



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



IDROGEOLOGIA

Il ruolo del Geologo nella ricerca delle acque sotterranee, nella progettazione e realizzazione dei pozzi per acqua



Marco Vinci

GEOLOGO

Laureato in Geologia nel 1998 presso l'Università di Roma La Sapienza, ha collaborato con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma ed altri Istituti per alcuni anni occupandosi di studi sulle forme del paesaggio e gestione delle risorse idriche.

Abilitato alla professione di geologo è iscritto all'Ordine dei Geologi del Lazio dal 2000. Esercita la libera professione come consulente tecnico nel settore della geotermia e dell'idrogeologia applicata.



La gestione delle acque sotterranee

Il termine *acqua sotterranea* è solitamente riservato all'acqua del sottosuolo che si trova al di sotto della superficie freatica in terreni e formazioni geologiche completamente sature.

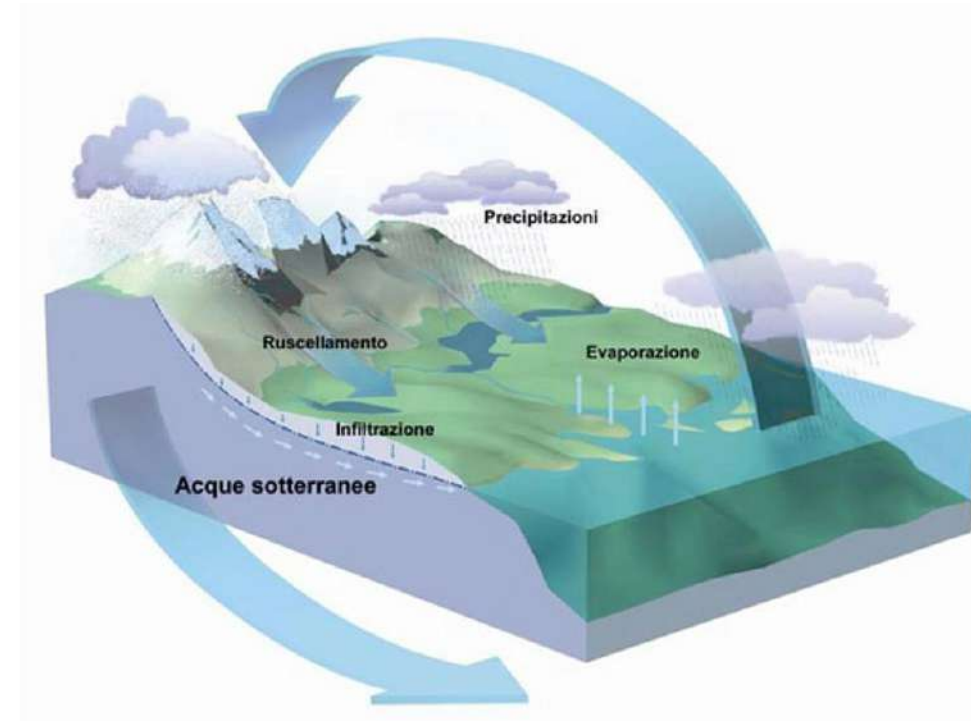
Lo studio delle acque sotterranee richiede la conoscenza di molti dei principi di base della geologia, della fisica, della chimica e della matematica. **Ad esempio, il flusso di acque sotterranee nell'ambiente naturale dipende fortemente dall'assetto tridimensionale dei depositi geologici attraverso i quali il flusso avviene.**

La gestione delle risorse idriche sotterranee può essere visto come un processo sequenziale con tre fasi principali.

La prima è una **fase di esplorazione**, in cui le tecniche geologiche e geofisiche di superficie e sotto-superficiali puntano alla ricerca di adeguati acquiferi.

La seconda è una **fase di realizzazione**, che comprende la progettazione, l'esecuzione, la misura dei parametri idrogeologici e la stima della produttività dell'acquifero, meglio forse del sistema acquifero-pozzo.

Infine, c'è una **fase di gestione**, che deve includere delle considerazioni sulle ottimali strategie di sfruttamento e una valutazione delle interazioni tra lo sfruttamento delle acque sotterranee e il sistema idrologico captato.





LE FASI DI ESPLORAZIONE

Il ruolo del Geologo

Le fasi di esplorazione

Ricerca gli acquiferi

Un acquifero è una formazione geologica in grado di produrre dei benefici in termini economici dall'estrazione di acque sotterranee mediante pozzi.

Tra i più comuni depositi geologici che sono sede di acquiferi si ricordano le sabbie e le ghiaie non consolidate di origine alluvionale, glaciale, lacustre e deltizia; le rocce sedimentarie, specialmente calcari e dolomie, arenarie e conglomerati; le rocce vulcaniche porose o fratturate.

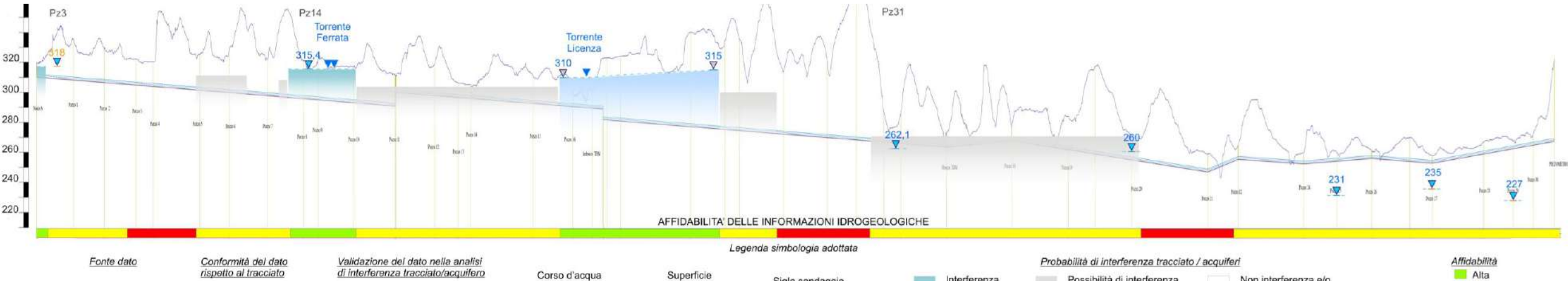
I metodi di esplorazione possono essere raggruppati in tre classi:

- 1) metodi geologici superficiali e di sottosuolo
- 2) metodi geofisici superficiali
- 3) metodi geofisici in pozzo



Le fasi di esplorazione

Ricerca gli acquiferi



Metodi superficiali e di sottosuolo

Analisi delle cartografie e database ufficiali e professionali

Log Stratigrafici

Mappatura di pozzi esistenti

Misurazioni piezometriche in pozzi sui quali è nota la stratigrafia

Metodi geofisici superficiali

Resistività elettrica, Polarizzazione indotta (IP) e Potenziale spontaneo (SP)

Elettromagnetismo (EM)

Sismica a Rifrazione e a Riflessione

Microgravimetria

Elettro - Sismica

Metodi geofisici in pozzo

Log a potenziale spontaneo

Log di resistività

I due log elettrici possono essere interpretati congiuntamente in termini qualitativi per fornire informazioni sulla sequenza stratigrafica in foro.

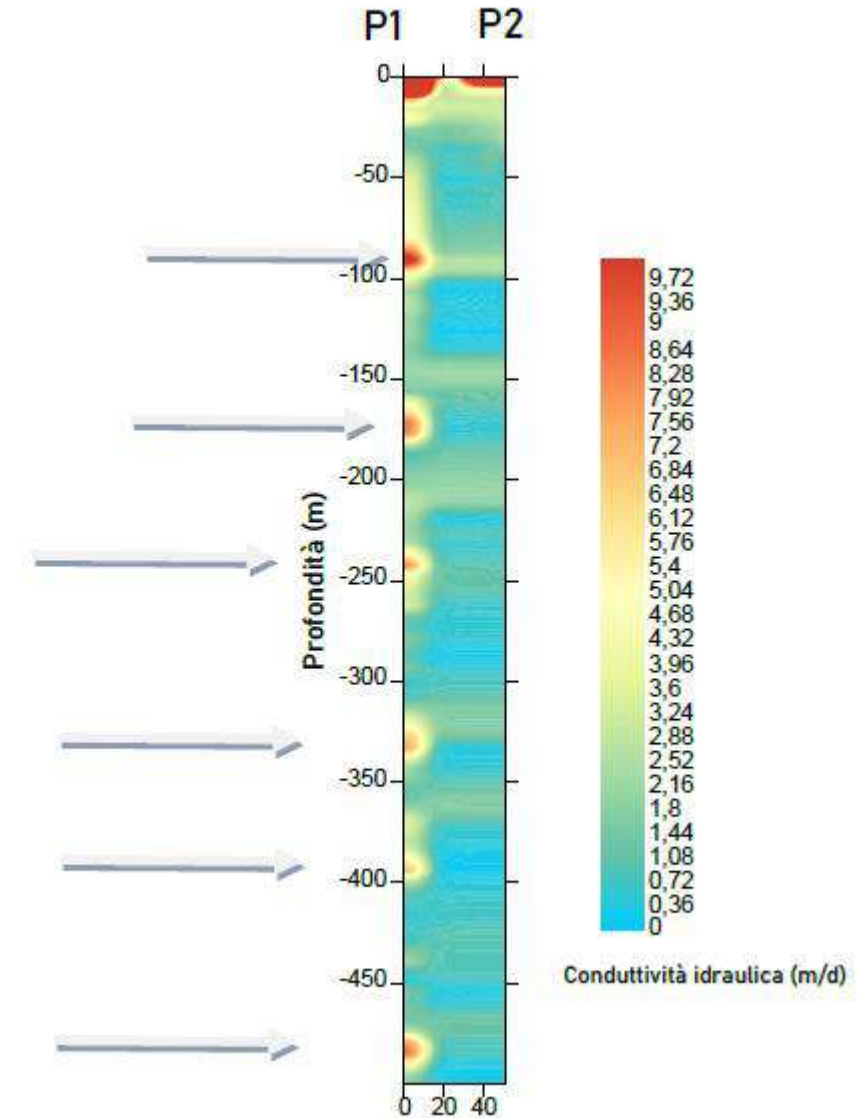
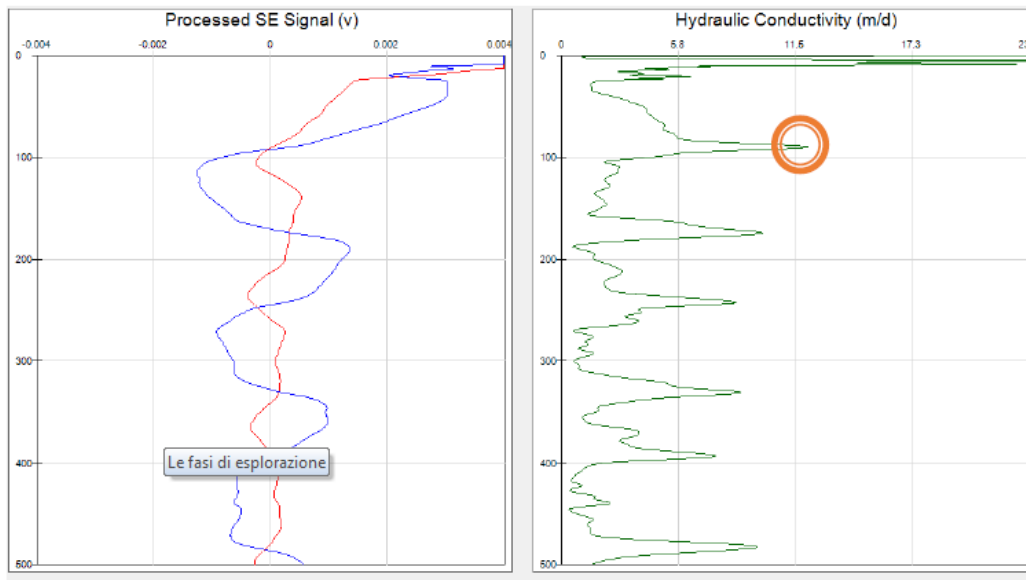
Le fasi di esplorazione

Ricerca gli acquiferi – PROSPEZIONE ELETTRO SISMICA

La metodologia sfrutta il debole campo elettrico che un flusso idrico sotterraneo crea quando sottoposto ad una onda di pressione verticale. In superficie si può misurare differenze di potenziale dell'ordine del millivolt o meno con apposite strumentazioni.

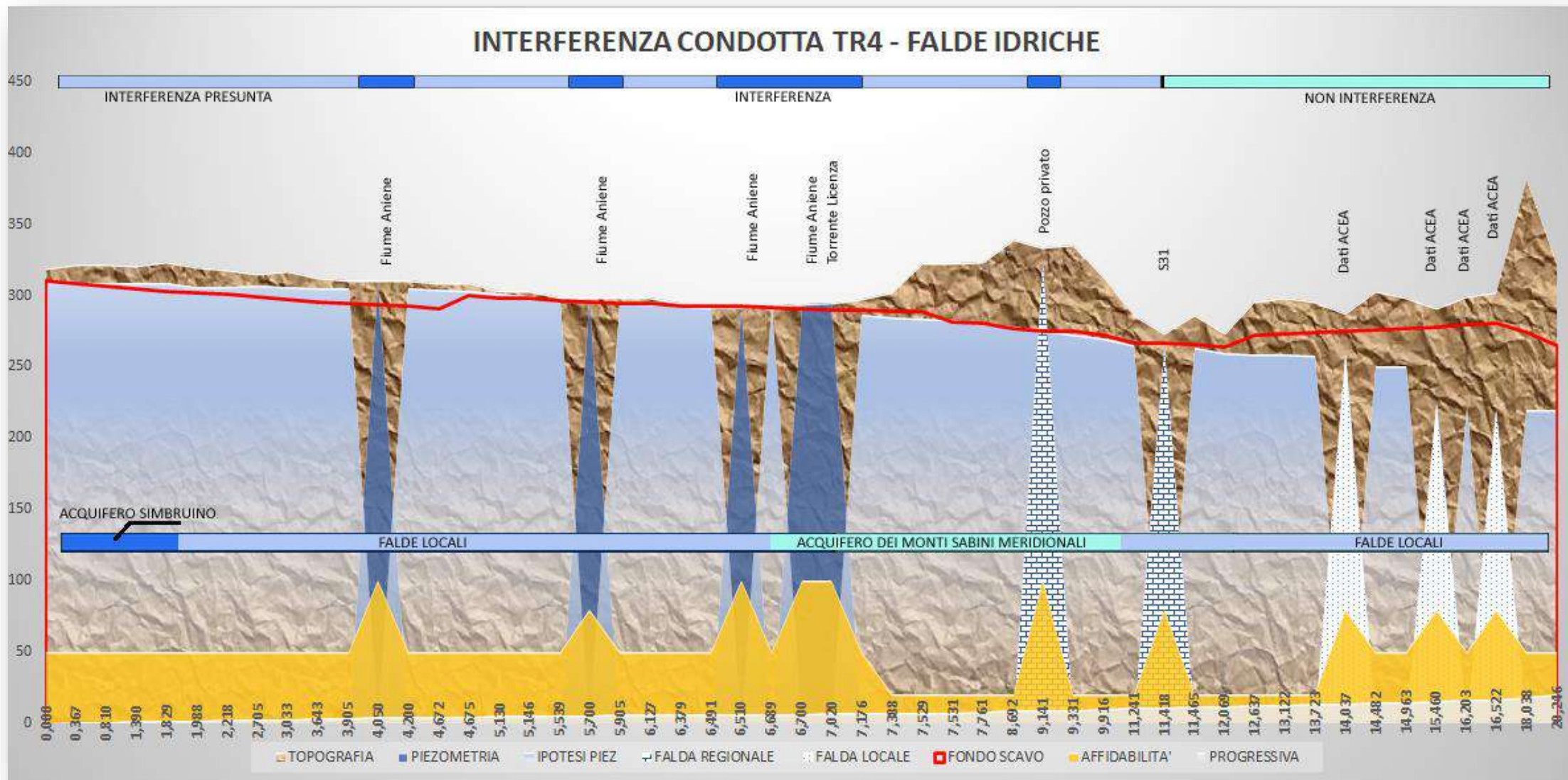
Determinazione profondità acquifero

La determinazione della profondità dell'acquifero è legata alla velocità di propagazione delle onde di pressione nel terreno, pertanto a parità di tempo di registrazione del segnale, maggiore è la velocità con cui il substrato conduce la perturbazione indotta nel sottosuolo, maggiore è la profondità dell'acquifero.



