

Visto il proprio decreto n. 77 del 23 giugno 2022 con il quale è stato dichiarato lo stato di sofferenza idrica sul territorio regionale e sono state indicate alcune azioni a tutela della risorsa idrica e dell'economia, tra le quali all'articolo 4, l'obbligo di esercire il dispositivo di regolazione di flusso dei pozzi artesiani imposto dall'articolo 47 comma 3 delle Norme tecniche di attuazione del Piano regionale di tutela delle acque, al fine di effettuare il prelievo ai soli usi civili, usi stimati in 200 l/giorno per abitante servito;

Atteso che il Tavolo tecnico, istituito con deliberazione della Giunta regionale 30 dicembre 2014, n. 2642 e integrato con deliberazione della Giunta regionale 11 gennaio 2019, n. 18, riunitosi nelle sedute del 14 e del 28 luglio 2022, ha elaborato il documento "Pozzi domestici a salienza naturale: individuazione delle soluzioni tecniche per il corretto emungimento al fine del risparmio di risorsa idrica", allegato al presente atto quale parte integrante e sostanziale;

Atteso che il citato documento specifica nel dettaglio gli interventi da porre in atto al fine di attuare la regolazione del flusso dei pozzi artesiani domestici garantendone la funzionalità, nei casi in cui non sia già stata data attuazione all'obbligo posto dall'articolo 47, comma 3, delle Norme tecniche di attuazione del Piano regionale di tutela delle acque;

Vista la relazione del Servizio gestione risorse idriche della Direzione centrale difesa dell'Ambiente, energia e sviluppo sostenibile aggiornata al 25 luglio 2022, allegata al presente atto quale parte integrante e sostanziale, che conferma la situazione di grave deficit idrico sull'intero territorio regionale;

Dato atto che:

- lo stato della risorsa idrica sul territorio regionale rimane ampiamente critico sia per quanto concerne i corsi d'acqua superficiali che per le falde sotterranee;
- la quantità d'acqua immagazzinata nei bacini montani di accumulo è in corso di esaurimento;
- persistono serie difficoltà di approvvigionamento idrico a scopo irriguo da cui derivano pesanti effetti negativi sul settore agricolo regionale;
- è in corso una marcata depressurizzazione delle falde artesiane, localmente anche con fenomeni di esaurimento di pozzi ad uso idropotabile, sia privati che a servizio delle reti acquedottistiche;
- il perdurare di stabilità meteorologica con temperature sempre molto elevate e l'assenza di precipitazioni significative condurrà ad un ulteriore peggioramento dello stato di sofferenza idrica su tutta la Regione con gravi ripercussioni economiche e ambientali;

Ritenuto, pertanto, di integrare il proprio decreto n. 77/2022, specificando nel dettaglio le indicazioni riguardanti la regolazione del flusso dei pozzi artesiani domestici sulla base delle valutazioni emerse dal citato Tavolo tecnico;

Decreta

1. Ad integrazione di quanto disposto dall'articolo 4 del proprio decreto n. 77 del 23 giugno 2022:

a) Ai proprietari ed agli utilizzatori di pozzi domestici di cui all'articolo 93 del regio decreto 1775/1933 a salienza naturale che non abbiano già attuato le previsioni dell'articolo 47, comma 3, delle Norme tecniche di attuazione del Piano regionale di tutela delle acque è consigliato di installare un riduttore che limiti la portata del flusso a getto continuo e una

valvola di regolazione sulla base delle indicazioni tecniche espresse dal documento predisposto dal Tavolo tecnico "Pozzi domestici a salienza naturale: individuazione delle soluzioni tecniche per il corretto emungimento al fine del risparmio di risorsa idrica", di cui in premessa, allegato al presente atto quale parte integrante e sostanziale;

b) La limitazione del prelievo a 200 l/giorno per abitante servito è da intendersi al netto del volume che esce dal getto continuo regolato come specificato al precedente punto a);

c) Nel caso in cui il pozzo domestico a salienza naturale sia destinato all'utilizzo ornamentale senza specifico impiego (fontane a getto continuo), la valvola di regolazione è opportuno che venga esercitata al minimo tecnico senza compromettere la funzionalità del pozzo.

2. In caso di sostanziali variazioni della situazione di deficit idrico, le disposizioni di cui al decreto 77/2022 ed al presente decreto saranno conseguentemente revocate o modificate.

Il presente decreto ha efficacia immediata e sarà pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione.

