

METODI DI STUDIO

per cercare di capire il destino dei contaminanti immessi in un acquifero carsico:

- ✿ Studio delle caratteristiche del contaminante
- ✿ Individuazione di sorgenti, torrenti e pozzi (possibili emergenze delle acque)
- ✿ Sopralluogo nella stagione piovosa: misure di portata, temperatura e conducibilità elettrica delle acque
- ✿ Misura del livello dell'acqua nei pozzi
- ✿ Censimento delle grotte presenti sul territorio
- ✿ Studio dell'assetto strutturale dell'area
- ✿ Prove con traccianti
- ✿ Analisi geochemiche



I TRACCIANTI ARTIFICIALI

Permettono di determinare il **collegamento idrico** fra due punti dell'acquifero carsico e il tempo del percorso e di simulare il comportamento dei contaminanti **disciolti in acqua**

foto B.
Vigna



Vigna B. (2009). I traccianti artificiali. SSI, Progetto Powerpoint 2009

Immissione di una soluzione acquosa di **tinopal**

foto B.
Vigna



La **fluoresceina**, anche a concentrazione ridotta, è molto visibile: è bene comunicare agli uffici competenti la realizzazione del test

CARTA VULNERABILITÀ

Zonazione della possibilità di diffusione di un contaminante nell'acquifero, in funzione delle caratteristiche del terreno di superficie e delle condizioni idrogeologiche (D. Lgs. 152/2006)

La vulnerabilità viene considerata su due livelli:

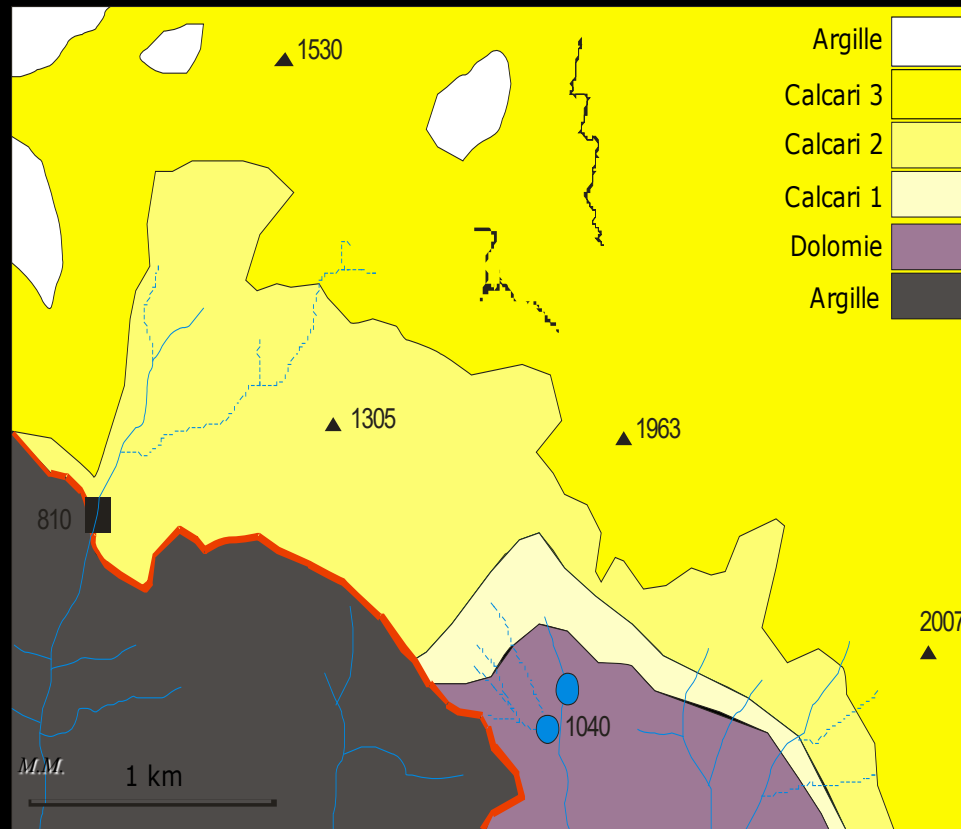
- **Vulnerabilità intrinseca dell'acquifero**
in base alle caratteristiche geologiche e idrogeologiche, ma indipendente dalla natura del contaminante
- **Vulnerabilità specifica**
riferita ad un particolare inquinante



CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP

Geologia dell'area



il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO

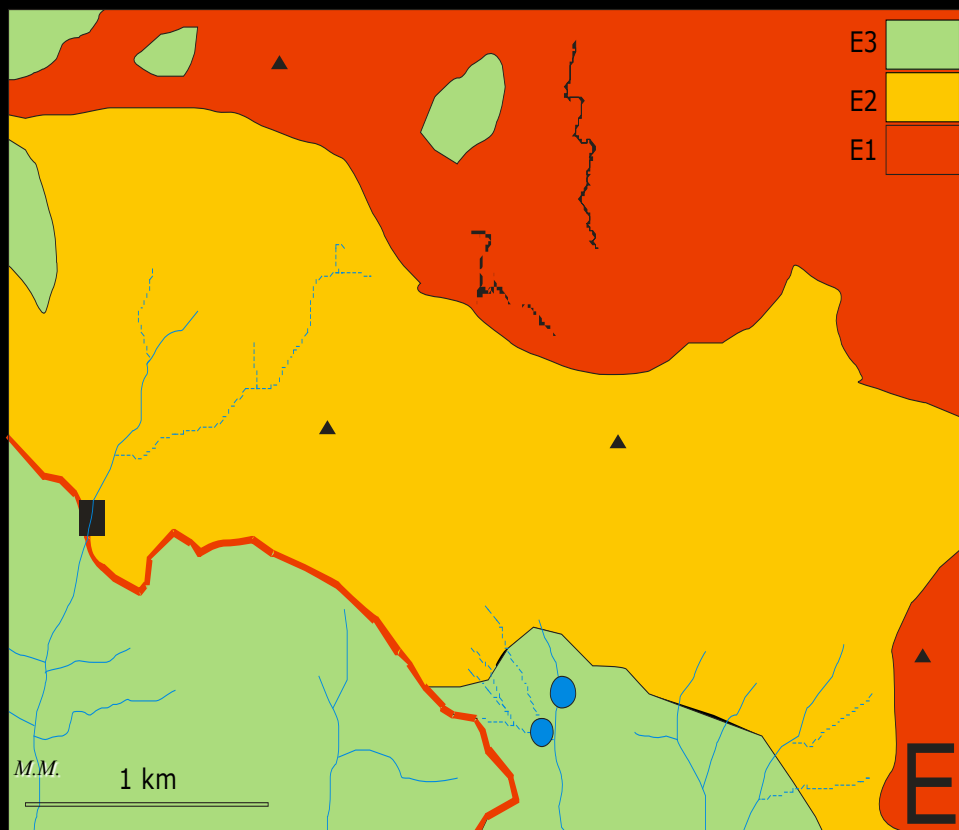
E
P
I
K

Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP

il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO

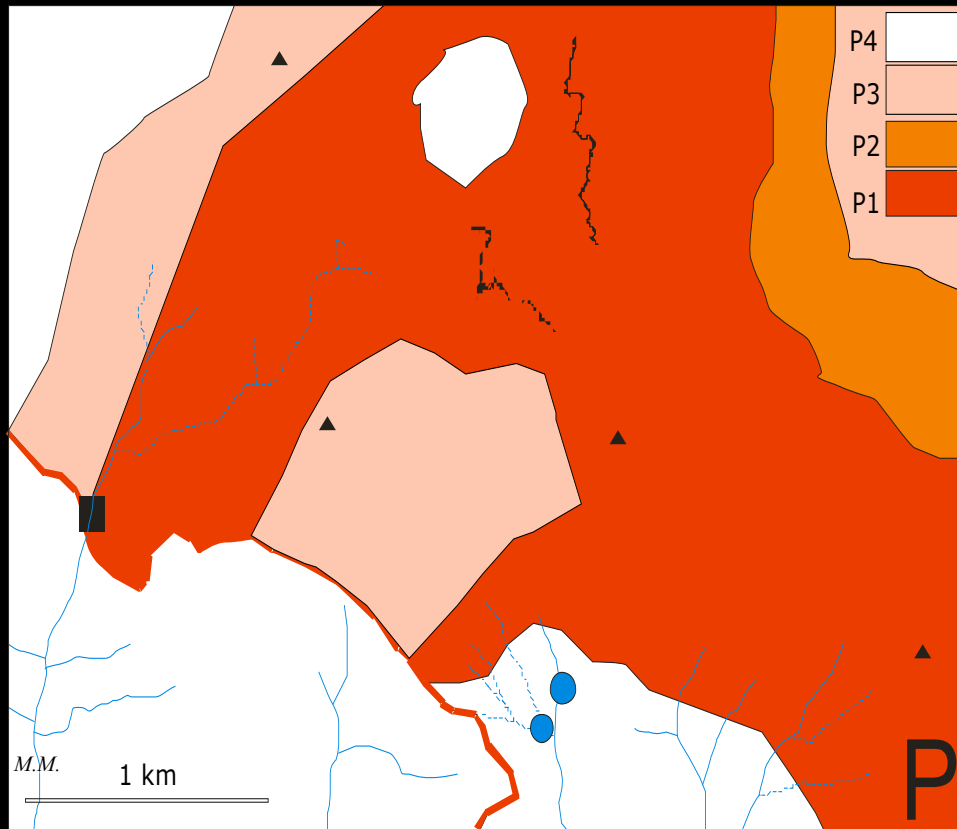


E carta dell'epicarso/morfologia
P carta della copertura di
