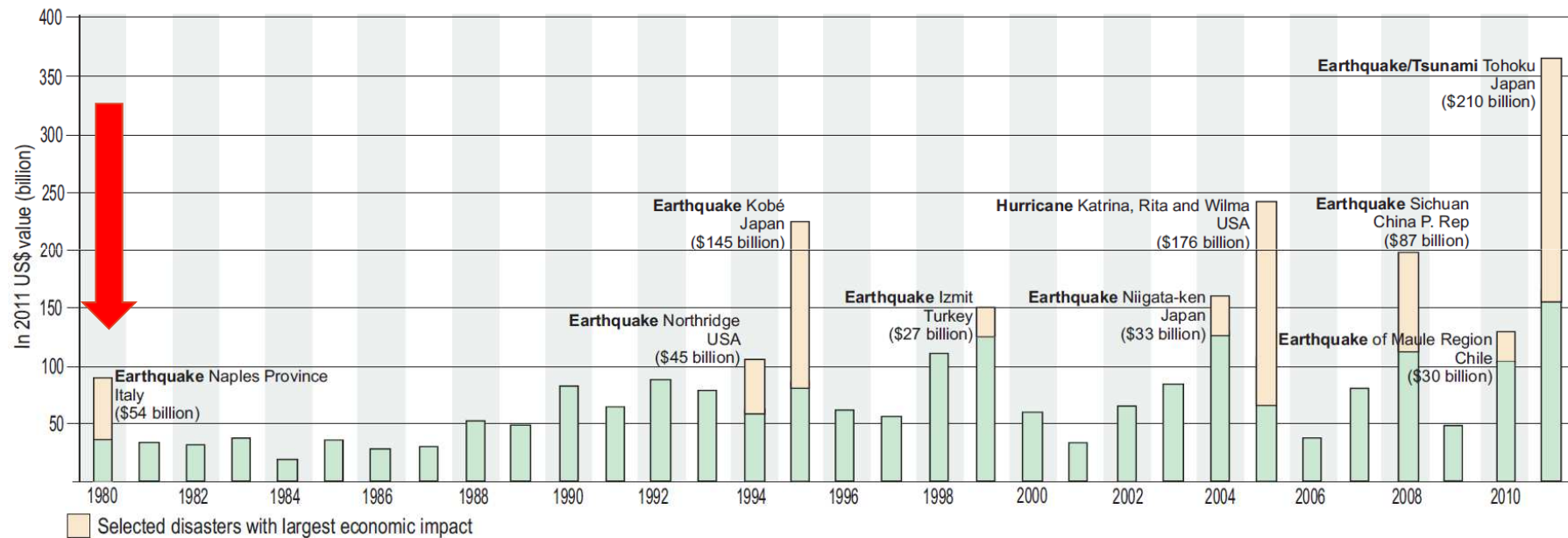
Our World  
in Data



Source: EMDAT (2019): OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain – Brussels – Belgium  
OurWorldInData.org/natural-disasters • CC BY

# Danni economici (1980-2011)

Annual reported economic damages from natural disasters: 1980-2011



# Mortalità annuale per tipo di evento in Italia (1860-2010) ogni 100.00 abitanti

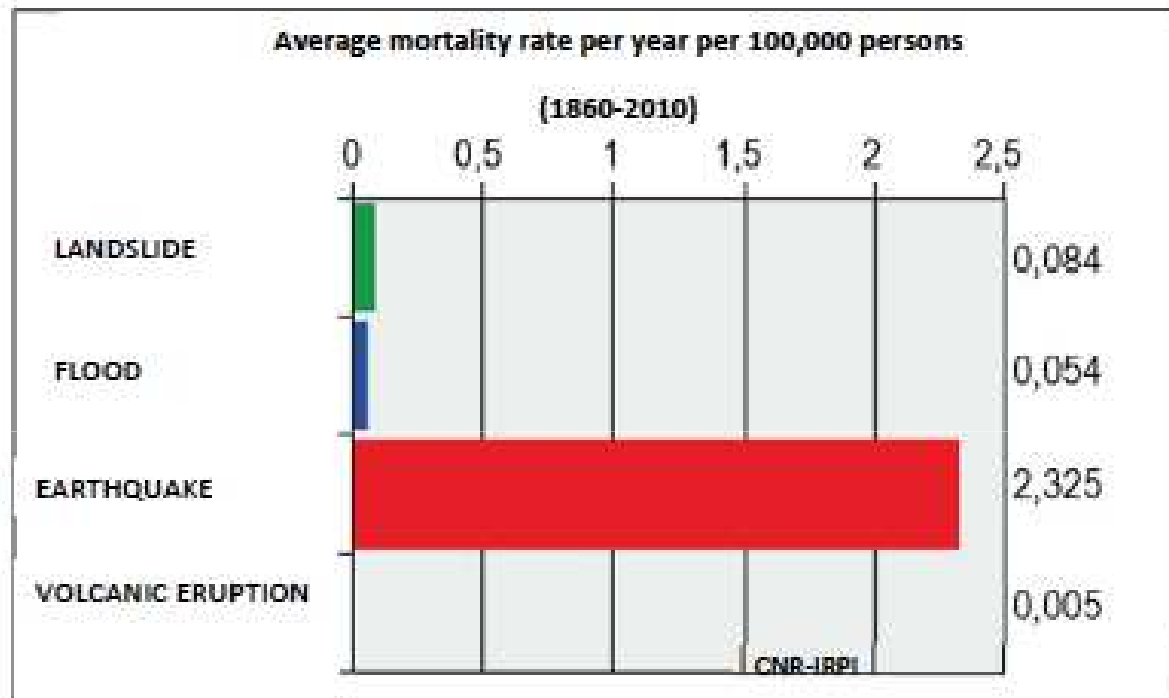
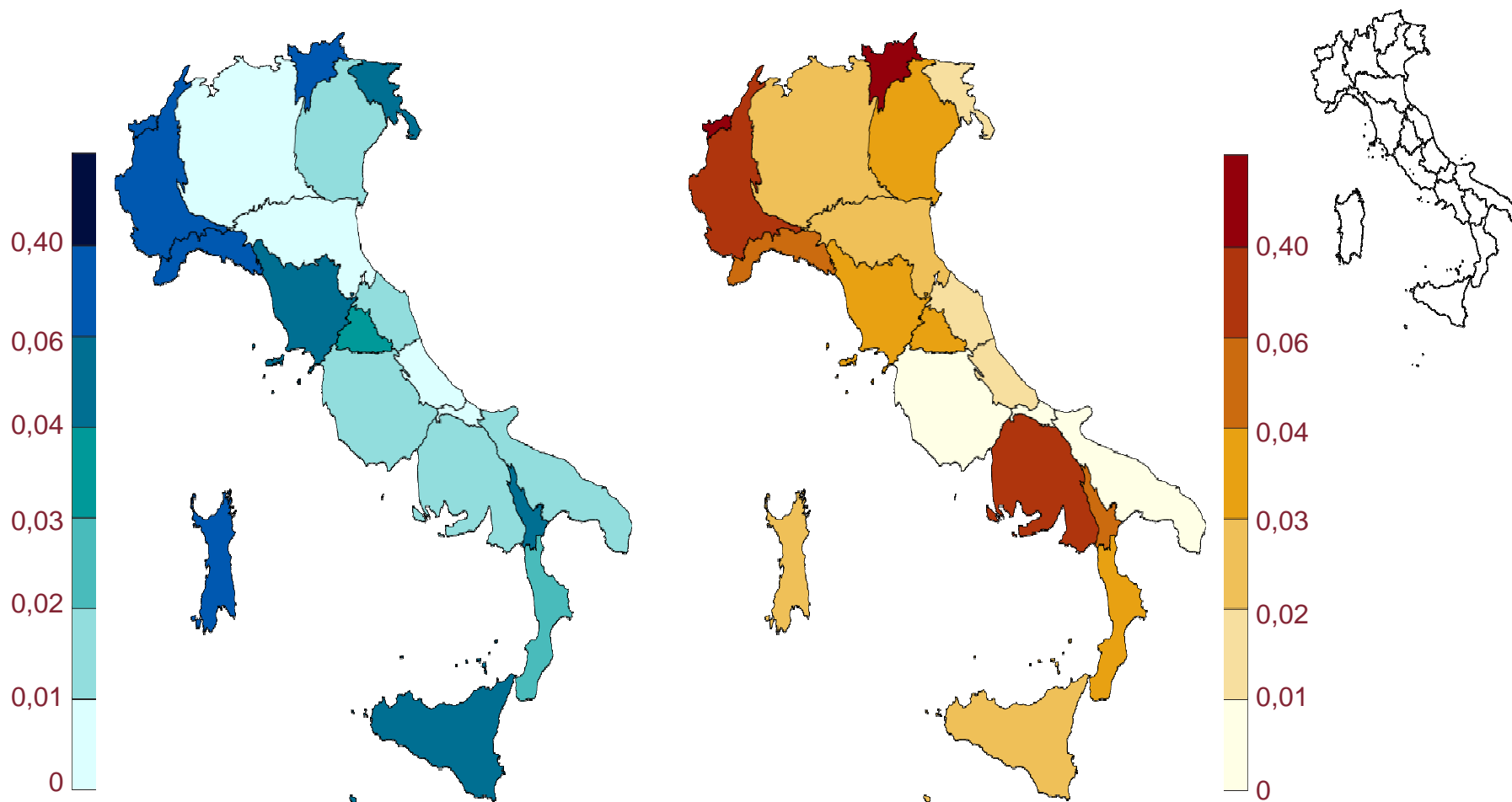


Fig. 1.1 – Comparison of the average mortality rate among different natural hazards in Italy

# Mortalità per inondazioni e frane (1964-2013)

ogni 100.00 abitanti



(CNR IRPI, 2016)



# ULTERIORE COSTO

Depauperamento territorio,  
paesaggio .... comunità





# PREVISIONE e PREVENZIONE



# SERVIZIO NAZIONALE PROTEZIONE CIVILE



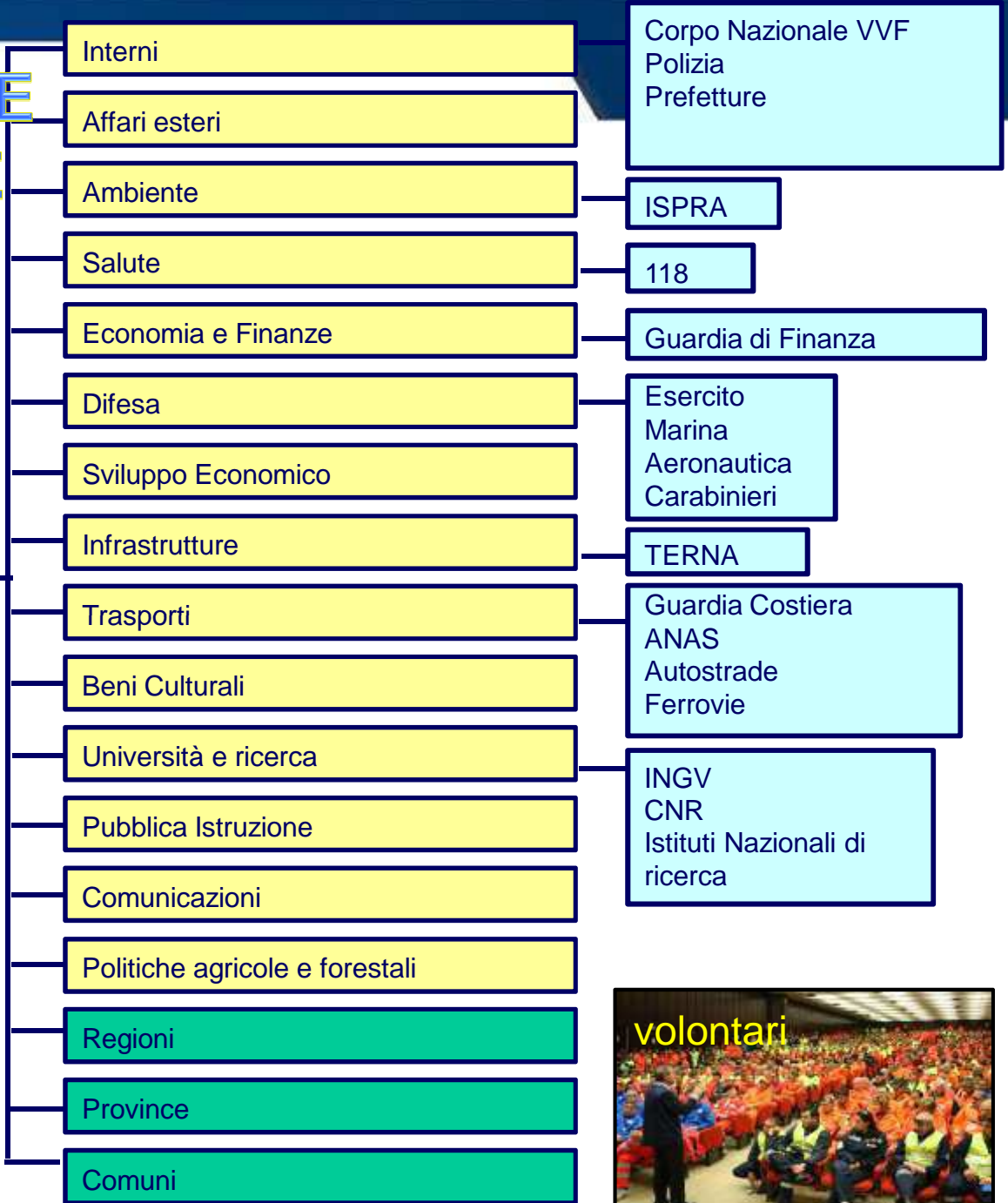
**Commissione  
Grandi Rischi**

**PRESIDENZA  
DEL  
CONSIGLIO  
DEI MINISTRI**

**Dipartimento  
protezione  
civile**

**Attività di coordinamento**

*I cittadini e altre  
amministrazioni pubbliche e  
private contribuiscono alle  
attività di protezione civile*







## La Comunità Scientifica?



# CONTESTO NORMATIVO

## D.Lgs. 1/2018 – Codice di Protezione Civile

### Art. 19 (Ruolo della comunità scientifica)

*(Artt. 3-bis, comma 2, 9, 11 e 17, L. 225/1992; Articolo 5, commi 3-bis e 3-quater, DL 343/2001, conv. L: 410/2001)*

1. La comunità scientifica partecipa al Servizio nazionale mediante l'integrazione nelle attività di protezione civile di cui all'articolo 2 di conoscenze e prodotti derivanti da attività di ricerca e innovazione, anche già disponibili, che abbiano raggiunto un livello di maturazione e consenso riconosciuto dalla comunità scientifica secondo le prassi in uso, anche frutto di iniziative promosse dall'Unione europea e dalle Organizzazioni internazionali anche nel campo della ricerca per la difesa dai disastri naturali.
2. La partecipazione di cui al comma 1 si realizza mediante le seguenti attività:
  - a) attività ordinarie e operative condotte in favore delle componenti del Servizio nazionale che includono, tra l'altro, il monitoraggio e la sorveglianza degli eventi, lo sviluppo di banche dati e ogni altra attività utile per la gestione delle emergenze e la previsione e prevenzione dei rischi che fornisca prodotti di immediato utilizzo;
  - b) attività di sperimentazione propedeutiche alle attività di cui alla lettera a), e di realizzazione di contributi scientifici e di sintesi di ricerche esistenti utili a tal fine;
  - c) ricerca finalizzata propedeutica alla realizzazione di prodotti utili alla gestione dei rischi di cui all'articolo 16 e allo studio dei relativi scenari;
  - d) collaborazione nelle attività di predisposizione della normativa tecnica di interesse.



