

# Il sistema di allertamento nazionale: competenze e tecnologie per la mitigazione dei rischi naturali

*Bologna, 28 marzo 2019*

*Regione Abruzzo*

*Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile*

**Dott. Geol. Giancarlo Boscaino**

*Responsabile Ufficio Idrografico e Mareografico*

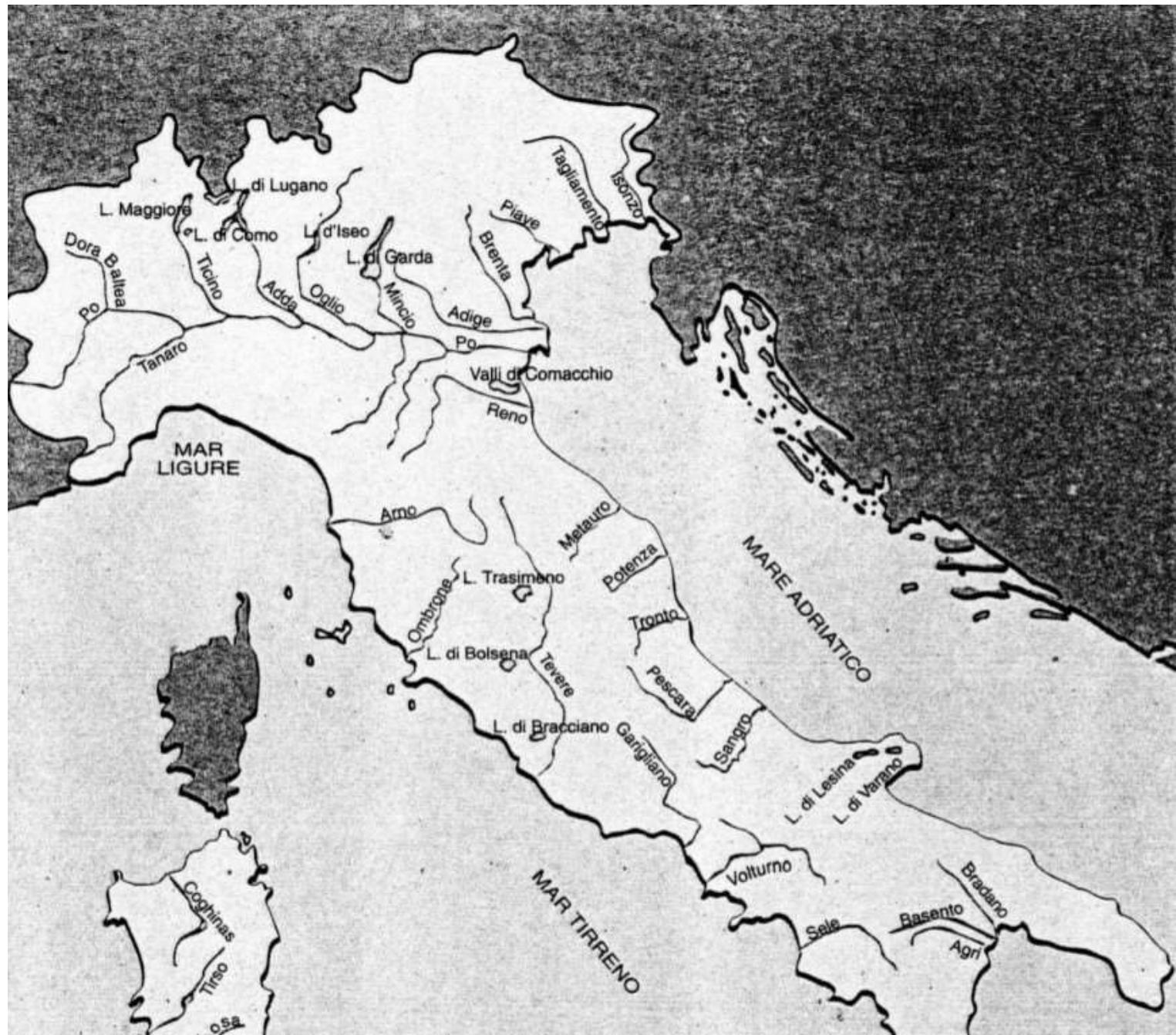
**Ing. Mario Antonio Cerasoli**

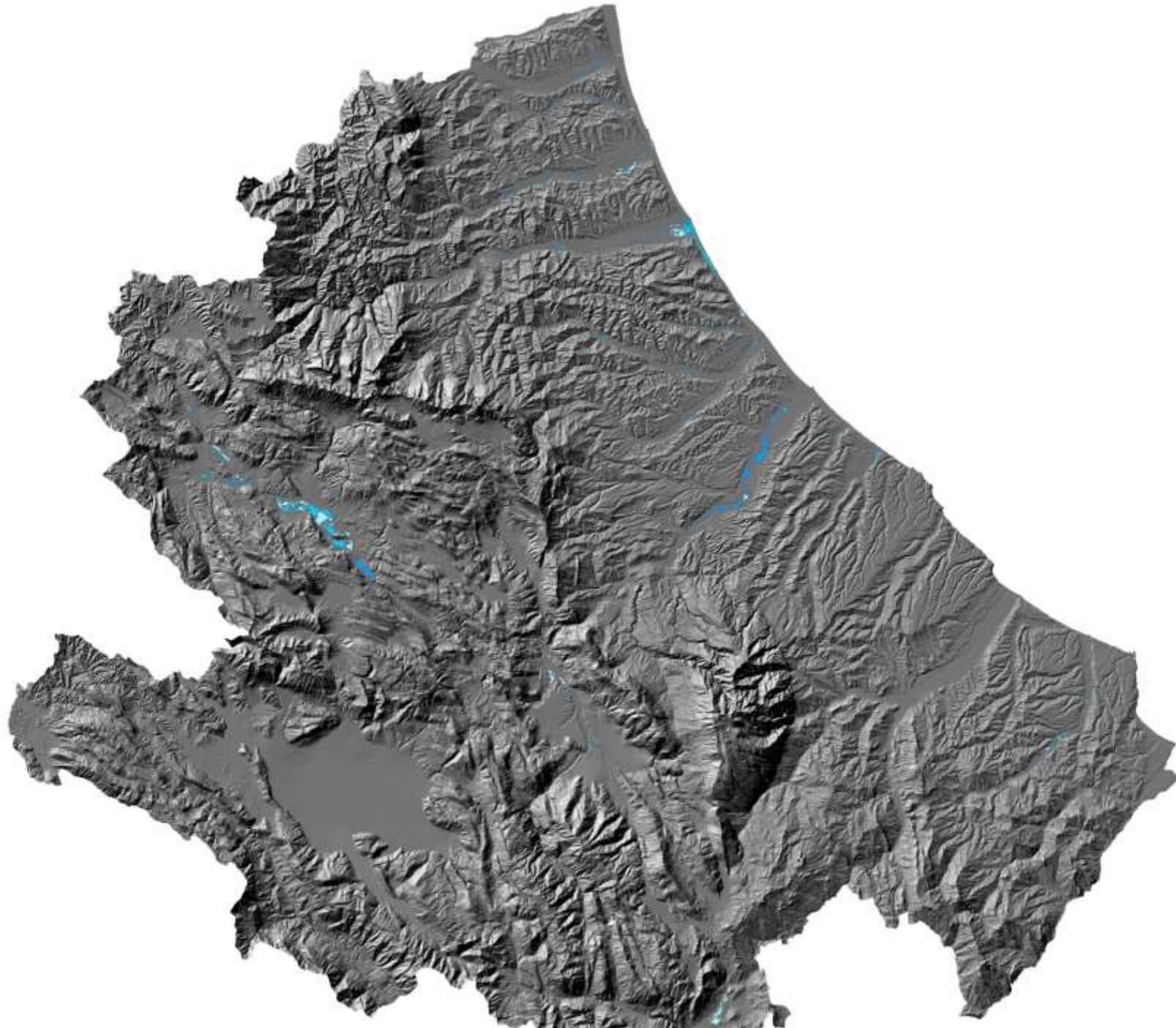
*Centro Funzionale d'Abruzzo*

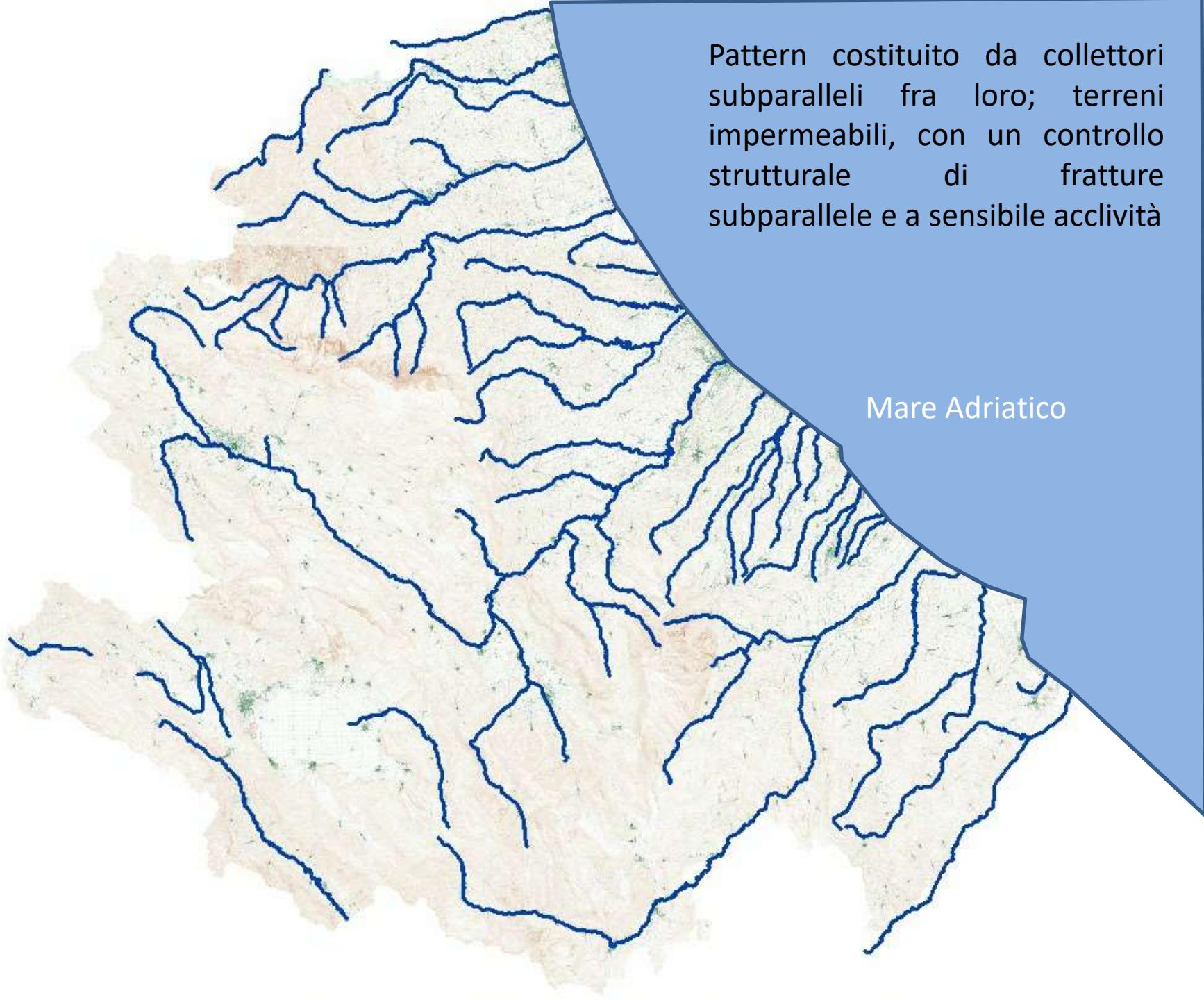
---

***Pianificazione, monitoraggio, allertamento:  
stato dell'arte e criticità sul territorio della Regione Abruzzo***









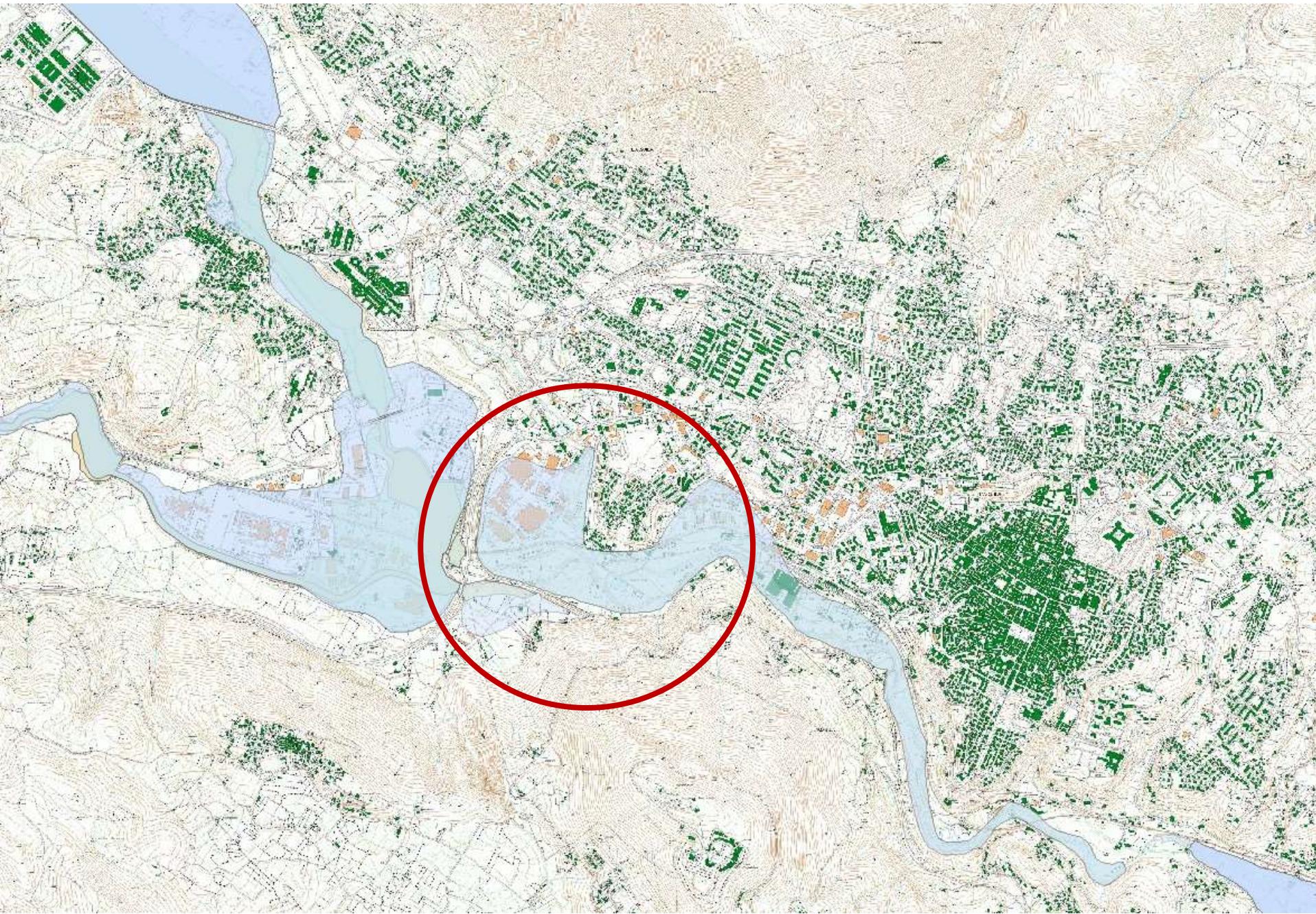
Pattern costituito da collettori subparalleli fra loro; terreni impermeabili, con un controllo strutturale di fratture subparallele e a sensibile acclività

Mare Adriatico



L'Aquila, loc. Pile - dicembre 2011



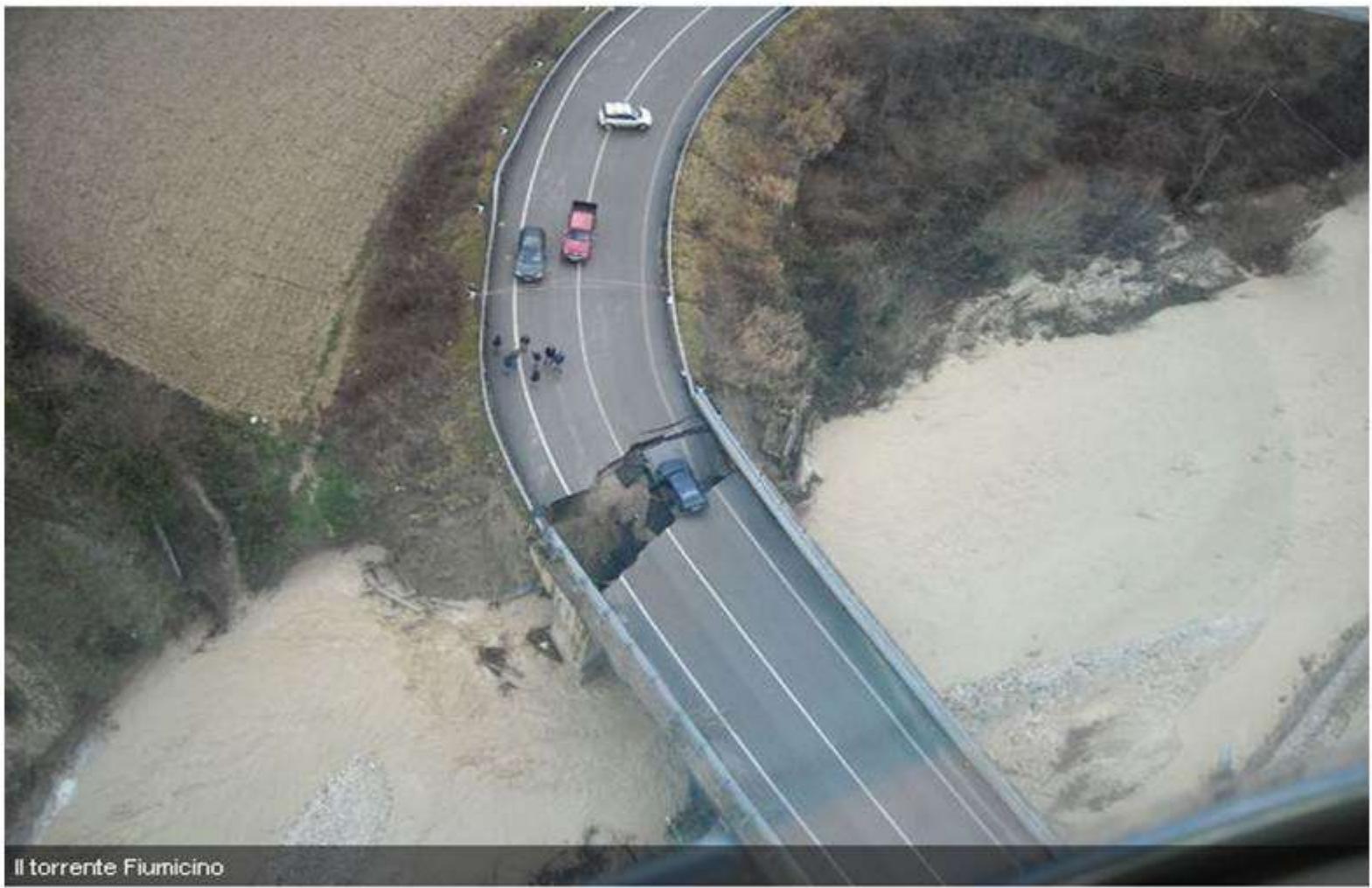




Fossa (AQ) - marzo 1989



18/02/2019



Il torrente Fiumicino

Bacino del fiume Tordino - marzo 2011





Fiume Sangro - dicembre 2010



# Fiume Pescara



# Fiume Pescara



# Fiume Pescara: aprile 1992



# Fiume Pescara: dicembre 2013



# La Pianificazione di bacino

## Aspetti Normativi

Direttiva 2000/60/CE

D. Lgs. 152/2006

Direttiva 2007/60/CE

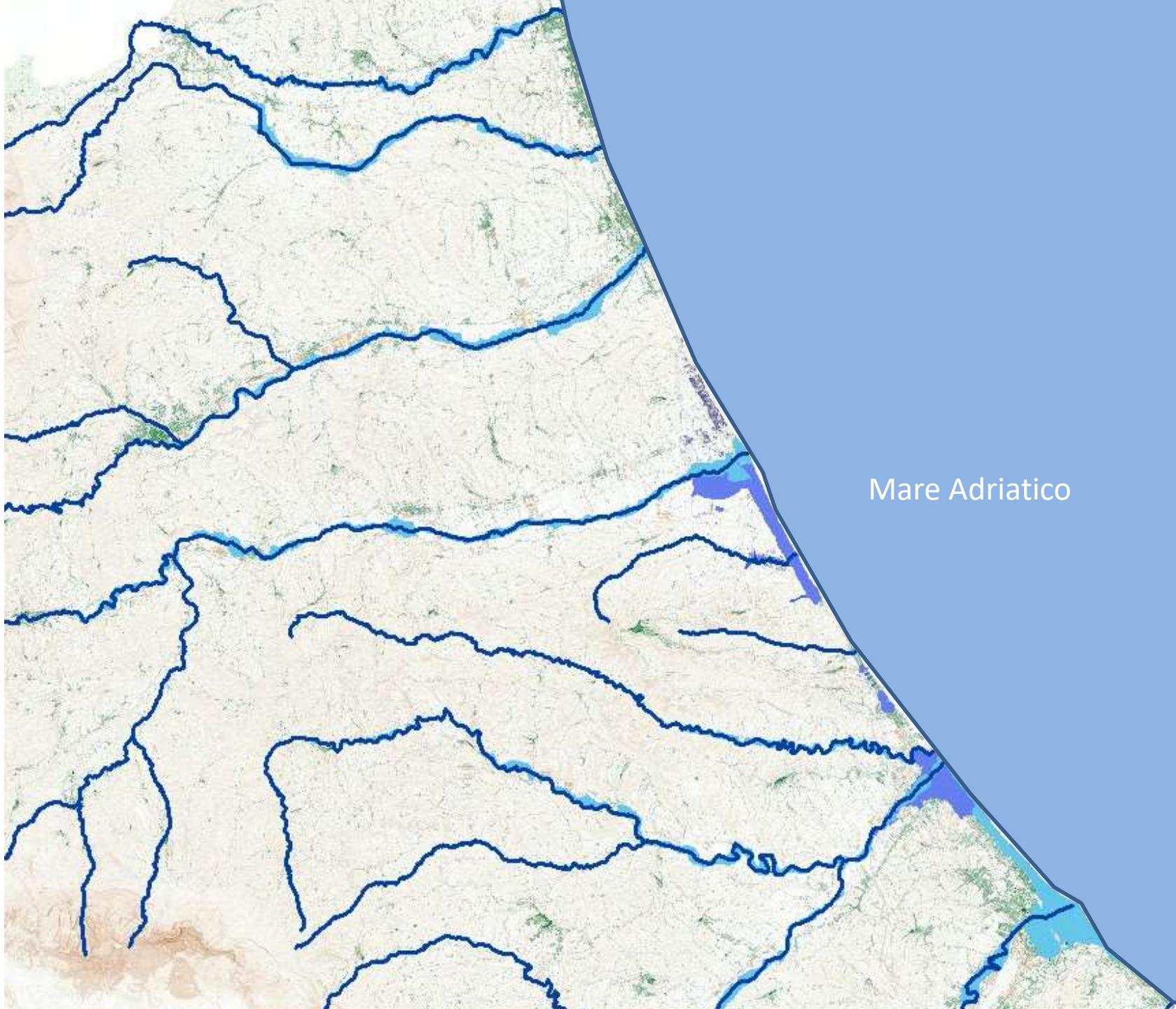
D.Lgs. 49/2010

I **Piani di gestione del rischio alluvioni (PGRA) devono prevedere misure per la gestione del rischio** di alluvioni nelle zone ove possa sussistere un rischio ritenuto significativo evidenziando, in particolare, la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. La