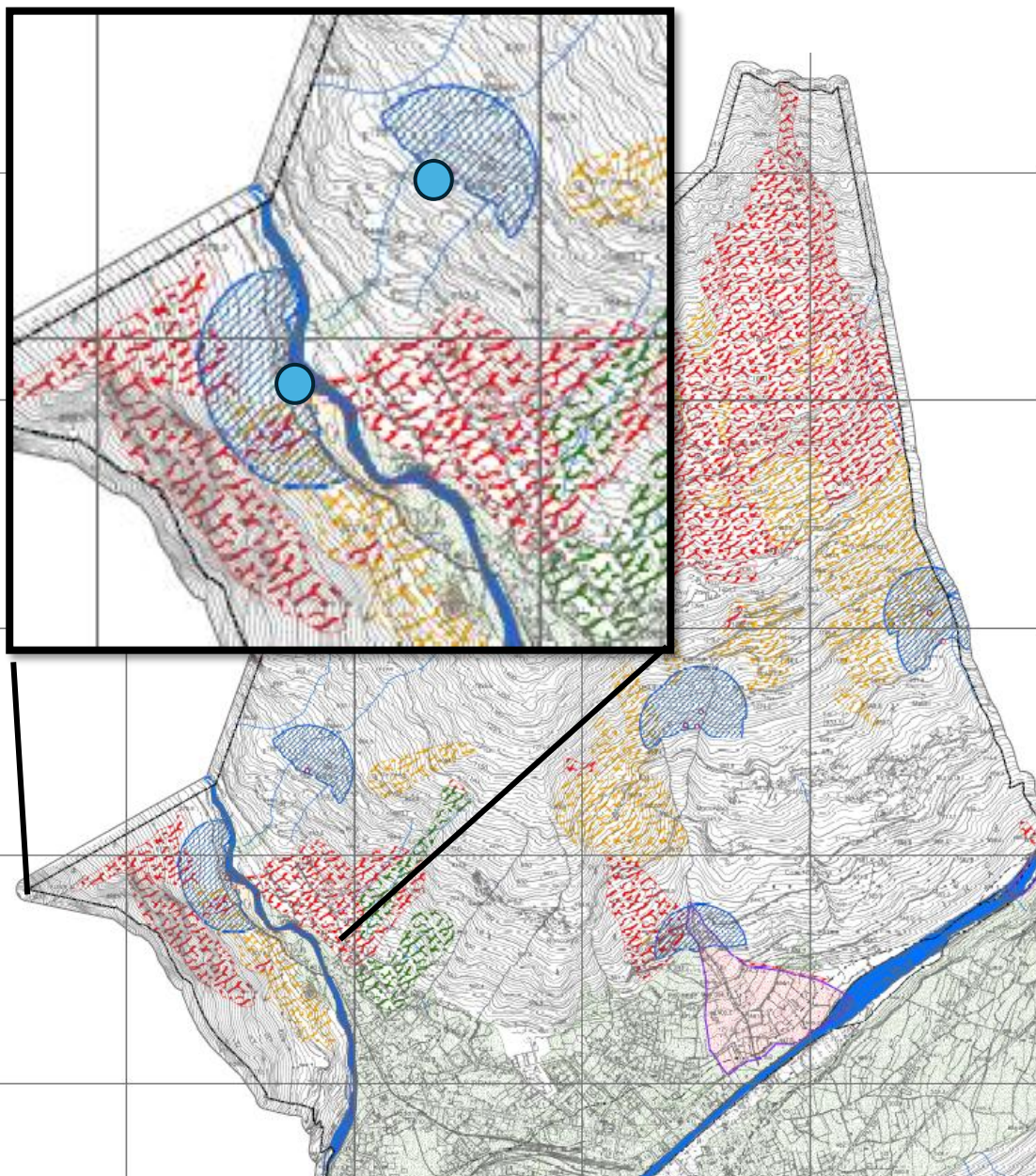


AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI
DI ACQUE DESTINATE AL CONSUMO UMANO
2 - SORGENTI

Giovanni Pietro Beretta

Trento, 28 settembre 2026

Aree di salvaguardia sorgenti (Città di Tirano (SO))



2.2 Sorgenti

I criteri si applicano sia per le sorgenti singole che per gruppi sorgentizi, indifferentemente dalla tipologia dell'opera di captazione.

La zona di tutela assoluta deve circondare la captazione con un'estensione di raggio non inferiore a 10 m; un'estensione minore può essere adottata qualora la situazione territoriale o l'assetto geomorfologico e strutturale non permettano di rispettare tale limite.

Ovunque possibile deve essere opportunamente recintata, prevedendo l'allontanamento delle acque meteoriche ed eventualmente l'impermeabilizzazione del terreno superficiale e la difesa da esondazioni di corpi idrici superficiali; vi possono essere insediate solo le installazioni relative alla captazione della sorgente e ad eventuali impianti di trattamento delle acque.

La zona di rispetto viene delimitata con uno dei seguenti criteri:

a) *Criterio geometrico*: la zona di rispetto è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

Tale criterio si adotta, sulla base delle risultanze dello studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale di cui al successivo punto 2.2.1:

— per le captazioni esistenti, nel caso non venga proposta una diversa delimitazione rispetto alla suddetta configurazione;

— per le nuove captazioni, qualora lo studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale di cui al successivo punto 2.2.1 non permetta di individuare il bacino di alimentazione della sorgente e quindi di applicare il criterio di cui alla lettera b) seguente;

b) *Criterio idrogeologico*: la zona di rispetto è costituita da una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata lateralmente dai limiti del bacino di alimentazione della sorgente. Nel caso non sia possibile individuare il bacino di alimentazione, per delimitare la zona di rispetto si adotterà il criterio geometrico di cui alla precedente lettera a).

Tale criterio si adotta, sulla base delle risultanze dello studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale di cui al successivo punto 2.2.1:

— per le nuove captazioni;

— per le captazioni esistenti, nel caso si intenda proporre una diversa delimitazione rispetto alla superficie definita con criterio geometrico.

Nel caso di captazioni interessanti più gruppi sorgentizi, la zona di rispetto sarà definita dall'involuppo delle zone di rispetto delle singole sorgenti.

La zona di protezione, corrispondente al bacino di alimentazione della sorgente, va individuata per le nuove captazioni, nonché per quelle esistenti ove si intenda proporre una delimitazione della zona di rispetto con criterio idrogeologico, sulla base dello studio idrogeologico, idrochimico ed ambientale di cui al successivo punto 2.2.1. Nel caso di captazioni rilevanti, per l'individuazione del bacino di alimentazione si dovrà prendere in considerazione, ove possibile, anche l'utilizzo di tecniche sperimentali, quali ad esempio l'uso di traccianti.

Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art. 9, punto 1, lett. f) del d.P.R. 24 maggio 1988, n. 236) - (Deliberazione della giunta regionale del 27 giugno 1996 - n. 6/15137)

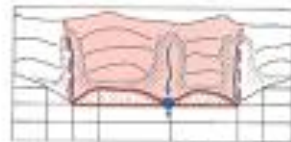
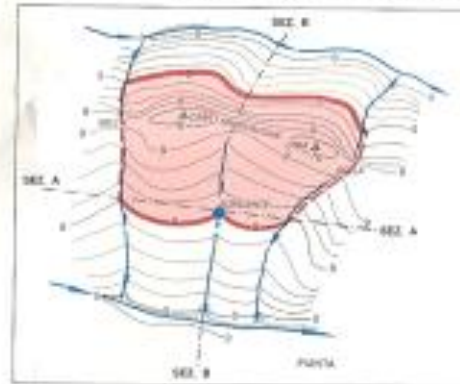
REGIONE LOMBARDIA

METODO ALTIMETRICO-MORFOLOGICO

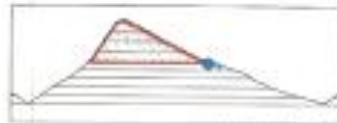
Borsari, Vandini, Zanni, Piacentini, 1994

METODO ALTIMETRICO-MORFOLOGICO PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE DI POSSIBILE ALIMENTAZIONE DELLE SORGENTI

Partenze del massiccio morfologico (altitudine) superiore alla quota della sorgente, con estensione laterale fino ai fossi (compresi) degli inghiottiti adiacenti il bacino idrografico ed estensione a valle e nel versante opposto fino a quota sorgente. In caso di più sorgenti si individuano successivamente curve di livello a conti d'acqua.

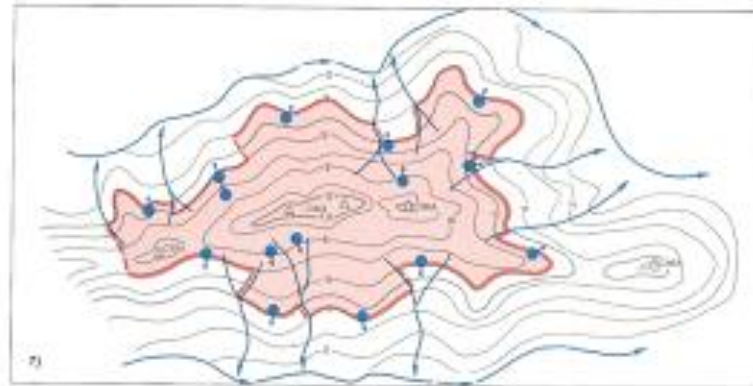
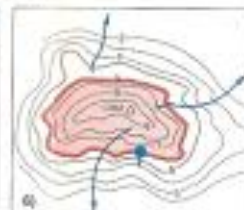
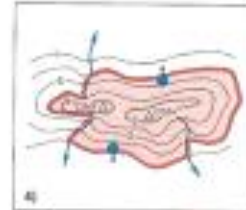
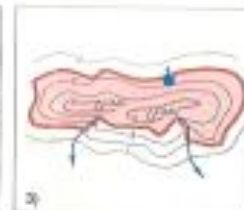
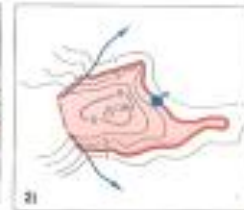


SEZ. SCHEMATICA A-A



SEZ. SCHEMATICA B-B

- 1) Due sorgenti sullo stesso versante a diversa quota d'acqua sul versante opposto.
- 2) Sorgente singola con corsi d'acqua divergenti su due versanti.
- 3) Sorgente singola con corsi d'acqua sul versante opposto.

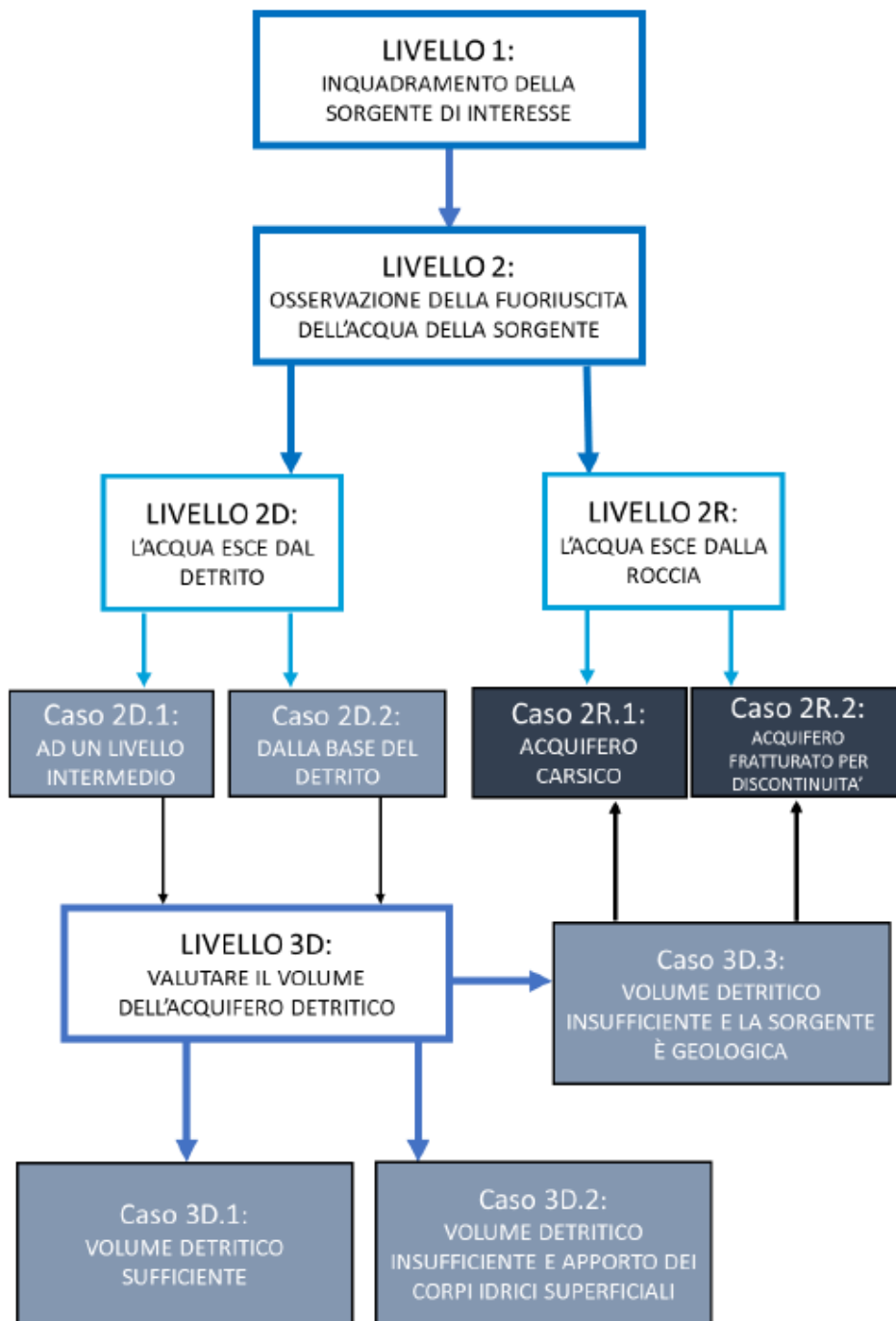


- 4) Due sorgenti su versanti opposti con corsi d'acqua sul loro versante.
- 5) Sorgente singola su dorsale delimitata da corsi d'acqua.
- 6) Sorgente isolata all'alto quota.
- 7) Caso di più sorgenti su dorsale.