protezione
I carta delle condizioni di
infiltrazione
K valutazione del reticolo carsico

Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP



il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO

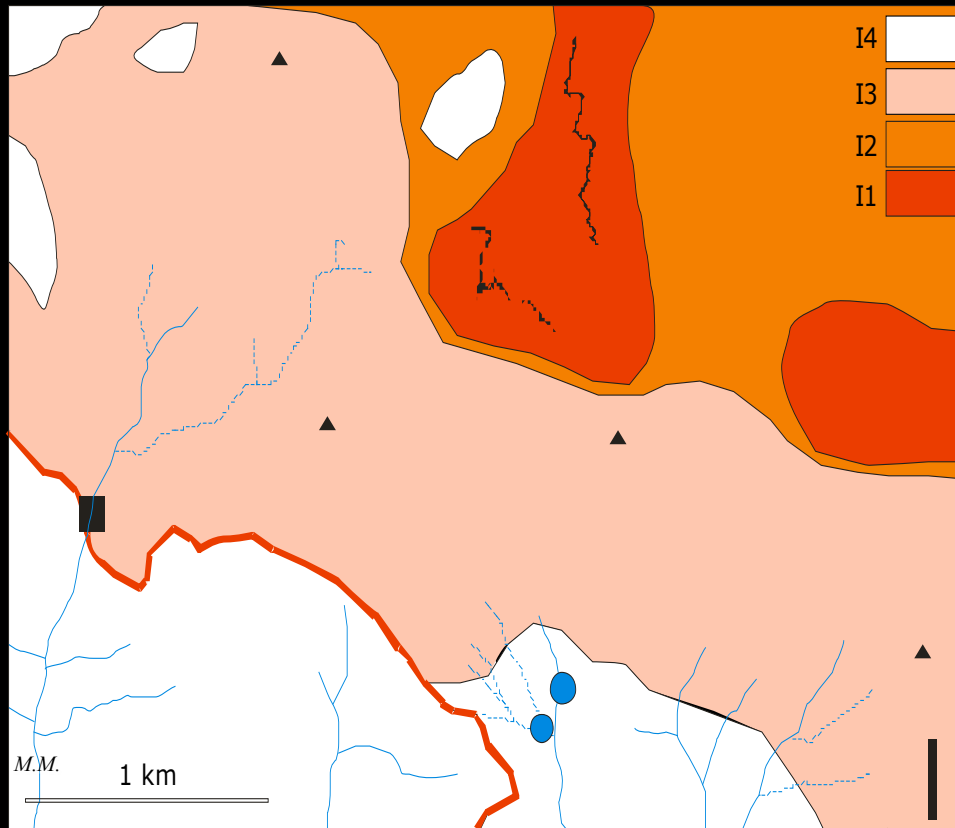
E carta dell'epicarso/morfologia
carsica
carta della copertura di
protezione
I carta delle condizioni di
infiltrazione
K valutazione del reticolo carsico

Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP

il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO



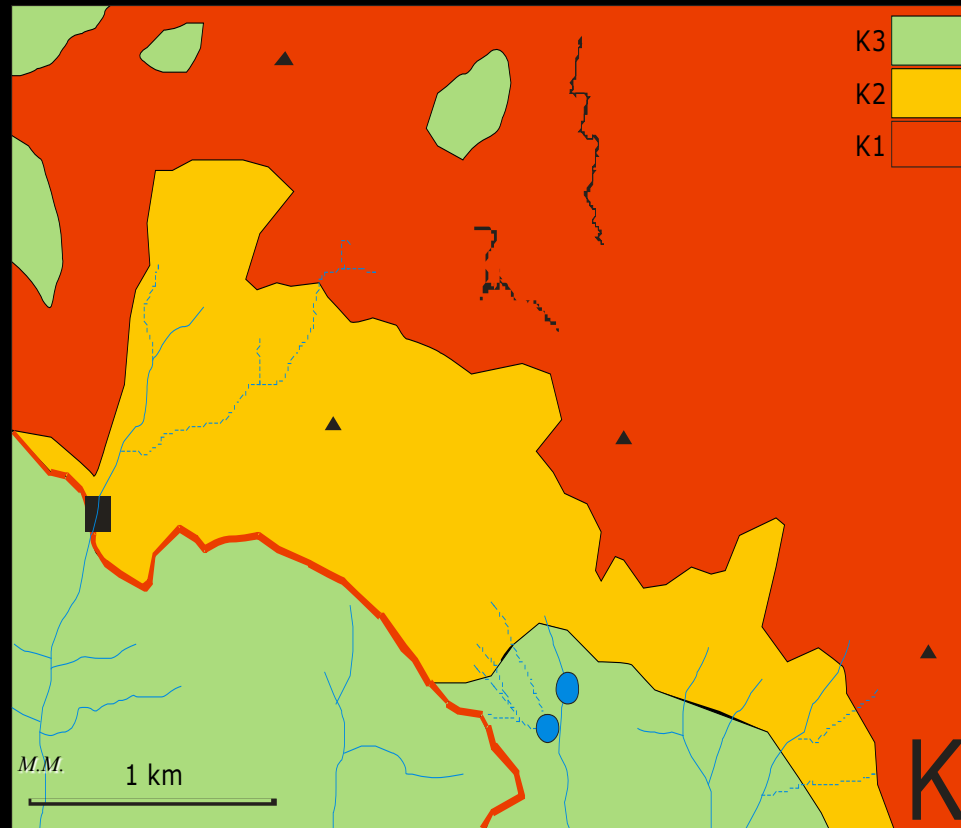
E carta dell'epicarso/morfologia
carsica
P carta della copertura di
protezione
I carta delle condizioni di
infiltrazione
K valutazione del reticolo carsico

Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP

il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO



E carta dell'epicarso/morfologia
carsica
P carta della copertura di
protezione
I carta delle condizioni di
infiltrazione
K **valutazione del reticolo carsico**

Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

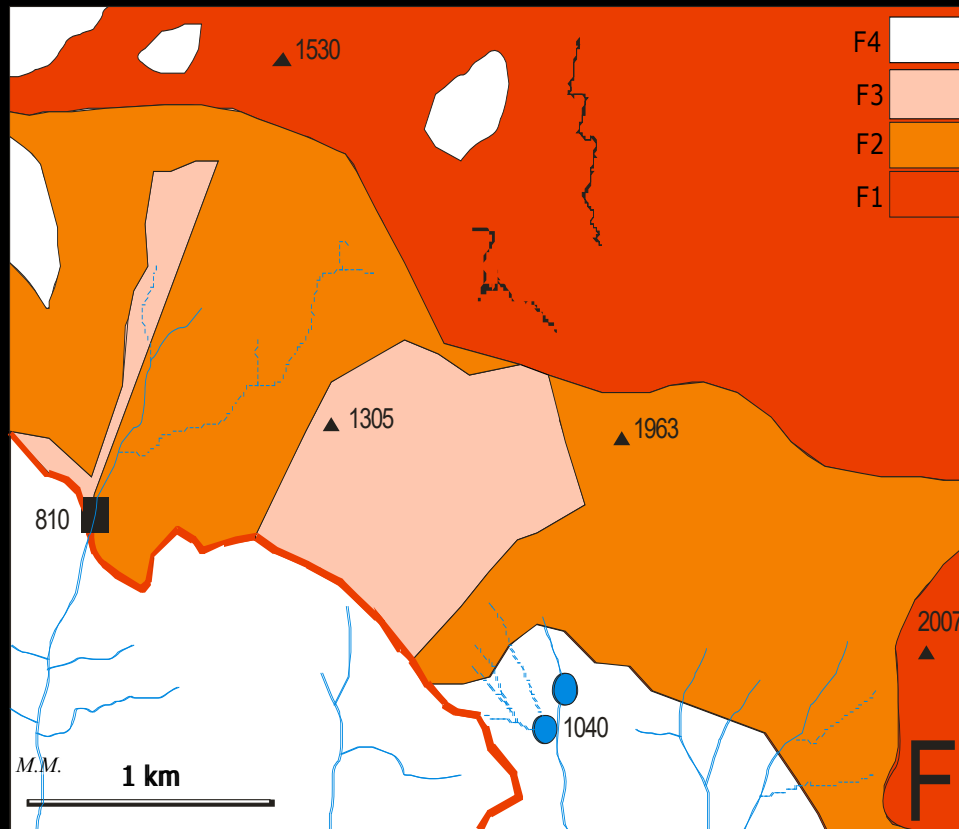
CARTA VULNERABILITÀ

Diversi metodi sono stati messi a punto per la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero carsico:
EPIK, PI, COP

il METODO EPIK
per l'acquifero
CARSICO

F calcolo del fattore di protezione

E carta dell'epicarso/morfologia
P carta della copertura di
protezione
I carta delle condizioni di
infiltrazione
K valutazione del reticolo carsico