direttiva impone agli Stati membri la costruzione di un quadro conoscitivo in merito alla pericolosità da alluvione e al rischio connesso e, quindi, l'individuazione di misure di prevenzione (sostanzialmente regole di governo del territorio e di uso del suolo), di protezione (interventi, opere idrauliche e quant'altro), **di preparazione (sistemi di preannuncio, azioni di protezione civile e di gestione in fase di evento, protocolli di gestione dei sistemi di regolazione, etc.)** per la gestione di tale rischio.

Si parla di "gestione" e quindi si tratta di trovare quel giusto mix, supportato da una robusta analisi costi-benefici, tra **interventi strutturali** (opere idrauliche, casse di espansione, dighe, argini, etc.) e **non strutturali** ed ovvero il governo del territorio, le scelte di sviluppo economico che hanno ricadute sul sistema fisico, le pratiche di forestazione e quelle agricole, le opere di manutenzione, le escavazioni in alveo e nei versanti, le pratiche edificatorie, le regole urbanistiche e le norme di applicazione; ed infine il sistema di allertamento, **la pianificazione dell'emergenza e il governo della fase di evento, ovvero la protezione civile.** E tutto questo deve essere fatto considerando ed ammettendo anche un rischio residuo, Ma soprattutto ciò va fatto alla scala del bacino idrografico.

Sulla carta il D.Lgs. 49/2010 ha fornito lo spunto per creare quella strategia di difesa del suolo per attuare le azioni di prevenzione non solo alle azioni strutturali ma anche a quelle non strutturali.

