



committente

responsabile del
progetto

progettista

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI MILANO
Ing. Mario IANNELLI
ISCRIZIONE N. 11871

3				
2				
1				
revisione	data	redatta	controllata	approvata
A.T.I. di progettazione e direzione lavori		sede presso SGI spa - via della Provvidenza 15 - 35030 Sarmeola di Rubano (Pd) telefono 049.8976844 ra fax 049.8976784 e-mail: mario.iannelli@sgi-spa.it componenti: mandataria: SGI spa; mandanti: <i>Sering srl, Ienco srl, Geoinvest srl</i>		
				
committente Consorzio idrico e di tutela delle acque del Nord Milano (Milano)	ubicazione del progetto Arese, Rho, Pero	scala --	data 18 novembre 2002	
progetto definitivo Opere regionali di sistemazione idraulica del fontanile Cagnola			redatto GB	controllato XX
			approvato XX	commessa 20s-02
tavola RELAZIONE			numero tavola M1	
file: E0225033.pdf				

M1.4.3 Stato delle acque sotterranee

M1.4.3.1 Sistema di approvvigionamento idrico dei Comuni interessati

Nella cartografia allegata sono rappresentate le ubicazioni dei pozzi pubblici reperite presso i Comuni limitrofi all'area in esame; essi rappresentano le fonti di approvvigionamento idrico dei Comuni interessati e captano esclusivamente il secondo acquifero presente all'interno della Litozona ghiaioso - sabbiosa, definito dalla letteratura l'acquifero tradizionalmente sfruttato.

Rispetto alla direzione di flusso della falda freatica reperita in bibliografia ed indicata nella cartografia allegata, i pozzi idropotabili in particolare quelli del Comune di Milano, sono ubicati a valle delle opere in progetto e possono costituire un potenziale bersaglio della diffusione di eventuali contaminanti in falda freatica, pur non captando il primo acquifero, ma quello tradizionale, già protetto dai livelli impermeabili che determinano su tale acquifero i fenomeni di semiconfinamento descritti ai capitoli seguenti.

M1.4.4 Stato del suolo e sottosuolo

M1.4.4.1 Inquadramento geologico e idrogeologico

La geologia dell'area (elaborato M2.09) è caratterizzata dalla prevalente presenza di depositi attribuibili alle più recenti espansioni e regressioni glaciali e fluvioglaciali quaternarie e agli eventi alluvionali connessi ai corsi d'acqua naturali presenti nell'area (*Provincia di Milano Assessorato all'Ambiente - Le risorse idriche sotterranee della Provincia di Milano Vol. 1: Lineamenti idrogeologici, Dic. 1995*).

E' possibile identificare tre litozone caratterizzanti il territorio dell'area in esame e più in generale della media pianura lombarda:

- **Litozona ghiaioso - sabbiosa** avente uno spessore medio di circa 100 metri, può essere a sua volta suddivisa in due orizzonti ghiaioso - sabbioso e sabbioso - ghiaioso.

L'*Orizzonte ghiaioso - sabbioso* che costituisce il primo acquifero si estende sino ad una profondità di 45-60 metri dal piano campagna ed è costituito da ghiaia medio - grossolana con sabbia con intercalazioni di lenti argillose.

L'*Orizzonte sabbioso - ghiaioso*, che costituisce il secondo acquifero, si estende sino alla profondità di circa 80-100 metri ed è costituito da lenti sabbiose prevalenti intercalate a lenti argillose e limitate lenti ghiaiose.

Quest'ultimo orizzonte, rispetto a quello soprastante ghiaioso - sabbioso, è caratterizzato da una sensibile diminuzione della granulometria ed un altrettanto evidente aumento della frequenza delle lenti argillose.

- *Litozona sabbioso - argillosa* ubicata al di sotto della litozona ghiaioso - sabbiosa è costituita da limi con livelli di sabbia e raro ghiaietto di origine fluviale;
- *Litozona argillosa* ubicata a profondità superiore ai 100 metri da piano campagna, è costituita da depositi argilloso - limosi tipici di ambienti deposizionali marini.

Le unità idrogeologiche sopra descritte sono sede di complessi acquiferi aventi caratteristiche proprie; nella *Litozona ghiaioso - sabbiosa*, caratterizzata da un'alta permeabilità e da uno spessore compreso tra i 70 e i 100 m, è presente la falda libera, la quale viene localmente compartimentata dalle intercalazioni argillose, tipiche di questa Litozona, che aumentano di spessore con la profondità.

