



PROVINCIA DI VENEZIA  
Servizio Difesa del Suolo  
E Tutela del Territorio



Università di Padova  
Dipartimento di Geoscienze

ENERGIE RINNOVABILI  
PER LA CLIMATIZZAZIONE

Venezia - Mestre  
29 ottobre 2010

**GEO****SCAMBIO**

**nella Provincia di Venezia**  
**SOSTENIBILITÀ E REGOLAMENTAZIONE**



Antonio Galgaro - Elisa Destro

-Dipartimento di Geoscienze

## FONTI ALTERNATIVE

- SONO QUELLE FONTI , NON RINNOVABILI, ALTERNATIVE AGLI IDROCARBURI ( PETROLIO E DERIVATI , CARBONE , GAS NATURALE).

## FONTI RINNOVABILI

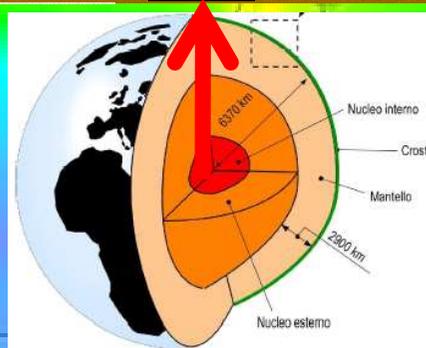
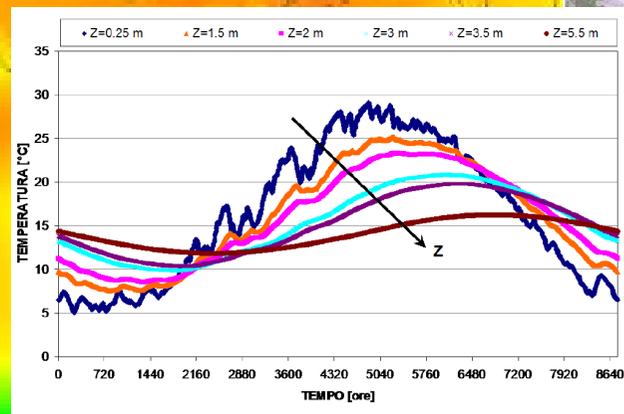
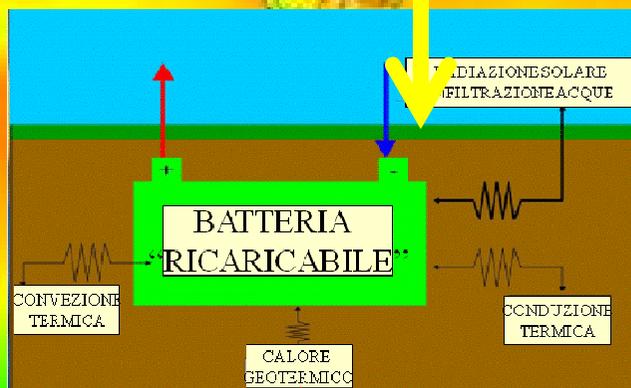
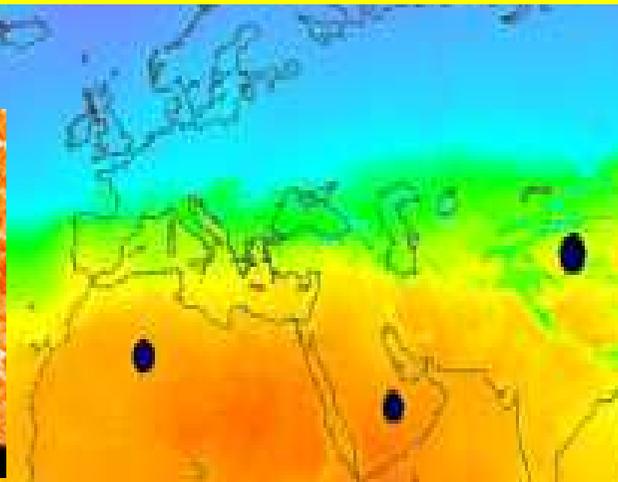
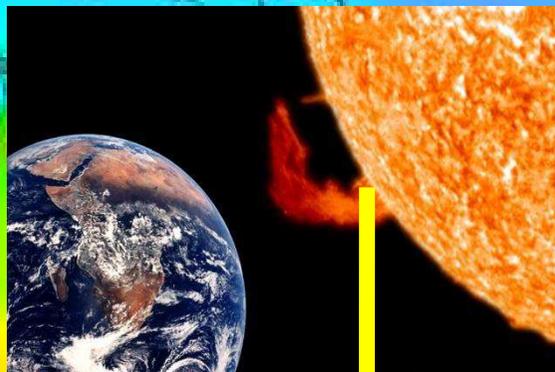
- SI RINNOVANO IN TEMPI BREVI
- SONO INESAURIBILI
- SONO PRESENTI SU TUTTO IL PIANETA TERRA
- HANNO UN IMPATTO AMBIENTALE RIDOTTO



Venezia, 29-10-2010 ENERGIE RINNOVABILI PER LA CLIMATIZZAZIONE GEOSCAMBIO IN PROVINCIA DI VENEZIA SOSTENIBILITÀ E REGOLAMENTAZIONE

# ENERGIA GEOTERMICA

d'origine radiogenica endogena e da radiazione solare;



## **FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI PERCHE':**



### **MOTIVI AMBIENTALI**

(riduzione effetto serra e inquinamento dell'aria)

### **DIVERSIFICAZIONE DELLE FONTI ENERGETICHE**

(miglioramento della sicurezza degli approvvigionamenti)

**RIDUZIONE DEL RISCHIO DI FLUTTUAZIONE DEI PREZZI DEI  
PRODOTTI PETROLIFERI (quale riserva esauribile)**

### **RICADUTA ECONOMICA ED OCCUPAZIONALE**

(investimenti in una nuova industria ad elevato contenuto tecnologico)



**SVILUPPO SOSTENIBILE  
(COME DEFINITO DALLA COMMISSIONE  
DELL'AMBIENTE E SVILUPPO DELL'ONU)**

**“LO SVILUPPO SOSTENIBILE È UNO SVILUPPO CHE SODDISFA  
LE ESIGENZE DEL PRESENTE SENZA COMPROMETTERE LA  
POSSIBILITÀ PER LE GENERAZIONI FUTURE DI SODDISFARE I  
PROPRI BISOGNI”.**

## PERCHE' UTILIZZARE LA GEOTERMIA A BASSA ENTALPIA?



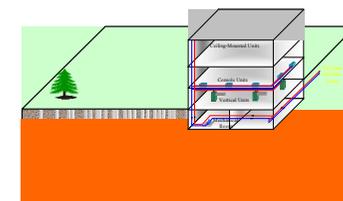
-AZZERAMENTO DELLE EMISSIONI LOCALI IN ATMOSFERA DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO (contributo al raggiungimento degli obiettivi regionali di riduzione delle emissioni in atmosfera)

-RIDUZIONE DEI COSTI DI RISCALDAMENTO E DI RAFFRESCAMENTO

-POSSIBILITA' DI REALIZZAZIONE DI RETI DI TELERISCALDAMENTO (Portogruarese)

-SVILUPPO DI UN NUOVO SETTORE PER LA CRESCITA DI IMPRESA ED OCCUPAZIONE

-OPERAZIONE DI VISIBILITA' ECOSOSTENIBILE VERSO UN TURISMO SENSIBILE (Venezia)



# SISTEMI DI GEOSCAMBIO

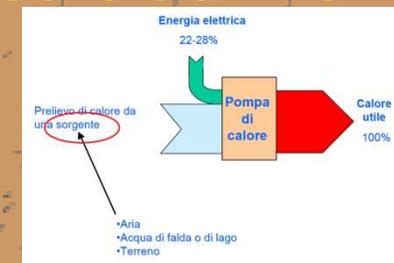
La loro peculiarità consiste nella capacità di movimentare calore a bassa entalpia (terreno, roccia, acque sotterranee o superficiali, calore residuo di processo), invece di produrlo dalla conversione di combustibile fossile attraverso un processo chimico, riducendo significativamente l'assorbimento di energia primaria (elettrica)

La macchina termica (pompa di calore) in grado di compiere tale lavoro consente di climatizzare edifici, produrre ACS e altre finalità di processo

Il sottosuolo viene quindi utilizzato come una virtuale infinita banca di calore in cui i sistemi di geoscambio possono prelevare calore.

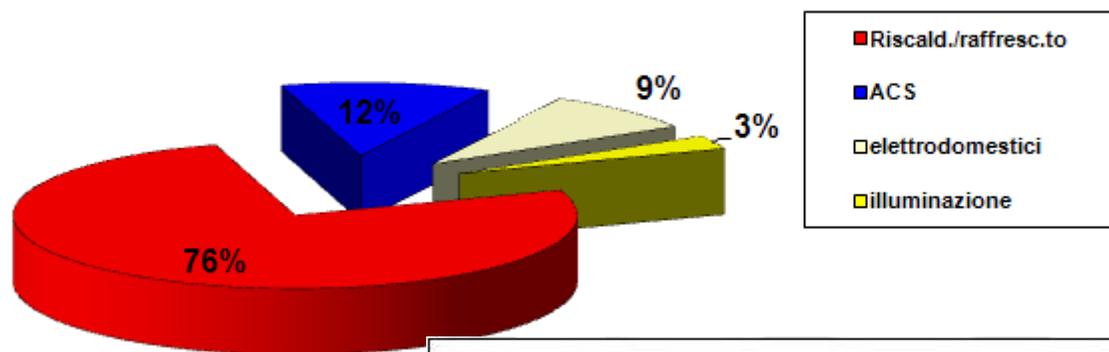
Il calore prelevato viene ricaricato dal calore endogeno terrestre, dalla energia solare e dall'utilizzo in modalità inversa (raffrescamento), o altro.