**Un buon sistema di allertamento nasce da una buona pianificazione**



Mare Adriatico



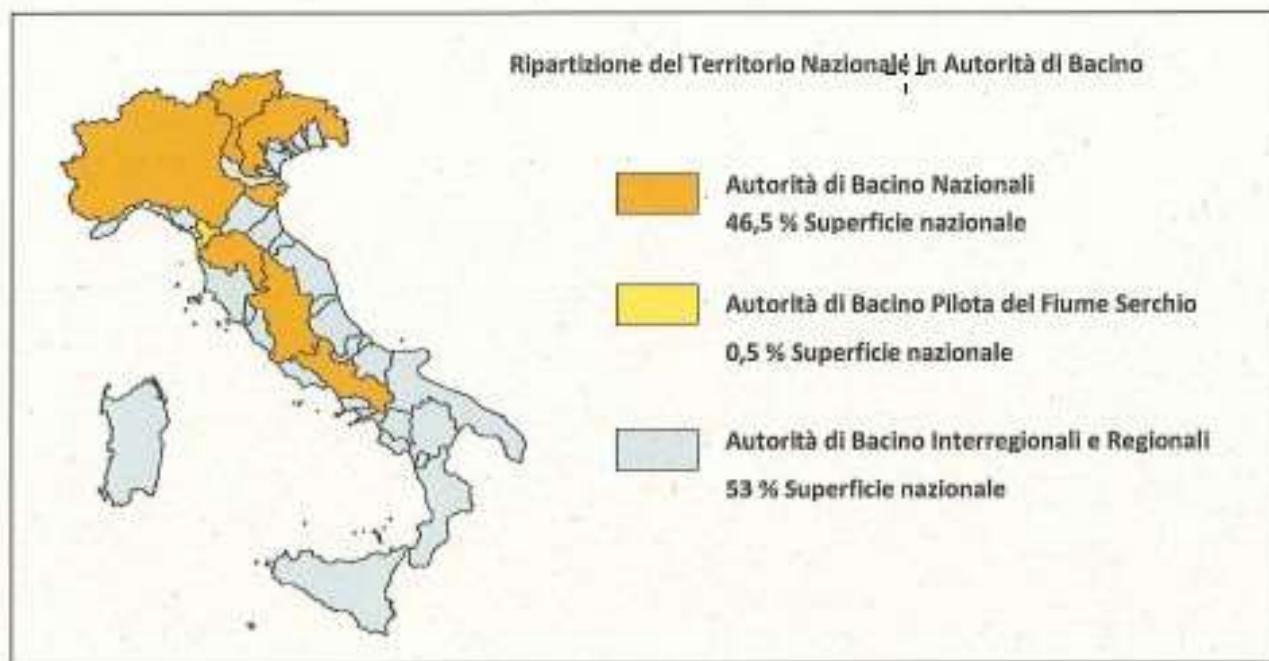
Mare Adriatico

# Gli Enti responsabili della pianificazione di bacino

## L. 183/89

Le indicazioni contenute nella Relazione conclusiva della Commissione De Marchi (1970) avviano il laborioso processo che darà origine, circa 20 anni dopo, alla legge 183/89 sulla difesa del suolo. La Relazione della Commissione introduce per la prima volta in Italia, il concetto del bacino idrografico come unità territoriale per la pianificazione e la gestione delle risorse idriche e per la difesa dalle piene, viste in forma integrata

Fig. 1: Sistema della Autorità di Bacino nazionali, interregionali e regionali operanti in Italia



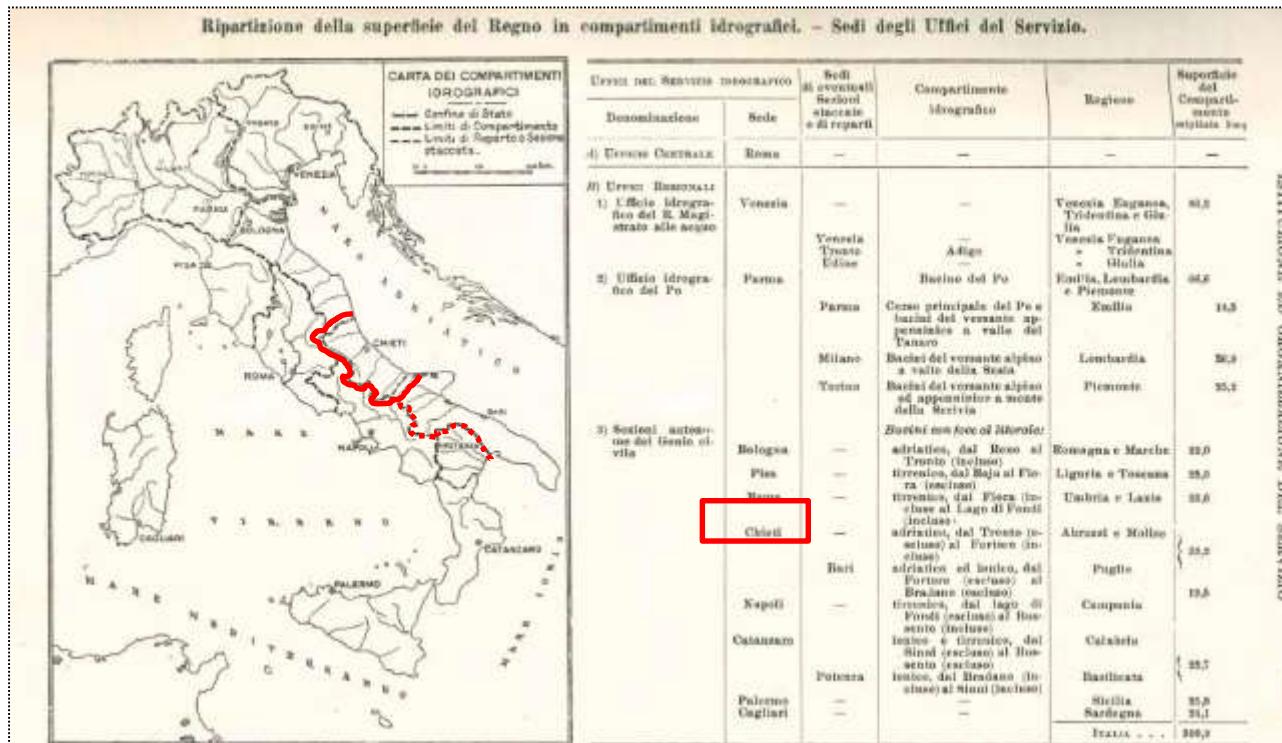
Il Decreto legislativo n.152/2006 (cd codice o testo unico ambientale), recentemente modificato dalla L. n. 221/2015, ha previsto - in attuazione della direttiva 2000/60/CE sulle acque - la riarticolazione degli attuali bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale nella nuova e più ampia dimensione dei distretti, individuandone otto per tutto il Paese, affidati alla direzione di otto Autorità di Bacino distrettuale di emanazione governativa (con la partecipazione delle Regioni interessate), rappresentate nella sottostante figura.

Ripartizione del territorio nazionale in distretti idrografici  
(art.64 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152)



## Conclusioni

Nel settore centrale della catena appenninica i versanti adriatici presentano caratteristiche del reticolo idrografico naturale e dinamiche evolutive dei versanti, significativamente diverse da quelle dei versanti tirrenici. Pertanto l'attuale accorpamento dei bacini idrografici nel distretto dell'Appennino centrale appare non in linea con i criteri generali per l'identificazione dei distretti. Detti criteri infatti, contenuti nella linea guida "Identification of River Basin Districts in Member States-Overview, criteria and current state of play-2002" redatta nell'ambito della Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive 2000/60/EC, suggeriscono un raggruppamento dei bacini di piccole dimensioni sulla base di affinità idrologiche, idrauliche e geomorfologiche oltreché climatiche, ambientali, socio-economiche e amministrative.



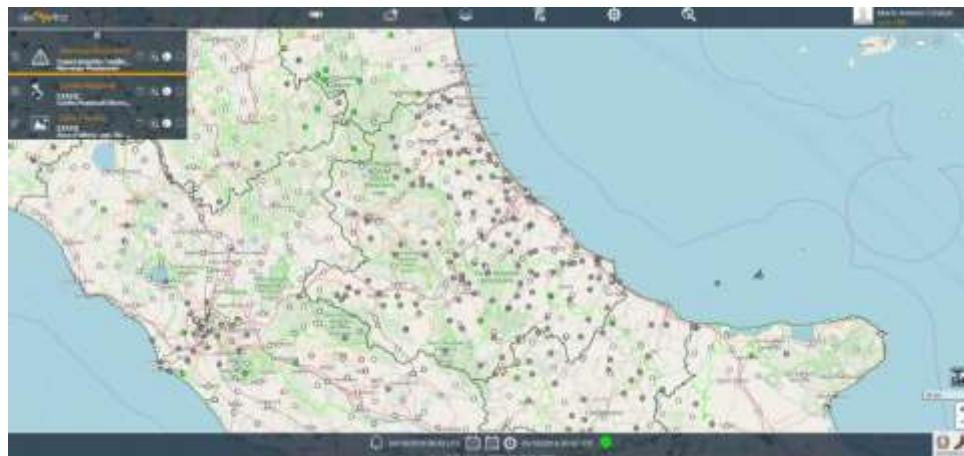


➤ reti meteo-idro-pluviometriche

## La Rete Regionale in Telemisura → *Rete Fiduciale Regione Abruzzo*

La Rete Fiduciale della Regione Abruzzo è composta da stazioni idro-termopluviométriche e multisensore in tempo reale (15') con elevati standard di qualità in merito alle caratteristiche dei sensori e dei sistemi trasmissivi installati

→ *Le stazioni della Rete Fiduciale sono sottoposti a severi programmi di manutenzione che ne assicurano l'efficienza e l'efficacia*





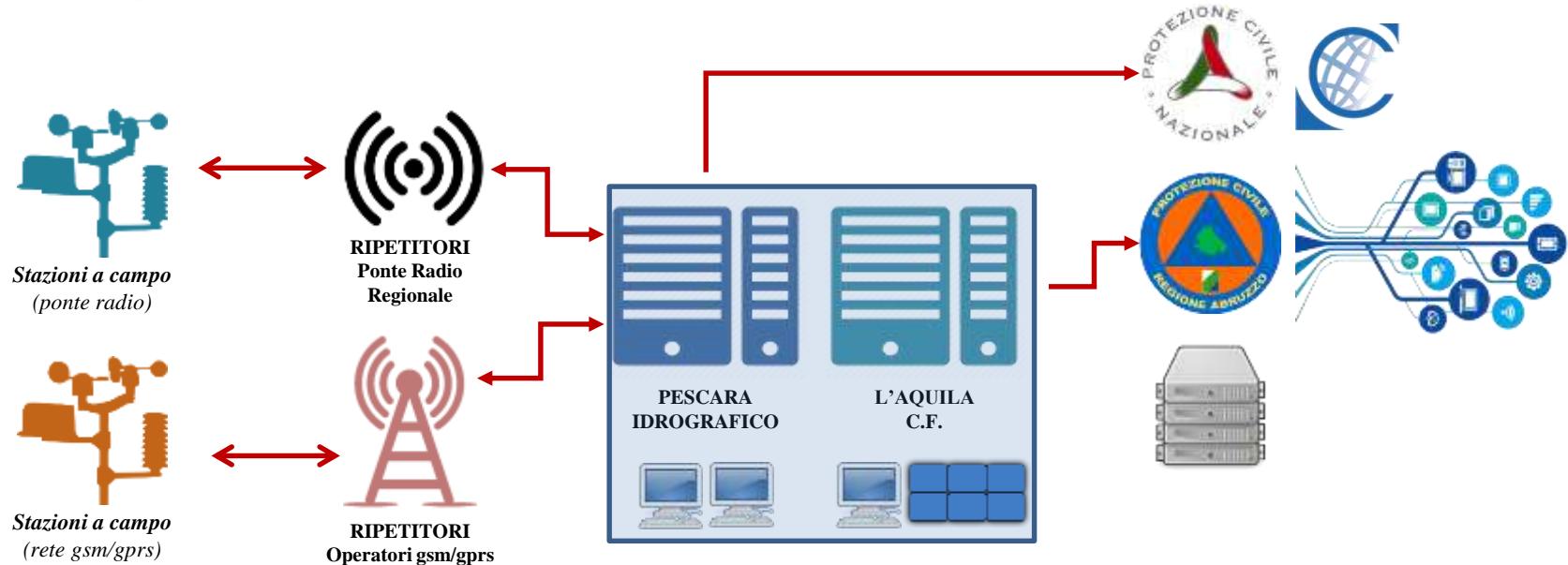
## La Rete Regionale in Telemisura - Rete Fiduciale Regione Abruzzo → Funzionamento

La rete in telemisura opera con due diverse tecnologie di trasmissione dati:

- **RETE SU PONTE RADIO** (conforme al D.M. n. 349 del 12/06/1998 che prevede dal 1 dicembre 2006 l'uso di apparati di comunicazione operativi con la canalizzazione a 12,5 KHz) a tecnologia UHF con stazioni automatiche, ripetitori e centrale di controllo;
- **RETE su canali di trasmissione in GSM/GPRS** attraverso operatori di fonia/dati commerciali con stazioni automatiche (alcune poste in capanne curate dagli osservatori idrografici) e centrale di controllo.

