Corso di Idrogeologia Applicata Dr Alessio Fileccia

Esempi di utilizzo di acque sotterranee e metodi di captazione

Le immagini ed i testi rappresentano una sintesi, non esaustiva, dell'intero corso di Idrogeologia tenuto presso il Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste. Il programma completo prevede, oltre agli argomenti in elenco e per ogni capitolo, una serie di esercizi con applicazione delle formule analitiche, la descrizione di alcuni software specifici per geostatistica, prove di portata, modellistica ed un'uscita con prove pratiche in un campo pozzi. Le lezioni sono periodicamente aggiornate e controllate. Per una versione definitiva, informazioni, segnalazione di errori o commenti, rivolgersi a:

Dr Alessio Fileccia (geofile@libero.it)

Per scaricare l'intero corso: www.disgam.units.it/didattica/insegnamenti-13.php

Esempi di utilizzo di acque sotterranee e metodi di captazione

Tipici sistemi di captazione in aree desertiche

Bur Foggara Qanat Dighe di subalveo

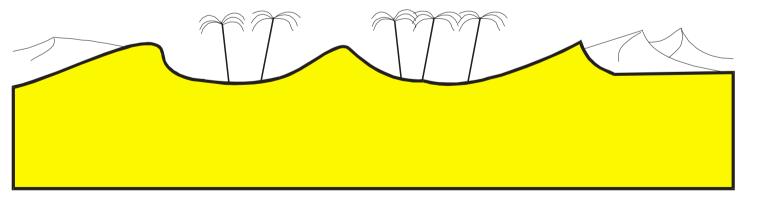
Semplici sistemi di captazione in zone rurali

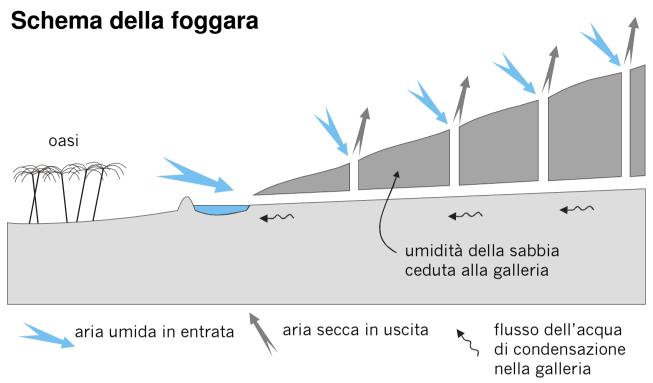
Cisterne
Pompe a mano
Prelievi da torrenti o bacini

(Barriera verde, Douz, Tunisia)

Oasi di erg in crateri artificiali di sabbia (bur) tipici della regione del Souf. Le dune offrono la protezione perimetrale e le palme, che attingono direttamente dal sottosuolo l'acqua necessaria, creano il microclima favorevole all'orticoltura. (bur: non irrigato)





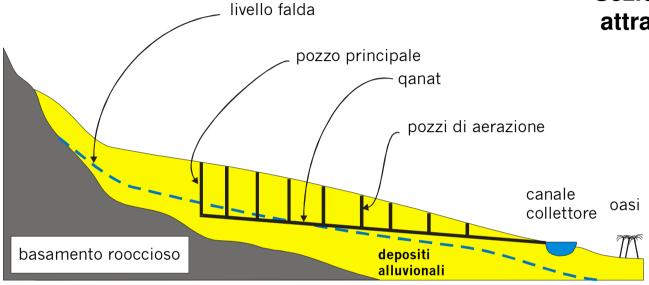


L'aria umida del palmeto, risucchiata dalla foggara verso monte, si condensa nella galleria e fuoriesce dai pozzi come aria secca, durante il giorno. Durante la notte il calo di temperatura esterno fa invertire il senso della corrente provocando ulteriore condensazione sulla superficie del terreno, assorbita nei pozzi e nella galleria. Questo sistema, di origine millenaria, si ritrova oltre che nel Sahara, anche in Spagna, Persia, Cina ed America Latina. Le foggara algerine sono migliaia e circa il 50% ancora in funzione, con uno sviluppo complessivo tra 3000 e 6000 km; durante la notte arrivano a raccogliere per ogni metro quadro di deserto, anche 3 - 4 lt di acqua (Laureano)