- dott. Massimiliano Fedriga -

TAVOLO TECNICO

di cui all'Art. 47 delle Norme di Attuazione del PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLE ACQUE, istituito con DGR 2642/2014 e integrato con DGR 18/2019

POZZI DOMESTICI A SALIENZA NATURALE: INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE PER IL CORRETTO EMUNGIMENTO AL FINE DEL RISPARMIO DI RISORSA IDRICA.

Il gruppo di lavoro, in riferimento ai pozzi a salienza naturale terebrati ad uso domestico ai sensi dell'art 93 del RD 1775/1933, individua nelle sovrappressioni/depressioni indotte dal brusco azionamento degli organi meccanici dell'impianto (pompe e valvole di regolazione) le possibili cause dei malfunzionamenti sia al pozzo che all'impianto ad esso collegato. Nella presente trattazione rientrano anche le fontane di proprietà comunale alimentate da pozzi a salienza naturale destinate all'utilizzo ornamentale senza specifico impiego (fontane a getto continuo, lavatoi, etc.) che in alcuni casi possono essere ricomprese in un'autorizzazione a derivare.

In particolare, nel caso di pozzo non equipaggiato con pompa e nel quale dunque la portata zampillante dipende direttamente dalla pressione dell'acquifero, una brusca apertura o chiusura del meccanismo di regolazione può determinare la mobilitazione di materiale fine dall'acquifero attraverso i filtri (tale fenomeno è comunemente indicato come "insabbiamento") o di eventuali incrostazioni presenti sulle pareti e sui filtri del pozzo. Ciò produce intorbidimento transitorio dell'acqua emunta e la possibilità che si verifichino danni agli impianti e rischio di intasamento o collasso del pozzo, specialmente se già soggetto a fenomeni di incrostazione, ossidazione e corrosione dovuti a naturale deterioramento. L'insabbiamento in genere non si verifica nei pozzi eseguiti a regola d'arte ed in buono stato di conservazione e può essere ad ogni modo facilmente scongiurato anche negli altri casi avendo cura di effettuare le manovre di apertura e chiusura del meccanismo di regolazione con estrema cautela e lentezza ovvero impiegando alcuni minuti. A tale scopo sono particolarmente adatte le valvole a saracinesca dotate di volantino (Figura 1), che consentono una regolazione fine, ma possono essere utilizzate anche le classiche valvole a sfera (Figura 2) purché siano in buono stato e azionate lentamente.



Figura 1



Figura 2

Nel caso di pozzi domestici a salienza naturale equipaggiati con pompa (generalmente di superficie anziché sommersa), le brusche partenze e arresti della stessa incrementano ulteriormente le sovrappressioni/depressioni in gioco e, quindi, il manifestarsi delle problematiche precedentemente esposte.

Per ovviare a ciò esistono diverse soluzioni di tipo idraulico. La configurazione ideale prevede l'installazione di una pompa controllata da inverter, di un vaso di espansione e di un serbatoio di accumulo con o senza compressore. In questo modo il funzionamento della pompa non sarà solo on/off, ma la potenza sarà modulata in funzione dell'effettivo fabbisogno evitando dunque di innescare pericolose sovrappressioni/depressioni in fase di partenza e arresto. Questa soluzione garantisce anche un significativo risparmio energetico. Si precisa che anche in presenza di pompa dotata di inverter è bene installare a valle della pompa un vaso di espansione e, se c'è spazio a sufficienza, anche un serbatoio di accumulo: la specifica corretta dipenderà dal numero di utenze servite e dal tipo di impianto.

Qualora la pompa non fosse dotata di inverter è utile l'installazione di una valvola pneumatica per la riduzione del colpo d'ariete oltre ovviamente a un vaso di espansione e un serbatoio per l'accumulo se lo spazio lo consente.

In presenza quindi di un pozzo costruito a regola d'arte, ben mantenuto e dotato dell'eventuale impianto di sollevamento progettato correttamente dal punto di vista idraulico, non ci sono controindicazioni a limitare l'emungimento ai periodi di effettivo utilizzo.