Doerfliger N., Jeannin P.-Y., Zwahlen F. (1999). Water vulnerability assessment in karst environments: a new method of defining protection areas using a multi-attribute approach and GIS tools (EPIK method). Environmental Geology, 39, 2.

AREE DI SALVAGUARDIA - acquiferi CARSICI

zona di protezione

Delimitata dalla Regione. Limitazioni per insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali, zootecnici, ...

zona di rispetto

Raggio di 200 m, o area stabilita dalla Regione. Vincoli: è vietato l'uso di concimi e pesticidi, l'apertura di cave, un certo tipo di pascolo, ...

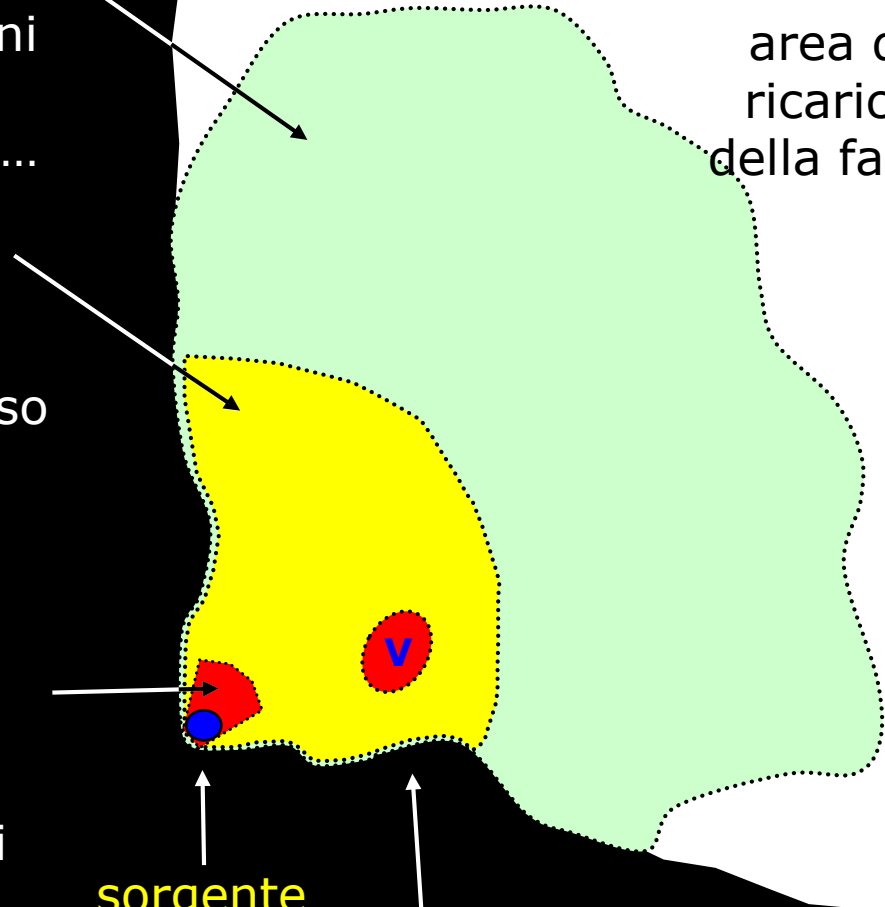
zona di tutela assoluta

Non si può accedere; estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione

sorgente captata

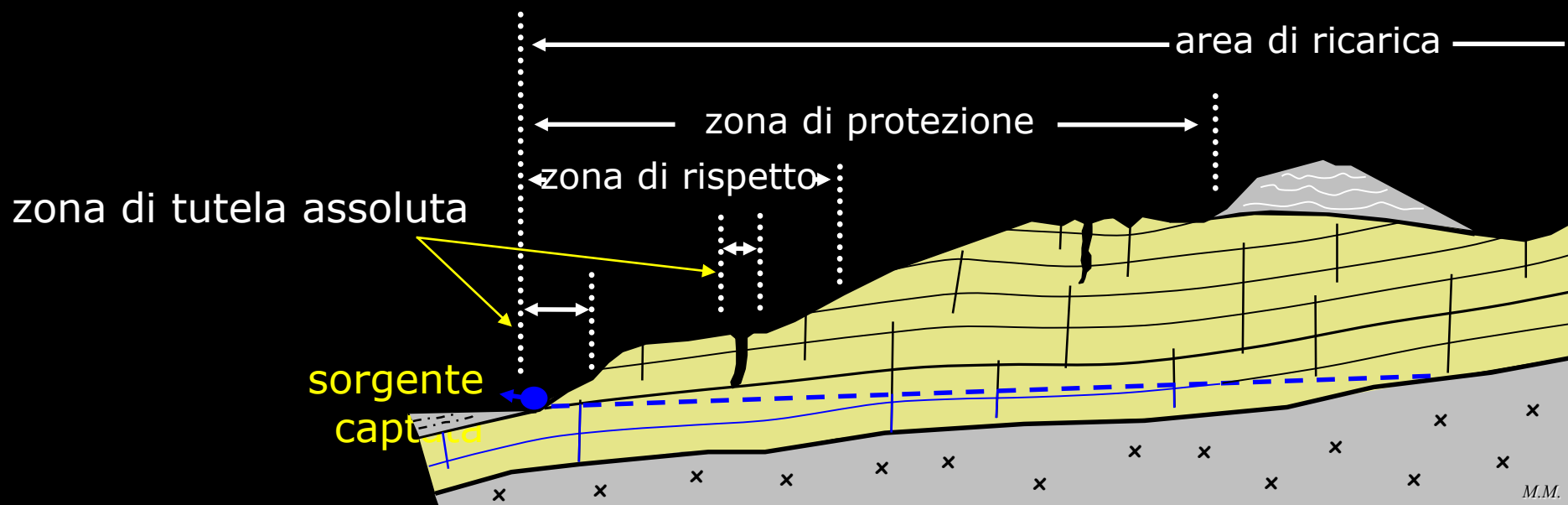
inghiottitoio

area di ricarica della falda

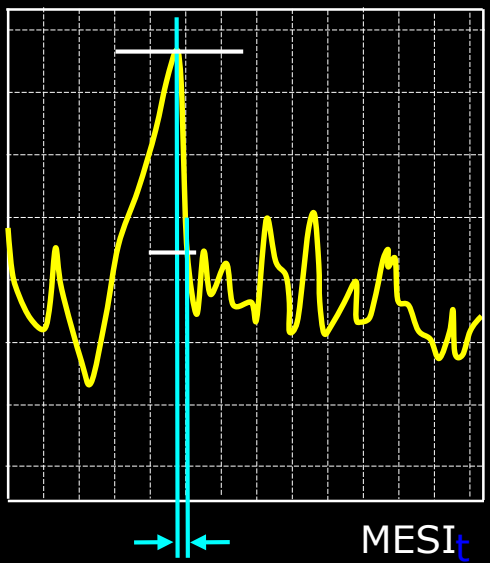


M.M.

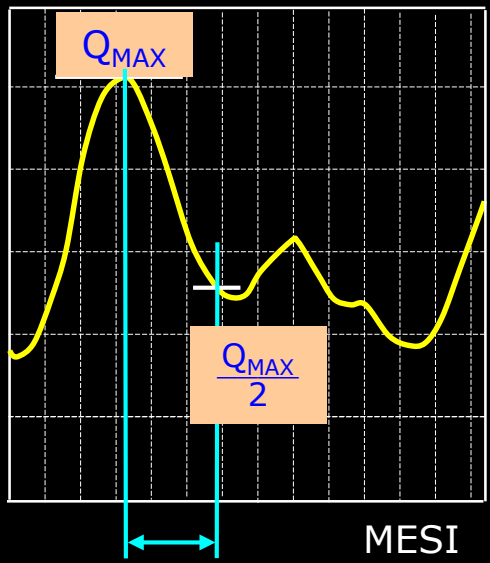
AREE DI SALVAGUARDIA - acquiferi CARSICI