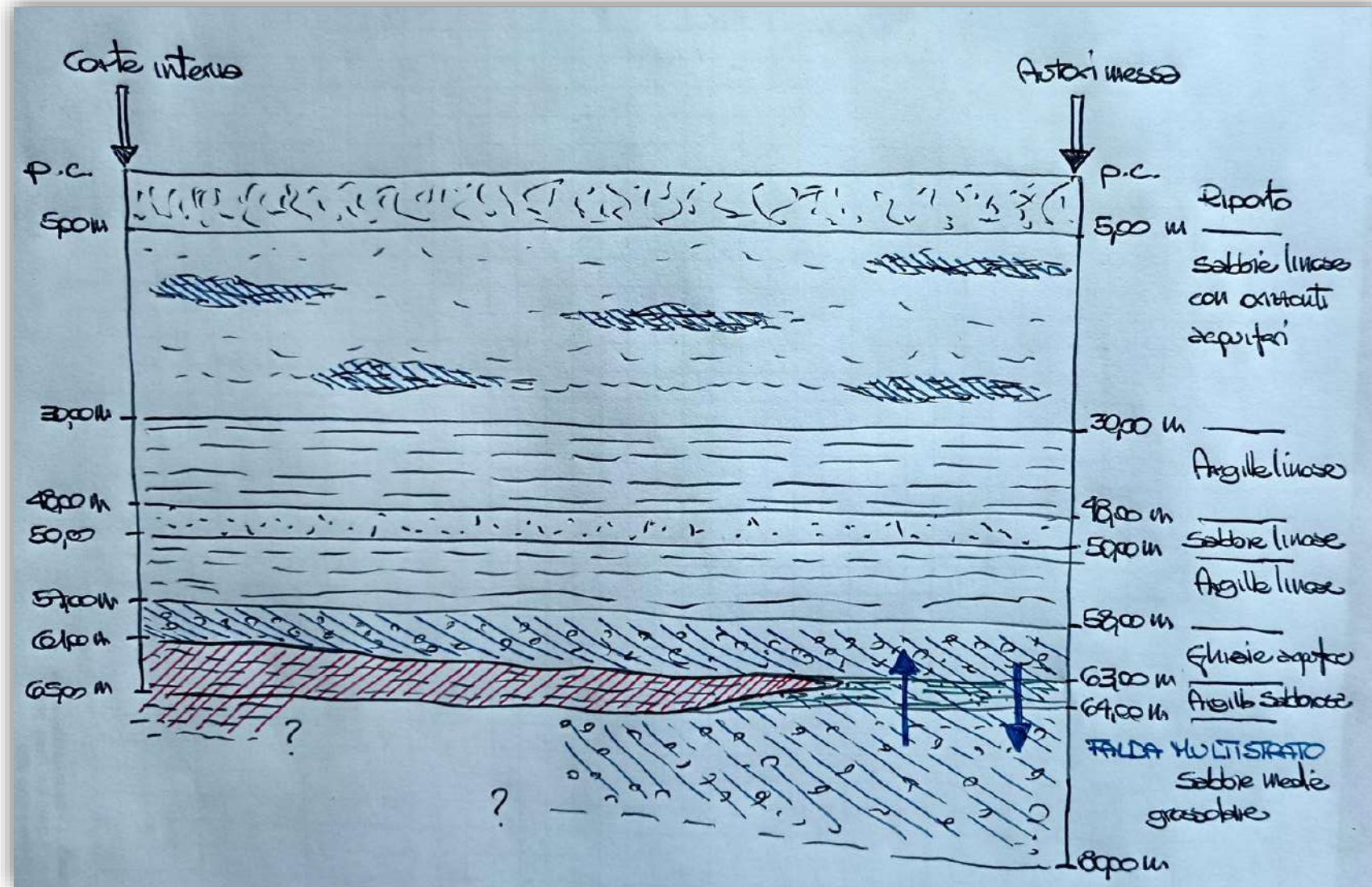
Le fasi di esplorazione

Ricerca gli acquiferi – definire un modello previsionale



Le fasi di esplorazione

Ricerca gli acquiferi – definire un modello previsionale





LE FASI DI REALIZZAZIONE

Il ruolo del Geologo

Le fasi di realizzazione

Progettare e realizzare pozzi

Il Geologo nell'ambito della ricerca della acque sotterranee, analizzate le esigenze del committente, deve sempre partire da semplici ma fondamentali domande:

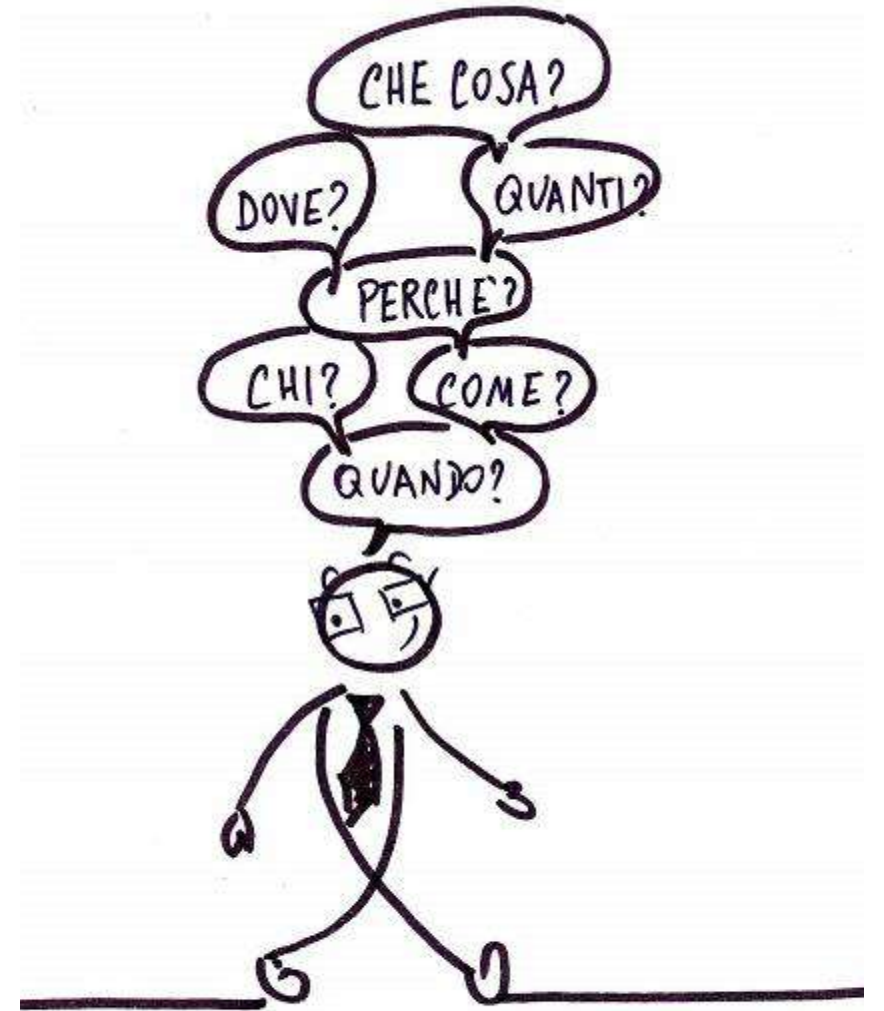
Dove dovrebbero essere posizionati i pozzi? Quanti pozzi sono necessari? Che portate di emungimento possono sostenere questi pozzi?

Quale sarà l'effetto dello schema di estrazione proposto sui livelli idrici locali?

Quali sono le capacità di rendimento a lungo termine del sistema acquifero-pozzo?

Lo sfruttamento proposto avrà un'influenza dannosa sugli altri componenti del ciclo idrologico?

È probabile che si verifichino effetti collaterali indesiderati, come subsidenza del terreno o intrusione salina, che possano limitare la produttività?



Le fasi di realizzazione

Progettare e realizzare pozzi – NORME UNI 11590 - 2015

La commissione tecnica CTI – Comitato Termotecnico Italiano, ha pubblicato la norma UNI 11590 finalizzata a definire i requisiti di progettazione di pozzi destinati all'uso permanente o temporaneo di acque sotterranee.

Questa norma è un utile strumento destinato:

al progettista che, insieme con i parametri tecnici, economici ed altre valutazioni di ordine amministrativo, se ne serve per verificare la fattibilità del progetto e per dimensionarlo;

alle imprese che realizzano le opere con lavori di perforazione, di posa di materiali e manufatti nel sottosuolo, di manutenzione delle opere stesse, nonché alle imprese che installano, allestiscono, mantengono e gestiscono gli impianti per il sollevamento delle acque sotterranee;

ai gestori di risorse idriche destinate all'uso potabile o in genere all'uso pubblico (per esempio consorzi irrigui o altri consorzi di scopo per distribuzione acque ad uso industriale, antincendio, scambio termico, ecc.);

agli Enti preposti alle autorizzazioni amministrative e alla vigilanza.

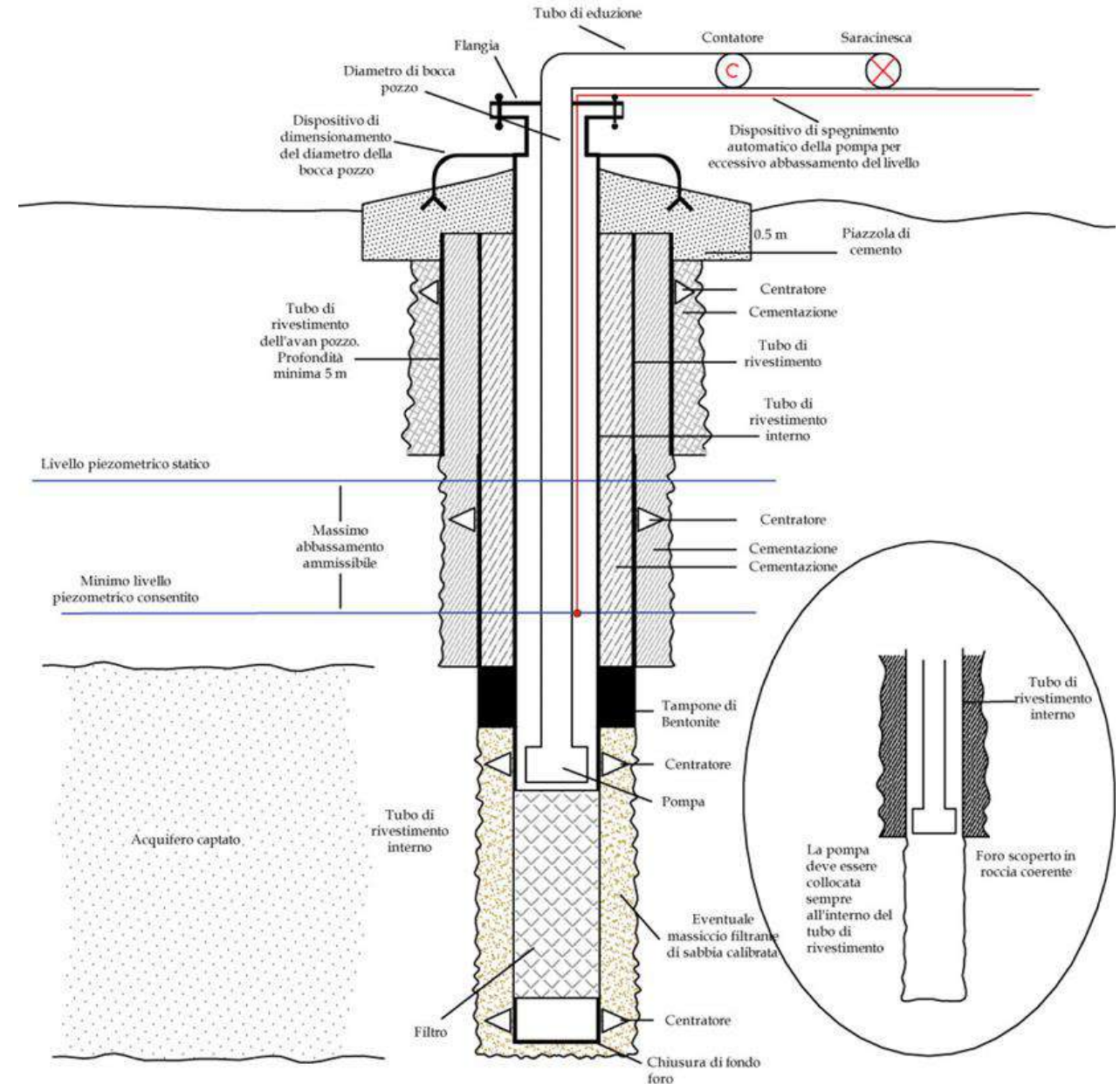
Le fasi di realizzazione

Progettare pozzi

La progettazione di un pozzo richiede sempre:

- l'identificazione dell'acquifero che si intende captare;
- la valutazione quantitativa e qualitativa della risorsa sotterranea utilizzabile (massimo prelievo compatibile con la locale disponibilità di risorse e con i **provvedimenti di tutela degli equilibri idrogeologici**);
- la domanda d'acqua che si intende soddisfare;
- il corretto dimensionamento degli scavi e delle strutture;
- l'impiego di materiali idonei a garantire la funzionalità e la durata dell'opera idraulica;
- accorgimenti che impediscano lo scambio idraulico tra acquiferi superficiali e profondi;
- accorgimenti che impediscano l'asportazione di materiale solido.

Il progettista deve pertanto identificare l'acquifero che intende captare, valutare il prelievo massimo ammissibile, tenendo conto della naturale potenzialità dell'acquifero, dei prelievi già autorizzati nell'area circostante e delle eventuali limitazioni imposte da provvedimenti di tutela.