# D.Lgs. 1/2018 – Codice di Protezione Civile

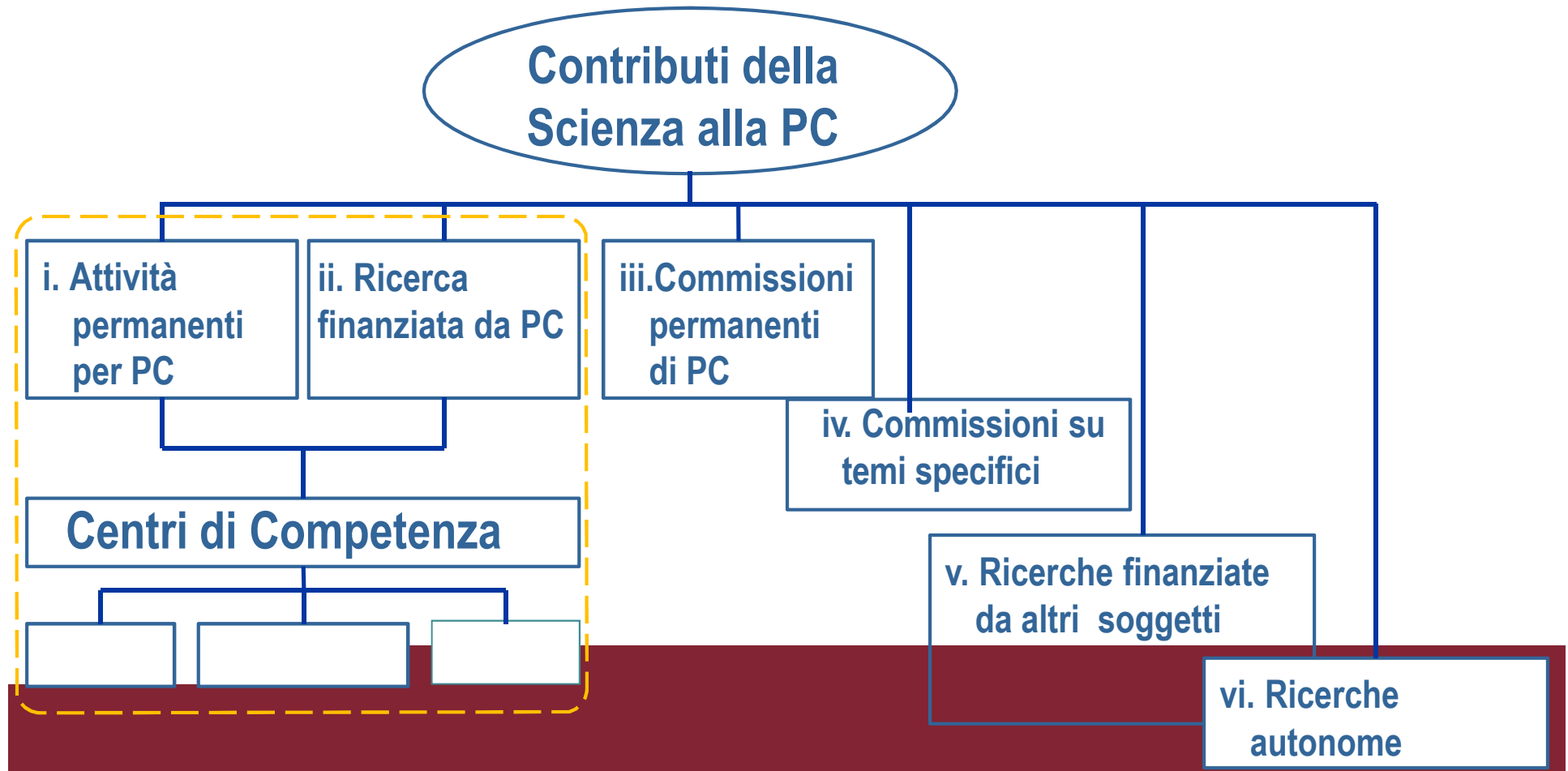
## Art. 20

### (Commissione Grandi Rischi)

*(Artt. 3-bis, comma 2, 9, 11 e 17, L. 225/1992, Articolo 5, commi 3-bis e 3-quater, DL 343/2001, conv. L: 410/2001)*

1. In coerenza con le tipologie dei rischi di cui all'articolo 16, la Commissione nazionale per la previsione e la prevenzione dei grandi rischi è organo di consulenza tecnico-scientifica del Dipartimento della protezione civile. Per la partecipazione alle riunioni della Commissione non spetta la corresponsione di compensi o di emolumenti a qualsiasi titolo riconosciuti. La composizione e le modalità di funzionamento della Commissione sono individuati con decreto del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Capo del Dipartimento della protezione civile

# SCIENZA E PROTEZIONE CIVILE



# CICLO DEL RISCHIO E COMUNITA' SCIENTIFICA



**Periodo misurabile in giorni/mesi, in cui deve svilupparsi e determinarsi l'efficacia dell'azione urgente (in genere non permanente) di protezione civile.**



**Attività:**

- ✓ **previsione di evento**
- ✓ **contrasto e contenimento conseguenti effetti su popolazioni e beni**
- ✓ **gestione stato di emergenza**
- ✓ **ripristino condizioni di vita preesistenti all'evento e riduzione pericolosità**

# C.S. E PREVENZIONE NEL TEMPO DIFFERITO

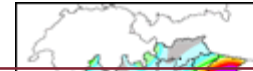
Metodi: definizione e

quadro

Pe

Stru

terri



Carte di



**Periodo misurabile in anni, decenni e secoli in cui devono svolgersi azioni di studio, pianificazione, programmazione e realizzazione di interventi.**

**Attività:**



- ✓ **garanzia di condizioni permanenti ed omogenee di salvaguardia vita umana e beni**
- ✓ **garanzia di condizioni permanenti ed omogenee di tutela ed uso sostenibile risorse ambientali**



© 2000 Service Authority Database, Inc.

# C.S.: PREVISIONE E PREVENZIONE





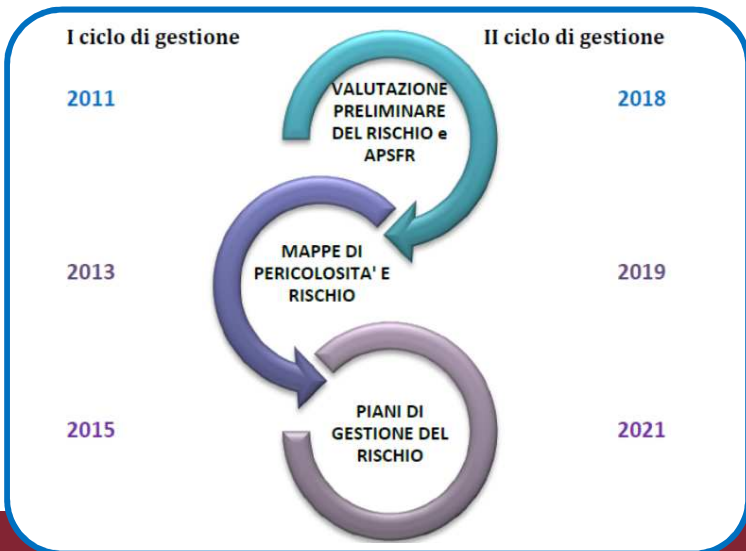
# VALUTAZIONE E ANALISI DI PERICOLOSITA'

- **Cataloghi**
- **Archivi**
- **Rilievi e misure**
- **Analisi e modelli**
- **Cartografie e database (GIS)**



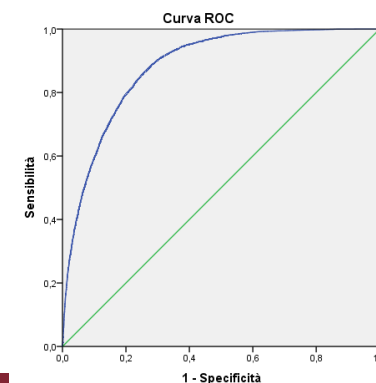
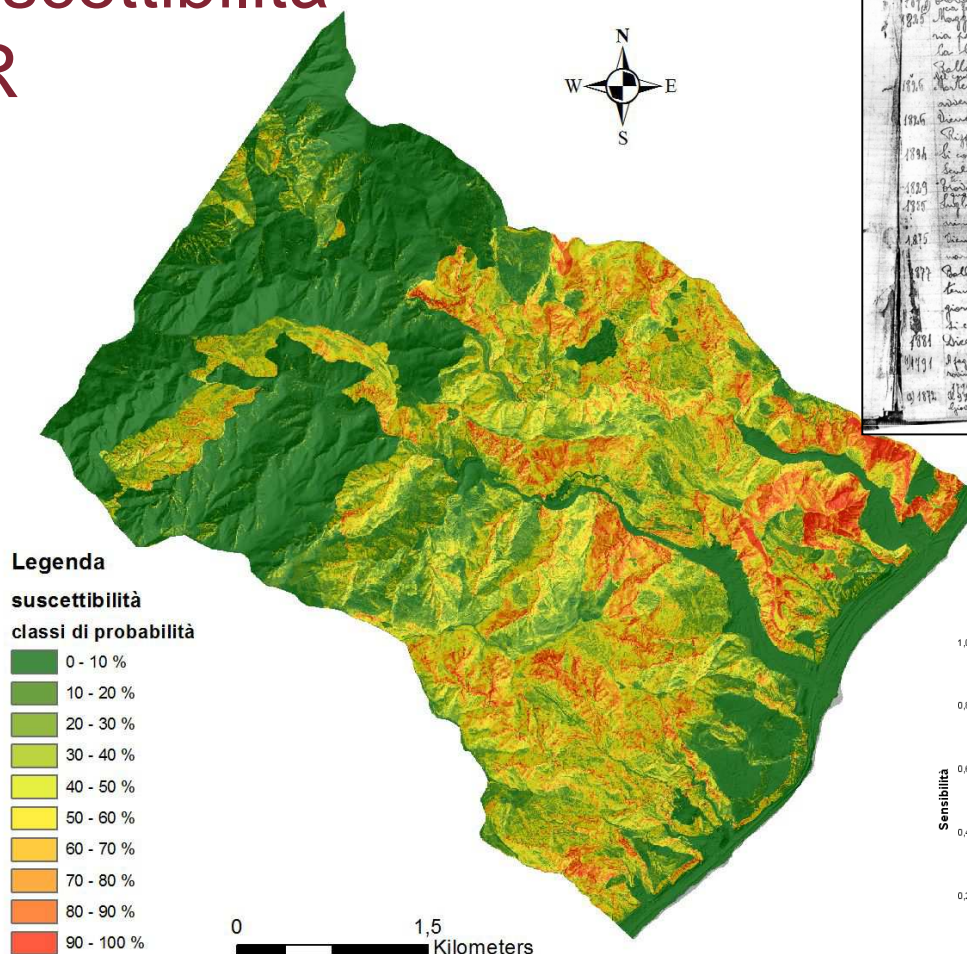
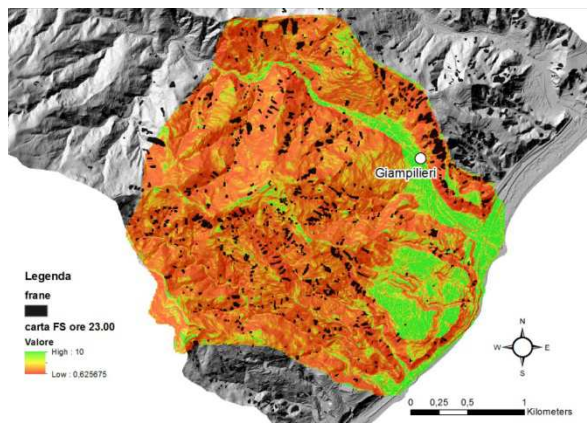
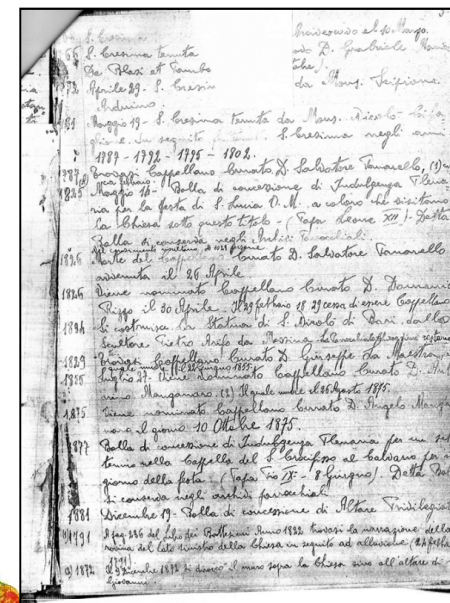
# Catalogo nazionale eventi alluvionali

(Giulivo, 2018)



# Elementi per Valutazione pericolosità di frana

- Carte inventario
- Analisi di suscettibilità
- DTM, LiDAR
- Analisi
- Dati storici



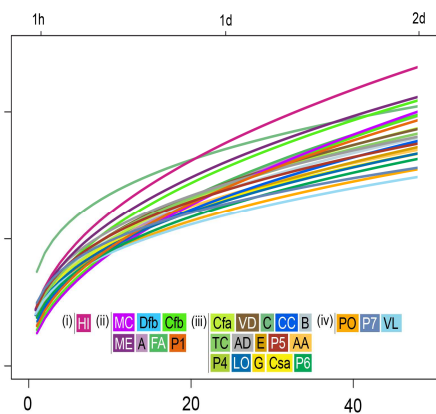
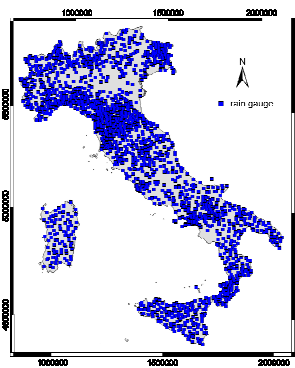