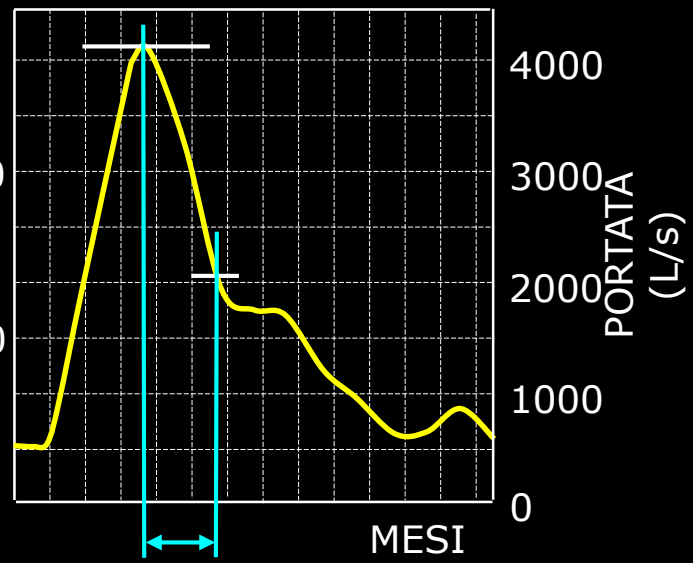
CURVE di RECESSIONE di SORGENTI CARSICHE



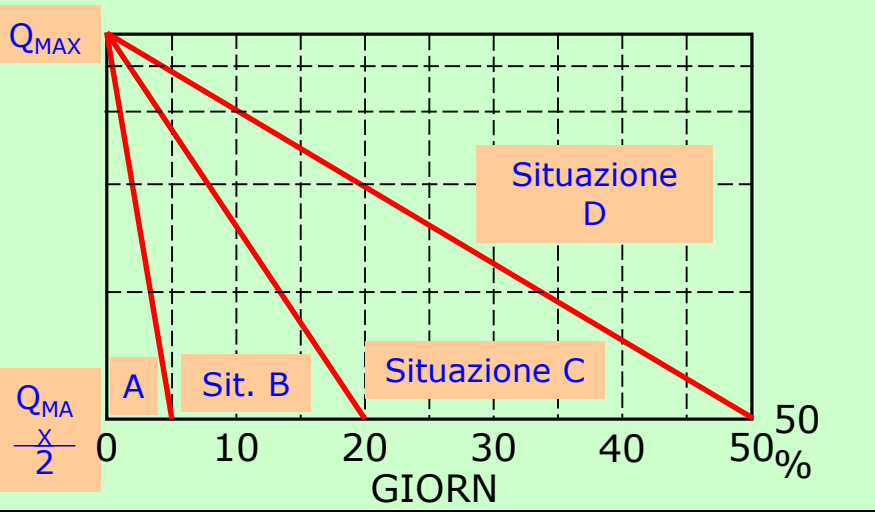
t=9 giorni



t=74 giorni



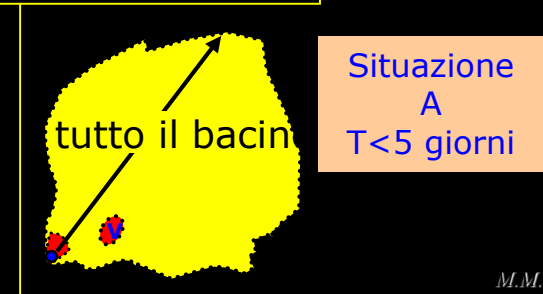
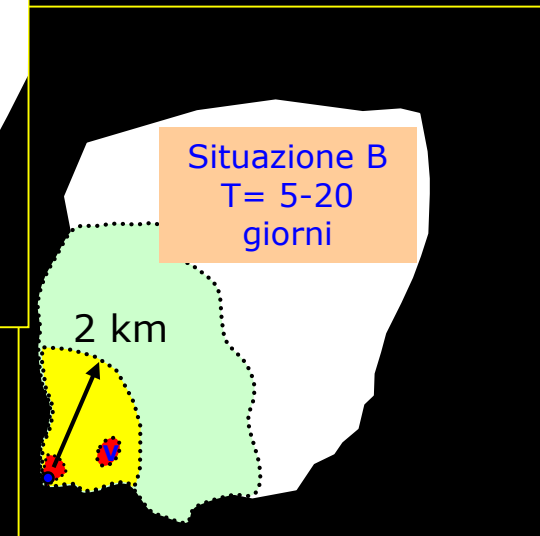
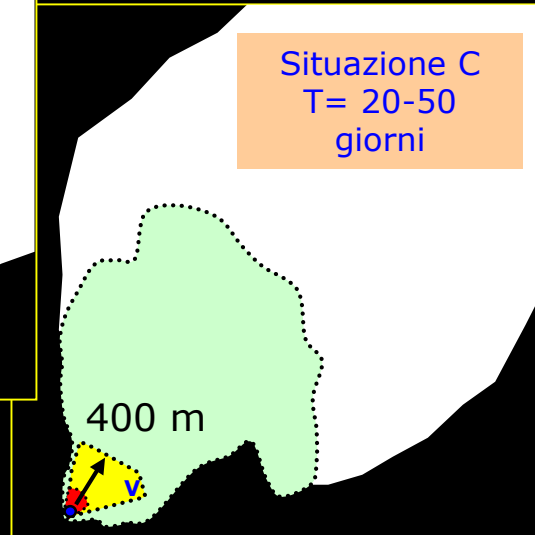
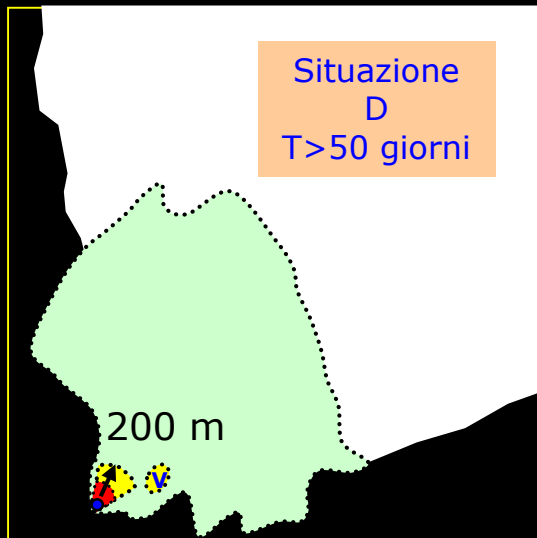
t=62 giorni