Tuttavia, allo stato attuale, nella maggior parte degli impianti domestici alimentati da pozzo a salienza naturale si osserva che le carenze impiantistiche sono risolte mediante l'inserimento di una deviazione a monte della pompa nella quale viene mantenuto un flusso a getto continuo allo scopo di smorzare le sovrappressioni/depressioni indotte dalle continue partenze e arresti della pompa. Tale configurazione è adottata, sia nei pozzi equipaggiati con pompa che in quelli privi di essa, anche per ovviare al problema della movimentazione del materiale fino nonché a garantire un ricambio dell'acqua entro il pozzo e le tubazioni di mandata. Dovendo proporre una soluzione immediatamente applicabile per limitare la portata emunta dai pozzi domestici a salienza naturale, e dunque mitigare il calo di pressione degli acquiferi cui stiamo assistendo e che sta determinando situazioni di impossibilità di approvvigionamento per alcuni nuclei familiari sparsi in diversi comuni della Regione, si suggerisce **l'installazione di un riduttore sulla deviazione con flusso a getto continuo**. In questo modo si potrà ottenere sia il risparmio di risorsa idrica sia mantenere l'effetto dissipatore delle sovrappressioni/depressioni ottenuto per mezzo del flusso a getto continuo, che nella maggior parte dei casi risulta eccessivo e può essere pertanto ridotto senza inconvenienti.

Per garantire l'effetto di dissipazione è necessario che il flusso a getto continuo così ridotto abbia una portata comparabile con quella massima di esercizio ovvero con quella necessaria ad alimentare tutti gli apparecchi allacciati all'edificio alimentato dal pozzo, tenuto conto della curva di contemporaneità. Le curve di contemporaneità sono dei diagrammi che permettono di ottenere, in funzione della portata totale degli apparecchi allacciati, il valore corrispondente di portata di dimensionamento dell'impianto. Per lo scopo del presente documento si riporta la curva di contemporaneità indicata nella norma UNI EN 806 (Figura 3).

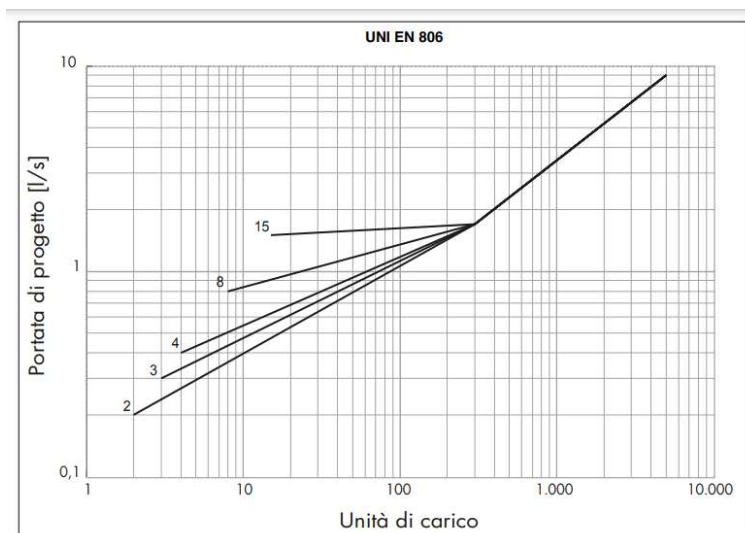


Figura 3

Si individua sull'asse delle ascisse il valore di UC totali ovvero la somma delle unità di carico di tutti gli apparecchi dell'edificio servito dal pozzo. Tracciando una linea verticale si incrocia con la curva di contemporaneità e si sceglie la curva contrassegnata dal singolo valore di UC più elevato tra gli apparecchi considerati. Dal punto individuato si traccia una linea orizzontale e si individua il valore della portata di progetto che nel nostro caso è dunque pari alla portata del flusso a getto continuo ridotto (Q_n).

Nella Tabella 1 si riportano alcuni esempi di portata unitaria dei singoli apparecchi allacciati e corrispondente Unità di carico (UC):

APPARECCHIO	PORTATA UNITARIA (l/s)	UNITA' DI CARICO (UC)
lavello cucina	0,15	1,5
lavabo	0,075	0,75
bidet	0,075	0,75
doccia	0,15	1,5
vasca	0,15	1,5
vaso a cassetta	0,3	3
lavabiancheria	0,2	2
lavastoviglie	0,2	2

Tabella 1

Una volta ottenuta la portata Q_n del flusso a getto continuo ridotto si può procedere al calcolo del diametro del riduttore (d_n). Per farlo c'è bisogno di misurare il diametro della tubatura dalla quale esce il getto continuo (d_v) e la portata del getto continuo (Q_v). Per il calcolo della portata del getto continuo è sufficiente disporre di un recipiente di dimensioni note e di un cronometro (ad esempio quello del cellulare). Si pone il recipiente sotto il getto continuo e si misura il tempo necessario a riempire il recipiente. Ad esempio se abbiamo utilizzato un secchio di 5 litri e abbiamo impiegato 10 secondi per riempirlo, la portata Q_v sarà pari a 5 diviso 10, ovvero 0,5 l/s.

