

**L'Atlante geologico della  
provincia di Venezia:  
strumento di sviluppo  
del territorio**



**Venerdì 15 giugno 2012**

Auditorio della Provincia di Venezia  
Via Forte Marghera, 191  
Venezia Mestre

**IMPORTANZA DELLO STUDIO  
PER LE ACQUE SOTTERRANEE**

Giovanni Pietro Beretta  
Università di Milano  
Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio"  
via Mangiagalli 34 – 20133 Milano, e-mail:  
[giovanni.beretta@unimi.it](mailto:giovanni.beretta@unimi.it)

- 1- LE RISORSE IDRICHE E LA SOSTENIBILITA' DEL LORO USO
- 2- LA QUALITA' DELLE ACQUE E LA LORO VULNERABILITA' ALL'INQUINAMENTO
- 3- LE RICADUTE SUGLI INTERVENTI DI BONIFICA
- 4- I RECENTI ASPETTI DI SFRUTTAMENTO ENERGETICO

Documenti integrativi e pregressi principali:

*-Dal Prà et al., 2000 – “Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia”  
Provincia di Venezia*

*-Cambruzzi et al., 2010 -“Risorse idriche. Bilancio idrogeologico nell'ambito  
territoriale ottimale”Laguna di Venezia” – ATO Laguna di Venezia*

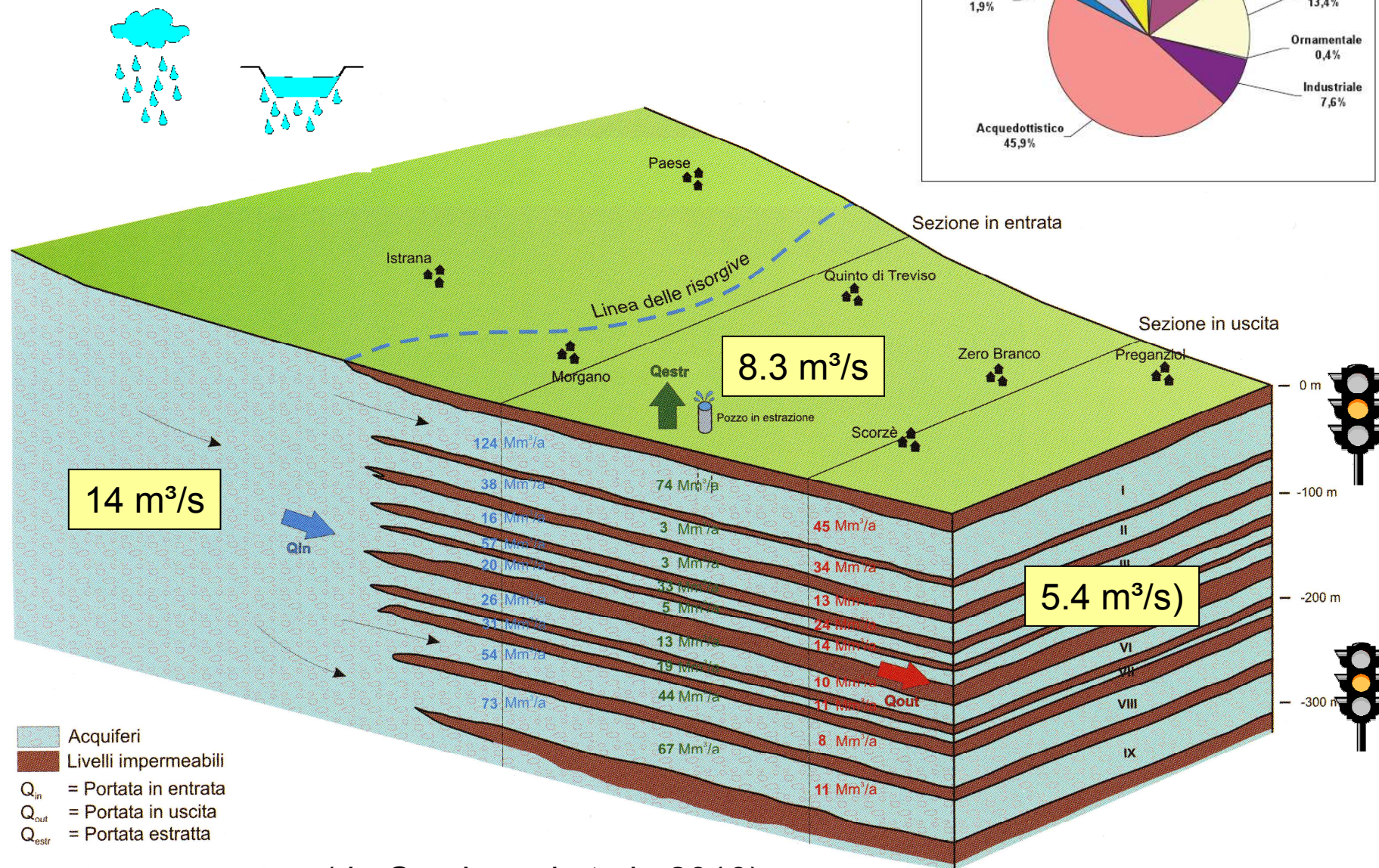
## **PECULIARITA' DELLA STRUTTURA IDROGEOLOGICA**

(interpretazione di dati migliaia di sondaggi e pozzi)

- 10 orizzonti acquiferi fino ad oltre 300 m di profondità
- Trasmissività elevata ( $10^{-2}$ - $10^{-3}$  m/s)
- Salienza dei livelli piezometrici (falde artesiane)
- Isolamento dalla superficie



# BILANCIO IDRICO IN AREA DI RISORSA IDROPOTABILE



(da Cambruzzi et al., 2010)

## PER GARANTIRE L'EQUITÀ INTERGENERAZIONALE

Per la sostenibilità dell'uso delle risorse idriche sotterranee (*RIZA-RIVM, 1991*) :

- **prevenzione della perdita di funzionalità:** impedendo modifiche irreversibili dal punto di vista quali-quantitativo;
- **conservazione della diversità degli ecosistemi:** attribuendo priorità alla conservazione della natura.

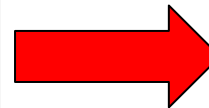
# RETE DI MONITORAGGIO ARPAV

*Situazione piezometrica*

Gradiente piezometrico positivo  
Gradiente piezometrico stazionario  
Gradiente piezometrico negativo

*Elementi di impatto*

- a) Interconnessione con acque superficiali collegate
- b) Direzione media di flusso idrico sotterraneo
- c) Strutture nel sottosuolo
- d) Ecosistemi
- e) Lisciviazione di inquinanti
- f) Subsidenza
- g) Funzionalità captazioni
- h) Rischio idraulico



	classi		
A	B	C	D

(Beretta G.P., 2002)