Le fasi di realizzazione

Progettare pozzi

Nella progettazione il Geologo dovrà occuparsi di:

Tecniche di perforazione che si intendono adottare

Diametri di perforazione previsti e relative profondità

Diametri e caratteristiche delle tubazioni di rivestimento e relative profondità

Cementazioni dell'avampozzo e delle colonne di rivestimento

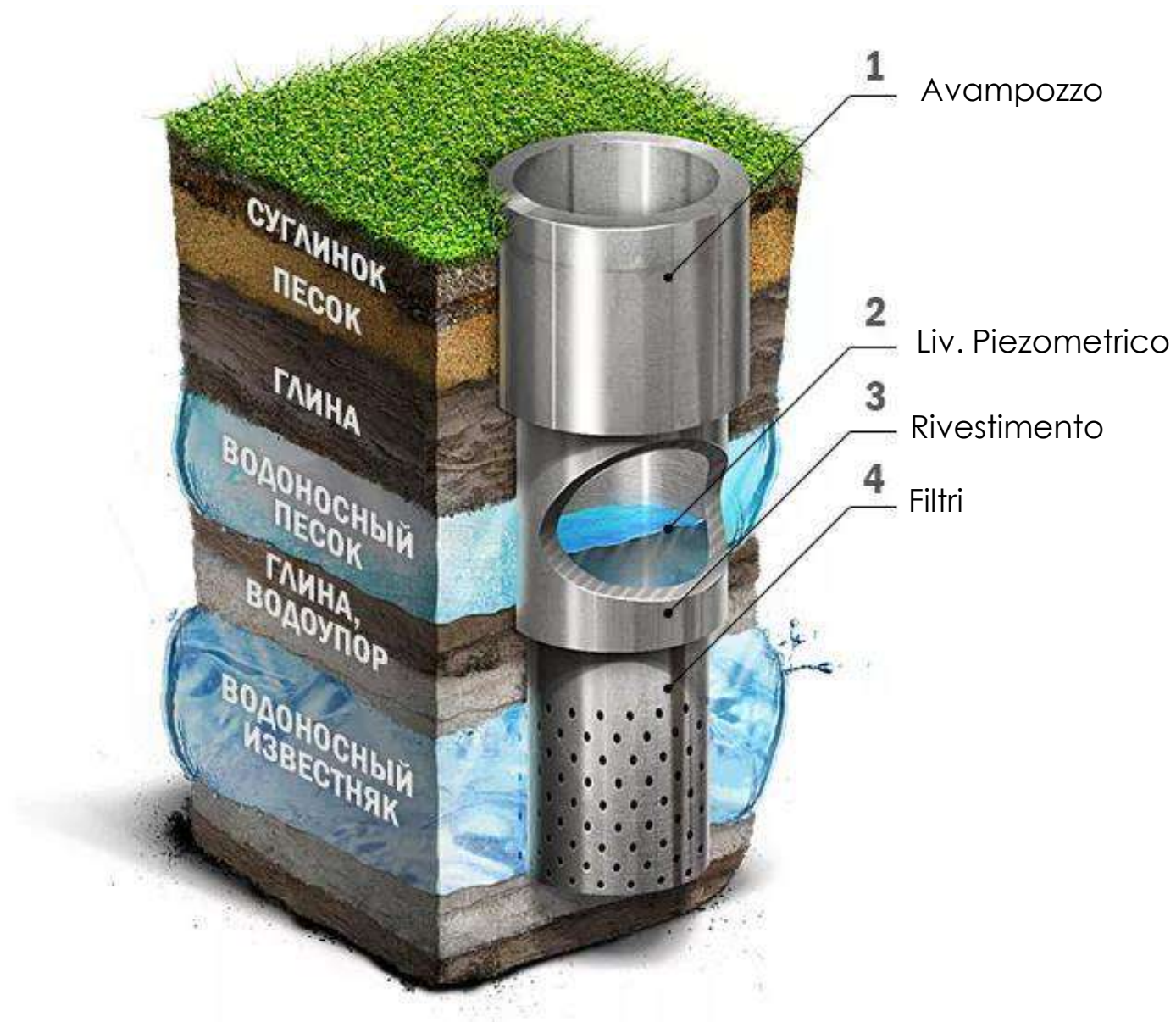
Eventuali tamponamenti per separazione delle falde

Posizione e dimensionamento preliminare dei filtri

Profondità totale del pozzo

Modalità di smaltimento dei solidi e dei fluidi prodotti dalla perforazione

Caratteristiche della pompa che si intende installare



Le fasi di realizzazione

Progettare pozzi – OCCHIO ALLE RICHIESTE DEL COMMITENTE

PORTATA	l/s	4	10	16	40	70	120
A Diametro del pozzo dalla pompa a p.c.	mm	219	273	273	323	406	508
B Diametro Nominale tubazione di mandata della pompa	DN	50	80	100	150	200	250
C Diametro flangia corrispondente a B (PN16)	mm	165	200	220	285	340	405
D* Diametro minimo del pozzo al di sotto della pompa ($v < 1\text{m/s}$)	mm	114	139	168	273	323	406

Diametro del pozzo in rapporto alla portata da emungere



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tecniche di perforazione

Percussione a secco

La perforazione con **percussione a secco** per la realizzazione di pozzi per acqua si basa sull'azione frantumatrice di un utensile di perforazione, collegato all'organo di perforazione per mezzo di un cavo d'acciaio e sulla contemporanea infissione e rotazione della tubazione di lavoro mediante potenti pistoni idraulici.

Le principali caratteristiche e i vantaggi di questa particolare tecnica sono:

Il ridotto impatto ambientale, grazie al non impiego di fanghi e additivi chimici

La possibilità di valutare precisamente e in tempo reale il tipo di terreno e le falde acquifere

La possibilità di interrompere in ogni momento la perforazione per le dovute valutazioni più dettagliate

L'assenza dei fanghi da smaltire

La rapidità e l'efficienza delle operazioni di sviluppo del pozzo

Il ridotto pericolo di interferenza con i pozzi vicini

Il basso costo dell'impianto

Perforazione a roto-percussione ad aria, rotazione con circolazione diretta ed inversa

L'azione di perforazione avviene grazie al movimento rotatorio dello scalpello che si trova all'estremità inferiore della batteria di perforazione. Il terreno viene frantumato e tagliato dallo scalpello gradatamente all'avanzamento della perforazione così da formare i detriti.

Il metodo di **perforazione a roto-percussione ad aria compressa** è un sistema di scavo per terreni coerenti e incoerenti. Per poter sollevare i detriti prodotti dall'utensile di perforazione, essendo l'aria compressa un fluido comprimibile e poco viscoso, deve avere una velocità molto elevata.

Nella **circolazione diretta**, il fluido di perforazione viene pompato per mezzo della testa rotante all'interno delle aste di perforazione, fino ad uscire a grande velocità dalle cavità dello scalpello, provvedendo in questo modo sia a lavare le lame o i denti dell'utensile, sia a pulire il fondo del pozzo. Successivamente i detriti ed il fluido risalgono lungo l'intercapedine che si trova tra la batteria di perforazione e le pareti del pozzo, venendo scaricati nella vasca di decantazione.

Nella **circolazione inversa**, invece, il fluido ed i detriti di perforazione sono aspirati per mezzo delle cavità che si trovano all'interno dello scalpello e, impiegando come condotta le aste di perforazione, raggiungono in superficie la vasca di decantazione.

Le principali caratteristiche e i vantaggi di questo tipo di tecnica di perforazione, sono:

L'idoneità a qualsiasi tipo di terreno e la velocità nella perforazione di terreni plastici e di media durezza

L'impiego di fanghi o acqua che permette di controllare possibili sovra pressioni degli strati di terreno attraversati e di renderli più stabili

Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tecniche di perforazione

Percussione a secco



Perforazione a roto-percussione ad aria, rotazione con circolazione diretta ed inversa



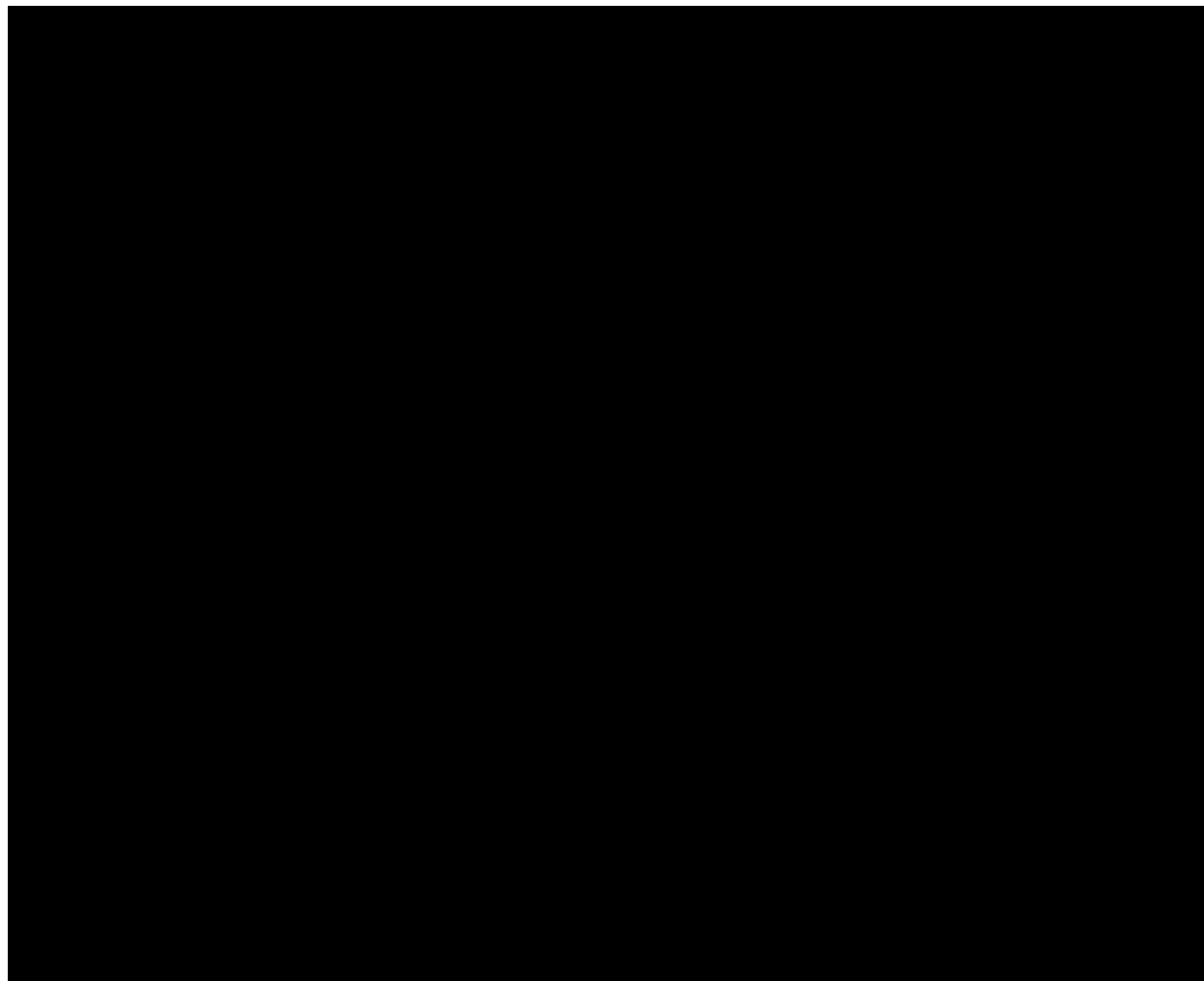
Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tecniche di perforazione



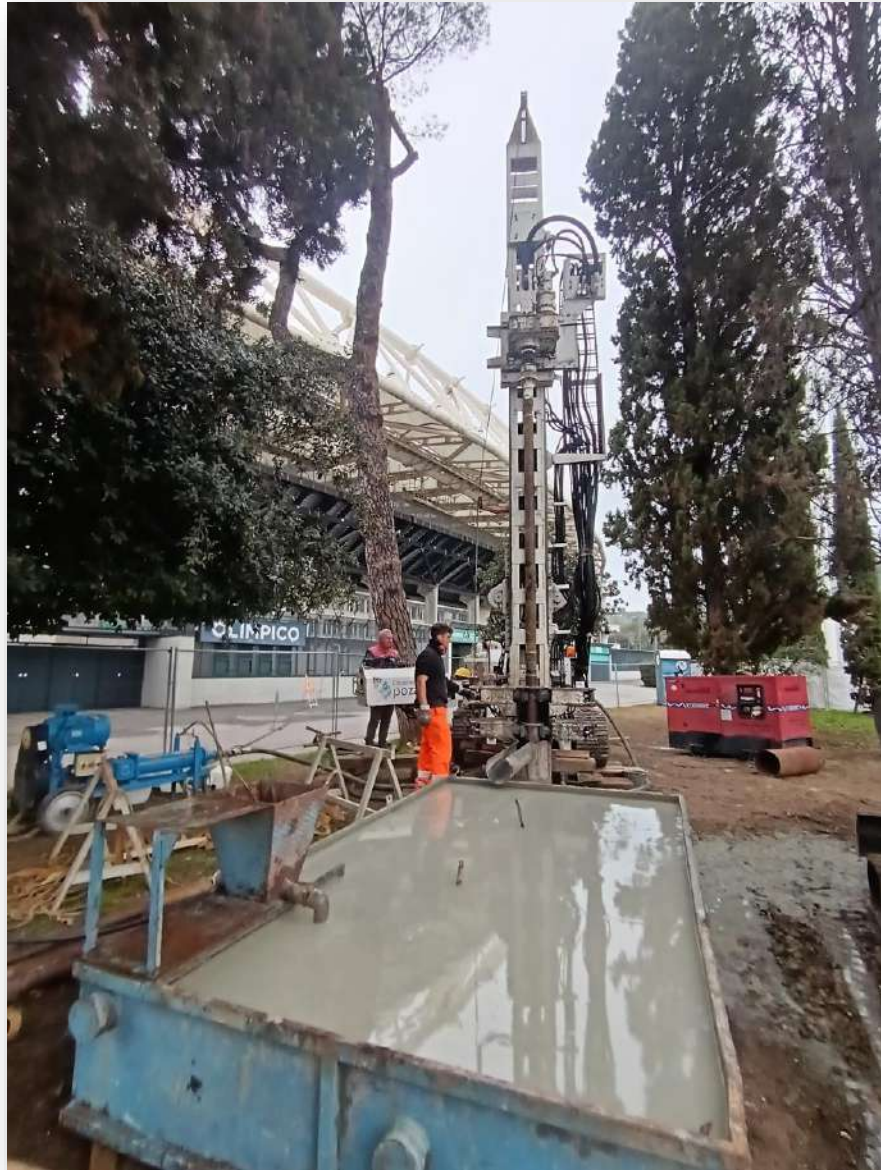
Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Cantiere