A questo punto non resta che ricavare il diametro del riduttore (d_n) utilizzando la tabella 2. Nella prima colonna è riportato il rapporto Q_n/Q_v , mentre nella prima riga è indicata la sezione d_v prima

dell'intervento con passo $\frac{1}{4}$ ". Si entra nella tabella con valori Q_n/Q_v e d_v e mediante incrocio si ottiene il diametro della riduzione (d_n)

	d_v	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Q_n/Q_v																
0,1		0,1581	0,2372	0,3162	0,3953	0,3953	0,5534	0,6325	0,7115	0,7906	0,8696	0,9487	1,0277	1,1068	1,1859	1,2649
0,2		0,2236	0,3354	0,4472	0,5590	0,5590	0,7826	0,8944	1,0062	1,1180	1,2298	1,3416	1,4534	1,5652	1,6771	1,7889
0,3		0,2739	0,4108	0,5477	0,6847	0,6847	0,9585	1,0954	1,2324	1,3693	1,5062	1,6432	1,7801	1,9170	2,0540	2,1909
0,4		0,3162	0,4743	0,6325	0,7906	0,7906	1,1068	1,2649	1,4230	1,5811	1,7393	1,8974	2,0555	2,2136	2,3717	2,5298
0,5		0,3536	0,5303	0,7071	0,8839	0,8839	1,2374	1,4142	1,5910	1,7678	1,9445	2,1213	2,2981	2,4749	2,6517	2,8284
0,6		0,3873	0,5809	0,7746	0,9682	0,9682	1,3555	1,5492	1,7428	1,9365	2,1301	2,3238	2,5174	2,7111	2,9047	3,0984
0,7		0,4183	0,6275	0,8367	1,0458	1,0458	1,4642	1,6733	1,8825	2,0917	2,3008	2,5100	2,7191	2,9283	3,1375	3,3466
0,8		0,4472	0,6708	0,8944	1,1180	1,1180	1,5652	1,7889	2,0125	2,2361	2,4597	2,6833	2,9069	3,1305	3,3541	3,5777
0,9		0,4743	0,7115	0,9487	1,1859	1,1859	1,6602	1,8974	2,1345	2,3717	2,6089	2,8460	3,0832	3,3204	3,5576	3,7947
1		0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,2500	1,7500	2,0000	2,2500	2,5000	2,7500	3,0000	3,2500	3,5000	3,7500	4,0000

Tabella 2

In Allegato si riportano i calcoli effettuati per la definizione della Tabella 2.

Ulteriori valutazioni potranno essere fatte dall'impiantista che, caso per caso, potrà eventualmente consigliare l'applicazione di una riduzione diversa.

Per poter comunque permettere una regolazione del flusso si consiglia anche **l'installazione, sempre sulla deviazione e a monte del riduttore, di una valvola preferibilmente del tipo a saracinesca dotata di volantino**. Infatti la pressione dell'acquifero non rimane costante durante l'arco dell'anno e dunque si assiste a una variazione della portata del getto continuo: tale valvola permetterà eventualmente di modulare ulteriormente il flusso.

Tale configurazione ovvero riduttore più valvola, è dunque applicabile a tutti i pozzi domestici a salienza naturale senza particolari prescrizioni.

Si osserva tuttavia che esistono 2 diverse tipologie di pozzo domestico a salienza naturale:

- 1) pozzi a salienza naturale destinati all'utilizzo domestico al servizio di civile abitazione residenziale e/o per innaffio piccolo orto giardino e/o abbeveraggio del bestiame;
- 2) pozzi a salienza naturale senza specifico impiego se non quello ornamentale (fontane a getto continuo, lavatoi).