# Soglie pluviometriche e sistemi previsionali Valutazioni a posteriori

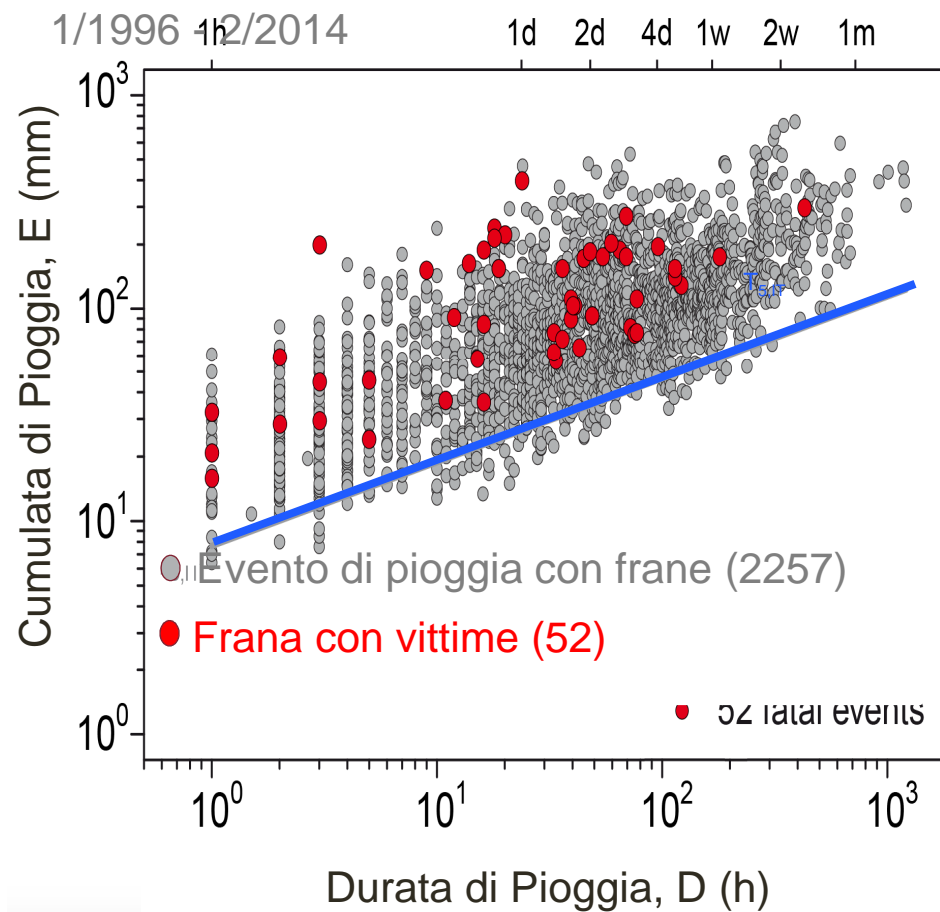
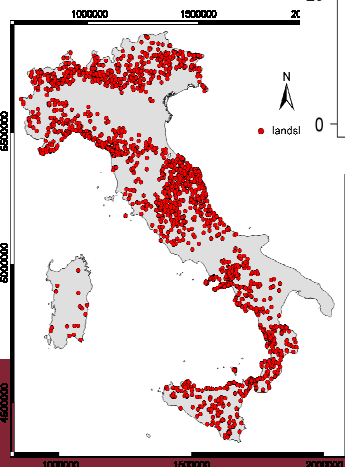
(CNR IRPI, 2016)

Eventi frana con  
vittime dal 1996  
al 2014 «previsti»  
dal modello

2228 pluviografi



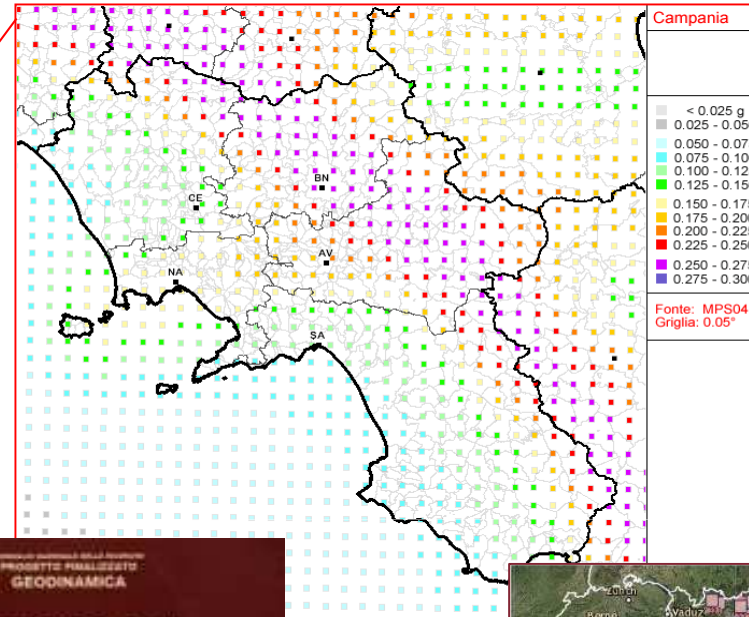
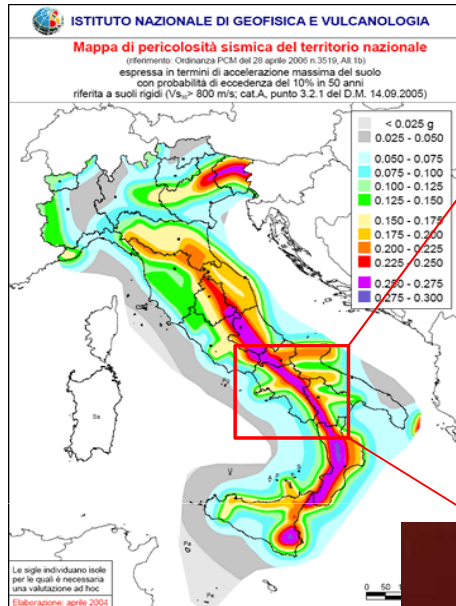
2819 frane



# Modello di pericolosità sismica (in corso di aggiornamento – MPS19)



Istituto Nazionale di  
Geofisica e Vulcanologia



## CATALOGO DEI TERREMOTI ITALIANI DALL'ANNO 1000 AL 1980



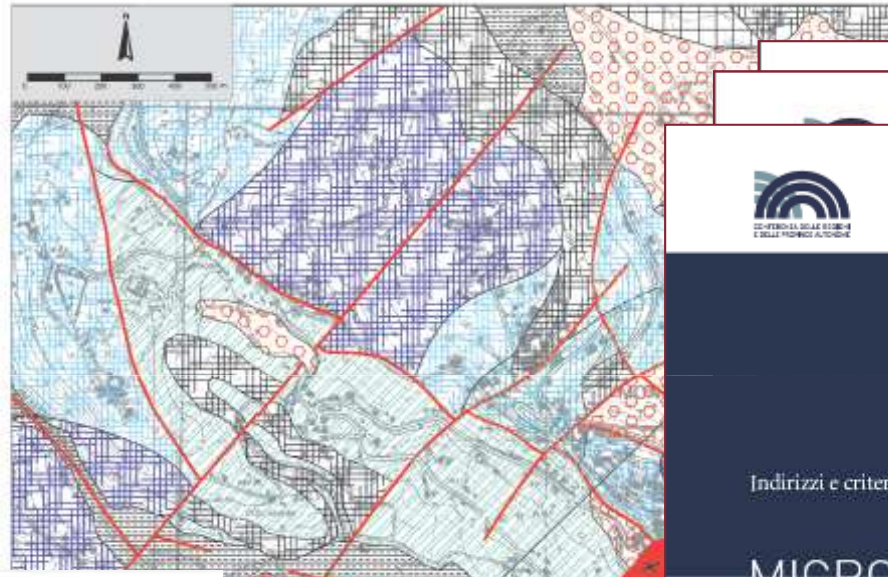
# 2008: INDIRIZZI E CRITERI PER LA MS

## 2009: MS PER RICOSTRUZIONE L'AQUILA

MONTE SAN GIOVANNI CAMPANO (FR)

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

vinca autonoma - Commissione protezione civile - Sottocommissione B (Attivazione della normativa)  
- Il ripartimento della protezione civile  
- materiali per la microzonazione sismica



2008

Indirizzi e criteri per la

MICROZONAZIONE SISMICA

Parti I e II



2009

MICROZONAZIONE SISMICA  
PER LA RICOSTRUZIONE  
DELL'AREA AQUILANA

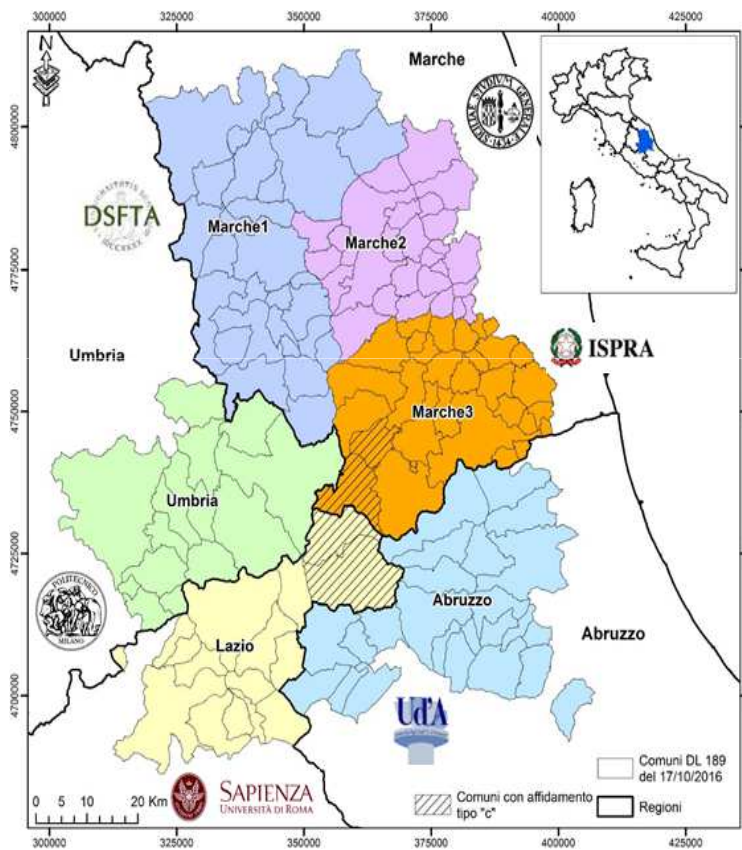




# 2016-'17: a supporto del Commissario per Ricostruzioni

**MS 3 Livello in 138 Comuni**

**Coordinamento tra 25 tra Ent  
 ricerca, Dipartimenti univer  
 - oltre 100 ricercatori  
 - 114 professionisti**



# Microzonazione Sismica di livello 3 -

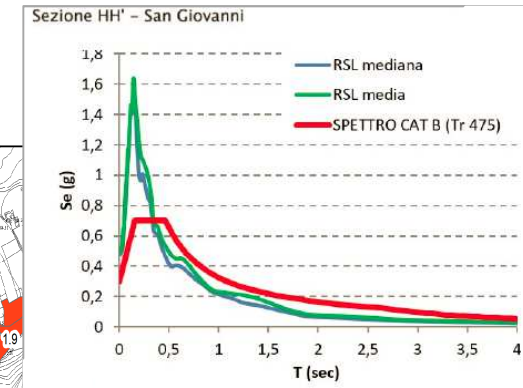
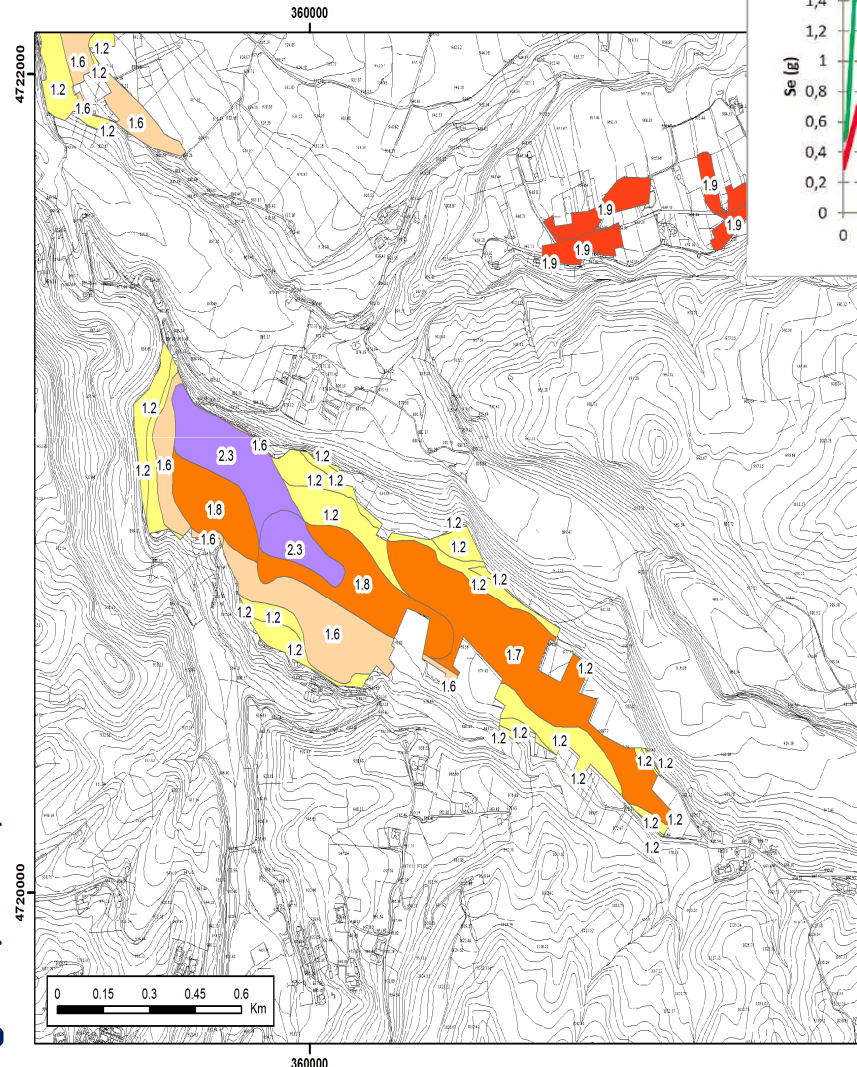
## Esito della MS3 di Amatrice

Prodotti principali:

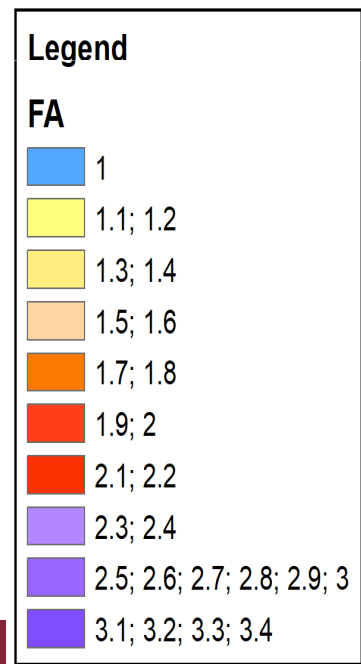
- carte di FA (3 intervalli T)
- Spettri di Risposta (HU475)

Criticità emerse dallo studio di MS di livello 3:

- massimi fattori di amplificazione (FA) in corrispondenza zone con massimo spessore dei depositi alluvionali
- presenza di movimenti franosi che interessano il centro storico, riattivati in condizioni



Carta dei Fattori di Amplificazione nell'intervallo T = 0.1 - 0.5s





# **ATTIVITA' DI MONITORAGGIO**

- **In sito**
- **Da remoto**
- **Telerilevamento**
- **Deformazioni/spostamenti**
- **Multiparametro**

# Monitoraggio

(CNR IRPI, 2018)



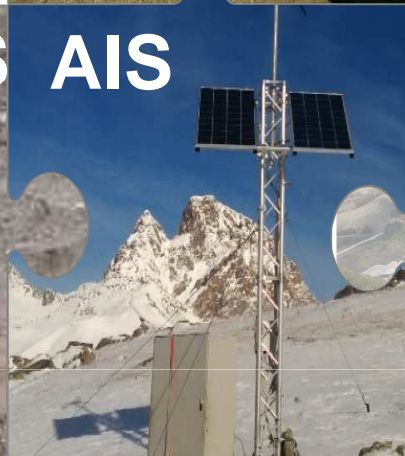
Droni



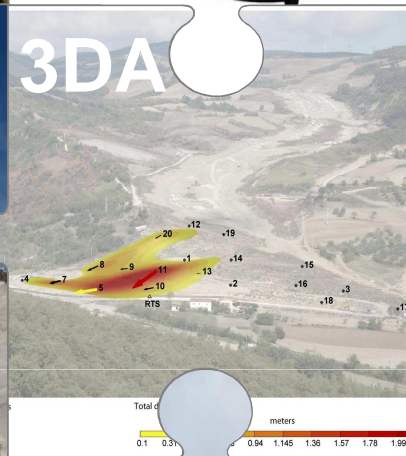
GPS



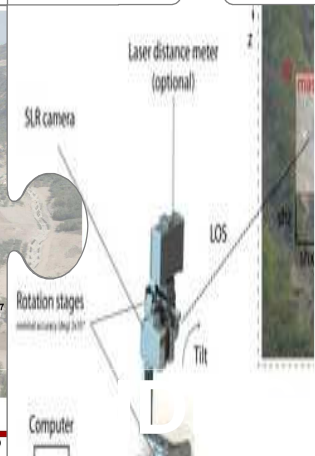
RTS



AIS



3DA



SSS



LiDAR



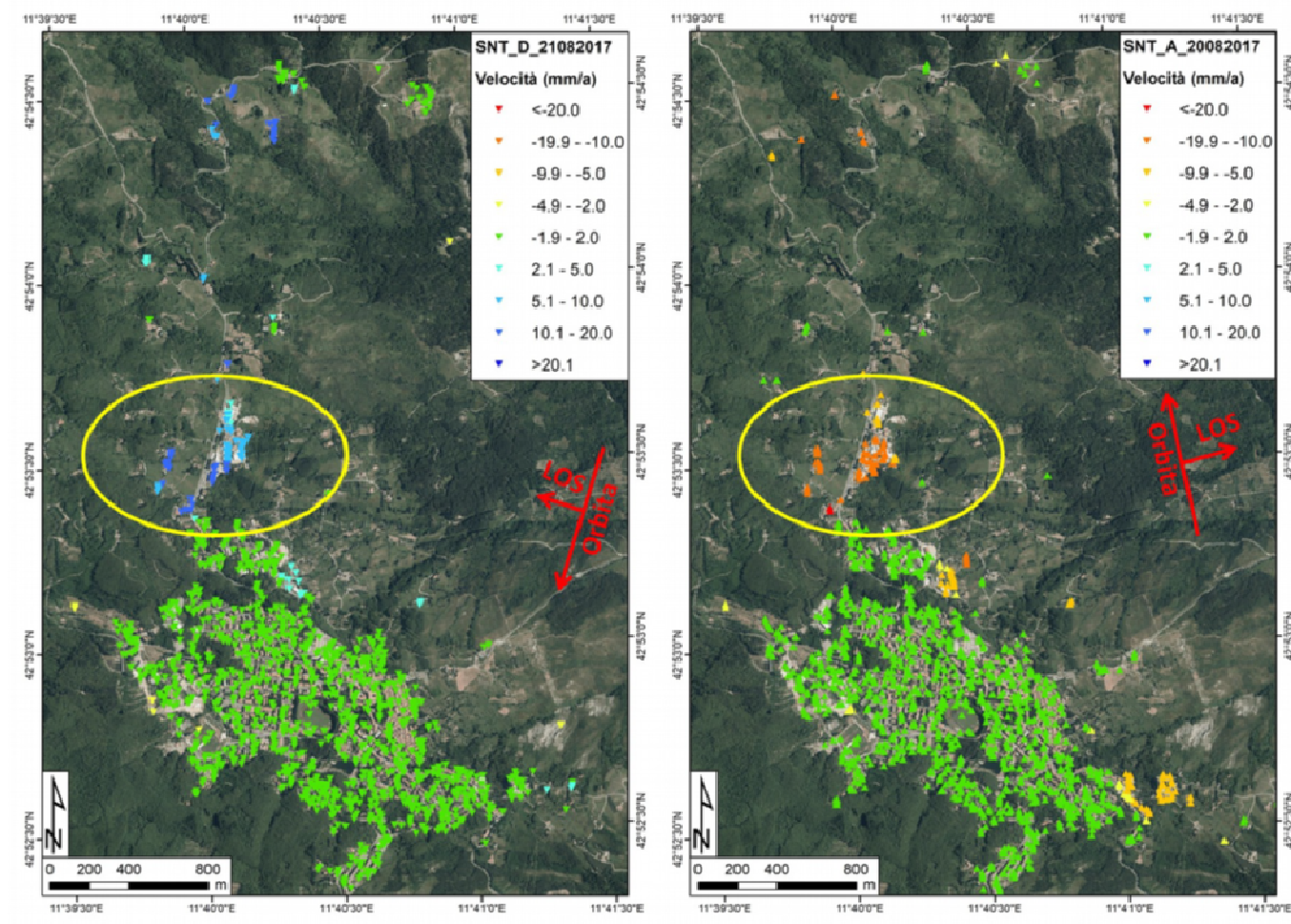
GB-RAR



GB-SAR



# Attività di monitoraggio del rischio idrogeologico del territorio della Regione Toscana tramite interferometria radar satellitare



(Casagli et al., 2018)



# SISTEMI INTEGRATI PER IL MONITORAGGIO, L'EARLY WARNING E LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO LUNGO LE GRANDI VIE DI COMUNICAZIONE (LEWIS) (Versace, 2018)



MISURA DELLE PRESSIONI NEUTRE



INTERFEROMETRO



TENSIOMETRI, INCLINOMETRI, PIEZOMETRI



RADAR



POIS



SMAMID

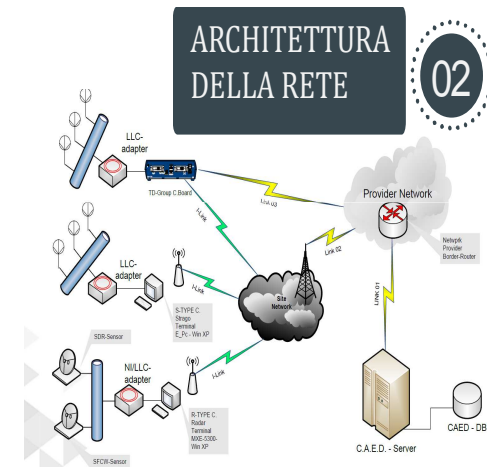
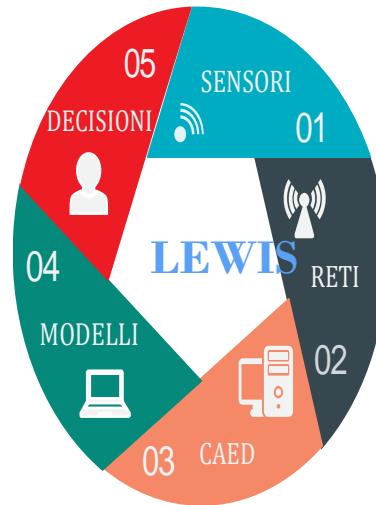
01

- 4 STATI:**
- stato 0 (S0) = nessuna variazione
  - stato 1 (S1) = piccola variazione
  - stato 2 (S2) = media variazione
  - stato 3 (S3) = grande variazione

**05**  
STATO DEI SENSORI E INDICI, AZIONI DA INTRAPRENDERE

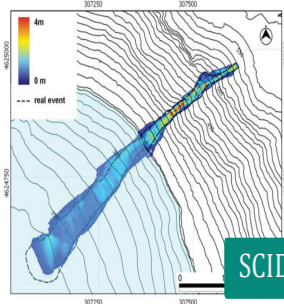
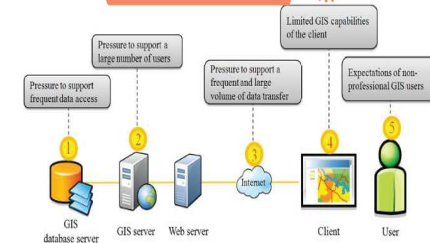
- 2 STATI:**
- stato 0 (S0) = variazione nulla o trascurabile
  - stato 1 (S1) = variazione non trascurabile

	Opzione CAED	Probabilità
nessuna azione		P0: nulla o trascurabile (< 0.1%)
tutti i SFN sono S0	1 - attivazione SOD	P1: non trascurabile (< 1%)
Almeno un SFN è S1	2 - intensificare la presenza fino ad H24	P2: molto bassa (< 3%)
Almeno n° SFN sono S1 o almeno un SFN è S2	3/1 - emettere un avviso di criticità di livello 1 (ordinaria)	P3: bassa (< 10%)
Almeno n° SFN sono S2 o almeno un SFN è S3	3/2 - emettere un avviso di criticità di livello 2 (moderata)	P4: moderata (< 20%)
Almeno n° SFN sono S3	3/3 - emettere un avviso di criticità di livello 3 (elevata)	P5: alta (> 20%)

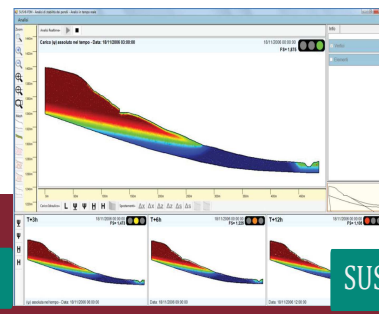


## ARCHITETTURA DEL CAED

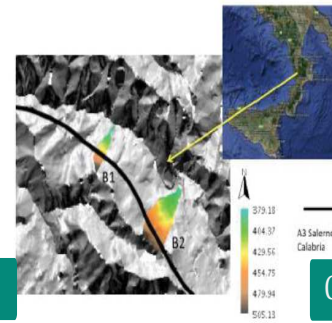
03



SCIDDICA



SUSHI



GEOTOP

04

# STIME E ANALISI DI

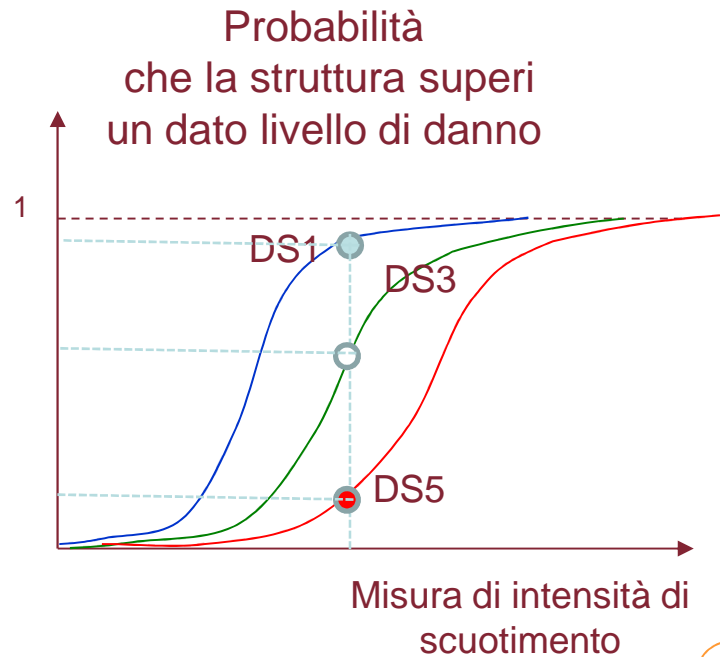
## ➤ **VULNERABILITA'**

- ✓ **Curve fragilità** (approcci analitici, empirici, ibridi)
- ✓ **Argini fluviali**
- ✓ **Azioni da sovraccarichi temporanei**

