

# Il monitoraggio delle deformazioni del suolo nelle attività Oil & Gas in Emilia-Romagna

Fare i conti  
con l'ambiente  
Rifiuti acqua energia

>Rave  
nna  
8·9·10  
maggio 2019

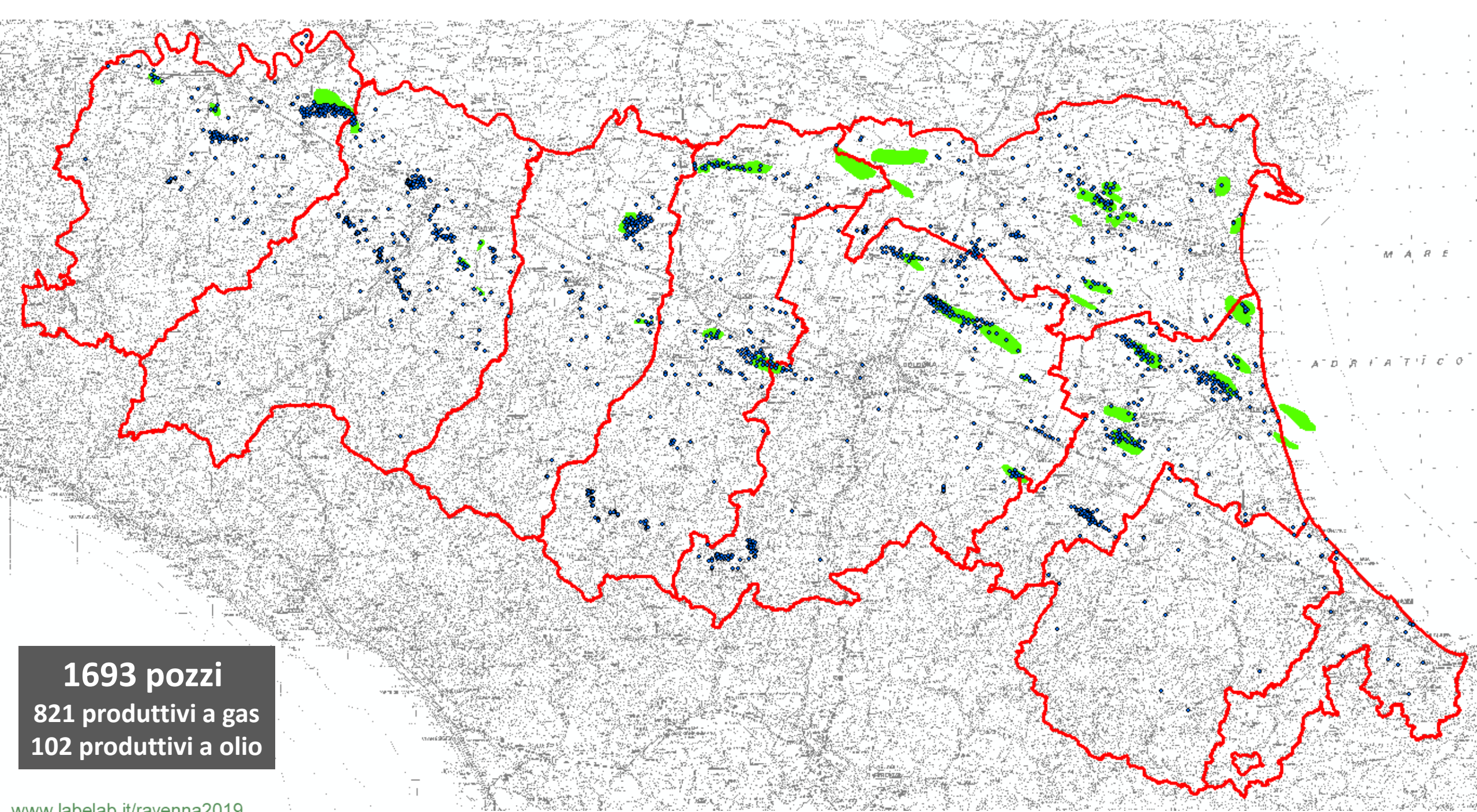
Geol. Paolo Severi

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli



[www.labelab.it/ravenna2019](http://www.labelab.it/ravenna2019)



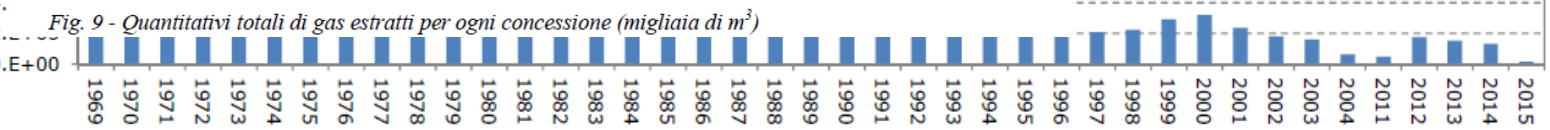
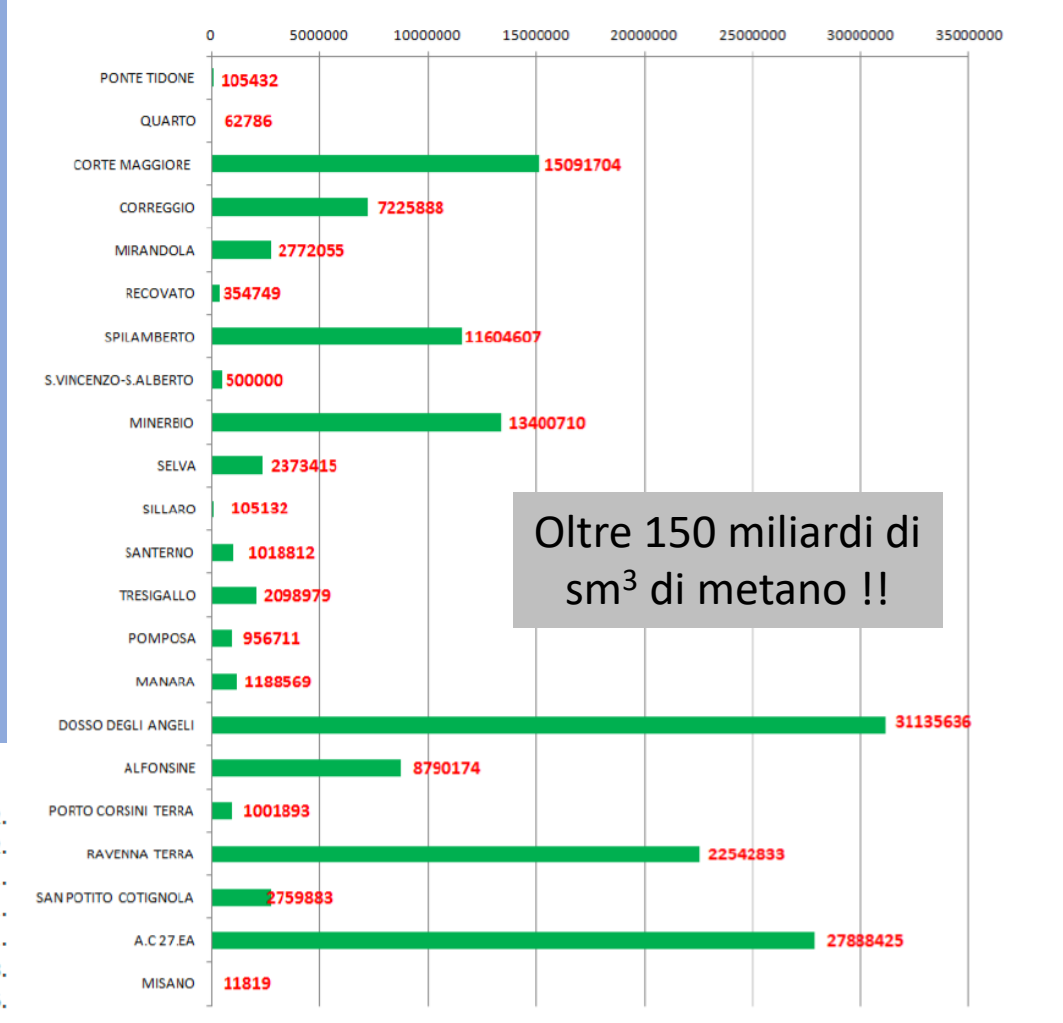


**1693 pozzi**

**821 produttivi a gas**

**102 produttivi a olio**

# Concessioni di coltivazione idrocarburi attive (rosso) e terminate (blu)



Ministero dello sviluppo economico - Direzione generale per le risorse minerarie ed energetiche

## PRODUZIONE NAZIONALE DI IDROCARBURI - ANNO 2017

RIPARTIZIONE DELLA PRODUZIONE PER REGIONI E ZONE MARINE

### Produzione di GAS NATURALE (Smc)

|                | Totale        |
|----------------|---------------|
| Abruzzo        | 21.970.537    |
| Basilicata     | 1.318.902.663 |
| Calabria       | 6.808.917     |
| Emilia Romagna | 161.494.625   |
| Lombardia      | 15.654.573    |
| Marche         | 12.471.998    |
| Molise         | 72.590.510    |
| Piemonte       | 517.296       |
| Puglia         | 89.283.488    |
| Sicilia        | 197.348.430   |
| Toscana        | 3.785.285     |
| Veneto         | 1.863.538     |
| Totale Terra   | 1.902.691.860 |