**I sistemi di geoscambio possono quindi essere definiti sistemi ad elevata efficienza e rinnovabilità**

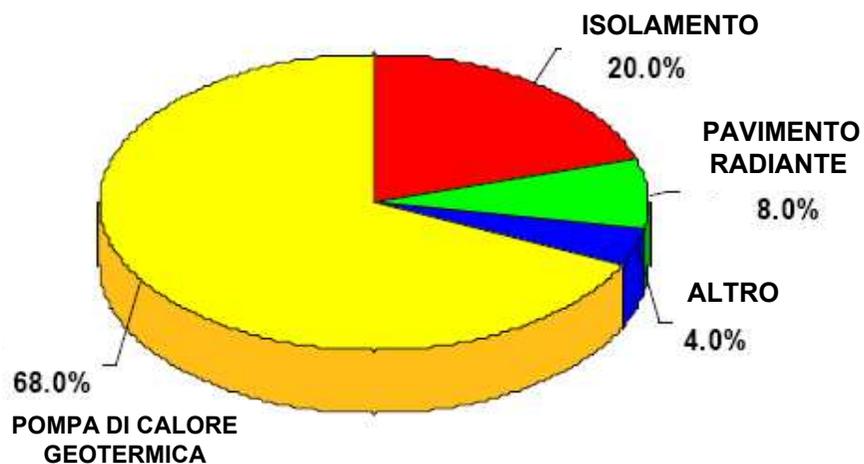


# RISPARMIO ENERGETICO – ORDINE DI MERITO

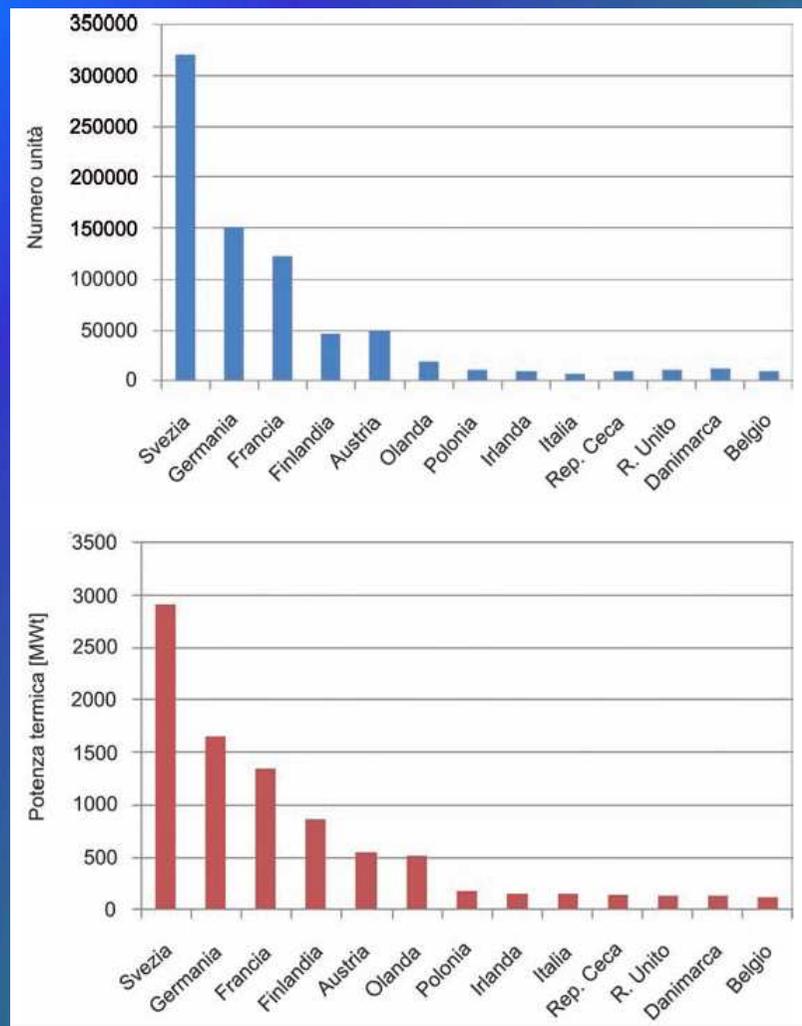
## Consumo di energia in ambito residenziale



...ridurre il carico è meglio che cambiare il rematore!



# IL CONTESTO EUROPEO DELLE POMPE DI CALORE GEOTERMICHE



Stime relative al numero di installazioni (alto) e alla potenza installata complessiva (basso)  
Delle pompe di calore geotermiche al 2008 (fonte EurObservER\_2009)

# STUDIO DELLE POTENZIALITÀ DEI SISTEMI DI GEOSCAMBIO NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

## Scopi

- ✓ **Definizione del quadro geotermico generale del sottosuolo provinciale**
- ✓ **Riconoscimento dei parametri sensibili e delle aree a diversa idoneità allo scambio termico**
- ✓ **Individuazione delle criticità in funzione delle peculiarità territoriali**

# PARAMETRI GEOLOGICI SISTEMA DI GEOSCAMBIO

## Parametri di tipo **geologico** s.s.:

- Litostratigrafia
- Granulometria
- Densità
- Proprietà termiche dei terreni
- Caratteristiche geomorfologiche

## Parametri di tipo **idrogeologico**:

- Contesto generale del sistema idrogeologico
- Profondità della falda (livello di saturazione)
- Distribuzione areale dell'acquifero
- Temperatura della falda
- Velocità di flusso

## Altri parametri che interagiscono con il sistema:

### Parametri di tipo **idraulico e termodinamico**:

- tipologia di edificio e profilo di carico termo-frigorifero
- Lunghezza, diametro edistanze e tipo di sonde utilizzate
- Disposizione del campo sonde rispetto alla direzione della falda
- Portata del fluido vettore all'interno della sonda
- $\Delta T$  tra ingresso e uscita del fluido alla sonda
- tipologia di fluido termovettore

Come intervengono queste caratteristiche nel sistema di geoscambio?

# Origine dei dati



Provincia di Venezia



ARPAV



Regione Veneto



Archivio CNR

**Punti di misura di temperatura in pozzo: 5046**

**Punti d'informazione stratigrafica: 127**

**Stazioni meteo ARPAV (T aria): 56**

# Parametri che influenzano la risposta termica del sottosuolo

## TIPO GEOLOGICO

Caratteristiche granulometrico-tessiturali

## TIPO IDROGEOLOGICO

Presenza dell'acqua (materiali saturi/insaturi)

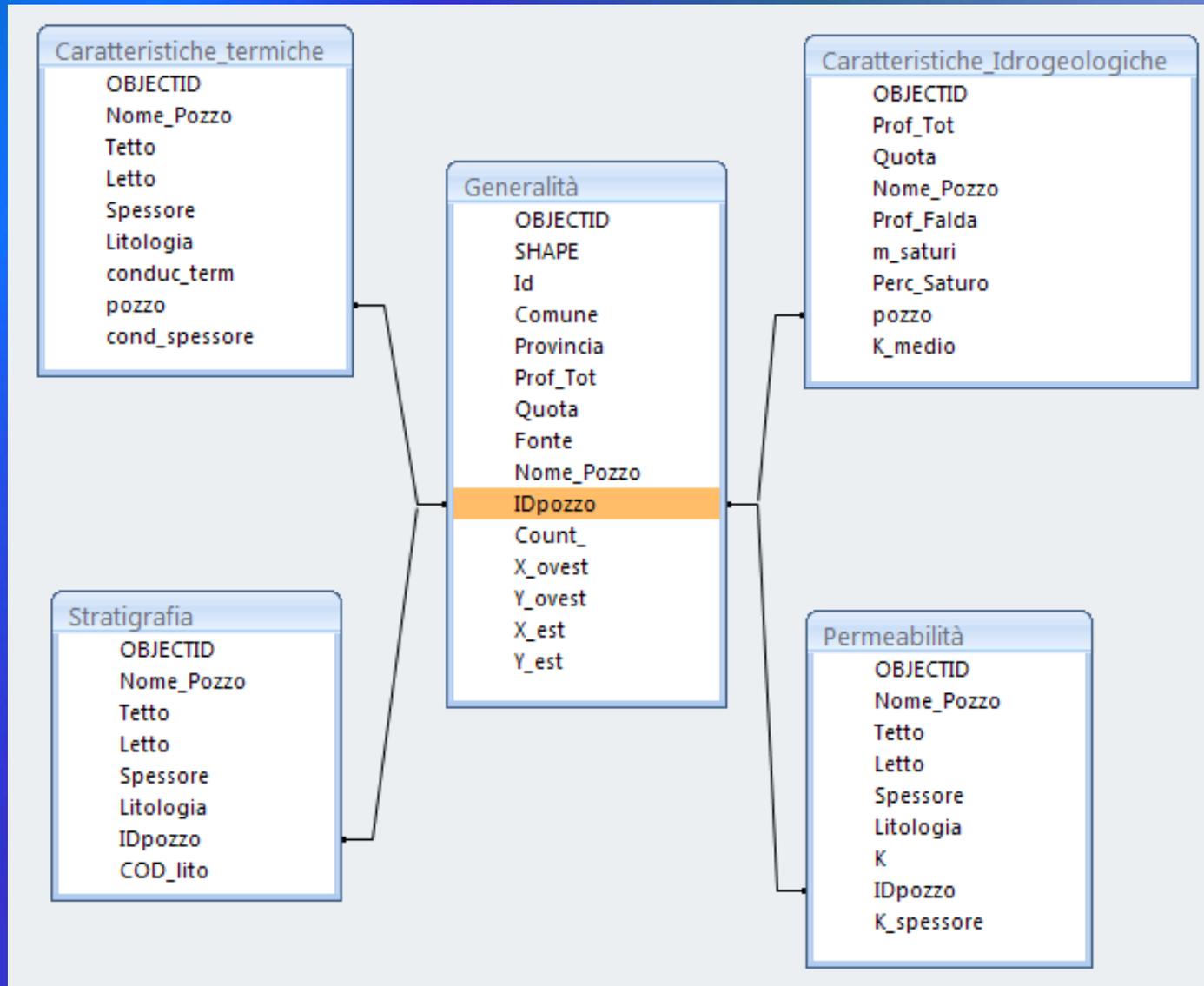
## TIPO TERMODINAMICO

- Conducibilità termica del terreno
- Temperatura dell'aria
- Gradiente geotermico locale

Profondità dal p.c. (m)	Potenza (m)	Simbolo grafico	
0.00	4.00		Argila
4.00	7.00		Sabbia
7.00	15.00		Argila
15.00	20.00		Argila
20.00	30.00		Argila
30.00	41.00		Sabbia molto fine
41.00	130.00		Argila