## ➤ **ESPOSIZIONE**

- ✓ **Edifici**
- ✓ **Popolazione**
- ✓ **Infrastrutture a rete**

# Vulnerabilità sismica: curve di fragilità (Paolucci, 2019)



Label	Damage level	Description	Masonry buildings	RC buildings
DS0	No damage	—		
DS1	Negligible to slight damage	No structural damage, slight nonstructural damage		
DS2	Moderate damage	Slight structural damage, moderate nonstructural damage		
DS3	Substantial to heavy damage	Moderate structural damage, heavy nonstructural damage		
DS4	Very heavy damage	Heavy structural damage, very heavy nonstructural damage		
DS5	Destruction	Very heavy structural damage		

approcci per ottenere curve di fragilità

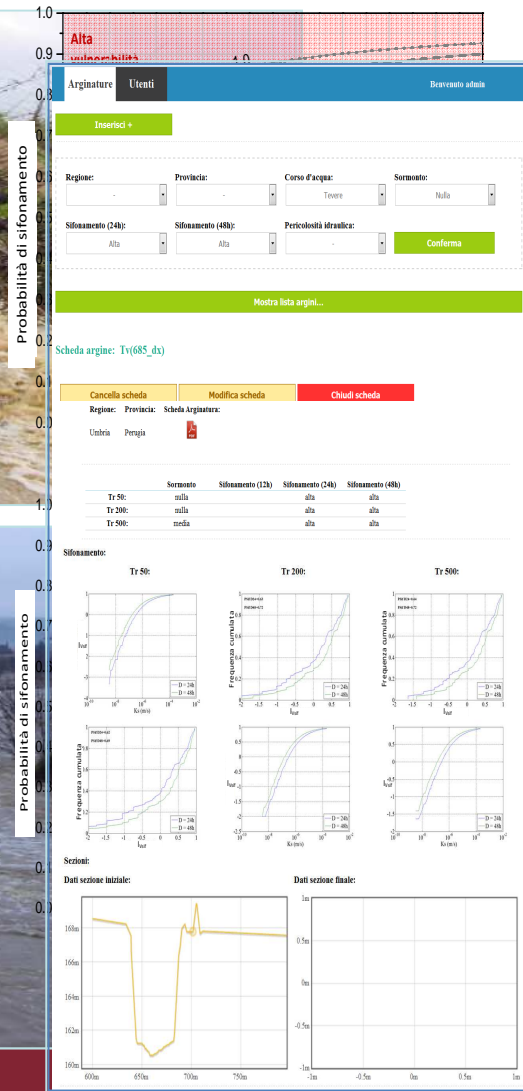
empirici (osservazioni da terremoti)

meccanici (analisi strutturali non-lineari)

# Vulnerabilità Argini in Terra (Guzzetti, 2019)

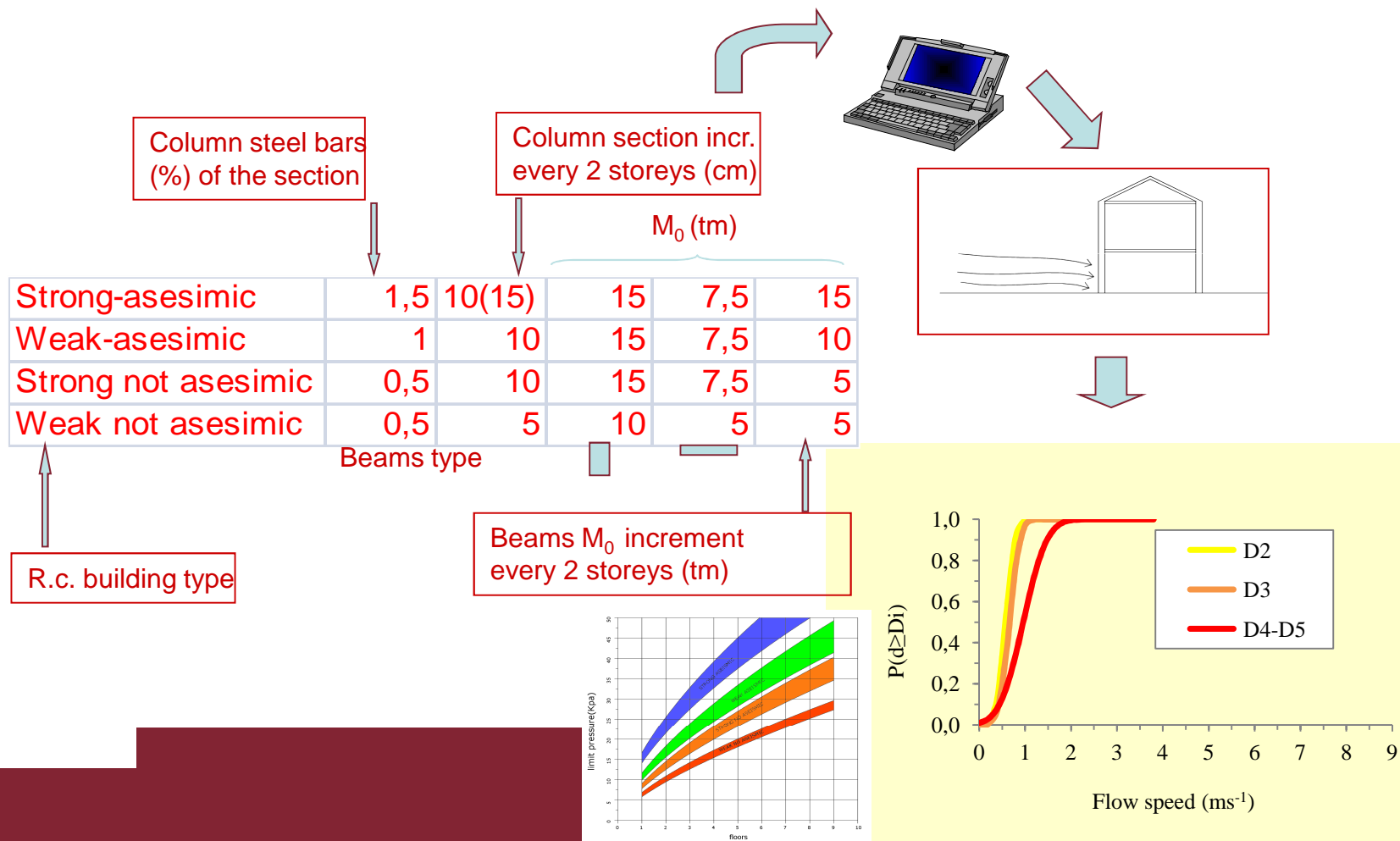
DANTE  
Database  
nAzionale  
argiNature  
in TErra

Procedura  
speditiva  
per la stima della  
vulnerabilità degli  
argini al  
sifonamento



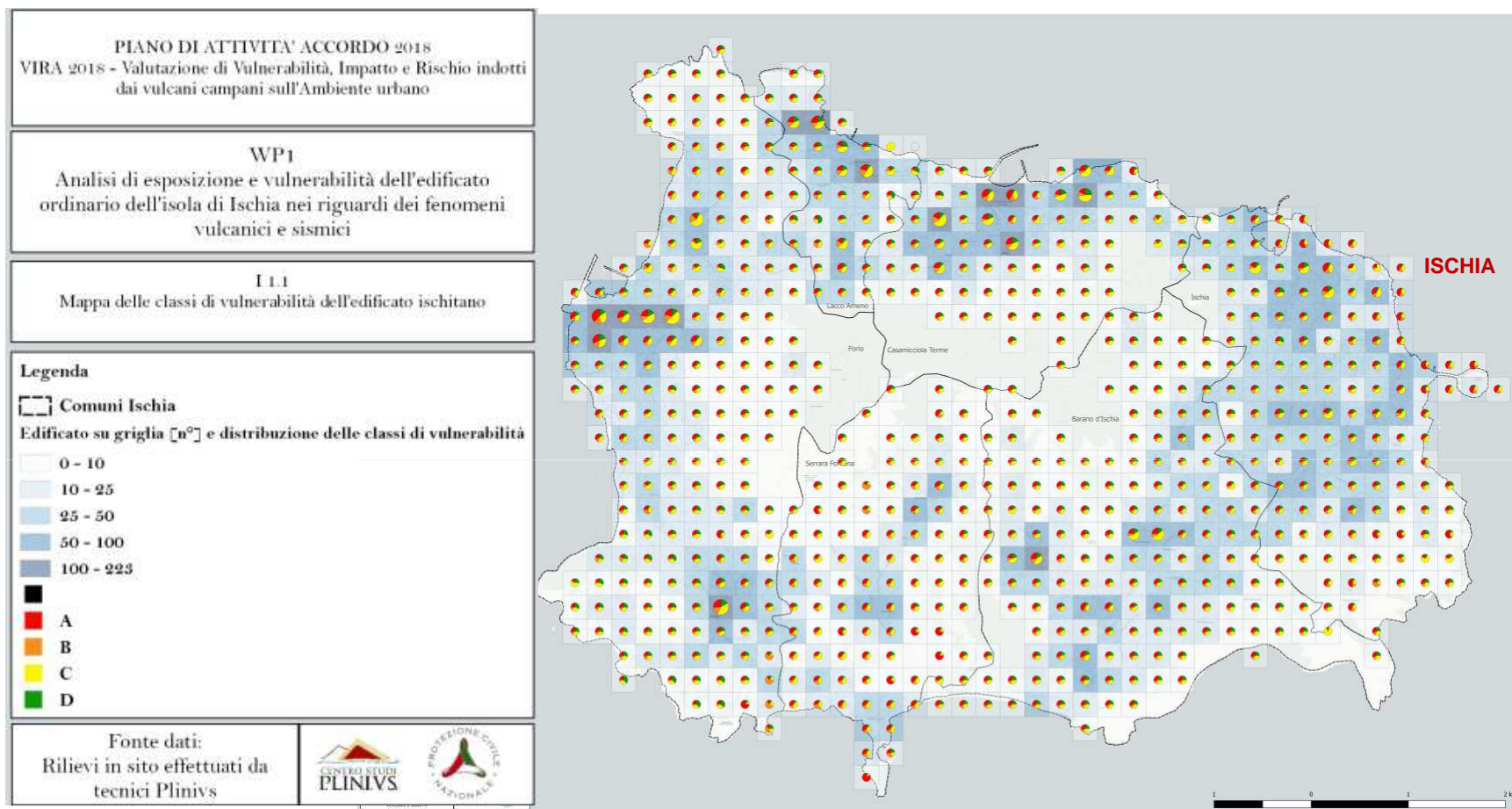
# Vulnerabilità (Zuccaro, 2019)

- Frane: vulnerabilità edifici

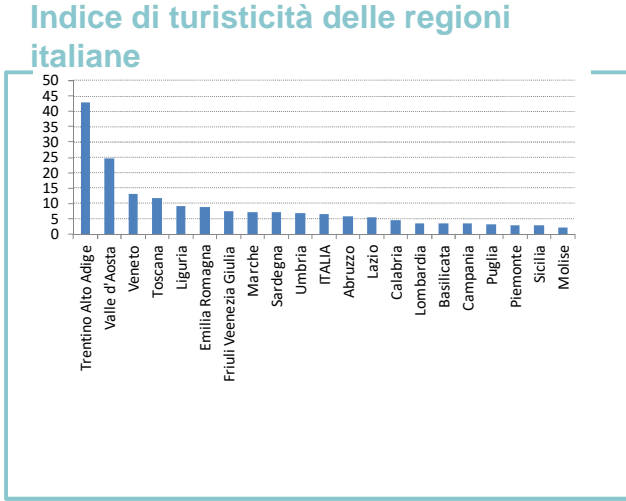
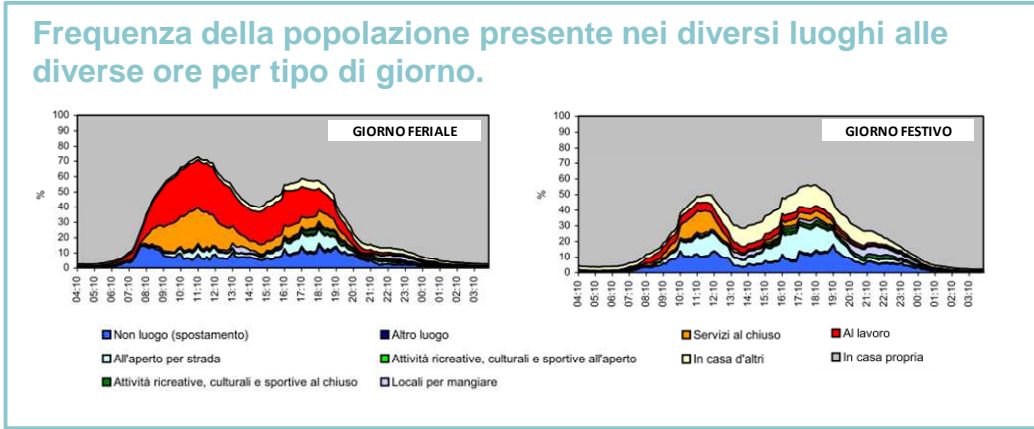




# Esposizione – edifici (Zuccaro, 2019)



# Esposizione – persone (Zuccaro, 2019)



# Esposizione – reti



- **ANALISI E CARTE DI RISCHIO**
- **RICOSTRUZIONI DI SCENARI DI EVENTO**



# Valutazione del RISCHIO a scala nazionale



Presidency of the Council of Ministers  
Italian Civil Protection Department



## *National risk assessment*

*Overview of the potential major disasters in Italy:  
seismic, volcanic, tsunamis, hydro-geological/hydraulic and extreme  
weather, droughts and forest fire risks*

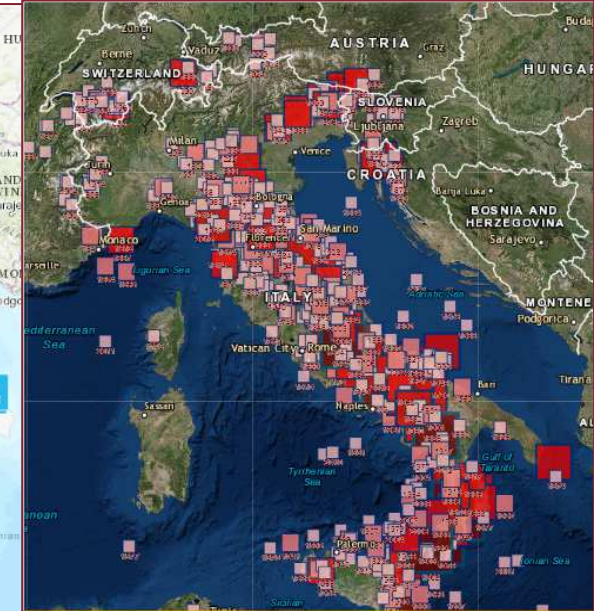
updated: December 2018

# Valutazione del RISCHIO (Giulivo, 2018)

*Approccio multi-rischio*

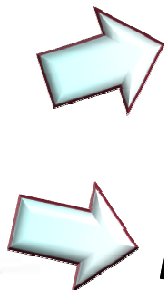


Inondazioni 1965 - 2014 con vittime, dispersi e feriti (CNR-Irpi)



Forti terremoti 1000 - 2014 (CPTI15)