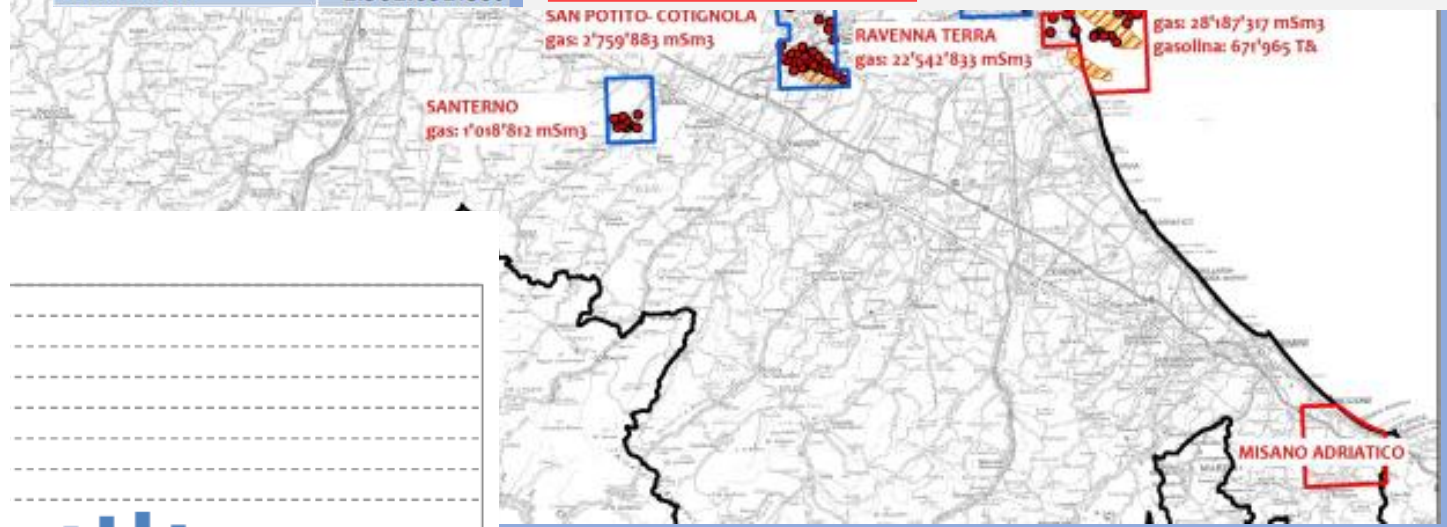
### Stoccaggio di gas naturale

#### Impianti in esercizio:

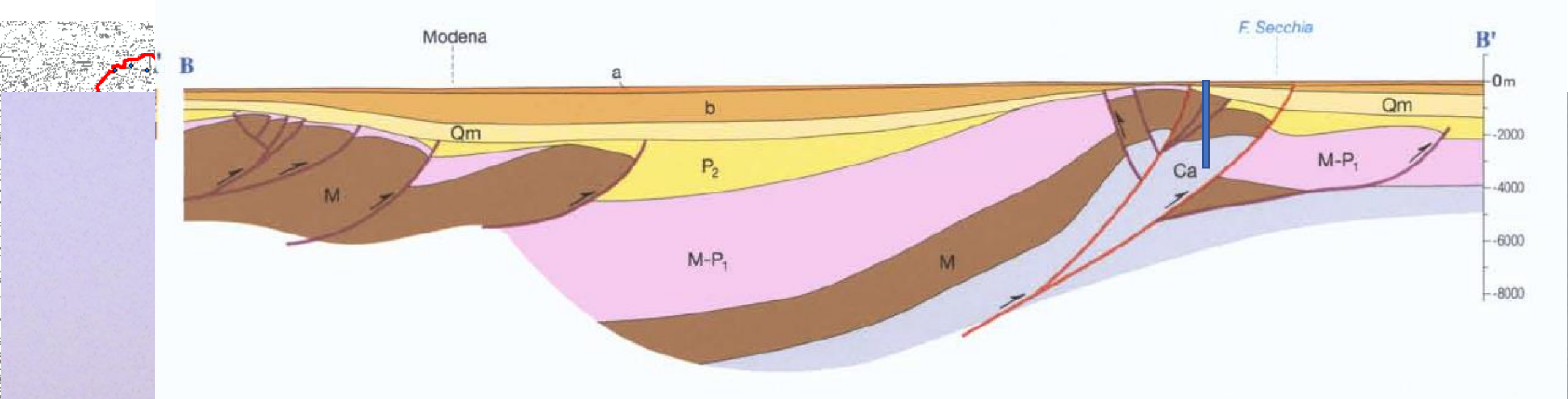
1. Brughiero stoccaggio (Lombardia) - Stogit - capacità: 330 MSm<sup>3</sup>\*
2. Cellino stoccaggio (Abruzzo) - Edison stoccaggio - capacità: 118 MSm<sup>3</sup>
3. Collalto stoccaggio (Veneto) - Edison Stoccaggio - capacità: 560 MSm<sup>3</sup>
4. Cortemaggiore stoccaggio (E. Romagna) - Stogit - capacità: 960 MSm<sup>3</sup>
5. Fiume Treste stoccaggio (Abruzzo) - Stogit - capacità: 4.605 MSm<sup>3</sup>
6. Minerbio stoccaggio (Emilia Romagna) - Stogit - capacità: 2.658 MSm<sup>3</sup>
7. Ripalta stoccaggio (Lombardia) - Stogit - capacità: 1.686 MSm<sup>3</sup>
8. Sabbioncello stoccaggio (Emilia Romagna) - Stogit - capacità: 1.099 MSm<sup>3</sup>
9. Sergnano stoccaggio (Lombardia) - Stogit - capacità: 2.594 MSm<sup>3</sup>
10. Settala stoccaggio (Lombardia) - Stogit - capacità: 1.820 MSm<sup>3</sup>

\* MSm<sup>3</sup> = milioni di standard metri cubi.

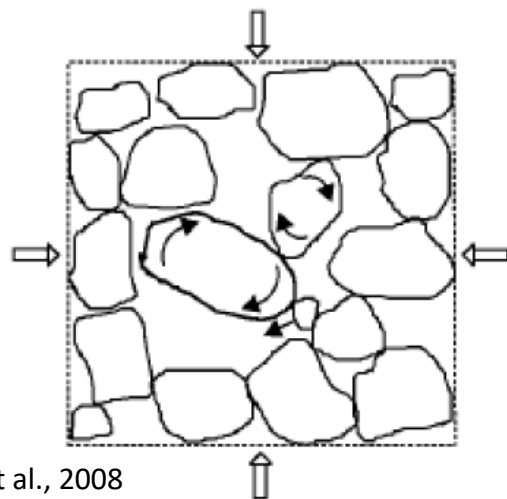
Cotignola - San Potito (E.Romagna) - Edison Stoccaggio - capacità 915 MSm<sup>3</sup>



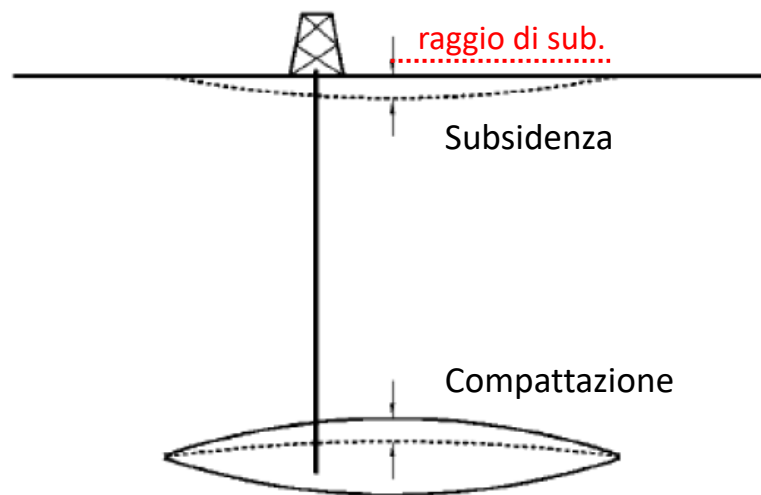




<http://labcavone.it/>



Fjaer et al., 2008



**modello analitico (Geertsma, 1973a)** stima l'ordine di grandezza della compattazione del giacimento :

$$\Delta H = c_M \cdot \Delta p \cdot H$$

lo **spostamento verticale indotto in superficie (subsidenza)**  
l'estensione della zona subsidente (**raggio di subsidenza**) :

$$u_z(r, 0) = -2 \cdot c_M \cdot (1 - \nu') \cdot \Delta p \cdot H \cdot A(\rho, \eta)$$

dove

- $c_M$  : coefficiente di compressibilità uniassiale;
- $\nu'$  : coefficiente di Poisson;
- $\Delta p$  : riduzione di pressione in giacimento;
- $H$  : spessore del giacimento;
- $\rho$  : rapporto fra distanza dall'asse del giacimento  $r$  e raggio del giacimento  $R$ ;
- $\eta$  : rapporto fra profondità e raggio del giacimento.

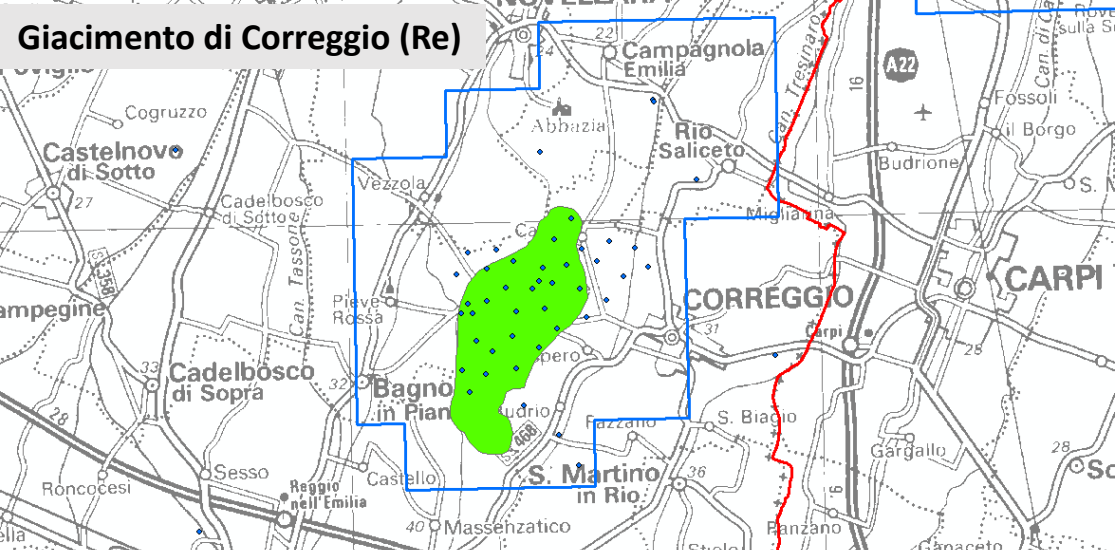
La messa in produzione causa una diminuzione di pressione nel giacimento, il riarrangiamento dei grani del giacimento, la sua compattazione e la subsidenza (a volte)

altri parametri significativi :

- la profondità del giacimento
- modulo di Young
- l'estensione dell'acquifero e le sue caratteristiche

**Modelli numerici 3D accoppiati :**

1. **modello geologico (o statico)**: modello strutturale, stratigrafico
2. **modello fluidodinamico (o dinamico)** : variazioni di pressione nel tempo
3. **modello geomeccanico** : deformazioni del giacimento e rocce di copertura a seguito della produzione