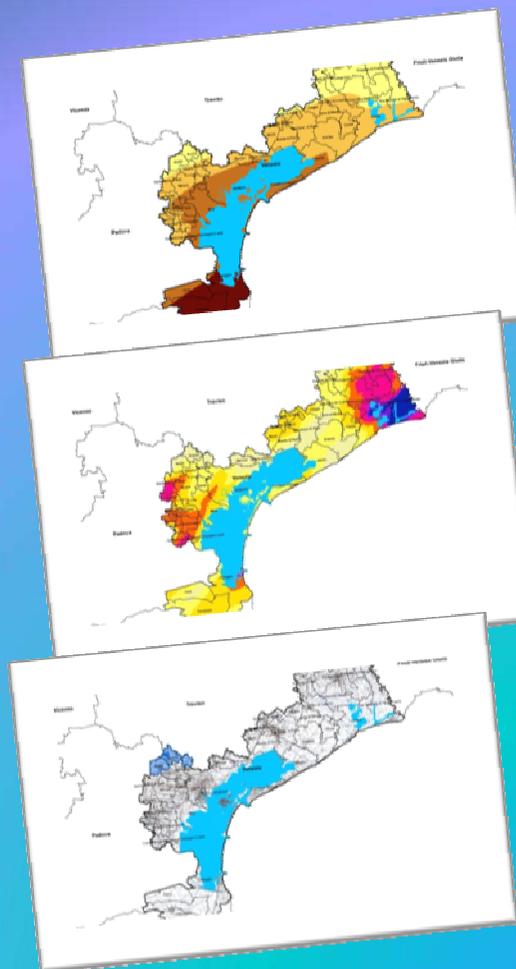


# Struttura della banca dati



# TEMATISMI CARTOGRAFICI

- Conducibilità Termica
- Gradiente di Temperatura
- Aree di Tutela

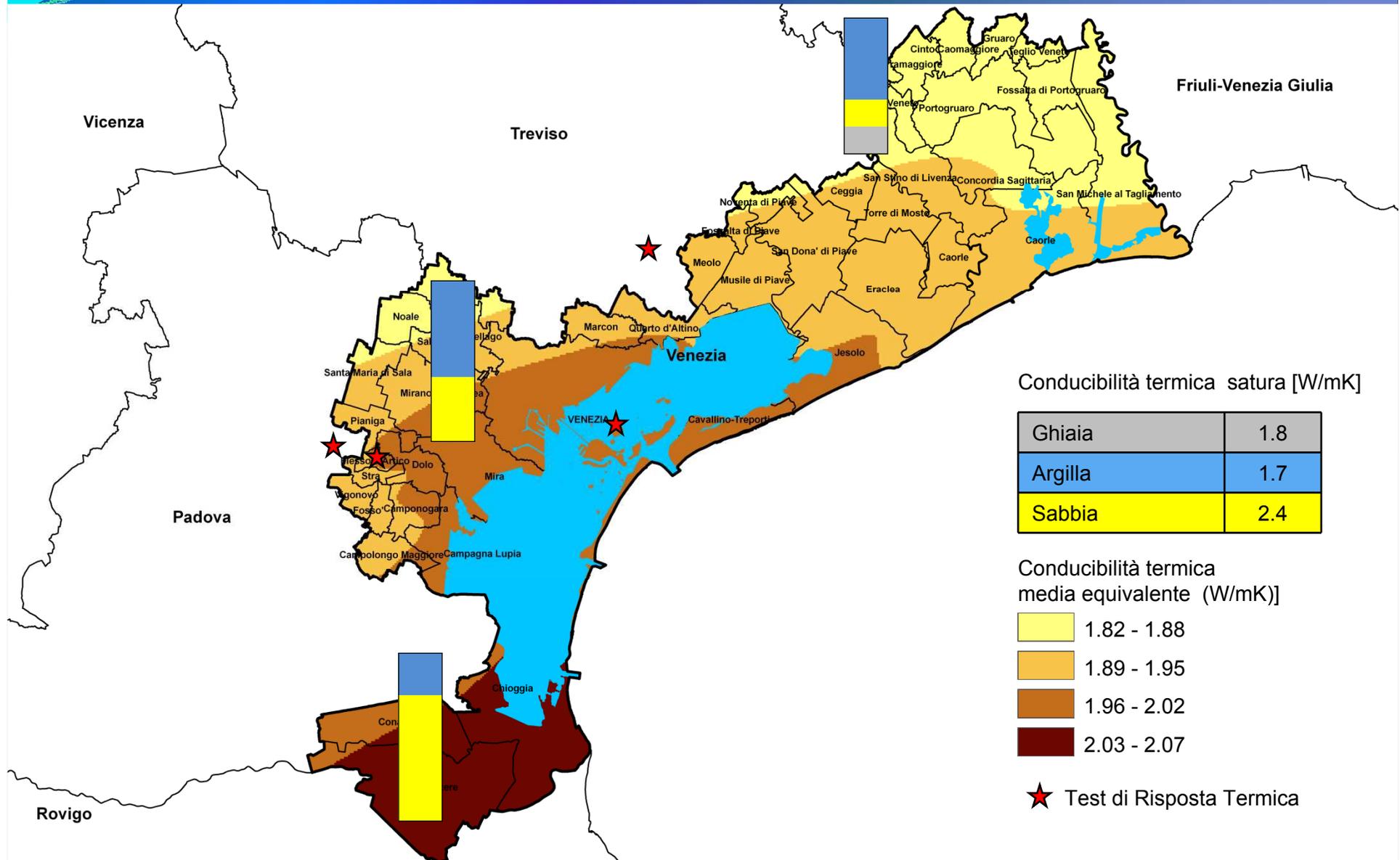


# CONDUCIBILITÀ TERMICA

Classi Granulometriche	Satura [W/mK]	Insatura [W/mK]
Argilla	1.7	0.5
Limo	1.7	0.5
Sabbia	2.4	0.4
Ghiaia	1.8	0.4
Argilla e sabbia	2.05	0.45
Argilla limosa	1.7	0.5
Sabbia e ghiaia	2.1	0.4
Sabbia limosa	2.2	0.45
Terreno vegetale	1.8	0.5
Torba	0.4	0.4

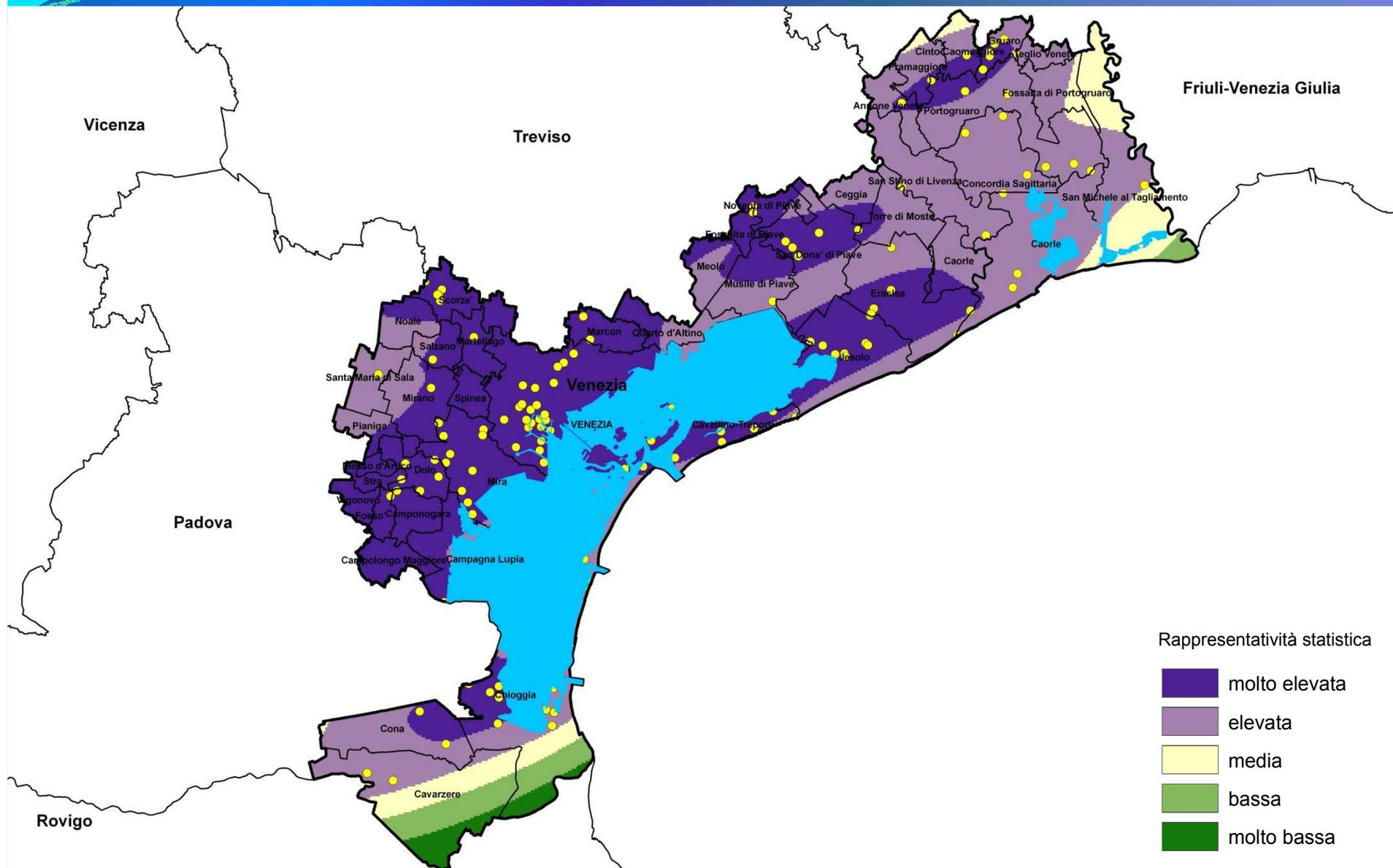
Tabella 1: Valori di conducibilità termica tratti dalla VDI 4640 (Germania, 2006)

# CONDUCIBILITÀ TERMICA



# DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI CONDUCIBILITÀ TERMICA

## Rappresentatività statistica



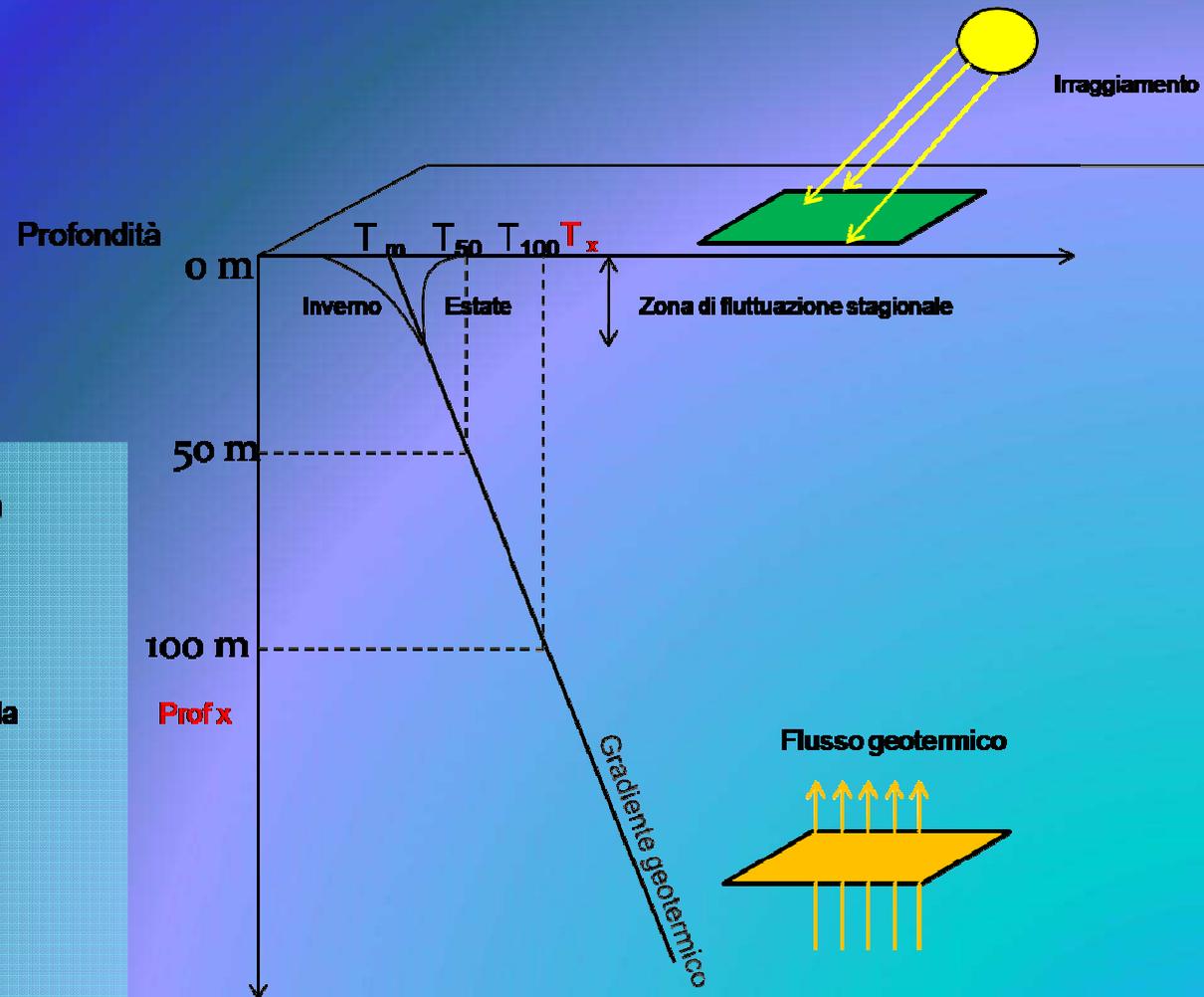
# GRADIENTE GEOTERMICO

$$\text{Gradiente geotermico} = \frac{dT}{dz} = \frac{T_{\text{Prof } x} - T_m}{\text{Prof } x - 0}$$