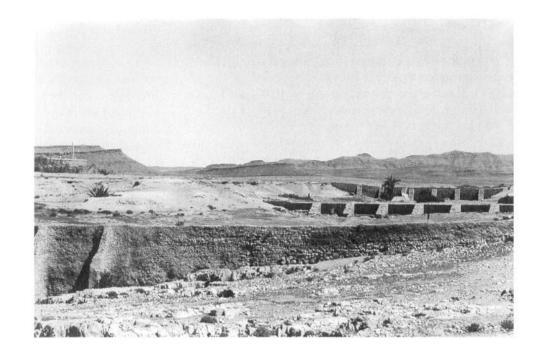


Fotoaerea di una parte della foggara di Timimoun. Le gallerie drenanti sotterranee sono evidenziate a penna e riconoscibili dall'allineamento dei pozzi di servizio; questi sono distanziati ogni 8 – 15 circa e profondi fino ad un massimo di 150 m. Le gallerie risalgono in contropendenza a partire dalle oasi verso gli alvei della rete idrografica. A differenza dei qanat le gallerie della foggara non intercettano la falda idrica ma ne restano al di sopra (*Laureano*).

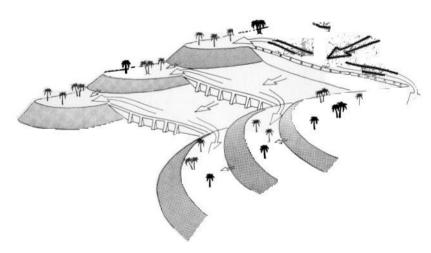
Sezione verticale attraverso un Qanat



Questo sistema permette di intercettare direttamente la falda freatica. Una serie di pozzi verticali sono collegati da una galleria debolmente inclinata, fino ad incontrare la falda sotterranea. La tecnica risale a 3000 anni fa ed in Iran vi è la massima concentrazione di questo tipo di opere di captazione; qui 22000 qanat forniscono quasi il 75% dell'acqua utilizzata ancora nel paese. Molti qanat hanno lunghezze di 5 km, qualcuno arriva a 30 km con pozzi principali di 250 m di profondità ed una serie di pozzi secondari per l'aerazione e la rimozione del materiale fino ad un massimo di 966. La portata media fornita varia con il regime della falda, ma raramente supera i 100 mc/ora (*Beaumont*)



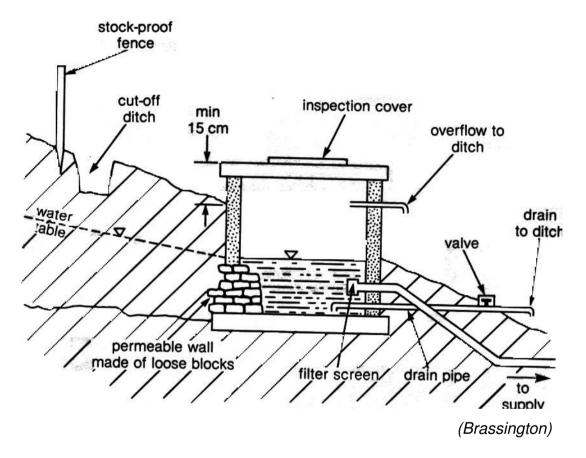
Sbarramenti lungo il corso di uno wadi in Algeria. La loro funzione è di bloccare il flusso sotterraneo e produrre acque superficiali per le coltivazioni poste lateralmente all'alveo (*Laureano*)



Captazione di acque di ruscellamento ad uso potabile

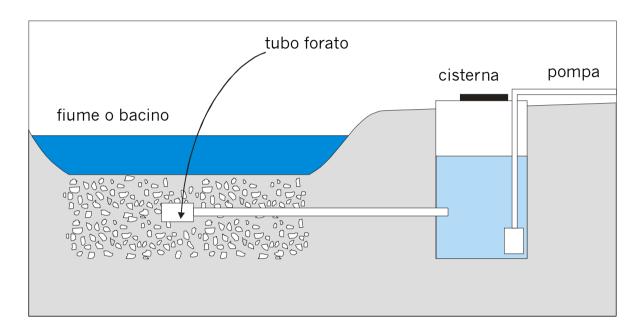


Lungo la costa dalmata caratterizzata da scarse precipitazioni, sono frequenti delle semplici opere che hanno la funzione di impermeabilizzare il terreno calcareo superficiale, convogliando le acque di pioggia in un serbatoio sotterraneo per un utilizzo successivo (Isola di Lissa, Croazia)