## INFORMAZIONI MINERARIE

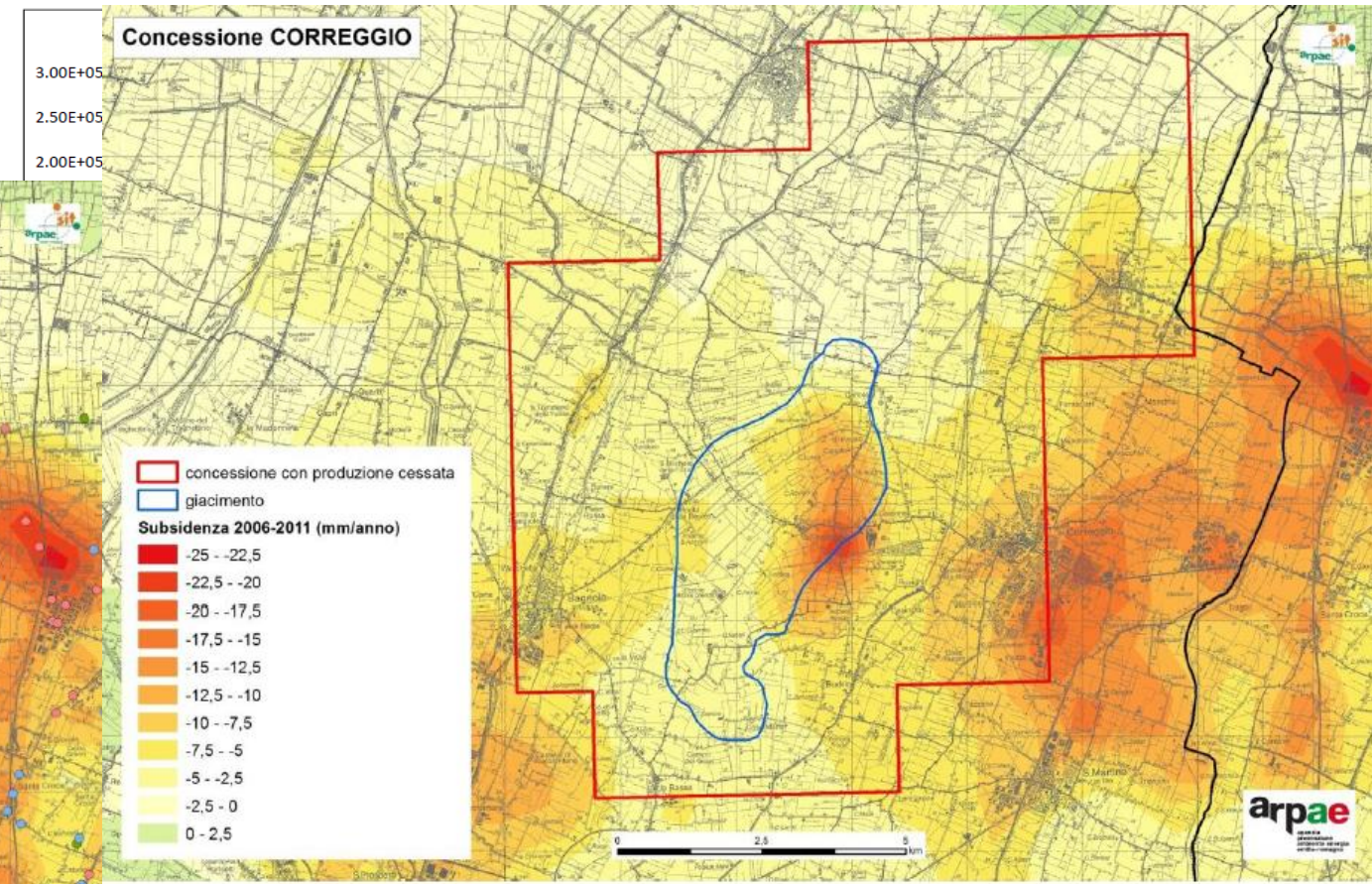
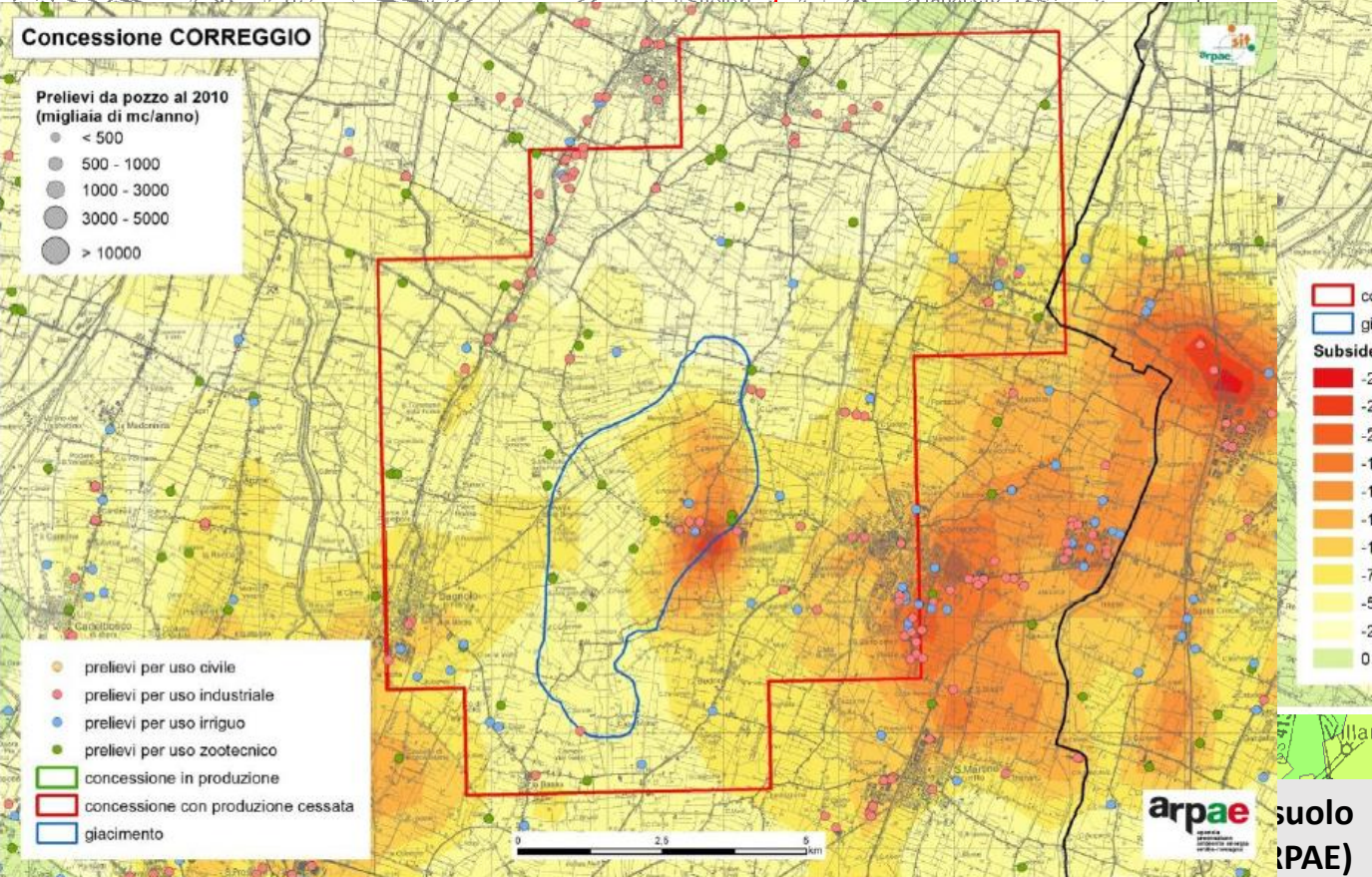
VOLUME GAS ESTRATTO (MSm<sup>3</sup>): 7'225'888

ANNI PRODUZIONE: 41

DETTAGLIO ANNI: da 1953 a 1985; da 1993 a 2002

UNITA' GEOLOGICHE CAPTATE: Fm. P.to Garibaldi

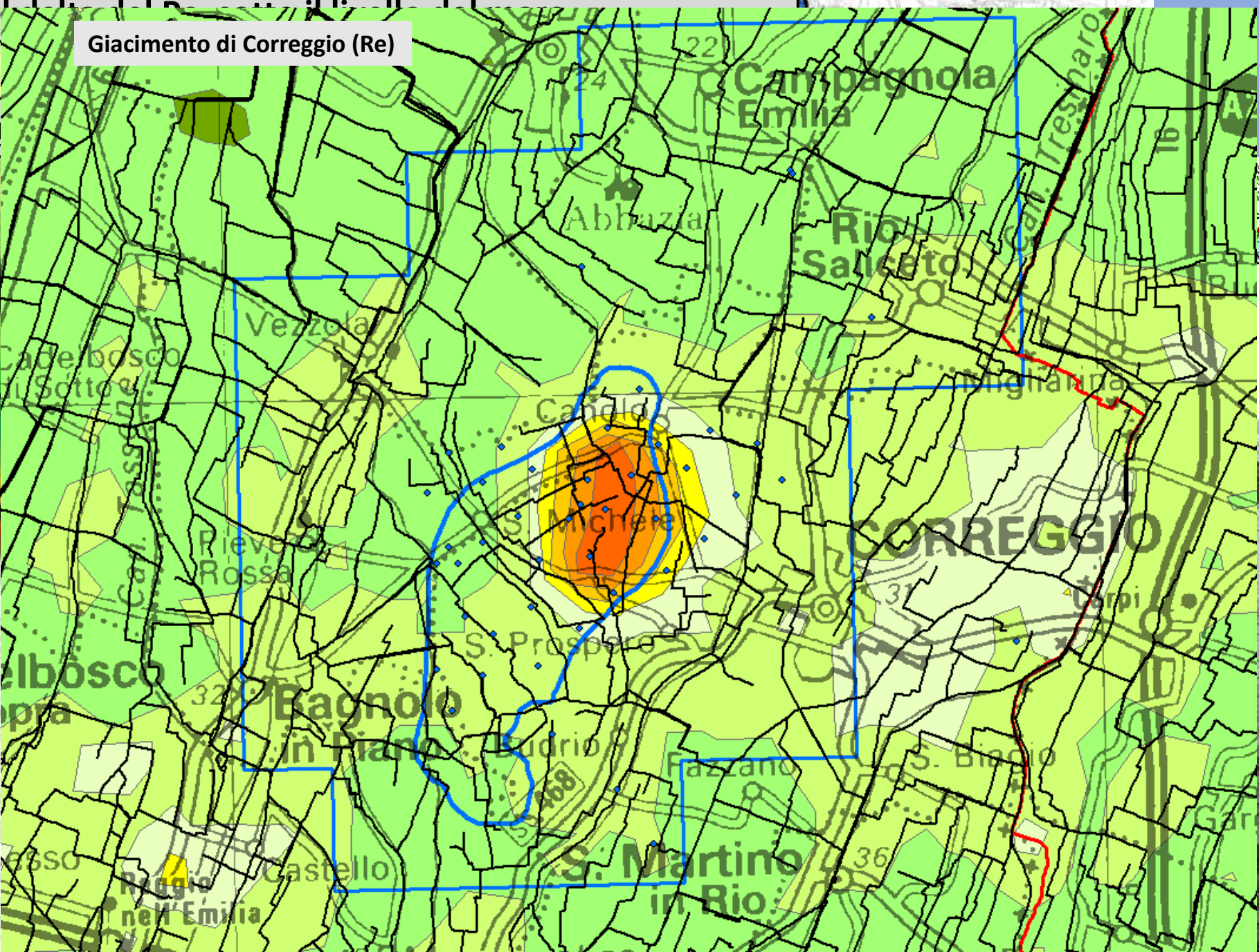
PROFONDITA' ORIZZONTI PRODUTTIVI: da min. 860.5 m a Max 1597 m; prof. media 1154 m