$T_{\text{Prof } x}$  = temperatura misurata della falda alla profondità  $x$

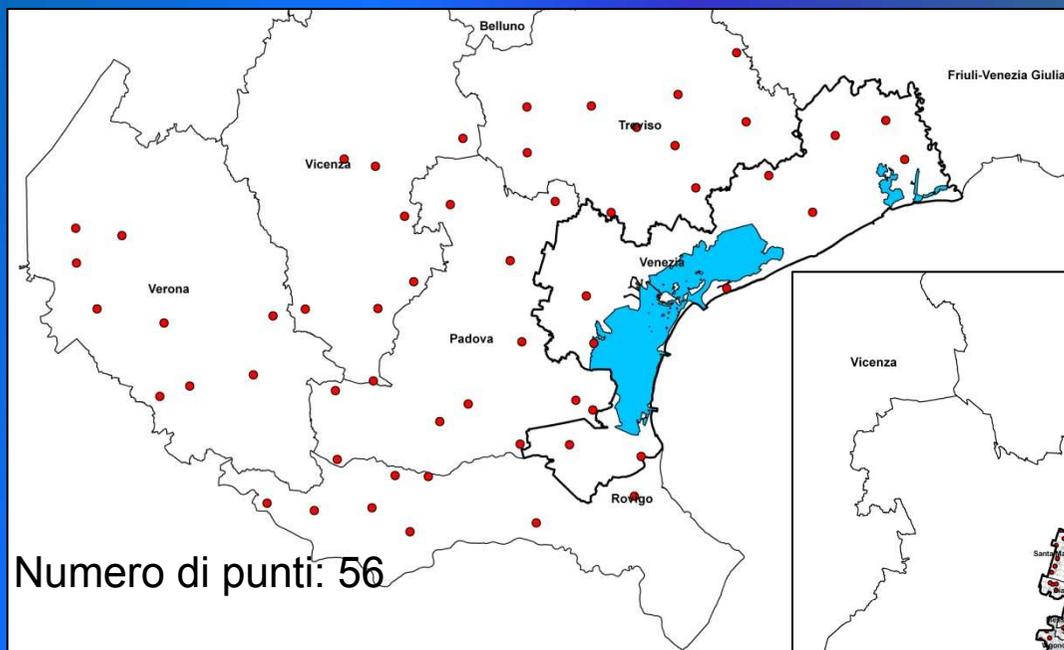
$T_m$  = temperatura media annua dell'aria

$\text{Prof } x$  = profondità  $x$  del filtro in metri



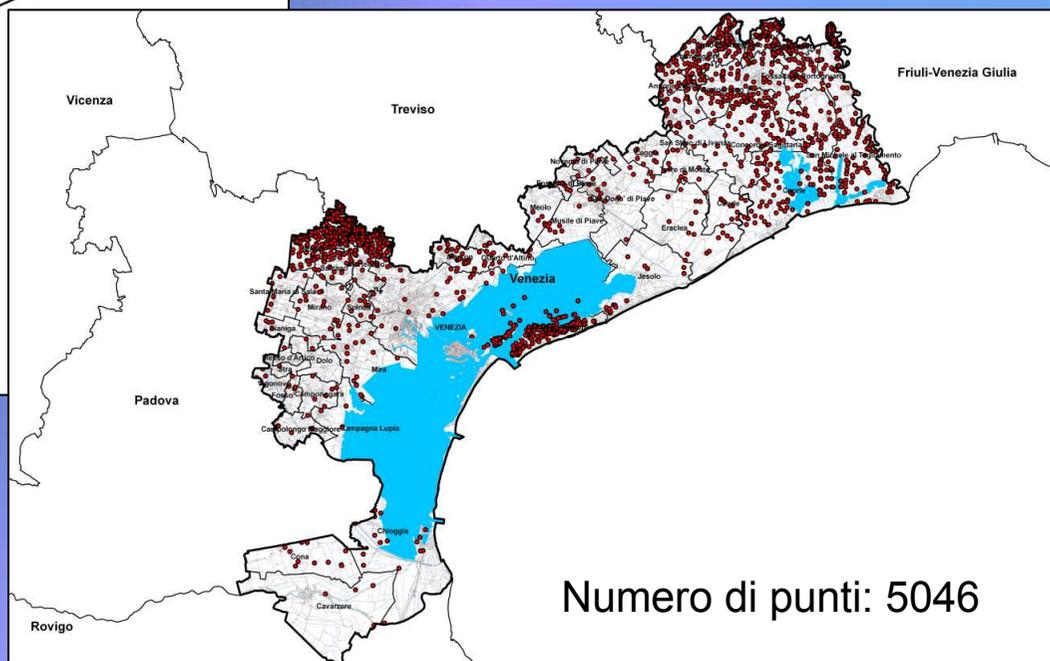
# Distribuzione delle stazioni di misura della temperatura

## Aria



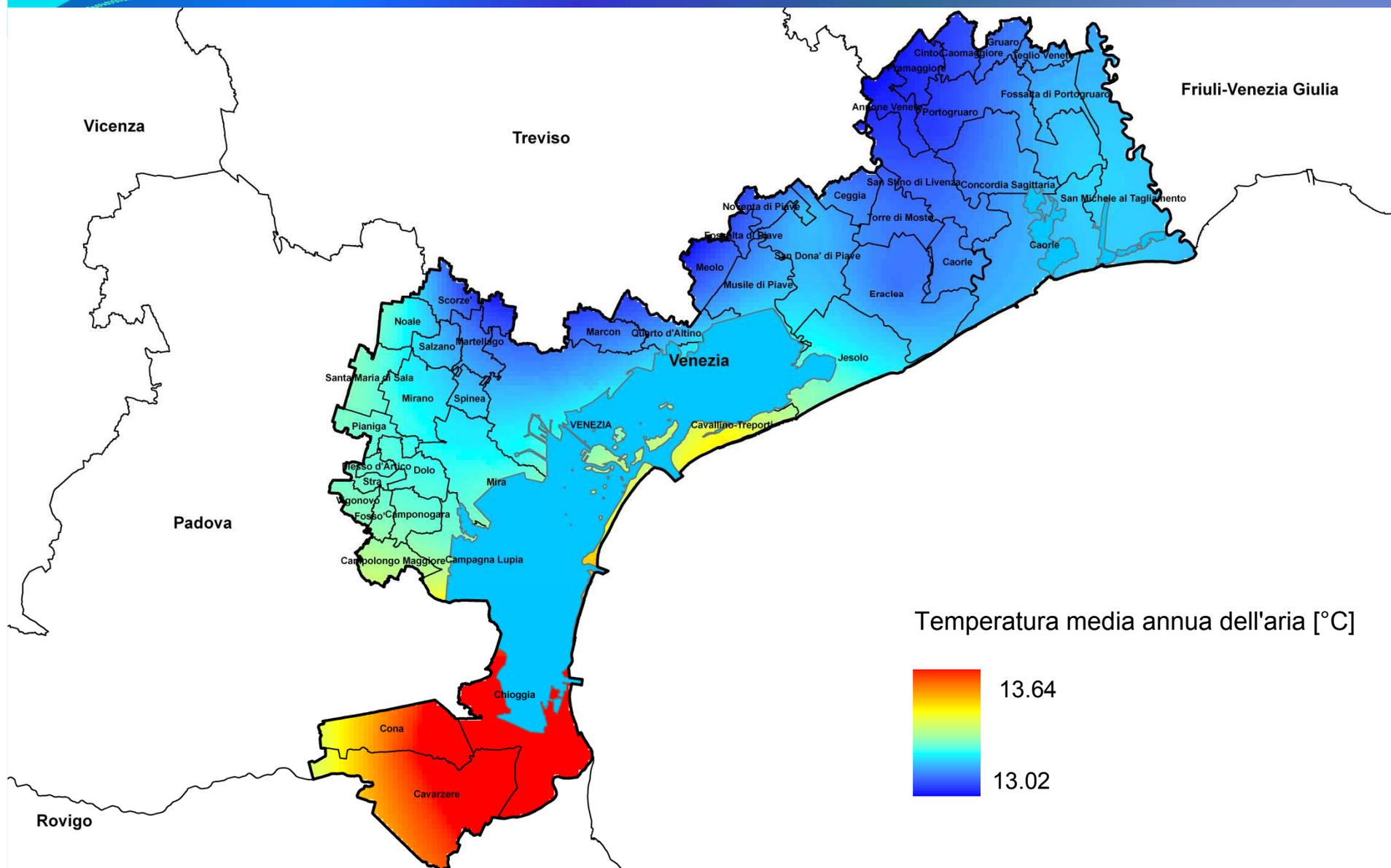
per il calcolo della temperatura media dell'aria.

