

Seminario

LA PULIZIA DEI POZZI PER ACQUA
Tecniche – Gestione – Normativa

2 Dicembre 2005

Gestione
Manutenzione ordinaria dei pozzi per acqua:
conviene o no?

Maurizio Gorla – Segretario dell'Ordine dei Geologi della Lombardia

1. Premessa

La manutenzione ordinaria dei pozzi per acqua, intendendo con questo termine generale tutti quegli interventi volti ad una rivitalizzazione del pozzo stesso, senza modificarne le caratteristiche costruttive già in essere (i.e. diametro della colonna di rivestimento, lunghezza dei filtri ecc.), è spesso trascurata o comunque non impiegata con regolarità dalla maggior parte dei soggetti che gestiscono le opere di captazione di acque sotterranee, siano essi rappresentati da società di settore o da enti pubblici.

La mancanza di un sistematico intervento di “pulizia” si traduce spesso in un più rapido deterioramento del pozzo, che potrebbe invece essere rallentato, e in taluni casi anche in maniera cospicua, se lo stesso fosse “curato” adeguatamente.

Infatti, si deve tenere ben presente che un’idonea operazione di manutenzione ordinaria consente di mantenere elevati livelli di efficienza idraulica e quindi consumi energetici più bassi, con ricadute positive sia dal punto di vista economico (minori spese di gestione), che ambientale (maggior compatibilità fra portate estratte, abbassamenti indotti e capacità di ricarica dell’acquifero).

Scopo di questa memoria è pertanto quello di evidenziare, soprattutto attraverso dei case histories, gli indubbi vantaggi che comporta la messa in preventivo di una manutenzione ordinaria del proprio “parco pozzi”.

2. Operazioni di manutenzione ordinaria: principi e metodi

In questo paragrafo, si vuole offrire una breve panoramica delle tecniche oggi disponibili per rivitalizzare i pozzi per acqua, quando essi manifestino delle problematiche che riducono la loro efficienza idraulica.

I problemi di calo del rendimento più ricorrenti, sono i seguenti:

- 1) venute di sabbia in pozzo, con conseguente insabbiamento di tratti ciechi più o meno lunghi dello stesso, e anche di quelli fenestrati;
- 2) sviluppo di fenomeni di incrostazione, prevalentemente lungo i filtri;
- 3) proliferazione di flore algali e ferrobatteri;
- 4) peggioramento delle prestazioni della pompa.

Esulano invece dallo scopo della presente memoria i fenomeni di corrosione di tubi ciechi e filtri, che nella maggioranza dei casi richiedono interventi più drastici, i quali modificano le caratteristiche costruttive originarie del pozzo, come è ad esempio un’operazione di ritubaggio, e che pertanto non possono più essere considerate provvedimenti di “ordinaria amministrazione”.

Le tecniche, oggi impiegabili per far recuperare al pozzo l’originaria efficienza idraulica, possono essere così raggruppate:

- 1) trattamenti meccanici
 - rimozione di sabbia e detriti, mediante air-lift o cucchiaia con valvola a ciabatta;
 - spazzolatura della tubazione, mediante idonee spazzole di acciaio;
 - pistonaggio, con pistone semplice o doppio;
 - lavaggio con ugelli o jetting-tool (hydro jetting);
- 2) trattamenti chimici

- acidificazione (mediante acido citrico, cloridrico, glicolico, sulfammico ecc.);
- immissione di inibitori di corrosione (i.e. dietilurea, solfato idrato ferrico ecc.);
- intervento con permanganato di potassio (battericida);
- tensioattivi (assieme agli acidi, per incrostazioni inorganiche);
- polifosfati (per intasamento da argilla);

3) trattamenti ibridi

- Idrogelo® o Aqua Freed® (immissione ad alta pressione di anidride carbonica);
- Hydropuls® (immissione pulsante di gas o liquidi altamente compressi).

3. Analisi tecnico-economica: piano degli interventi

La necessità di dover recuperare il grado di efficienza di un pozzo per acqua è obbligatoriamente connessa con la predisposizione di un piano degli interventi.