*Effetti a cascata*

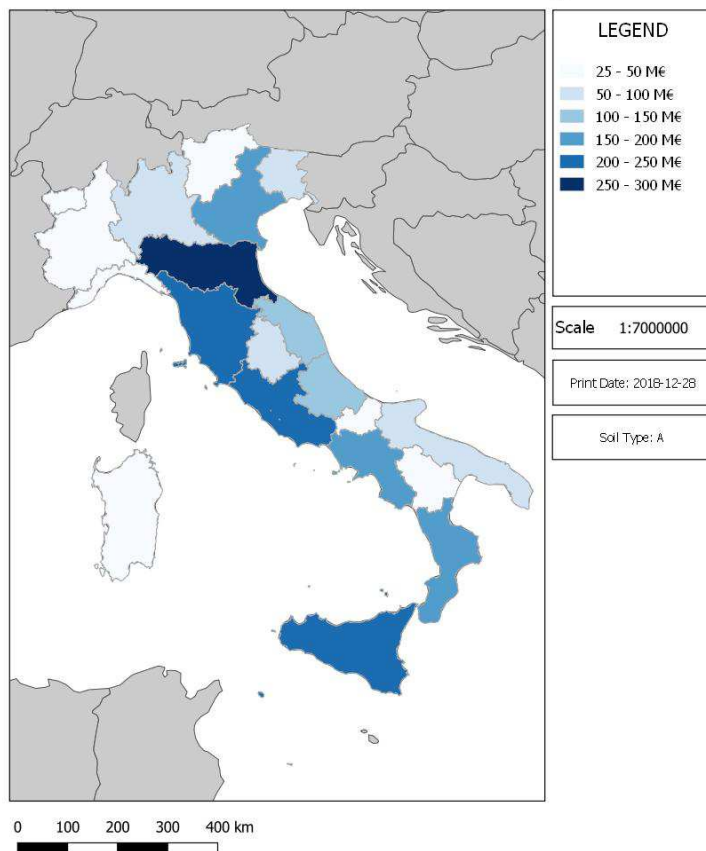


**Incidenti NaTech**  
**(Natural Events Triggering Technological Disaster)**

# Mappe probabilistiche di rischio sismico

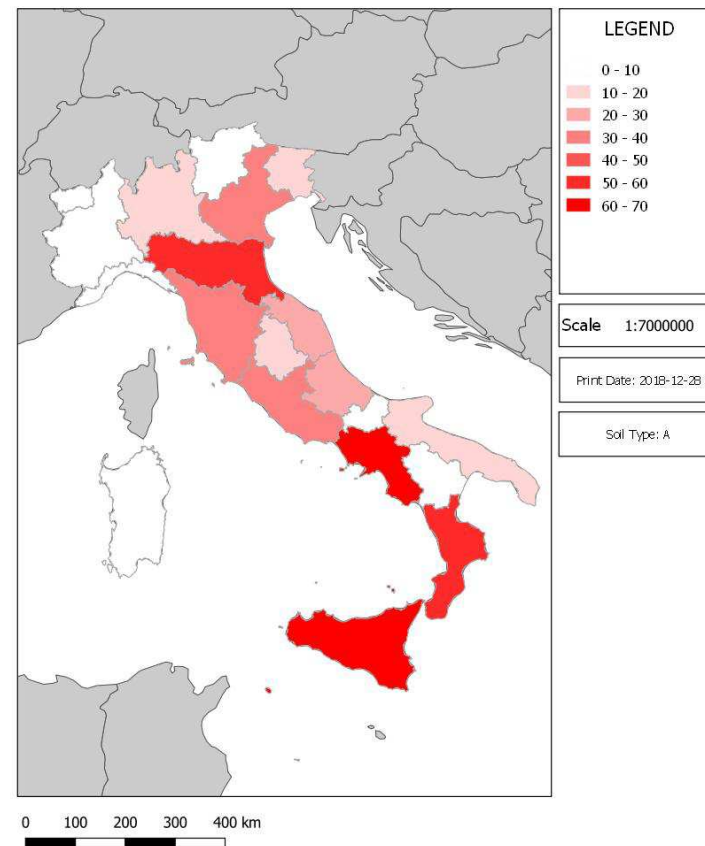
Economic loss - Time window = 1 year

Cost for reconstruction of Buildings



Human losses - Time window = 1 year

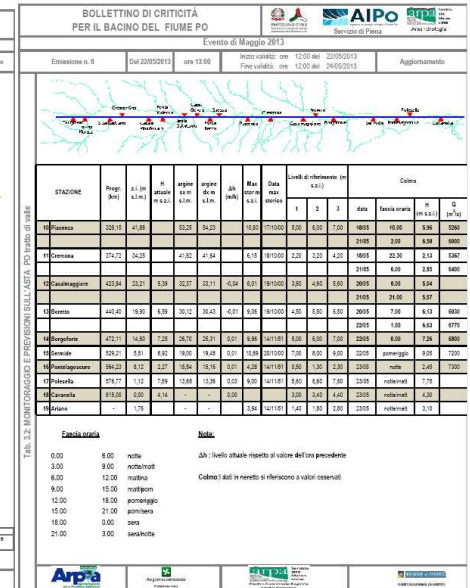
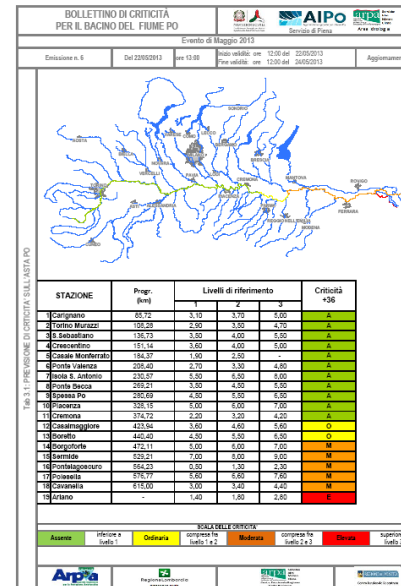
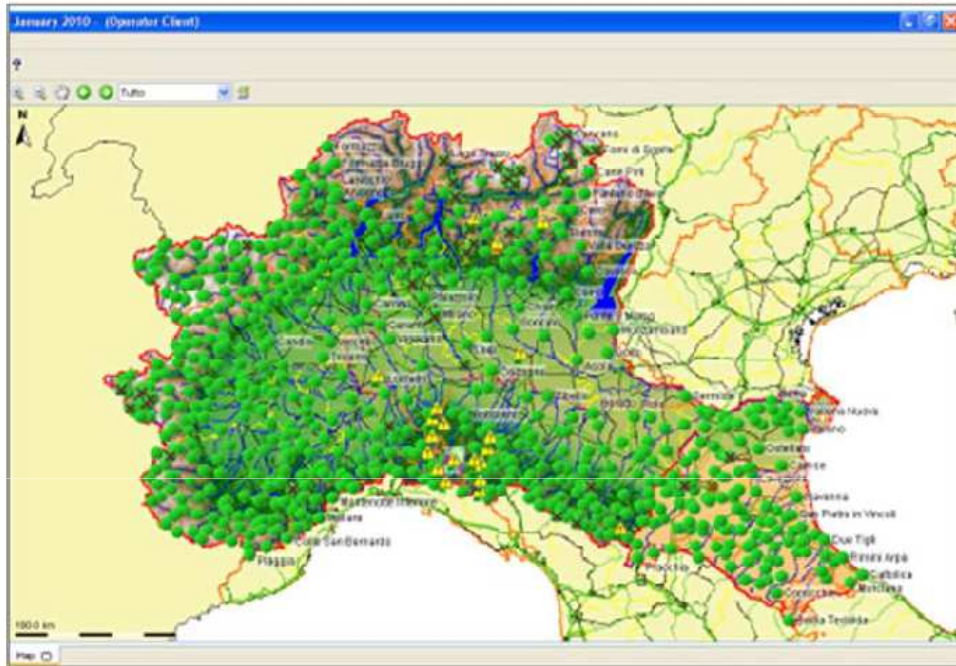
Number of casualties



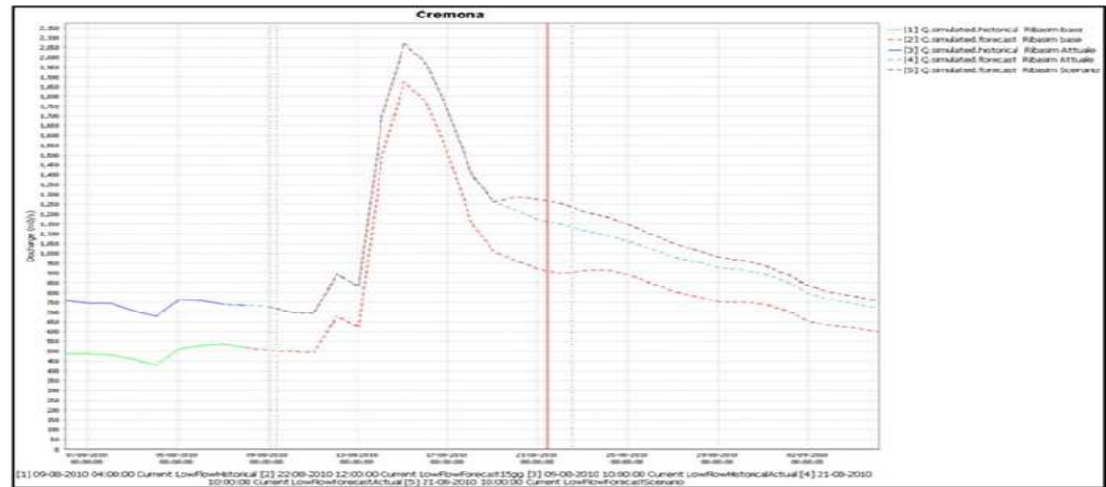
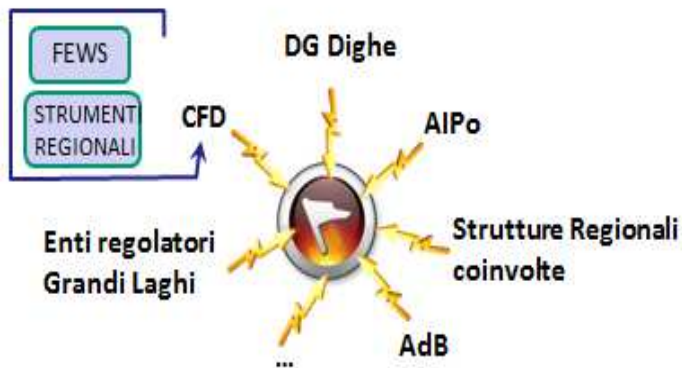
dal Documento sulla valutazione nazionale dei rischi (DPC, 2019)



# Scenario Bacino del fiume Po



**FEWS (Flood Early Warning System): modello previsionale per l'asta principale del fiume Po**

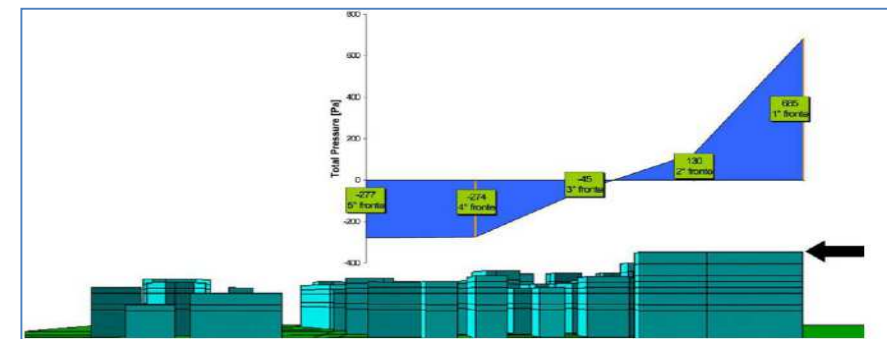
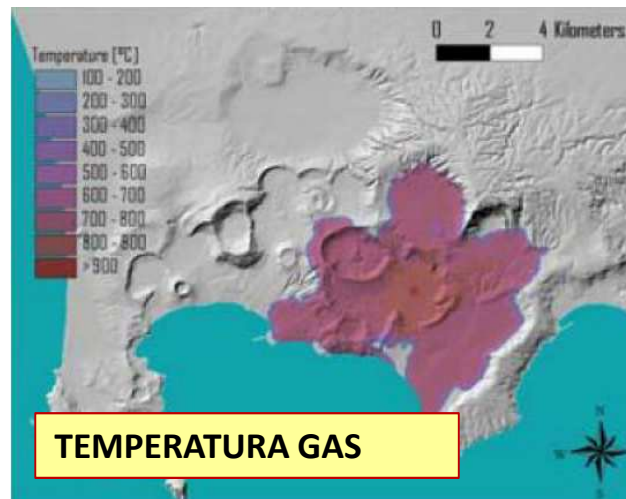
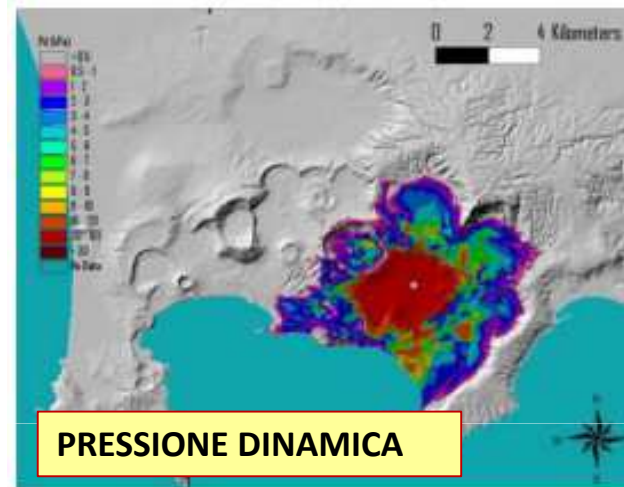
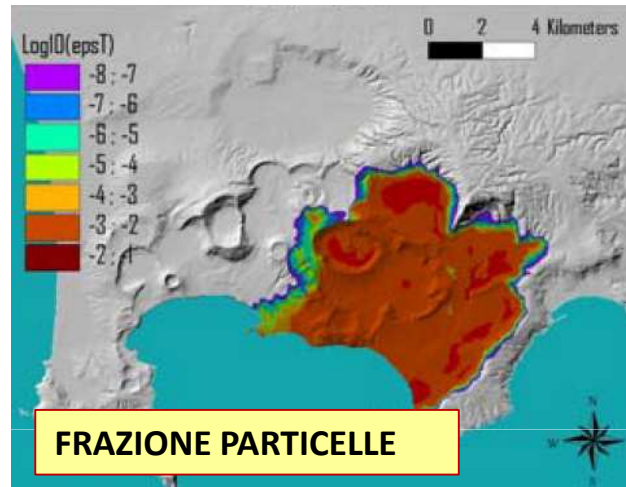