Oltre 1000 km<sup>2</sup> nel territorio di Reggio Emilia

Gradiente topografico

Giacimento di Correggio (Re)

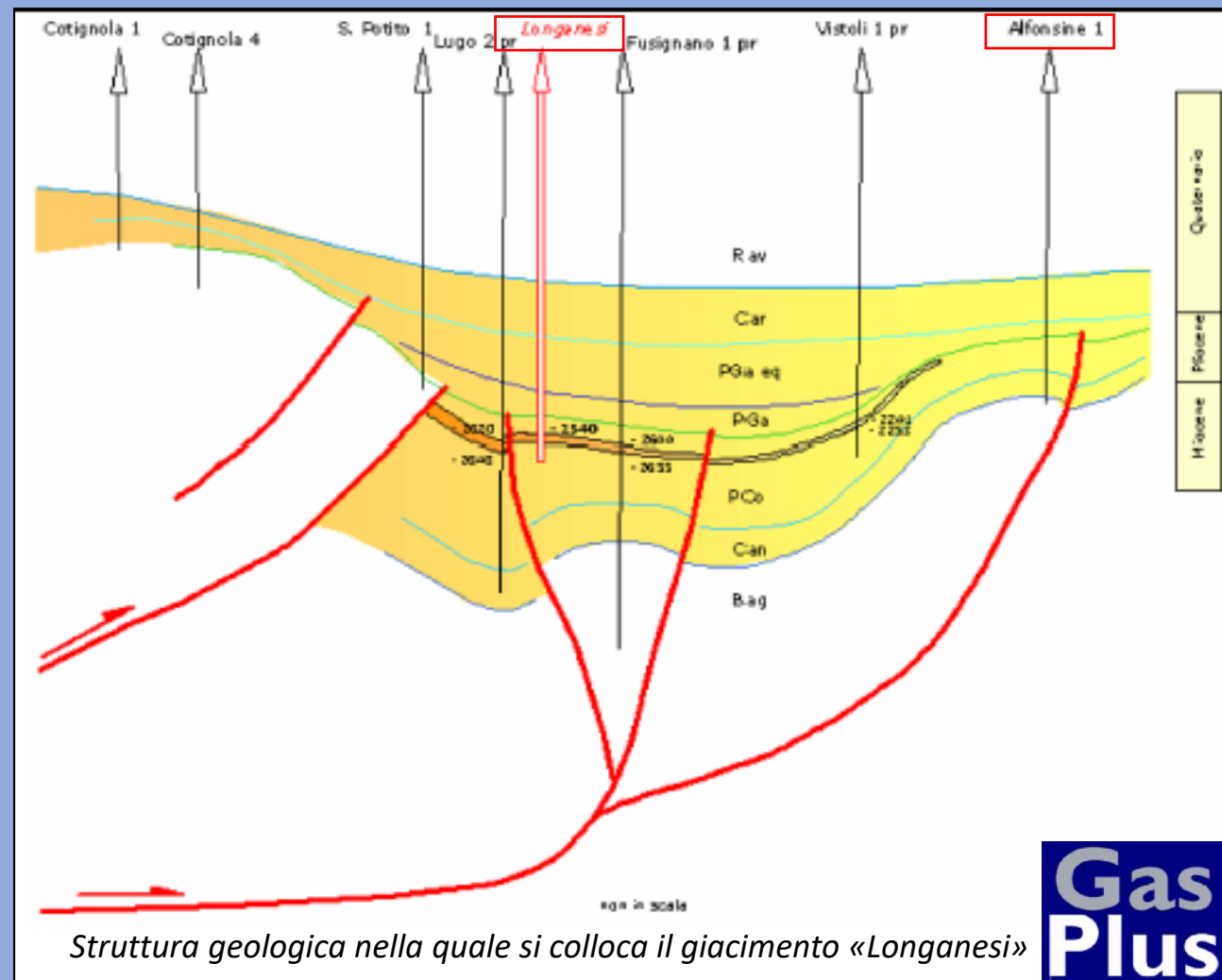
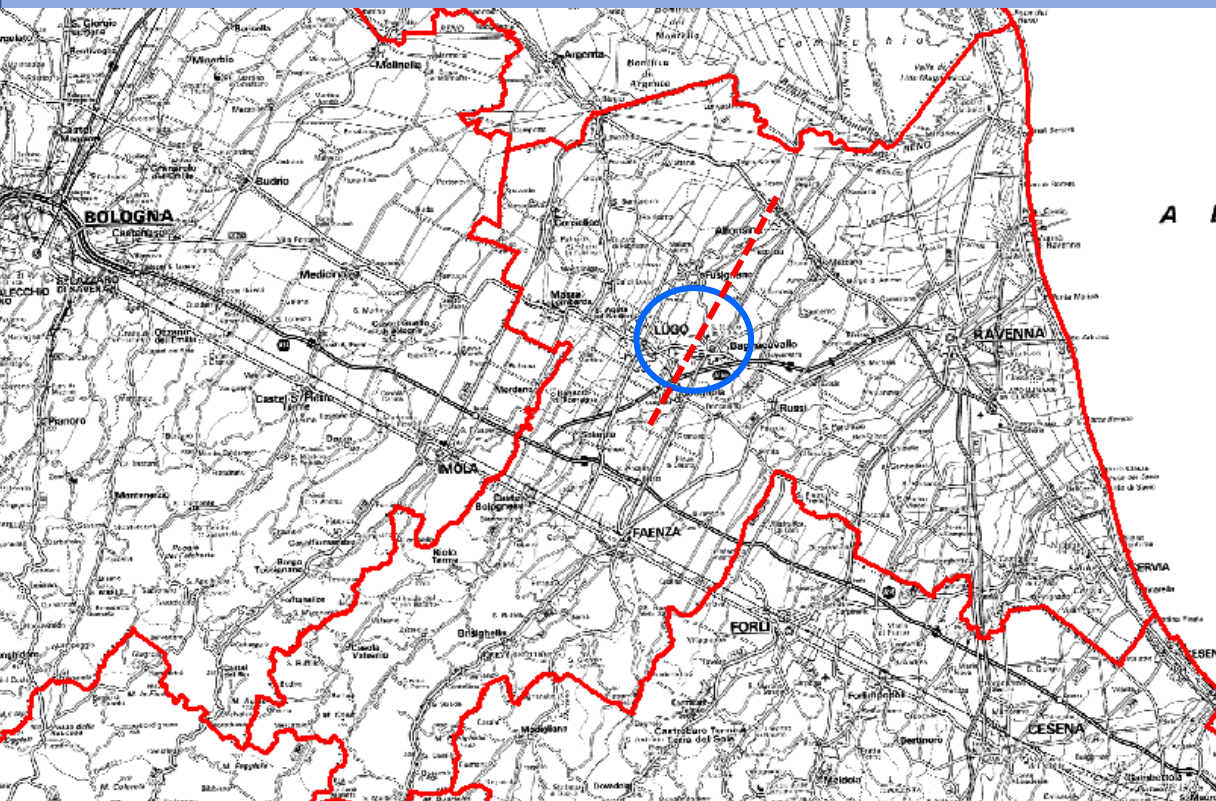


## Cosa fa la Regione Emilia-Romagna

- dal 1999 – 2017 ricerca e coltivazione di idrocarburi soggette a valutazione di impatto ambientale (VIA) regionale
- dal 2017 la competenza è Ministeriale (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – MATTM)  
  
la Regione partecipa alle VIA, esprime il proprio parere con una delibera, sentiti i Comuni interessati ed ARPAE
- Prima del 1999 le concessioni venivano date senza la VIA
- La concessione di coltivazione (e di stoccaggio) è data dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE)
- Nel 2014 il MiSE ha pubblicato gli : Indirizzi e Linee guida per i monitoraggi microsismici, delle deformazioni del suolo e delle pressioni di poro, che la RER sta sperimentando nel sito di Minerbio (stoccaggio gas) e Cavone (produzione olio)

**V.I.A. PROGETTO DI SVILUPPO UNITARIO DEL  
GIACIMENTO LONGANESI**  
(V.I.A. positiva con prescrizioni DGR 2266/2016)

produzione prevista 1.350 MSm<sup>3</sup> di gas  
formazione di Porto Corsini (Plioc. Inf – medio)  
profondità 2400 – 2800 metri



Richiesta una previsione modellistica di quanto il suolo si abbasserà a seguito dell'estrazione degli idrocarburi