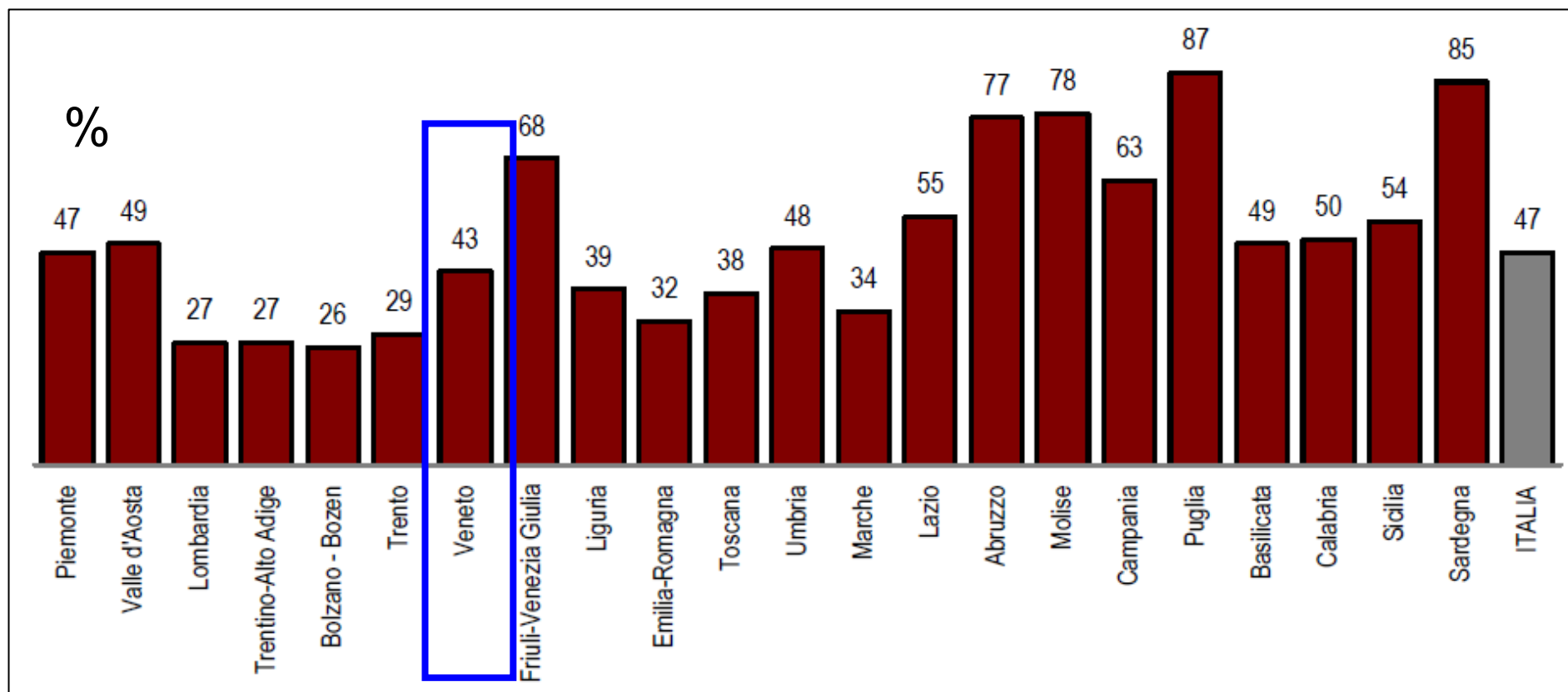


D.Lgs. 30/2009 - "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento"

Elementi	Stato buono
Livello delle acque sotterranee	<p>Il livello/portata di acque sotterranee nel corpo sotterraneo è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili.</p> <p>Di conseguenza, il livello delle acque sotterranee non subisce alterazioni antropiche tali da:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-impedire il conseguimento degli obiettivi ecologici specificati per le acque superficiali connesse;</li> <li>-comportare un deterioramento significativo della qualità di tali acque;</li> <li>-recare danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.</li> </ul> <p>Inoltre, alterazioni della direzione di flusso risultanti da variazioni del livello possono verificarsi, su base temporanea o permanente, in un'area delimitata nello spazio; tali inversioni non causano tuttavia l'intrusione di acqua salata o di altro tipo né imprimono alla direzione di flusso alcuna tendenza antropica duratura e chiaramente identificabile che possa determinare siffatte intrusioni.</p> <p>Un importante elemento da prendere in considerazione al fine della valutazione dello stato quantitativo è inoltre, specialmente per i complessi idrogeologici alluvionali, l'andamento nel tempo del livello piezometrico. Qualora tale andamento, evidenziato ad esempio con il metodo della regressione lineare, sia positivo o stazionario, lo stato quantitativo del corpo idrico è definito buono. Ai fini dell'ottenimento di un risultato omogeneo è bene che l'intervallo temporale ed il numero di misure scelte per la valutazione del trend siano confrontabili tra le diverse aree. E' evidente che un intervallo di osservazione lungo permetterà di ottenere dei risultati meno influenzati da variazioni naturali (tipo anni particolarmente siccitosi).</p>

La media annua dell'estrazione a lungo termine di acque sotterranee è da ritenersi tale da non esaurirne le risorse idriche qualora non si delineino diminuzioni significative, ovvero trend negativi significativi, delle medesime risorse.

**Dispersione di acqua potabile (acqua immessa/acqua erogata)  
nell'anno 2008 (ISTAT, 2011)**



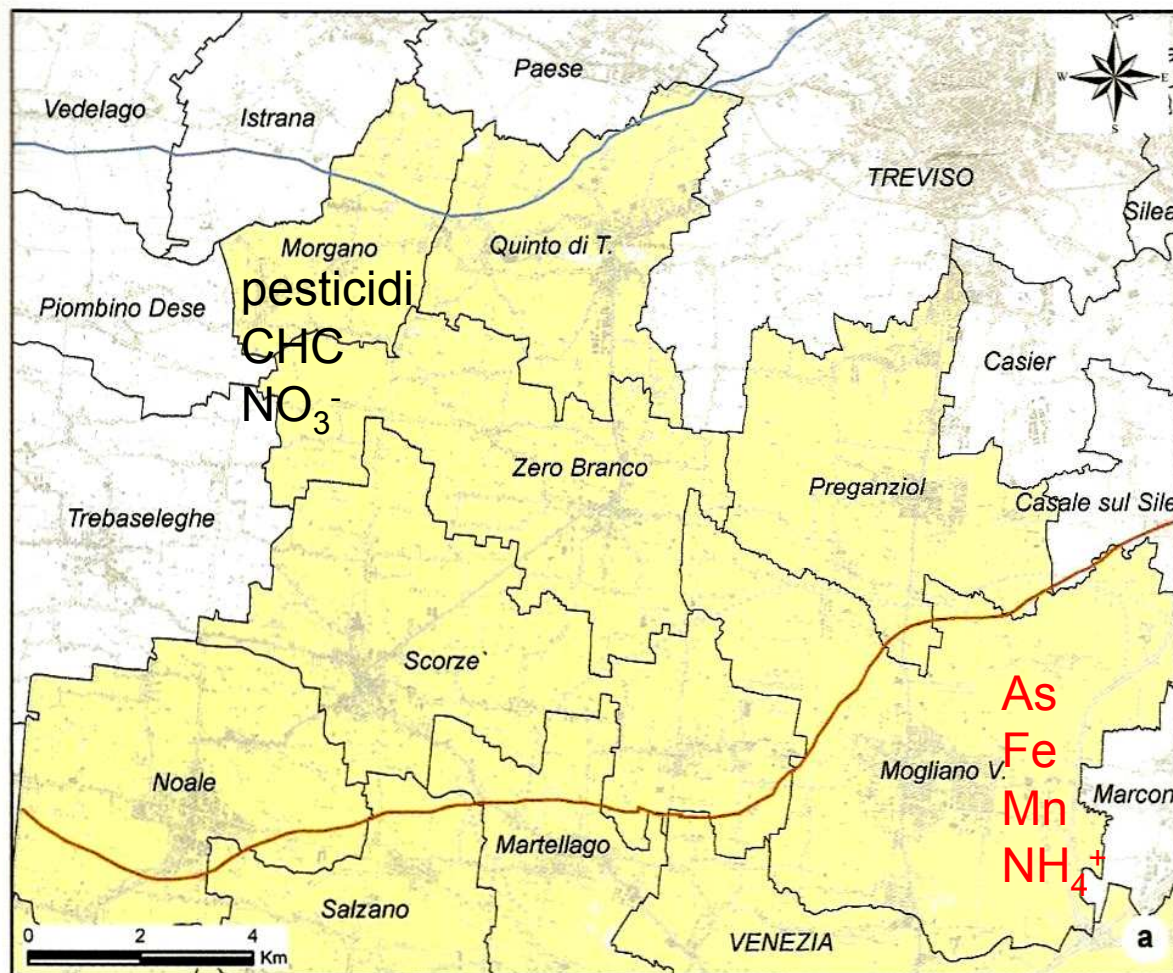


## Carico inquinante potenziale espresso in termini di abitante equivalente, per fonte di inquinamento - Anno 2006 (ISTAT, 2011)