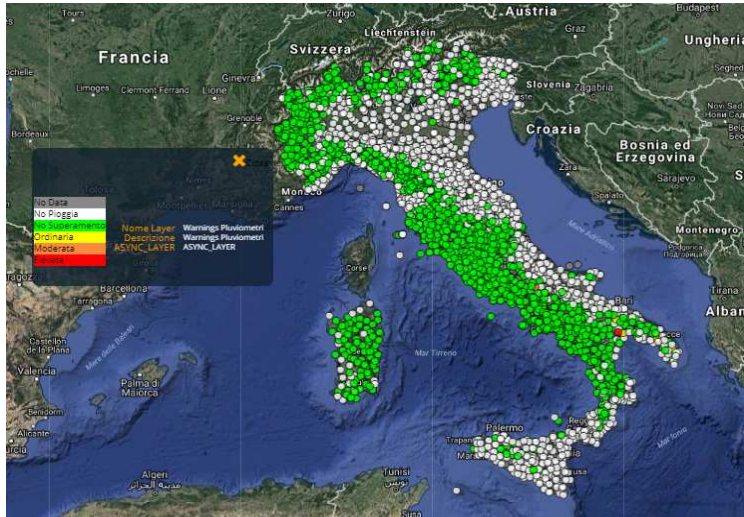
# ANALISI DI SCENARIO: PF/Edifici

## HAZARD DA FLUSSI PIROCLASTICI CAMPI FLEGREI

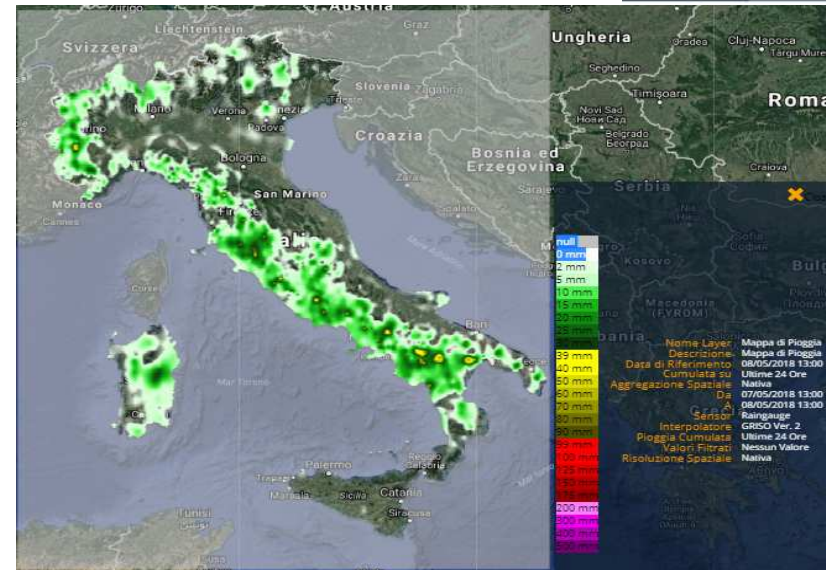
(Zuccaro, 2019)



# Allertamento: dati e strumenti modellistici



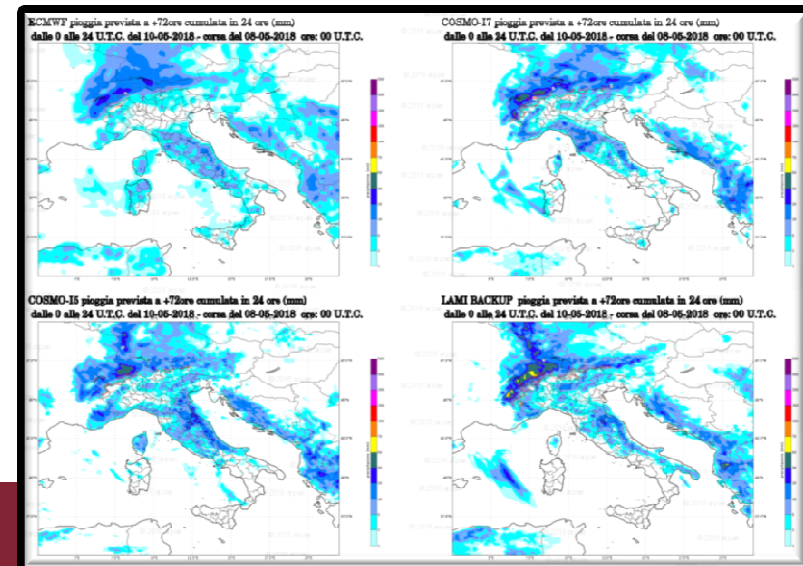
Rete pluviometrica



Mapa di precipitazione

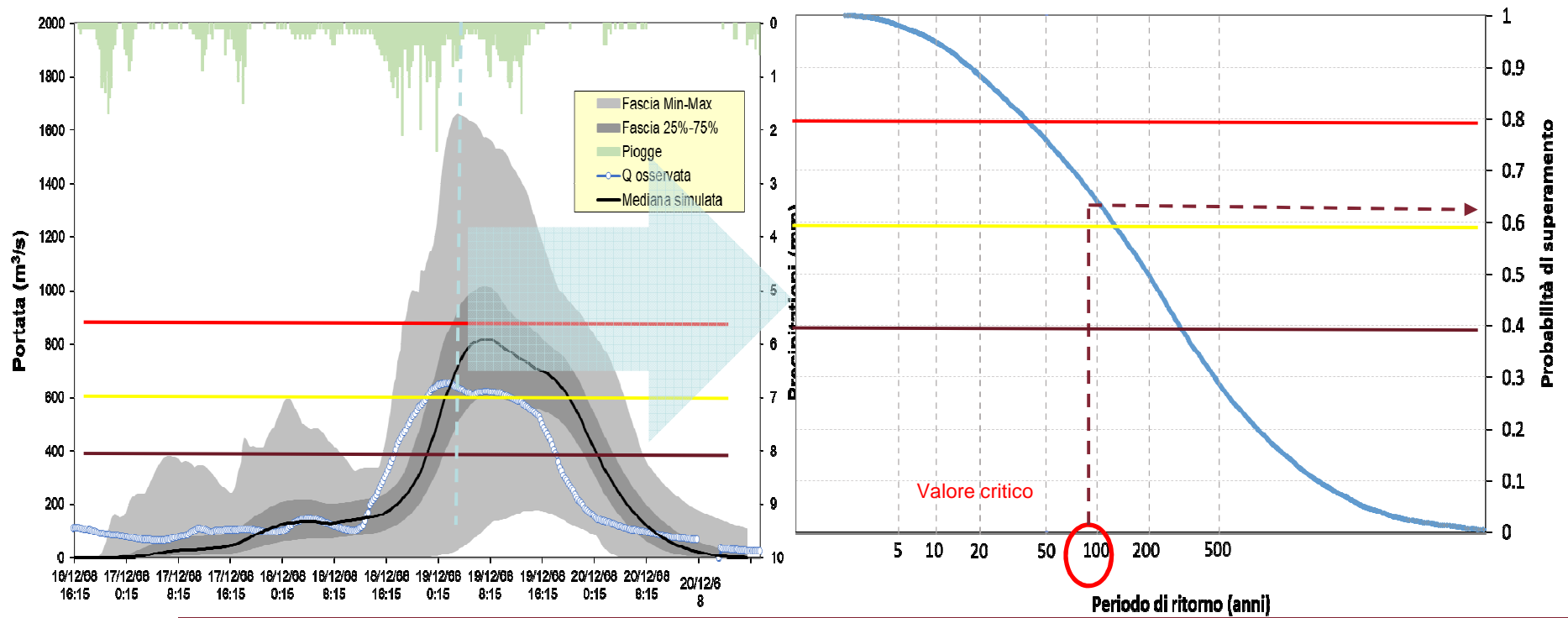


Rete radar nazionale



Previsioni Meteo Numeriche

# Soglie allertamento e previsioni probabilistiche (incertezze!!!!)







**2004**

**Implementazione di un sistema di  
allertamento federato, complesso e  
peculiare**

**2019** raggiungimento ultimo miglio





# IT-Alert

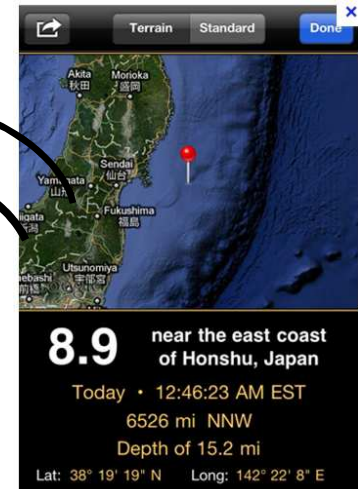
**nuova piattaforma tecnologica  
a servizio del sistema di Allertamento Nazionale**



**invio simultaneo di brevi messaggi di testo a tutti  
i dispositivi cellulari presenti all'interno di una determinata area**



# Prevenzione ... una sfida da raccogliere!



...oggi lo si può fare molto meglio!!



? ? ? ? ? ?





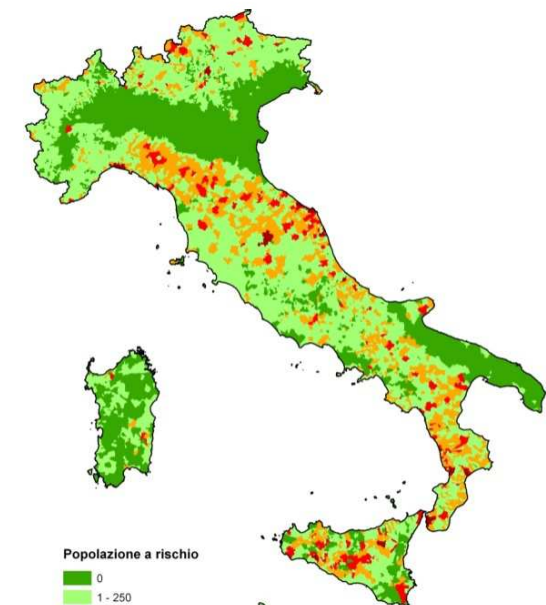
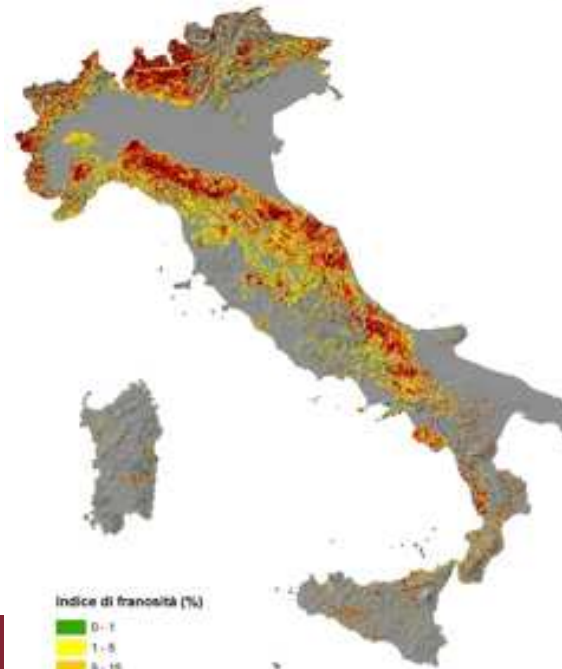
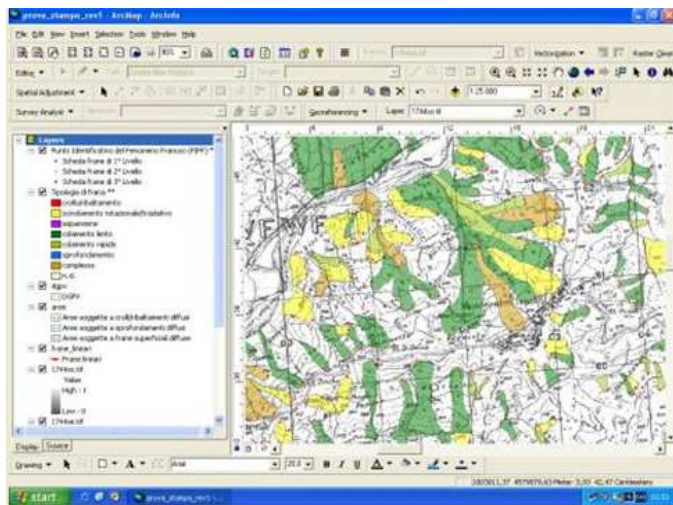
# Valutazione pericolosità di frana: basi di dati incomplete, metodologie eterogenee

*IFFI: Inventario  
fenomeni franosi*



**ISPRA**

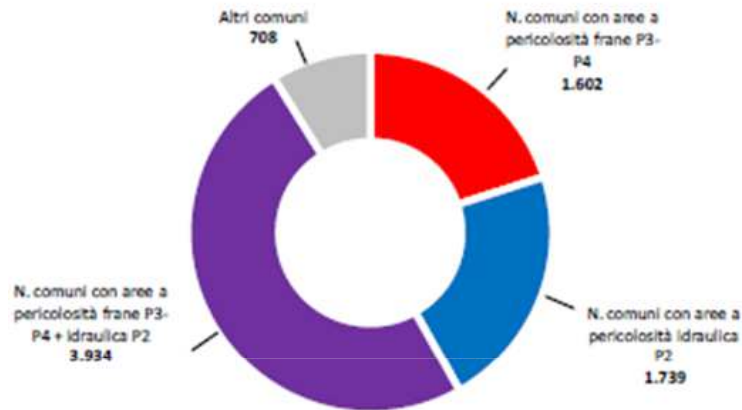
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