I pozzi del caso 2, non dotati di pompa e il cui uso è esclusivamente ornamentale, ricadono nella categoria di pozzi in cui, come visto all'inizio, l'unica problematica può essere quella della movimentazione di materiale fine all'apertura e alla chiusura, fenomeno comunque transitorio e mitigabile attraverso l'effettuazione delle manovre in maniera lenta. Per tale categoria dunque non vi sono controindicazioni al divieto assoluto di erogazione del flusso a getto continuo ad eccezione di alcuni pozzi particolarmente vetusti o eseguiti in economia. Per questi ultimi, infatti, la camicia del pozzo potrebbe essere deteriorata se non danneggiata oppure non ben sigillata al boccapozzo. Pertanto, alla chiusura completa del getto continuo, potrebbero verificarsi delle venute di acqua laterali nonché, nel caso di pozzi multifiltro, travasi di acqua tra acquiferi sovrapposti differenti. In questi casi, considerata l'assenza di un uso specifico dell'acqua emunta, si ritiene che, almeno per quanto riguarda i pozzi di proprietà pubblica, si dovrebbe procedere alla loro sigillatura definitiva (cementazione). In alternativa si dovrà almeno raccomandare di operare la massima riduzione possibile ovvero senza che si verifichino gli effetti indesiderati sovraesposti. Di seguito si riporta uno schema esemplificativo dell'intervento da realizzare nel caso di pozzi a salienza naturale destinati all'utilizzo domestico al servizio di civile abitazione residenziale e/o per innaffio piccolo

orto giardino e/o abbeveraggio del bestiame (Figura 4) o nel caso di pozzi a salienza naturale destinati all'utilizzo ornamentale senza specifico impiego come fontane a getto continuo e lavatoi (Figura 5).

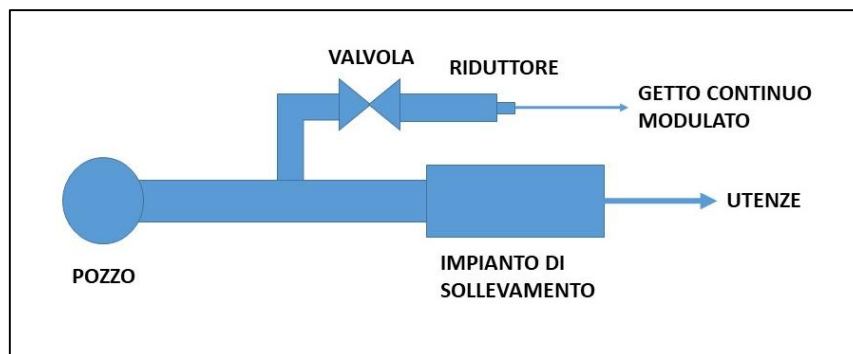


Figura 4

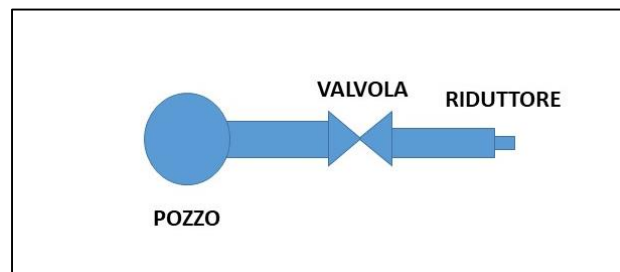


Figura 5

Chiaramente la configurazione riduttore più valvola è una soluzione di natura emergenziale laddove non si sia già completamente ottemperato alle previsioni individuate nell'art. 47 delle Norme di attuazione del PRTA, il cui scopo, oltre al risparmio di risorsa idrica e il conseguente recupero dei livelli piezometrici negli acquiferi, è anche quello di rallentare il processo di sostituzione delle acque di qualità superiore degli acquiferi confinati della Bassa Pianura (specie dei più profondi) con quelle meno pregiate provenienti dall'Alta Pianura, diminuire la possibilità che si instaurino fenomeni di ingressione marina e ridurre i volumi di acqua in entrata sia ai sistemi di depurazione sia al reticolo idrografico artificiale. L'aumento dei volumi di acqua da smaltire, infatti, determina sia il malfunzionamento dei depuratori sia un aumento dei costi di sollevamento per il loro smaltimento.

Trieste, 28 luglio 2022

ALLEGATO: *Calcolo diametro riduttore*

1 Premessa

I ragionamenti che seguiranno sono stati sviluppati nell'ipotesi di efflusso libero (bocca libera).