Risultati del modello di compattazione

Subsidenza massima prevista 5 – 7 cm a fine produzione

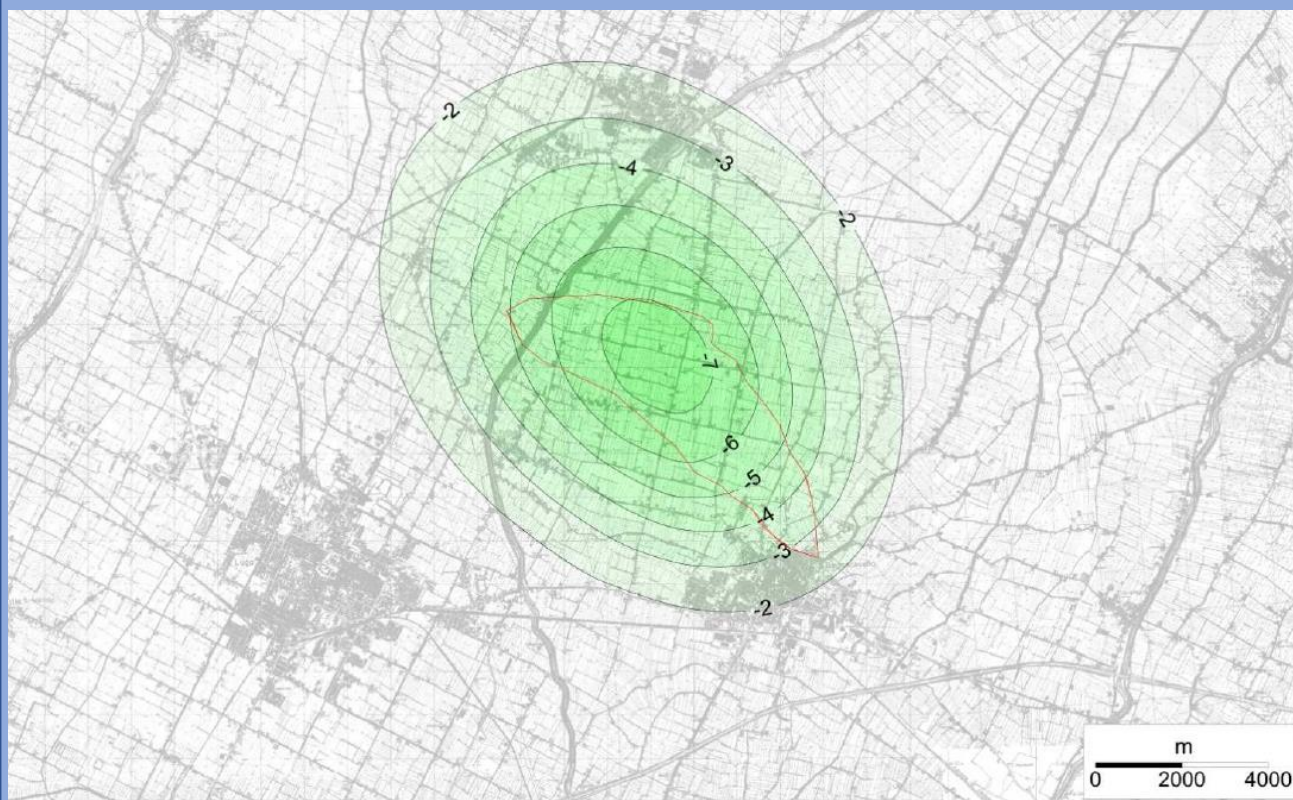


**Figura 2** Variazione altimetrica [cm] dopo 30 anni dall'inizio della produzione nello scenario Cmax\_Kmin.

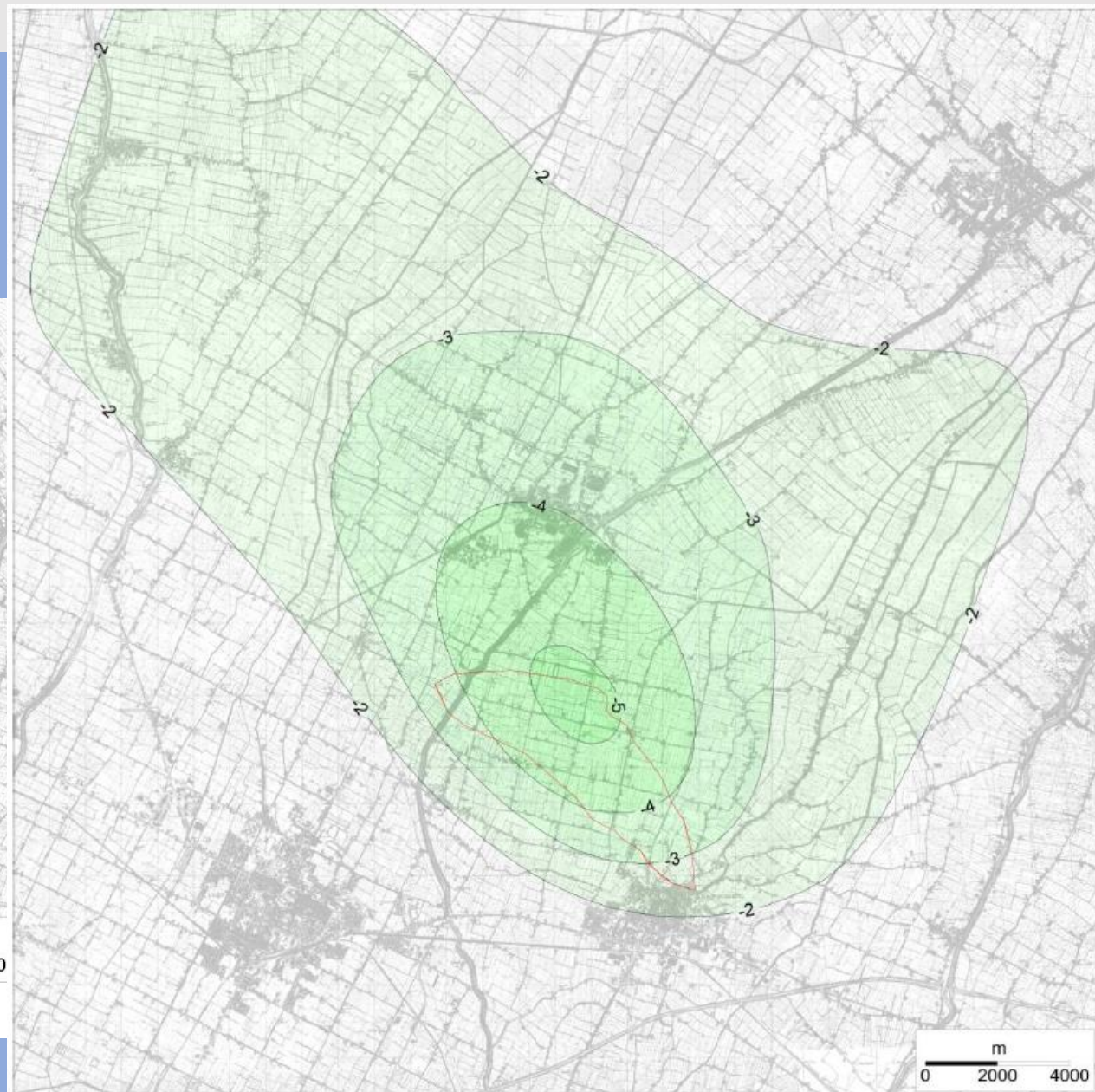


**Figura 4** Variazione altimetrica [cm] dopo 30 anni dall'inizio della produzione nello scenario Cmed\_Kdef.

- ❑ Richiesta previsione modellistica di quanto il suolo si abbasserà a seguito dell'estrazione degli idrocarburi
- ❑ Richiesto di valutare gli impatti che questo abbassamento del suolo provocherà, con particolare attenzione alle ripercussioni sulla funzionalità delle reti di bonifica (l'esito della VIA è stato positivo)
- ❑ Prescritti accurati monitoraggi della subsidenza (precisione pochi mm/anno) in accordo tra Tecnici regionali, ARPAE e la «Struttura Preposta al Monitoraggio» (organo tecnico del MiSE previsto dalle Linee Guida)
- ❑ Rete di monitoraggio in accordo con le Linee Guida MiSE prevede :
  - misure satellitari (InSAR e GPS)
  - livellazioni topografiche
  - **assestimetri** (scorporare la subsidenza indotta dal prelievo di acque) e piezometri

# ASSESTIMETRO

una tubazione esterna di circa 3 cm di diametro solidale con il terreno

un'asta che si muove libera all'interno della tubazione

la punta viene ancorata sotto gli acquiferi captati e misura la subsidenza dovuta al prelievo da falda.

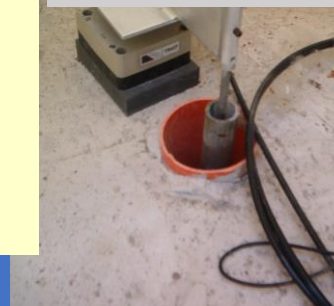
Questa va sottratta a quella totale per calcolare la subsidenza più profonda (prelievo di gas, ...)