AREE DI SALVAGUARDIA SORGENTI

Studio preliminare

Fase 1 – Individuazione del bacino di alimentazione di una sorgente



Inquadramento della sorgente di interesse

Attività/osservazioni	Dati da acquisire e utilizzare
Contestualizzare la sorgente nel territorio (versante, valle, impluvi vicini)	Posizione sorgente (quote, coordinate ed ubicazione su cartografia) Carta topografica di base Ortofoto, telerilevamento
Capire come varia la distribuzione dei punti/area di emersione in condizioni di magra e condizioni di piena. In caso non sia possibile osservare da dove emerge l'acqua, caratterizzare l'opera di presa e il suo intorno dal punto di vista geomorfologico	Sopralluogo in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa (schema tecnico dell'opera di presa e caratteristiche) Informazioni geomorfologiche Testimonianze
Se si conoscono altre sorgenti vicine, osservare se sono allineate lungo particolari superfici	Osservazioni in situ o da cartografia con indicazione dei contatti stratigrafici o tettonici tra diverse formazioni rocciose Individuazione di strati impermeabili

NOTA: in prima istanza, si può ipotizzare, come bacino di alimentazione preliminare, tutta l'area del crinale a quote superiori, delimitata lateralmente da impluvi (vedi Piacentini, 1992; Kreye, 1996).

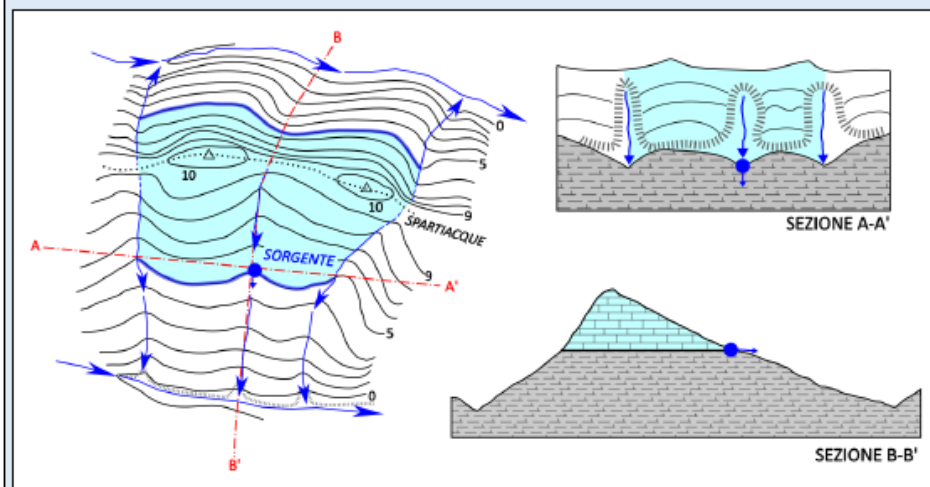


Figura 2: Metodo altimetrico-morfologico proposto da Piacentini per l'individuazione del bacino di alimentazione della sorgente (modificato da Piacentini, 1992). L'area colorata rappresenta il bacino di alimentazione riferito alla sorgente individuato a seguito dell'applicazione del metodo proposto da Piacentini. Le sezioni A-A' e B-B' rappresentano rispettivamente una vista frontale e una sezione trasversale della delimitazione del bacino di alimentazione che comprende, a partire dalla quota della sorgente (isoipsa evidenziata con linea blu in grassetto),

l'area a monte della stessa delimitata lateralmente dagli impluvi. La diversità di retinatura rappresenta una differenza litologica.

LIVELLO 2

Osservazione della fuoriuscita dell'acqua della sorgente

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Osservare se l'acqua della sorgente esce: - dal detrito (livello 2.D) - dalla roccia (livello 2.R)	Sopralluogo in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa Testimonianze

Livello 2.D

L'acqua della sorgente esce dal detrito

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Osservare se l'acqua esce: - da un livello intermedio (caso 2.D.1) - dalla base del detrito (caso 2.D.2)	Sopralluogo in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa Testimonianze

Caso 2.D.1

L'acqua esce dal detrito a un livello intermedio

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Identificare l'estensione del corpo detritico ubicato a monte rispetto all'emergenza sorgentizia	Carta topografica di base e cartografia tematica (lito-stratigrafica, geomorfologica, pedologica, assetto tettonico, idrogeologica) con adeguata scala di dettaglio Sezione geologica Individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo
Stimare il volume, la porosità e la permeabilità del corpo detritico ubicato a monte della sorgente Stimare la portata media della sorgente	Porosità e permeabilità del detrito (anche stimata) Caratterizzazione pedologica (tessitura e permeabilità, usi prevalenti del suolo) Portata di concessione massima Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della
	conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporale delle precipitazioni e delle temperature dell'aria da stazioni meteorologiche
NOTA: Il bacino di alimentazione interessa solo il corpo detritico. Si possono ipotizzare eventuali apporti alloctoni da idrografia superficiale se è disperdente nell'area detritica a monte.	
METODI SOGGETTIVI SUGGERITI: AVI, GOD, SINTACS METODI OGGETTIVI SUGGERITI: tempo di dimezzamento, VESPA, metodo cronologico	

Regione del Veneto

Allegato A al Decreto n. 339 del 06/10/2025

Caso 2.D.2

L'acqua esce dalla base del detrito

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Identificare l'estensione del corpo detritico ubicato a monte rispetto all'emergenza sorgentizia	Carta topografica di base e cartografia tematica (lito-stratigrafica, geomorfologica, pedologica, assetto tettonico, idrogeologica) con adeguata scala di dettaglio Sezione geologica Individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo
Stimare il volume, la porosità e la permeabilità del corpo detritico ubicato a monte della sorgente Stimare la portata media della sorgente	Porosità e permeabilità del detrito (anche stimata) caratterizzazione pedologica (tessitura e permeabilità, usi prevalenti del suolo) Portata di concessione massima Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporale delle precipitazioni e delle temperature dell'aria da stazioni meteorologiche
NOTA: Il bacino di alimentazione interessa solo il corpo detritico. Si possono ipotizzare eventuali apporti alloctoni da idrografia superficiale se è disperdente nell'area detritica.	
METODI SOGGETTIVI SUGGERITI: AVI, GOD, SINTACS METODI OGGETTIVI SUGGERITI: tempo di dimezzamento, VESPA, metodo cronologico	

LIVELLO 3.D

Valutazione del volume dell'acquifero detritico

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Valutare se il volume dell'acquifero detritico calcolato sia sufficiente per contenere tutta l'acqua in uscita. Se non è sufficiente, andare al caso 3.D.2 o 3.D.3	Modello concettuale di circolazione idrica dell'acquifero poroso che correli le precipitazioni alle portate con rappresentazione in carta ed in sezione con adeguata scala di dettaglio Descrizione delle modalità di alimentazione Individuazione di eventuali aree di infiltrazione preferenziale

Caso 3.D.3

Il volume dell'acquifero detritico calcolato è insufficiente per contenere tutta l'acqua in uscita e la sorgente è geologica

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Valutare il tipo di roccia (carsificabile o no) in prossimità del corpo detritico. • Roccia carsificabile: caso 2.R.1 • Roccia non carsificabile: caso 2.R.2	Osservazioni in situ Carta lito-stratigrafica Carta tettonica o carta dei lineamenti

Regione del Veneto
Allegato A al Decreto n. 339 del 06/10/2025

Caso 3.D.1

Il volume dell'acquifero detritico calcolato è sufficiente per contenere tutta l'acqua in uscita

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Non vi sono ulteriori attività/osservazioni da effettuare	
METODI SOGGETTIVI SUGGERITI: AVI, GOD, SINTACS METODI OGGETTIVI SUGGERITI: tempo di dimezzamento, VESPA, metodo cronologico	

Caso 3.D.2

Il volume dell'acquifero detritico calcolato è insufficiente per contenere tutta l'acqua in uscita e vi sono apporti dei corpi idrici superficiali

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Valutare se la sorgente è geologica, ovvero se il serbatoio in detrito viene alimentato in maggior parte da un acquifero in roccia che emerge al di sotto del corpo detritico stesso. Se la sorgente è geologica, si faccia riferimento al caso 3.D.3. In alternativa, la sorgente potrebbe venire alimentata in maniera rilevante dalla dispersione nel detrito di qualche corso d'acqua superficiale.	Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporali delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Idrografia e regime idrologico dei corsi d'acqua superficiali
Valutare le variazioni di portata/livello, conducibilità e temperatura Confrontare l'idrogramma della sorgente e dei corsi d'acqua superficiali potenzialmente disperdenti nell'area detritica a monte con i dati relativi alle precipitazioni	Idrogramma e chemiogramma di confronto sorgente-corso d'acqua superficiale o portate differenziali del corso d'acqua superficiale Serie temporali delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Bilancio idrico Stima dell'area minima del bacino di alimentazione
NOTA: Se il bilancio idrico e le evidenze dei dati indicano che vi è un apporto dall'idrografia superficiale, includere nel bacino di alimentazione anche il bacino idrografico dell'asta disperdente.	
METODI SOGGETTIVI SUGGERITI: AVI, GOD, SINTACS METODI OGGETTIVI SUGGERITI: tempo di dimezzamento, VESPA, metodo cronologico	

Livello 2.R

L'acqua della sorgente esce dalla roccia

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Osservare se l'acqua esce da: • cavità in rocce carsificabili (caso 2.R.1) • discontinuità in rocce poco o per nulla carsificabili (caso 2.R.2)	Sopralluogo in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa Testimonianze

Acquifero carsico (approccio idrogeologico carsico)

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Valutare in via preliminare le caratteristiche della sorgente	Sopralluogo in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa Testimonianze Studi speleologici
Verificare la presenza di punti di emergenza idrica effimeri e la presenza di grotte appena a monte che si possono attivare in condizioni di piena (sorgenti sospese, di troppo pieno)	Osservazioni in situ Catasto delle grotte Testimonianze Studi speleologici
Identificare e caratterizzare l'acquifero carsico che alimenta la sorgente in esame	Carta topografica di base e cartografia tematica (lito-stratigrafica, geomorfologica, pedologica, assetto tettonico, idrogeologica) con adeguata scala di dettaglio Sezione geologica Individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo mediante l'identificazione dei limiti litologici dell'acquifero carsificabile e dei limiti strutturali
Valutare i livelli di piena e i tempi di risposta del sistema in funzione delle precipitazioni (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare la velocità di drenaggio (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare le litologie coinvolte ed attraversate dal flusso idrico sotterraneo	Osservazioni in situ Evidenze e/o indizi dei segni del livello raggiunto dall'acqua Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporale delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Portata massima di concessione Valutazione della presenza di frammenti vegetali nel caso di punti di assorbimento vicini e superficiali Valutazione della torbidità e del sedimento alla sorgente

Verificare la presenza di punti di emergenza idrica effimeri e la presenza di grotte appena a monte che si possono attivare in condizioni di piena (sorgenti sospese, di troppo pieno)	Osservazioni in situ Catasto delle grotte Testimonianze Studi speleologici
Identificare e caratterizzare l'acquifero carsico che alimenta la sorgente in esame	Carta topografica di base e cartografia tematica (lito-stratigrafica, geomorfologica, pedologica, assetto tettonico, idrogeologica) con adeguata scala di dettaglio Sezione geologica Individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo mediante l'identificazione dei limiti litologici dell'acquifero carsificabile e dei limiti strutturali
Valutare i livelli di piena e i tempi di risposta del sistema in funzione delle precipitazioni (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare la velocità di drenaggio (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare le litologie coinvolte ed attraversate dal flusso idrico sotterraneo	Osservazioni in situ Evidenze e/o indizi dei segni del livello raggiunto dall'acqua Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporale delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Portata massima di concessione Valutazione della presenza di frammenti vegetali nel caso di punti di assorbimento vicini e superficiali Valutazione della torbidità e del sedimento alla sorgente
Analizzare l'idrogramma - chemiogramma e definire il tipo di flusso sotterraneo (dreno dominante, a dreni interconnessi, circolazione dispersiva)	Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, torbidità, temperatura, conducibilità elettrica per almeno 1 anno idrologico Dati delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche
Individuare le direzioni preferenziali delle strutture geologiche	Analisi geologico-strutturale (orientamento faglie e giaciture) su aree sempre più estese all'aumentare del valore medio e massimo della portata totale della sorgente (valutazione riferita almeno in relazione all'estensione del bacino di alimentazione)
Individuare eventuali connessioni idrogeologiche e zone preferenziali di infiltrazione ubicate a monte della sorgente	Analisi idrochimiche Prove di tracciamento Correlazione dei parametri misurati in continuo e dati chimici

Caso 2.R.2

Acquifero fratturato per discontinuità (approccio idrogeologico strutturale)

