

INDICE

1. Premessa	2
2. Descrizione dell'impianto frigorifero	3
2.1. Sistema di produzione dell'energia termica	5
2.2. Fabbisogno quantitativo medio e massimo	6
2.3. Pozzo di resa	7
2.4. Parametri idrogeologici utilizzati per il dimensionamento del pozzo di resa	7
2.5. Calcolo della colonna filtrante del pozzo di restituzione	8
3. Caratteristiche tecniche del pozzo in progetto	10
3.1. Impianto di sollevamento pozzo di emungimento	12
3.1.1. Pompa	12
3.1.2. Colonne di sollevamento	14
3.1.3. Testata del pozzo	14
3.2. Cameretta avampozzo	15

ELABORATI GRAFICI

Tav. 1 – Ciclo dell'acqua

Tav. 2 – Planimetria catastale

scala 1:2000

Tav. 3 – Scheda tecnica pozzo in progetto

Tav. 4 – Schema manufatti di derivazione

1. Premessa

La presente relazione tecnica è stata richiesta dalla società Corte Nuova s.r.l. a supporto della domanda di escavazione e di concessione di n. 2 pozzi ad uso pompa di calore (pozzo di presa e pozzo di resa) da utilizzarsi per il funzionamento di un impianto di frigoconservazione per prodotti orticoli che sarà realizzato in frazione San Gaudenzio in comune di Cervesina in località Cascina Gattera.

Il pozzo di presa ad **uso pompa di calore** sarà ubicato nel **Foglio 14 mappale 60** del Catasto terreni mentre il pozzo di resa sarà ubicato nel **Foglio 13 mappale 16**.

Il presente elaborato illustra le caratteristiche tecniche dei due pozzi oggetto di domanda di autorizzazione all'escavazione, secondo quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale :

- D. lgs 3 aprile 2006 n. 152 (parte III, titolo III, capo I, art.94) "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".
- Regolamento Regionale 24/03/2006 n° 2 "Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n° 26".

In riferimento alla deliberazione del 20 dicembre 1985 n. 4/4752 della G.R., ai sensi dell'art. 35 della L.R. 27 maggio 1985 n. 62, il pozzo in progetto non è oggetto al controllo qualitativo annuale dell'acqua emunta.

2. Descrizione dell'impianto frigorifero

L'acqua prelevata dal pozzo di presa sarà utilizzata a servizio dell'impianto a pompa di calore per la frigoconservazione delle orticole prodotte nel comprensorio di Voghera. In particolare nel territorio vogherese la produzione orticola è basata su due prodotti tipici della zona: le patate e le cipolle. La produzione orticola è assai significativa e copre una percentuale importante nella produzione di questi prodotti su base nazionale. La raccolta dai campi di questi prodotti dura circa 40 giorni, per rifornire il mercato nazionale di questi prodotti durante tutto l'anno occorre prevedere una frigoconservazione.