*Le stazioni sono impostate per inviare dati ogni 15 minuti salvo la possibilità di interrogare da remoto con intervalli inferiori le singole stazioni.*

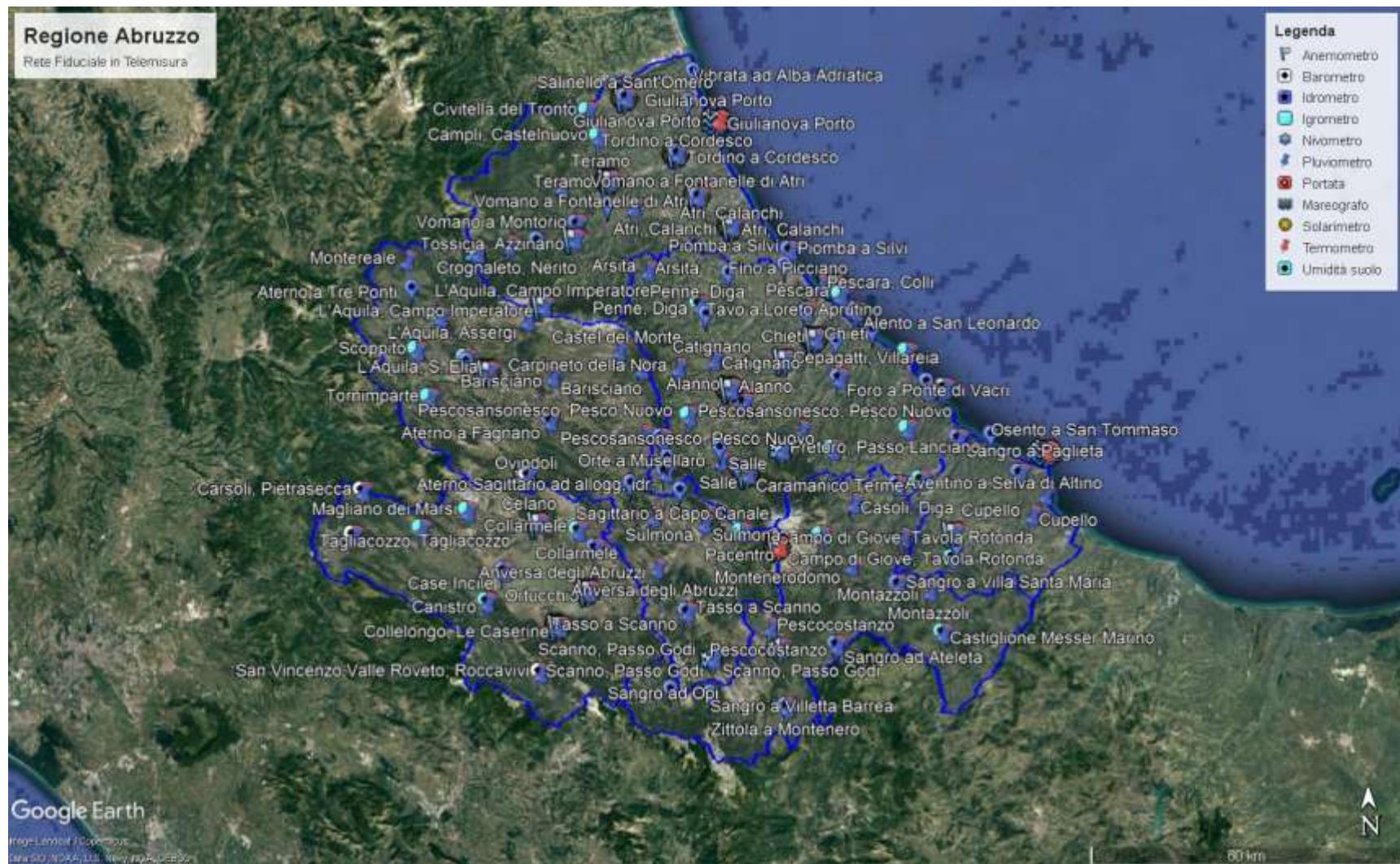
*Il delay per la ricezione del dato è di circa 15-20 minuti*





La Rete Regionale in Telemisura - Rete Fiduciale Regione Abruzzo

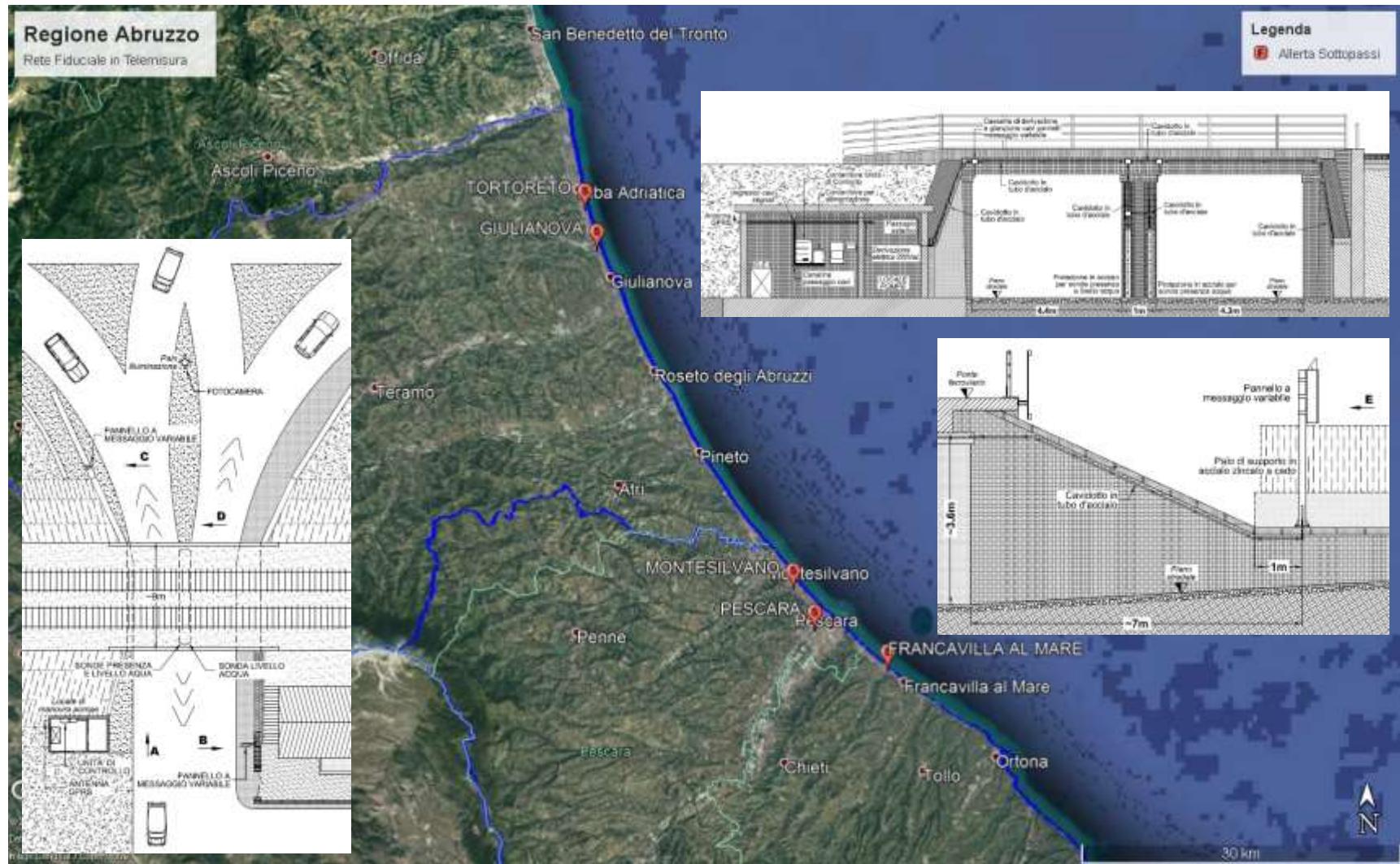
### → Consistenza della rete fiduciale in telemisura





## La Rete Regionale in Telemisura

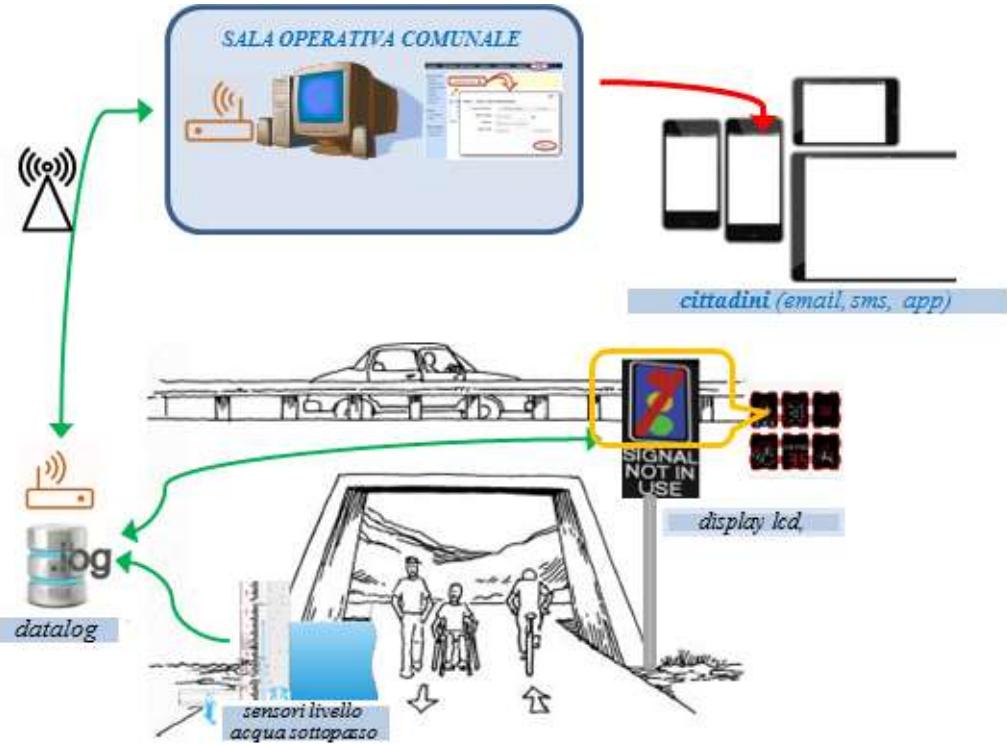
### → MONITORAGGIO SOTTOPASSI





## La Rete Regionale in Telemisura

### → MONITORAGGIO SOTTOPASSI



Fondi del Programma di Cooperazione IPA Adriatico e del Programma POR-FESR Abruzzo 2007/2013 Asse IV - Attività 3.1.d

→ n.5 aree pilota: Comuni della costa abruzzese individuati tra quelli a maggior rischio idraulico e ricadenti nel raggio di azione del radar meteorologico installato nel Comune di Tortoreto (Tortoreto, Giulianova, Montesilvano, Pescara, Francavilla al Mare)



La Rete Regionale in Telemisura

→ MONITORAGGIO SOTTOPASSI





## La Rete Regionale in Telemisura - Rete Fiduciale Regione Abruzzo

→ MONITORAGGIO UMIDITÀ DEL SUOLO → N. 19 STAZIONI





## La Rete Regionale in Telemisura - Rete Fiduciale Regione Abruzzo

### → MONITORAGGIO UMIDITÀ DEL SUOLO Caratteristiche dei sensori

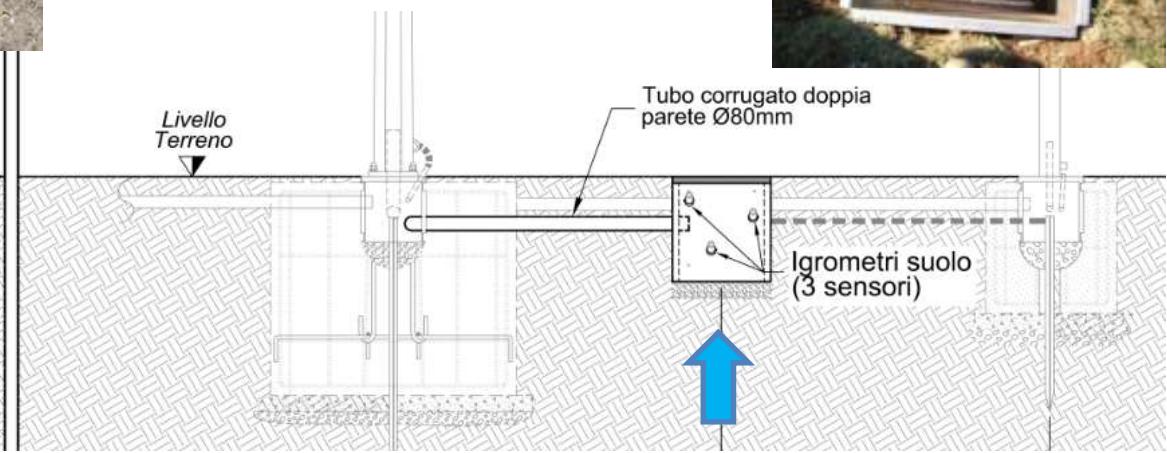
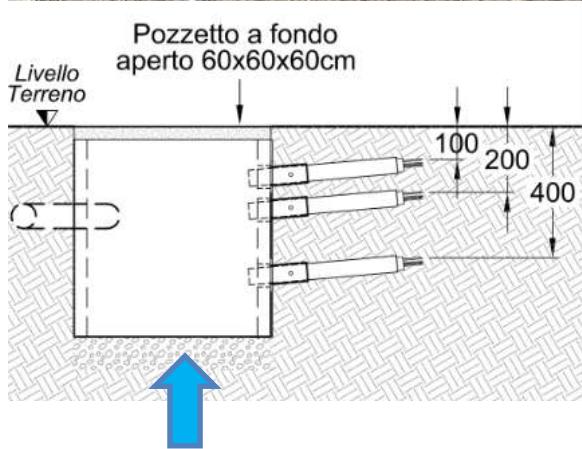


#### UMIDITÀ SUOLO:

n. 3 sonde a diversa profondità (-10, -20, -40 cm)  
I sensori propagano un impulso nel suolo che viene catturato e riflesso da una sonda immersa nel terreno. Il contenuto d'acqua è misurato in base al tempo impiegato dall'impulso a tornare indietro.