Attività/osservazioni	Dati da acquisire ed utilizzare
Valutare in via preliminare la tipologia di discontinuità da cui esce l'acqua (giunti di strato, fratture, faglie)	Osservazioni in situ Documentazioni progettuali e/o fotografiche dell'opera di presa Testimonianze
Individuare le unità idrogeologiche (oppure individuare e caratterizzare l'acquifero che alimenta la sorgente in esame)	Carta topografica di base Carta lito-stratigrafica, idrogeologica, geomorfologica con adeguata scala di dettaglio Analisi geologico-strutturale (orientamento faglie e giaciture) Caratterizzazione pedologica (tessitura e permeabilità, usi prevalenti del suolo) Sezione geologica Individuazione dei limiti del flusso idrico sotterraneo

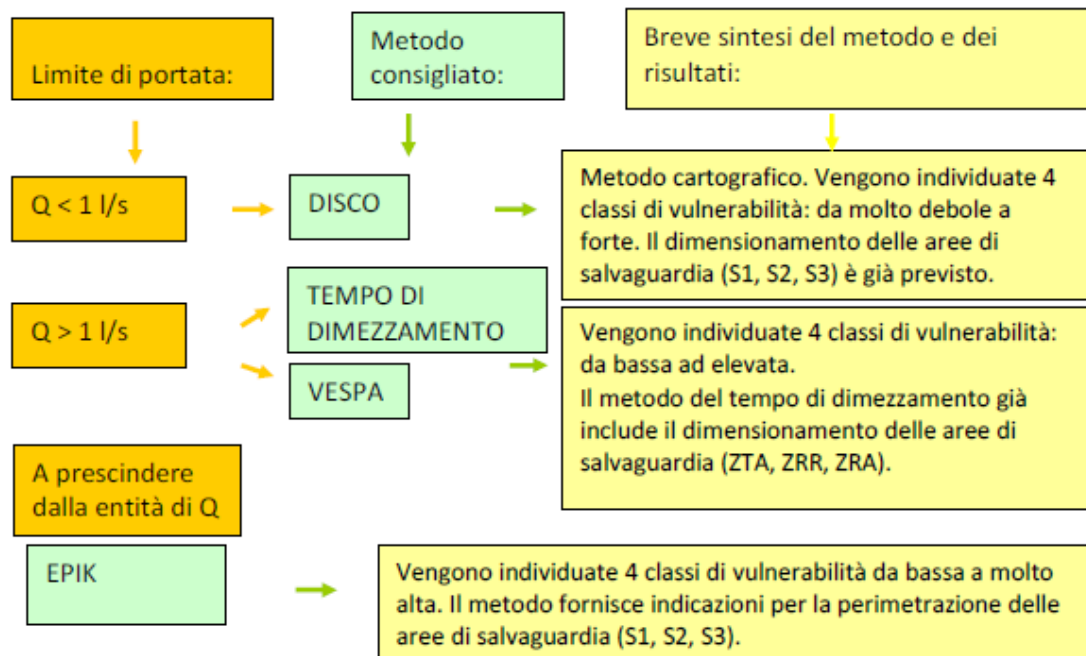
Valutare i livelli di piena e i tempi di risposta del sistema in funzione delle precipitazioni (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare la velocità di drenaggio (curva di riempimento e curva di svuotamento) Valutare le litologie coinvolte ed attraversate dal flusso idrico sotterraneo	Osservazioni in situ Evidenze e/o indizi dei segni del livello raggiunto dall'acqua Misure di livello/portata totale, torbidità, temperatura e conducibilità elettrica dell'acqua da svolgersi per almeno 1 anno idrologico, con una frequenza adeguata alla caratterizzazione della sorgente in modo da rappresentare tutte le condizioni idrodinamiche della stessa Monitoraggio in continuo del livello/portata totale, della torbidità, delle variazioni di temperatura e della conducibilità elettrica dell'acqua misurate per almeno 1 anno idrologico Serie temporale delle precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Portata massima di concessione Valutazione della presenza di frammenti vegetali nel caso di punti di assorbimento vicini e superficiali Valutazione della torbidità e del sedimento alla sorgente
Individuare eventuali direzioni preferenziali delle strutture geologiche	Analisi geologico-strutturale (orientamento faglie e giaciture) su aree sempre più estese all'aumentare del valore medio e massimo della portata totale della sorgente (valutazione riferita almeno in relazione all'estensione del bacino di alimentazione)
Individuare eventuali connessioni idrogeologiche e zone preferenziali di infiltrazione ubicate a monte della sorgente	Analisi idrochimiche Prove di tracciamento Correlazione dei parametri misurati in continuo e dati chimici Individuazione e rappresentazione cartografica della presenza aree di infiltrazione preferenziale
Valutare la quota di ricarica	Accumuli nivali Campionamenti e analisi isotopiche
Valutare l'eventuale apporto dei corsi d'acqua superficiali	Idrografia e regime idrologico dei corsi d'acqua superficiali Idrogramma e chemiogramma di confronto tra sorgente e corso d'acqua superficiale
Stimare e rappresentare in mappa l'area del bacino di alimentazione a seguito del calcolo del bilancio idrico Area minima bacino di alimentazione	Volume defluito o portata media Monitoraggio portata derivata Serie annue di precipitazioni e temperature dell'aria da stazioni meteorologiche Evapotraspirazione Ruscellamento Bilancio idrico Modello concettuale di circolazione idrica dell'acquifero con rappresentazione su carta e in sezione

NOTA: Oltre alla perimetrazione del bacino di alimentazione, mappare la distribuzione superficiale e nel sottosuolo degli acquiferi, le direzioni delle fratture/faglie e la giacitura generale.

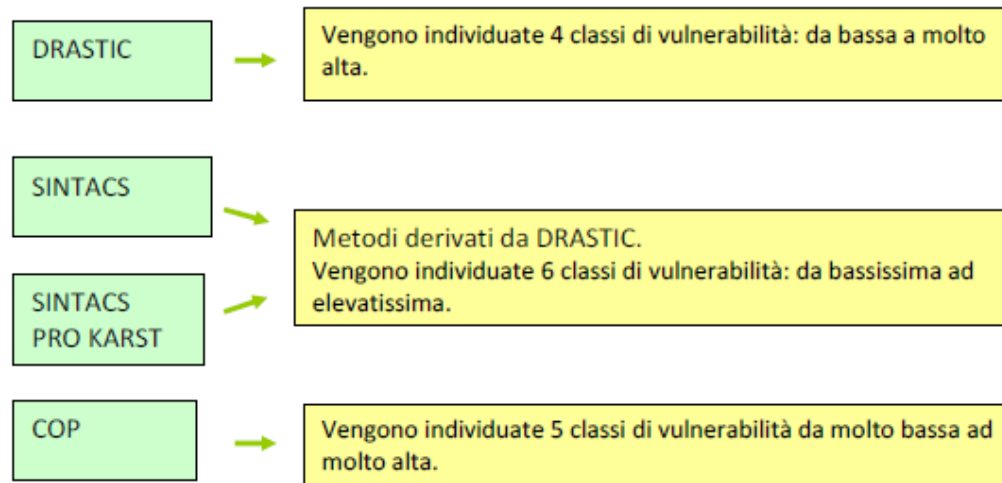
METODI SOGGETTIV SUGGERITI: DISCO, SINTACS, DRASTIC, (GOD)
METODI OGGETTIVI SUGGERITI: VESPA

Regione del Veneto

Allegato A al Decreto n. 339 del 06/10/2025



Altri metodi per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi si basano sulla redazione di **carte della vulnerabilità**.
Non comprendono la definizione delle aree di salvaguardia: il dimensionamento viene effettuato attraverso **tabelle di confronto e/o metodi di calcolo o giudizio esperto**.



METODI PROPOSTI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE EMERGENZE SORGENTIZIE

Regione del Veneto
Piano di Tutela delle Acque
Art. 15 (Aree di Salvaguardia)

ALLEGATO A2 DGR nr. 1621 del 05 novembre 2019
CRITERIO IDROGEOLOGICO
Metodi per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti

METODOLOGIE PROPOSTE DI VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA DI ACQUIFERO CHE ALIMENTA LA SORGENTE

Metodologie	Tipologia dell'acquifero		
	Acquifero Poroso (in detrito)	Acquifero Carsico	Acquifero Fratturato
Metodi Soggettivi o Parametrici	AVI GOD SINTACS	COP EPIK SINTACS ProKarst DRASTIC Approccio Sloveno/COP+K (DISCO**)	DISCO SINTACS DRASTIC* (GOD**)
Metodi Oggettivi	Tempo di dimezzamento VESPA Metodo cronologico	Tempo di dimezzamento VESPA	VESPA

*DRASTIC modificato per acquiferi fratturati (considerazione di un parametro per caratterizzare la presenza di fratture)

**I metodi indicati tra parentesi sono quelli considerati meno adatti per l'acquifero considerato; possono essere comunque utilizzati qualora i precedenti non siano di fatto applicabili, motivandone adeguatamente la scelta

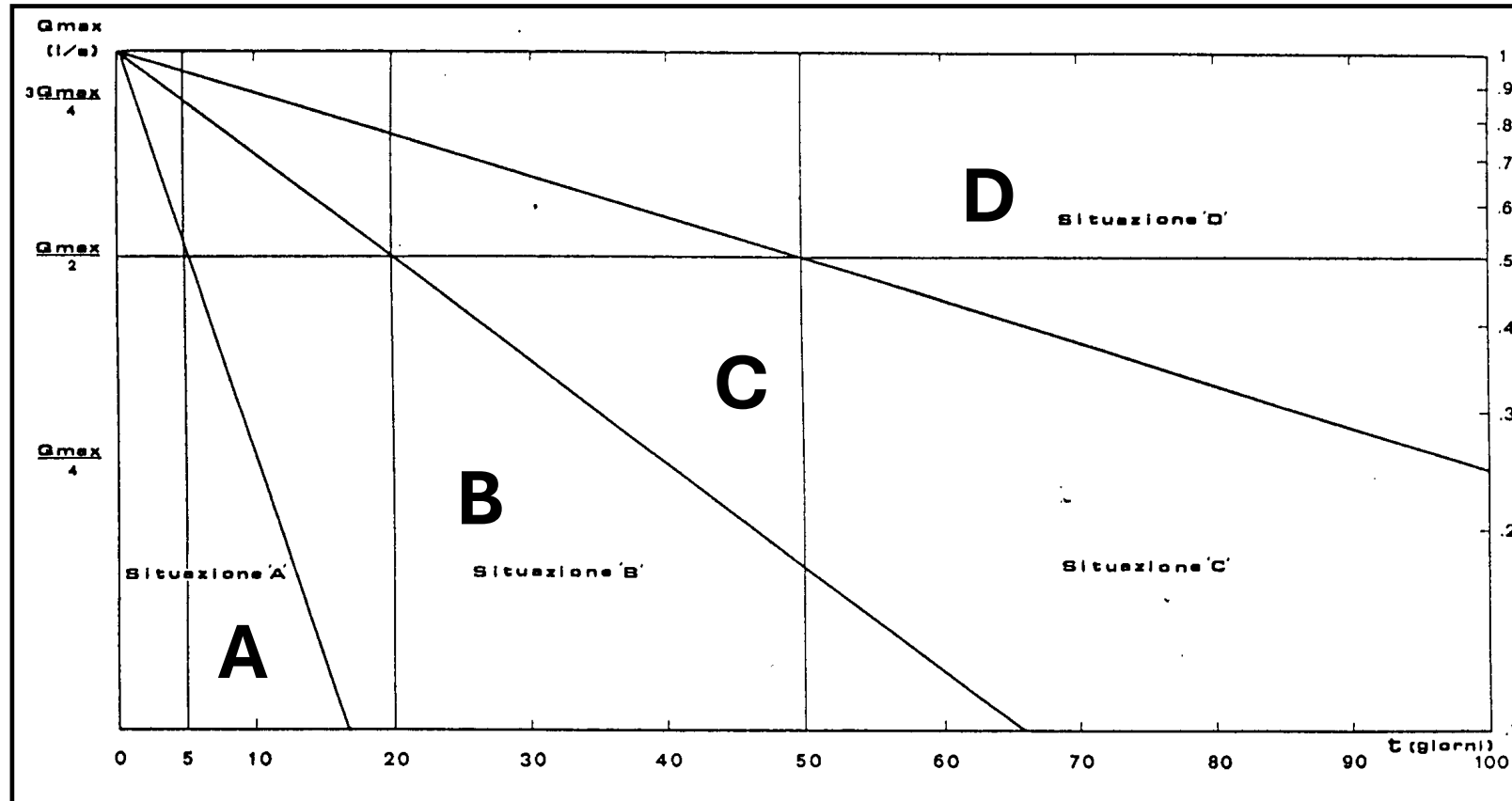
“Si precisa che i CRITERI ed i METODI proposti sono di carattere generale e non devono essere interpretati come obbligatori; possono essere pertanto motivatamente sostituiti con altri di eguale (o maggiore) precisione e affidabilità. Qualora un Consiglio di Bacino ritenesse che per la determinazione delle AREE DI SALVAGUARDIA fosse necessario l'uso di un criterio o di un metodo diverso da quelli proposti e disponesse di tutti i dati ritenuti necessari conducendo uno studio più approfondito, può essere autorizzato a farlo, previo giustificato motivo ed in accordo con gli enti competenti. Inoltre, se tale Ente (Consiglio di Bacino) riscontrasse delle situazioni particolari e diverse da quelle descritte ha la possibilità di proporre il metodo di delimitazione delle aree ritenuto più appropriato, affinché venga garantita la salvaguardia ottimale della risorsa idrica, previa verifica preliminare da parte degli enti competenti”.¹

Regione del Veneto
Allegato A al Decreto n. 339 del 06/10/2025

Metodo Civita M., 1988

Tempo di dimezzamento della portata, velocità di flusso

(giorni, m/s)



- situazione A: $< 5, > 10^{-2}$
- situazione B : $5 \div 20, 10^{-3} - 10^{-2}$
- situazione C : $20 \div 50, 10^{-4} - 10^{-3}$
- situazione D : $< 50, < 10^{-4}$