Subsidenza misurata con precisione mm



**Ex : l'assestimetro misura una subsidenza di 8 mm/anno e il GPS di 14 mm/anno**

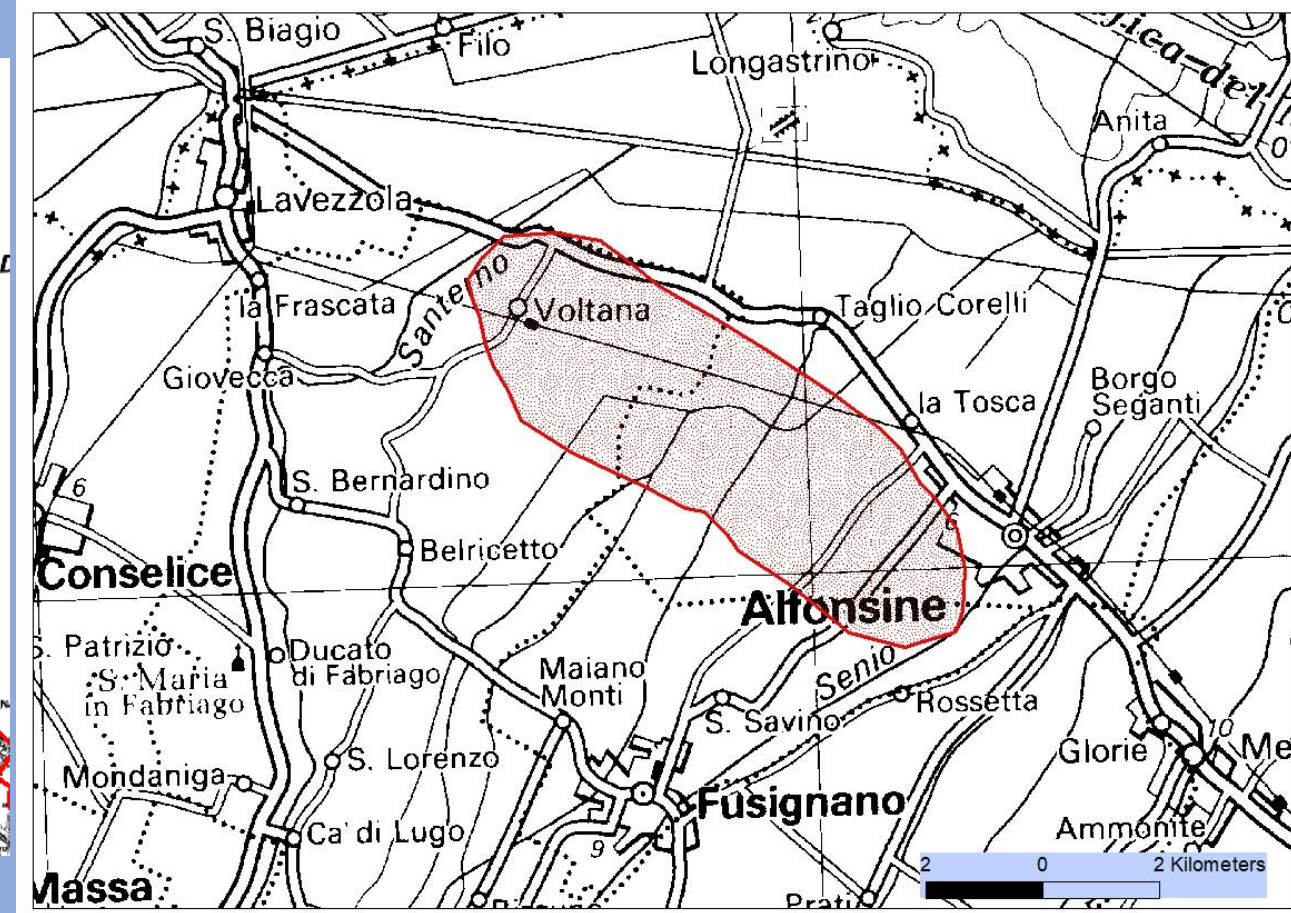
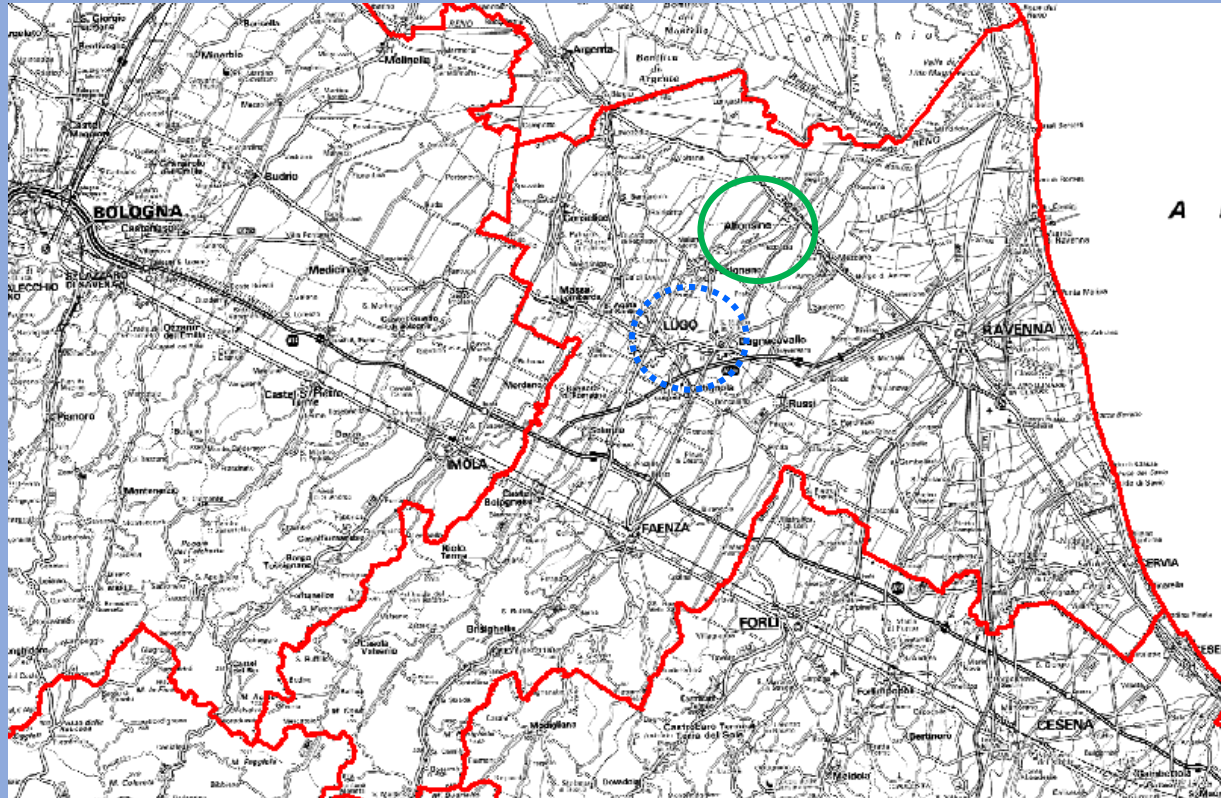


punta

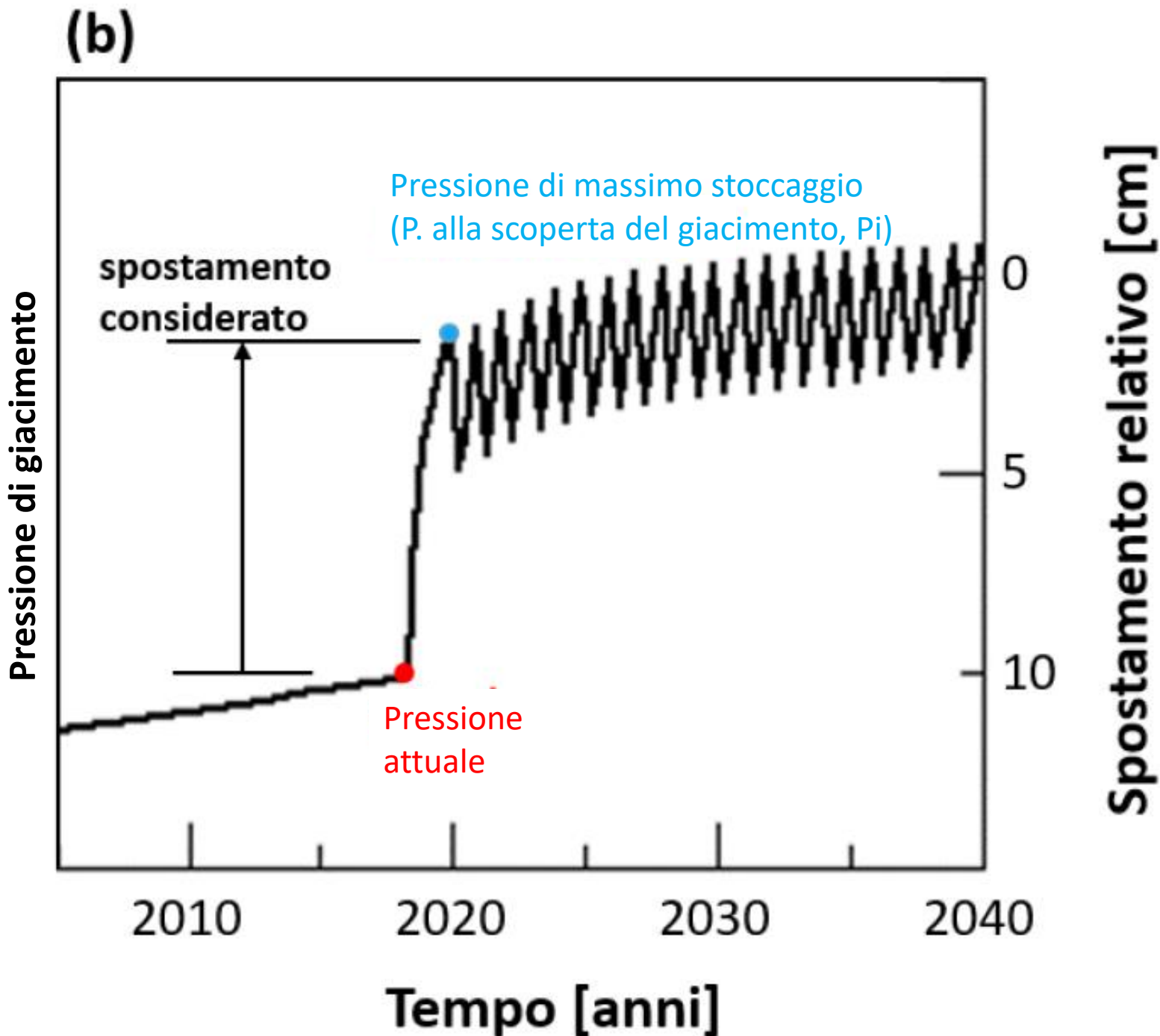


- ❑ Richiesta una previsione modellistica di quanto il suolo si abbasserà a seguito dell'estrazione degli idrocarburi
- ❑ Richiesto di valutare gli impatti che questo abbassamento del suolo provocherà, con particolare attenzione alle possibili ripercussioni sulla funzionalità delle reti di bonifica, possibili danno ad edifici, l'erosione costiera (l'esito della VIA è stato positivo)
- ❑ Prescritti degli accurati monitoraggi della subsidenza capaci di monitorare velocità di abbassamento del suolo di pochi mm/anno in accordo tra i Tecnici regionali, ARPAE e la «Struttura Preposta al Monitoraggio» (organo tecnico del MiSE previsto dalle Linee Guida)
- ❑ La rete di monitoraggio comprende:
  - misure satellitari (InSAR e GPS)
  - livellazioni topografiche
  - misure assestimentriche e piezometriche
- ❑ I monitoraggi vengono analizzati dalla Struttura Preposta al Monitoraggio assieme ai tecnici regionali e di ARPAE
- ❑ «Se la subsidenza osservata dovesse superare quella prevista nei modelli ..... gli Enti competenti valuteranno le possibilità operative riguardo al programma di coltivazione e ad eventuali azioni correttive e/o mitigative»