## Sottosuolo

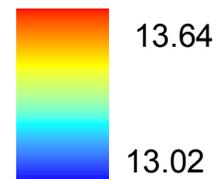


Distribuzione dei punti di misura delle temperature profonde (dati ottenuti da indagini condotte dalla Provincia nel periodo 1990-2000 e dallo studio denominato "Indagini per lo studio delle risorse geotermiche nel basso territorio portogruarese (Regione Veneto . Consorzio Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento)

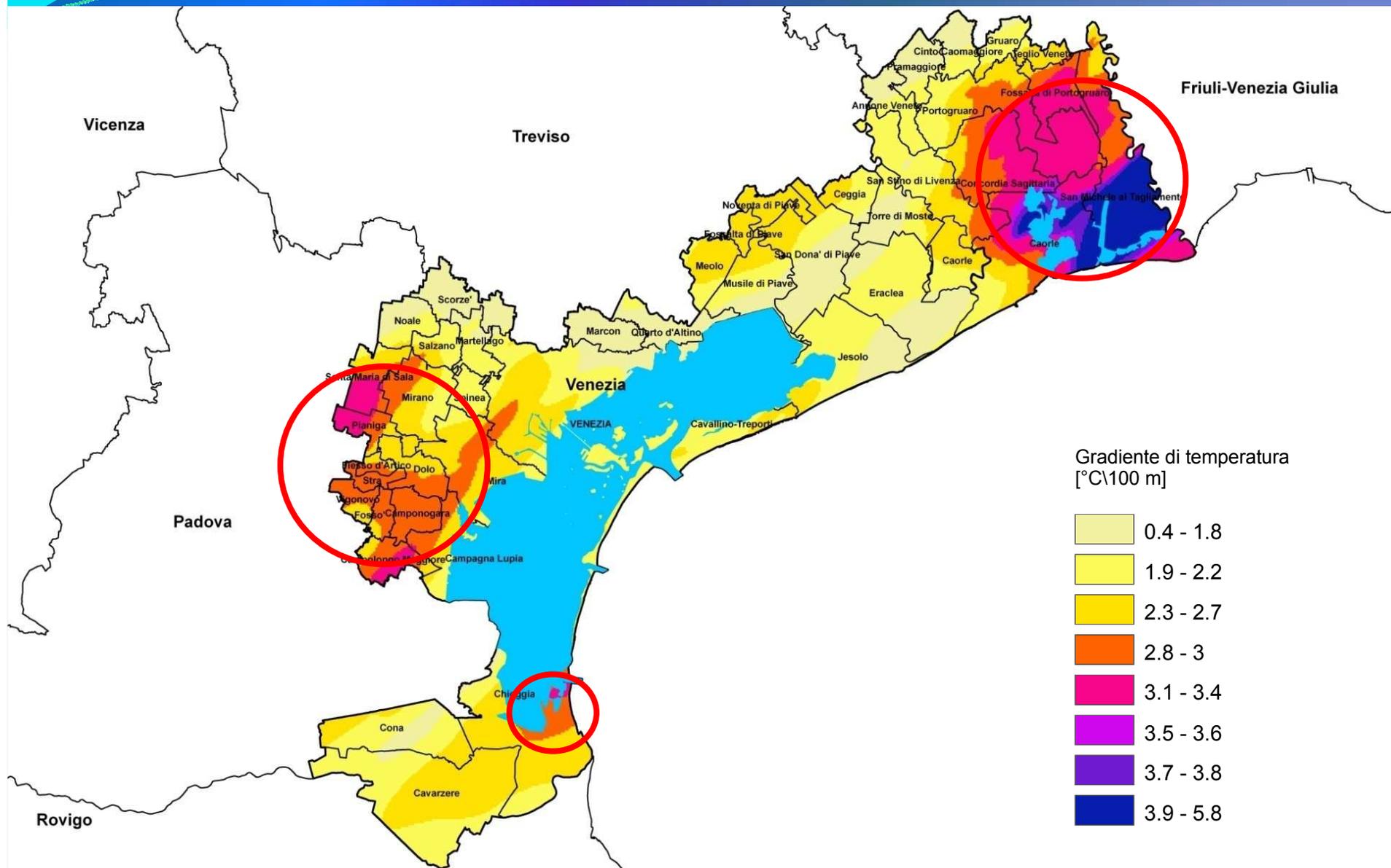
# Temperatura media annua dell'aria



Temperatura media annua dell'aria [°C]

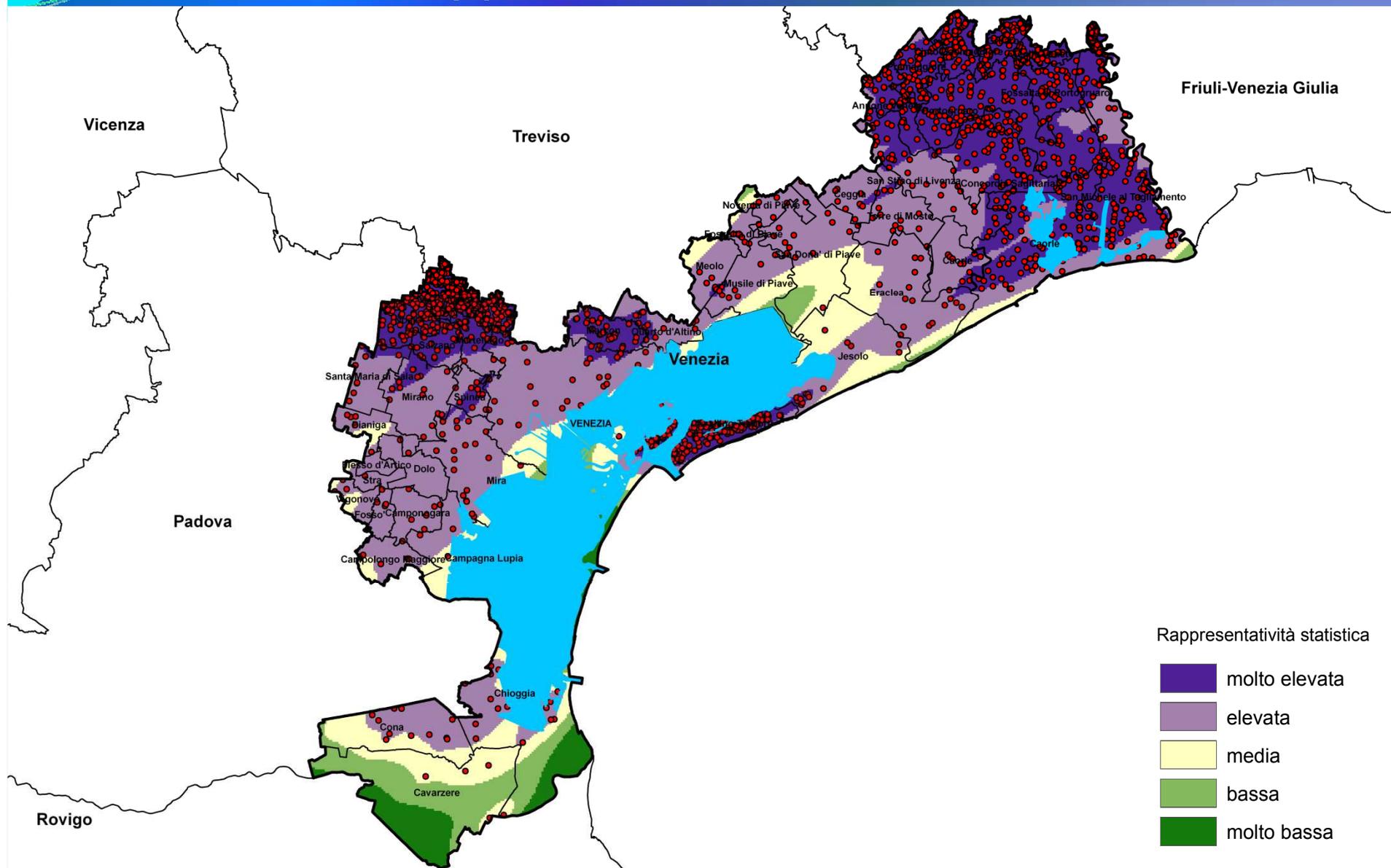


# GRADIENTE TERMICO

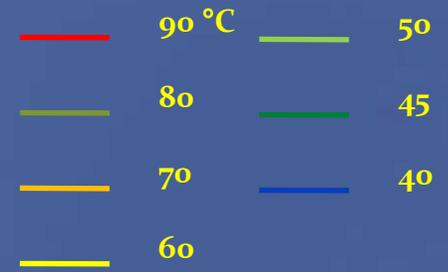
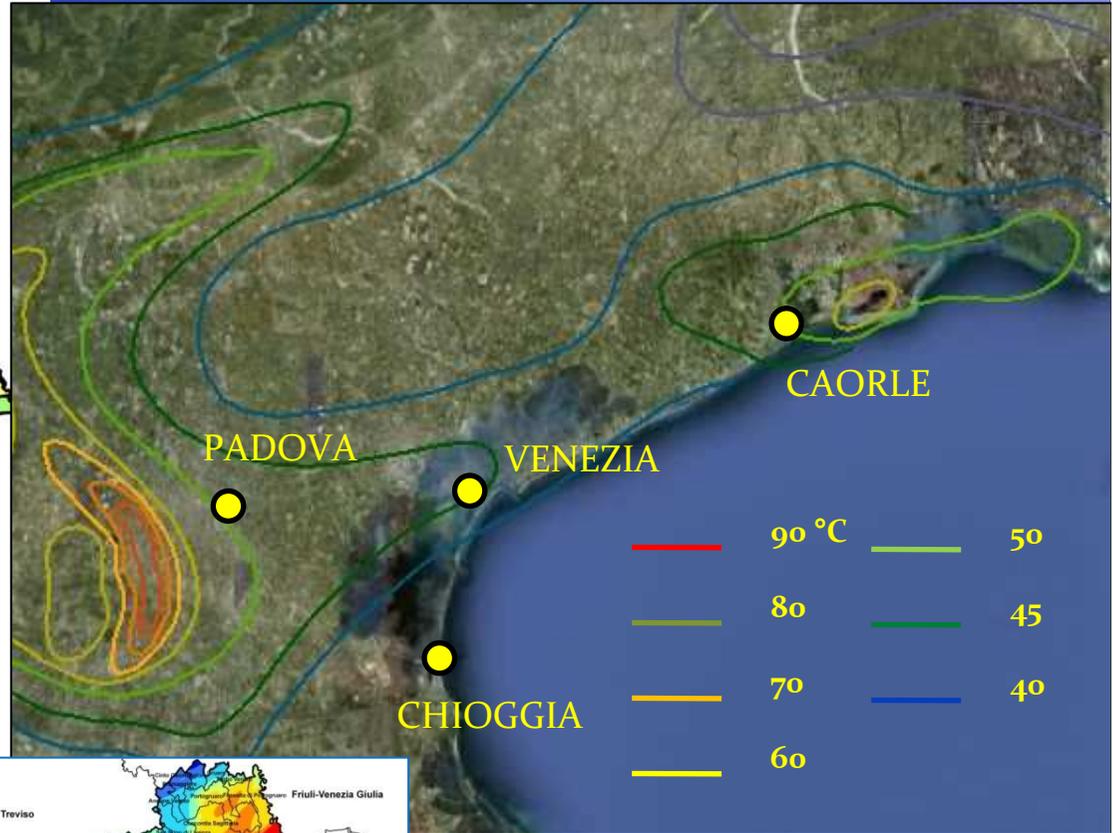
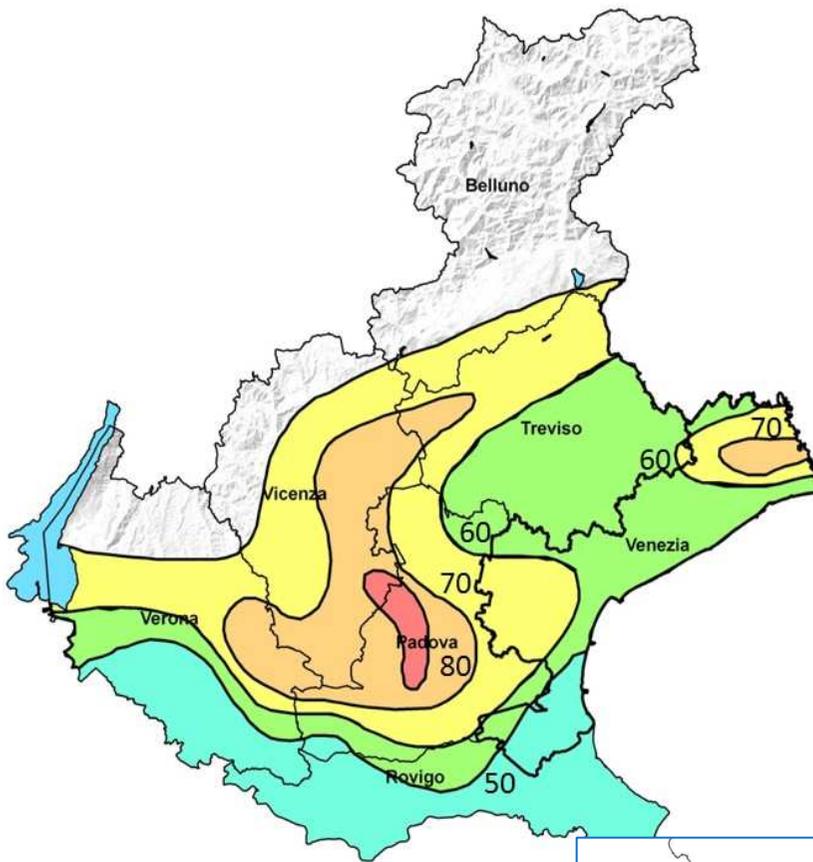