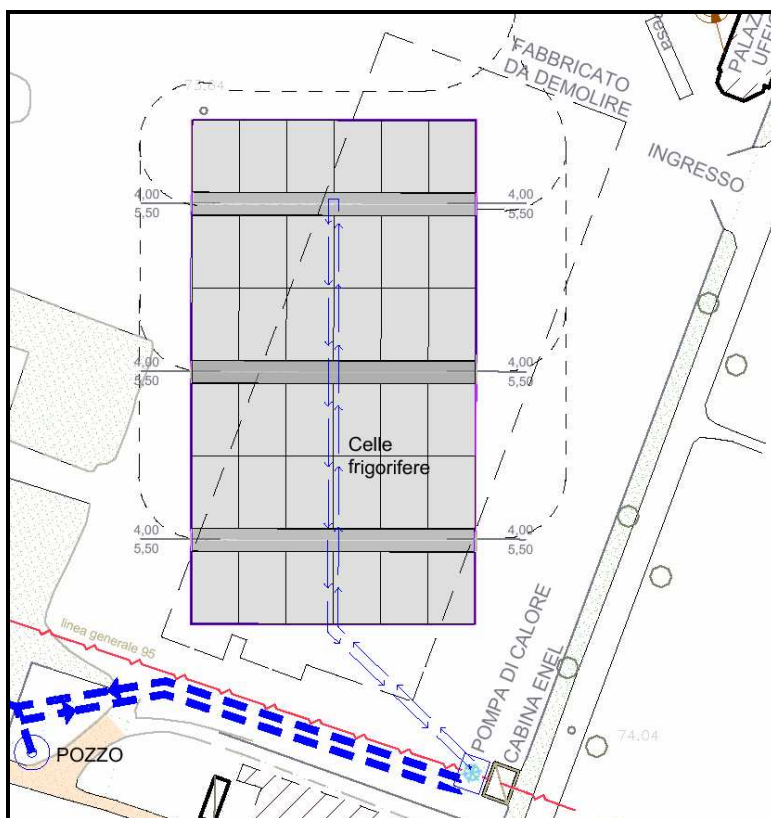


Fig. 1 - Schema ciclo dell'acqua

Diventa allora strategico per il comprensorio di Voghera realizzare un centro di stoccaggio e frigoconservazione delle orticole vicino alle zone di produzione in modo da ridurre al minimo la filiera fra produttore e consumatore finale. Questa soluzione impiantistica è stata realizzata con la ricerca dell'ottenimento del massimo rispetto dei parametri di frigoservazione e di un significativo risparmio energetico (anche in termini di costi di impianto con limitazione al minimo delle potenze installate). L'alloggiamento dell'impianto con pompe di calore necessario per la produzione e distribuzione del fluido vettore (acqua e aria) è previsto in appositi locali ad uso esclusivo ricavati in corrispondenza dell'edificio principale e delle esigenze strutturali.

L'impianto di frigoconservazione è diversificato in relazione alle specifiche destinazioni d'uso ed è suddiviso in tre settori distinti :

- Aree di frigoconservazione per patate
- Aree di frigoconservazione per cipolle
- Climatizzazione dei corridoi

Ognuna di queste zone/ambiente è termoregolabile indipendentemente per mezzo di regolatori agenti sulle rispettive valvole a monte del terminale di erogazione.

L'impianto frigorifero è progettato per le seguenti quantità:

- Quantità massima di materiale stoccabile nel centro = 11000 ton
- Distribuzione indicativa patate / cipolle = 70% patate – 30 % cipolle
- Durata del raccolto dal campo = 40 giorni
- Quantità di materiale in ingresso = 275 ton / giorno (media)
= 400 ton / giorno (massimo)
- Data di inizio del raccolto = inizio – metà luglio
- Temperatura del prodotto dal campo = max 29 °C
- Tempo massimo di conservazione = marzo – aprile

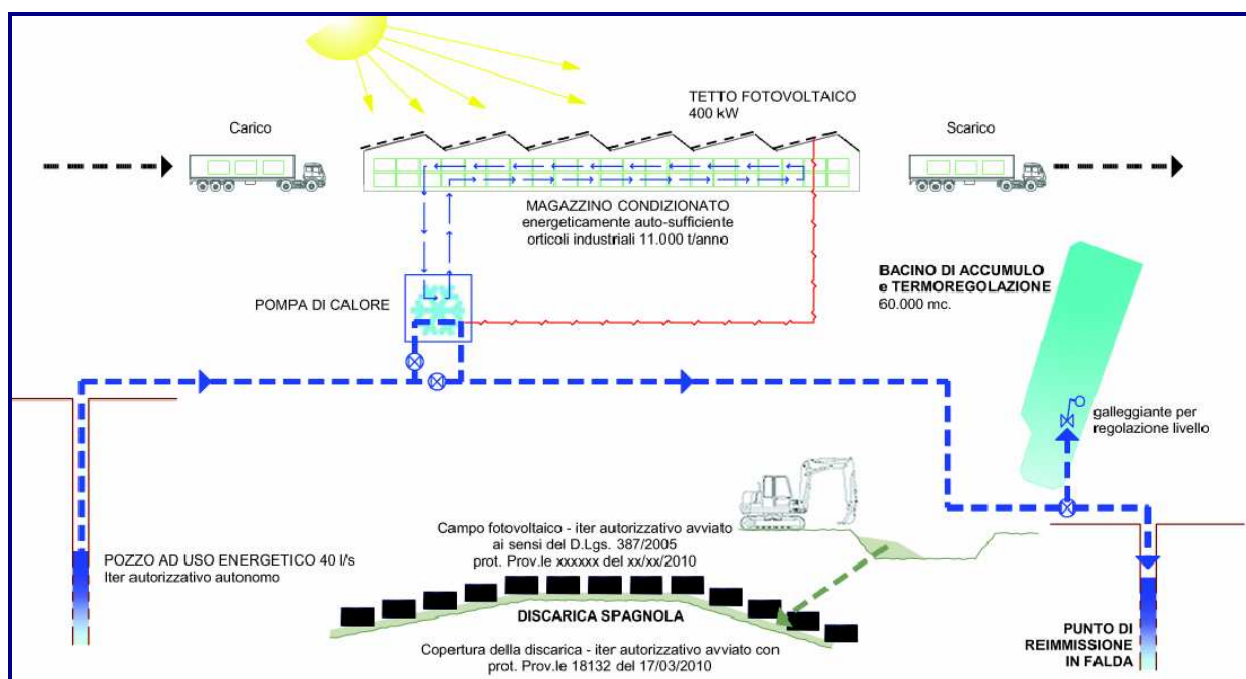


Fig. 2 – Schema impianto – Ciclo dell'acqua

Occorre specificare che l'acqua di falda prelevata al termine del ciclo di raffreddamento sarà convogliata mediante tubazione interrata nel bacino di accumulo e termoregolazione presente nel settore occidentale del lotto in oggetto.