2 Determinazione della portata dopo l'intervento mediante bilancio di energia

Per determinare la portata dopo l'intervento di sostituzione della riduzione e/o applicazione di riduzione partiamo dall'ipotesi che le condizioni piezometriche del pozzo al suo imbocco non varino prima e dopo l'intervento: possiamo scrivere il bilancio energia prima dell'intervento:

$$\underbrace{H_p + \underbrace{\alpha \frac{4 Q_v^2}{d^4 g \pi^2}}_{\text{Carico cinetico imbocco stima}}}_{\text{Energia pozzo}} = \underbrace{H_o + \frac{4 Q_v^2}{d_v^4 g \pi^2}}_{\text{Energia all'orifizio}} + \underbrace{\frac{4 Q_v^2 \left[\left(\frac{d_v^2}{d^2} - 1 \right)^2 + \frac{1}{2} \right]}{d^4 g \pi^2}}_{\text{Perdite concentrate}} + \underbrace{\frac{16 L Q_v^2}{K^2 d^4 \pi^2 \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{4}{3}}}}_{\text{Perdite continue}} \quad (1)$$

Bilancio energia dopo dell'intervento:

$$\underbrace{H_p + \underbrace{\alpha \frac{4 Q_n^2}{d^4 g \pi^2}}_{\text{Carico cinetico imbocco stima}}}_{\text{Energia pozzo}} = \underbrace{H_o + \frac{4 Q_n^2}{d_n^4 g \pi^2}}_{\text{Energia all'orifizio}} + \underbrace{\frac{4 Q_n^2 \left[\left(\frac{d_n^2}{d^2} - 1 \right)^2 + \frac{1}{2} \right]}{d^4 g \pi^2}}_{\text{Perdite concentrate}} + \underbrace{\frac{16 L Q_n^2}{K^2 d^4 \pi^2 \left(\frac{d}{4} \right)^{\frac{4}{3}}}}_{\text{Perdite continue}} \quad (2)$$

dove:

- d diametro del tubo del pozzo
- d_v diametro orifizio attuale
- d_n diametro orifizio nuovo (in pratica la riduzione)
- K coefficiente di Gaukler-Strikler¹
- L lunghezza del tubo del pozzo
- Q_v portata con diametro orifizio attuale
- Q_n portata con diametro orifizio nuovo
- H_p quota piezometrica pozzo
- H_o quota piezometrica orifizio
- α opportuno coefficiente per valutare il carico cinetico nel pozzo e/o la presenza di più filtri

Sottraendo membro a membro le equazioni 1,2 otteniamo una relazione implicita :

$$d_n/d_v = f(d, L, K, d_n, d_v, Q_n, Q_v, \alpha)$$

in cui spariscono due variabili H_p ed H_o ; imponendo le seguenti posizioni:

$$T = g \pi^2$$

$$G = -\frac{8\alpha}{d^4 g \pi^2} + \frac{16 * L}{K^2 d^4 \pi^2 (d/4)^{4/3}}$$

¹ Volendo si possono applicare anche altre relazioni e per la determinazione delle perdite di carico.

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{GT d_n^4 d^4 + 12 d_n^4 - 16 d_n^2 d^2 + 16 d^4}{GT d_v^4 d^4 + 12 d_v^4 - 16 d_v^2 d^2 + 16 d^4}}$$

otteniamo il diametro di riduzione d_n come rapporto $\frac{d_n}{d_v}$:

$$\frac{d_n}{d_v} = \beta \sqrt{\frac{Q_n}{Q_v}} \quad (3)$$

Ora l'incertezza della lunghezza L , del valore di scabrezza K , nonché talvolta il diametro del tubo del pozzo d fa sì che la precedente relazione pur essendo ineccepibile risulta non applicabile poiché utilizzando anche dei valori di buon senso i risultati **non variano in maniera continua** poiché la relazione è non lineare. Da alcune prove numeriche² utilizzando dati reperibili in letteratura per d, L, d_n, K il valore di β è compreso tra 0.75 e 1.1; inoltre a parità di dati il coefficiente α inficia poco la soluzione.

3 Determinazione della portata dopo l'intervento mediante modello

Ipotizziamo che pozzo sia equiparabile ad un serbatoio munito di tubo addizionale esterno realizzato saldando all'esterno del serbatoio un tubo dello stesso diametro della luce, di lunghezza compresa tra 2 e 5 volte il diametro stesso, figura 1. In questo caso la portata è data da:

$$Q = \frac{c_c}{\underbrace{\sqrt{1 + 2(c_c^2 - c_c)}}_{c_q}} A_o \sqrt{2gh} = c_q A_o \sqrt{2gh} = c_q \frac{\pi d_o^2}{4} \sqrt{2gh}$$

dove d_o è il diametro dell'orifizio, figura 1.