# DISTRIBUZIONE DEI VALORI DI GRADIENTE GEOTERMICO

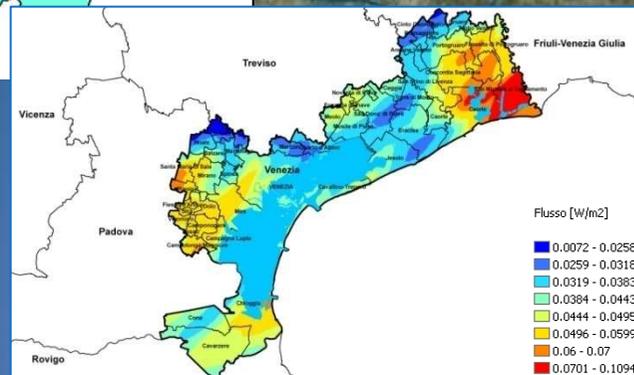
## Rappresentatività statistica



# Contesto geotermico e geologico-strutturale regionale

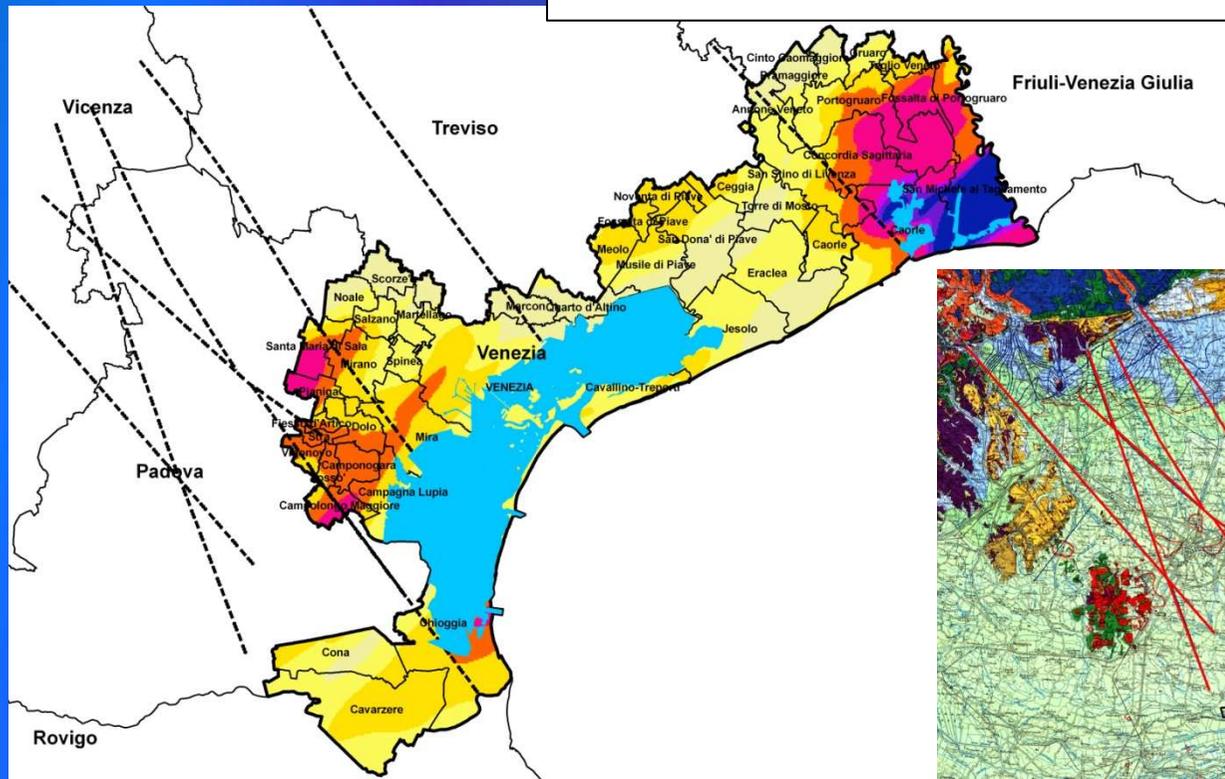
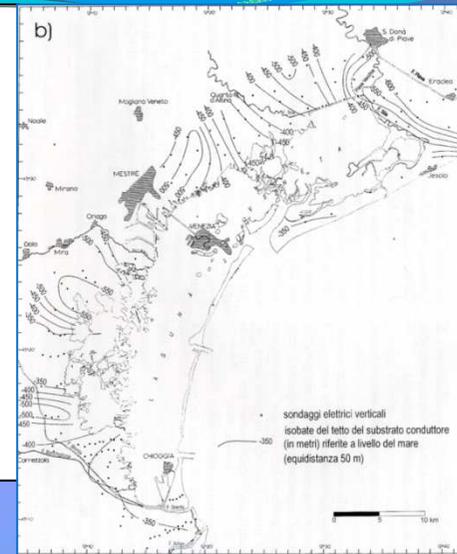
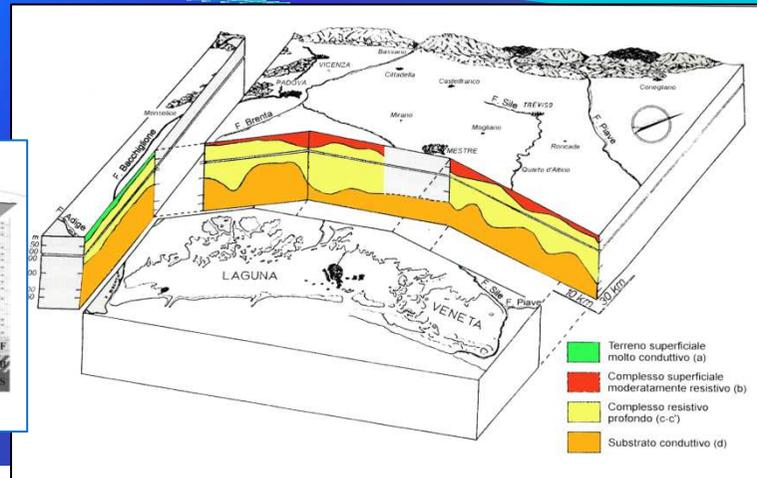
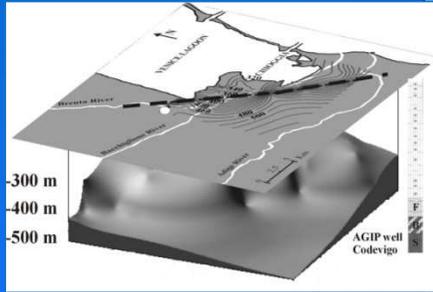


Mappa del flusso di calore [mW/m<sup>2</sup>] - da Inv. Ris. Geotermiche Italiane 1986 (<http://geothopica.igg.cnr.it>).MODIFICATA

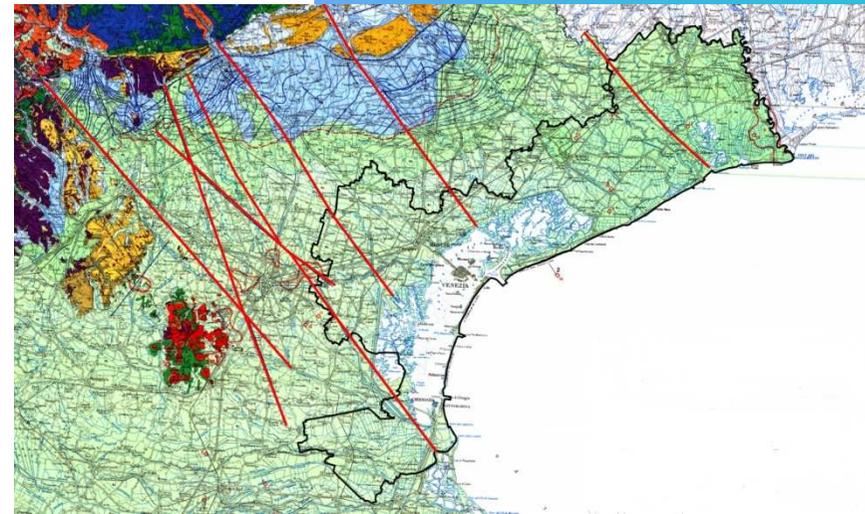


Isotherme a 1000 m di profondità [°C], (<http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it>).

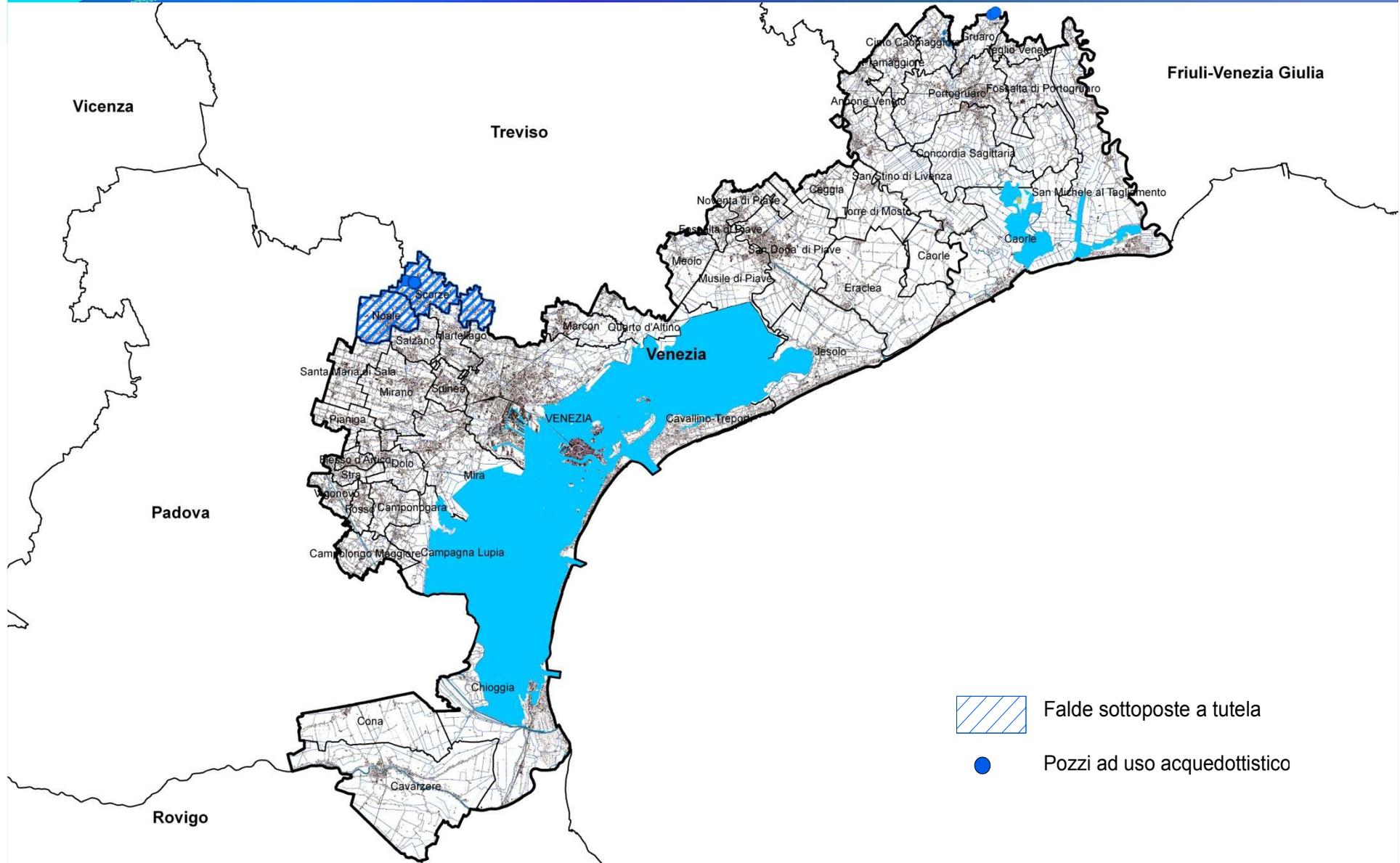
# Contesto geotermico e geologico-strutturale regionale