Ato	FONTI DI INQUINAMENTO									Abitanti equivalenti totali urbani (Aetu)	Abitanti equivalenti totali (Aet)
	Popolazione residente nel 2006	Popolazione presente non residente	Popolazione in case sparse	Lavoratori e studenti pendolari	Posti letto alberghi, campeggi e alloggi per turisti	Abitanti in seconde case (non destinate a turisti)	Ristoranti e bar	Micro industria	Piccola, media e grande industria		
Alto Veneto	206.014	7.270	-13.909	33	83.666	81.776	77.380	36.477	119.313	478.707	598.020
Bacchiglione	1.083.158	33.230	-96.929	11.509	30.663	83.841	282.545	206.477	1.764.762	1.634.494	3.399.256
Brenta	559.985	10.198	-54.911	-8.799	66.735	70.935	126.193	170.320	1.161.309	940.656	2.101.965
Laguna di Venezia	737.350	19.852	-42.208	4.474	141.444	47.778	273.782	89.502	590.892	1.271.974	1.862.866
Polesine	264.187	4.566	-31.696	-3.368	24.857	31.895	65.377	46.330	939.568	402.148	1.341.716
Valle Chiampo	103.339	2.183	-8.198	1.946	1.257	8.524	19.411	22.874	412.965	151.336	564.301
Veneto orientale	857.815	17.416	-101.664	-6.517	158.748	106.426	248.551	270.271	1.722.860	1.551.046	3.273.906
Veronese	876.135	24.584	-51.033	-560	111.829	105.448	270.518	148.620	1.368.503	1.485.541	2.854.044
Totale regione	4.687.983	119.299	-400.548	-1.282	619.199	536.623	1.363.757	990.871	8.080.172	7.915.902	15.996.074

REGIONE DEL VENETO

# STATO QUALITATIVO DELLE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE



Comuni dell'AATO LV ricadenti in area di risorsa idropotabile:

Morgano (Tv)  
Quinto di Treviso (Tv)  
Preganziol (Tv)  
Zero Branco (Tv)  
Mogliano Veneto (Tv)  
Scorzè (Ve)  
Noale (Ve)  
Martellago (Ve)  
Salzano (Ve)

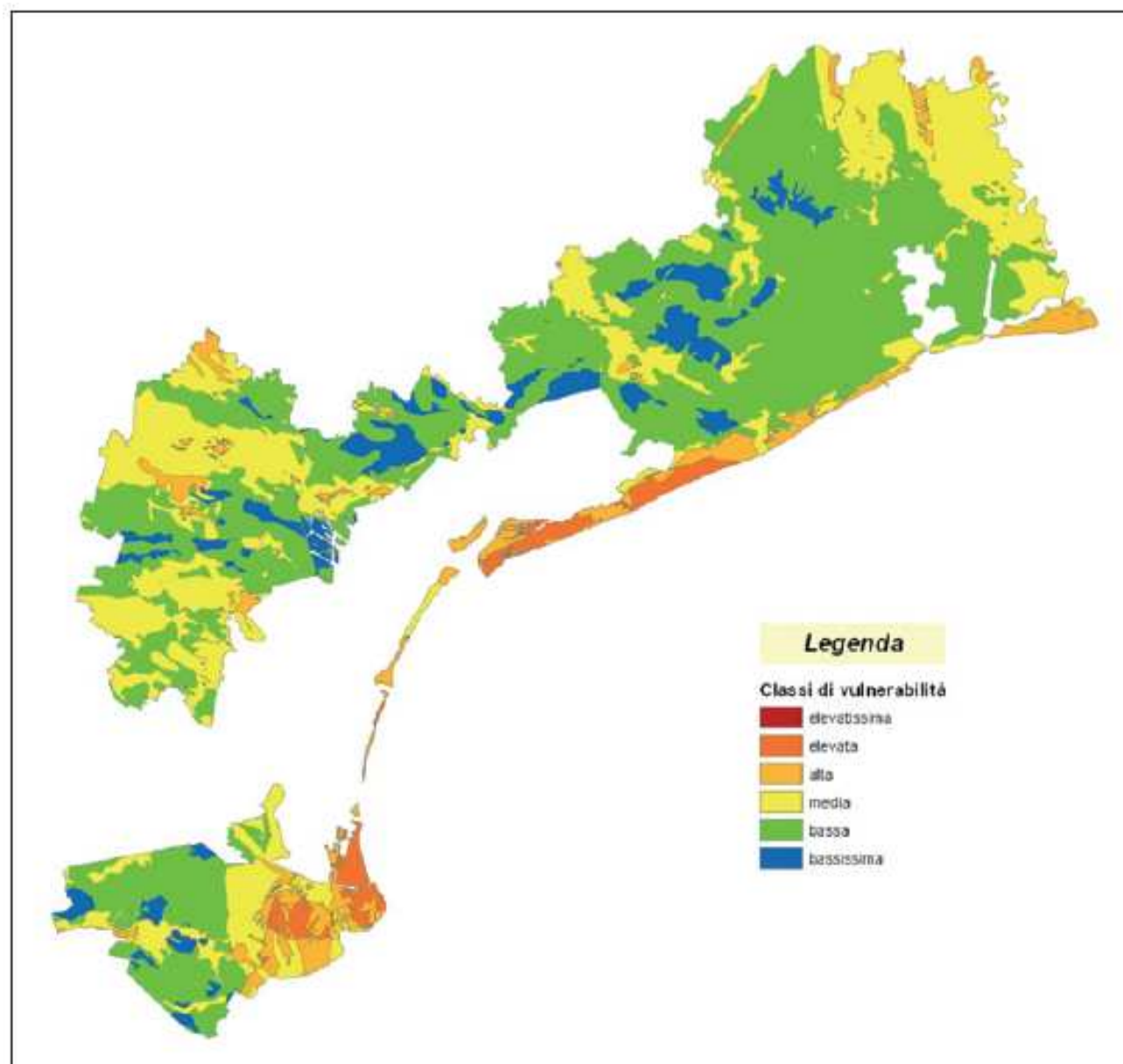
## Legenda

- Limite superiore dei fontanili
- Limite idropotabile
- Comuni
- Comuni AATO LV

## Uso dell'acqua potabile (migliaia di m<sup>3</sup>) nell'anno 2008 (ISTAT, 2011)

Regione	Acqua prelevata	Acqua potabilizzata	% acqua potabilizzata	Acqua immessa nella rete	Acqua erogata dalla rete
Piemonte	594,124	216,398	36,4	583,496	398,283
Valle d'Aosta	39,728	5,053	12,7	23,024	15,427
<b>Lombardia</b>	<b>1,451,578</b>	<b>678,692</b>	<b>46,8</b>	<b>1,407,879</b>	<b>1,111,341</b>
Trentino-Alto Adige	214,359	38,051	17,8	148,61	116,569
Alto Adige	76,894	16,138	21,0	63,768	50,769
Trento	137,465	21,913	15,9	84,842	65,8
Veneto	729,773	131,544	18,0	622,757	436,103
Friuli-Venezia Giulia	223,761	69,615	31,1	199,108	118,31
Liguria	257,558	143,213	55,6	239,103	172,25
Emilia-Romagna	517,484	277,786	53,7	471,81	358,765
Toscana	460,333	226,131	49,1	449,057	324,794
Umbria	115,753	12,556	10,8	89,84	60,897
Marche	202,364	52,717	26,1	158,695	118,538
Lazio	1,140,254	33,5	2,9	964,119	622,444
Abruzzo	290,662	59,804	20,6	214,948	121,267
Molise	161,355	14,355	8,9	51,142	28,673
Campania	872,032	79,767	9,1	762,847	466,682
Puglia	209,59	94,831	45,2	485,301	259,115
Basilicata	315,676	254,123	80,5	82,64	55,486
Calabria	388,234	61,635	15,9	297,996	199,233
Sicilia	625,797	220,565	35,2	621,707	403,39
Sardegna	297,898	265,786	89,2	269,432	145,814
<b>ITALIA</b>	<b>9.108.313</b>	<b>2.936.121</b>	<b>32,2</b>	<b>8.143.513</b>	<b>5.533.382</b>

## Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento – Metodo SINTACS









# WEIGHT of EVIDENCE (WofE)

Il modello predittivo di tipo probabilistico (basato sul metodo di Bayes della probabilità condizionata) viene generato calcolando una probabilità a priori, che è esclusivamente funzione della presenza degli eventi nell'area di studio (**training points**), successivamente aggiornata sulla base del grado di associazione spaziale tra questi ultimi e ciascuna classe di ogni variabile indipendente considerata (**evidential themes**). Le associazioni spaziali vengono stabilite dai pesi calcolati nel metodo WofE; pesi positivi ( $W^+$ ) e negativi ( $W^-$ ) sono legati, rispettivamente, all'insorgenza o meno di evidenze e dalla loro differenza si ottiene il valore di **contrasto** che rappresenta la misura del grado di associazione spaziale tra ciascuna classe degli evidential themes e i training points.