Lo scarico nel laghetto è regolato da un sistema di troppo pieno e quindi in caso di innalzamento del livello acquifero (ad esempio durante eventi meteorici) l'acqua di scarico delle pompe di calore viene immessa in una tubazione di ritorno collegata al pozzo di resa.

2.1. Sistema di produzione dell'energia termica

Per soddisfare la richiesta frigorifera degli impianti, è previsto l'installazione di un gruppo refrigeratore in grado di erogare acqua fredda e calda contemporaneamente il fluido utilizzato come fonte primaria di energia termica è rappresentato dall' acqua di falda prelevata da apposito pozzo per mezzo di pompe ad immersione.

Caratteristiche di ogni refrigeratore con condensatore ad acqua

Potenza frigorifera massima	582 kW
Potenza assorbita compressori	145 kW con condensatore ad'acqua
Coefficiente di prestazione comp.	COP 4,01
Temp. evaporazione	-9°C
Temp. condensazione	+25°C
Valvole di espansione	standard, opzione: elettroniche con regolatore a quadro
Condensazione	condensatore ad'acqua
Compressori	3 comp. a vite marca BITZER in parallelo
Separatore di olio	1 verticale
Circolazione olio	per differenza di pressione senza pompa

2.2. Fabbisogno quantitativo medio e massimo

L'impianto frigorifero prevede l'impiego di macchine con circuito di condensazione ad acqua di falda.

I vantaggi energetici sono assai notevoli in quanto l'efficienza delle macchine passa da un COP di 1.8 circa a un COP di 4.01 con conseguente riduzione del consumo di energia elettrica.



Fig. 3 - Gruppo refrigeratore

Si riporta di seguito un prospetto indicativo delle quantità di acqua necessaria al funzionamento dell'impianto a pompa di calore :

Periodo	Quantità max acqua emunta	Note
Luglio – Agosto	35 l/s – 24 h al giorno	Messa a temperatura dei prodotti
Agosto – Marzo	10 – 12 l/s – 14 h al giorno	Conservazione – mantenimento

La **portata** del pozzo **nel periodo luglio – agosto** risulta pertanto pari a circa **35 l/s ossia 126 mc/h x 24 h = 3024 mc/gg x 60 gg = 181440 mc**

La **portata** del pozzo nel periodo **agosto – marzo** risulta pertanto pari a circa **10 l/s ossia 36 mc/h x 14 = 504 mc/gg x 210 gg = 105840 mc**

quindi risulta un volume annuo prelevato = **287280 mc**

Portata massima del pozzo : 35 l/s

Portata minima del pozzo : 10 l/s

Portata media del pozzo : 9,23 l/s

2.3. Pozzo di resa

Un **pozzo di resa** differisce da un pozzo di presa non solo idraulicamente ma anche dal punto di vista costruttivo, in quanto questi due tipi di pozzi operano in condizioni molto diverse tra loro.

In un pozzo di presa il flusso dell'acqua tende a trascinare la sabbia fine nel pozzo eliminandola così dal terreno acquifero e dando luogo ad un aumento della sua conducibilità idraulica nelle immediate vicinanze del pozzo ove la velocità dell'acqua è elevata.

In un pozzo di resa invece il flusso dell'acqua tende ad allontanare i grani più fini facendoli penetrare negli interstizi tra i grani più grossi, dando così luogo ad una diminuzione della conducibilità idraulica del terreno.

I pericoli di intasamento, nei pozzi di presa, sono molto ridotti e tali processi richiedono sempre molto tempo (mesi o anni); nei pozzi di resa i processi d'intasamento sono molto frequenti e rapidi (settimane, pochi mesi).

Il pozzo di resa deve essere perforato a percussione o a circolazione inversa con sola acqua in modo che non si formi il pannello di fango sulle sue pareti; esso deve essere perforato con diametro sufficientemente grande (non inferiore a 600 mm) e rivestito con tubi aventi diametro maggiore di 300 mm .