In linea generale, tale piano può essere così strutturato:

- a. se possibile, esecuzione di una prova di pompaggio, per acquisire i parametri idraulici di base (portate e abbassamenti, nonché grado di turbolenza in pozzo);
- b. smontaggio ed estrazione della elettropompa sommersa, anche per verificarne lo stato di conservazione;
- c. monitoraggio televisivo del pozzo, per valutare lo stato di salute delle tubazioni cieche e dei tratti filtranti (zone soggette a incrostazione, corrosione, pannelli argillosi, proliferazione batterica o algale ecc.), nonché la presenza di un accumulo di sabbia e/o detriti a fondo-pozzo;
- d. sequenza degli interventi più idonei per rivitalizzare il pozzo, per esempio:
 - rimozione sabbia e/o detriti, mediante sonda con valvole o a pistone, o in alternativa air-lift;
 - spazzolatura dei filtri, con spazzole di acciaio;
 - pistonaggio, con pistone semplice o doppio, oppure lavaggio mediante jetting-tool (getti d'acqua ad alta pressione);
 - eventuale acidificazione del pozzo, trattamento con CO₂ (immissione in pozzo, mediante packer, di anidride carbonica ad alta pressione) o mediante tecnologia Hydropuls® (con pulse generator);
- e. nuova ispezione televisiva, per verificare il grado di successo del trattamento effettuato;
- f. rimontaggio dell'elettropompa sommersa;
- g. nuova prova di pompaggio a gradini di portata, per quantificare portata specifica ed efficienza idraulica del pozzo sottoposto a manutenzione;
- h. in caso di esito positivo del test, "allacciamento" del pozzo alla rete d'acquedotto.

4. Indicazioni sui prezzi

Si fornisce di seguito una tabella, in cui sono riportati i costi medi delle principali voci che compongono un intervento di manutenzione ordinaria di un pozzo per acqua.

SINGOLE VOCI	UNITA' DI MISURA	RANGE DI COSTO (€)
Montaggio-smontaggio cantiere	a corpo	2.000 – 4.000
Smontaggio-montaggio pompa	ore	150 – 200
Test di pompaggio	cadauno	1.000 – 2.000
Ispezione televisiva	cadauno	1.000 – 2.000
Rimozione sabbia/detriti	a corpo	2.000 – 3.000
	ore	150 – 200
Pistonaggio filtri	a corpo	4.000 – 6.000
	ore	150 – 200
Lavaggio con jetting-tool	a corpo	2.000 – 2.500
Iniezione di CO ₂ ad alta pressione (per n° 2 insufflazioni)	----	7.000
Hydropuls (per n° 3 “pulsazioni”)	----	4.000
Acidificazione pozzo	a corpo	2.000 – 4.000
Costo totale medio rilevato per un intervento completo (con difficoltà crescente da media ad alta)		10.000 – 30.000

5. Case histories

1) Pozzo: Paderno Dugnano n° 14

Caratteristiche costruttive del pozzo

Il pozzo oggetto dell'intervento di manutenzione è stato messo in opera nel 1981. Trivellato fino a 132,5 metri di profondità, è stato completato con un'unica colonna di rivestimento da 406 mm di diametro, profonda 131 metri, con filtri a ponte posizionati a 57/62 m, 66,2/67,7 m, 70,1/71,1 m, 100/103 m e 112,5/120 m, con dreno continuo tipo 107 (3-4 mm) da 44 metri fino a fondo-foro (captazione mista di acquifero a falda libera e confinata). La protezione da infiltrazioni di eventuali contaminanti provenienti dalla superficie è stata assicurata mediante cementazione dell'annulus del pozzo, per i primi 44 metri di profondità.

Causa di riduzione del rendimento idraulico

Il pozzo in oggetto non è mai stato sottoposto a manutenzione. L'emungimento di acqua per più di un ventennio ha provocato una diminuzione della portata erogabile, con un deciso incremento del valore di abbassamento in pozzo (nel 2003, la portata media estratta non superava i 20 l/s, con un delta di battente idrico superiore ai 10 metri). Ciò è imputabile soprattutto all'intasamento delle zone fenestrate.