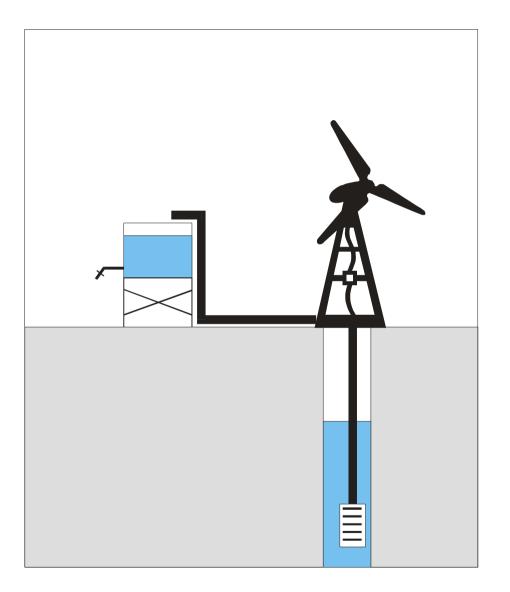


Un piccolo affioramento sorgentizio protetto da una semplice opera di presa. La parte a monte è un muretto permeabile largo a sufficienza per far entrare nella cisterna gran parte dell'acqua, che vi penetra solo per gravità. Uno scarico in alto regola il volume in eccesso durante le piene. Tutti gli accessi devono essere dimensionati, e disinfettati per evitare l'accesso agli animali anche piccoli. Lo scavo a monte previene l'ingresso di acque superficiali ed il recinto quello di animali al pascolo.

Semplice metodo di captazione da un fiume



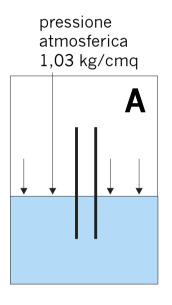
In un alveo ghiaioso s'installa un tubo forato collegato ad una cisterna di raccolta. Il sistema può fornire molta acqua per vari usi, ma va utilizzato con qualche adattamento nel caso l'alveo sia in materiali fini limosi od argillosi.

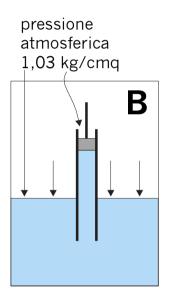


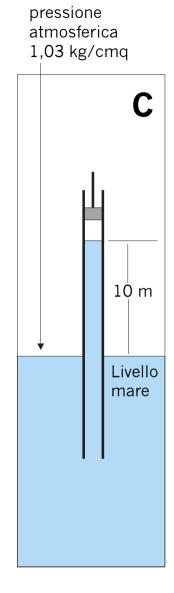
Sistema di pompaggio ad energia eolica

Il peso della colonna d'aria a livello mare è di 1,03 kg/cmq. L'acqua raggiunge lo stesso livello all'interno ed all'esterno del tubo aperto (A). Se l'estremità superiore è chiusa con uno stantuffo e lo stesso è sollevato, l'acqua sale nel tubo perchè la pressione esterna è maggiore di quella interna (B). Se usiamo un tubo più lungo (C), l'acqua risale in esso fino ad eguagliare la pressione esterna.

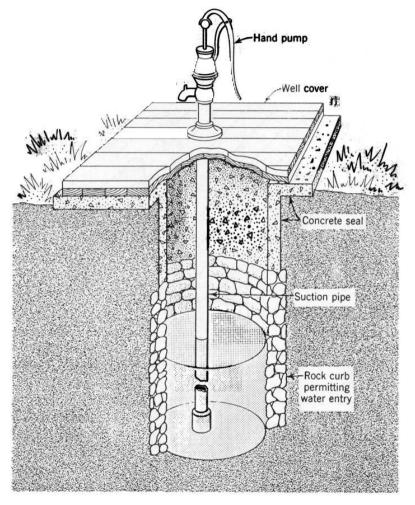
Pompa a vuoto







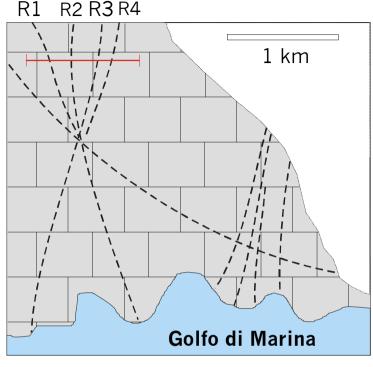
Questo si verifica, in teoria, a 10 m di altezza, in pratica a causa di perdite di carico e di tenuta, le pompe a vuoto aspirano fino ad un'altezza di 6-7 m. A quote superiori al livello mare la capacità di sollevamento decresce ancora di più.