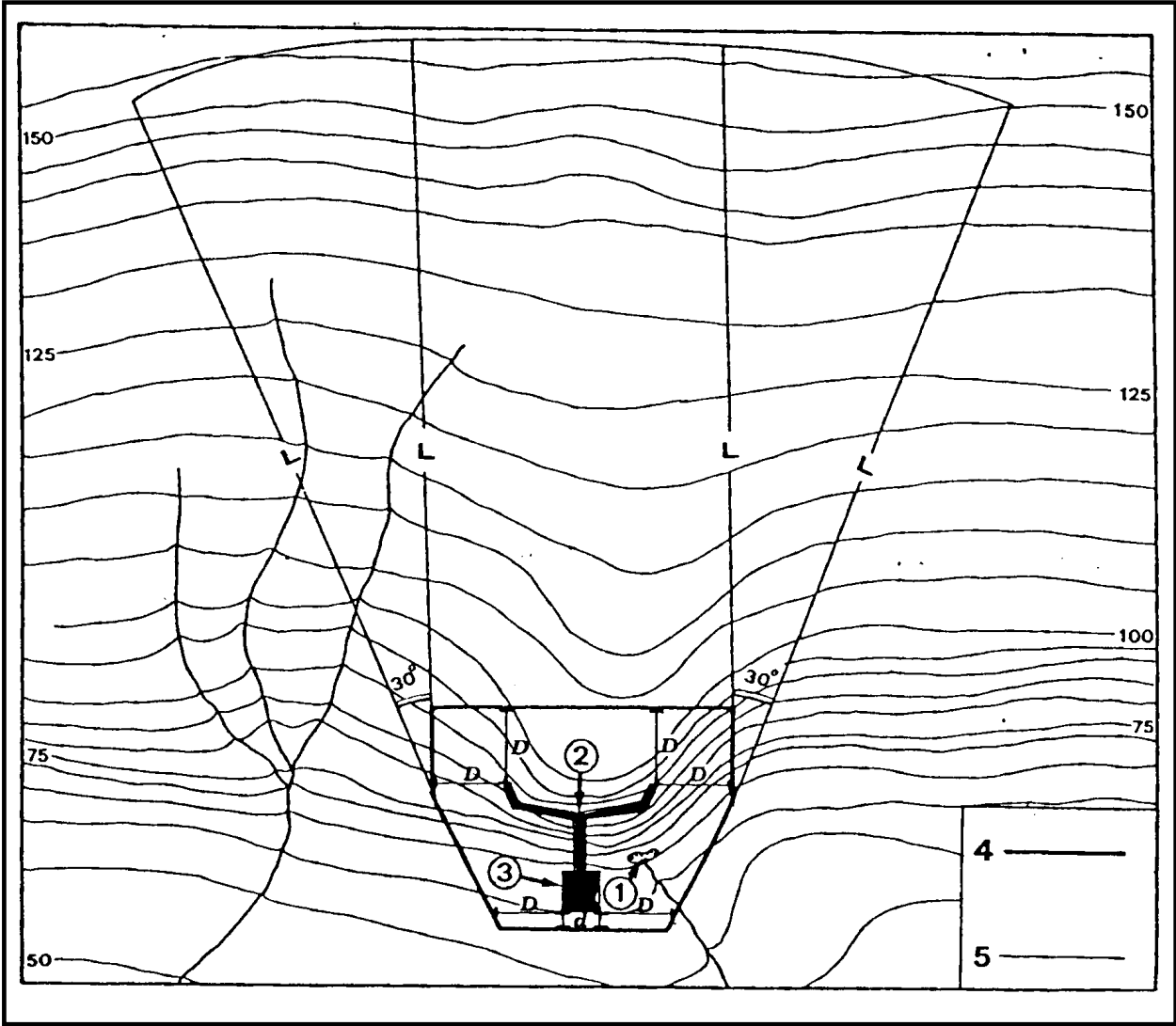
Valori indicativi di D e d per il dimensionamento della **zona di tutela assoluta** di una sorgente nelle diverse situazioni di vulnerabilità

Tipo di opera	Situazione	Soggiacenza (m)	D (m)	d (m)
Alla sorgente	A	Nulla	40	10
	B	Nulla	30	5
	C	Nulla	20	5
	D	Nulla	10	2
In acquifero	A	>20	30	5
	B	>20	20	4
	C	>20	15	3
	D	>20	10	2

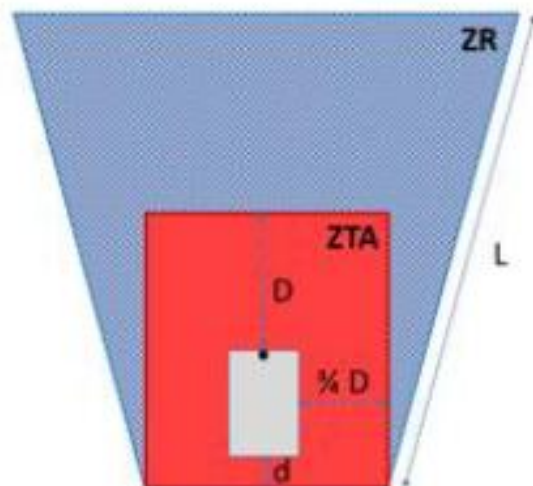
Dimensionamento della **zona di rispetto** nelle diverse situazioni di vulnerabilità identificate

Situazione	Estensione a monte (m)	Note
A	Tutta l'area di alimentazione	Efficacia limitata
B	Tutta l'area di alimentazione	Riducibile a 2000 m in caso di acquifero protetto in superficie
C	L = 400	
D	L = 200	

Schematizzazione dell'estensione delle aree di salvaguardia di una sorgente (4-limiti della zona di tutela assoluta, 5-limiti della zona di rispetto)



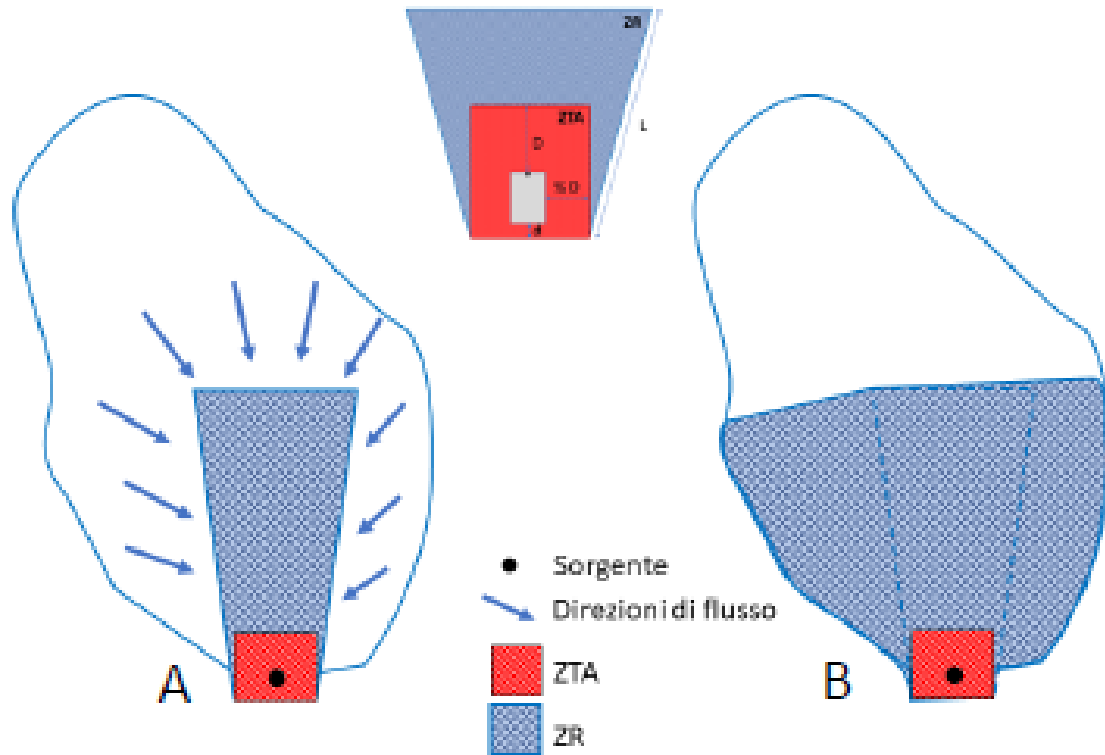
Delimitazione della Zona di Tutela Assoluta (ZTA) e della Zona di Rispetto (ZR) per le sorgenti



Classe di vulnerabilità intrinseca unificata	Estensione verso monte "D" (m) della ZTA	Estensione verso valle "d" (m) della ZTA	Estensione laterale "3/4 D" (m) della ZTA	Estensione a monte "L" (m) della ZR
<i>Bassa</i>	10	2(10*)	7.5 (10*)	200
<i>Media</i>	20	5 (10*)	15	400
<i>Alta</i>	30	5 (10*)	22.5	2000
<i>Elevata</i>	40	10	30	Intero Bacino di alimentazione

(* la ZTA viene delimitata ad una distanza di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, così come stabilito nell'art. 94, comma 3 del D. Lgs. n. 152/2006)

Delimitazione della ZTA e della ZR

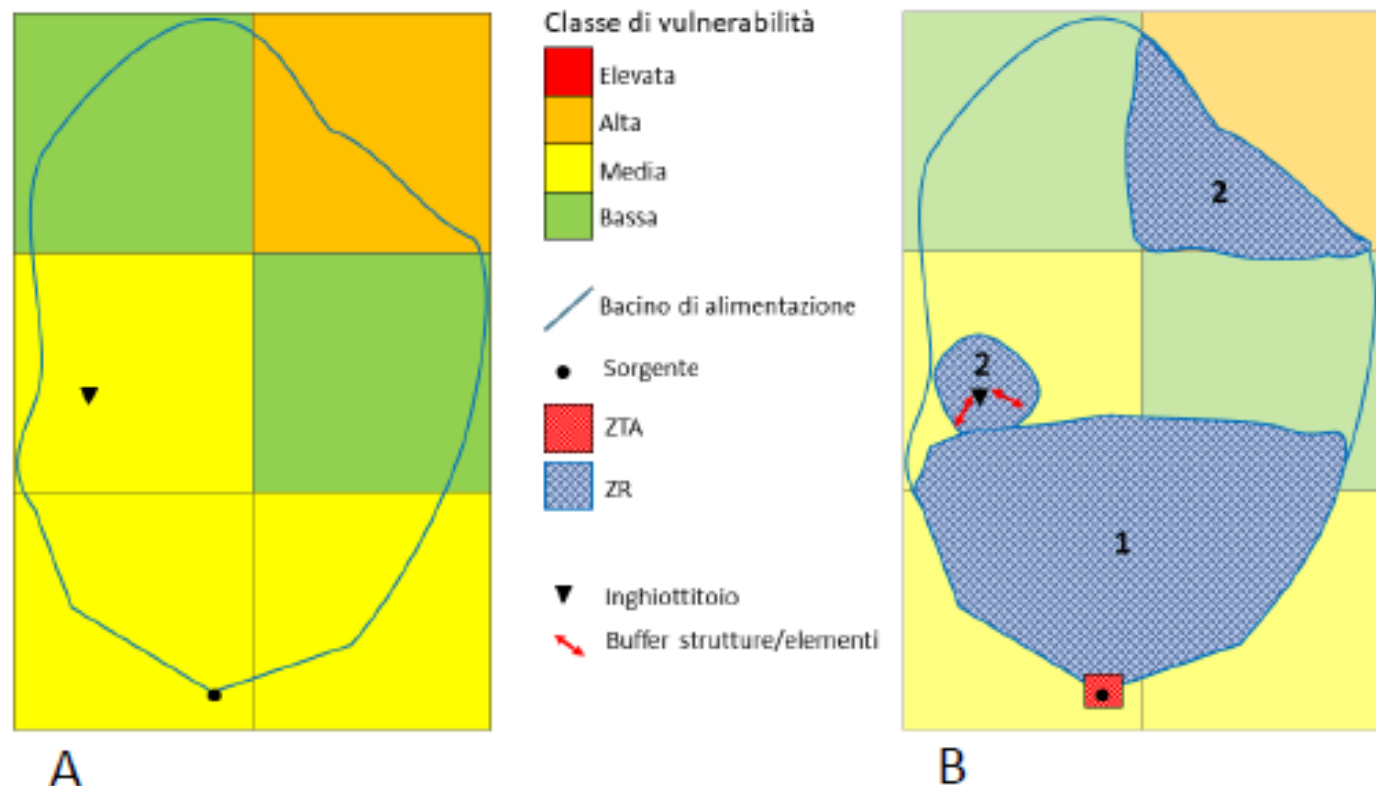


A: Perimetrazione della ZR (in azzurro) individuata mediante la rappresentazione del “trapezoide rovesciato”: le frecce indicano le direzioni di flusso delle acque sotterranee.

B: Perimetrazione della ZR (azzurro) i cui limiti laterali coincidono con i limiti del bacino di alimentazione

Esempio di perimetrazione delle aree di salvaguardia

(a seguito dell'individuazione del bacino di alimentazione e dell'applicazione di un metodo parametrico con il metodo SINTACS)



A: Mappa di vulnerabilità intrinseca dove la sorgente ricade nella classe di vulnerabilità Media.

B: La ZR 1 rappresenta l'area di salvaguardia individuata con i parametri corrispondenti alla classe di vulnerabilità media. A seguito di specifiche ulteriori valutazioni effettuate, sono state inglobate nella ZR anche le zone caratterizzate da vulnerabilità alta-elevata e zone in cui sono presenti elementi geomorfologici in rapido collegamento con la sorgente (ZR 2).