Le **finestrature** dei filtri devono essere molto grandi e il ghiaietto per il dreno deve essere grossolano, meglio ancora se formato da due strati usando le gabbie di contenimento per il primo strato.

Il pozzo di presa verrà utilizzato per alimentare l'impianto di condizionamento e riscaldamento e i pozzi di resa verranno utilizzati per smaltire le acque di raffreddamento.

Affinché un'operazione di ricarica artificiale sia economica deve essere continuativa nel tempo senza dover intervenire con operazioni costose di ripristino dovute a fenomeni d'intasamento delle opere di filtrazione nei pozzi di resa.

L'acqua di ricarica deve essere trattata in modo da :

- ❖ rimuovere le sostanze solide in sospensione
- ❖ eliminare ogni causa d'intasamento biologico
- ❖ possedere caratteristiche chimico-fisiche compatibili con l'acqua di falda e con il terreno

La possibilità di effettuare lo scarico diretto in falda di acque utilizzate esclusivamente ad uso geotermico è definita dalla normativa nazionale in deroga all'art. 104 c. 1 del D.Lgs. 152/2006 secondo il successivo c. 2.

2.4. Parametri idrogeologici utilizzati per il dimensionamento del pozzo di resa

L'acquifero captato risulta caratterizzato dai seguenti parametri idrogeologici:

- $K = 10^{-3} \times 10^{-4}$ m/s (conducibilità idraulica)
- $T = 0,009$ m²/s (trasmissività)

Tali parametri sono stati ricavati dall'elaborazione delle prove di portata eseguite durante la perforazioni di alcuni pozzi ad uso irriguo realizzati in località Oriolo nel comune di Voghera e dalla raccolta di dati bibliografici.

2.5. Calcolo della colonna filtrante del pozzo di restituzione

L'altezza del tratto filtrato di un pozzo di restituzione è funzione della portata da restituire in falda, della conducibilità idraulica dell'acquifero e della superficie sperdente scelta in base alla tipologia dei terreni.

Pertanto ponendo uguale il quantitativo della portata max (35 l/s) estratta alla portata da restituire, si ha:

$$Q_{immissione} = Q_{restituzione}$$

$$\text{posto } Q_{restituzione} = KA_l i \text{ con } A_l \text{ intesa come superficie laterale}$$

$$0,035 \text{ m}^3/\text{s} = K (m/\text{s}) A_l$$

$$A_l = \frac{0,035 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0012 \text{ m}^2/\text{s}} = 29 \text{ m}^2$$

Ipotizzando per i pozzi di iniezione una colonna di raggio (r) pari a 254 mm, l'altezza del tratto filtrante (h) non dovrà essere inferiore a:

$$A_l = 2 \times \pi \times r \times h$$

$$h = \frac{35 \text{ m}^2}{2\pi \times 0,25 \text{ m}} = \frac{35}{1,54} = 18 \text{ m}$$

Il metodo di ricarica più semplice e meno costoso è quello di iniettare l'acqua di ricarica attraverso la tubazione di mandata dell'elettropompa sommersa, priva della valvola di fondo; in questo caso però c'è un'elevata perdita di carico idraulico attraverso le giranti della pompa (fig. 4A).

Oppure si può fare la ricarica attraverso un'apposita tubazione ma ciò richiede una continua estrazione e messa in opera della pompa e relativa tubazione tutte le volte che si deve spurgare il pozzo (Fig. 4B).

Un altro metodo è quello di alternare fasi di ricarica con fasi di pompaggio per spurgare il pozzo; ma esiste sempre il pericolo di trascinamento di aria nell'acqua. Per eliminare il pericolo che l'acqua di ricarica risalga lungo l'intercapedine pozzo-tubazione di rivestimento, il tratto superiore di tale

intercapedine deve essere cementato, per almeno un tratto di 10 m a partire dalla sommità dei filtri (fig. 4C).