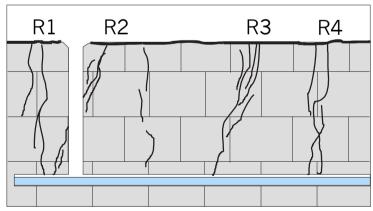


Un comune pozzo ad uso domestico. La pompa a mano ha una portata ridotta a poche decine di cmc alla volta. Il tappo di cemento evita l'inquinamento dalla superficie e l'armatura interna in pietra sostiene le pareti, lasciando al contempo filtrare l'acqua sotterranea.

Il tubo di aspirazione ha un filtro all'estremità Inferiore. Periodicamente il fondo del pozzo va disinfettato con calce viva.

(Todd)

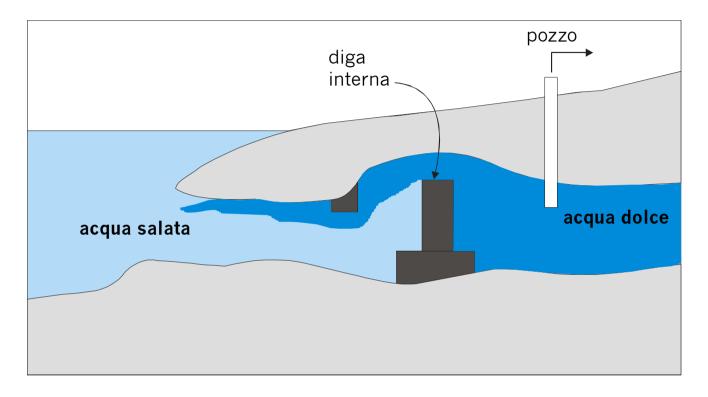




Alcuni esempi di captazione di sorgenti in zone carsiche

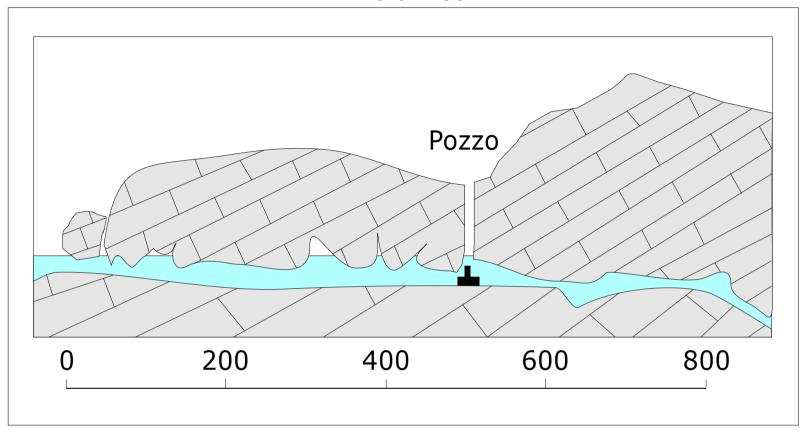
Galleria drenante in Dalmazia (Trogir). Un pozzo d'accesso, di circa 80 m di profondità al fondo di una dolina, collega la superficie con una galleria sub orizzontale perpendicolare alle principali fratture della zona. I sistemi di fratture sono indipendenti gli uni dagli altri e, riversano per gravità, circa 120 lt/sec. Rispetto alla perforazione, questa soluzione evita l'ingressione di acque salate senza provocare emungimenti artificali. (*Borivoje, Mijatovic*)

Captazione di una sorgente marina



Sbarramento sotterraneo nella galleria di una sorgente marina, per evitare il mescolamento di acqua dolce e salata. (*Business Week*)

Port Miou



La risorgenza di Port Miou (Marsiglia) è stata captata con un sistema simile a quello spiegato in precedenza. A circa 500 m dallo sbocco gli speleosub hanno costruito una diga in cemento per bloccare l'ingresso di acqua salata. Il punto in superficie dove perforare il pozzo di produzione è stato posizionato sulla verticale esatta, mediante uno strumento che emetteva onde elettromagnetiche a bassa frequenza.