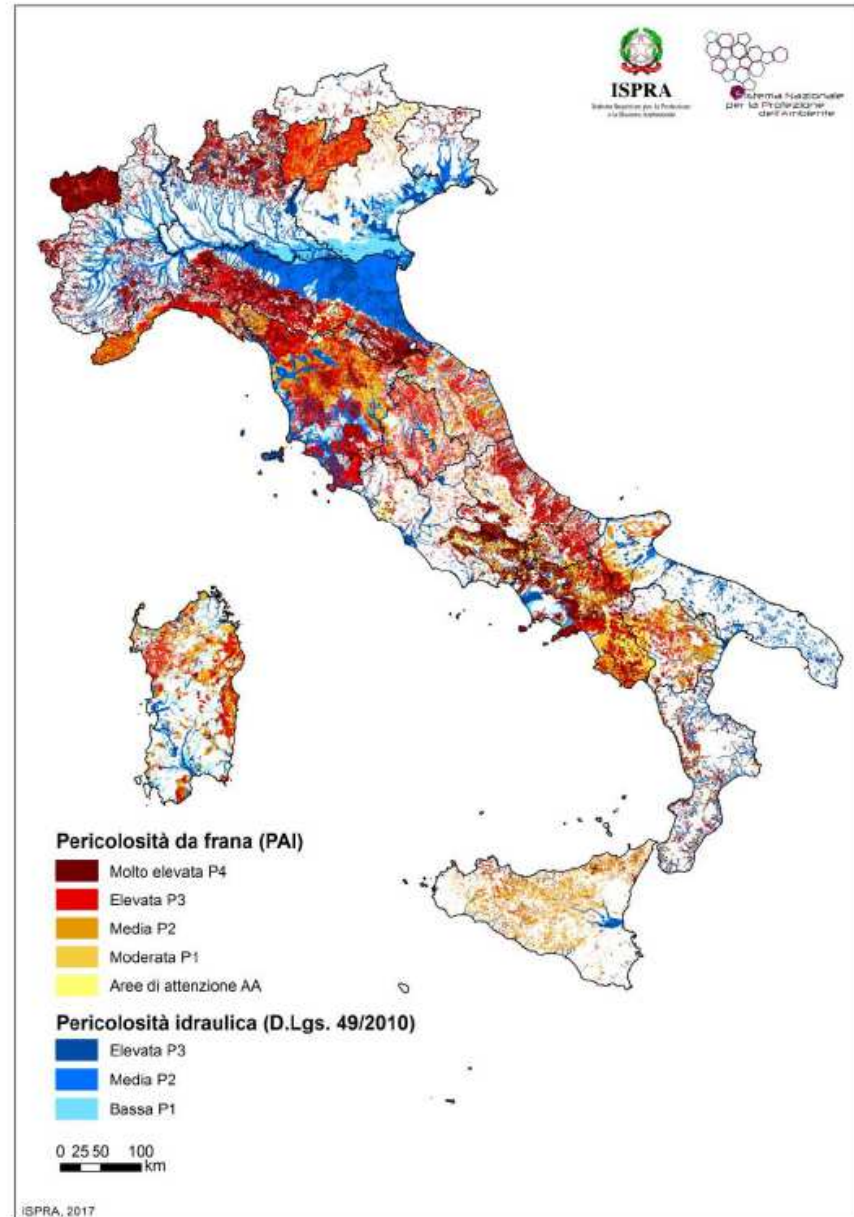
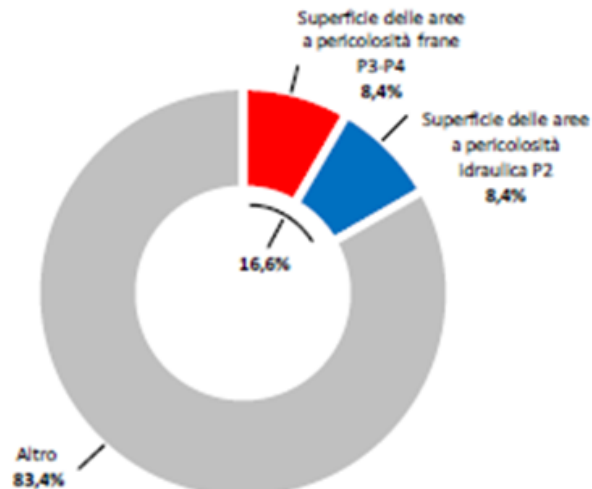


# Perimetrazione aree a pericolosità frana e alluvione: stessi problemi

Numero di comuni con aree a pericolosità da frana P3 e P4 (PAI) e idraulica P2 (D.Lgs. 49/2010)  
7.275 comuni (91,1%)

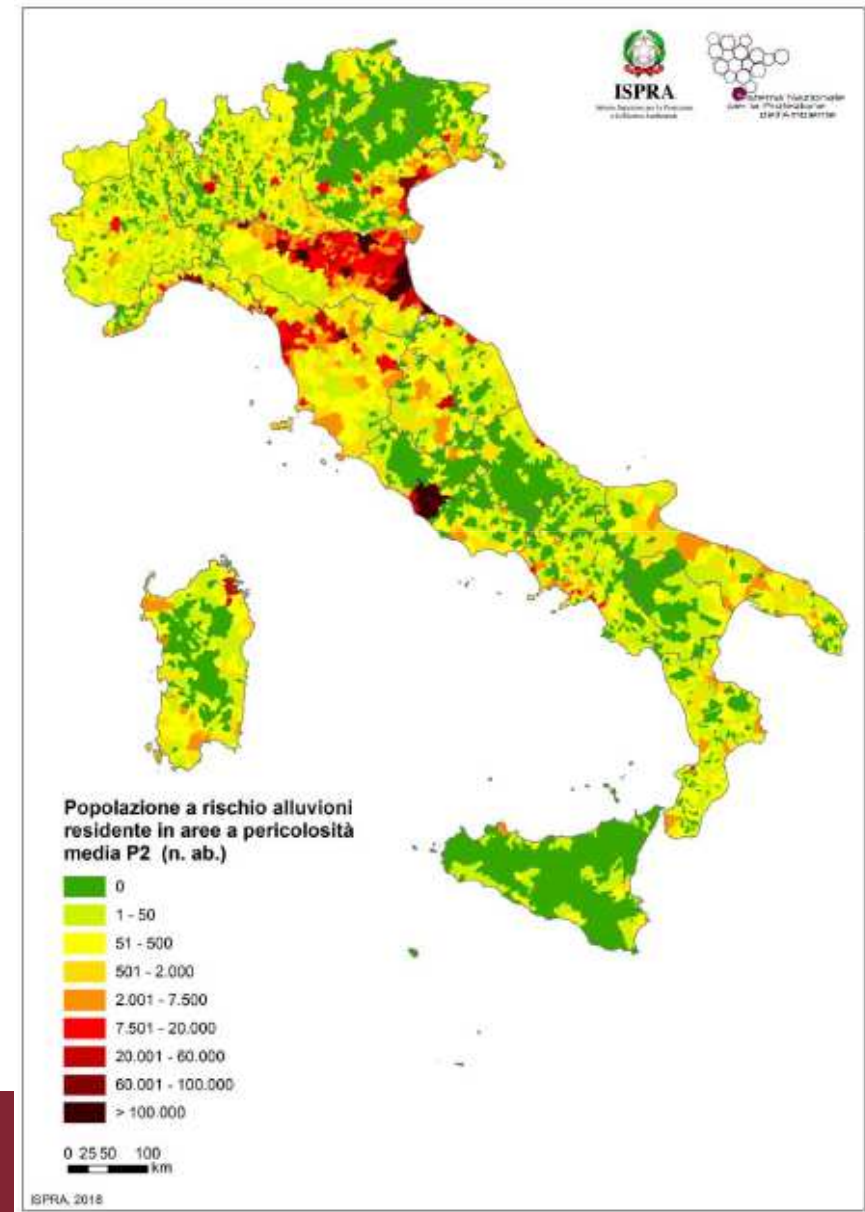
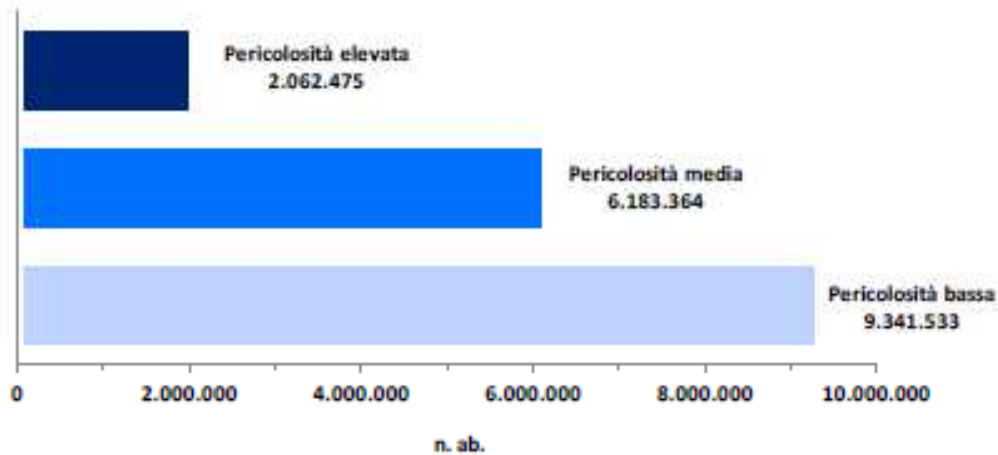


Superficie delle aree a pericolosità da frana P3 e P4 (PAI) e idraulica P2 (D.Lgs. 49/2010)  
16,6% del territorio nazionale



# Popolazione esposta ad alluvioni: stessi problemi

Popolazione residente in aree a pericolosità idraulica (D.Lgs. 49/2010)  
9.341.533 abitanti



# Comunità scientifica e Comunicazione

Nella comunicazione, **Decision Makers** e **Scienziati** hanno ruoli differenti, con **interazioni** frequenti e **intricate** che possono causare **distorsioni dei ruoli**, e quindi delle **responsabilità**.

*Altri soggetti giocano ruoli importanti, condizionando indirettamente le decisioni:*

- **Mass media**
- **Cittadini**
- **Giudici**
- ...





# Interventi strutturali di mitigazione del rischio, opere idrauliche (Giampilieri)





# Interventi strutturali di mitigazione del rischio, opere idrauliche (Benevento)



(Guadagno, 2015)

# CONCLUSIONI 1/3

- **Contributo della C.S. nel supportare i *decision makers* nell'adozione di misure strutturali e non strutturali di mitigazione**
- **Capacità della C.S. di porsi come interlocutore efficace nei confronti dei soggetti istituzionali preposti**
- **Risorse messe in campo per mitigazione rischio frana e alluvione (es. Piano Operativo Dissesto idrogeologico, G.U. 18/1/2020)**

## CONCLUSIONI 2/3

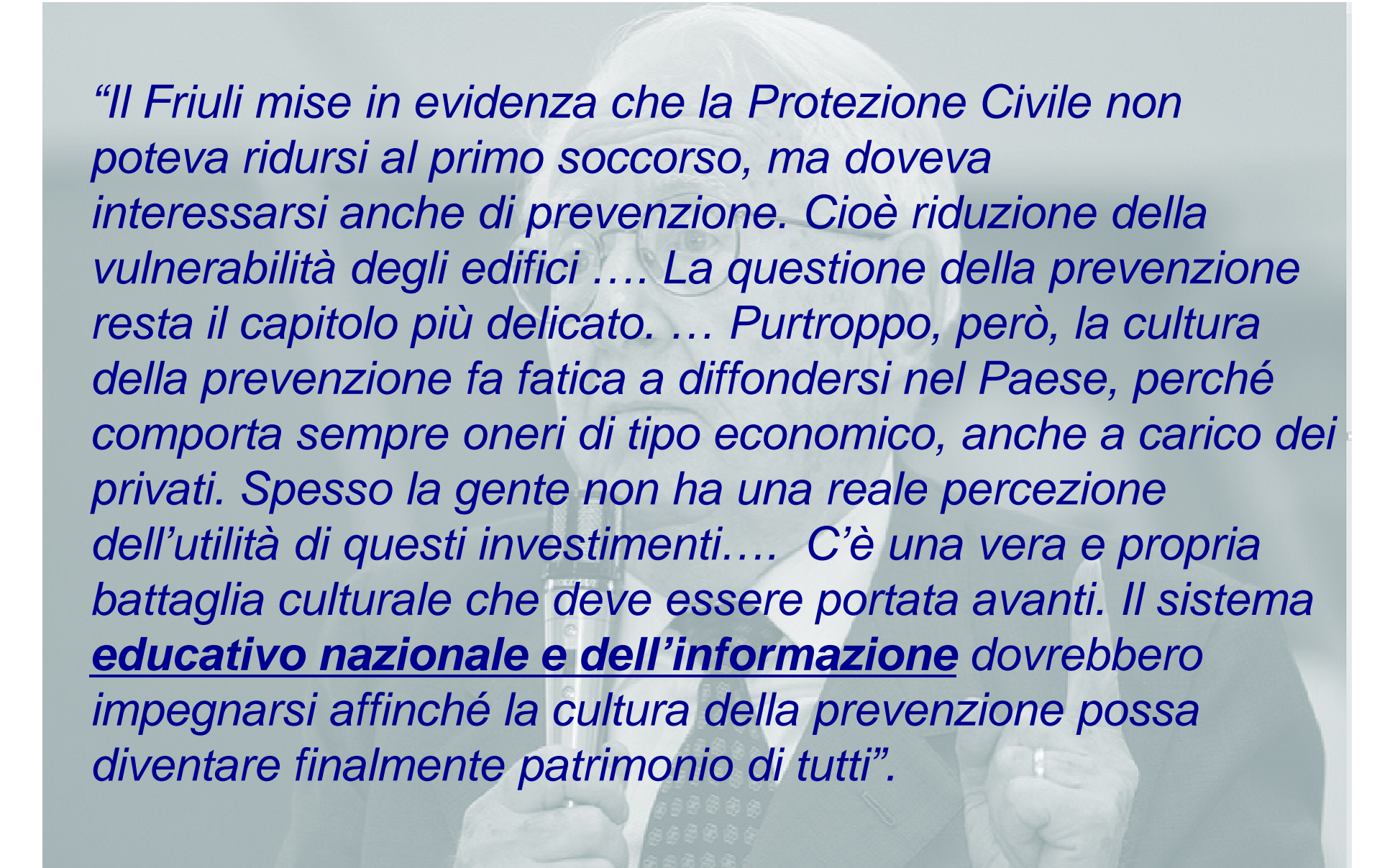
- **Carte di pericolosità e definizione di scenari di evento che determinano condizioni di rischio per la vita umana**
- **Inadeguatezza di interventi strutturali (es. opere idrauliche e di difesa)**
- **Scarsa manutenzione e monitoraggio di presidi di mitigazione del rischio**
- **Cabina di regia nelle attività di riduzione del rischio a scala nazionale**

## CONCLUSIONI 3/3

- **Al di là di aspetti emotivi (in occasione di disastri), scarsa attenzione al tema dei rischi geologici**
- **Potenzialità inespresse del sistema deputato alla mitigazione dei rischi (ruolo assicurazioni)**
- **Elevate professionalità poco utilizzate e valorizzate**
- **Scarsi o nulli investimenti in ricerca e innovazione tecnologica (fonti quasi esclusive DPC, MATTM)**
- **Investire in cultura della prevenzione**







*“Il Friuli mise in evidenza che la Protezione Civile non poteva ridursi al primo soccorso, ma doveva interessarsi anche di prevenzione. Cioè riduzione della vulnerabilità degli edifici .... La questione della prevenzione resta il capitolo più delicato. ... Purtroppo, però, la cultura della prevenzione fa fatica a diffondersi nel Paese, perché comporta sempre oneri di tipo economico, anche a carico dei privati. Spesso la gente non ha una reale percezione dell'utilità di questi investimenti.... C'è una vera e propria battaglia culturale che deve essere portata avanti. Il sistema **educativo nazionale e dell'informazione** dovrebbero impegnarsi affinché la cultura della prevenzione possa diventare finalmente patrimonio di tutti”.*