Intervento di riabilitazione

L'intervento di rivitalizzazione del pozzo è stato condotto nel seguente modo:

- posizionamento sul pozzo di idonea attrezzatura da perforazione, completa di aste, pistone, compressore ed accessori di manutenzione;
- accertamento, mediante discesa fino a fondo-pozzo di appositi calibri ed aste, dello stato di integrità della tubazione e dell'assenza di schiacciamenti e deformazioni, nonché della quantità di materiale depositatosi sul fondo della colonna;
- realizzazione di energico pistonaggio di tutti tratti filtranti, mediante speciale pistone capace di eliminare anche le sabbie fini, eventualmente presenti all'interno del manto drenante esterno ai filtri, così da ripristinare la sua originaria permeabilità;
- terminato il pistonaggio, esecuzione di operazione di pulizia completa della sacca di fondo;
- montaggio di una elettropompa sommersa, con potenza di 60 HP e $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$, per effettuare un accurato pompaggio, prolungato sino ad ottenimento di acqua chiara e priva di sabbia;
- esecuzione di apposito test di collaudo, per misurare i nuovi parametri idraulici (in particolare, portata Q ed abbassamento s).

Analisi dei risultati

Lo schema di intervento sopra descritto ha consentito un reale e consistente recupero della funzionalità idraulica del pozzo.

Infatti, la portata estraibile è praticamente raddoppiata, l'abbassamento in pozzo si è ridotto di circa 2/3, rispetto a quanto osservato prima del trattamento, e la portata specifica Q/s è addirittura superiore a quella riscontrata alla data del collaudo.

Allo stesso modo, il calcolo del grado di turbolenza in pozzo (eseguito mediante applicazione della formula relativa al Turbulence Index $T.I. = [C \cdot Q^2]/s$, Gorla, 2004), conferma la bontà dell'intervento eseguito, come chiaramente osservabile leggendo i dati riportati nella tabella sottostante.

DATA	TURBULENCE INDEX (GORLA)	LIVELLO STATICO	PORTATA Q	LIVELLO DINAMICO	ABBASSAMENTO s	PORTATA SPECIFICA Q/s
	(%)	(m)	(l/s)	(m)	(m)	(l/s/m)
	$C = 297,29 \text{ s}^2/\text{m}^5$					
14/10/1981	4,6	28,50	15	29,95	1,45	10,34
	8,4		30	31,70	3,20	9,37
	16,6		62,50	35,50	7,00	8,93
Tipo di pompa		Non noto				
	$C = 2232,85 \text{ s}^2/\text{m}^5$					
21/02/2003	10,6	27,70	10	29,80	2,10	4,76
	20,4		22	33,00	5,30	4,15
	32,2		40	38,80	11,10*	3,60
Tipo di pompa		Ritz	$Q = 20 / H = 100$	Pressione in rete 40 metri		
	$C = 303,57 \text{ s}^2/\text{m}^5$					
26/08/2004	5,1	27,50	10	28,10	0,60	16,67
	9,0		20	28,85	1,35	14,81
	17,3		40	30,30	2,80	14,29
Tipo di pompa		Grundfos	$Q = 40 / H = 70$	Pressione in rete 47 metri		

*abbassamento non sostenibile dal pozzo

Costi

Importo (a corpo e a misura) grossomodo €. 28.000, per circa 140 ore lavorative (ossia, più di tre settimane di lavoro).

2) Pozzo: Sesto San Giovanni n° 90

Caratteristiche costruttive del pozzo

Il pozzo oggetto dell'intervento di manutenzione è stato terebrato nel 1967.

Trivellato fino a 110 metri di profondità, è stato completato con un'unica colonna di rivestimento da 600 mm di diametro, profonda 110 metri, con filtri a ponte posizionati a 40/49 m, 53/62 m, 64/70 m e 100/110 m.

Non si hanno invece informazioni sulla presenza e sul tipo di dreno messo in opera alle spalle della colonna di produzione, né sull'esistenza di cementazioni.

Allo stesso modo non sono disponibili dati relativi ad eventuali prove di pompaggio, effettuate nella fase di collaudo del pozzo o in tempi successivi.

Si conoscono invece le caratteristiche della elettropompa sommersa, posizionata a -39,30 metri da p.c., ossia al centro del primo tratto fenestrato, con $Q = 97$ l/s e $H = 77$ m (marca alpha, con motore da 214 CV e 500 V, con 2.850 rpm a 50 Hz).

Causa di riduzione del rendimento idraulico

E' presumibile che il pozzo in oggetto non sia mai stato sottoposto a manutenzione.