#### Caratteristiche:

Range umidità terreno: 0-100%  
Conducibilità: 0-6dS/m; 6-20dS/m  
Umidità: 0-40%:  $\pm 1\%$   $\pm 2\%$   
Umidità: 40-70%:  $\pm 2\%$   $\pm 3\%$   
Temperatura di funzionamento: -15°C +50°C





## La Rete Regionale in Telemisura - Rete Fiduciale Regione Abruzzo

### → MONITORAGGIO UMIDITÀ DEL SUOLO





La Rete Regionale in Telemisura

→ **MONITORAGGIO FRANE**

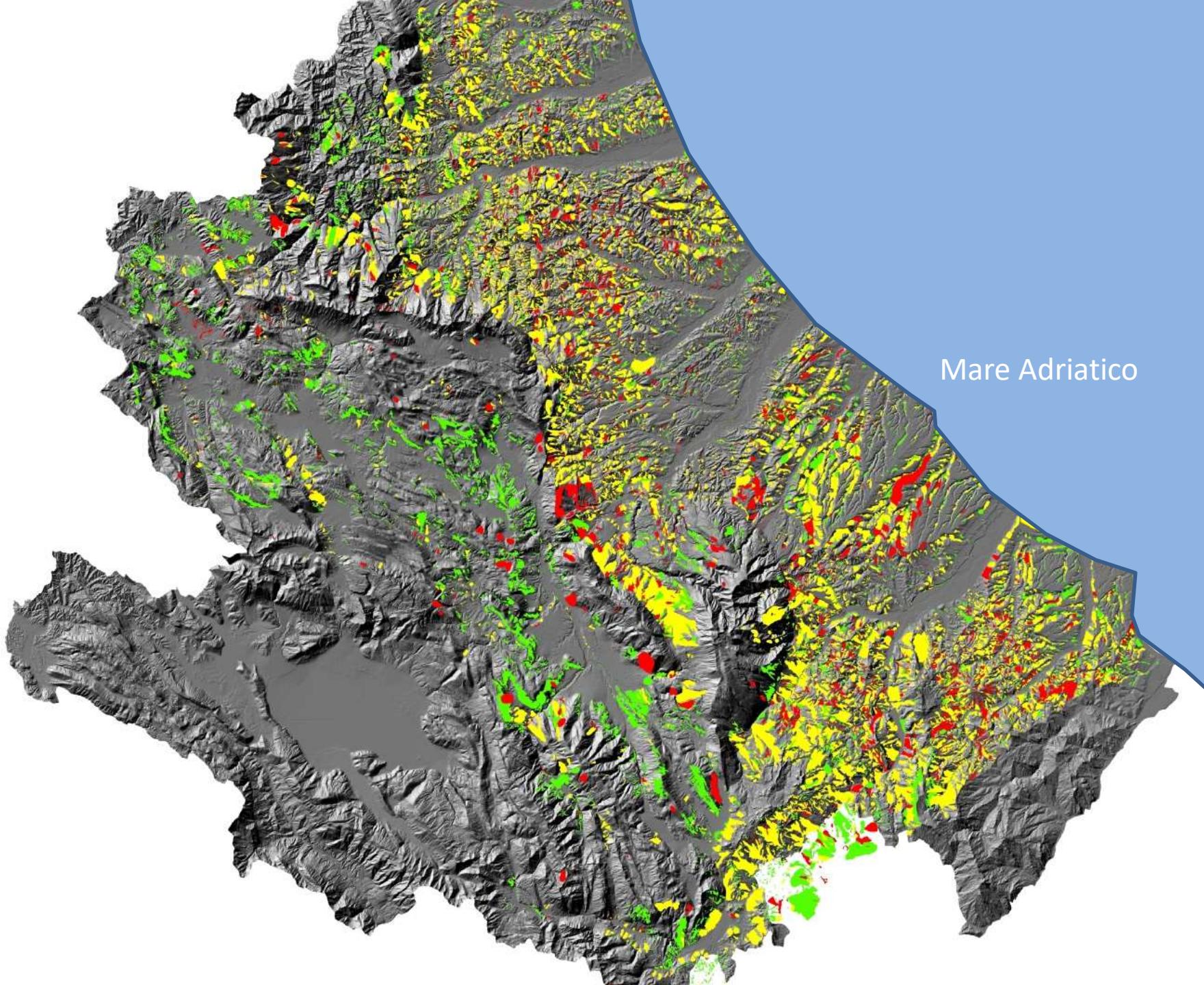
1700 Km<sup>2</sup> del territorio sono interessati da dissesto idrogeologico (20%).

Tutti i 272 comuni ricadenti nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino sono interessati da dissesto idrogeologico (100%).

I siti dissestati sono pari a circa 16000 che rappresentano il 20% dell'ambito territoriale di Piano.

0 3.5 7 14 21 28 Kilometers



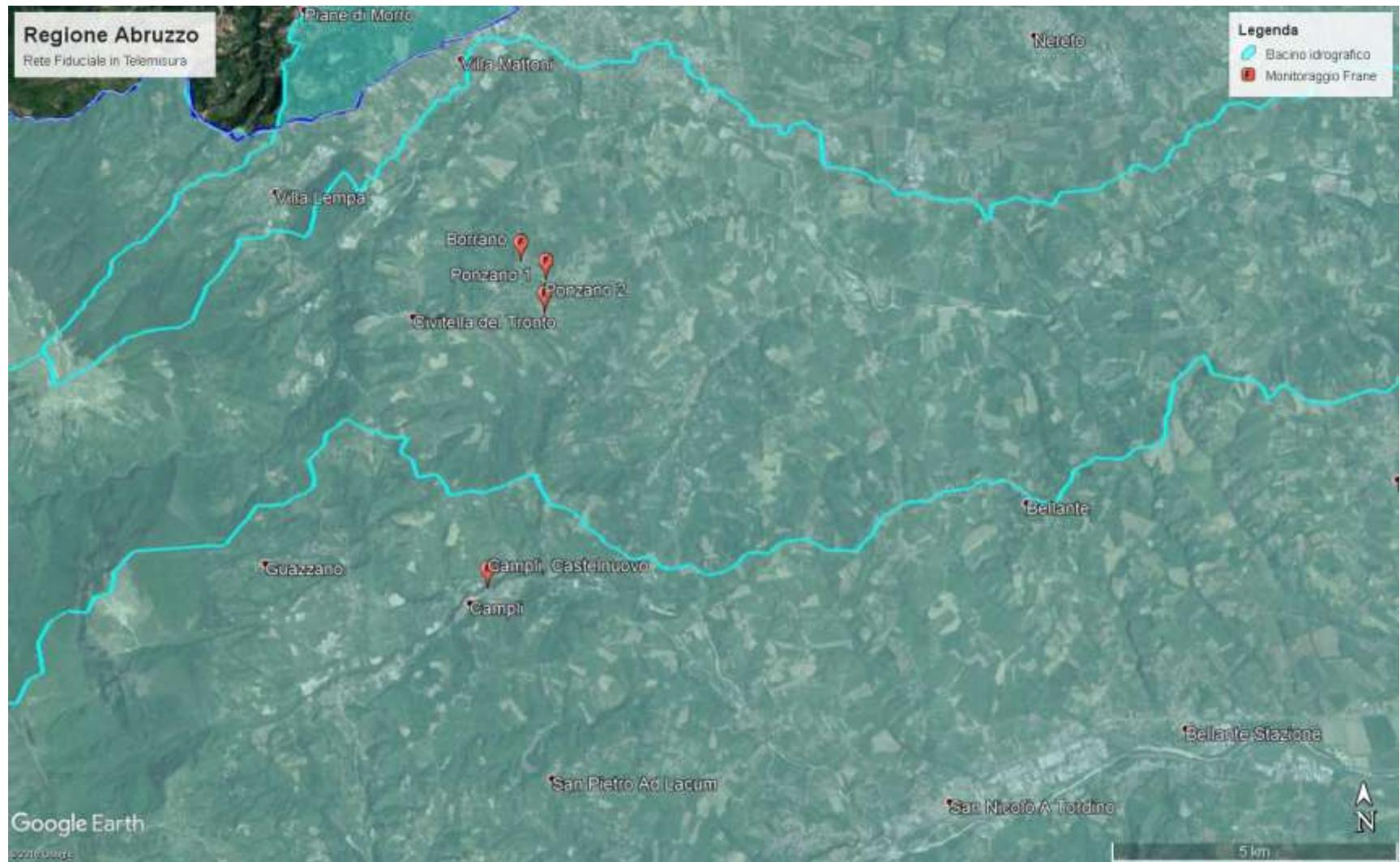


Mare Adriatico



La Rete Regionale in Telemisura

→ MONITORAGGIO FRANE





## La Rete Regionale in Telemisura

### → MONITORAGGIO FRANE

SISMA 24 agosto 2016 e successive repliche +  
EVENTI meteorologici gennaio 2017

→ STATO DI EMERGENZA

D.Lgs. n. 50/2016, Art. 163

Procedure in caso di somma urgenza e di Protezione Civile

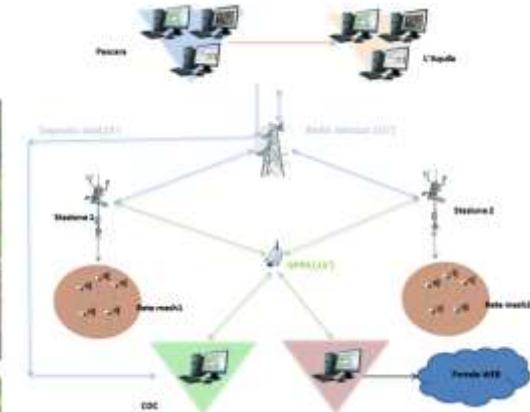
❖ Sistemi mobili di monitoraggio in tempo reale frane:

- ✓ Ponzano di Civitella del Tronto (TE) (Ponzano 1 e 2)
- ✓ Borrano di Civitella del Tronto (TE)
- ✓ Castelnuovo di Campli (TE)



REGIONE ABRUZZO Protezione Civile

COPR - Centro Operativo Regionale



### Composizione stazione tipo di acquisizione dati:

- Datalogger
- Pannello solare
- Sistemi di comunicazione (gprs/umts, radio uhf)
- Termometro
- Pluviometro
- Modulo di gestione della rete mesh
- Nodi W-Point con sensore di inclinazione integrato per il controllo delle deformazioni del terreno
- Clinometri da parete per il controllo delle strutture
- Nodi wireless W-Point per l'acquisizione e la trasmissione dei dati clinometrici verso la stazione
- Eventuali nodi ripetitori per garantire la ridondanza delle comunicazioni.



## La Rete Regionale in Telemisura

### → MONITORAGGIO FRANE

REGIONE ABRUZZO Protezione Civile  
COR - Centro Operativo Regionale

Regione Abruzzo - Monitoraggio Frane

Home

Stazioni

Regione  
Abruzzo  
Località  
Campi  
Sensori

Campi Castelnovo  
WP1 - CL1  
WP2 - CL2  
WP3 - CL3 - ES2  
WP4 - CL4  
WP5 - CL5  
WP6 - CL6  
WP7 - ES1  
WP8 - ES3  
WP9 - ES4

SMARTWEB ←





La Rete Regionale in Telemisura

→ SOGLIE PLUVIOMETRICHE PER IL POSSIBILE  
INNESCO DI FRANE INDOTTE DALLE PIOGGE

# SISTEMA DI ALLERTAMENTO SANF 3.0: INPUT, ALGORITMI, OUTPUT

Mauro Rossi & Team sviluppo SANF

Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



[www.irpi.cnr.it](http://www.irpi.cnr.it)

# PREVISIONE INTERPOLATE

PER POTER AVERE UN **MIGLIORE STIMA** DELLA **DISTRIBUZIONE SPAZIALE**  
DELLE **PREVISIONI SANF** I LIVELLI DI CRITICITÀ SONO **INTERPOLATI**

PREVISIONI BASATE SU  
**PIOGGE MISURATE**



PREVISIONI BASATE SU  
**PIOGGE PREVISTE**



PREVISIONI COMBINATE  
**PIOGGE MISURATE/PREVISTE**  
**E SUSCETTIBILITÀ**



# Risposta dell'indice CAI per la previsione degli eventi di dissesto idrogeologico

CHyM Alarm Index

Indice stress idrologico CAI

## CETEMPS Hydrological Model



Modello idrologico a parametri distribuiti sviluppato dal CETEMPS (Tomassetti, B. et al.2005; Coppola, E et al.,2007; Sorooshian, S. et al., 2010).

E' attualmente applicato in ambito di protezione civile, per la previsione di eventi di piena, e per studi di impatto climatico.

L'algoritmo di *smoothing* del DTM, da cui dipende la ricostruzione della rete drenante, si basa su tecniche di interpolazione ispirate agli automi cellulari (Wolfram, 2002). In questo modo, si viene svincolati dall'utilizzo di layer GIS ed è possibile ricostruire la rete drenante di qualsiasi dominio geografico del mondo

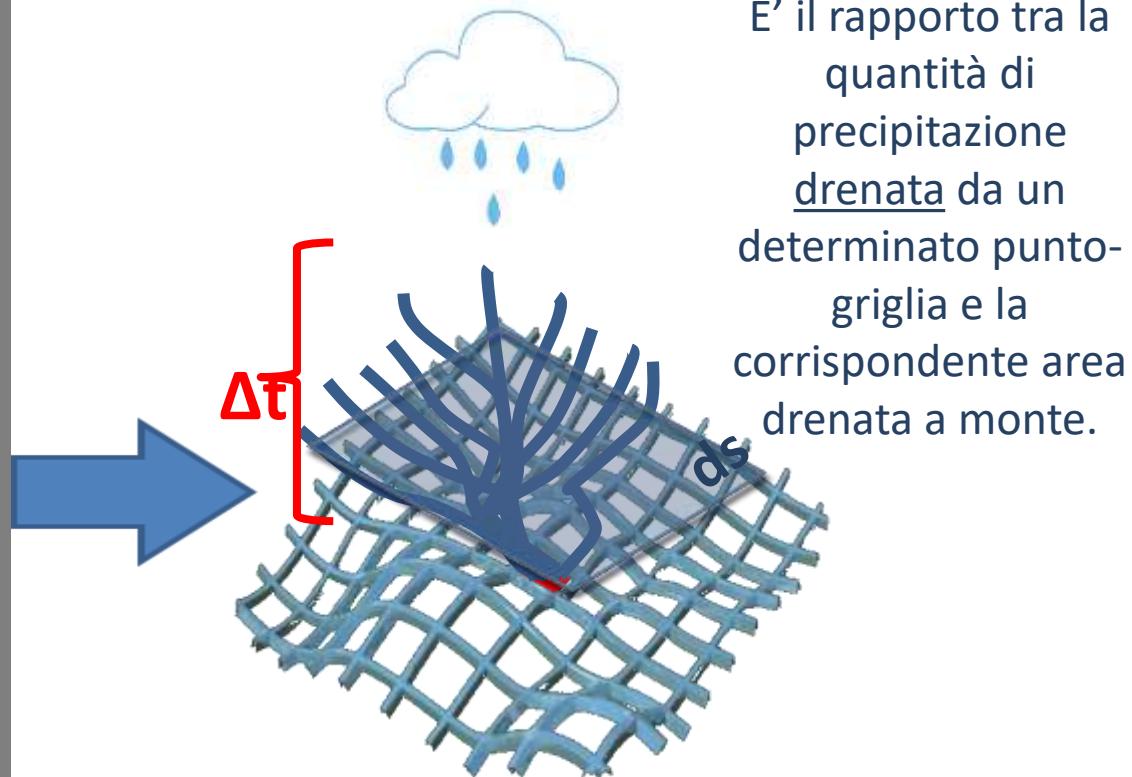
Anche l'algoritmo di interpolazione spaziale del campo di precipitazione e temperatura è basato sulla teoria degli automi cellulari, in questo modo il modello è in grado di assimilare contemporaneamente fonti di misura diverse (pluviometri, radar, satellite) e spazializzarle minimizzando le discontinuità.