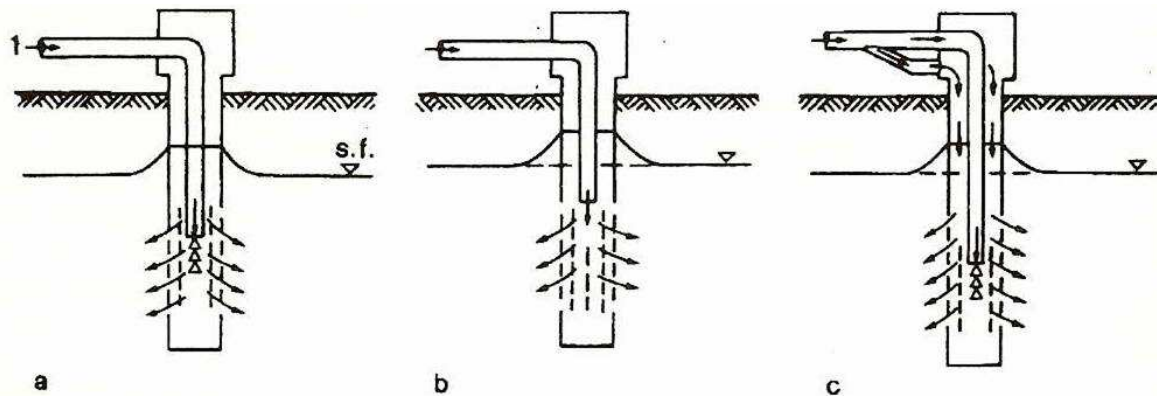


Fig. 4 - Schemi di pozzi di ricarica (Sternau 1962)

I metodi (b) e (c) sono i migliori in quanto l'acqua di ricarica non ha la possibilità di venire a contatto con l'aria in quanto la testata è a chiusura stagna.

Il tubo verticale di ricarica opera quasi sempre in aspirazione, pertanto potrebbe causare il trascinalamento d'aria.

Per eliminare l'inconveniente occorre:

1. installare all'estremità inferiore della tubazione un orifizio che crei delle perdite di carico idraulico tale da lasciar passare solo la portata d'acqua desiderata quando la tubazione è piena
2. installare nella tubazione a pochi metri sotto il livello statico nel pozzo, una saracinesca a farfalla od una valvola a sfera; tale valvola deve essere comandata dalla superficie mediante delle astine

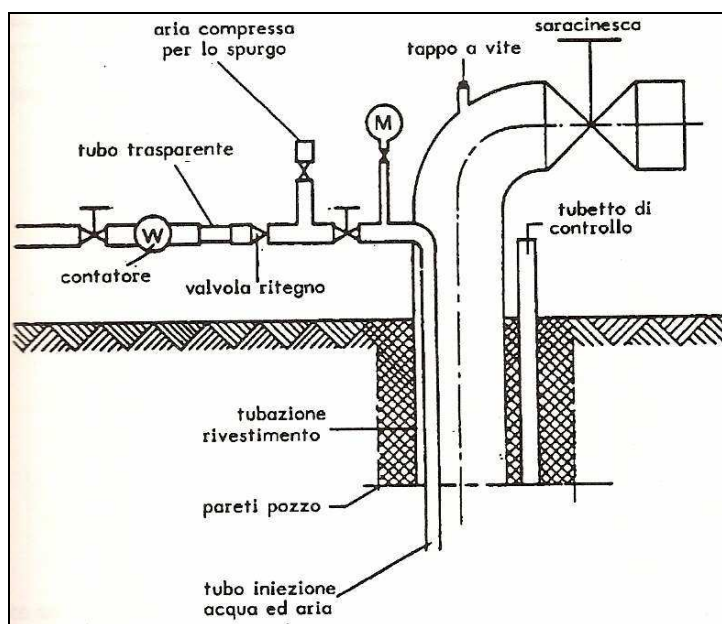


Fig. 5- Schema di testa – pozzo di ricarica (da Olsthoorn 1982)

3. Caratteristiche tecniche del pozzo in progetto

Il pozzo in progetto sarà realizzato mediante una perforazione a percussione; la profondità massima di progetto è prevista in 40 m dal piano di campagna, al fine di consentire di attingere acqua dalle falde che consentono un emungimento sufficiente al funzionamento dell'impianto a pompa di calore.

Lo schema di trivellazione previsto è il seguente:

- Trivellazione a percussione e/o rotazione $\varnothing$ 800-900 mm da m. 0 a m 40
- Tubo di rivestimento $\varnothing$ 508 mm da m. 0 a m. 40
- Filtri spirale e/o a ponte * $\varnothing$ 508 mm per una lunghezza di circa 15-20 m
- Uso di conglomerato argilloso e compactonit per l'isolamento delle falde
- Uso di dreno siliceo calibrato per i filtri e il piezometro
- Posa di piezometro $\varnothing$ 1" $\div$ 2"

* Il rivestimento sarà costituito da tubazioni di acciaio zincato bitumato di spessore 6-7 mm con fenestrazione a ponte o tipo Johnson e/o simile da definire sulla base delle caratteristiche granulometriche degli orizzonti acquiferi rilevati durante la perforazione del pozzo.