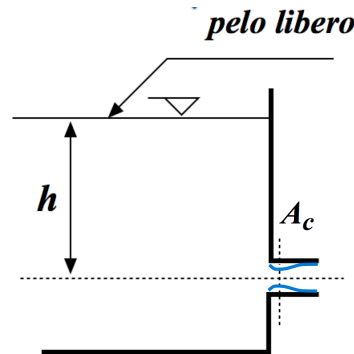


Fig. 1: Schema di serbatoio con tubo addizionale esterno.

Portata prima dell'intervento:

$$Q_v = c_q \frac{\pi d_v^2}{4} \sqrt{2gH_p}$$

ricordiamo che H_p è la quota piezometrica del pozzo; portata dopo l'intervento:

$$Q_n = c_q \frac{\pi d_n^2}{4} \sqrt{2gH_p}$$

se dividiamo le due precedenti relazioni tra loro otteniamo:

$$\frac{Q_n}{Q_v} = \frac{d_n^2}{d_v^2} \rightarrow \frac{d_n}{d_v} = \sqrt{\frac{Q_n}{Q_v}} \quad (4)$$

² L'equazione 3 viene risolta iterativamente partendo da un valore di tentativo della riduzione d_n .

Possiamo osservare che le equazioni 4 e 3 sono in perfetta corrispondenza quando $\beta = 1$, ora esplicitiamo d_n dalla precedente relazione:

$$d_n = d_v \sqrt{\frac{Q_n}{Q_v}}$$

Per cui fatta una misurazione della portata Q_v noto d_v e fissata Q_n otteniamo il diametro d_n del riduttore.

4 Uso tabella.

	dv	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Qn/Qv																
0,1		0,1581	0,2372	0,3162	0,3953	0,3953	0,5534	0,6325	0,7115	0,7906	0,8696	0,9487	1,0277	1,1068	1,1859	1,2649
0,2		0,2236	0,3354	0,4472	0,5590	0,5590	0,7826	0,8944	1,0062	1,1180	1,2298	1,3416	1,4534	1,5652	1,6771	1,7889
0,3		0,2739	0,4108	0,5477	0,6847	0,6847	0,9585	1,0954	1,2324	1,3693	1,5062	1,6432	1,7801	1,9170	2,0540	2,1909
0,4		0,3162	0,4743	0,6325	0,7906	0,7906	1,1068	1,2649	1,4230	1,5811	1,7393	1,8974	2,0555	2,2136	2,3717	2,5298
0,5		0,3536	0,5303	0,7071	0,8839	0,8839	1,2374	1,4142	1,5910	1,7678	1,9445	2,1213	2,2981	2,4749	2,6517	2,8284
0,6		0,3873	0,5809	0,7746	0,9682	0,9682	1,3555	1,5492	1,7428	1,9365	2,1301	2,3238	2,5174	2,7111	2,9047	3,0984
0,7		0,4183	0,6275	0,8367	1,0458	1,0458	1,4642	1,6733	1,8825	2,0917	2,3008	2,5100	2,7191	2,9283	3,1375	3,3466
0,8		0,4472	0,6708	0,8944	1,1180	1,1180	1,5652	1,7889	2,0125	2,2361	2,4597	2,6833	2,9069	3,1305	3,3541	3,5777
0,9		0,4743	0,7115	0,9487	1,1859	1,1859	1,6602	1,8974	2,1345	2,3717	2,6089	2,8460	3,0832	3,3204	3,5576	3,7947
1		0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,2500	1,7500	2,0000	2,2500	2,5000	2,7500	3,0000	3,2500	3,5000	3,7500	4,0000

Fig. 2: Schema di serbatoio con tubo addizionale esterno.

La tabella riportata in fig. 4, è stata costruita mediante la relazione 4. Nella prima colonna è riportato $\frac{Q_n}{Q_v}$, nella prima riga invece la sezione d_v con passo $\frac{1}{4}$ prima dell'intervento.

Entrando con i valori di $\frac{Q_n}{Q_v}$ e d_v si ottiene, mediante incrocio, il diametro di riduzione d_n .