## TRAINING POINTS

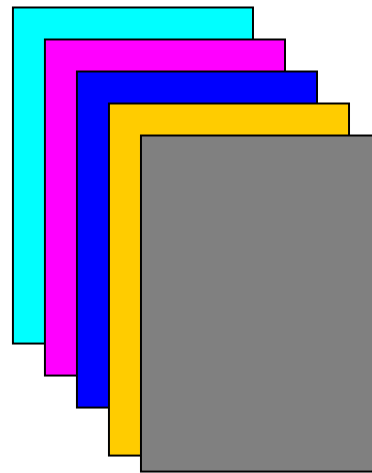
$$P\{D\} = \frac{ND}{NT}$$

*ND = numero di pixel contenenti un training point*  
*NT = numero totale di pixel nell'area di studio*



concentrazioni di nitrati  
misurate in pozzo

**Prior probability** →



fattori che possono  
condizionare la  
presenza di nitrati  
nell'area di studio

**Evidential themes** →

$$W^+ = \log_e \frac{P\{B|D\}}{P\{B|\bar{D}\}} \quad W^- = \log_e \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}|\bar{D}\}}$$

$$P\{D|B\} = P\{D\} \frac{P\{B|D\}}{P\{B\}}$$

$$P\{D|\bar{B}\} = P\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}\}}$$

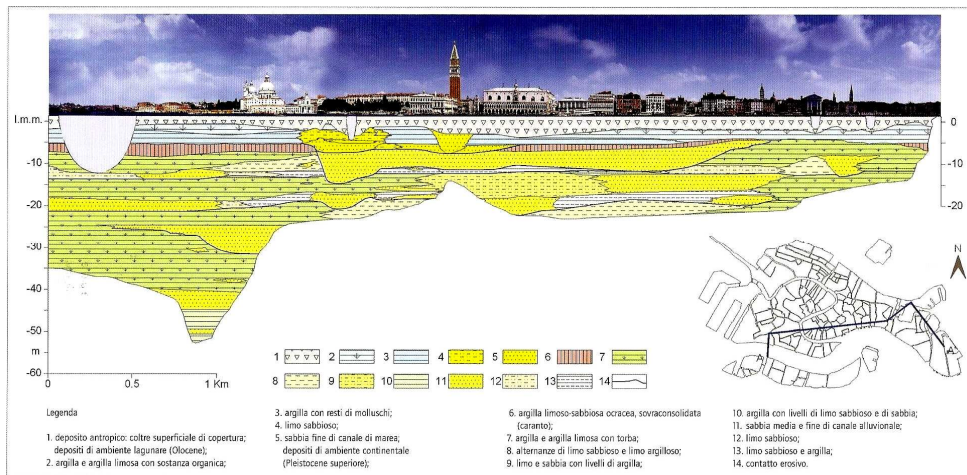
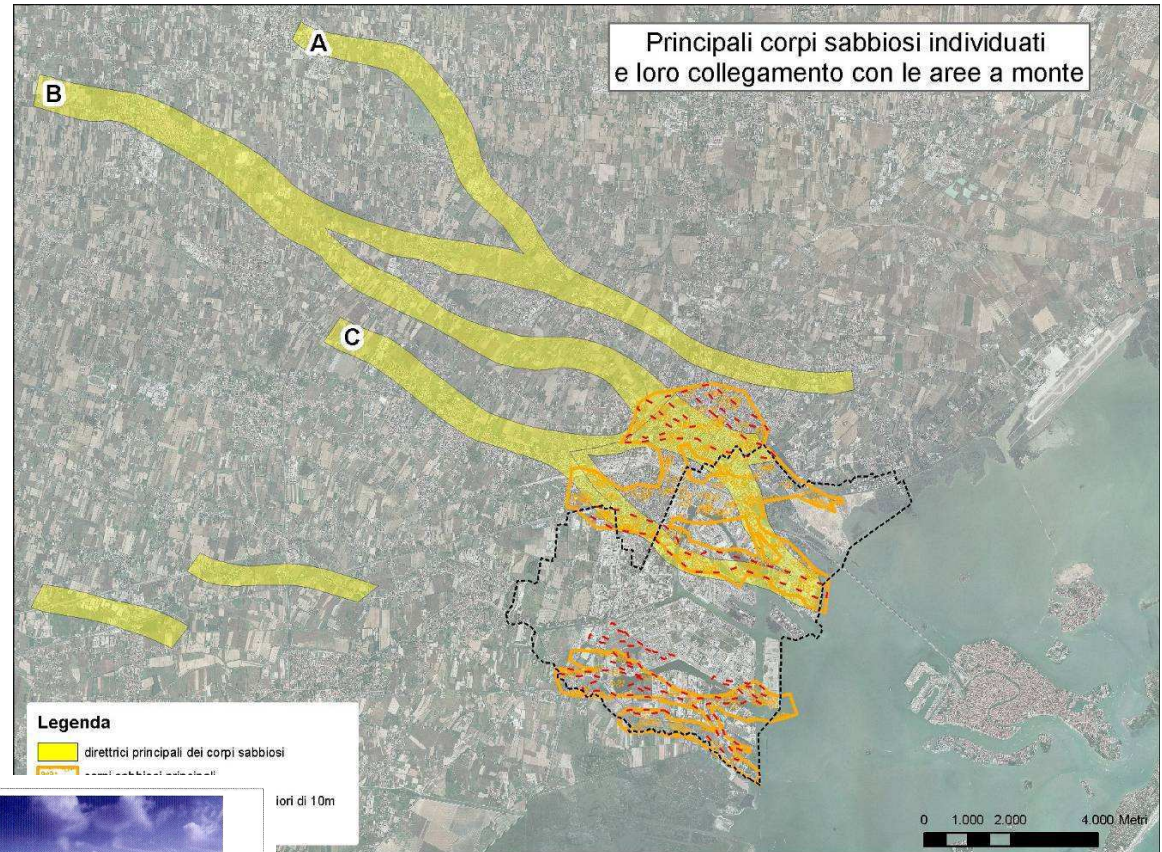
misura della suscettibilità  
dell'acquifero alla  
contaminazione da nitrati

→ **Post probability**

# BONIFICA SIN DI VENEZIA-PORTO MARGHERA



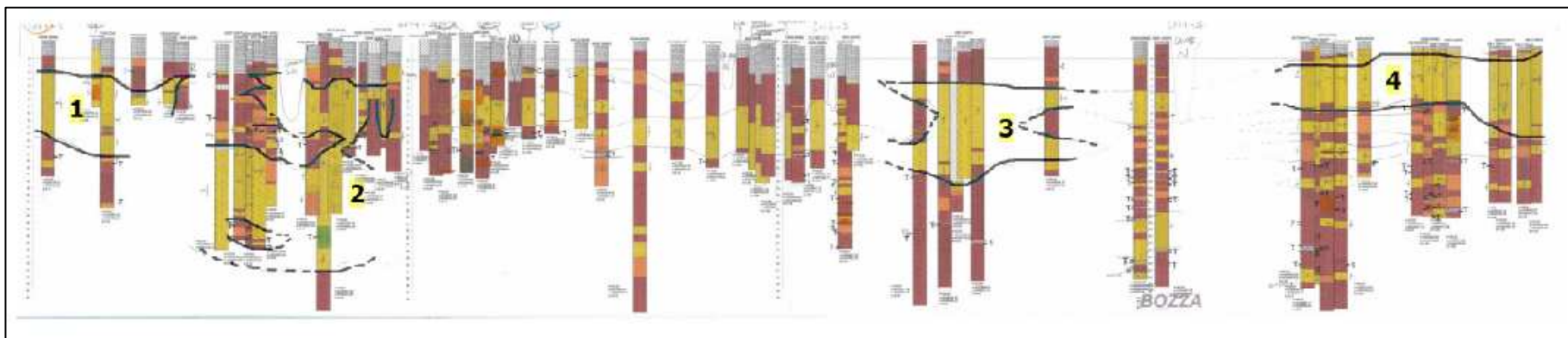
Corpi sabbiosi principali  
(Provincia di Venezia, 2009)