(Potié, 1973)

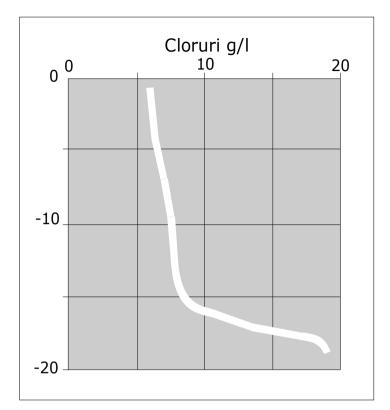
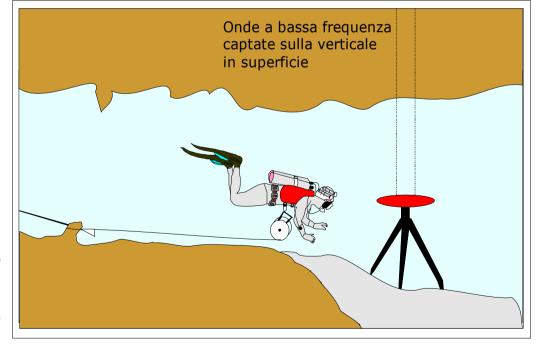


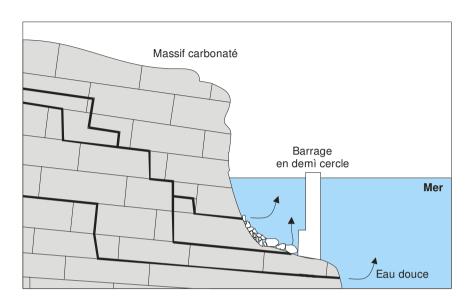
Grafico che mostra la diminuzione di salinità dell'acqua con la profondità per effetto della diga a Port Miou (Potiè)

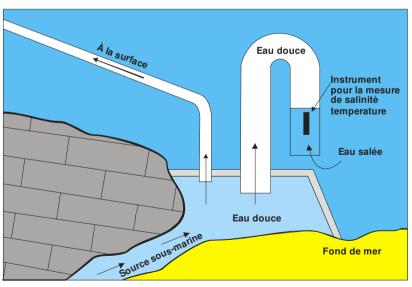
Metodologia usata per localizzare il punto dove perforare il pozzo per l'acqua dalla superficie



Captazione di sorgenti marine

Sistema utilizzato quando le sorgenti sono situate alla base della falesia ed a poca profondità. La diga a semicerchio capta una parte sola dell'acqua dolce (Costa dalmata)





Sistema utilizzato quando i condotti carsici sono ben sviluppati e sfociano lontano dalla costa, il tubo ad U evita l'ingresso dell'acqua salata e permette l'installazione degli strumenti, senza impedire le normali variazioni di pressione della sorgente. La conduttura a sinistra fa risalire naturalmente l'acqua (A. Stefanon, 2006)

Sorgenti sottomarine di Sv. Juraj (Croazia)





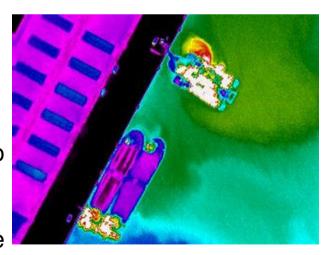
Rilevamento delle sorgenti marine lungo costa

Un sistema molto semplice e rapido è la foto termica. Un elicottero sorvola il tratto di costa a circa 500 m di altezza fotografando con una speciale apparecchiatura in grado di rilevare differenze di temperatura di 0,04 °C. Le immagini sono poi trattate e restituite sotto forma di cartografia a vari colori.





Ripresa a infrarossi: è evidente lo scarico a temperatura più alta dell'acqua di mare



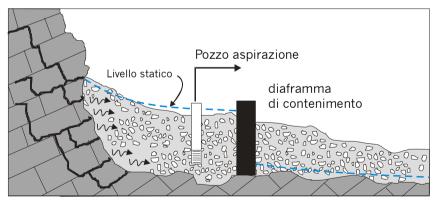
attuale opera di presa della sorgente Fium superficie topografica precedente i lavori quota di affioramento della sorgente distanza verticale non in scala superficie del tetto dei calcari ricostruita sulla base dei sondaggi

(Studio Fileccia)

Captazione della sorgente Fium (BL)

Si tratta di una sorgente carsica, proveniente da un acquifero del tipo a dreno dominante, con variazioni di portata da 100 lt/sec a vari mc/sec (6-10). L'acqua scaturisce in parte da una galleria subacquea ed in maggiore quantità al di sotto di un deposito di conoide.