Mancando di dati specifici, si è potuto solo constatare che l'emungimento di acqua per più di un trentennio ha provocato una diminuzione della portata erogabile, a fronte di un aumento del valore di abbassamento in pozzo.

La ragione di tale comportamento è da attribuire all'intasamento degli "slots" dei filtri, come peraltro ampiamente confermato dall'ispezione televisiva condotta prima dell'inizio del trattamento di recupero.

Intervento di riabilitazione

L'intervento di rivitalizzazione del pozzo è stato condotto nel seguente modo:

- approntamento del cantiere di perforazione;
- ispezione televisiva;
- rimozione dei detriti presenti all'interno della colonna, mediante sonde con valvole e a pistone (pozzo inizialmente intasato a partire dai 67,80 metri da p.c., e ripulito fino a 80 metri da p.c.);
- una volta verificata l'integrità della tubazione di rivestimento, predisposizione di un sistema di pompaggio per l'esecuzione di una prova di portata;
- spazzolatura dei filtri mediante spazzola con fili di acciaio disposti radialmente, azionata sia longitudinalmente sia circolarmente da apposito impianto, e contemporaneamente lavaggio ad alta pressione degli stessi mediante jetting-tool, provvisto di tubi getto ed ugelli radiali contrapposti, posizionati in prossimità della parete della colonna di produzione;
- constatata l'effettiva impossibilità di recuperare il detrito presente nel pozzo al di sotto degli 80 metri di profondità, preparazione ed iniezione di apposita miscela cementizia, assieme ad idoneo materiale inerte (sabbia), con formazione di un tappo di fondo, messo in opera tra gli 80 e gli 82 metri da piano campagna;
- pistonaggio dei filtri;
- nuova pulizia del fondo-pozzo dai detriti derivanti da spazzolatura, idrolavaggio e pistonaggio;
- nuova ispezione televisiva;

- seconda prova di pompaggio, a gradini di portata (collaudo del pozzo), per verificare la rispondenza dell'opera di captazione alle finalità dell'intervento richiesto (buona manutenzione).

Analisi dei risultati

Sono state recuperate le tratte filtranti comprese tra i 40 e i 70 metri.

In data 1 marzo 2005, è stato effettuato uno "step drawdown test", che ha fornito i seguenti risultati:

DATA	TURBULENCE INDEX (GORLA)	LIVELLO STATICO	PORTATA Q	LIVELLO DINAMICO	ABBASSAMENTO s	PORTATA SPECIFICA Q/s
	(%)	(m)	(l/s)	(m)	(m)	(l/s/m)
1972*	?	38,20	90	43	4,80	18,75
Tipo di pompa		Alpha	portata Q = 97 l/s / prevalenza H = 77 metri			
	$C = 155,20 \text{ s}^2/\text{m}^5$					
01/03/2005	14,9	19,83	12	19,98	0,15	80,00
	19,3		19	20,12	0,29	65,52
	32,8		39	20,55	0,72	54,17
	37,7		50	20,86	1,03	48,54
	49,4		67	21,24	1,41	47,52
Tipo di pompa		Grundfos	portata Q = 80 l/s / prevalenza H = 70 metri			

*dati non completamente attendibili

Il pozzo presenta oggi una enorme portata specifica, ma d'altro canto il grado di turbolenza riscontrato è tale da consigliare comunque una portata di esercizio non superiore ai 20-25 l/s, al fine di non innescare, entro la colonna di produzione, velocità di ingresso troppo elevate e quindi una rapida perdita di efficienza di tutto il sistema.

Costi

Importo (a corpo, compresi gli oneri per la sicurezza) grossomodo €. 18.000, per circa 170-180 ore lavorative (ossia, più di quattro settimane di lavoro).

3) Pozzo: Senna Lodigiana n° 4

Caratteristiche costruttive del pozzo

Il pozzo in oggetto è stato realizzato nel 1989.