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tecniche di perforazione

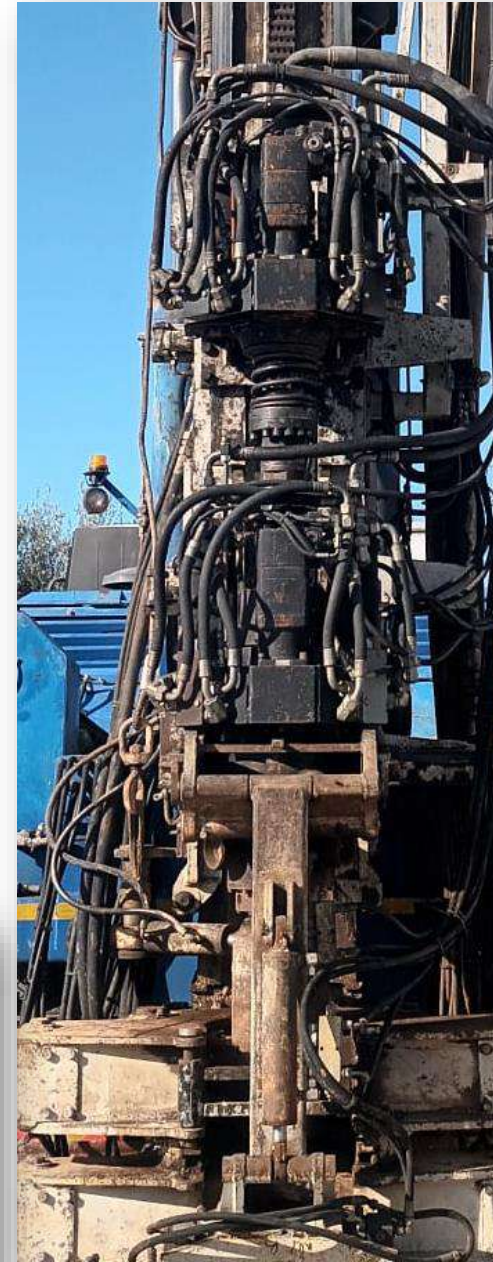
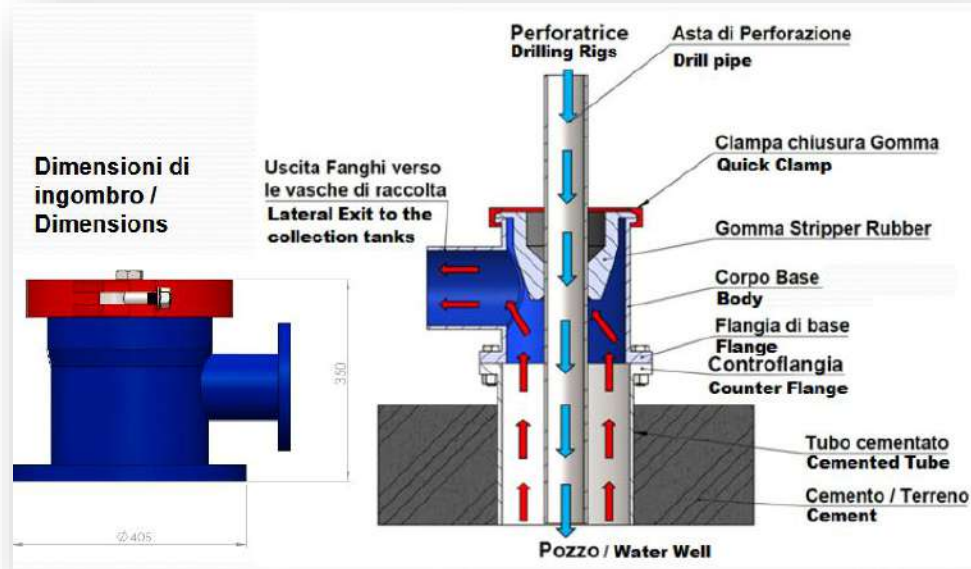


Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Accorgimenti importanti

Utilizzazione di macchine di perforazione a doppia testa di rotazione

Utilizzazione di Blowout Preventer o Diverter

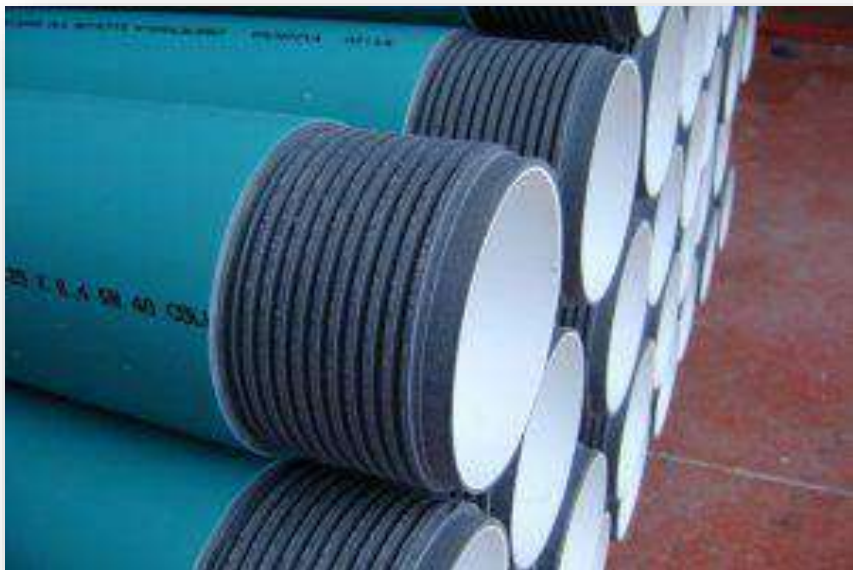


Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tubazioni di rivestimento

A seconda della destinazione d'uso, della granulometria delle falde attraversate, delle caratteristiche chimiche dell'acqua, il tubaggio dei pozzi può essere realizzato con diversi materiali:

- 1) Acciaio inox, Acciaio al carbonio zincato, verniciato
- 2) PVC (Polivinilcloruro)
- 3) Polietilene
- 4) Polipropilene



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tubazioni di rivestimento

Tubi in Acciaio inox

La scelta del tubo di rivestimento finale in acciaio per pozzi d'acqua deve basarsi sul tipo di pozzo, sulla durata utile, sulla qualità dell'acqua, sulla profondità e sul diametro previsti, sul metodo di perforazione, sul budget e sulla conformità alle normative.

A seconda dello scopo del pozzo (approvvigionamento idrico potabile, prosciugamento, approvvigionamento non potabile, ambientale), con l'utilizzo di rivestimenti in acciaio è possibile valutare numerose opzioni in termini di diametri, materiali, connessioni, tipi di guarnizioni e requisiti normativi locali.

La fabbricazione di tubi di rivestimento per pozzi d'acqua in acciaio avviene tramite un processo senza saldatura o saldato.

Esistono due processi di saldatura di base: la saldatura a resistenza elettrica (ERW) che non utilizza metallo di riempimento e la saldatura ad arco sommerso (SAW) in cui è incorporato metallo di riempimento.

I tubi senza saldatura in genere costano di più dei tubi saldati. Le tolleranze di fabbricazione per peso, spessore della parete e lunghezza sono pubblicate dalla maggior parte dei fornitori.

Tubi in Acciaio al Carbonio

I tubi in acciaio al carbonio si prestano a numerose applicazioni, in particolare sono indicati quando le condizioni di posa o del terreno richiedono un'elevata resistenza meccanica del prodotto.

I tubi in acciaio al carbonio sono disponibili grezzi, verniciati all'acqua o zincati a caldo. Le giunzioni sono a saldare con o senza collarini o con coppia filettata M/F.

I tubi zincati vite-manicotto sono realizzati in acciaio al carbonio, uniti con saldatura longitudinale a norma UNI EN 10255 e zincati a caldo per acqua potabile secondo la norma UNI EN 10240 A.1.

Le giunzioni sono filettate in accordo alla norma ISO 7/1 e sono dotate di manicotto zincato rif. ISO 50. Essi sono idonei per impianti idrotermosanitari.

Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Tubazioni di rivestimento

Tubi in PVC (Polivinilcloruro)

La composizione chimica del PVC fornisce a questo materiale caratteristiche fisico-meccaniche e prestazioni incredibili.

Tra le caratteristiche principali troviamo:

Resistenza Chimica: Il PVC è altamente resistente a numerosi prodotti chimici, rendendolo ideale per il trasporto di fluidi corrosivi.

Flessibilità: grazie alla flessibilità del PVC, i tubi sono capaci di resistere alle forze esercitate dall'interno e dall'esterno, possono infatti flettersi e di riacquistare, infine, la loro iniziale configurazione.

Durata: I tubi in PVC hanno una lunga vita grazie alla loro resistenza alla corrosione e all'usura.

Facilità di Installazione: Grazie alla sua leggerezza, il PVC è facile da maneggiare e installare.

Il pvc è anche un materiale ecologico e rispettoso dell'ambiente, non utilizza infatti materie prime limitate ed è riciclabile.

Tubi in Polietilene (PE)

Il polietilene è noto per la sua flessibilità e resistenza agli impatti. Le sue principali caratteristiche includono:

Flessibilità e viscoelasticità: Il PE è estremamente flessibile, il che lo rende adatto per applicazioni in cui sono presenti movimenti o vibrazioni.

Resistenza: Questo materiale è molto resistente agli urti, alle basse temperature, alla corrosione e agli agenti atmosferici.

Impermeabilità: Il PE è altamente impermeabile, caratteristica che rende questo materiale ideale per il trasporto di liquidi.

Il polietilene è inoltre un materiale completamente atossico, le tubazioni possono quindi trasportare acque potabili o fluidi alimentari nel totale rispetto delle normative.

Tubi in Polipropilene (PP)

Il polipropilene è anch'esso un materiale polimerico che consente la realizzazione di tubazioni leggere e facili da trasportare e installare.

Tra le caratteristiche che rendono il polipropilene particolarmente apprezzato troviamo:

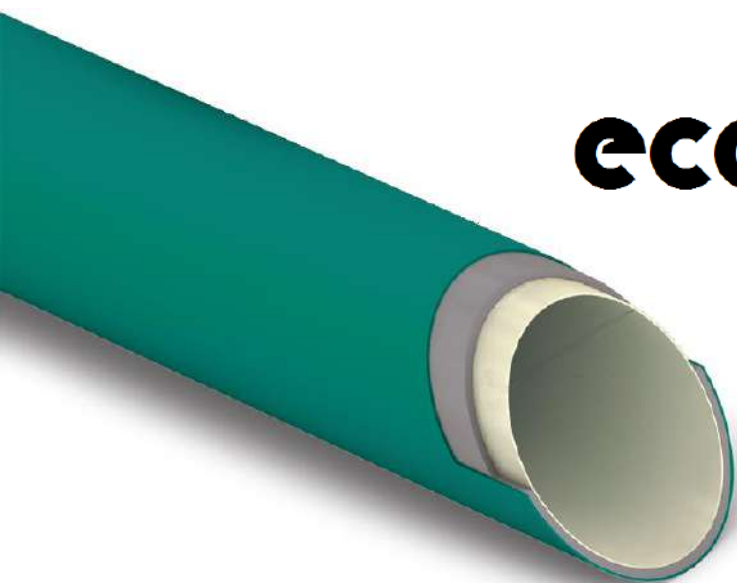
Resistenza Termica: Il PP può sopportare temperature più elevate rispetto al PVC e al PE e mantiene un buon comportamento anche con le basse temperature.

Resistenza Chimica: Eccellente resistenza a sostanze chimiche aggressive.

Rigidità: Il PP è più rigido del PE, rendendolo adatto per applicazioni che richiedono maggiore stabilità strutturale.

Le fasi di realizzazione

Approfondimento – tubi in polipropilene ad alto modulo PPHM



ecopozzo[®]

Il PPHM garantisce un tipo di ATOSSICITÀ che è da intendersi "in senso ASSOLUTO"

Il PPHM garantisce un'ottima RESISTENZA MECCANICA

Il PPHM offre un ampio campo di applicazione ad ALTE e BASSE TEMPERATURE

Il PPHM offre un'eccellente resistenza all'aggressione di molti AGENTI CHIMICI

La tubazione in triplo strato in PPHM è costituita appunto da tre strati, tutti a base di Polipropilene ad Alto Modulo.

Lo strato interno è costituito da Polipropilene vergine, questo per sfruttare al meglio le peculiarità della materia prima, inoltre il colore bianco dello strato interno garantisce anche una migliore visibilità in caso di video ispezioni interne;

- Lo strato esterno costituito sempre da Polipropilene vergine con l'aggiunta di una percentuale bassa di carica minerale che migliora le caratteristiche della tubazione per quanto riguarda la resistenza agli urti e ai danni superficiali;
- Lo strato intermedio, che è poi quello a maggior spessore, incide infatti per circa l'80% del peso del tubo, è invece realizzato con Polipropilene sempre caricato con una carica minerale che conferisce un'alta resistenza meccanica alla tubazione; in pratica il valore del modulo elastico aumenta di circa il 50-60%, si passa da un modulo elastico di circa 2000 MPa del Polipropilene a valori di circa 2500 MPa con la carica minerale.

La scelta di realizzare la tubazione in triplo strato è dovuta anche al fatto che c'è la necessità di appesantire la tubazione stessa perché il peso specifico del Polipropilene è minore di 1000 kg/mc, quindi più leggero dell'acqua. In caso di livello della falda alto, il tubo tende ovviamente a galleggiare e può dare qualche difficoltà di installazione in alcune circostanze.

L'additivazione quindi dello strato intermedio con la carica minerale aumento il peso specifico della tubazione superando quindi i 1000 kg/mc evitando il galleggiamento.

Le fasi di realizzazione

Approfondimento – tubi in polipropilene ad alto modulo PPHM

Sostanze ritenute nocive per la salute nel PPHM (polipropilene ad alto modulo)	cromo	assente
	piombo	assente
	stagno	assente
	alogeni	< 0,0001%

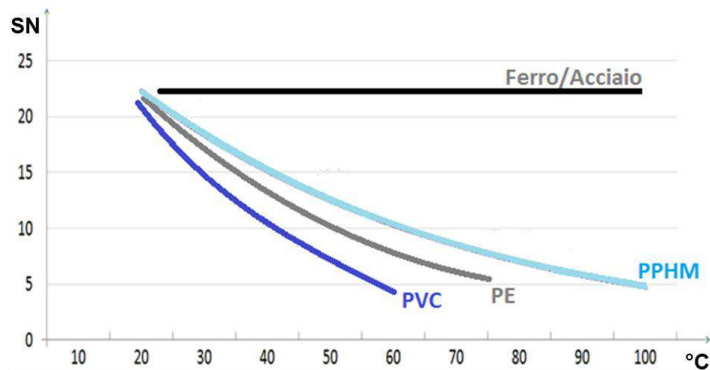
Il tubo in Polipropilene è pienamente rispondente al Decreto Ministeriale n. 174 del 06/04/2004, norma che regola le caratteristiche che devono avere i materiali a contatto con l'acqua destinata al consumo umano.

Le sostanze ritenute nocive per la salute umana e che non devono essere presenti in misura superiore a certe percentuali definite ed evidenziate nel decreto, nel Polipropilene non sono presenti; parliamo dei metalli pesanti, cloro, cromo, piombo, stagno, alogeni, che essendo non presenti, confermano come il Polipropilene abbia una atossicità da considerarsi in senso assoluto e non relativo come altri materiali plastici.

Dal punto di vista della ecocompatibilità, il Polipropilene è un materiale completamente riciclabile, brucia pulito, dalla sua combustione ne deriva soltanto acqua e anidride carbonica, al contrario di altre tubazioni in materiale plastico che possono sprigionare sostanze tossiche.

Un fattore molto importante nell'applicazione pozzi è la particolare resistenza alla temperatura.

E' ovvio che essendo un materiale termoplastico la sua rigidità anulare e la sua resistenza meccanica hanno un loro decadimento che varia in funzione della temperatura.



Punto di fusione delle materie plastiche	
PPHM	163°C
PE	120°C
PVC	80°C

Variatione della rigidità anulare (SN) in funzione della temperatura (°C) misurata su tubi termoplastici (PPHM, PE e PVC) e metallici (Ferro/Acciaio)

Le fasi di realizzazione

Approfondimento – tubi in polipropilene ad alto modulo PPHM



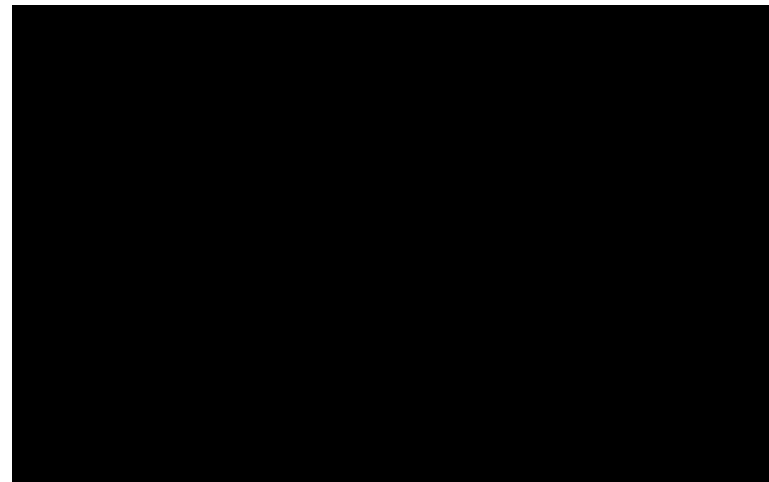
**ecopozzo
bioclean**

Il Polipropilene è un materiale particolarmente resistente all'aggressività ed alla formazione di biofilm ed opportunamente additivato è autoprotetto dalla proliferazione batterica da legionella e l'azione di tale additivo, inserito direttamente nel compound che viene poi estruso per formare la tubazione, è utilizzato anche in ambito medico e non ha limiti temporali ed un'efficacia permanente nel tempo.