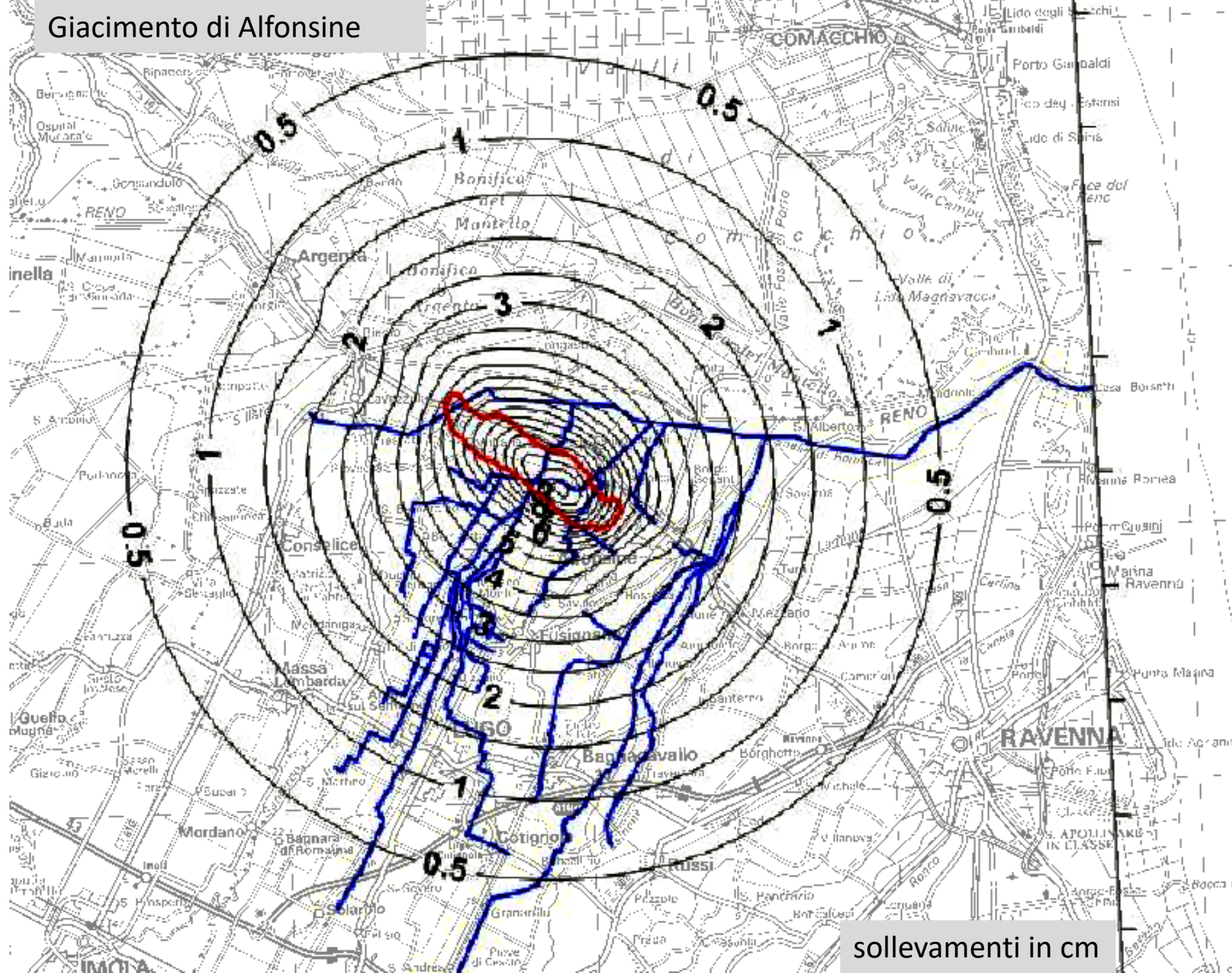
Giacimento di Alfonsine produzione 1957 - 2000 (8.500 MSm<sup>3</sup> di gas, Formazione di Porto Corsini Plioc. Inf.) - V.I.A. ministeriale per lo STOCCAGGIO GAS (in corso)

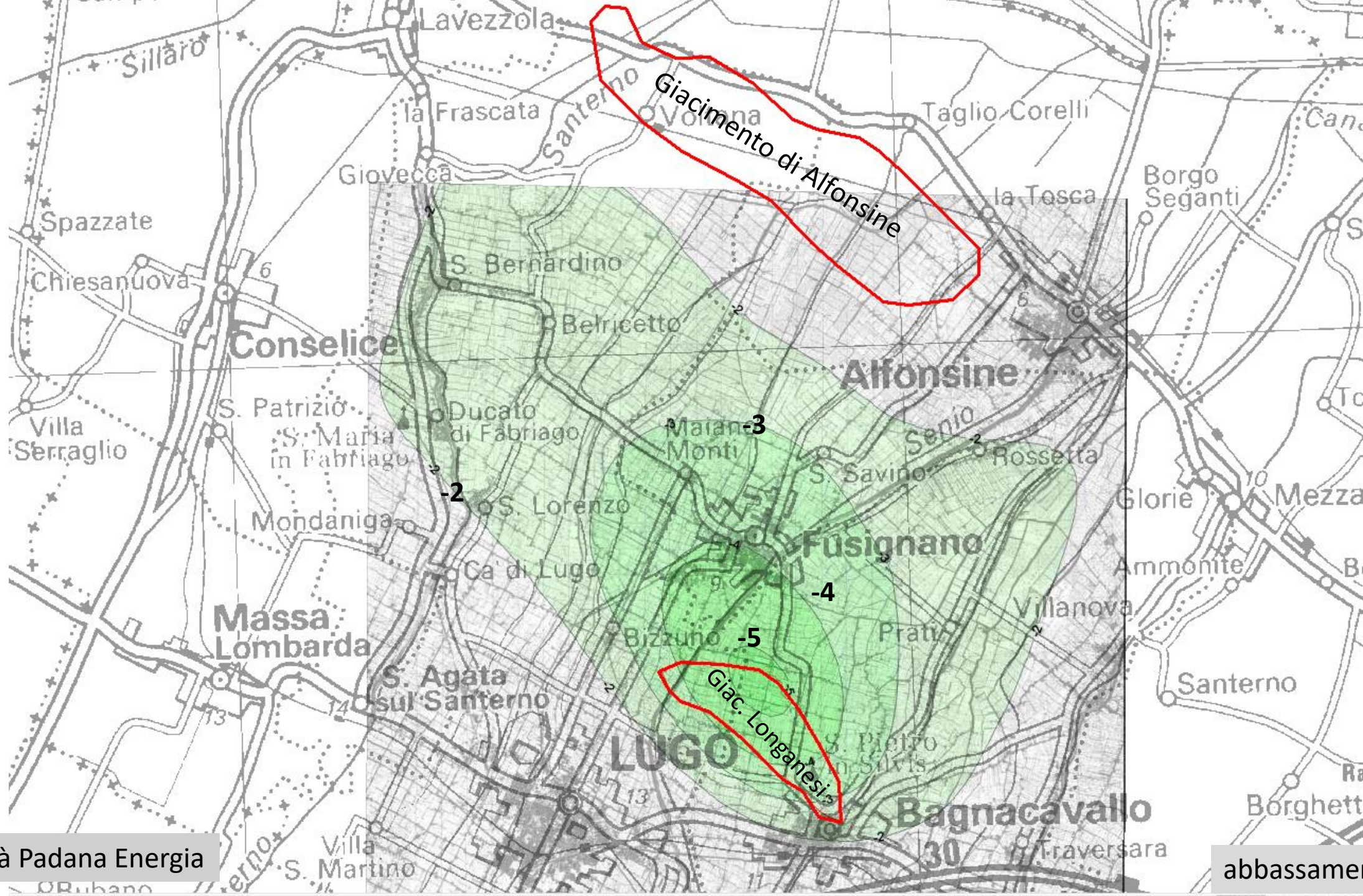


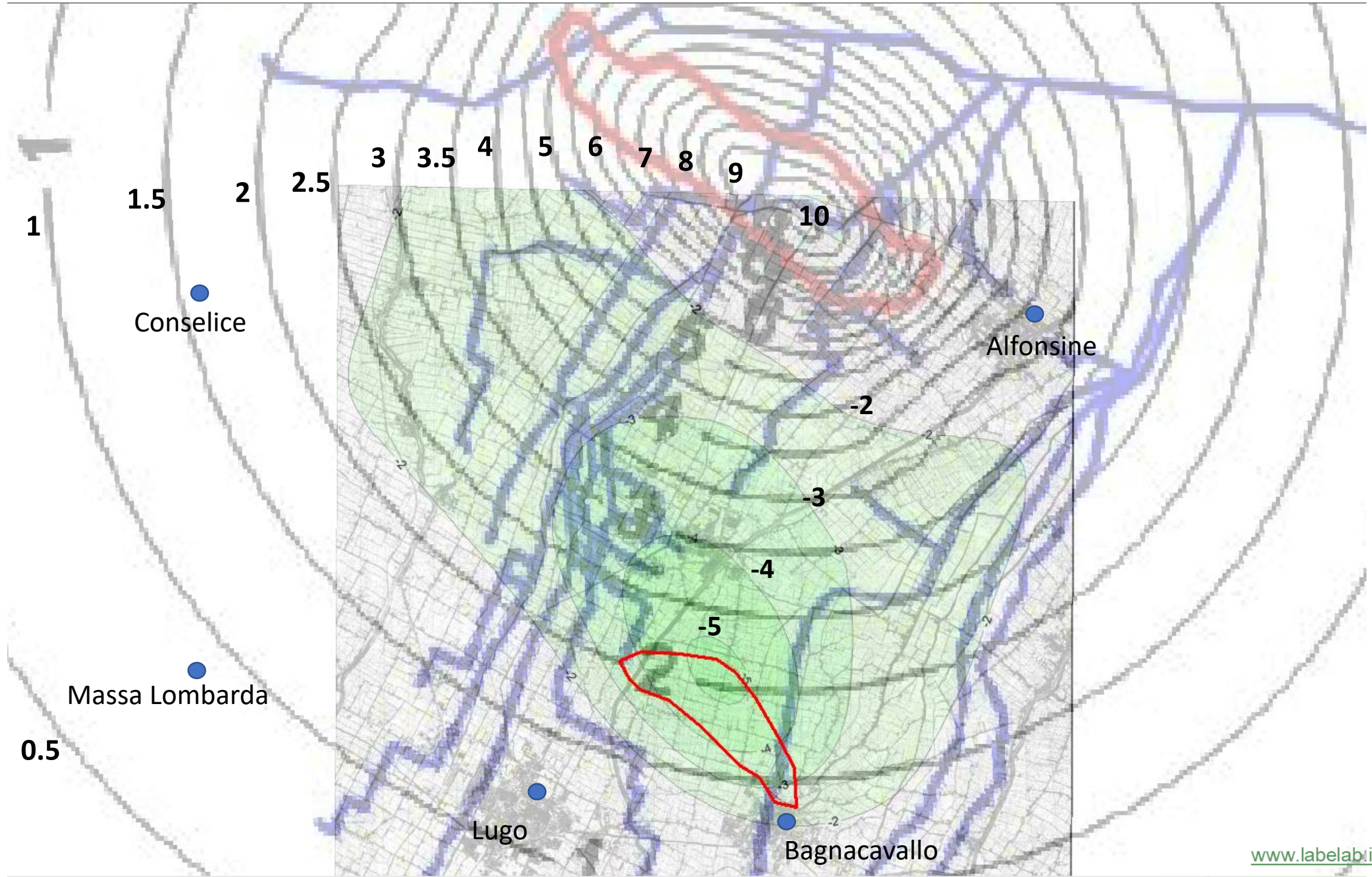
Innalzamento del piano campagna previsto passando dalla pressione attuale alla pressione di massimo stoccaggio