Il codice sorgente si basa su librerie open source e può essere installato su ogni piattaforma UNIX.

THR1=60.0 mm/day  
THR2=110.0 mm/day

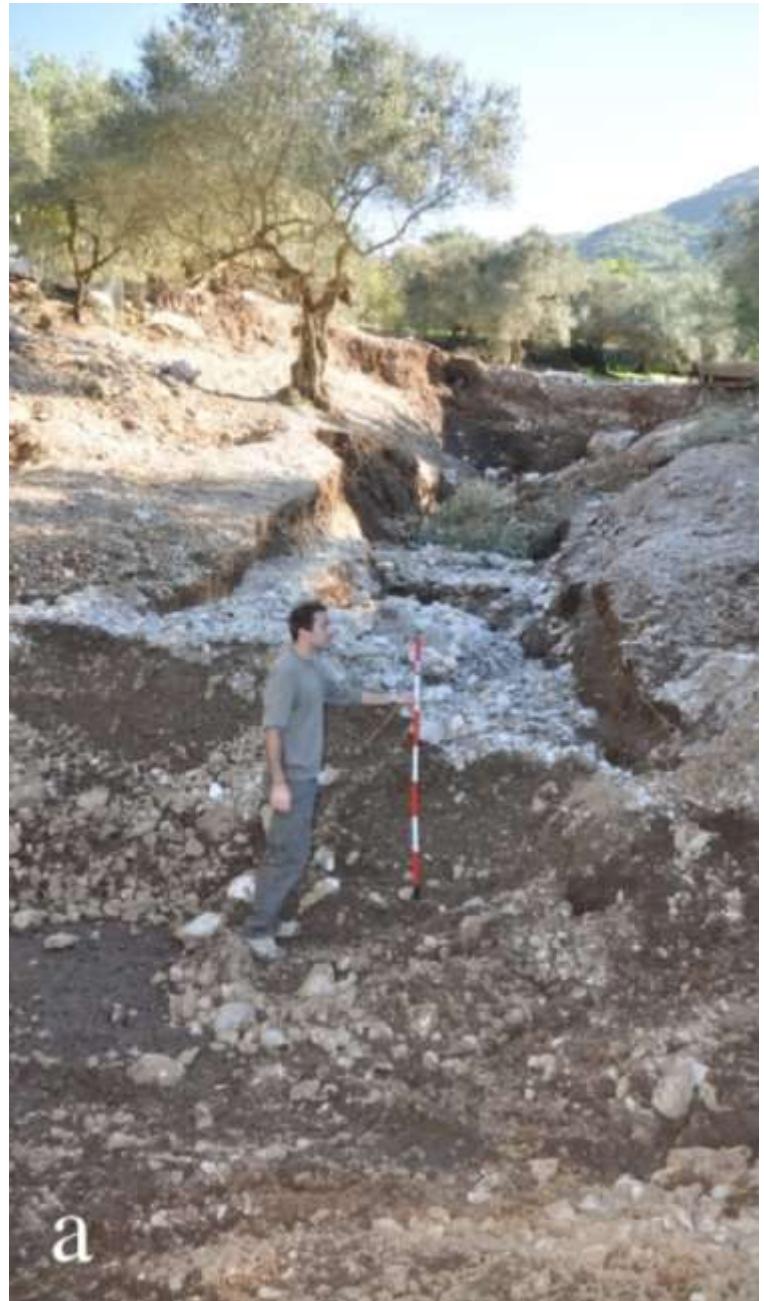
$$CAI = \frac{\int_{t-\Delta t_i}^t \int_{Up_i} P(t,s) dt ds}{\int_{Up_i} ds}$$

mm/day



Il grado di stress si basa su soglie, associate a tutti i punti-griglia del bacino idrografico, non solo nei punti-fiume o nei punti-stazione.

## Gli effetti di un evento flash flood (De Falco et alii, 2016)



# Gli effetti di un evento flash flood

(De Falco et alii, 2016)



## Gli effetti di un evento flash flood (De Falco et alii, 2016)



# Gli effetti di un evento flash flood

(De Falco et alii, 2016)



Evidenze dell'altezza dell'acqua;

## Gli effetti di un evento flash flood

(De Falco et alii, 2016)



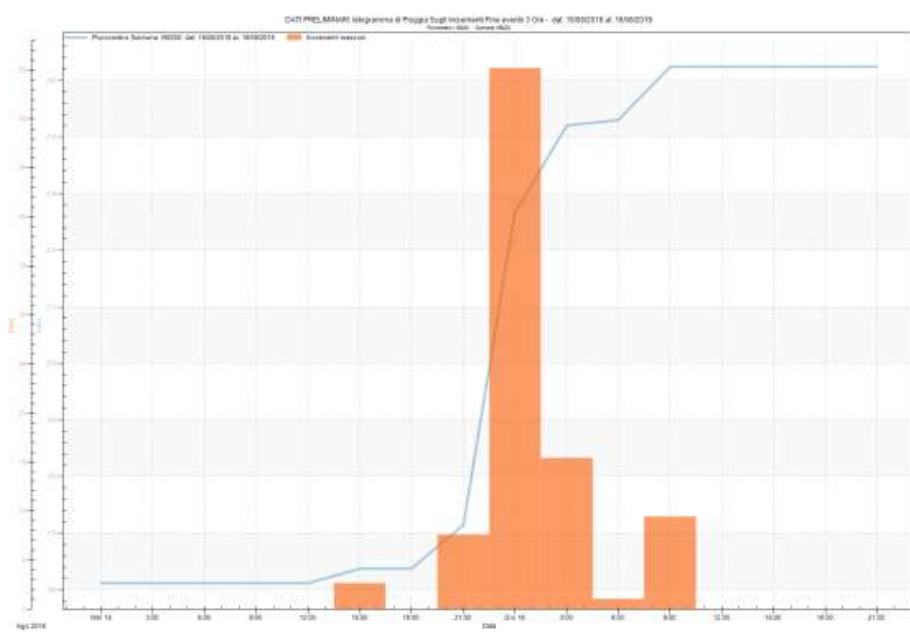
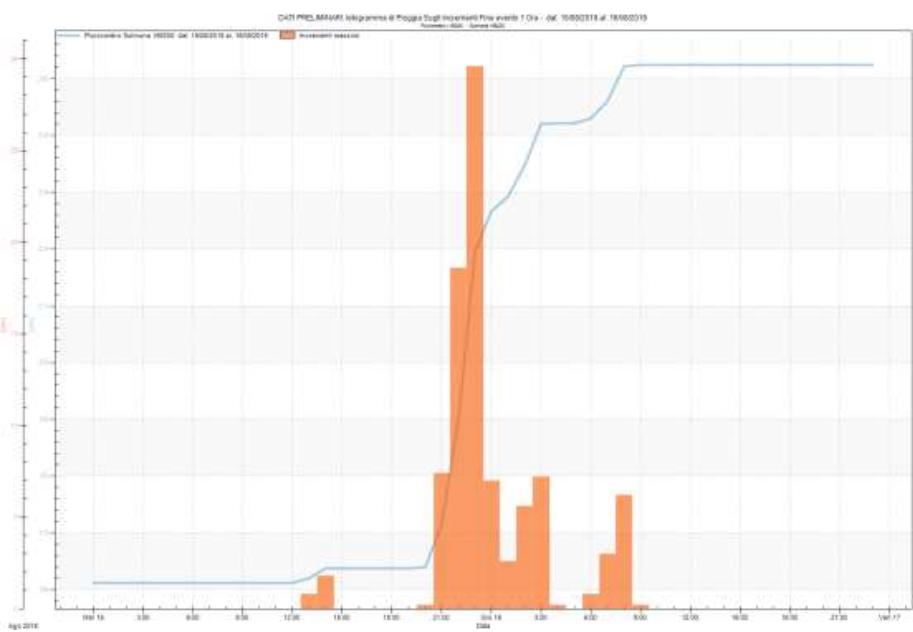
e

Danni alle pareti esterne.

Il modello è stato confrontato in via sperimentale con alcuni casi studio

Frane a cinematica rapida  
colata detritica





| Ora   | mm    | Incrementi massimi |       |       |
|-------|-------|--------------------|-------|-------|
| 00:00 | 161,2 | 0                  | 18:00 | 163,8 |
| 01:00 | 161,2 | 0                  | 19:00 | 163,8 |
| 02:00 | 161,2 | 0                  | 20:00 | 164   |
| 03:00 | 161,2 | 0                  | 21:00 | 171,4 |
| 04:00 | 161,2 | 0                  | 22:00 | 190   |
| 05:00 | 161,2 | 0                  | 23:00 | 219,6 |
| 06:00 | 161,2 | 0                  | 00:00 | 226,6 |
| 07:00 | 161,2 | 0                  | 01:00 | 229,2 |
| 08:00 | 161,2 | 0                  | 02:00 | 234,8 |
| 09:00 | 161,2 | 0                  | 03:00 | 242   |
| 10:00 | 161,2 | 0                  | 04:00 | 242,2 |
| 11:00 | 161,2 | 0                  | 05:00 | 242,2 |
| 12:00 | 161,2 | 0                  | 06:00 | 243   |
| 13:00 | 162   | 0,8                | 07:00 | 246   |
| 14:00 | 163,8 | 1,8                | 08:00 | 252,2 |
| 15:00 | 163,8 | 0                  | 09:00 | 252,4 |
| 16:00 | 163,8 | 0                  | 10:00 | 252,4 |
| 17:00 | 163,8 | 0                  | 11:00 | 252,4 |
| 18:00 | 163,8 | 0                  | 12:00 | 252,4 |

Cumulate  
a 1 e 3 ore

| Ora   | mm    | Incrementi massimi |
|-------|-------|--------------------|
| 00:00 | 161,2 | 0                  |
| 03:00 | 161,2 | 0                  |
| 06:00 | 161,2 | 0                  |
| 09:00 | 161,2 | 0                  |
| 12:00 | 161,2 | 0                  |
| 15:00 | 163,8 | 2,6                |
| 18:00 | 163,8 | 0                  |
| 21:00 | 171,4 | 7,6                |
| 00:00 | 226,6 | 55,2               |
| 03:00 | 242   | 15,4               |
| 06:00 | 243   | 1                  |
| 09:00 | 252,4 | 9,4                |
| 12:00 | 252,4 | 0                  |
| 15:00 | 252,4 | 0                  |
| 18:00 | 252,4 | 0                  |
| 21:00 | 252,4 | 0                  |









# Tabella delle precipitazioni annuali di Massima intensità in 3 ore

| Anno | Prec 3H | Anno2 | Prec 3H3 | Anno4 | Prec 3H5 |
|------|---------|-------|----------|-------|----------|
| 1933 | 21.60   | 1963  | 31.60    | 1982  | 35.20    |
| 1934 | 26.00   | 1964  | 24.00    | 1984  | 15.00    |
| 1935 | 20.60   | 1965  | 15.60    | 1985  | 24.40    |
| 1940 | 21.20   | 1966  | 26.20    | 1986  | 14.00    |
| 1942 | 23.60   | 1967  | 31.40    | 1987  | 34.00    |
| 1943 | 33.80   | 1968  | 18.40    | 1988  | 30.60    |
| 1946 | 14.20   | 1969  | 16.60    | 1989  | 31.00    |
| 1948 | 27.40   | 1970  | 14.80    | 1990  | 33.20    |
| 1950 | 25.40   | 1971  | 19.80    | 1991  | 22.20    |
| 1951 | 18.60   | 1972  | 23.60    | 1992  | 24.80    |
| 1952 | 17.00   | 1973  | 16.40    | 1994  | 15.80    |
| 1953 | 32.20   | 1974  | 28.60    | 1996  | 18.80    |
| 1954 | 15.40   | 1975  | 25.40    | 1997  | 16.20    |
| 1955 | 51.00   | 1976  | 17.00    | 1998  | 18.60    |
| 1956 | 20.00   | 1977  | 19.40    | 1999  | 28.80    |
| 1958 | 15.40   | 1978  | 14.60    | 2000  | 22.60    |
| 1959 | 23.00   | 1979  | 16.60    | 2001  | 16.40    |
| 1960 | 28.80   | 1980  | 21.80    | 2004  | 27.20    |
| 1961 | 14.20   | 1981  | 45.40    | 2005  | 22.60    |