Il filtro johnson viene utilizzato in prevalenza per terreni granulari medio-fini in quanto tale fenestrazione permette in terreni sabbiosi di mantenere un flusso lineare con scarsa turbolenza e la diminuzione della distorsione attorno al pozzo; il filtro a ponte provoca una maggior turbolenza e di conseguenza un maggior trascinamento della frazione fine e pertanto risulta più idoneo per terreni granulari grossolani (ghiaia e sabbia) (vd. Fig. 6)

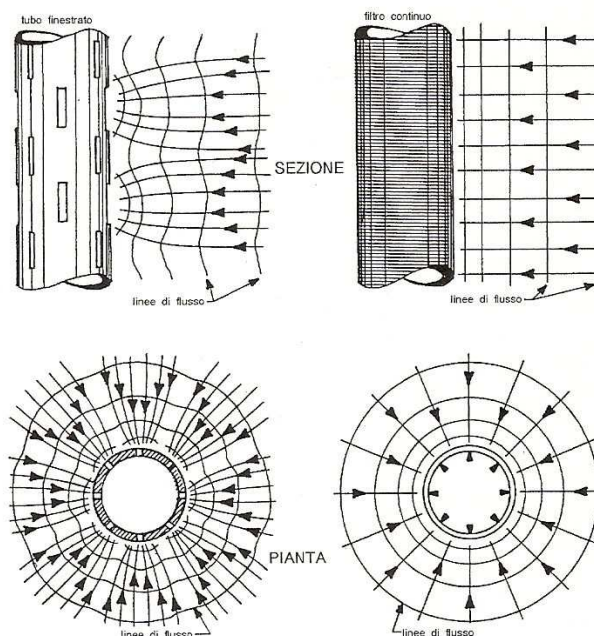


Fig. 6 - Differenza di linee di flusso attorno ai filtri Johnson e ai filtri a ponte

Si dovrà inoltre prevedere, al fine di evitare l'infiltrazione di eventuali inquinanti provenienti dalla superficie, un'opportuna cementazione o tampone di argilla di spessore adeguato in accordo con la stratigrafia rilevata durante la perforazione.

Al termine delle operazioni di trivellazione si dovrà ripristinare la naturale separazione fra i diversi livelli acquiferi captati, con l'utilizzo di tamponi di materiale impermeabile, quali argille di cava o eventualmente argille rigonfianti ad alta percentuale di montmorillonite (compactonit).

Il drenaggio tra il perforo e la tubazione di rivestimento in corrispondenza dei filtri dovrà essere effettuato con dreno di ghiaietto siliceo, lavato e di forma arrotondata, di granulometria prestabilita; il dreno dovrà essere fatto assestare perfettamente prima della prosecuzione dei lavori, intercalando la posa con pistonaggi e pompaggi, in modo da evitare il pericolo di successivi scoprimenti dei filtri.

Lo spurgo finale del pozzo sarà effettuato al termine delle operazioni di posa del rivestimento e di pulizia delle falde drenate e dovrà avere una durata di almeno 24 ore lavorative ed una portata superiore al 50 % di quella prevista, in definitiva lo spurgo dovrà durare fintanto che il pozzo non dia acqua nella quantità prevista, perfettamente pulita ed esente da sabbia.

In sede di esercizio del pozzo si dovrà provvedere a periodiche rilevazioni dei livelli piezometrici per verificare la compatibilità tra il quantitativo di acqua emunta e la potenzialità dell'acquifero captato.

Al fine di valutare le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato dal nuovo pozzo, sarà eseguita una prova di portata a gradini ed una prova di portata costante.

Dall'analisi della curva caratteristica portata – abbassamenti si ricava il valore della portata ottimale di esercizio del pozzo in progetto.

3.1. Impianto di sollevamento pozzo di emungimento

3.1.1. Pompa

Si riporta di seguito uno schema puramente indicativo della tipologia di pompa sommersa con caratteristiche tali da garantire le portate richieste dall'impianto di pompa di calore, il dimensionamento corretto della pompa sarà realizzato al termine delle prove di portata in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero da captare e della reale prevalenza.

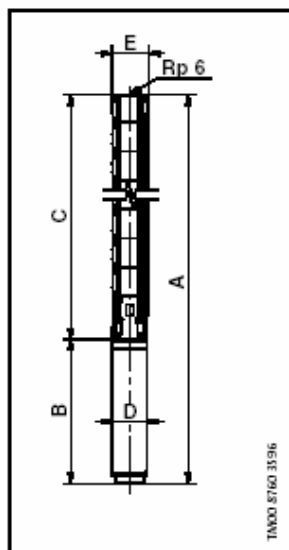
Per emungere acqua dal pozzo sarà utilizzata una pompa sommersa che in relazione alla prevalenza necessaria ed alla portata max. di progetto (35 l/s), avrà le seguenti caratteristiche:

- portata max 35 l/s
- potenza max 22 KW

Dati tecnici

Pompe sommerse
SP 160

Dimensioni e pesi



Modello pompa	Motore		Dimensioni [mm]										Peso netto (kg)
	Modello	Potenza [kW]	Rp 6 Collegamento				6" Grundfos flangia				B	D	
			A	C	E*	E**	A	C	E*	E**			
SP160-1-A	MS 6000	9,2	1255	651	211	218	1255	651	222	226	604	138	76
SP160-1	MS 6000	13	1315	651	211	218	1315	651	222	226	664	138	82
SP160-2-AA	MS 6000	18,5	1561	807	211	218	1561	807	222	226	754	138	97
SP160-2-A	MS 6000	22	1621	807	211	218	1621	807	222	226	814	138	103
SP160-2	MS 6000	26	1681	807	211	218	1681	807	222	226	874	138	109
SP160-3-AA	MS 6000	30	1907	963	211	218	1907	963	222	226	944	138	123
SP160-3-A	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP160-3	MMS 6000	37	2388	963	211	218	2388	963	222	226	1425	144	170
SP160-4-AA	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP160-4-A	MMS 8000	45	2389	1119	218	227	2389	1119	229	232	1270	192	230
SP160-4	MMS 8000	55	2469	1119	218	227	2469	1119	229	232	1350	192	245
SP160-5-AA	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP160-5-A	MMS 8000	55	2625	1275	218	227	2625	1275	229	232	1350	192	251
SP160-5	MMS 8000	63	2765	1275	218	227	2765	1275	229	232	1490	192	277
SP160-6-AA	MMS 8000	63	2921	1431	218	227	2921	1431	229	232	1490	192	283
SP160-6-A	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP160-6	MMS 8000	75	3021	1431	218	227	3021	1431	229	232	1590	192	302
SP160-7-AA	MMS 8000	75	3177	1587	218	227					1590	192	302
SP160-7-A	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP160-7	MMS 8000	92	3417	1587	218	227					1830	192	354
SP160-8-AA	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP160-8-A	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP160-8	MMS 8000	92	3573	1743	218	227					1830	192	360
SP160-9-AA	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP160-9-A	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP160-9	MMS 8000	110	3959	1899	218	227					2060	192	416
SP160-10-AA	MMS 8000	110	4411	2351	213	219					2060	192	432
SP160-10-A	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP160-10	MMS 10000	132	4273	2403	237	237					1870	237	544
SP160-11	MMS 10000	132	4429	2559	237	237					1870	237	550
SP160-12	MMS 10000	147	4784	2714	237	237					2070	237	621
SP160-13	MMS 10000	170	5090	2870	237	237					2220	237	667
SP160-14	MMS 10000	170	5245	3025	237	237					2220	237	673
SP160-15	MMS 12000	190	5239	3259	286	286					1980	286	803

* Diametro max della pompa con un cavo del motore.

** Diametro max della pompa con due cavi del motore.

Tutte le pompe sono disponibili anche nella versione N con motori fino a 30 kW in versione R. Da 37 kW i motori sono in versione N.

Dimensioni come sopra.

Sono possibili altri tipi di attacchi mediante tronchetti adattatori, vedere capitolo accessori.