Metodo VESPA

Vulnerability Estimation for Spring Protection Area

propedeutico all'applicazione del metodo Civita

Portata Q - La portata è un indicatore delle modalità di alimentazione della sorgente, sia come entità dell'emergenza d'acqua che dei tempi di ritardo rispetto ad apporti meteorici liquidi e solidi.

Temperatura T - La temperatura esprime le Interazioni roccia-acqua in quanto lo scambio termico tra matrice solida (bassa conduttività termica) e quella liquida (elevata conduttività termica) condizionano la temperatura finale.

Conducibilità elettrolitica σ - Questo parametro è legato al grado di mineralizzazione dell'acqua e quindi alla quantità di soluti presenti quali bicarbonati, cloruri, Calcio, Magnesio, etc..e alla loro provenienza

**Monitoraggio
di almeno 1 anno**

indice VESPA V

$$V = c(\rho) \beta \gamma$$

$c(\rho)$ = schema idrologico del tipo di funzionamento della sorgente: sostituzione, pistonaggio, omogeneizzazione

β = indice di variabilità temperatura

γ = indice variabilità portata

1.Tipo di funzionamento della sorgente

$$c(\rho) = [u(-\rho) + \alpha u(\rho)]|\rho|$$

ρ = coefficiente di correlazione tra portata e conducibilità elettrolitica

$\rho = 1$ per correlazione positiva (pistonaggio)

$\rho = -1$ per correlazione negativa (sostituzione)

$\rho = 0$ per nessuna correlazione (circa nullo)

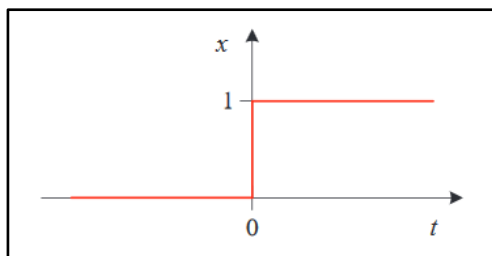
In cui

$t_0 = 1$ anno

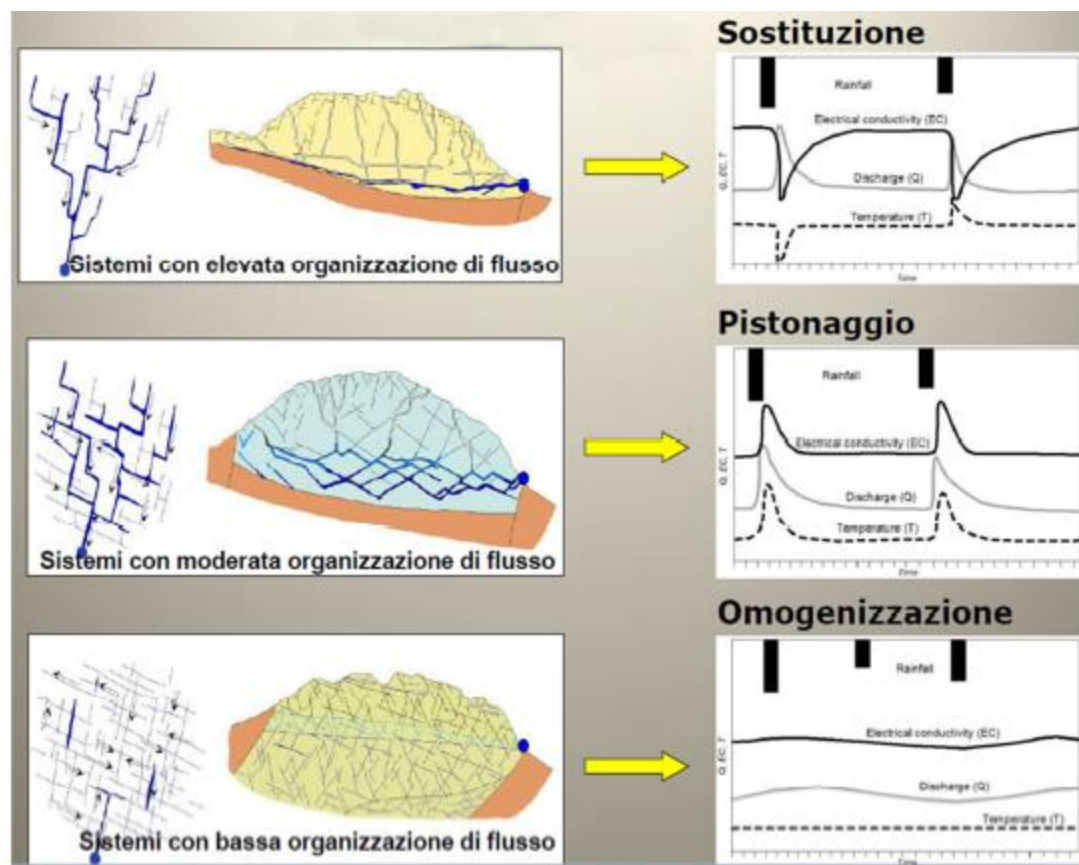
$0 \leq \alpha \leq 1$ coefficiente scalare

$u(\rho)$ = funzione gradino di Heaviside

$0 \leq c(\rho) \leq 1$



$$\rho = \frac{\int_0^{t_0} Q(t)\sigma(t)dt}{\sqrt{\int_t^{t_0} Q^2(t)dt} \sqrt{\int_t^{t_0} \sigma^2(t)dt}}$$



Q = portata
 EC = conducibilità elettrolitica
 T = temperatura

2. Variabilità della temperatura

$$\beta = \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{1^{\circ}C} \right)^2$$

T_{min} = temperatura minima nell'anno di misura

T_{max} = temperatura massima nell'anno di misura

3. Variabilità della portata

$$\gamma = \frac{Q_{max} - Q_{min}}{Q_m}$$

$$Q_m = \frac{1}{t_0} \int_{t_0}^t Q(t) dt$$

Q_{max} , Q_{min} e Q_m sono rispettivamente la portata massima, minima e media della sorgente nell'anno di misura.

CLASSIFICAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELLA SORGENTE

Classe di vulnerabilità intrinseca	Indicatore di vulnerabilità
Elevata A	$V > 10$
Alta B	$1 < V \leq 10$
Media C	$0.1 < V \leq 1$
Bassa D	≤ 0.1

Metodo STRADA

Approccio composito in quanto comprende sia il metodo di cross-correlazione sia il metodo VESPA

1 - Cross-correlazione

(Lroque M. et al., 1998)

correlazione tra **portate e precipitazioni** e/o tra **conducibilità elettrolitica e precipitazione** in modo tale da stimare l'arrivo delle nuove acque ad una sorgente, stimando quindi il tempo di risposta

$$r_{xy} = \frac{C_{xy}(k)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

C_{xy} = covarianza tra serie temporali di precipitazioni x_i e di portata della sorgente y_i calcolate per intervallo di tempo k

σ_x e σ_y = deviazione standard delle serie temporali

Il parametro definisce il grado di correlazione lineare delle serie temporali di dati sperimentali e assume i seguenti valori:

$r_{xy} = -1$ perfetta correlazione negativa

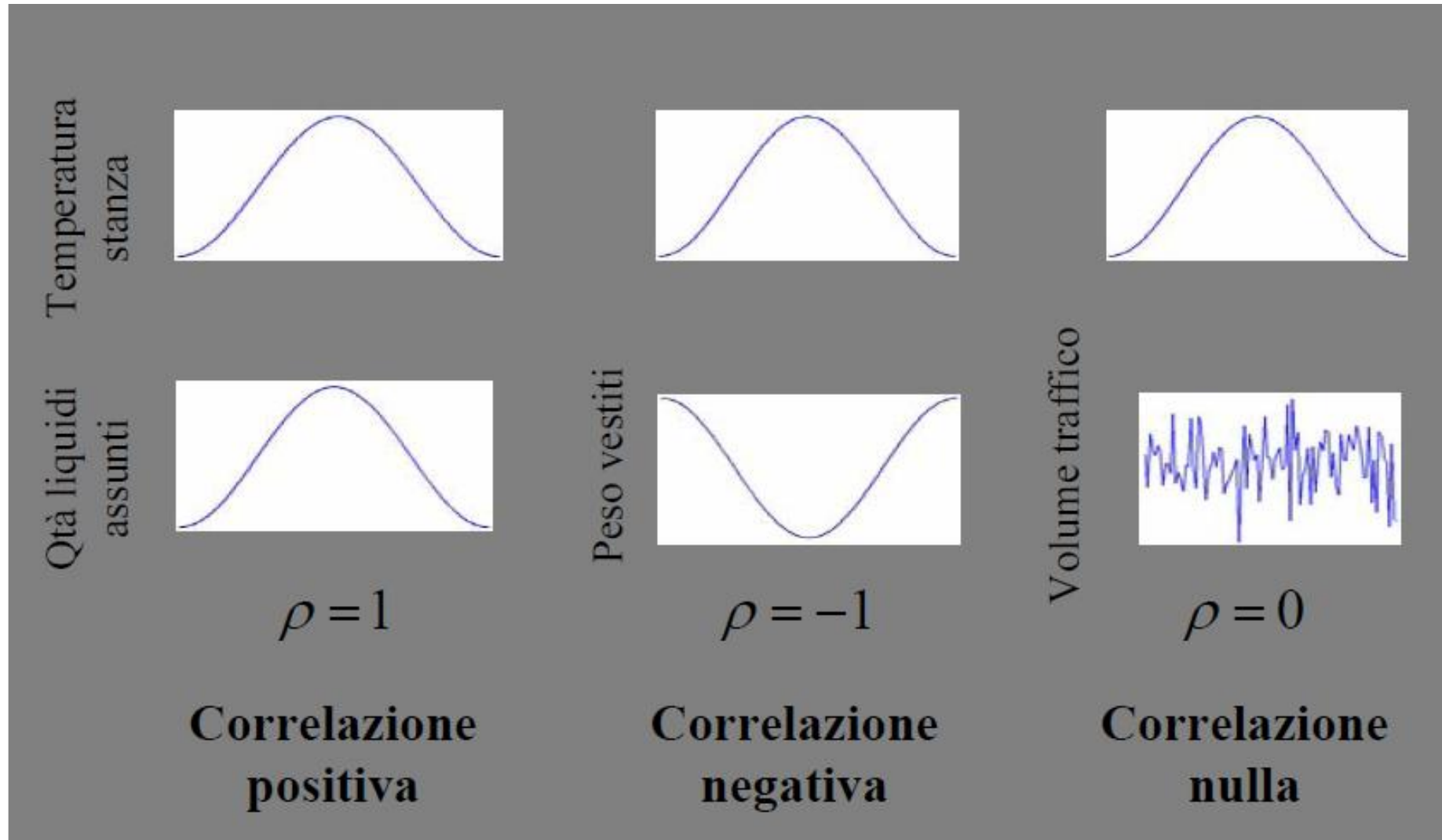
$r_{xy} = 0$ nessuna correlazione

$r_{xy} = +1$ perfetta correlazione positiva

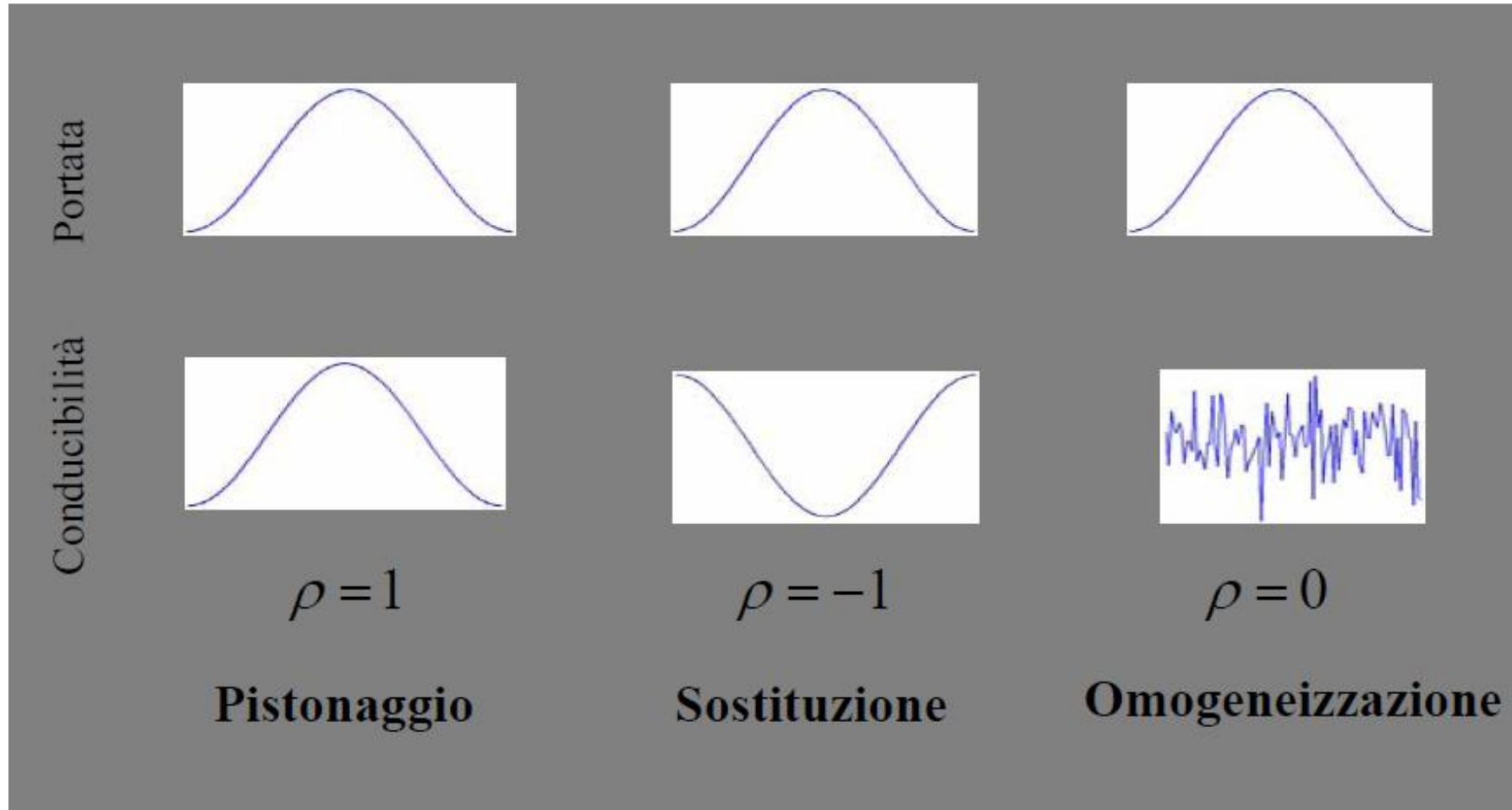
Classi e grado di vulnerabilità con il metodo STRADA