4.1 Esempi

4.1.1 Esempio 1

	dv	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Qn/Qv																
0,1		0,1581	0,2372	0,3162	0,3953	0,3953	0,5534	0,6325	0,7115	0,7906	0,8696	0,9487	1,0277	1,1068	1,1859	1,2649
0,2		0,2236	0,3354	0,4472	0,5590	0,5590	0,7826	0,8944	1,0062	1,1180	1,2298	1,3416	1,4534	1,5652	1,6771	1,7889
0,3		0,2739	0,4108	0,5477	0,6847	0,6847	0,9585	1,0954	1,2324	1,3693	1,5062	1,6432	1,7801	1,9170	2,0540	2,1909
0,4		0,3162	0,4743	0,6325	0,7906	0,7906	1,1068	1,2649	1,4230	1,5811	1,7393	1,8974	2,0555	2,2136	2,3717	2,5298
0,5		0,3536	0,5303	0,7071	0,8839	0,8839	1,2374	1,4142	1,5910	1,7678	1,9445	2,1213	2,2981	2,4749	2,6517	2,8284
0,6		0,3873	0,5809	0,7746	0,9682	0,9682	1,3555	1,5492	1,7428	1,9365	2,1301	2,3238	2,5174	2,7111	2,9047	3,0984
0,7		0,4183	0,6275	0,8367	1,0458	1,0458	1,4642	1,6733	1,8825	2,0917	2,3008	2,5100	2,7191	2,9283	3,1375	3,3466
0,8		0,4472	0,6708	0,8944	1,1180	1,1180	1,5652	1,7889	2,0125	2,2361	2,4597	2,6833	2,9069	3,1305	3,3541	3,5777
0,9		0,4743	0,7115	0,9487	1,1859	1,1859	1,6602	1,8974	2,1345	2,3717	2,6089	2,8460	3,0832	3,3204	3,5576	3,7947
1		0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,2500	1,7500	2,0000	2,2500	2,5000	2,7500	3,0000	3,2500	3,5000	3,7500	4,0000

Fig. 3: Esempio 1.

Portata attuale 1.0 l/s deve essere ridotta a 0.6 l/s il rapporto $\frac{Q_n}{Q_v} = 0.6$ ipotizziamo $d_v = 1.0''$. Entrando nella tabella otteniamo $d_n = 0.7746''$, il diametro commerciale della riduzione più prossimo è $d_n = 0.75 = \frac{3}{4}''$

	dv	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4
Qn/Qv																
0,1		0,1581	0,2372	0,3162	0,3953	0,3953	0,5534	0,6325	0,7115	0,7906	0,8696	0,9487	1,0277	1,1068	1,1859	1,2649
0,2		0,2236	0,3354	0,4472	0,5590	0,5590	0,7826	0,8944	1,0062	1,1180	1,2298	1,3416	1,4534	1,5652	1,6771	1,7889
0,3		0,2739	0,4108	0,5477	0,6847	0,6847	0,9585	1,0954	1,2324	1,3693	1,5062	1,6432	1,7801	1,9170	2,0540	2,1909
0,4		0,3162	0,4743	0,6325	0,7906	0,7906	1,1068	1,2649	1,4230	1,5811	1,7393	1,8974	2,0555	2,2136	2,3717	2,5298
0,5		0,3536	0,5303	0,7071	0,8839	0,8839	1,2374	1,4142	1,5910	1,7678	1,9445	2,1213	2,2981	2,4749	2,6517	2,8284
0,6		0,3873	0,5809	0,7746	0,9682	0,9682	1,3555	1,5492	1,7428	1,9365	2,1301	2,3238	2,5174	2,7111	2,9047	3,0984
0,7		0,4183	0,6275	0,8367	1,0458	1,0458	1,4642	1,6733	1,8825	2,0917	2,3008	2,5100	2,7191	2,9283	3,1375	3,3466
0,8		0,4472	0,6708	0,8944	1,1180	1,1180	1,5652	1,7889	2,0125	2,2361	2,4597	2,6833	2,9069	3,1305	3,3541	3,5777
0,9		0,4743	0,7115	0,9487	1,1859	1,1859	1,6602	1,8974	2,1345	2,3717	2,6089	2,8460	3,0832	3,3204	3,5576	3,7947
1		0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,2500	1,7500	2,0000	2,2500	2,5000	2,7500	3,0000	3,2500	3,5000	3,7500	4,0000

Fig. 4: Esempio 2.

4.1.2 Esempio 2

Portata attuale 0.5 l/s deve essere ridotta a 0.2 l/s il rapporto $\frac{Q_n}{Q_v} = 0.4$ ipotizziamo $d_v = 2.0''$. Entrando nella tabella otteniamo $d_n = 1.2649''$, il diametro commerciale della riduzione più prossimo è $d_n = 1.25 = 1'' + \frac{1}{4}''$

VISTO : IL PRESIDENTE

³ Si può fare con un secchio graduato e qualsiasi telefonino in mancanza di cronometro