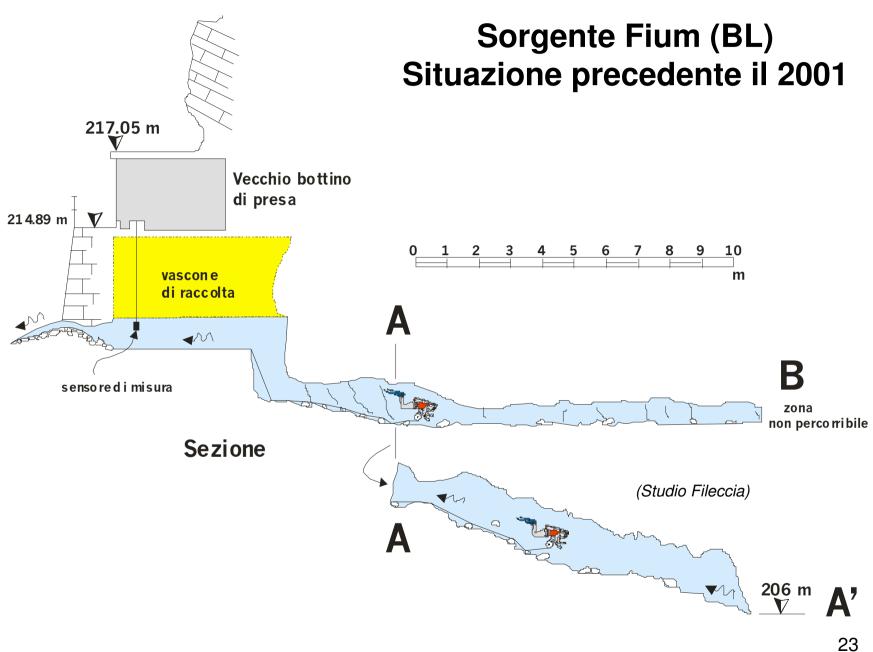
Schema della captazione in profilo

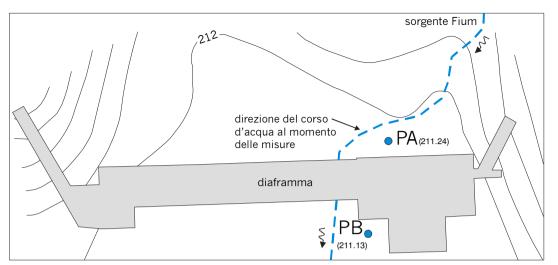


Captazione della sorgente Fium (BL)



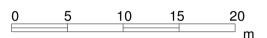
(Progetto SGI, Padova)



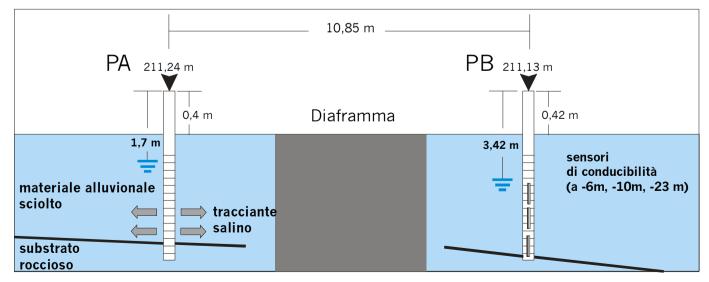


Utilizzo di sonde multiparametriche in una prova di tracciamento

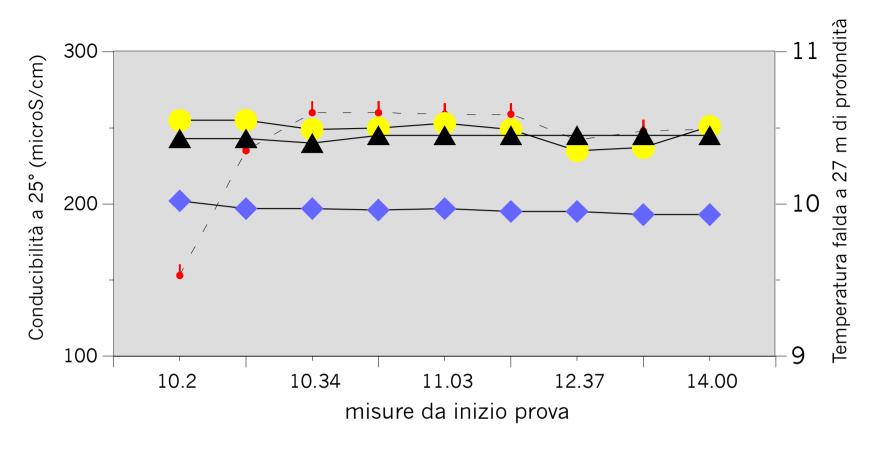
Diaframma di contenimento della Sorgente Fium, BL, *(Studio Fileccia)*