Classe di vulnerabilità	Grado di vulnerabilità	Giudizio di vulnerabilità
0-4	A	Elevato
5-9	B	Alto
10-20	C	Medio
>20	D	Basso

Esempi di correlazione tra portata di una sorgente e temperatura delle acque



Esempi di correlazione tra portata di una sorgente e conducibilità elettrolitica delle acque



Valutazione della vulnerabilità intrinseca

2 - VESPA

L'indicatore di vulnerabilità calcolato con il metodo VESPA:

?

$$V = c() \beta \gamma$$

Classe di vulnerabilità intrinseca	Indicatore di vulnerabilità
Elevata A	$V > 10$
Alta B	$1 < V \leq 10$
Media C	$0.1 < V \leq 1$
Bassa D	≤ 0.1

Attribuzione punteggi alla 1-Cross correlazione

Classe di vulnerabilità intrinseca	Relazione precipitazioni-portata	Relazione precipitazioni conducibilità elettrolitica
Elevata A	2	2
Alta B	1.5	1.5
Media C	1	1
Bassa D	0.5	0.5

Attribuzione punteggi al metodo 2-VESPA

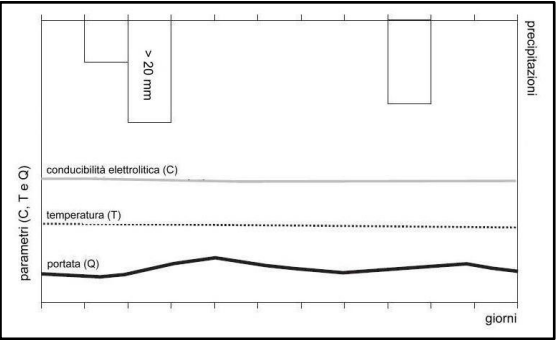
Classe di vulnerabilità intrinseca	Punteggio
Elevata A	4
Alta B	3
Media C	2
Bassa D	1

Relazione tra classe e grado di vulnerabilità

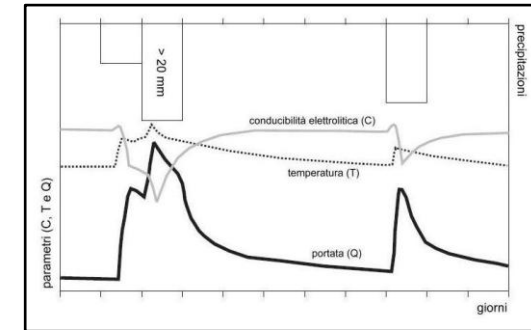
Classe di vulnerabilità	Grado di vulnerabilità
2-3	D
3.5-4.5	C
5-6	B
6.5-8	A

NORMATIVA SVIZZERA - 01

Gruppo a: captazioni poco vulnerabili, ambienti con circolazioni lente	<i>Delimitazione delle zone S per le captazioni del gruppo a: metodo delle distanze</i>
Queste captazioni si contraddistinguono per la stabilità della portata, della conduttività e della temperatura anche durante i periodi di forti precipitazioni e per la buona qualità costante dell’acqua dal punto di vista biologico e della torbidità, come per una stabilità dei parametri chimici. Tali caratteristiche lasciano presupporre che la velocità di deflusso sia bassa e che i tempi di residenza nell’acquifero siano elevati (p.es.: ambiente con permeabilità limitata; risalita di acque relativamente profonde). Le acque rimangono quindi abbastanza a lungo nell’acquifero, tanto da poter essere depurate naturalmente prima della captazione.	In questo contesto, è in genere sufficiente una delimitazione delle zone di protezione con un’estensione minima che considera l’acquifero fessurato un ambiente continuo equivalente. Se le circolazioni sono lente, si procede pertanto secondo lo stesso principio applicato per gli ambienti porosi. Tra i limiti esterni delle zone S1 e S2 ci dev’essere una distanza minima di 100 metri verso monte nella direzione generale dei deflussi, e la distanza tra i limiti esterni di S1 e S3 dev’essere almeno due volte più grande (se la distanza $S1-S2 = 100m \Rightarrow$ distanza $S1-S3 = 200m$).



Gruppo b: captazioni vulnerabili, ambienti con circolazioni rapide	
<i>Caso b1: ambiente debolmente eterogeneo a livello del bacino d'alimentazione della captazione</i> Caso b1: ambiente debolmente eterogeneo a livello del bacino d'alimentazione della captazione In questo caso, i tempi di transito aumentano globalmente man mano che ci si allontana dalla captazione. La delimitazione delle zone di protezione assimilando l'acquifero a un ambiente equivalente continuo può pertanto essere ammessa, anche se l'ambiente rimane solitamente eterogeneo a livello di un metro o di una decina di metri.	<i>Delimitazione delle zone S per le captazioni del caso b1: metodo delle isocrone</i> Le zone di protezione vengono delimitate secondo lo stesso principio applicato per gli ambienti porosi: • valutazione delle velocità di transito massimo nell'acquifero e delimitazione dell'isocrona di 10 giorni per il limite della zona S2 (almeno 100 m a monte dell'impianto di captazione), • la zona S3 deve successivamente essere determinata in modo tale che la distanza tra i limiti esterni di S2 e S3 sia uguale almeno alla distanza che separa i limiti esterni di S1 e S2

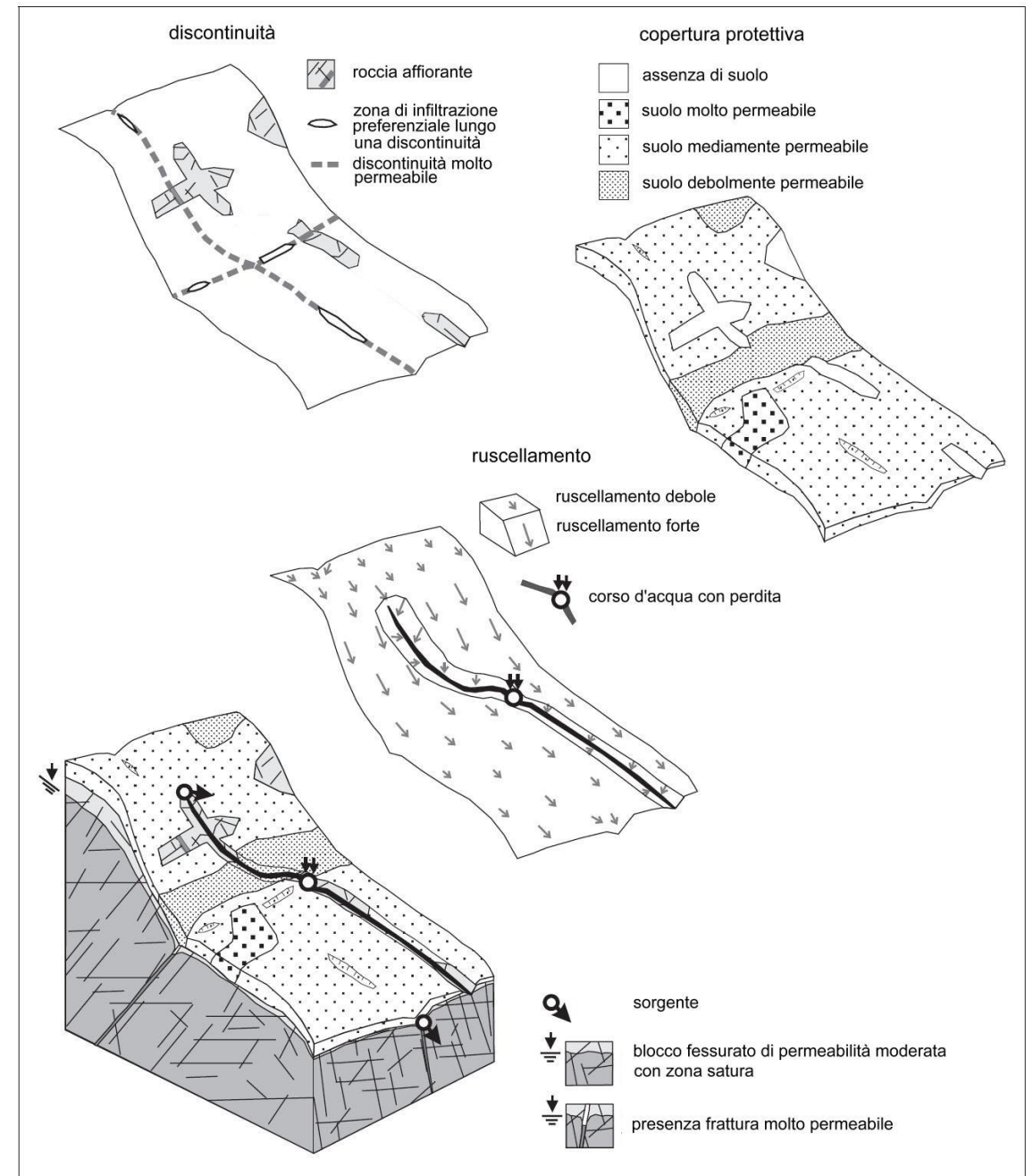


Gruppo b: captazioni vulnerabili, ambienti con circolazioni rapide	
<i>Caso b2: ambiente fortemente eterogeneo a livello del bacino d'alimentazione della captazione</i> Le acque circolano lungo una rete di fessure localmente molto permeabili con raccordi rapidi (da qualche ora a qualche giorno) tra la captazione e le zone sparse sull'insieme del bacino d'alimentazione. In questo caso, i tempi di transito non aumentano necessariamente man mano che ci si allontana dalla captazione. L'assimilazione dell'acquifero a un ambiente continuo equivalente non è dunque ammessa. Solo uno studio secondo diversi criteri della vulnerabilità sull'insieme del bacino d'alimentazione permette di delimitare le zone di protezione tenendo conto della forte eterogeneità dell'ambiente.	<i>Delimitazione delle zone S per le captazioni del caso b2: metodo di cartografia della vulnerabilità a criteri multipli “DISCO”</i> Questo metodo considera i fattori geologici e idrogeologici che determinano il funzionamento dell'acquifero fessurato. La valutazione di due o tre parametri (DIScontinuità, COpertura di protezione, e se del caso, ruscellamento) permette di caratterizzare il trasporto di un agente inquinante da un punto qualsiasi del bacino di alimentazione fino all'arrivo alla captazione. La cartografia, l'abbinamento e la ponderazione di questi parametri permettono di determinare un fattore di protezione naturale F per ogni punto del bacino d'alimentazione della captazione. Le zone S sono in seguito delimitate tramite una relazione d'equivalenza tra il fattore F e le zone S1, S2 e S3. • S1: zone con un fattore di protezione naturale o molto debole (vulnerabilità particolarmente forte), • S2: zone con un fattore di protezione naturale debole (vulnerabilità forte), • S3: zone con un fattore di protezione naturale medio (vulnerabilità media).