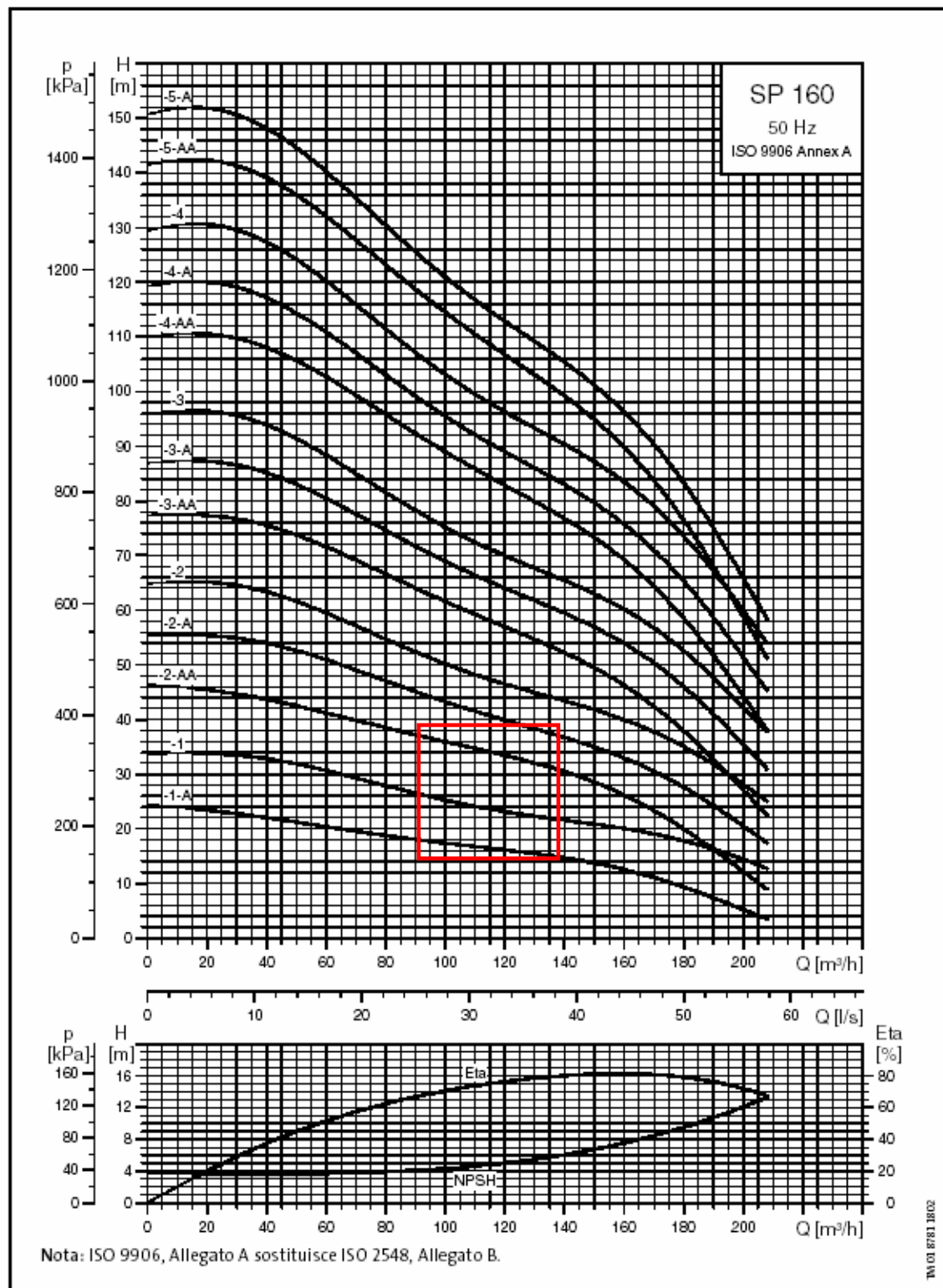


Fig. 7 - Curve caratteristiche della pompa

3.1.2. Colonne di sollevamento

Si utilizzano colonne di sollevamento, aventi le seguenti caratteristiche:

- spessore 4 mm
- acciaio zincato se non si riscontrano problemi di corrosione
- lunghezza circa 3 m per agevolare eventuali recuperi
- flange ridotte, spessore 20 mm con 6-8 fori di diametro 18 mm con asola per passaggio cavi
- bulloni filettatura M16 pure zincati a caldo
- diametro colonne da definire in funzione della pompa installata

3.1.3. Testata del pozzo

La testata del pozzo sarà costituita da flangia attrezzata e controflangia di dimensioni adeguate per colonna finale di rivestimento pari a 508 mm, con le seguenti caratteristiche:

- spessore flangia e controflangia 10 mm
- sottostante rinforzo con ferro piatto a sezione 100 x 10 mm
- due fori idonei per il passaggio delle pompe
- un foro da 40 mm con sovrastante manicotto e tappo da 2" per la misurazione dei livelli statico e dinamico del pozzo
- un foro da 20 mm con manicotto da 1" per lo sfiato
- tronchetti e flange di appoggio adatte per sostenere i gruppi motore pompa con relative colonne di sollevamento.

3.2 Cameretta avampozzo

Alla testa di ciascun pozzo è prevista una cameretta avampozzo interrata ispezionabile di dimensioni 300x150 cm, H =150 cm.

La cameretta sarà dotata di un coperchio in lamiera con sportello in lamiera con chiusura ermetica per permettere le operazioni di manutenzione e di controllo e per salvaguardare il pozzo da eventuali manomissioni .

Il coperchio dell'avampozzo sarà in ghisa di dimensione 100x100 cm

Contaltri

In relazione a quanto previsto dal regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 2 della Regione Lombardia (Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee) art. 33 punto 1 lettera a, si prevede la posa di un misuratore di portata.

aprile 2010

dott. geol. Gianluca Nascimbene

Ordine dei Geologi della Lombardia n° 1076