in alto planimetria con ubicazione dei piezometri (PA e PB) perforati a cavallo del diaframma. In basso schema della prova, lungo un piano verticale. Il tracciante salino è stato immesso da PA, a monte del flusso di falda, e da una profondità di circa 22-26 m. Al fondo, i valori sono rimasti pressochè costanti durante tutta la prova (12400 microS/cm). I sensori di conducibilità sono stati posizionati nel piezometro PB, a valle, alle quote di 6, 10, 27 m sotto la bocca pozzo. Le misure si sono protratte per circa 10 ore senza segnalare aumenti di conducibilità nel PB, riconducibili ad un passaggio di sale.



(Idrogeologia, Esempi di captazione di acque sotterranee)





Utilizzo di sonde multiparametriche in una prova di tracciamento

Valori di conducibilità alle varie quote nel piezometro a valle del diaframma. Captazione sorgente Fium, BL (Studio Fileccia)

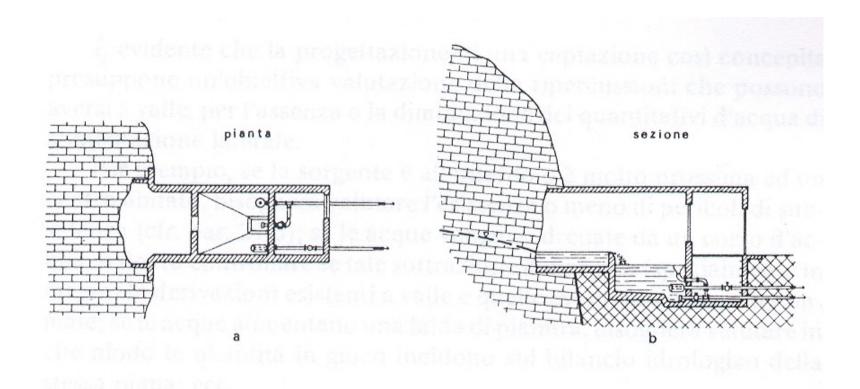
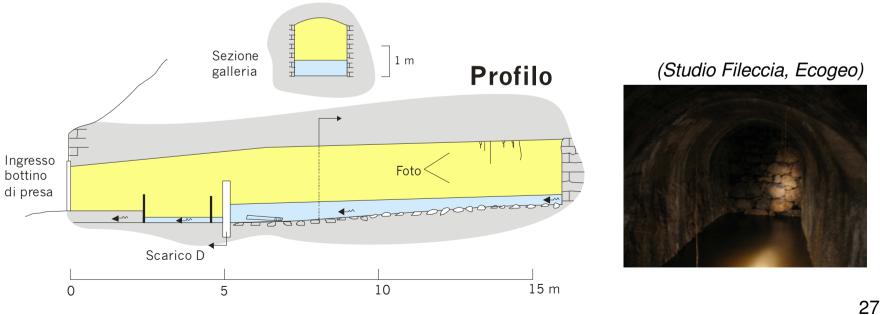


Figura 10.19 - Schema di bottino di presa (da Civita, 1972; semplificato).



Esempio di bottino di presa per una piccola sorgente montana

(Fastesoli, Bovegno, BS)



(Idrogeologia: Esempi di captazione d'acque sotterranee)

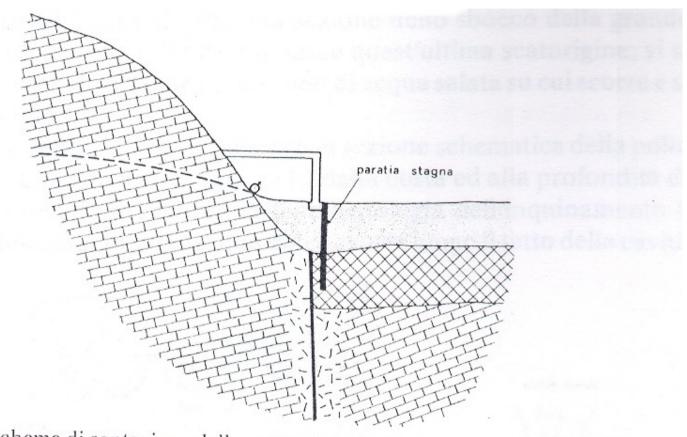


Figura 10.20 – Schema di captazione della sorgente Maretto (Campania), mediante bottino di presa e paratia stagna (da Celico, 1983).