2018      61.40

## Calcolo dei tempi di ritorno

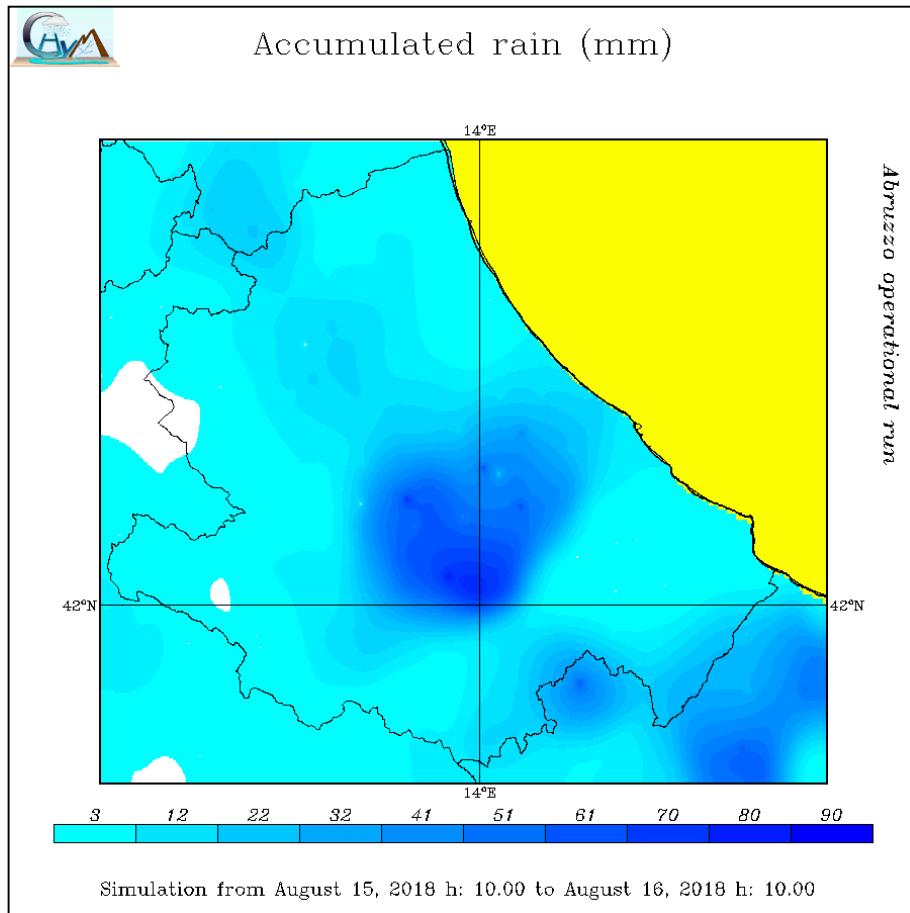
| Nr. Anni | Stima Prec 3H |
|----------|---------------|
| 2        | 22.45         |
| 5        | 30.55         |
| 10       | 35.92         |
| 20       | 41.06         |
| 50       | 47.72         |
| 100      | 52.72         |
| 200      | 57.69         |
| 500      | 64.25         |
| 1000     | 69.21         |

|            |             |
|------------|-------------|
| Prec. oss. | 61.4 mm     |
| T_ritorno  | 335.71 anni |

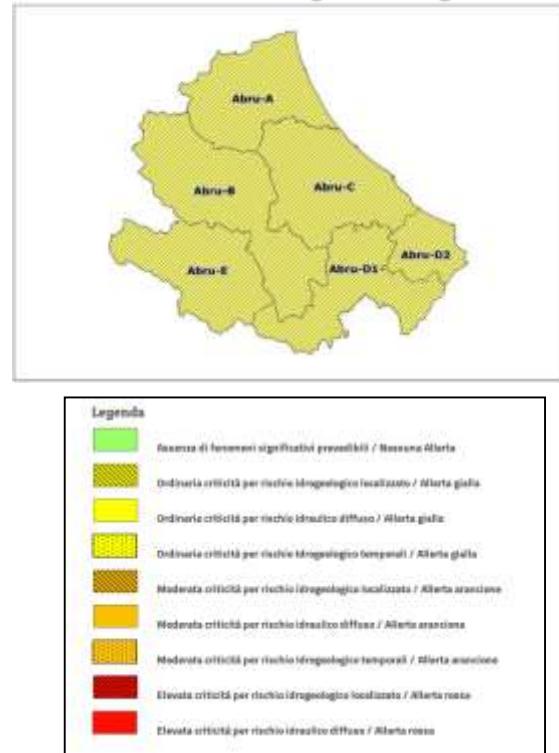
$$P(x) = e^{-e^{-a(x-u)}} \\ u = \bar{X} - \frac{0.5772}{a} \quad a = \frac{1.283}{\sigma(X)}$$

Distribuzione di Gumbel e tempo di ritorno

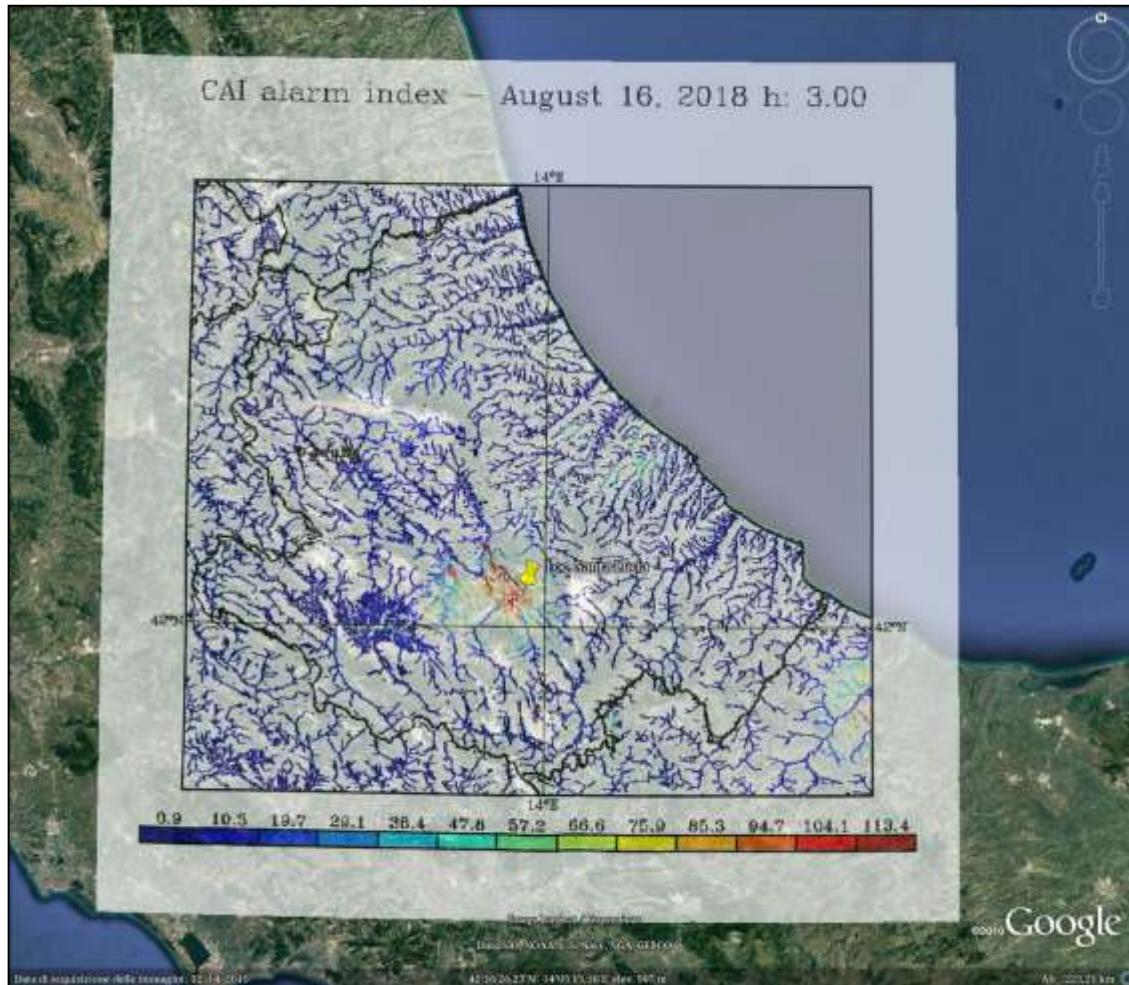
## 24h Pioggia accumulata osservata, ricostruita col modello CHyM



Bollettino di criticità del giorno 15 agosto 2018



## Mappa di allerta CAI, georiferita su Google Earth®



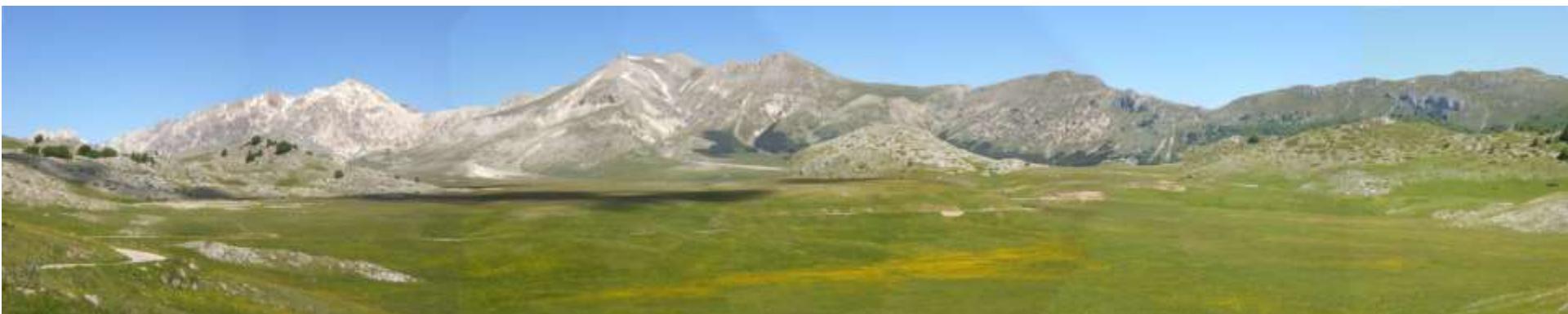
L'area del Monte Morrone viene allertata dall'indice CAI (mm/day) alle 3 UTC del 16/08/2018



Geo-localizzazione frana  
42°4' 54.18" N ; 13°56'55.03" E

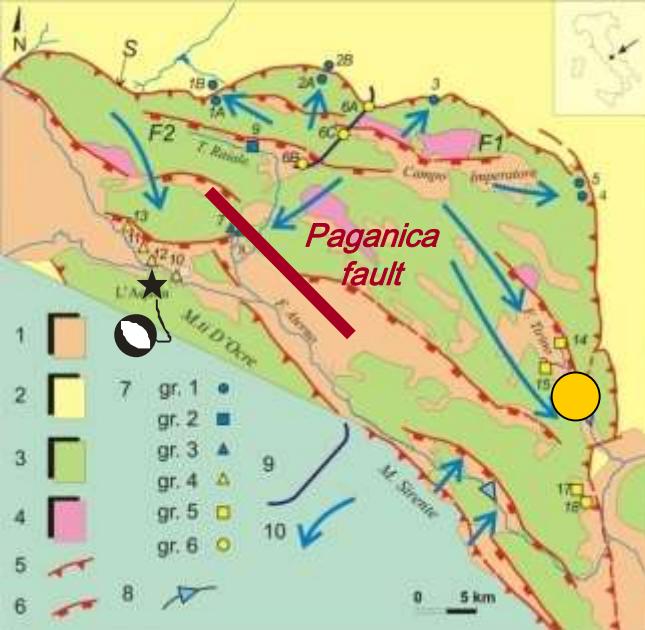
# PON Governance e Capacità istituzionale 2014-2020 POC “ReSTART - Resilienza Territoriale Appennino Centrale Ricostruzione Terremoto”

- Autorità di Distretto dell'Appennino Centrale
- Regione Abruzzo, Dip. Governo del Territorio
- Università D'Annunzio Dip. InGeo



L'obiettivo strategico del Progetto è di rafforzare la capacità di governo delle istituzioni centrali, regionali e locali mediante la messa a punto di un modello di rapporti istituzionali per la definizione dei processi di ricostruzione post-sisma nel più generale sistema delle azioni complessive per garantire la sicurezza idrogeologica e la gestione sostenibile delle risorse idriche.