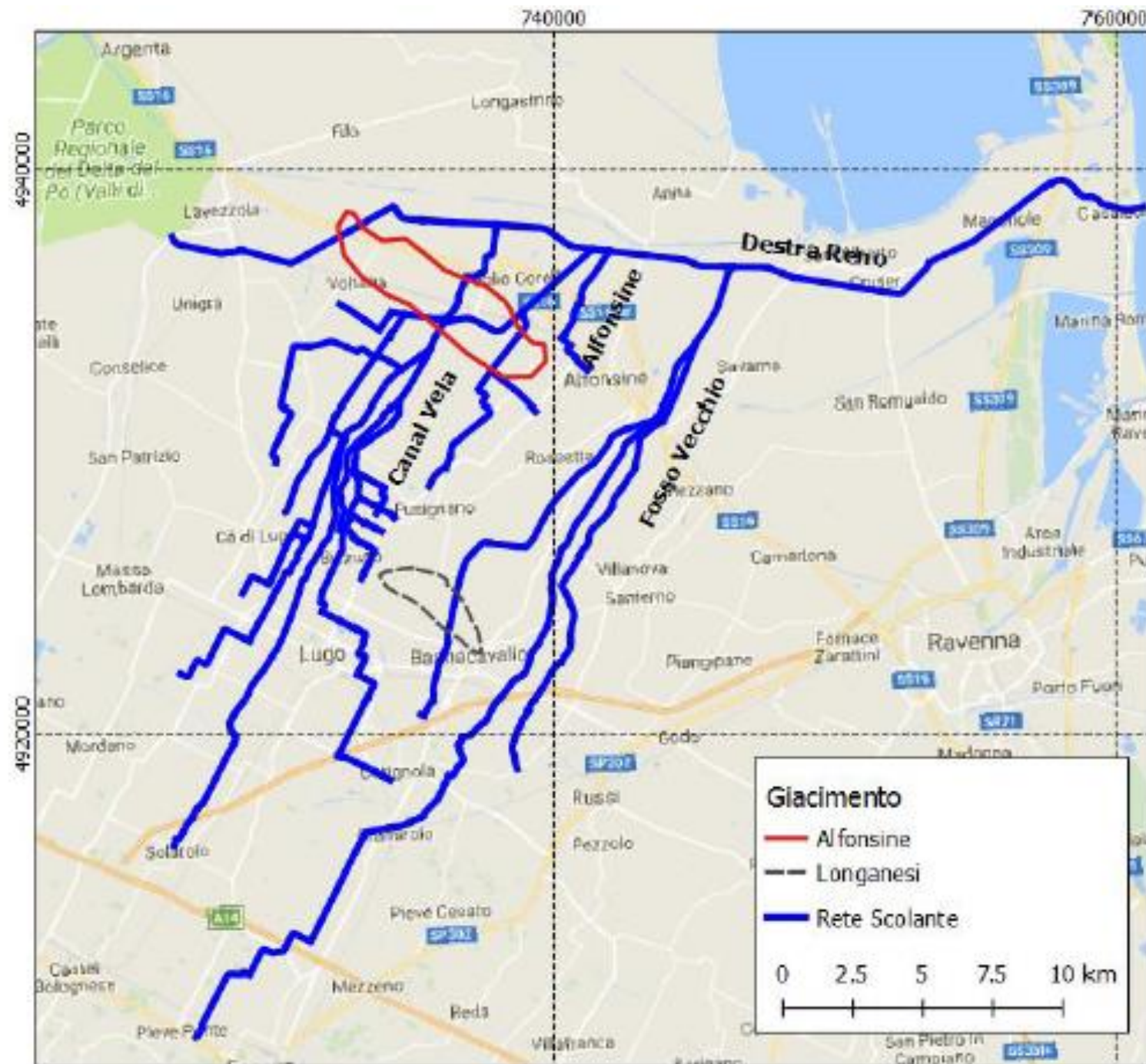


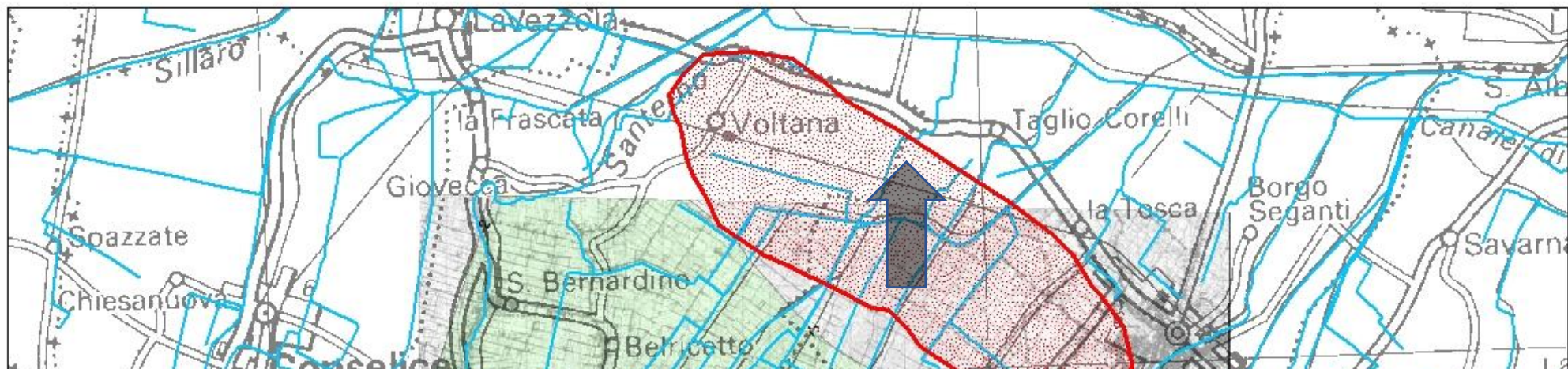
## Giacimento di Alfonsine





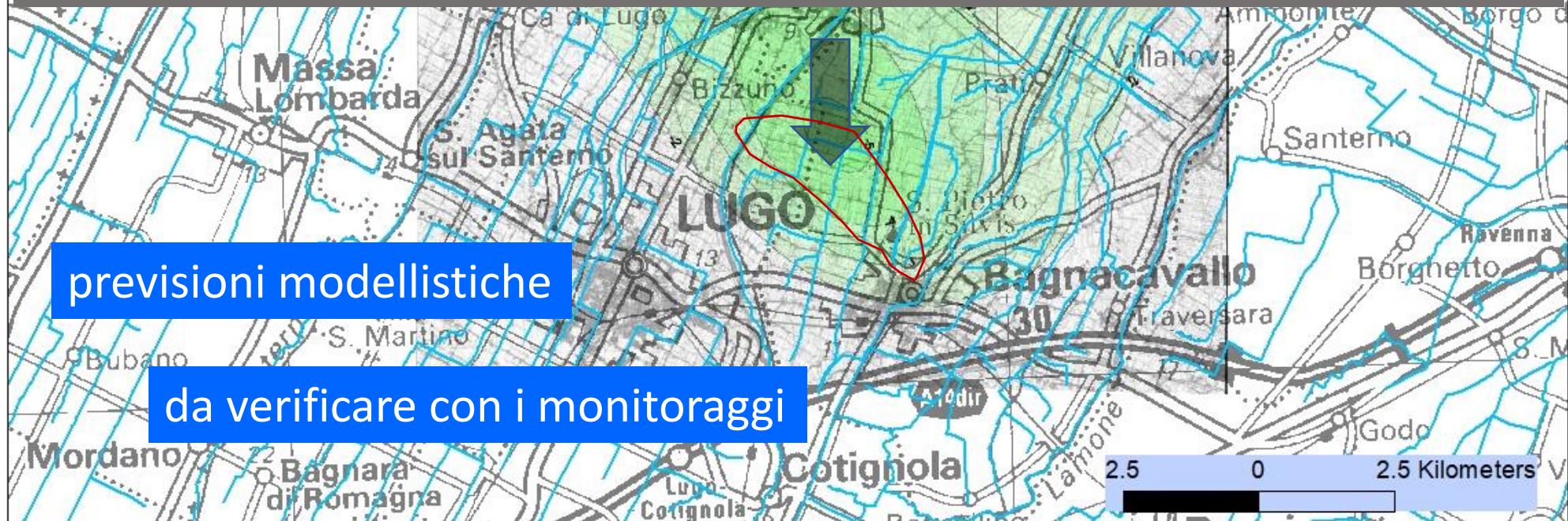






Progressi scientifici sulla modellazione 3D

Progressi tecnologici per la misura delle deformazioni del suolo



previsioni modellistiche

da verificare con i monitoraggi

Fare i conti  
con l'ambiente  
Rifiuti acqua energia

# Grazie per l'attenzione !!

>Rave  
nna  
8·9·10  
maggio 2019

Geol. Paolo Severi  
Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli

 **Regione Emilia-Romagna**  
DIREZIONE GENERALE CURA DEL TERRITORIO E DELL' AMBIENTE

[www.labelab.it/ravenna2019](http://www.labelab.it/ravenna2019)