Dal 2022 l'azienda italiana RICCINI produce sulla sua gamma di tubazione Ecopozzo un trattamento anti legionella.

I campioni sottoposti a prova in laboratorio ufficiale (metodo di prova ISO 22196:2011) dopo questa additivazione, testimoniano che la tubazione risulta protetta dalla proliferazione di tale batterio.

Da un punto di vista geometrico invece, poiché il batterio ed i biofilm in generale si possono annidare e proliferare in cavità e spazi, i profili della gamma prodotta presentano una parete interna priva di discontinuità.



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Filtri e Dreno

Nella progettazione di un pozzo riveste un ruolo fondamentale la definizione del pacchetto filtro” costituito dalla tubazione filtro e dal suo anulare di dreno.

In linea di principio nella scelta del tubaggio di un pozzo, è corretto mantenere questi criteri:

- per acquiferi artesiani lunghezza pari ad almeno 70-80% dello spessore
- per acquiferi freatici lunghezza pari a circa 40-50% dello spessore saturo
- porosità del filtro pari ad almeno il doppio di quella dell'acquifero
- luce del filtro sufficiente a far passare la frazione fine durante lo sviluppo (**condizione in alcuni casi piuttosto pericolosa da adottare**)



Tubi filtro in Acciaio Inox – Acciaio al carbonio

Filtri con finestre rettangolari

Filtri a ponte - punzonati

Filtri a spirale, o luce continua (tipo Johnson)

NON SONO CONSIDERABILI TUBI FILTRO QUELLI RICAVATI ATTRAVERSO IL TAGLIO IN CANTIERE DELLE TUBAZIONI DI RIVESTIMENTO

Tubi filtro per materiali plastici

Microfessurati a laser

Fresati a disco

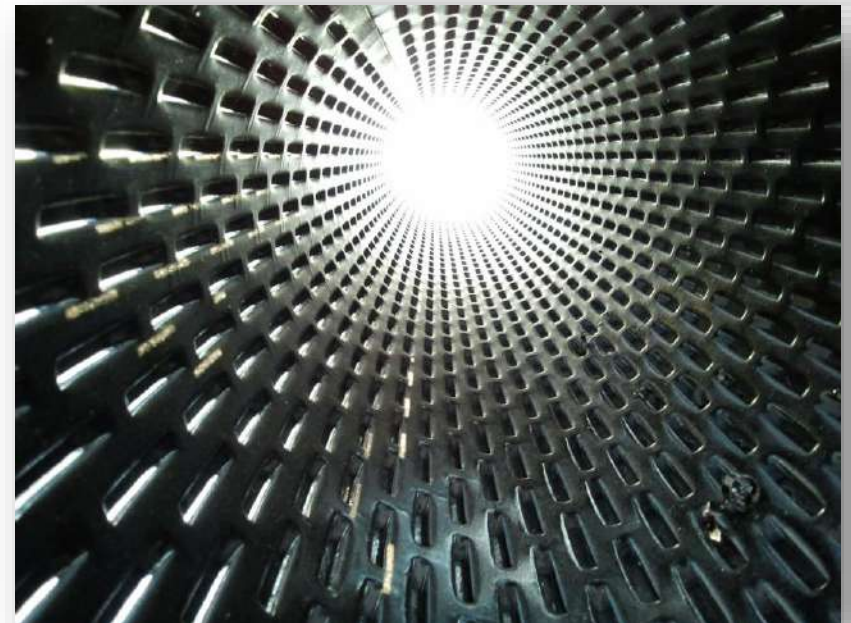
NON SONO CONSIDERABILI TUBI FILTRO QUELLI RICAVATI ATTRAVERSO IL TAGLIO IN CANTIERE DELLE TUBAZIONI DI RIVESTIMENTO

I filtri sono ricavati dai tubi ciechi sui quali vengono praticate delle fessure perpendicolari al proprio asse per mezzo di frese a disco o laser, la larghezza dei tagli (slot) determina la luce di passaggio ed è configurabile in base alla curva granulometrica.

In tutti i casi è bene ricordare che la quantità e la disposizione delle luci sulla parete dei filtri è predisposta per mantenere una buona resistenza meccanica.

Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Filtri



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Filtri



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Filtri Speciali in Inox



FILTRO TUBOLARE AVVOLTO

Il filtro tubolare avvolto è una versione tecnologicamente avanzata del filtro con base tubolare. Il filtro per pozzo viene ottenuto da filo profilato sagomato di precisione che viene avvolto e saldato a barre longitudinali in ogni punto di contatto.

Il rivestimento è avvolto direttamente sul tubo perforato, in maniera da afferrare saldamente il tubo lungo tutta la sua lunghezza. Il risultato è un filtro tubolare totalmente saldato, avvolto.

Le caratteristiche ed i vantaggi sono gli stessi che si hanno in un filtro ad infilaggio convenzionale, tuttavia questa tipologia costruttiva è consigliata per valori dove è richiesta una resistenza al collasso molto elevata (> 100 bar), allo scopo di assicurare una totale gestione della sabbia e l'integrità del rivestimento.

La soluzione Johnson Screens® per migliorare il filtro artificiale a ghiaia è data dal Muni-Pak™. Questa soluzione semplifica il lavoro del cliente, colma eventuali disuguaglianze di sviluppo ed offre vantaggi a lungo termine.

Il Muni-Pak™ è tecnologia d'avanguardia per quanto riguarda filtri preconfezionati.

Per quanto concerne i filtri preconfezionati i vantaggi per il committente sono:

- eliminazione della necessità di avere un foro di perforazione più largo;
- riduzione dell'onere di tempo necessario per trivellare un pozzo;
- velocizzazione dei tempi di sviluppo.

Muni-Pak™ utilizza sfere in ceramica come supporti di filtrazione. Questo concetto unico nel suo genere fornisce un filtro che meno probabilmente può essere contaminato da biopellicole ed incrostazioni.

Muni-Pak™ permette di ridurre i costi di manutenzione.

SPECIFICHE



Vantaggi del filtro Muni-Pak™:

- foro di perforazione più piccolo
- nessun posizionamento di ghiaia
- aumento della resistenza
- filtro più sottile



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Filtri e Dreno

Il buon funzionamento di un pozzo è legato alla corretta realizzazione del pacchetto filtrante. Durante di fasi di perforazione e tubaggio è solito formarsi un anulare di materiale fine generato dall'azione meccanica di avanzamento in profondità degli utensili di scavo.

Oltre ad un corretto dimensionamento dei filtri e del dreno è fondamentale eseguire accurate manovre di sviluppo del pozzo, capaci di asportare i materiali fini generati dalla perforazione.

In generale nella scelta dei filtri di un pozzo bisogna avere a mente che le aperture dei tratti filtranti e la loro geometria devono far passare solo i grani più fini e la velocità d'acqua in ingresso deve essere inferiore a circa 3-15 cm/sec.

Quest'ultima caratteristica riduce le perdite di carico ed il flusso turbolento nonché i fenomeni di corrosione chimica.

Anche la scelta delle caratteristiche del sistema di pompaggio riveste un ruolo fondamentale per la durabilità e funzionalità di un pozzo.

Corrosioni e Incrostazioni dei filtri

Due problemi assolutamente da non sottovalutare nella scelta dei filtri. In generale le corrosioni (dovute ad acque acide) sono risolvibili con l'utilizzo di rivestimenti in materiale plastico.

Le incrostazioni riducono drasticamente la capacità filtrante di un pozzo e generano facilmente la proliferazione batterica.

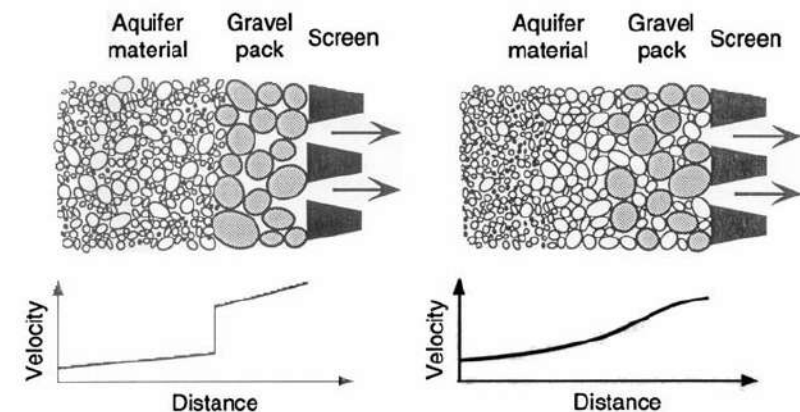
In acquiferi carbonatici le incrostazioni dovute a precipitazione di carbonato di calcio, possono generarsi per eccessivi cali di pressioni idrostatiche che generano la liberazione di anidrite carbonica durante il pompaggio.

Il tutto potrebbe essere dovuto ad eccessivi cicli di pompaggio che generano svuotamenti della colonna pozzo e/o dell'orizzonte saturo captato.

Dreno

Il dreno in ghiaietto (calcareo/siliceo) è utile in formazioni a grana fine in quanto minimizza il trasporto solido e permette di usare filtri a luce maggiore. In certi casi si ha anche una riduzione dei fenomeni di corrosione.

Durante lo sviluppo i grani si ridistribuiscono attorno al filtro e la velocità di entrata si riduce in maniera graduale.



Le fasi di realizzazione

Approfondimento – Dreno Microsfere di vetro

Le eccezionali caratteristiche intrinseche del vetro, interamente costituito da sostanze minerali naturalmente inerti, sono: Trasparenza, compattezza e omogeneità strutturale, totale inerzia chimica e biologica, impermeabilità ai liquidi, ai gas, ai vapori e ai microrganismi, inalterabilità nel tempo, perfetta compatibilità ecologica (grazie alla possibilità di riciclo per un numero infinito di volte).

Se ben utilizzate, possono incrementare le performance del pozzo dal 20%

Diversamente dal tradizionale ghiaio, le sfere di vetro non subiscono costipazione. Le sfere (tanto più sono sferiche) si toccano tra loro in un solo punto e la costipazione meccanica non produce effetti significativi. Va considerato inoltre che le sfere hanno una forza allo schiacciamento 16 volte maggiore rispetto alla ghiaia.



Le fasi di realizzazione

Approfondimento – Biofouling

Sebbene sia più corretto definirlo come **biofouling (incrostazione) da ferro**, il problema – complesso e molto diffuso- è più comunemente noto come “ferrobatteri”. E' un fenomeno naturale in cui micro organismi, nel loro habitat, interagiscono con minerali e metalli. Il biofouling da ferro condiziona pozzi ed impianti idrici in tutto il mondo, in falde e ambienti diversi, contaminando incondizionatamente nuovi impianti dai poli ai tropici, causando da piccoli inconvenienti a gravi danni.

Il fenomeno dei ferrobatteri è uno tra i tanti tipi di biofouling che include anche la più nota e caratterista fanghiglia biancastra di zolfo delle terme solfuree. Biofouling da manganese e persino da alluminio possono essere presenti in impianti e sistemi idrici.

I biofouling da ferro e altri minerali sono costituiti in biofilm composti da batteri sia attivi che morti, dalle loro guaine, steli e secrezioni così come da altre forme viventi inglobate nelle particelle ossido-idrossido dei metalli

Le seguenti anomalie possono essere segnali di problemi di incrostazioni e/o fanghiglia da ferrobatteri:

Repentina perdita di resa della pompa

Pompe e tubi di mandata ricoperti da uno spesso strato depositi scivolosi e viscosi, solitamente di colore rosso ruggine

Se disidratati, i depositi tendono a trasformarsi in una massa di polvere fine. Vecchi residui avranno strati più spessi e duri

Rapida insorgenza di forti sgradevoli odori dal pozzo

Odore di “uova marce” potrebbe essere indice di qualche fioritura batterica nel pozzo

Presenza di fanghiglia rosso ruggine nei principali filtri dell'impianto dovuta da batteri in decomposizione

Da video ispezione (utilizzando un dispositivo tipo R-Cam 1000 XLT) si evidenziano nel pozzo escrescenze viscidie e filamentose in prossimità della zona filtrante e cieca



Le fasi di realizzazione

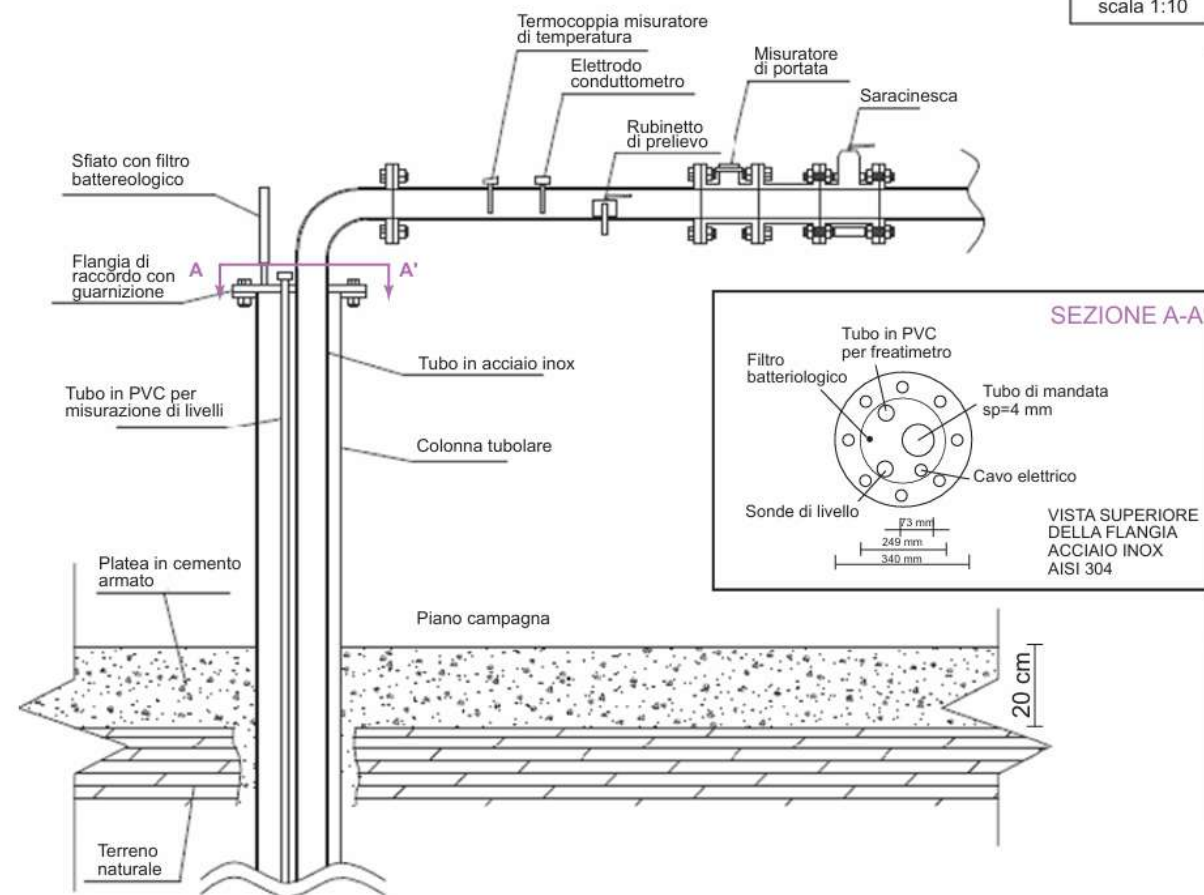
Realizzare pozzi – Completamento e messa in sicurezza della testa pozzo

Una volta tubato il pozzo e posto in opera il dreno nell'anulare di perforazione in corrispondenza dei tratti filtranti, sarà necessario compensare i volumi di scavo attraverso apposite **cementazioni** che assumono un duplice ruolo:

- 1) protezione sanitaria da infiltrazioni di acque superficiali inquinate, flussi tra acquiferi diversi (cross-contamination) ed isolamento di acquiferi contaminati
- 2) protezione meccanica da fenomeni corrosivi di tipo chimico e meccanico nonché rinforzo delle tubazioni contro il rischio di schiacciamento e punzonature (soprattutto le tubazioni in PVC)

Nelle fasi di completamento la testa del pozzo dovrà essere rialzata rispetto alla platea di base posta al p.c. ed ermeticamente chiusa con flangia, contro flangia e relativa guarnizione. Sulla testa devono essere praticati fori per fare passare l'alimentazione della pompa, i cavi di alimentazione delle sonde di livello (muniti tutti di pressacavo) e la tubazione guida per le misure freatiche.