METODO DISCO

DIScontinuità-COpertura

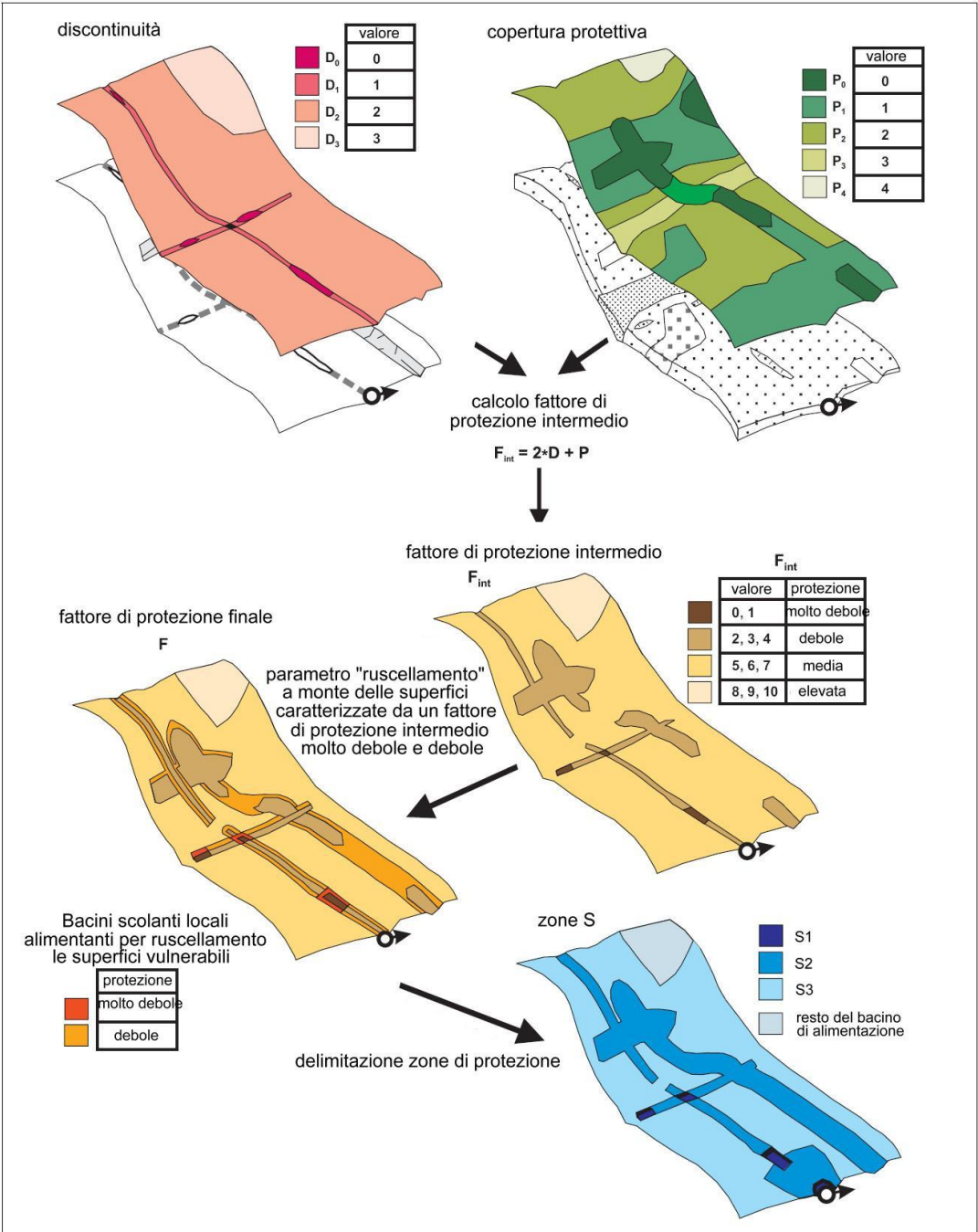
(Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
et Office fédéral des eaux et de la géologie, 2003)



Esempio di applicazione del metodo DISCO

1-Valutazione del parametro “discontinuità” - DIS

classe	valore	criterio di valutazione
D0	0	Discontinuità con legame molto rapido con la captazione (dell'ordine di una decina di ore) / assenza di significativi fenomeni di attenuazione
D1	1	Discontinuità con legame rapido con la captazione (dell'ordine di qualche giorno) / fenomeni di attenuazione limitati
D2	2	Legame relativamente lento con la captazione (dell'ordine di una decina di giorni) /fenomeni di attenuazione efficaci: zone di permeabilità moderata o discontinuità senza legame rapido con la captazione
D3	3	Legame lento con la captazione (parecchie decine di giorni) / fenomeni di attenuazione molto efficaci: zone caratterizzate da debole permeabilità



2 - Valutazione del parametro “copertura protettiva” - CO

a) suolo (definizione pedologica)			
spessore (m)	Suolo molto permeabile (sabbia, blocchi)	Suolo a permeabilità media (limo)	Suolo a permeabilità bassa (argilla)
0–0.2	P0	P0	P0
0.2–0.5	P0	P0	P1
0.5–1.00	P0	P1	P2
> 1.00	P1	P1	P3

b) presenza di formazioni geologiche (terreni o rocce) di bassa permeabilità (argille, limi, marne)				
Spessore (m)	combinazione con suolo P0	combinazione con suolo P1	combinazione con suolo P2	combinazione con suolo P3
< 1	P1	P2	P3	P3
1–2	P2	P3	P3	P4
> 2	P3	P3	P4	P4

Valore del fattore di protezione intermedia Fint

$$F_{int} = 2D \cdot 1P$$

classe	P0	P1	P2	P3	P4
D0	0	1	2	3	4
D1	2	3	4	5	6
D2	4	5	6	7	8
D3	6	7	8	9	10

Valore	Fint = 0, 1	Fint = 2, 3, 4	Fint = 5, 6, 7	Fint = 8, 9, 10
protezione	molto debole	debole	media	forte
vulnerabilità	particolarmente forte	forte	media	debole

Quando il valore del fattore di protezione intermedia Fint risulta debole o molto debole, viene effettuata anche una valutazione del parametro **ruscellamento**.

3 - Valutazione del parametro ruscellamento (estensione da attribuire al bacino scolante in funzione della pendenza)

a) ruscellamento diffuso lungo le pendenze (bacino scolante locale relativamente uniforme senza canalizzazioni o sistema di drenaggio)	
pendenza	Estensione da attribuire al bacino scolante locale
2–10%	10 m a monte o intorno alla superficie vulnerabile considerata
10–25%	20 m a monte alla superficie vulnerabile considerata
>25%	30 m a monte alla superficie vulnerabile considerata
In presenza di talweg, canalizzazioni o dreni di collettamento delle acque di ruscellamento l'estensione del bacino scolante locale deve essere di conseguenza esteso. L'estensione delle superfici da considerare è stato fissato sulla base di osservazioni realizzate essenzialmente sui settori di pascolo. In modo generale il ruscellamento è più contenuto nei settori boscati in ragione della presenza di un suolo aerato di spessore ridotto. In questo caso l'adozione di un bacino di alimentazione locale di estensione più contenuta (ad es. 10 m anche in caso di pendenze superiori al 25%) può essere ammessa.	
b) corsi d'acqua permanenti o temporanei perdenti	
Estensione da attribuire al bacino scolante locale:	fondo e sponde del corso d'acqua, bacino scolante locale secondo i criteri di pendenza specifici come sopra per il ruscellamento

Il parametro ruscellamento viene preso in considerazione non sull'intero bacino di alimentazione ma nell'intorno della sorgente dove può esistere drenaggio verso la sorgente stessa e quando si è in presenza di **ruscellamento significativo** a monte delle zone con un fattore di protezione **Fint debole o molto debole**.

Relazione di equivalenza tra il fattore di protezione F
e le zone S di protezione delle acque sotterranee

Fattore di protezione F	vulnerabilità	Zone S
F molto debole (0, 1)	molto forte	S1
F debole (2, 3, 4)	forte	S2
F media (5, 6, 7)	media	S3
F forte (8, 9, 10)	debole	bacino di alimentazione rimanente

Zona	Estensione
S1	10 m intorno all'opera di presa/captazione
S2	Almeno 100 m da S1 a monte rispetto alla direzione di flusso
S3	Almeno 100 m da S2 a monte rispetto alla direzione di flusso

Applicazione dei vincoli per la zona di tutela assoluta S1 anche
nel caso di assenza di zone a vulnerabilità molto forte

Zone di protezione S secondo »Swiss Water Regulation« in base al metodo DISCO

Zone S	Dimensioni delle Zone S	Aree di salvaguardia
S1	La S1 include l'area nell'intorno della captazione o dell'impianto di ravvenamento delle acque sotterranee, la cui <u>estensione è di almeno 10 m</u> attorno alla captazione stessa e ai dreni.	ZTA
S2	La zona è basata sulla valutazione della massima velocità del flusso nell'acquifero. <u>La distanza tra il limite esterno delle zone S1 e S2 deve essere almeno di 100 m</u> a monte lungo la direzione di flusso.	ZR
S3	La distanza tra il limite esterno delle zone S2 e S3 deve essere almeno uguale alla distanza tra i limiti esterni delle zone S1 e S2.	

Applicazione dei vincoli per la zona di tutela assoluta S1 anche nel caso di assenza di zone a vulnerabilità molto forte

Individuazione zone di protezione sulla base di EPIK e DISCO

EPIK

Range Fattore di Protezione F EPIK	Classe di vulnerabilità intrinseca	Zona di protezione S
9-19	Molto Alta	S1
20-25	Alta	S2
>25	Media	S3
>25 con significativa copertura del suolo	Bassa	Resto del bacino di alimentazione

Tabella 16: Correlazione tra i range di valori del fattore di protezione per il metodo EPIK, le classi di vulnerabilità intrinseca e le zone di protezione.

DISCO

Range Fattore di Protezione F DISCO	Classe di vulnerabilità intrinseca	Zona di protezione S
0-1	Molto Alta	S1
2-4	Alta	S2
5-7	Media	S3
8-10	Bassa	Resto del bacino di alimentazione

Zone di protezione S secondo »Swiss Water Regulation« In base al metodo DISCO

Zone S	Dimensioni delle Zone S	Aree di salvaguardia
S1	La S1 include l'area nell'intorno della captazione o dell'impianto di ravvenamento delle acque sotterranee, la cui <u>estensione è di almeno 10 m</u> attorno alla captazione stessa e ai dreni.	ZTA
S2	La zona è basata sulla valutazione della massima velocità del flusso nell'acquifero. <u>La distanza tra il limite esterno delle zone S1 e S2 deve essere almeno di 100 m</u> a monte lungo la direzione di flusso.	ZR
S3	La distanza tra il limite esterno delle zone S2 e S3 deve essere almeno uguale alla distanza tra i limiti esterni delle zone S1 e S2.	

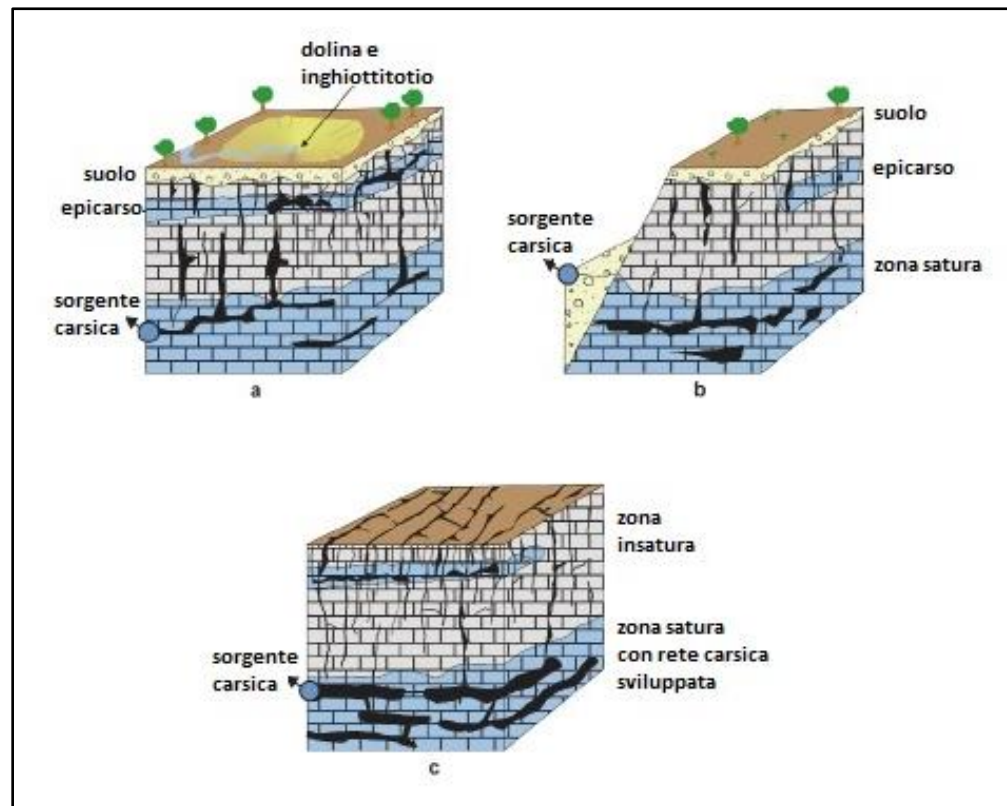
METODO EPIK

E – sviluppo dell'epicarso

P – condizioni della protezione superficiale

I - condizione di infiltrazione

K - sviluppo della rete carsica



Metodo indipendente dall'uso del suolo attuale e da considerazioni di carattere socio-economico

Fasi di applicazione del metodo EPIK

Fase I	I FASE - Valutazione semiquantitativa di ciascuno dei quattro parametri Viene effettuata per unità di superficie dopo discretizzazione in aree elementari (ad esempio con maglie di 20 metri di lato). Durante questa valutazione per ogni parametro viene assegnato un intervallo di valori da uno a quattro. Questa valutazione semiquantitativa è effettuata con l'aiuto di diversi metodi di indagine, diretti e indiretti, e può essere applicata globalmente o localmente. Questi metodi includono test traccianti, geofisica, studi geomorfologici, analisi di idrogrammi, interpretazione di foto aeree, perforazioni, etc.
Fase II	II FASE - Calcolo dell'indice di protezione per ogni punto F dell'area Si assegna un valore a ogni parametro, considerando il parametro sulla base della sua funzione protettiva e si sommano i valori ottenuti. Le cartografie dei quattro parametri sono sovrapposte per ottenere una cartografia dell'indice F sull'intera area, anche aiutandosi mediante un Sistema Informativo Territoriale.
Fase III	Delimitazione delle zone di protezione Assumendo una corrispondenza tra l'indice F e le zone di protezione, la cartografia dell'indice di protezione F può essere trasformato in una cartografia rappresentativa delle zone di protezione (S1, S2 e S3 della normativa svizzera).