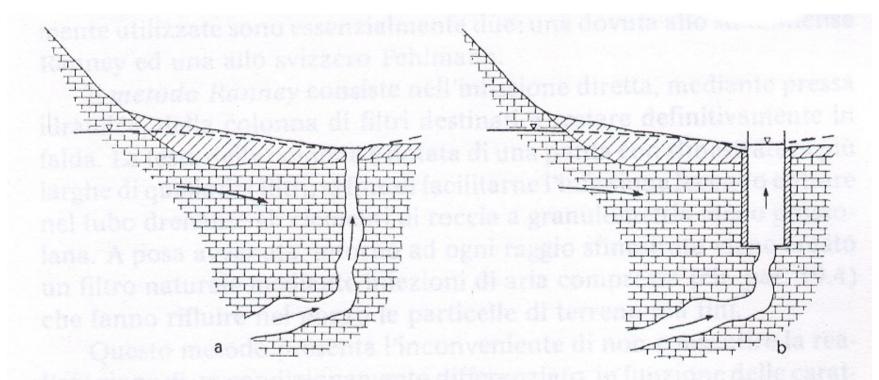


Figura 10.13 – Pozzi di grande diametro progettati per la captazione di alcune sorgenti dell'alta valle del fiume Amaseno (Lazio).

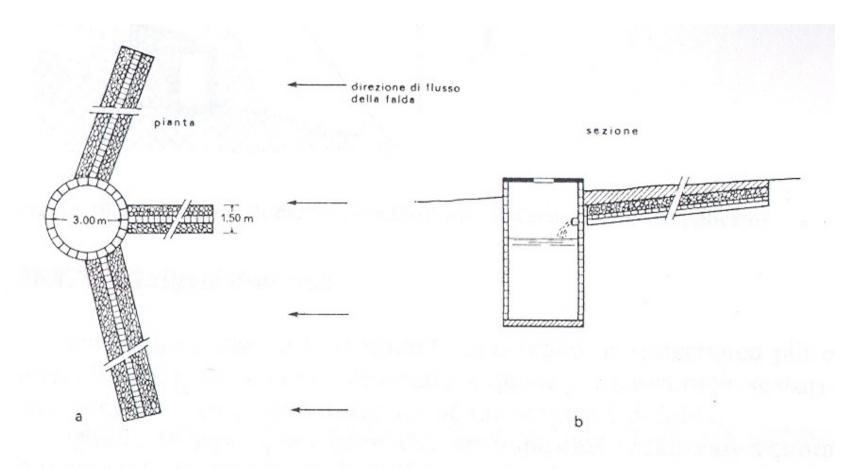


Figura 10.27 - Esempio di captazione con trincee drenanti (da Silva, 1975).

Soffio del Dragone (1600 m slm) sezione schematica ridisegnata da misure SASA,1986

B'

1600 m slm

200 m circa

Livello falda del 1986

Nuovo pozzo della fattoria
Harasib

Il Soffio del Dragone è oggi il più esteso lago sotterraneo conosciuto. Due pozzi perforati dopo la sua scoperta nel 1989, hanno contribuito ad abbassare il livello del lago di oltre 20 m. Nel vicino lago Harasib i pozzi sono stati abbandonati dopo che avevano causato un abbassamento di oltre 30 m. (diapositiva più avanti)

La regione montagnosa di Otavi nel nord della Namibia è conosciuta dalla fine dell'800 soprattutto per le sue ricchezze minerarie. Nonostante il clima arido ed il terreno superficiale calcareo e carsico, esistono alcune zone dove la falda freatica si raccoglie e forma delle vaste cavità che costituiscono i laghi sotterranei più estesi al mondo. Si tratta di bacini, tra 100 e 200 m di diametro e profondi oltre 100 m, in cui l'acqua si è accumulata nel corso dei millenni. Lo sfruttamento, oggi essenzialmente per uso agricolo, avviene semplicemente perforando il tetto roccioso del salone sotterraneo fino a raggiungere l'acqua. 31

Il grande salone del lago sotterraneo nel Dragon's Breath (la distanza tra la macchina fotografica e le luci nello sfondo è di oltre 150 m)