Trivellato, con ϕ 800 mm, fino a 60 metri di profondità e completato con un'unica colonna di rivestimento, della lunghezza di 33 metri e diametro di 450 mm, presenta una sola tratta filtrante, posta tra i 17 e i 23 metri di profondità. Il pozzo è stato quindi "saturato" con dreno tipo 106 (2-3 mm) da 7,50 a 33 metri da p.c., più sotto è stato invece realizzato un tappo impermeabile, formato da boiaccia di cemento tra i 33 e i 36 metri e da argilla pura di cava tra i 36 e i 60 metri di profondità. La protezione da infiltrazioni di eventuali contaminanti provenienti dalla superficie è stata assicurata mediante cementazione dell'annulus del pozzo, per i primi 7,50 metri di profondità.

Al momento del collaudo, effettuato in data 15 maggio 1989, il pozzo presentava una portata specifica pari a 4,7-3,2 l/s/m (rispettivamente per $Q = 18,7 \text{ l/s}$ e $s = 4 \text{ m}$, e $Q = 28,7 \text{ l/s}$ e $s = 9 \text{ m}$).

Causa di riduzione del rendimento idraulico

La diminuzione di efficienza idraulica del pozzo è legata essenzialmente ad un notevole accumulo di particelle fini entro la colonna di rivestimento ed in piccola parte ad incrostazioni sviluppatesi lungo i filtri.

Intervento di riabilitazione

L'intervento di rivitalizzazione ha utilizzato esclusivamente la tecnica Hydropuls®.

In pratica, mediante un generatore di impulsi, calato in pozzo in corrispondenza dei filtri, è stato sviluppato un flusso bidirezionale, con scaricamento di aria compressa a frequenze e pressioni impostate ad hoc. Poiché l'effetto pulsante del sistema è inversamente proporzionale alla distanza, è risultato opportuno che il generatore di impulsi si muovesse in modo lento e costante su tutta la lunghezza del filtro.

Sul pozzo in oggetto, sono stati eseguiti, senza soluzione di continuità, tre interventi di flusso del materiale fine.

Analisi dei risultati

DATA	LIVELLO STATICO	PORTATA Q	LIVELLO DINAMICO	ABBASSAMENTO s	PORTATA SPECIFICA Q/s	INTERVENTO
	(m)	(l/s)	(m)	(m)	(l/s/m)	----
09/05	14,0	8,3	19,5	5,5	1,5	No
07/10/05		13,0	17,8	3,8	3,4	Si 1°
07/10/05		14,0	17,6	3,6	3,9	Si 2°
07/10/05		14,0	17,45	3,45	4,1	Si 3°

Dall'esame della tabella sopra riportata, si osserva chiaramente come la riabilitazione del pozzo con Hydropuls® abbia permesso quasi di raddoppiare la portata erogata, con una contemporanea sensibile riduzione degli abbassamenti in colonna.

Costi

L'attrezzatura completa di Hydropuls®, montata su camion, viene venduta da TLM GmbH, al prezzo di circa €. 50.000.

D'altro canto è possibile far eseguire il singolo intervento da parte di ditte specializzate, con costi dell'ordine di qualche migliaio di euro per pozzo.

6. Conclusioni

Per quanto sopra esposto, risulta chiaro che, nella maggioranza dei casi, una oculata gestione del proprio "parco pozzi" non può esimersi dal pianificare la manutenzione ordinaria degli stessi, la quale, da questo punto di vista, si costituisce come indispensabile strumento operativo in grado di garantire a sua volta il mantenimento di buoni livelli di efficienza idraulica dei pozzi, a cui corrispondono non solo consumi energetici più bassi, con ricadute positive dal punto di vista economico (minori spese di gestione), ma anche un minor impatto sulla risorsa idrica sotterranea (maggior compatibilità fra portate estratte, abbassamenti indotti e capacità di ricarica dell'acquifero).

I casi pratici descritti ben confermano la validità questa filosofia gestionale, dato che a fronte di un impegno economico tutto sommato modesto, il recupero di efficienza ottenuto consente di prolungare la vita dell'opera di captazione, spesso anche di molto.

7. Bibliografia

Cerbini Gianni, Gorla Maurizio – Idrogeologia Applicata - Principi, metodi e misure. Edizioni Geo-Graph, Segrate (2004);

Chiesa Guido – Pozzi per acqua, II° edizione. Edizioni Hoepli, Milano (1991);

www.groundwatersystems.com – Well Maintenance and Rehabilitation: M & R Gateway;

www.subsurfacetech.com/aquafreed.html – Aqua Freed®;

www.tlm-gbmh.de – Hydropuls®.