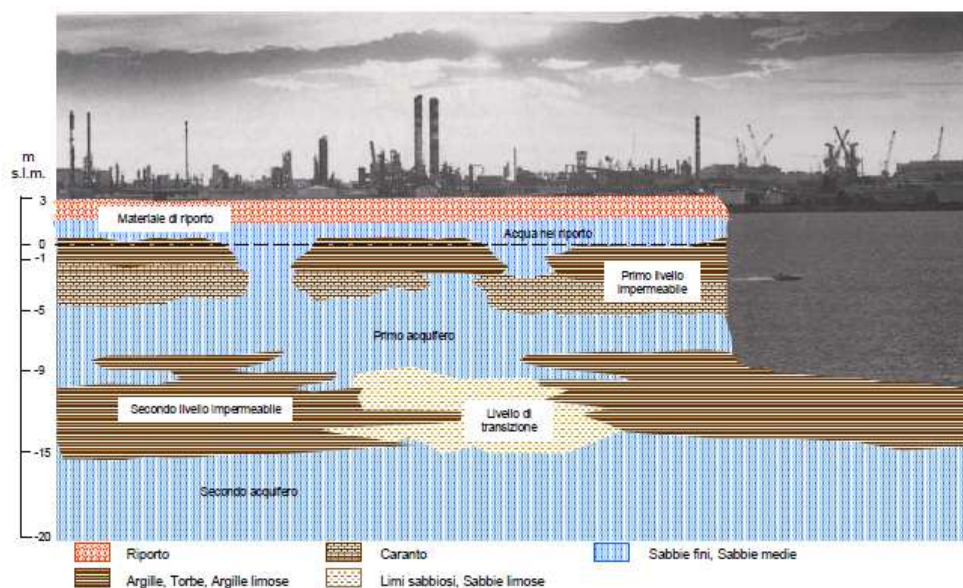
Struttura del sottosuolo del centro storico di Venezia (Zezza F., 2008)



## Ricostruzione geologica e revisione in alcune zone del modello-tipo di circolazione idrica sotterranea del master Plan



(Provincia di Venezia, 2009)



(Regione Veneto-Comune di Venezia, 2003)



## INDAGINI E PROVE A SUPPORTO DI INTERVENTI DI CARATTERIZZAZIONE, MESSA IN SICUREZZA/BONIFICA E COLLAUDI









Sondaggi  
Indagini geotecniche in situ e in  
laboratorio  
Prove di permeabilità (Lefranc,  
slug test)  
Prove di pompaggio  
Prove con traccianti  
Log in pozzo  
Modellazione numerica (MAV)

## INTERVENTI DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA

Barrieramento fisico (marginamenti)  
Barriere idrauliche  
Scavo e smaltimento  
*Biorisanamento*  
*Trattamento Elettrochimico*  
*Solidificazione/stabilizzazione*  
*Soil venting*  
*Air sparging*  
*Two Phase Extraction, Multi Phase  
Extraction*  
*Ossidazione chimica in sito*  
*Iniezione di vapore*



## **OBIETTIVI DELLA RETE DI MONITORAGGIO INDIVIDUANDO:**

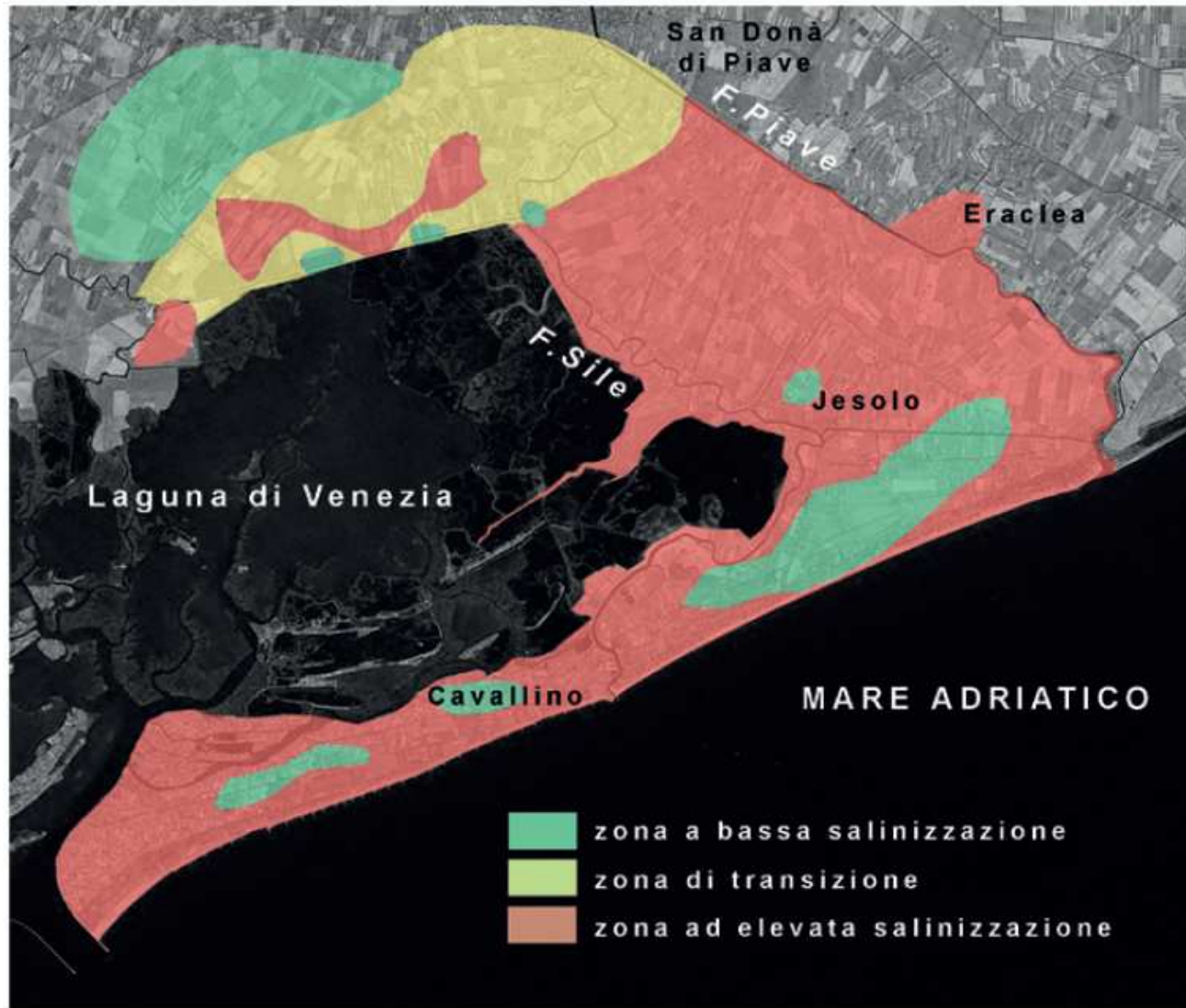
-  i carichi idraulici delle singole falde con particolare rilevanza anche alle zone di alimentazione;
-  l'effetto di drenanza tra le falde connesso alla permeabilità degli acquitardi;
-  il ruolo svolto dalla marea a diverse distanze rispetto alla linea di costa;
-  il rapporto con le acque superficiali interessate anche da interventi antropici;
-  l'effetto di venute d'acqua dalle falde profonde provocate dai vecchi pozzi artesiani;
-  l'influenza dei prelievi idrici sulla morfologia delle falde;
-  l'entità delle perdite di rete con particolare riferimento alla zona industriale;
-  il rapporto acque dolci-acque salate.