La colonna di mandata deve essere attrezzata con saracinesca, misuratore di portata ed eventualmente misuratore in linea di temperatura e conducibilità elettrica (nei casi ti utilizzi potabili e/o sanitari). Sulla tubazione deve essere alloggiato un rubinetto di prelievo per il campionamento durante le analisi ufficiali.



Le fasi di realizzazione

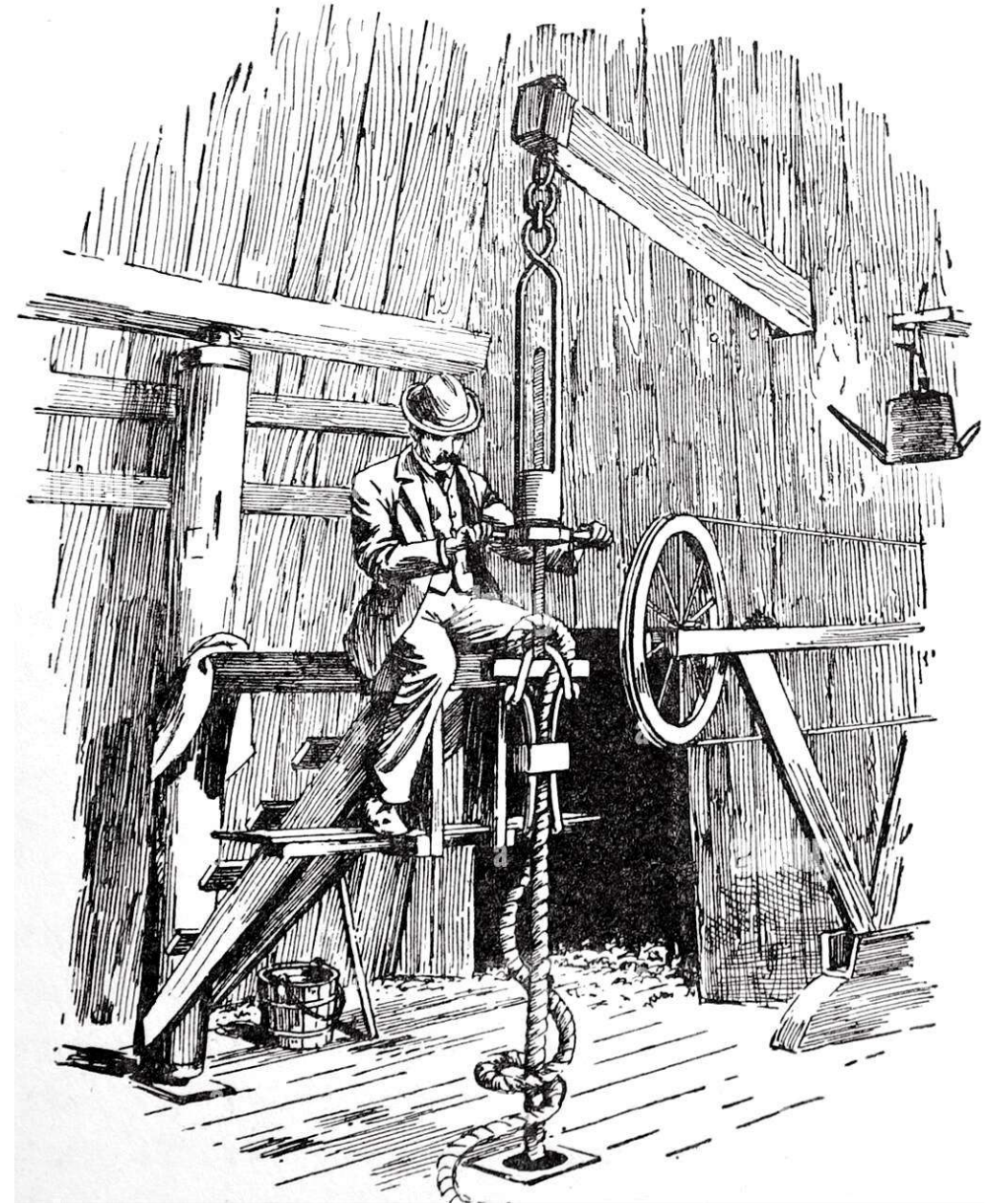
Realizzare pozzi – Sviluppo e Test di pompaggio

Lo sviluppo di un pozzo ha come obiettivo quello di eliminare i detriti della perforazione e l'estrazione della frazione più sottile dal terreno dell'acquifero, affinché la permeabilità locale migliori e aumenti quindi l'efficienza del pozzo.

Le due principali operazioni che possono essere eseguite per ottenere uno sviluppo efficace sono:

1) Rimozione delle particelle fini nel terreno attorno al pozzo, ovvero la rimozione della selezione dei grani che si forma con il pompaggio dell'acqua. La rimozione può essere ottenuta mediante l'inversione del moto dell'acqua dal pozzo verso la formazione mediante tecniche di pistonaggio o lavaggio;

2) Rimozione del pannello di fango, che può essere fatto mediante lavaggio con acqua in pressione.



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Condizioni adeguate per un Test di pompaggio

- 1) Il diametro del pozzo deve essere tale da alloggiare una pompa di portata sufficiente a provocare un abbassamento di almeno qualche decina di cm
- 2) Nella colonna di rivestimento la parte terminale di 2-3 m deve essere cieca e tappata al fondo, eventualmente intestata in un livello fine
- 3) Tra pompa e rivestimento deve rimanere uno spazio libero di almeno 3 cm
- 4) La pompa va calata ad una profondità tale da non rimanere asciutta durante la prova, non essere in corrispondenza del filtro e più in basso possibile (ad esempio davanti al tratto cieco di fondo)
- 5) L'acquifero deve essere filtrato almeno al 70-80 %
- 6) In acquiferi a grana fine (sabbia) o mista (sabbia – ghiaia) va usato un dreno in ghiaia alle spalle del filtro
- 7) Il filtro deve avere una luce tale da mantenere una velocità di ingresso dell'acqua inferiore a 3 cm/sec, ed avere una permeabilità maggiore dell'acquifero (scelto quindi in base alla sua granulometria)
- 8) Nella colonna va inserito un tubo in plastica ad una profondità di poco superiore a quella della pompa e di diametro interno di almeno 2,5 cm per alloggiare le sonde e/o il freatimetro
- 9) Va predisposta una tubatura per allontanare l'acqua pompata evitando che si infiltri nel terreno vicino al pozzo di prova
- 10) La pompa deve essere dotata in testa di un sistema di misurazione e regolazione della portata con sensibilità fino al litro/secondo
- 11) La prova a gradini deve avere una durata di almeno 6-8 ore ed al termine vanno misurati i livelli in risalita nel pozzo fino al raggiungimento del livello naturale precedente la prova (qualche ora)



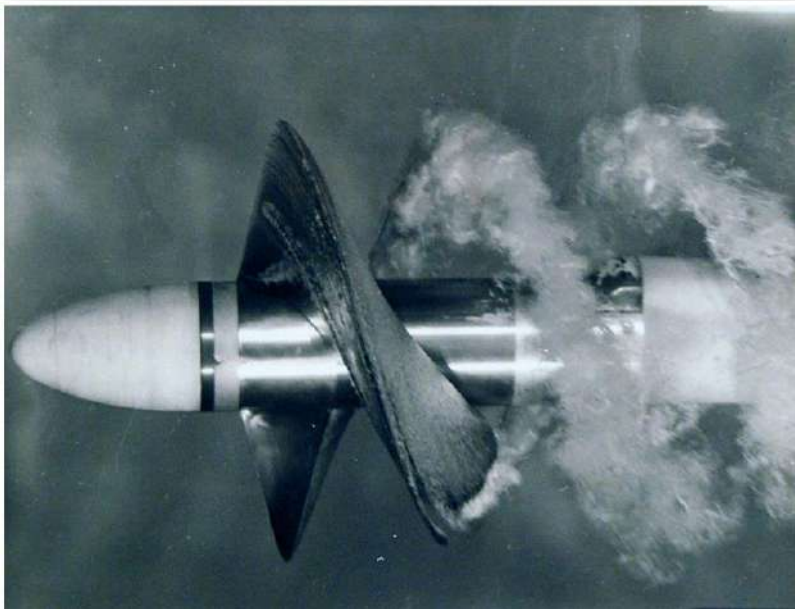
Le fasi di realizzazione

Approfondimento fenomeno di cavitazione

La cavitazione delle pompe è un fenomeno fisico che riguarda anche impianti e macchine idrauliche in genere.

Si verifica quando la pressione nel circuito idraulico scende fino a raggiungere la tensione di vapore del liquido e si manifesta con la formazione di piccole bolle, il cui collasso istantaneo genera microgetti ad altissima pressione che possono provocare danni gravi agli impianti di sollevamento.

Solitamente gli effetti di cavitazione si generano quando si intercettano falde mineralizzate ricche in CO₂ o semplicemente quando è sbagliato il rapporto dimensionale tra diametro interno della tubazione di rivestimento e diametro della pompa sommersa.



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Test di pompaggio

Le prove di pompaggio sono utilizzate per ricavare alcuni parametri idrogeologici fondamentali, come la TRASMISSIVITA' ed il COEFFICIENTE DI IMMAGAZINAMENTO, oltre che per chiarire la tipologia ed i limiti degli acquiferi.

Con i dati acquisiti durante una prova si possono definire:

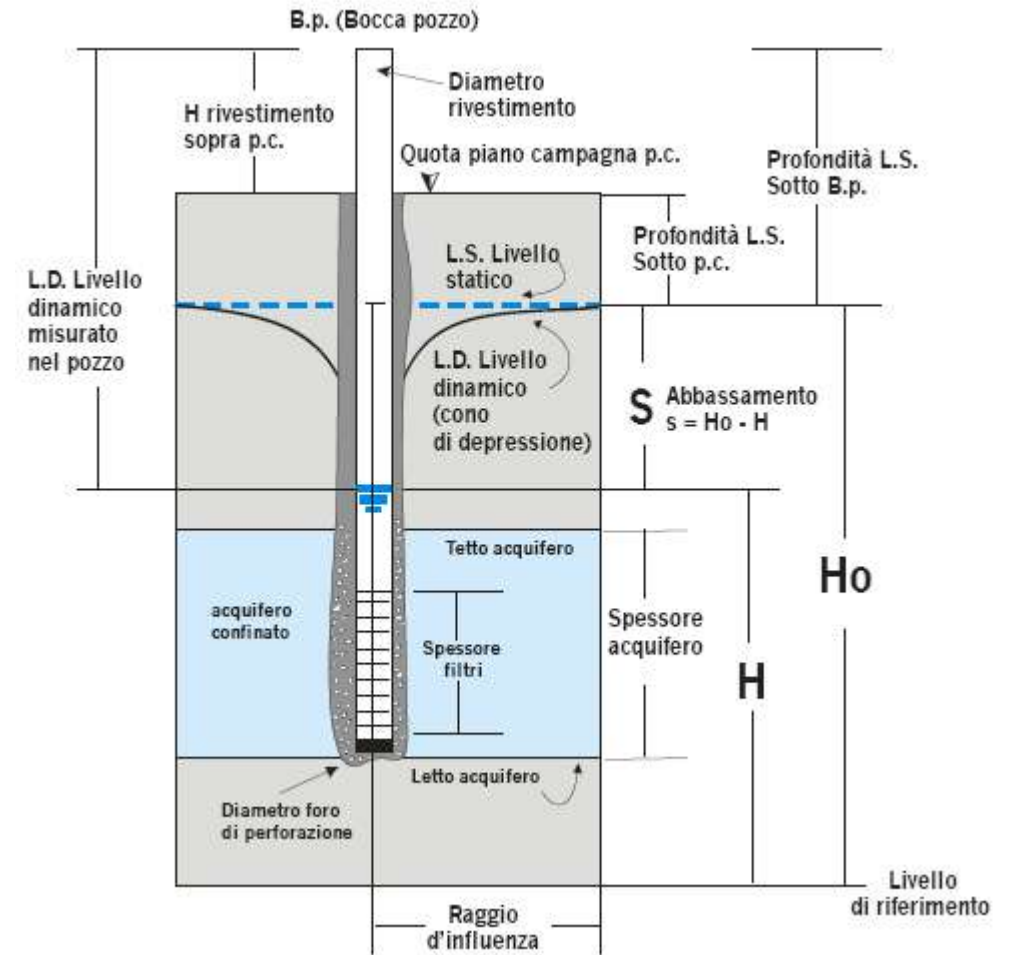
- 1) gli abbassamenti e l'estensione areale in una falda emunta;
- 2) l'efficienza di un sistema di captazione (sistema acquifero-pozzo);
- 3) le direzioni di propagazione di certi inquinanti;

TEORIA

La procedura generale prevede il pompaggio di un volume d'acqua da un pozzo e la misura dei livelli dinamici della falda sia nel pozzo principale sia in uno o più piezometri circostanti.

PRATICA

La procedura generale prevede il pompaggio di un volume d'acqua da un pozzo e la misura dei livelli dinamici della falda nel pozzo MEDESIMO.