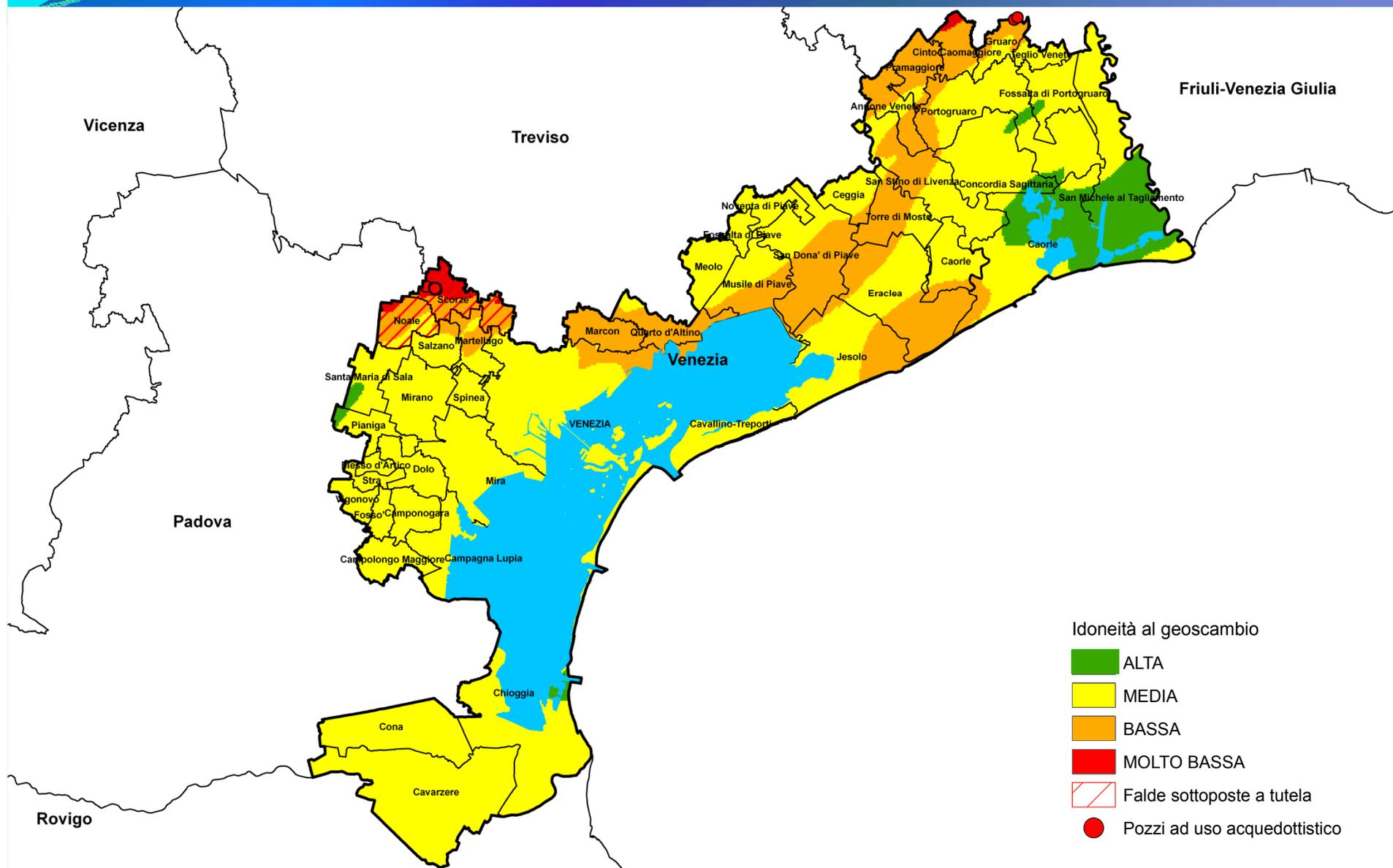
**Modello elettrostratigrafico della contaminazione salina (Benvenuti et al. 1973)**



# Aree di tutela (P.T.A.)



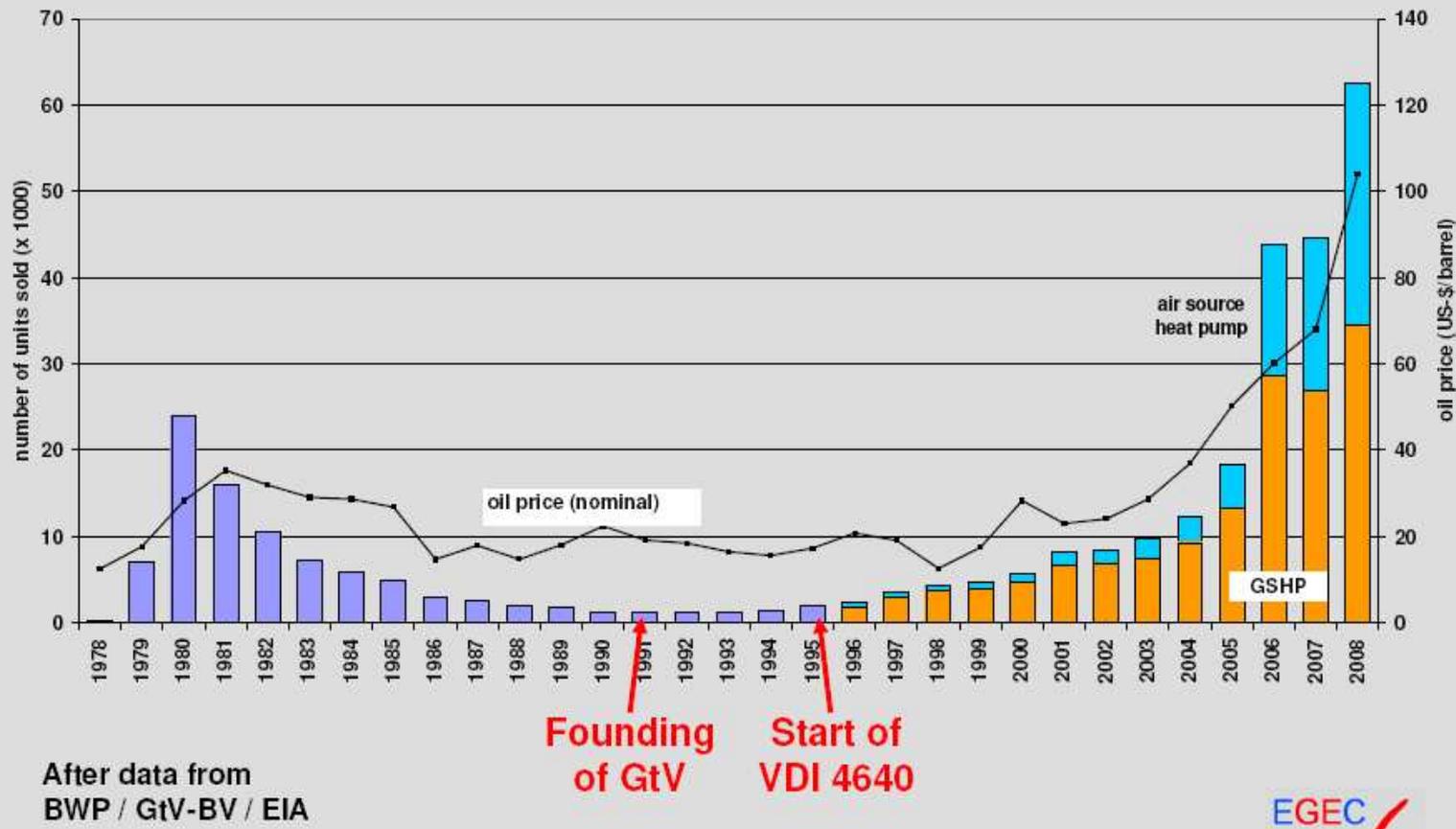
# Idoneità al Geoscambio



# IMPLICAZIONI AMBIENTALI

- ✓ Sostenibilità geotermica dell'impianto (funzionalità)
- ✓ Compatibilità con sistemi geotermici vicini (impronta termica)
- ✓ Aspetti ecologici correlati con le variazioni termiche indotte
- ✓ Aspetti geotecnici riconducibili alle sollecitazioni termiche di terreni sensibili (argille p.e.)
  