# STUDIO DELL'INTRUSIONE SALINA



Rilievi geomorfologici

Sondaggi

Analisi stratigrafiche

Analisi chimiche e isotopiche acque

Log di conducibilità elettrolitica

Sondaggi elettrici Verticali

Tomografia elettrica

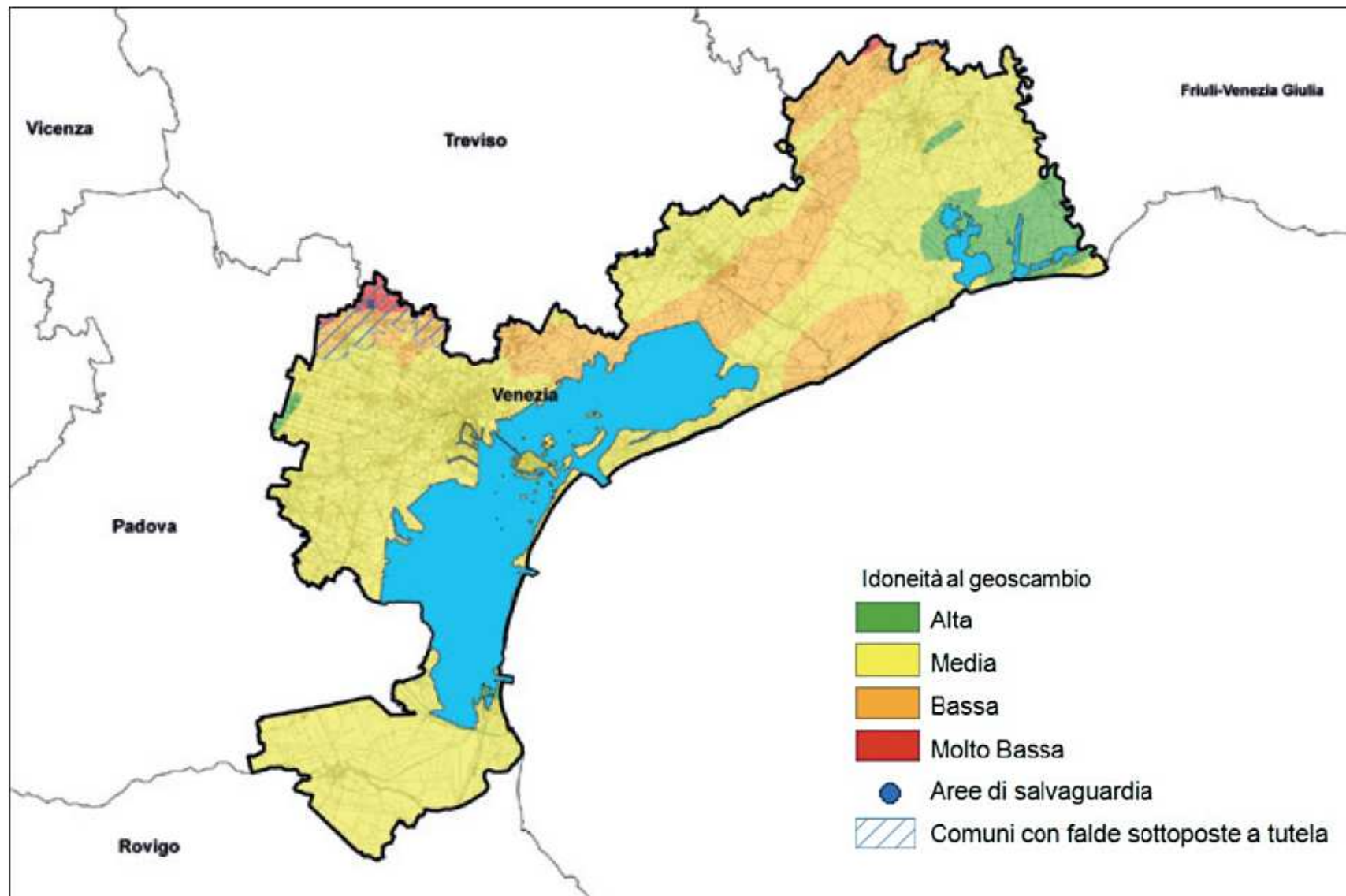
## GEOSCAMBIO - SONDE GEOTERMICHE (sistema chiuso)

Classificazione delle risorse geotermiche in base alla temperatura (°C)				
	(a)	(b)	(c)	(d)
<b>Risorse a bassa entalpia</b>	<b>&lt;90</b>	<b>&lt;125</b>	<b>&lt;100</b>	<b>≤150</b>
Risorse a media entalpia	90-150	125-225	100-200	*
Risorse ad alta entalpia	>150	>225	>200	>150
a) <i>Muffler e Cataldi, 1978</i>				
b) <i>Hochstein, 1990</i>				
c) <i>Benderitter e Cormy, 1990</i>				
d) <i>Nicholson, 1993</i>				

Utenze di piccola dimensione (a meno di realizzare un campo di sonde per grandi utenze)

- Piccola area da dedicare all'opera
- Relativamente basso investimento iniziale
- Resa energetica contenuta
- Vincoli in fase costruttiva (modalità di realizzazione perforazioni)
- Possibili perdite di liquidi di processo nel sottosuolo
- Ridotti oneri gestionali
- Assenza di problemi di recettività delle acque allo scarico
- Durata di vita elevata (circa 50 anni)
- Contenuto tecnologico basso nello studio, realizzazione e gestione delle opere

## IDONEITÀ AL GEOSCAMBIO CON FALDE SOTTOPOSTE A TUTELA



Microsoft Excel - ASHRAE.xls

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ? Adobe PDF

Digitare una domanda.

75% Verdana 11 G C S

Rispondi con modifiche... Termina revisione...

J33

## Metodo ASHRAE di dimensionamento per le sonde verticali

# METODO ASHRAE

1 Date le dimensioni dell'edificio:

Superfici	320 m <sup>2</sup>
Volume	960 m <sup>3</sup>

E un fabbisogno energetico quantificabile in:

Watt necessari a raffreddare (estate):	$q_k = -7700$	W <sub>e</sub>
Watt necessari a riscaldare (inverno):	$q_{kr} = 8500$	W <sub>e</sub>

2 Dalle analisi geotecniche si ricavano le seguenti caratteristiche in situ del sottosuolo:

	0m P.C.		Argilla	Sabbia	Ghiaia	Valori media	U.M.
Argilla	20m	Temperatura indisturbata $t_g$	14	14	14	14	°C
		Capacità termica specifica $c_p$	0,4	0,2	0,1	0,2	°C
		Peso di volume $\rho$	1,7	1,85	1,9	1,84	Kg/m <sup>3</sup>
Sabbia	60m	Conducibilità termica $\lambda_g$	1,5	1,8	2,1	1,86	W/m·°C
		Diffusività termica $\alpha_g$	0,00	0,00	0,00	8,4E-07	m <sup>2</sup> /s
Ghiaia	100m	profondità tot raggiunta	100 m				

3 Prestazioni PdC:

Valore medio (estivo) del coeff. Di prestazione del refi	$COP_e = 4,05$	°C
Valore medio (invernale) del coeff. di prestazione del	$COP_n = 4,7$	°C

3.1 Caratteristiche del fluido circolante nelle sonde:

	Estate	Temp. del fluido entrante nella sonda geoterm	$t_{n1} = 32$	°C	$\Delta t_e = 4$
		Temp. del fluido uscente dalla sonda geoterm	$t_{n2} = 28$	°C	
	Inverno	Temp. del fluido entrante nella sonda geoterm	$t_{n1} = 2$	°C	$\Delta t_n = 4$
		Temp. del fluido uscente dalla sonda geoterm	$t_{n2} = 6$	°C	

4 Tempi di funzionamento dell'impianto in base al fabbisogno totale di energia (nelle due stagioni)

output / calcolo / input

Pronto

Dati di input



Microsoft Excel - ASHRAE.xls

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ? Adobe PDF

Digitare una domanda.

75% Verdana 10

Rispondi con modifiche... Termina revisione...