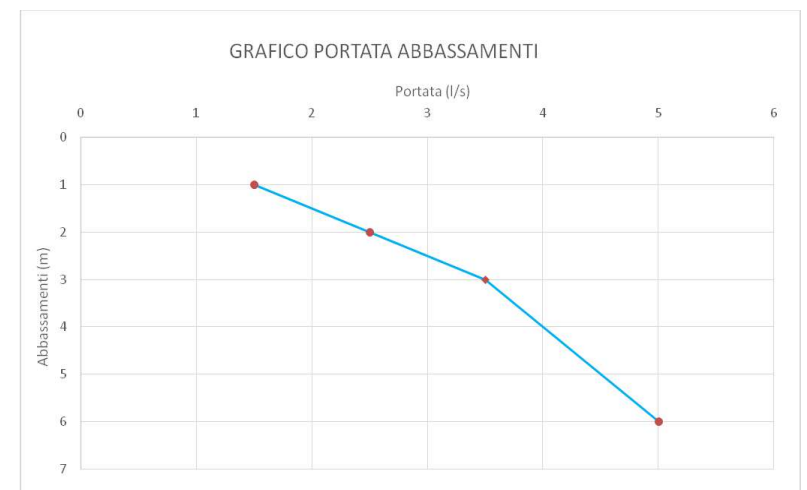
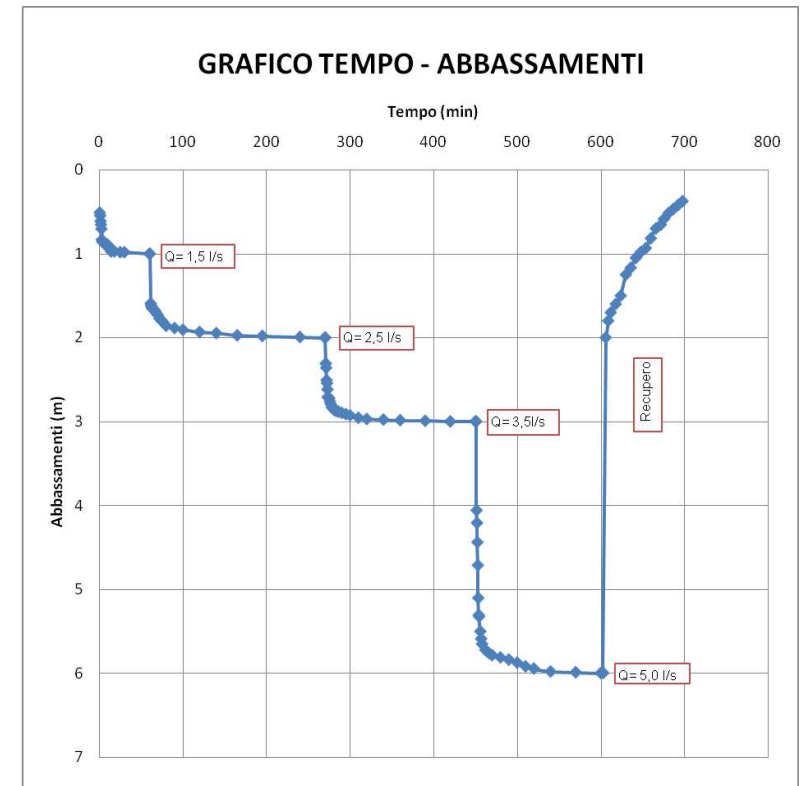
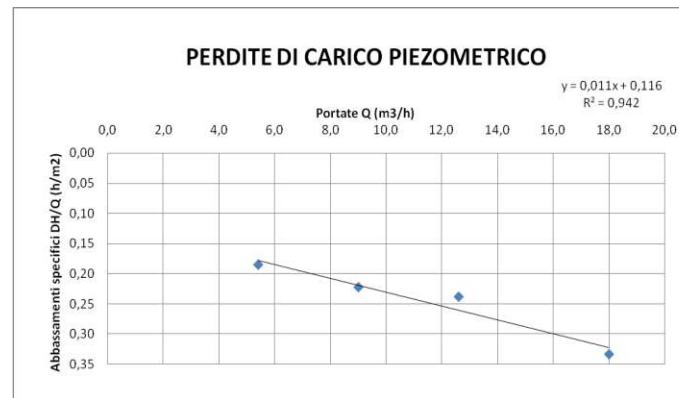
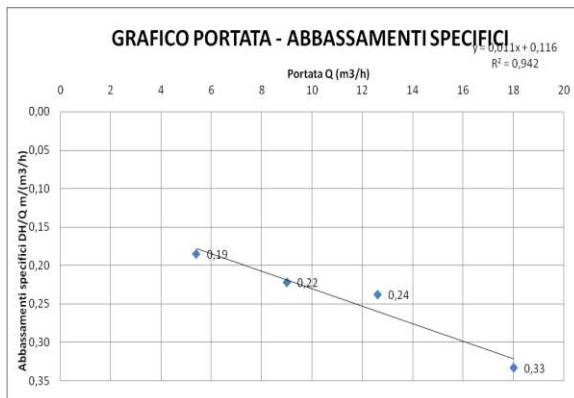


Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Test di pompaggio

- WE = grado di efficienza del pozzo espresso in %;
- PC_C = grado di inefficienza del pozzo espressa in %;
- BQ = termine della relazione di Jacob proporzionale alle perdite di carico lineari del pozzo;
- CQ²= termine della relazione di Jacob proporzionale alle perdite di carico quadratiche del pozzo.

Portata (l/s)	Portata (m ³ /h)	BQ	CQ ²	Abbassamento calcolato (DH=BQ+CQ ²)	WE (%)	PC _C (%)
1,50	5,40	0,63	0,34	0,97	64,63	35,37
2,50	9,00	1,04	0,95	2,00	52,29	47,71
3,50	12,60	1,46	1,87	3,33	43,91	56,09
5,00	18,00	2,09	3,81	5,90	35,40	64,60



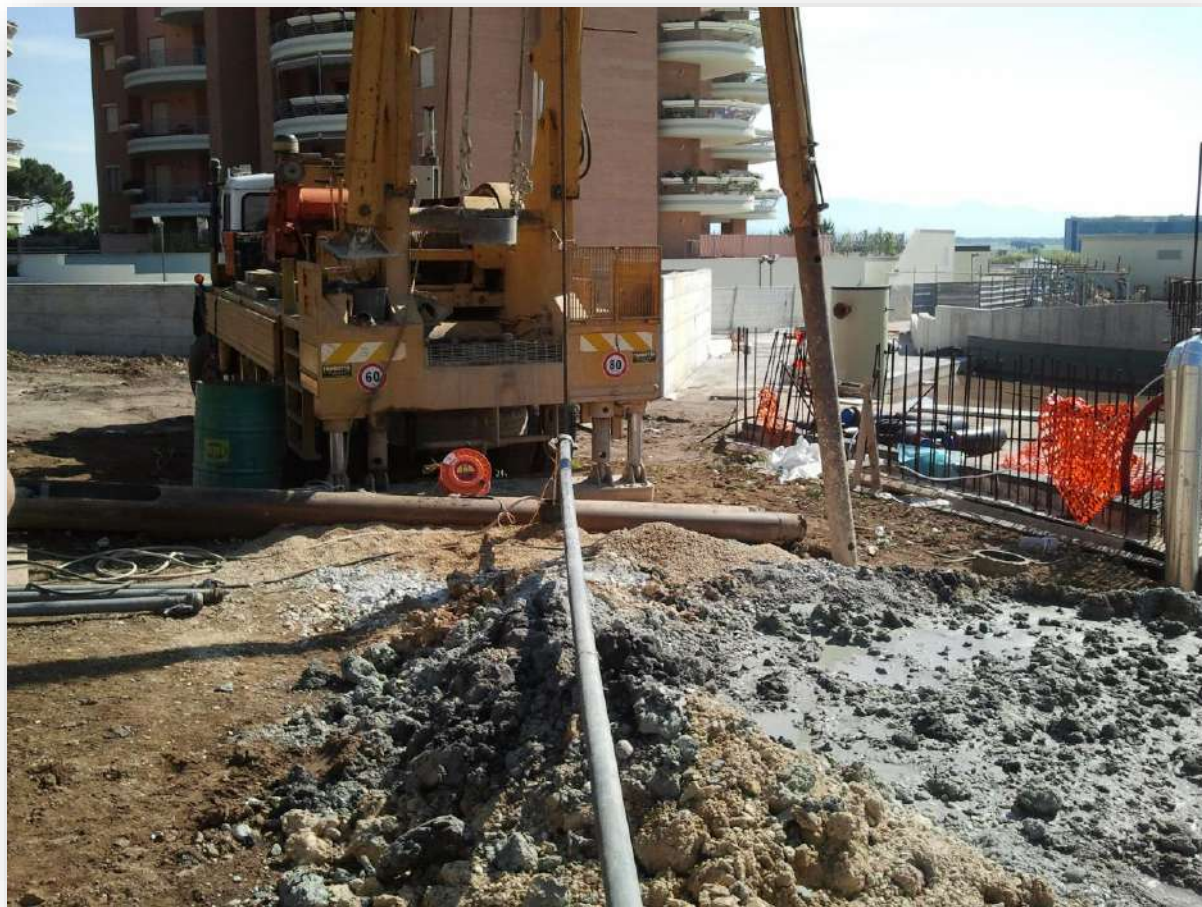
Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Sviluppo e Test di pompaggio



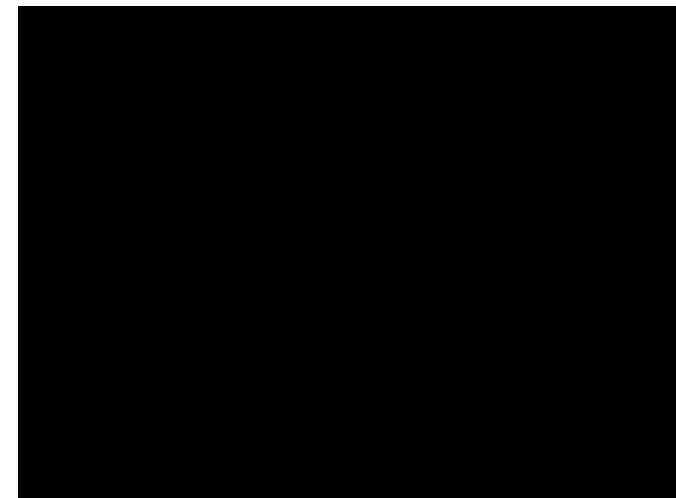
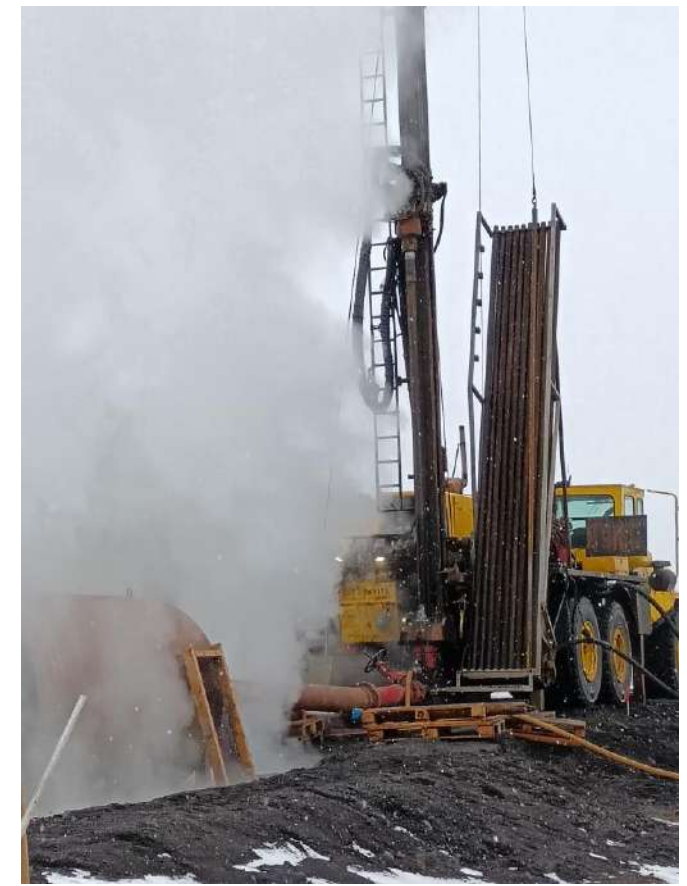
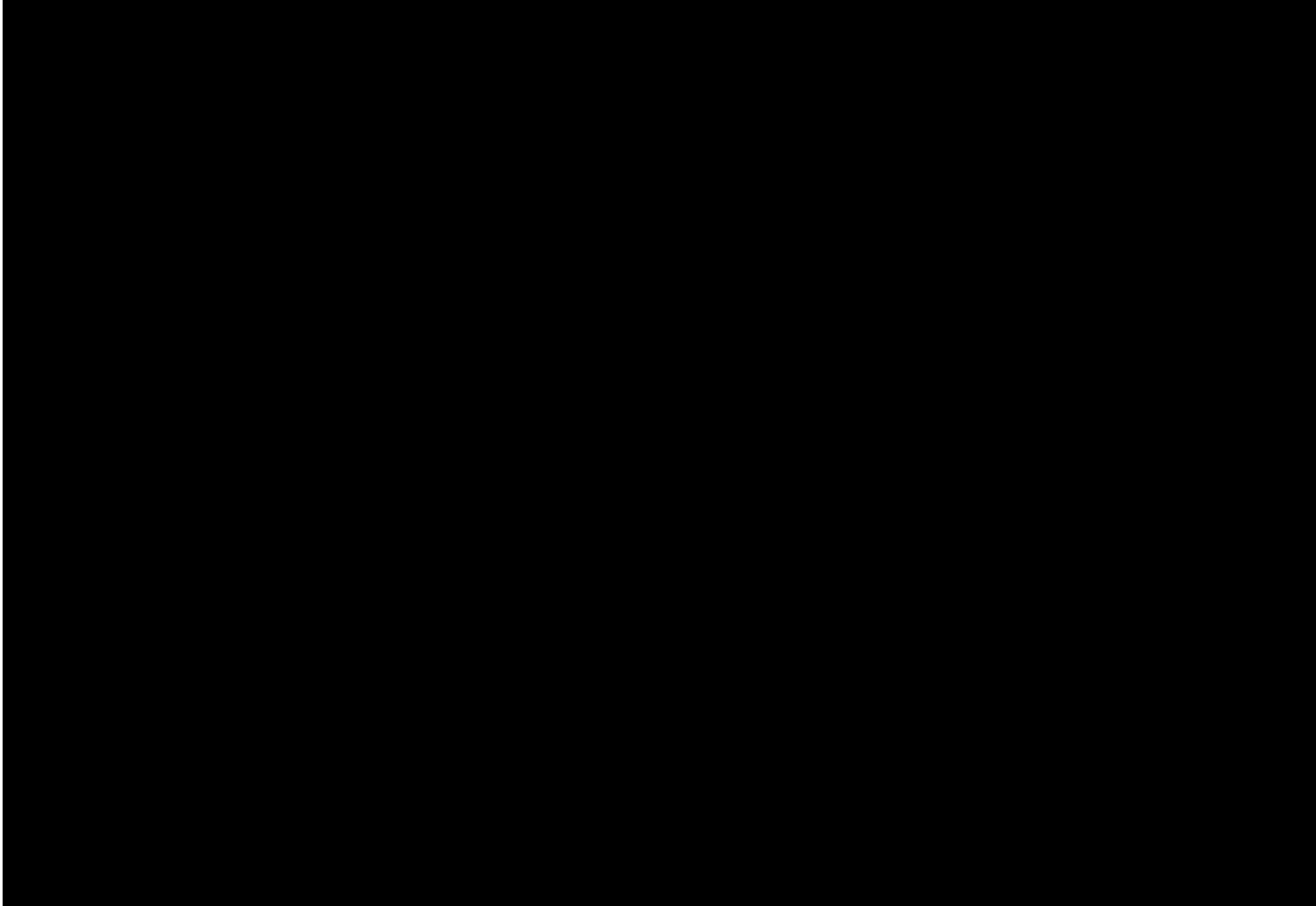
Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Sviluppo e Test di pompaggio