Il tempo di dimezzamento della portata massima nella curva di recessione da' una rappresentazione soddisfacente del tempo medio di svuotamento dei condotti che si trovano sopra la zona satura

Civita M. (2008). An improved method for delineating source protection zones for karst springs based on analysis of recession curve data. Hydrogeology Journal 16, p. 855-869

AREE DI SALVAGUARDIA - acquiferi CARSICI



Metodo MDHT di Civita (2008)

Dimensionamento del sistema di zone di protezione (tutela assoluta, rispetto, protezione) in funzione del tempo di dimezzamento della portata massima

M.M.

CAMBIAMENTI

CLIMATICI

quali saranno le conseguenze sulle acque carsiche?

Erosione del suolo, deforestazione, disastri naturali, biodiversità

Scenari di cambiamento climatico sono previsti dalla maggior parte della comunità scientifica

In alcune regioni della Terra l'impatto dei cambiamenti climatici sulle acque sotterranee carsiche potrebbe essere molto forte, mentre in altre regioni si potrebbero verificare effetti insignificanti o persino favorevoli



foto M.
Mecchia



RISANAMENTO DELL'ACQUIFERO CARSICO

“Se si considerano i lunghi tempi di ricambio delle acque di falda, le temperature basse che non favoriscono l'autodepurazione chimica e la minor presenza di flora batterica e materia organica, si deve concludere che l'inquinamento delle falde, anche per gli elevatissimi costi di risanamento, è un fenomeno pressoché irreversibile”

Agenzia Nazionale per la Protezione delle Acque (2001). Primo rapporto SINAnet sulle Acque.

“In developing a remediation approach, it is imperative ... to accept that some contaminants in some karst settings simply cannot be remediated”

Barner W., Uhlman K. (1995). Contaminant transport mechanisms in karst terrains and implications or remediation. In Beck (ed.). Karst GeoHazards, pp. 207-212. Balkema, Rotterdam.



PER SAPERNE DI

PTU'
SASOWSKY I.D., WICKS C.M.
(2000) - Groundwater flow and
contaminant transport in
carbonate aquifers. A.A.
Balkema, Rotterdam, 193 p.

VESPER D.J., LOOP C.M., WHITE
W.B. (2001) - Contaminant
transport in karst aquifers.
Theoretical and Applied
Karstology, 13-14, pp. 101-111.

VIGNA B. (2009) - I traccianti
artificiali. SSI, Progetto
Powerpoint 2009.



Centro Italiano di
Documentazione
Speleologica
Franco Anelli
www.cds.speleo.it

CREDITI

Questa lezione è stata preparata da Marco Mecchia

Per la parte fotografica si ringraziano i fotografi Francesco De Lorenzo, Stein-Erik Lauritzen, Giovanni Mecchia, Manuela Merlo, Maria Piro, Giuseppe Savino, Bartolomeo Vigna

I disegni sono stati preparati da Marco Mecchia con la collaborazione di Maria Cecilia Natalia

© **Società Speleologica Italiana**

Ogni parte di questa presentazione può essere riprodotta sotto la propria responsabilità, purché non si stravolgano i contenuti. Si prega di citare la fonte.