- ✓ Rischio di perdite di fluido termovettore
- ✓ Rischio di corto-circuitazione tra falde acquifere

# Market development for Ground Source Heat Pumps (GSHP) in Germany



**Standard , linee guida e regolamentazioni semplici e di rapida valutazione hanno un forte impatto sullo sviluppo del mercato**

- **Favoriscono lo sviluppo industriale marcando la transizione da approccio sperimentale a prodotto industriale**
- **Creano chiarezza sulle possibilità di realizzazione o meno e quindi certezze dell'utenza**
- **Definiscono le caratteristiche degli operatori (progettisti, perforatori) secondo modalità di certificazione, di formazione ed aggiornamento**
- **Aumentano le garanzie di salvaguardia ambientale e qualitativa degli impianti con standard di efficienza, sicurezza e longevità**

# Sviluppi futuri

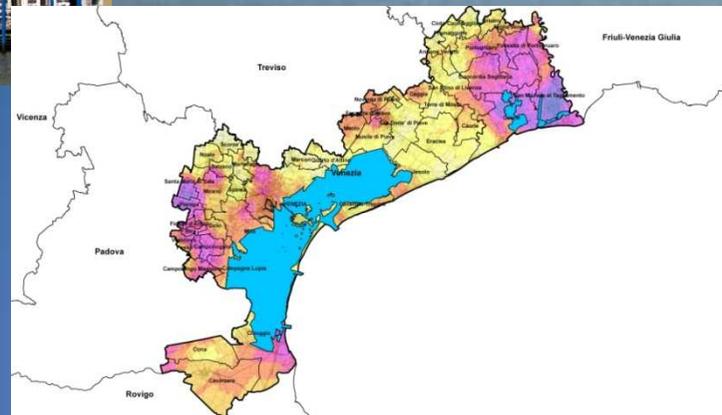
- **Analisi di sostenibilità geotecnica di impianti in aree critiche (insulari)**
- **Estensione del numero di punti di informazione ed esecuzione di indagini in sito dedicate (temperatura etc.)**
- **Studio delle caratteristiche dei plume termici generati nel sottosuolo in diversi contesti geologici ed impiantistici**
- **Raccolta delle informazioni di impianti futuri ed esistenti per l'analisi della distribuzione e degli effetti ambientali su scala provinciale**
- **Progettazione e gestione di sistemi di monitoraggio in impianti pilota**

# SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE IDROTERMICA A VENEZIA

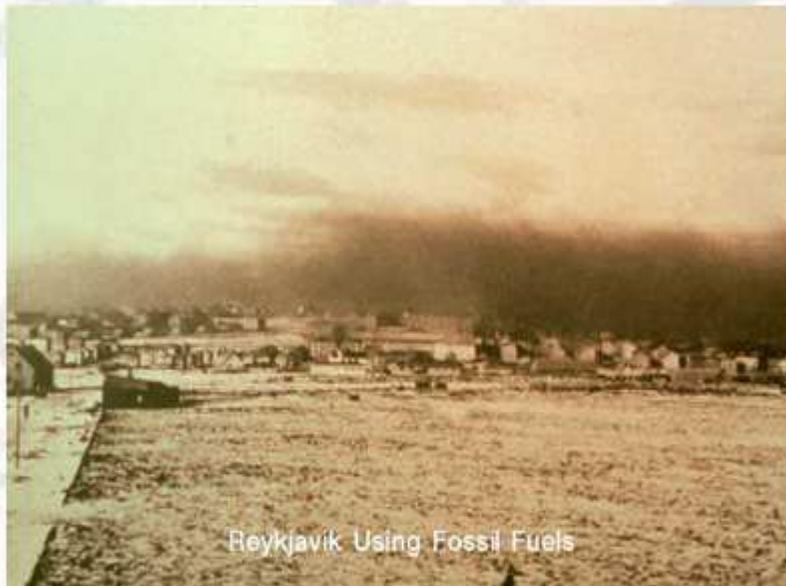


- Palazzo Ducale
- Palazzo Grassi
- Cà Pesaro

- Evitare l'utilizzo di antiestetiche unità di condizionamento
- Evitare emissioni da combustione in atmosfera
- Nessuna unità di refrigerazione sul tetto (rumore-difficoltà di manutenzione, etc.)
- Riduzione del rischio di esplosioni ed incendi- no combustione



# Reykjavik, yesterday and today



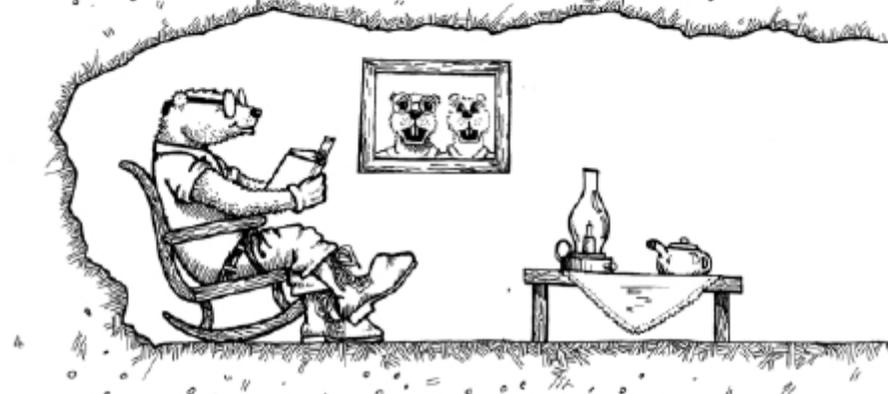
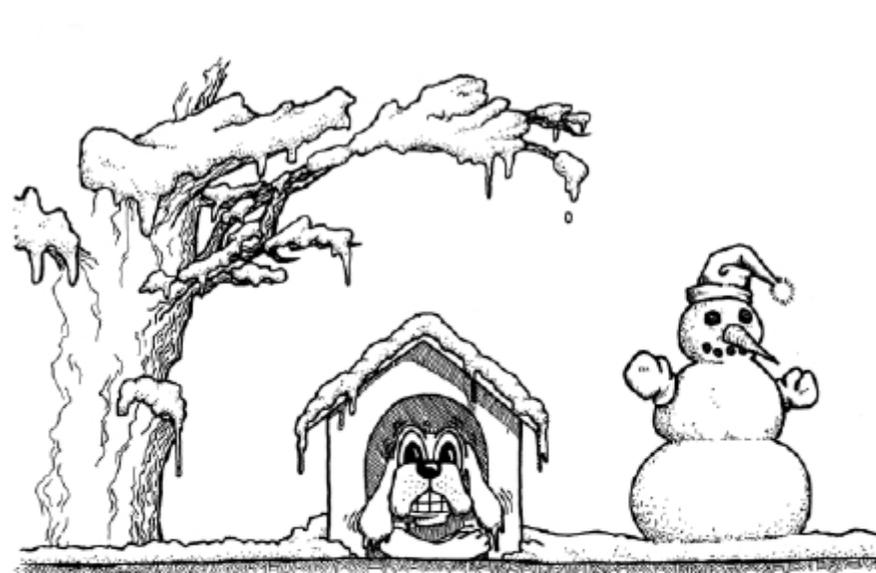
Reykjavik Using Fossil Fuels



Reykjavik Using Geothermal

- Reykjavik, Iceland, in 1932, when buildings were all heated by burning of (imported) fossil fuels and today, with clean, geothermal energy, it is often regarded as the greenest city in the world and the largest example (ab 120,000 people in the world's most northern urban environment).

**In estate ed in inverno, nel sottosuolo la temperatura costante consente di mantenere temperature confortevoli**



**Non è necessario vivere nel sottosuolo,  
ma scambiare calore con la superficie!!!!**

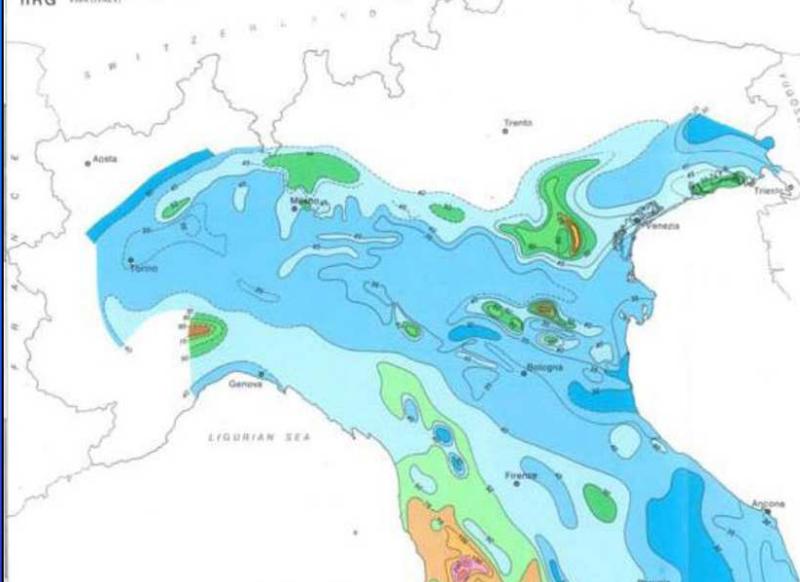
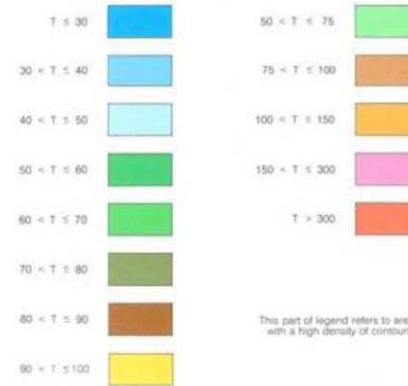


NATIONAL RESEARCH COUNCIL  
INTERNATIONAL INSTITUTE FOR  
GEOTHERMAL RESEARCH  
PISA (ITALY)

Plat

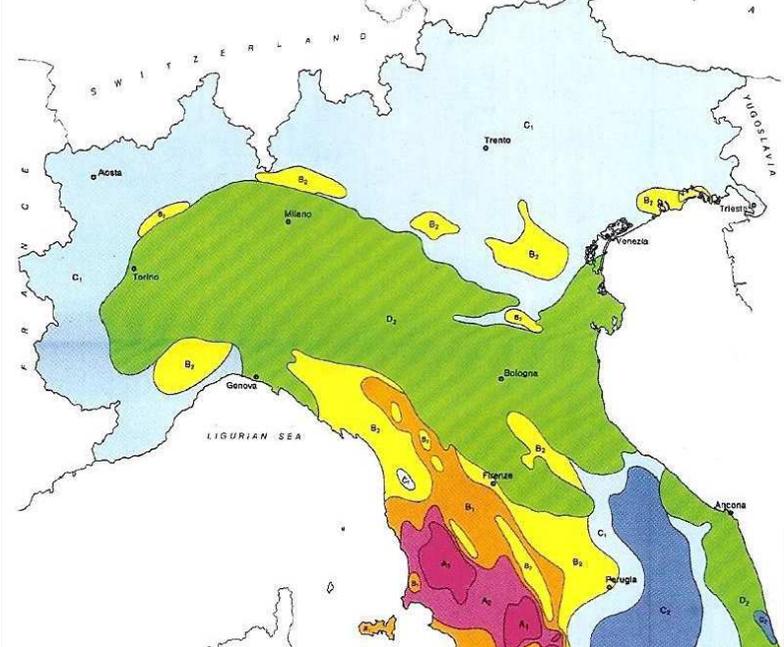
C. CALORE<sup>1</sup>, R. CELATI<sup>1</sup>, P. SQUARCI<sup>1</sup> and L. TAFI<sup>1</sup>  
**TEMPERATURE MAP of ITALY at 1000 m**  
(below ground level)

°C



<sup>1</sup> International Institute for Geothermal Research of the Italian National Research Council (CNR) - Pisa, Italy

**GEOHERMAL RANKING of the ITALIAN TERRITORY to 3 km DEPTH**



HYDROGEOLOGY	CATEGORY AND CLASS	TEMPERATURE (°C)
AREAS WITH IMPORTANT REGIONAL AQUIFER		$T > 200$
		$150 < T \leq 200$
		$120 < T \leq 150$
		$90 < T \leq 120$
C		$60 < T \leq 90$
		$30 < T \leq 60$
AREAS WITH NO IMPORTANT REGIONAL AQUIFER		$T < 150$