G47

## Metodo ASHRAE di dimensionamento per le sonde verticali

# Modello

	A	B	C	D	E	G	H
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10	Flusso termico medio scambiato con il sottosuolo in un anno [W]	$\dot{Q}_a =$	-206,414553580103		$\dot{Q}_a = \frac{\sum q_{a,i} \cdot \frac{COP_i + 1}{COP_i} \cdot h_i + \sum q_{a,i} \cdot \frac{COP_i - 1}{COP_i} \cdot h_i}{8760}$	=((inputG16*((inputG16+1)/inputH41)*inputG61)-inputG16*((inputH42-1)/inputH42)*inputG62)/8760	
11							
12	Part Load Factor	$PLF_d =$	1,75		$PLF_d = \frac{Q_{max}}{Q_a}$	=inputG74/inputG75	
13							
14							
15							
16	Fattore di carico mensile (heating)	$(PLF_m)_h =$	0,311827956989247		$(PLF_m)_h = \frac{h_{mh}}{n_g \cdot g \cdot m}$	=inputG59/(inputF56*inputF55)	
17							
18							
19	Fattore di carico mensile (cooling)	$(PLF_m)_c =$	0,34408602150537		$(PLF_m)_c = \frac{h_{mc}}{n_g \cdot g \cdot m}$	=inputG58/(inputF56*inputF55)	
20							
21							
22	Potenza elettrica necessaria per riscaldare [W]	$\dot{W}_e$	1750		$\dot{W}_e = PLF_d \cdot \dot{W}_a$	=G13*inputD68	
23							
24	Potenza elettrica necessaria per riscaldare [W]	$\dot{W}_a$	1750		$\dot{W}_a = PLF_d \cdot \dot{W}_h$	=G13*inputD69	
25							
26							
27	T di penalizzazione	$t_p =$	0,00658868270871		$t_p = \frac{1 \cdot N_1 + 0,5 \cdot N_2 + 0,25 \cdot N_3 + 0,1 \cdot N_4}{N_{tot}} \cdot t_{p0}$	=((1*inputC97+0,5*inputC98+0,25*inputC99+0,1*inputC100)/inputC101)*G31	
28							
29							
30							
31	Differenza di T tra il terreno indisturbato e quello attorno la sonda	$t_{p0} =$	15,1775407044193		$t_{p0} = \frac{Q_{saver}}{\rho \cdot c_p \cdot \alpha_s \cdot l}$	=G34/(inputJ30*inputJ29*(calcoloD147^2)*calcoloD150)	
32							
33							
34	Calore accumulabile dopo 10 anni di funzionamento	$Q_{saver} =$	546,391465359096		$Q_{saver} = \sum \rho \cdot c_p \cdot \alpha_s \cdot l \cdot (T_0^2 - T_i^2) \cdot \Delta t_i$	=inputJ30*inputJ29*calcoloD144*calcoloD150*(calcoloD155-calcoloD157)*calcoloG37	
35							
36							
37	Differenza tra la T del terreno indisturbato e quello ad una distanza r da	$\Delta T_r =$	-4,83361168930552		$\Delta T_r = \frac{q_a \cdot K(X)}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_b \cdot l}$	=(G10*D69)/(2*D144*inputJ31*calcoloD150)	
38							
39							
40							
41	Parametro adimensionale	$X =$	936,759377076038		$X = \frac{r}{2 \cdot \sqrt{\alpha_b \cdot t_i}}$	=D155/(2*(RADQ(inputJ32*inputC107)))	
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							

output calcolo input

Pronto

Microsoft Excel - ASHRAE.xls

File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti Dati Finestra ? Adobe PDF

Digitare una domanda.

Verdana 10

Rispondi con modifiche... Termina revisione...

S65

### Metodo ASHRAE di dimensionamento per le sonde verticali

## Dati di output

1) Lunghezza necessaria della perforazione "L":

$L_c$  per un funzionamento estivo (cooling) → 143 m

$$L_c = \frac{-q_s * R_{gs} + (-q_1 - \overline{W}) * (R_c + PLF_m * R_{gm} + R_{gd} * F_{st})}{t_g - \left( \frac{t_w + t_{wc}}{2} \right)_c - (t_p)_c}$$

$L_h$  per un funzionamento invernale → 160 m

$$L_h = \frac{+q_s * R_{gs} + (+q_1 - \overline{W}) * (R_c + PLF_m * R_{gm} + R_{gd} * F_{st})}{t_g - \left( \frac{t_w + t_{wc}}{2} \right)_h - (t_p)_h}$$

2) La profondità delle sonde geotermiche è stata così ripartita:

per la sonde geotermiche, disposte con geometria in linea:

=F20/100 | 1,6 | n 2 sonde geotermiche di 70m di profondità ciascuna

Sonda 1	Sonda 2
○	○

Ogni pozzo sarà realizzato a una profondità di: 80 m

2) In presenza di falda acquifera in movimento:

L'estensione della perturbazione termica in presenza di falda acquifera in movimento nella stessa direzione del fluido, a una distanza di 10m dal foro è pari a:

$\theta_{10m(p)} = 16,65$  °C

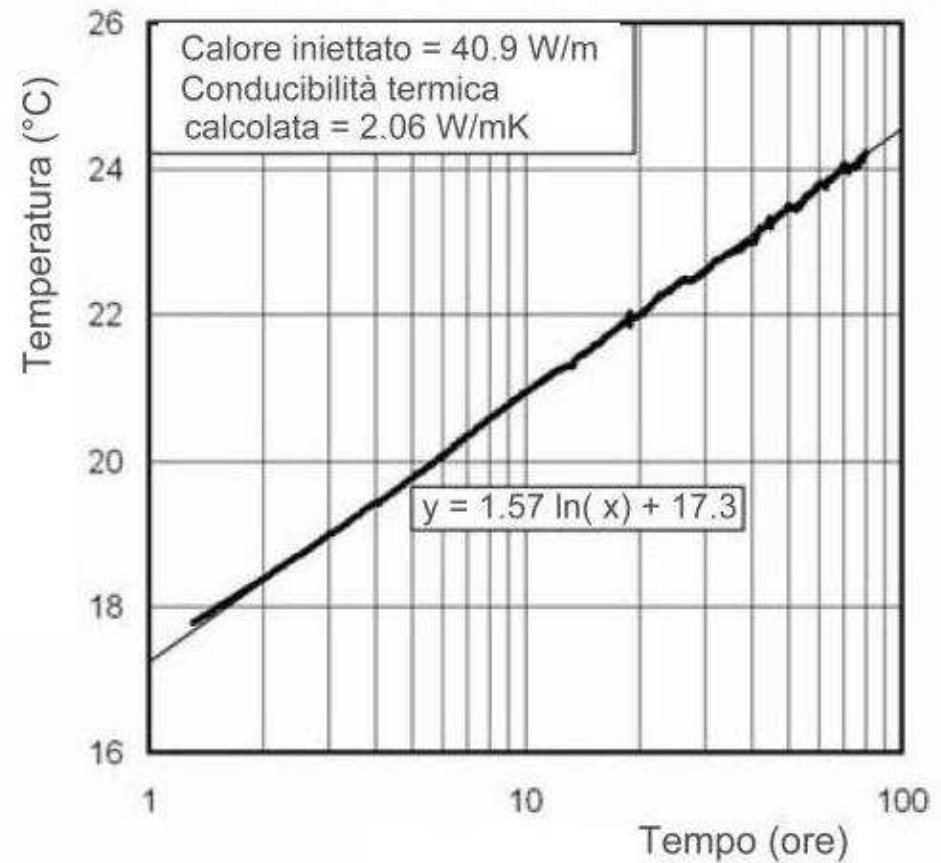
$\Delta T^\circ = 2,65$  °C rispetto al terreno indisturbato