Parametri E e P (metodo EPIK)

E Morfologia carsica osservata (corrispondente all'epicarso)	Classe	Valore	
	E1	1	Tipiche forme carsiche: doline, inghiottitoi, cavità, campi solcati
	E2	3	Aree intermedie situate in allineamento di doline, uvala, valli secche, canyon, etc.
	E3	4	Rimanente area di alimentazione

P Copertura superficiale	Classe	Valore	A.Suolo direttamente al di sopra di formazioni calcaree o formazioni detritiche con alta permeabilità	B.Suolo maggiore di 0.2 m al di sopra di formazioni di bassa permeabilità
	P1	1	0-0.20 m di suolo	
	P2	2	0.20-1 m di suolo	0.2-1 m di suolo e formazioni di bassa permeabilità
	P3	3	>1 m di suolo	>1 m di suolo e formazioni di bassa permeabilità
	P4	4		>8 m di formazioni di bassa permeabilità >6 m di formazioni di bassa permeabilità con >1 m di suolo

Parametri I e K (metodo EPIK)

I Infiltrazione	Classe	Valore	
	I1	1	Pozzi perenni o temporanei, sponde e fondo dei corsi d'acqua di alimentazione perenne o temporanea Inghiottitoi con infiltrazioni di acque di superficie - aree della zona di alimentazione del corso acqua con drenaggio artificiale.
	I2	2	Zona dell'area di alimentazione del corso d'acqua che non è artificialmente drenata e dove la pendenza è superiore al 10% per le aree coltivate e al 25% per i pascoli e i prati
	I3	3	Zona dell'area di alimentazione del corso d'acqua che non è artificialmente drenata e dove la pendenza è inferiore al 10% per le aree coltivate e al 25% per i pascoli e i prati. Al di fuori dell'area di alimentazione: del corso d'acqua: basi dei pendii e pendii ripidi (valore superiore al 10% per aree coltivate e del 25% per pascoli e prati) nelle quali si infiltrano le acque superficiali.
	I4	4	Rimanente area di alimentazione
K Carsismo	Classe	Valore	
	K1	1	Rete carsica ben sviluppata con condotti decimetrici o metrici, con poco riempimento e ben collegati.
	K2	2	Rete carsica poco sviluppata con condotti e fessure di dimensioni decimetriche o inferiori, poco interconnessi o riempiti.
	K3	3	Zona di deflusso in mezzi a porosità intergranulare con possibile influenza di protezione, Acquifero fessurato e non carsico.

Peso dei parametri

Parametro	E	P	I	K
Coefficiente di ponderazione	α	β	γ	δ
Peso relativo	3	1	3	2

Calcolo dell'indice F (somma dei valori ottenuti per i pesi relativi) secondo la relazione:

$$F = \alpha E_i + \beta P_i + \gamma I_i + \delta K_i$$

Vulnerabilità	Indice di protezione F	Zona di protezione
Elevata	9-19	S1
Alta	20-25	S2
Media	>25	S3
Bassa	>25 con P4 e I3,4	Rimanente area di alimentazione

Valori indice F e zone di protezione

$K_1 = 1$	$I_1 = 1$			$I_2 = 2$			$I_3 = 3$			$I_4 = 4$		
	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$
$P_1 = 1$	9	15	18	12	18	21	15	21	24	18	24	27
$P_2 = 2$	10	16	19	13	19	22	16	22	25	19	25	28
$P_3 = 3$		17	20	14	20	23	17	23	26	20	26	29
$P_4 = 4$		18	21	15	21	24	18	24	27	21	27	30

$K_2 = 2$	$I_1 = 1$			$I_2 = 2$			$I_3 = 3$			$I_4 = 4$		
	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$
$P_1 = 1$	11	17	19	14	20	23	17	23	26	20	26	29
$P_2 = 2$	12	18	20	15	21	24	18	24	27	21	27	30
$P_3 = 3$		19	21	16	22	25	19	25	28	22	28	31
$P_4 = 4$		20	22	17	23	26	20	26	29	23	29	32

$K_3 = 3$	$I_1 = 1$			$I_2 = 2$			$I_3 = 3$			$I_4 = 4$		
	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$	$E_1 = 1$	$E_2 = 3$	$E_3 = 4$
$P_1 = 1$	13	19	22	16	22	25	19	25	28	22	28	31
$P_2 = 2$	14	20	23	17	23	26	20	26	29	23	29	32
$P_3 = 3$		21	24	18	24	27	21	27	30	24	30	33
$P_4 = 4$		22	25	19	25	28	22	28	31	25	31	34



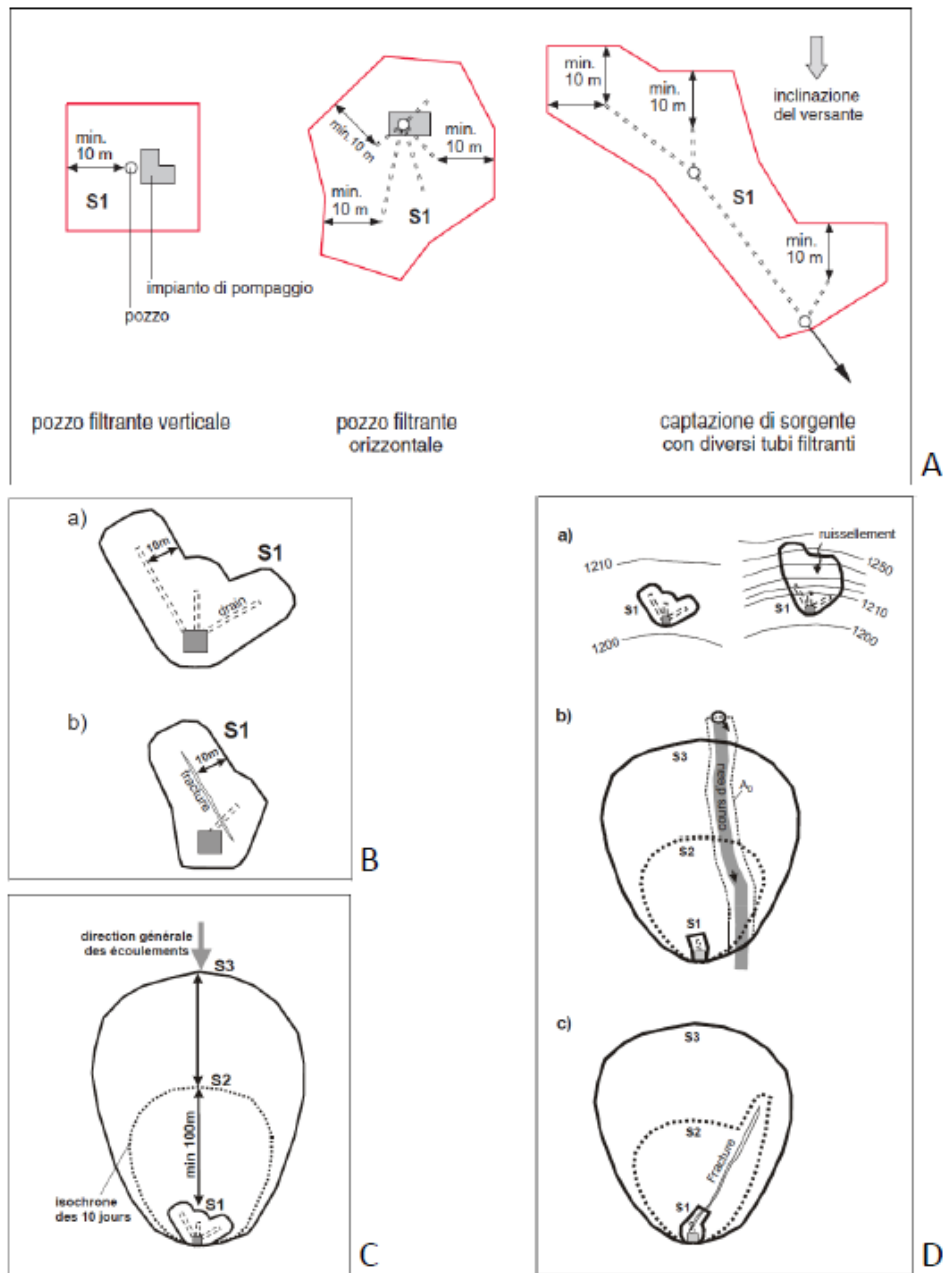
situazione inesistente in sito

valore di F corrispondente alla zona di protezione S1

valore di F corrispondente alla zona di protezione S2

valore di F corrispondente alla zona di protezione S3

valore applicabile alla rimanente area di alimentazione



Esempio di delimitazione delle zone S1, S2 e S3 per il metodo DISCO

- A) Dimensionamento della zona S1 subordinata al tipo di costruzione dell'opera di captazione (tratto da UFAFP, 2004);
- B) Delimitazione della zona S1 considerando la presenza di tubi filtranti (Ba) e di strutture (es. fratture) in diretto collegamento con l'opera di captazione stessa (Bb);
- C) Perimetrazione delle zone S1, S2 e S3;
- D) Casi particolari per la delimitazione della zona S1 in caso di ruscellamento per forte pendenza (Da), nel caso della presenza di un corso d'acqua disperdente (Db) e della presenza di una frattura drenante (Dc)

(Pochon A., Zwahlen F., 2003)

Regione del Veneto
Allegato A al Decreto n. 339 del 06/10/2025

Dimensionamento della Zona di Tutela Assoluta e della Zona di Rispetto per le sorgenti, sulla base delle classi di vulnerabilità intrinseca

Metodo VESPA

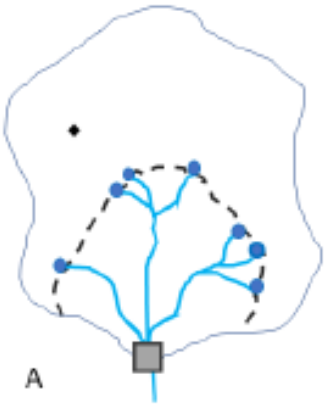
Classe di vulnerabilità intrinseca	Estensione verso monte "D" (m) della ZTA	Estensione verso valle "d" (m) della ZTA	Estensione laterale "3/4 D" (m) della ZTA	Estensione a monte "L" (m) della ZR
<i>Bassa</i>	10	2(10*)	7.5 (10*)	200
<i>Media</i>	20	5 (10*)	15	400
<i>Alta</i>	30	5 (10*)	22.5	2000
<i>Elevata</i>	40	10	30	Intero Bacino di alimentazione

(* la ZTA viene delimitata ad una distanza di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione, così come stabilito nell'art. 94, comma 3 del D. Lgs. n. 152/2006).

Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia per una derivazione superficiale alimentata da sorgenti

Individuazione Bacino di Alimentazione

- Bacino di alimentazione
- Opera di presa
- Emergenza sorgentizia
- Forma carsica
- Fronte sorgentizio



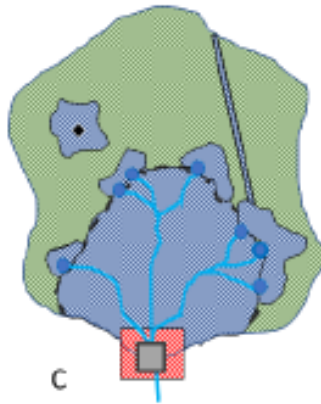
Stima vulnerabilità della porzione del bacino a monte del fronte sorgentizio

- Alta/Elevata vulnerabilità
- Media/Bassa vulnerabilità



Delimitazione Aree di Salvaguardia

- ZTA
- ZRR
- ZRA

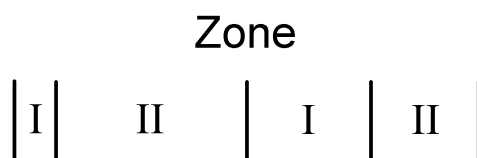
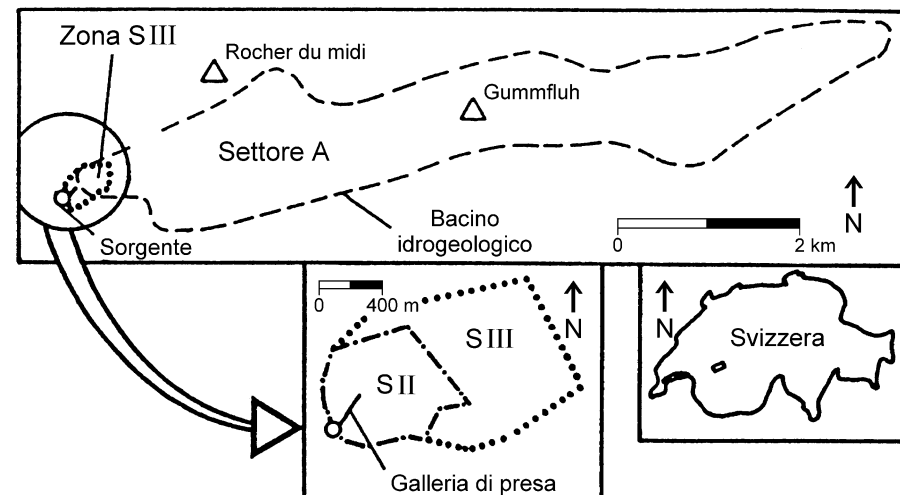


A: Rappresentazione dell'opera di presa superficiale e del bacino di alimentazione sotteso che include anche le emergenze sorgentizie ubicate a monte. La linea nera tratteggiata rappresenta il "fronte sorgentizio" che delimita la zona di alimentazione dell'acquifero e l'area di emergenza in cui vi è un deflusso superficiale.

B: Stima della vulnerabilità intrinseca della porzione di bacino a monte del fronte sorgentizio e successiva mappatura.

C: Delimitazione delle aree di salvaguardia. Le aree precedentemente caratterizzate da alta/elevata vulnerabilità e precedentemente mappate sono state classificate in ZRR così come la porzione del bacino compreso tra la ZTA e il fronte sorgentizio. Alla porzione restante del bacino, caratterizzata da minore vulnerabilità, viene attribuita la ZRA.

Esempio di delimitazione delle aree di salvaguardia (Svizzera)



Zona III