# **Impatto idrogeologico del terremoto dell'Aquila e del Centro Italia sull'acquifero del Gran Sasso**

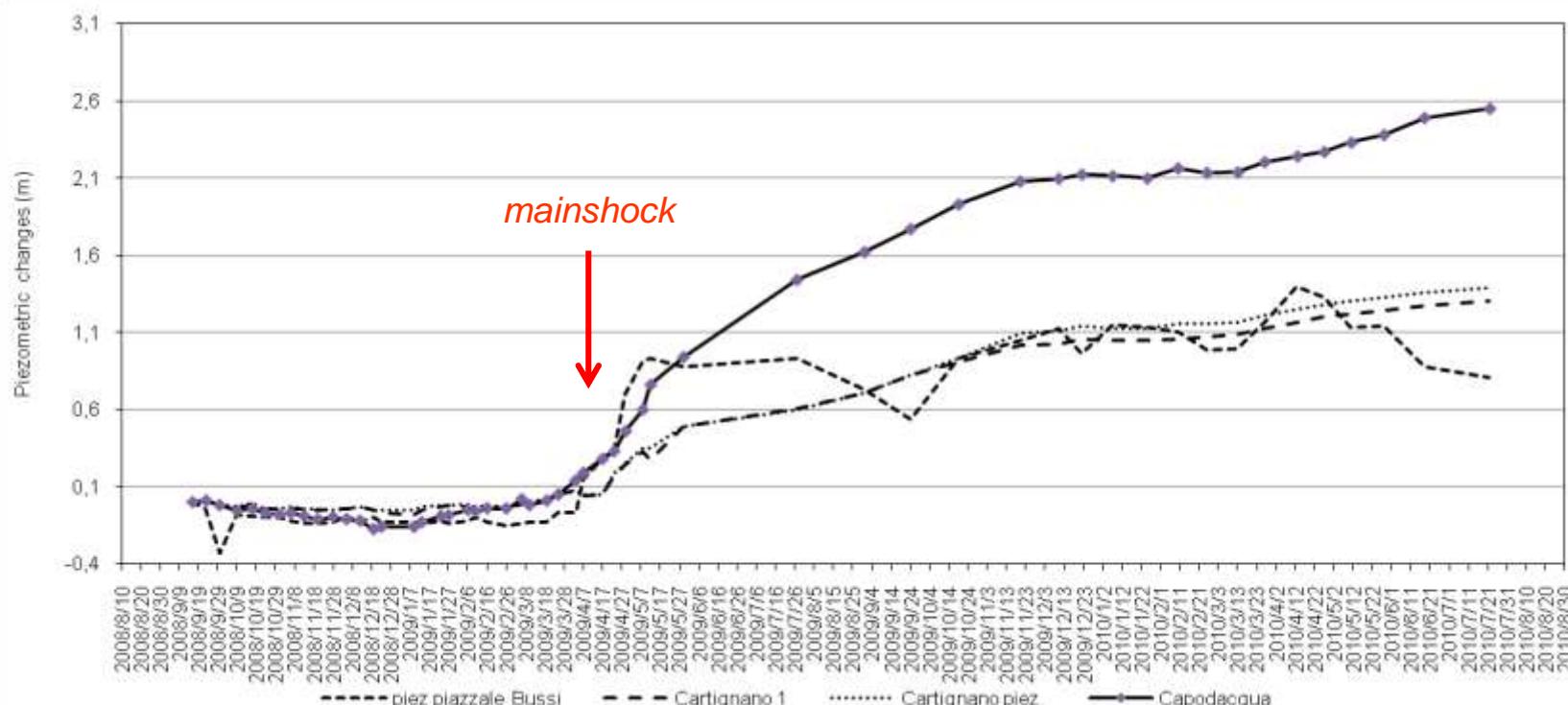


R. Adinolfi Falcone, A. Falgiani, M. Manetta, B. Parisse, M. Paolessi, M. Petitta, S. Rusi, D. Sciannamblo, M. Spizzico & M. Tallini

## Oscillazioni piezometriche nella medio-bassa valle del F. Tirino (340 - 300 m s.l.m.)

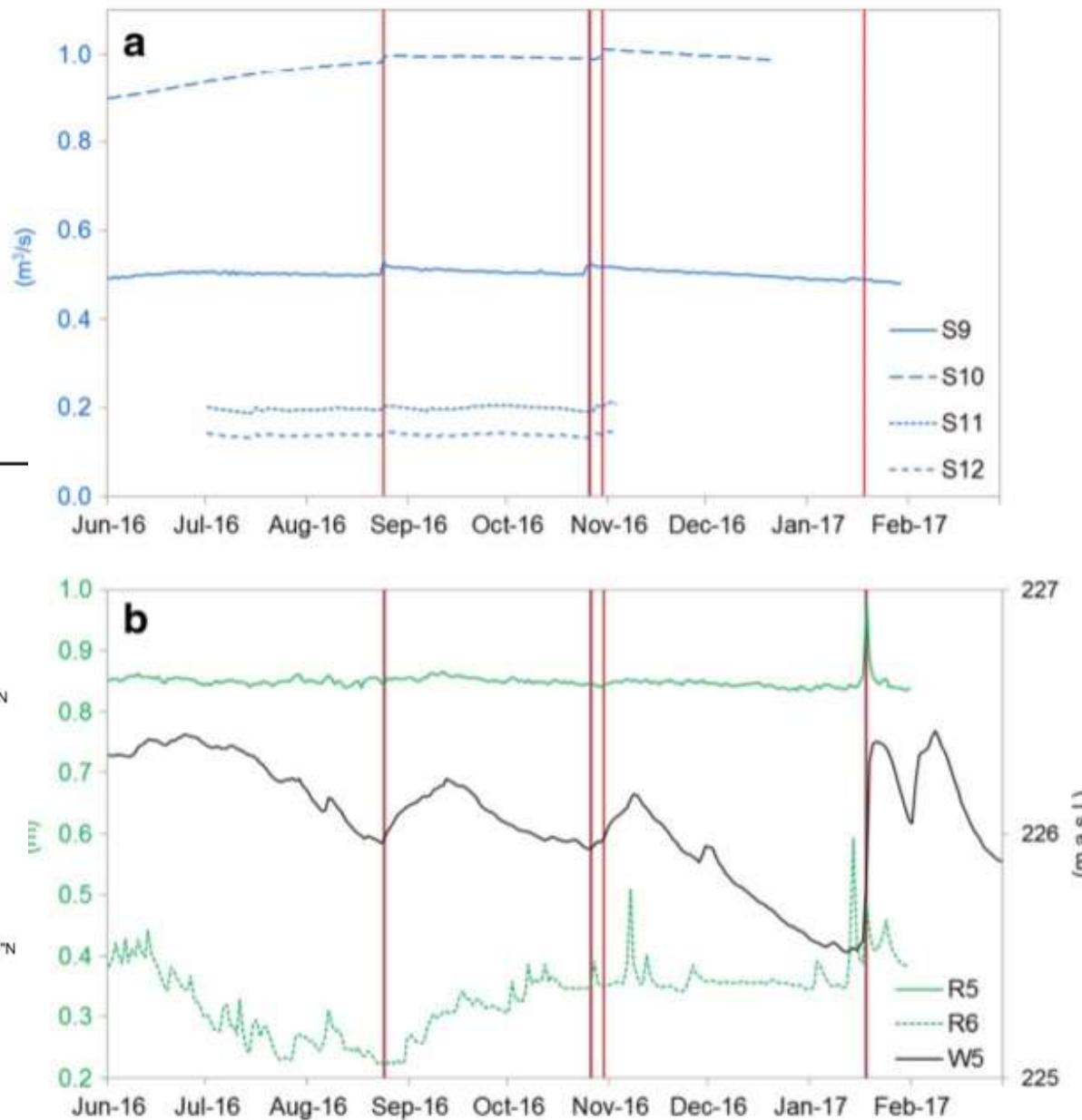
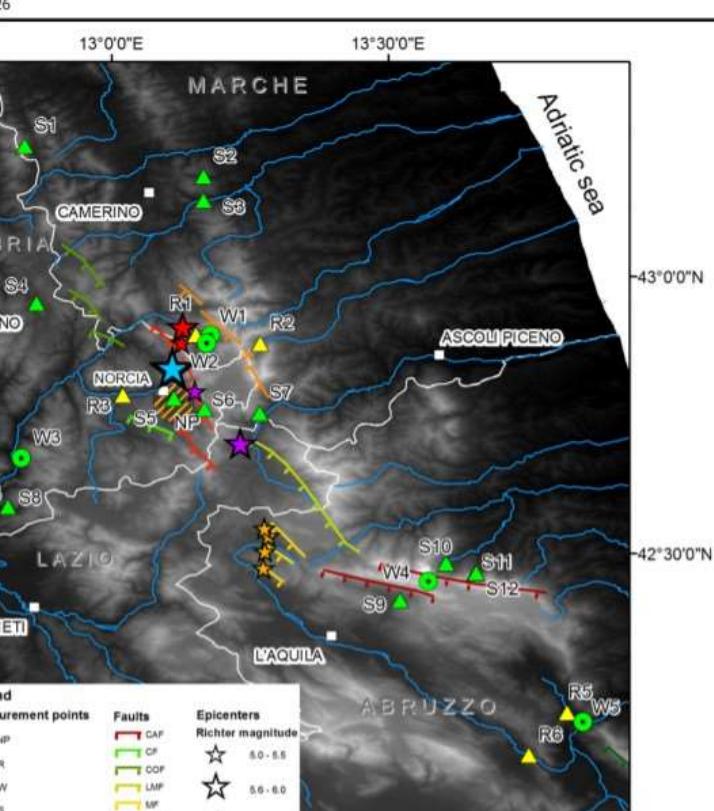
Oscillazioni a frequenza bisettimanale (8/2008 – oggi)  
in 4 pozzi:

- Variazione istantanea (registrata 8 g dopo) = 30 cm
- Variazioni a medio - lungo termine = circa 1,3 m



Dati idrogeologici: monitoraggio bisettimanale

**Fig. 5** Daily spring discharge, water level and hydrometric level of southern monitoring sites. **a** Gran Sasso springs; **b** Aterno–Tirino rivers (hydrometric levels on left vertical axis, water-table elevation on right vertical axis). See Fig. 2 for location and Tables 2, 3 and 4 for site characteristics. Vertical red bars locate the four main seismic events (Table 1)

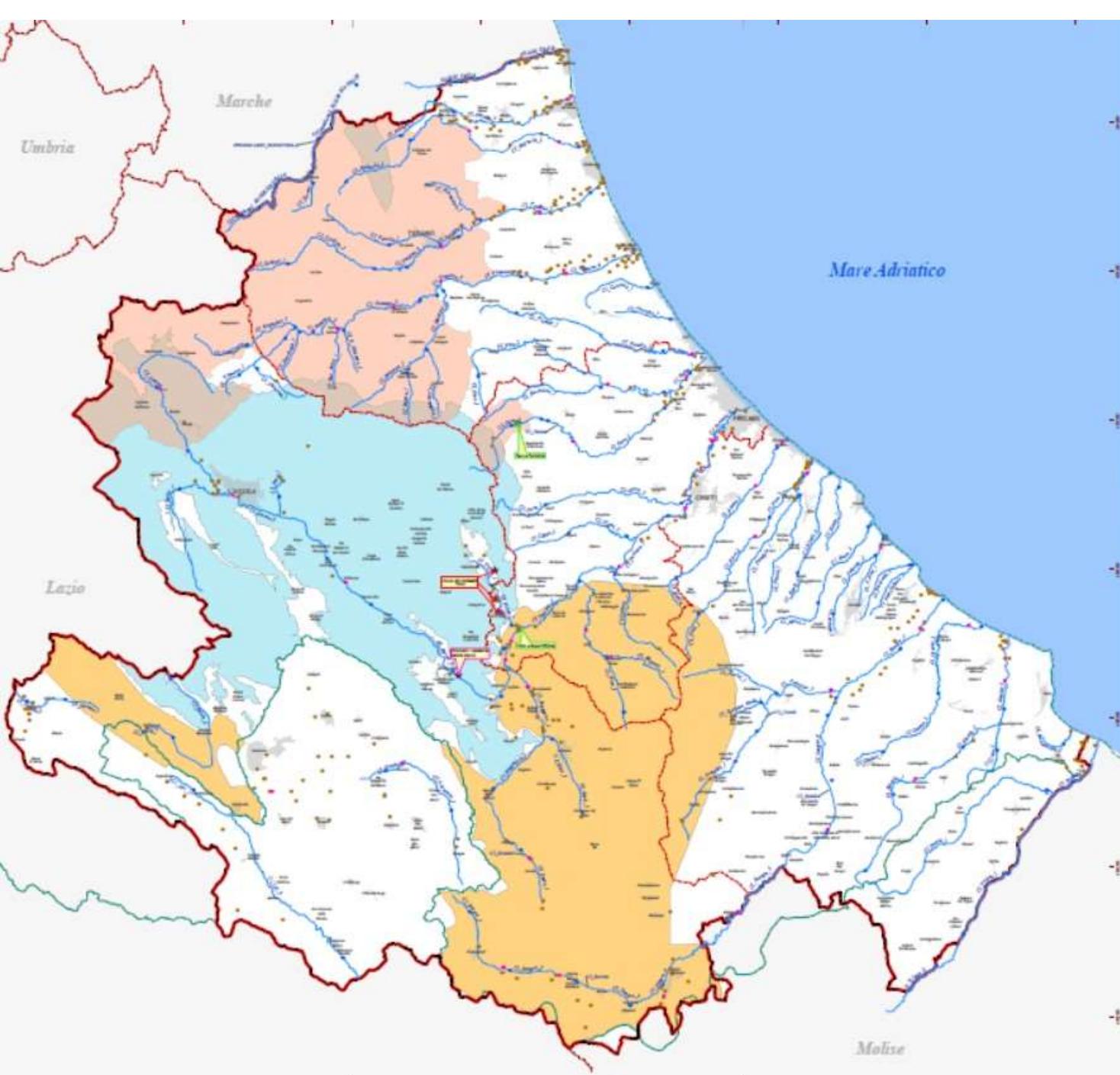




REGIONE ABRUZZO

CONSOB - CONSORZIO NAZIONALE DI SVILUPPO SOSTENIBILE

SERVIZIO GESTIONE E QUALITÀ DELLE ACQUE



PON Ricerca e Capacità 2014-2020

PDC "AgID2017 - Realizza Territorio Apprendere Cambiare Illustrazione Terrena"

Progetto Regione Abruzzo

#### LEGENDA

##### Limiti amministrativi

- Unità Regione Abruzzo
- Unità provinciale
- Unità regionali
- Unità idronomia idrografica

##### Elementi fisiici

- Localtà
- Corpi idrici superficiali

##### Arene di interesse

- Concetti idraulici 2016 (Fonte ABB-DAC)
- GWB: usato (Fonte ABB-DAC)
- Archi di connessione di uscita (Fonte ABB-DAC)

##### Rete monitoraggio

- Rete monitoraggio ARTA corpi idrici esterni
- Rete monitoraggio ARTA corpi idrici superficiali
- Rete monitoraggio Ufficio idrografico

##### Interventi

- Pozzo EX CASMEZ Tevere (Ip. 1; Ip. 2; Ip. 3)
- Nuove stazioni idrometriche Tevere e Taro
- Ripristino stazione idrometrica Moline Aleno





*Grazie per l'attenzione!!!*