output / calcolo / input /

Pronto

## Ground Response Test (GRT)

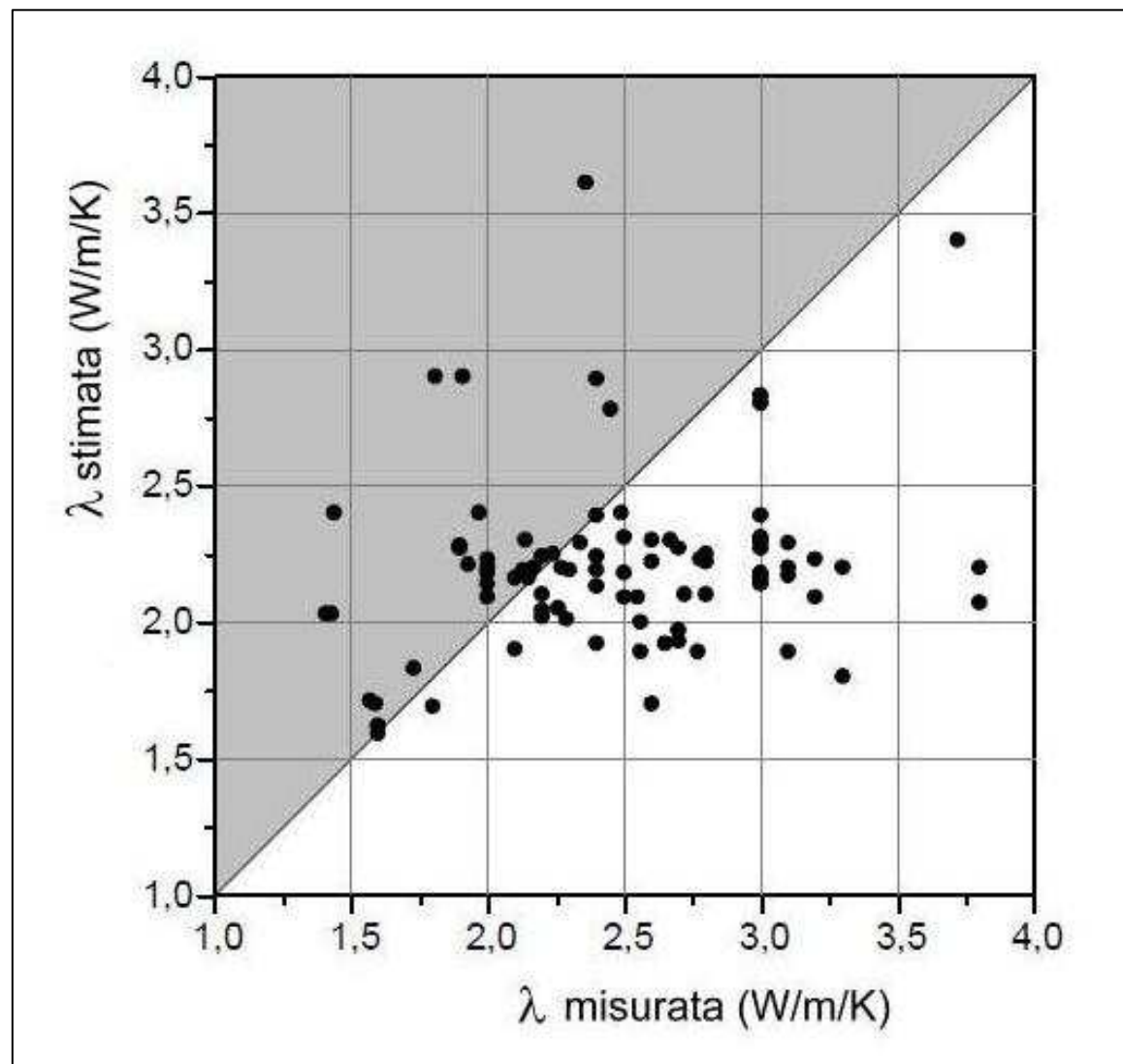
$Q_c$  = flusso termico  
costante utilizzato per il  
test ( $\text{W m}^{-1}$ )  
 $\lambda$  = conducibilità termica  
( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ )



La pendenza  $m$  della retta interpolatrice viene utilizzata per il calcolo della conducibilità termica secondo la seguente relazione:

$$\lambda = \frac{Q_c}{4\pi m}$$

## CONFRONTO TRA VALORI STIMATI E MISURATI DI CONDUCIBILITA' TERMICA (Sanner E. et al., 2008)



**26% sovrastima**

**66% sottostima**

**8% stima corretta**

# POSSIBILI CONSEGUENZE DELL'ERRATA VALUTAZIONE DELLA CONDUCIBILITÀ TERMICA

## **stimato>misurato**

- Sonda geotermica sottostimata
- Temperatura del fluido decresce di più e più in fretta
- Diminuzione COP
- Aumento costi di gestione
- In casi estremi mancanto funzionamento o danneggiamento

## **stimato=misurato**

- Ottimo funzionamento

## **stimato<misurato**

- Sistema funziona bene
- Sonde geotermico più grandi del necessario
- Costo di investimento maggiore del necessario



## Valutazione sostanze utilizzate come anticongelanti basata su analisi del rischio

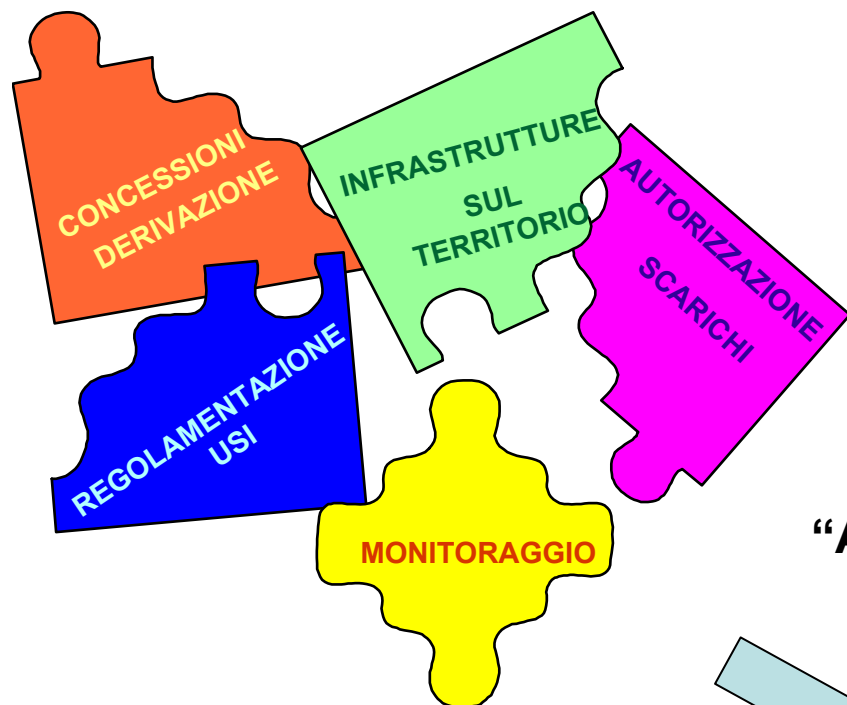
Elemento	Metanolo	Etanolo	Glicole etilenico	Glicole propilenico	K-Acetato	Ca,Mg - Acetato	Urea
Costi operativi	3	3	3	2	2	2	2
Corrosione	2	2	3	3	2	2	1
Perdite	3	2	-	2	1	1	1
Rischi salute	1	2	2	3	3	3	3
Rischi ambientali	2	2	2	3	2	2	3
Infiammabilità	1	1	3	3	3	3	3
Solubilità in acqua (g/l)	completa	completa	completa	completa	2530	300-1200	1200
Emivita in suoli (ore)	24-168	2.6-24	48-288	168-672	-	-	-
Emivita in acque sotterranee (ore)	24-168	13-52	96-576	336-1344	-	-	-
Possibile divieto d'uso	1	2	2	3	2	2	2

**1- nessun problema**

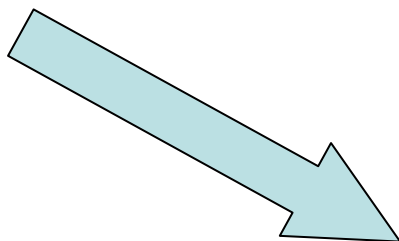
**2 - problemi potenziali non prevedibili**

**3 - potenziali problemi e conseguente grande attenzione all'uso**

**(da Heinonen et al., 1997, Basta S., Mischio F., 2008, Howard et al., 1991)**



**ESISTENZA DI UNO STRUMENTO  
CONOSCITIVO DI BASE:  
“Atlante geologico della provincia di Venezia”**



**Esigenza di una politica  
complessiva del ciclo dell'acqua**

**Raggiungimento obiettivi UE nel 2015**