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Sviluppo e Test termalismo



Le fasi di realizzazione

Realizzare pozzi – Sviluppo e Test di pompaggio



ANALISI CHIMICA SECONDO IL D.Lgs n°18 DEL 23/02/23

parametri ricercati	valori	Valore di parametro	u.m.	metodica
Durezza totale in °F	65	15-50*	°F	IRSA 2040
Sodio	244	200	mg/l Na	IRSA 3030
Potassio	22	-	mg/l K	IRSA 3030
Calcio	217	-	mg/l Ca	IRSA 3030
Magnesio	26	(50)	mg/l Mg	IRSA 3030
Concentrazione ioni H ⁺	6,6	6,5-9,5	pH	IRSA 2060
Cond. elettrica a 20° C	2.180	2.500	µS cm ⁻¹	IRSA 2030
Residuo fisso a 180° C	1.140	1.500**	mg/l	UNI 10506
Cloruri	210	250	mg/l Cl ⁻	IRSA 4020
Cloro residuo libero	< 0,1	(0,2**)	mg/l Cl ₂	EPA 335.2
Ammoniaca	0,83	0,50	mg/l NH ₄ ⁺	EPA 350.1
Nitriti	0,14	0,50	mg/l NO ₂ ⁻	EPA 354.1
Nitrati	2	50	mg/l NO ₃ ⁻	IRSA 4020
Ossidabilità	-	5,0	mg/l O ₂	Kübel
Ferro***	6.498	200	µg/l Fe	APHA 3500-FeB
Fosforo totale	< 400	(5000)	µg/l P ₂ O ₅	IRSA 4020
Solfati	22	250	mg/l SO ₄ ⁻	IRSA 4020
Fluoruri	0,2	1,5	mg/l F ⁻	IRSA 4020
Manganese	-	50	µg/l Mn	IRSA 3010/3020
Rame	-	2,0	mg/l Cu	IRSA 3010/3020
Cadmio	-	5,0	µg/l Cd	IRSA 3010/3020
Cromo	-	50	µg/l Cr	IRSA 3010/3020
Piombo	-	10	µg/l Pb	IRSA 3010/3020
Arsenico	-	10	µg/l As	EPA 7063

Giudizio chimico: Sodio, Ammoniaca e Ferro oltre i valori consentiti. Regolarli gli altri parametri controllati.

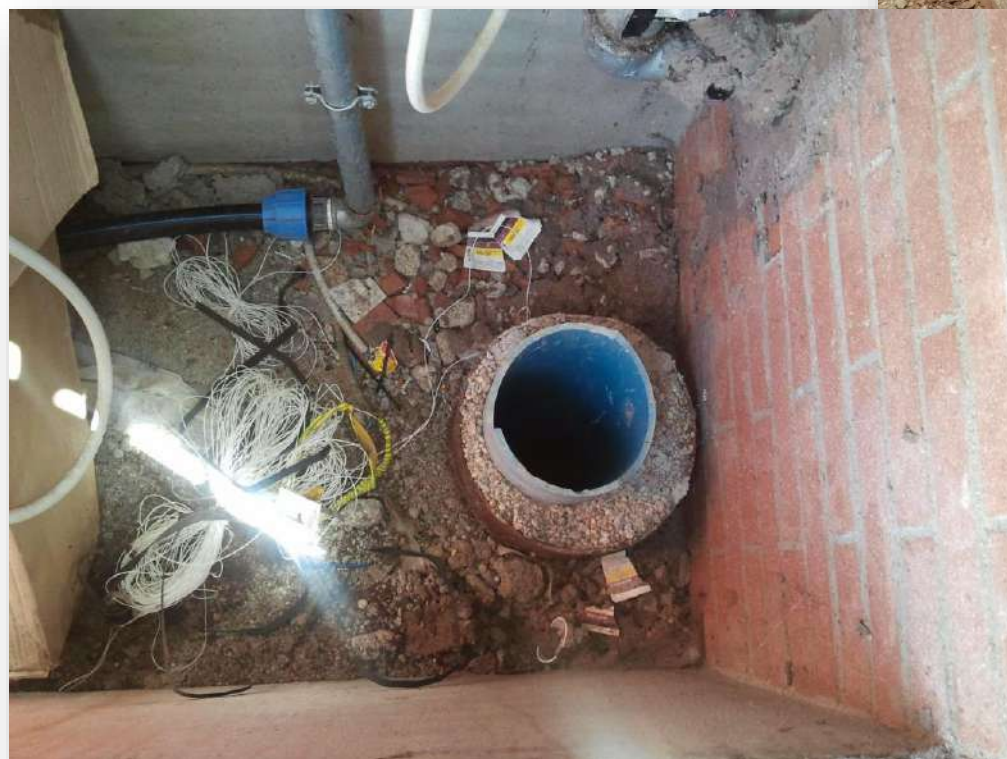
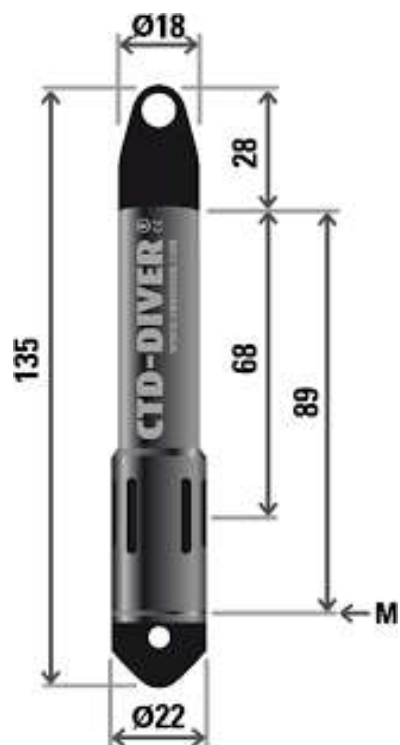


LE FASI DI GESTIONE

Il ruolo del Geologo

Le fasi di gestione

Pianificazione reti di monitoraggio



Le fasi di gestione

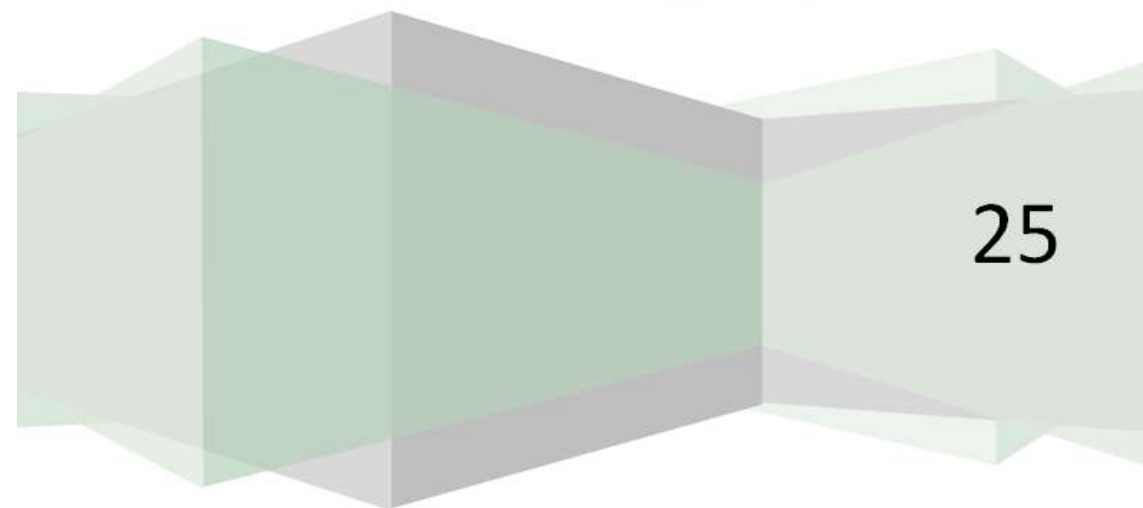
Ottimali strategie di sfruttamento

INDICE

1 GENERALITÀ.....	3
1.1 GENERALITÀ SULLE NORMATIVE IN MATERIA DI POZZI PER ACQUA.....	3
1.2 GENERALITÀ SUL RECUPERO E SULLA RIPARAZIONE DEI POZZI.....	4
1.3 GENERALITÀ SUGLI OBBLIGHI DELL'UTILIZZATORE IN RELAZIONE ALLO STATO DI UN POZZO.....	4
1.4 GENERALITÀ SULL'ADEGUAMENTO DEI POZZI ESISTENTI E LORO CHIUSURA.....	5
2 POSSIBILI PROBLEMATICHE DI UN POZZO.....	6
2.1 PERDITA DI EFFICIENZA: COSA FARE E COSA NON FARE.....	6
2.1.1 <i>Presenza di sabbia</i>	7
2.1.2 <i>Abbassamento del livello dinamico del pozzo</i>	8
2.2 IL MONITORAGGIO.....	9
2.3 PROVE DI PORTATA.....	9
2.4 ISPEZIONI VIDEO.....	9
2.5 REGISTRAZIONE DEI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL POZZO.....	9
3 INTERVENTI DI MANUTENZIONE.....	10
3.1 PREMESSA.....	10
3.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTI.....	11
3.2.1 <i>Manutenzione preventiva</i>	11
3.2.2 <i>Manutenzione di emergenza (o guasto)</i>	11
3.3 INTERVENTI MANUTENTIVI GIORNALIERI.....	12
3.3.1 <i>L'elenco degli interventi manutentivi giornalieri (i controlli)</i>	12
3.4 INTERVENTI MANUTENTIVI MENSILI.....	12
3.4.1 <i>L'elenco degli interventi manutentivi mensili (i controlli)</i>	13
3.5 INTERVENTI MANUTENTIVI ANNUALI.....	13
3.5.1 <i>L'elenco degli interventi manutentivi annuali (i controlli)</i>	15
3.6 INTERVENTI MANUTENTIVI CON FREQUENZA DA STABILIRE.....	15
3.7 INTERVENTI MANUTENTIVI CONSEGUENTI A NUOVE INSTALLAZIONI.....	15
4 RISULTATO DEI CONTROLLI E DELLE VERIFICHE.....	16
5 DATI IDENTIFICATIVI.....	17
5.1 DATI RIASSUNTIVI.....	17
5.2 DATI IDENTIFICATIVI DEL PROPRIETARIO.....	18
5.3 DATI RELATIVI ALL'UBICAZIONE DEL POZZO.....	18
5.4 UBICAZIONE POZZO.....	19
6 DATI RELATIVI ALLA FALDA.....	21
6.1 DATI CARATTERISTICI DELLA FALDA.....	21
6.2 STRATIGRAFIA DEI TERRENI ATTRAVERSATI DALL'OPERA DI CAPTAZIONE.....	21
6.3 RISULTATI DELLE PROVE DI PORTATA ALL'APERTURA DEL POZZO (IN ALTERNATIVA, I RISULTATI DELLE PROVE DI PORTATA PIÙ RECENTI).....	22
6.4 CARATTERISTICHE IDRO - CHIMICHE DELL'ACQUIFERO (SE DISPONIBILI).....	22

Disciplinare Tecnico

per la gestione manutentiva ordinaria e straordinaria dell'opera di captazione



7 DATI RELATIVI ALL'OPERA DI CAPTAZIONE.....	23
7.1 CARATTERISTICHE DEL POZZO.....	23
7.2 TIPOLOGIA DI UTILIZZO DELL'ACQUA PRELEVATA.....	23
7.3 PERIODO DI PRELIEVO.....	23
7.4 QUANTITÀ DI ACQUA PRELEVATA.....	24
7.5 ALLACCIAMENTO A PUBBLICO ACQUEDOTTO.....	24
7.6 SOLLEVAMENTO DELL'ACQUA.....	24
8 DATI RELATIVI AGLI ELEMENTI COSTITUTIVI DEL POZZO.....	25
8.1 AVAMPOZZO.....	26
8.2 RIVESTIMENTO O CAMICIA ESTERNA, CON FILTRI, A SOSTEGNO DEL FORO.....	26
8.3 DRENI TRA PARETE O RIVESTIMENTO.....	26
8.4 CEMENTAZIONE DI SUPERFICIE DELL'INTERCAPEDINE TRA AVAMPOZZO E RIVESTIMENTO.....	26
8.5 ATTREZZATURA PER L'ESTRAZIONE DELL'ACQUA.....	26
9 SCHEDE DEI CONTROLLI E DELLE VERIFICHE.....	27

Le fasi di gestione

Ottimali strategie di sfruttamento

Schede dei controlli mensili

per la gestione manutentiva ordinaria e straordinaria del sistema: opere di derivazione - campo pozzi

CONTROLLI MENSILI

registrazione dei consumi energetici	<ul style="list-style-type: none">✓ Registrazione del consumo energetico corrente;✓ Confronto del consumo corrente con il consumo precedente;✓ Analisi dei motivi di eventuali importanti scostamenti da valori medi (sostituzione pompa, ciclicità dell'acquifero, problemi relativi alla pompa)
registrazione della portata del pozzo	<ul style="list-style-type: none">✓ Registrazione della portata corrente;✓ Confronto della portata corrente con la portata precedente;✓ Analisi dei motivi di eventuali importanti scostamenti da valori medi (incrostazioni, Variazioni diluite nel tempo possono indicare un logoramento normale della pompa, formazione di incrostazioni oppure un aumento dell'attrito lungo la tubazione di scarico.)
controllo dei livelli dinamici e relative portate controllo dei livelli statici	<ul style="list-style-type: none">✓ Registrazione dei livelli correnti;✓ Confronto dei livelli correnti con i livelli precedenti;✓ Analisi dei motivi di eventuali importanti scostamenti da valori medi
controllo degli abbassamenti	<ul style="list-style-type: none">✓ Registrazione dei livelli correnti;✓ Confronto dei livelli correnti con i livelli precedenti;✓ Analisi dei motivi di eventuali aumenti (naturale degradamento dell'opera, parziale prosciugamento della falda, malfunzionamento dei filtri, corrosione ed incrostazione)

Schede dei controlli annuali

per la gestione manutentiva ordinaria e straordinaria del sistema: opere di derivazione - campo pozzi

CONTROLLI ANNUALI

prova di portata a gradini	<ul style="list-style-type: none">✓ Effettuare una prova di portata a gradini;✓ Confronto dei risultati con la prova a gradini meno recente disponibile (prova all'apertura del pozzo);✓ Confronto dei valori di portata e abbassamento con quelli meno recenti disponibili;✓ Analisi per l'individuazione del momento adatto per effettuare l'intervento di manutenzione
analisi dei valori B e C	<ul style="list-style-type: none">✓ Registrazione dei valori correnti;✓ Confronto dei valori correnti con i valori meno recenti disponibili;✓ Analisi dei motivi di eventuali importanti scostamenti da valori iniziali

Schede dei controlli giornalieri

per la gestione manutentiva ordinaria e straordinaria del sistema: opere di derivazione - campo pozzi

CONTROLLI GIORNALIERI:

- ✓ controllo della torbidità dell'acqua
- ✓ controllo del colore dell'acqua
- ✓ controllo della sabbia nell'acqua
- ✓ controllo della portata Variazioni diluite nel tempo possono indicare un logoramento normale della pompa, formazione di incrostazioni oppure un aumento dell'attrito lungo la tubazione di scarico.



GRAZIE

Marco Vinci – Geologo

contatti

328/9851997

marcovinci@geostudiovinci.com

geostudiovinci.com