L'elevata permeabilità, avente valori pari a $10^{-3} - 10^{-4}$ m/s, consente una rapida ricarica dell'acquifero da parte delle acque meteoriche e di quelle di infiltrazione dai corsi d'acqua naturali o dai canali artificiali; la trasmissività ha in genere valori pari a 10^{-2} m²/s o superiori.

Le porzioni di sottosuolo più profonde della litozona ghiaioso - sabbiosa, per la presenza di significativi livelli argilloso - limosi, sono caratterizzate da falde semiconfinate, che, con la falda libera più superficiale, costituiscono il cosiddetto *acquifero tradizionalmente sfruttato*.

La presenza locale di frazione fine determina, all'interno di questa porzione della Litozona ghiaioso - sabbiosa, una conducibilità idraulica con valori pari a $10^{-4} - 10^{-5}$ m/s e valori di trasmissività di $10^{-2} - 10^{-3}$ m²/s.

Nel complesso stratigrafico più antico e più profondo, la *Litozona sabbioso-argillosa*, sono presenti, nelle lenti di materiale più grossolano, delle falde in pressione scarsamente produttive, idraulicamente ben separate dalle falde più superficiali.

Essendo costituita da litotipi a granulometria prevalentemente fine, i valori di conducibilità idraulica sono relativamente bassi, dell'ordine di $10^{-5} - 10^{-6}$ m/s e la trasmissività si attesta su valori inferiori a 10^{-3} m²/s.

M1.4.4.1.1 Assetto stratigrafico locale

L'analisi delle sezioni stratigrafiche interpretative, realizzate mediante la consultazione delle stratigrafie dei pozzi disponibili consentono di ricostruire l'assetto locale del sottosuolo al di sotto dell'area in oggetto.

La stratigrafia locale (Elaborato M2.06) è caratterizzata, al di sotto dei terreni di riporto, da continue alternanze tra orizzonti sabbioso - ghiaiosi e livelli argillosi; infatti, sino a circa 20 metri dal p.c. si trova un livello di sabbia con ghiaia e ciottoli, al di sotto del quale si sviluppa un livello argilloso di circa 3-4 metri che presenta una discreta continuità orizzontale.

All'interno di questo primo livello ha sede la falda freatica, sfruttata prevalentemente a scopi industriali o agricoli.

Tale assetto è confermato anche dalle indagini geognostiche effettuate nelle aree di realizzazione delle vasche, in particolare i sondaggi eseguiti hanno evidenziato la seguente stratigrafia:

Sondaggio S1

Profondità da p.c. (m)		Descrizione
0.00	0.50	Terreno agrario
0.50	0.80	Limo color marrone chiaro con ciottoli
0.80	3.60	Ghiaia poligenica a matrice sabbioso - limosa marrone ϕ max 7cm
3.60	4.00	Sabbia media a matrice limosa color giallo marrone
4.00	4.50	Ghiaia a matrice sabbiosa e sabbia marrone, ϕ max 4cm
4.50	4.70	Sabbia a matrice limosa bruno - marrone con rari ciottoli
4.70	5.90	Sabbia grossolana e ghiaia in matrice sabbiosa ϕ max 6cm
5.90	6.00	Sabbia grossolana a matrice limosa marrone
6.00	6.70	Ghiaia a matrice sabbiosa limosa marrone
6.70	7.00	Ghiaia e ghiaietto privo di matrice ϕ max 5cm
7.00	13.00	Ghiaia e ghiaietto a matrice sabbiosa marrone grossolana con ciottoli ϕ max 10cm
13.00	13.20	Sabbia grossa colore marrone con ghiaietto
13.20	17.00	Ghiaia e ghiaietto a matrice sabbiosa marrone grossolana con ciottoli ϕ max 10cm
17.00	20.00	Sabbia media e sabbia grossolana marrone con ghiaietto scarso
20.00	23.80	Ghiaia e ghiaietto a matrice sabbiosa marrone grossolana con ciottoli ϕ max 10cm
23.80	25.00	Sabbia media e sabbia grossolana marrone con ghiaietto scarso debolmente limoso

Sondaggio S2

Profondità da p.c. (m)		Descrizione
0.00	0.60	Limo argilloso marrone scuro
0.60	1.50	Sabbia limosa marrone chiaro
1.50	1.80	Sabbia limosa e ghiaia a matrice sabbioso - limosa ϕ max 3cm bruno marrone
1.80	2.60	Limo sabbioso marrone con rari ciottoli ϕ max 3cm
2.60	4.80	Sabbia media e sabbia grossolana, ghiaietto, matrice limosa marrone, rari ciottoli ϕ max 8cm
4.80	10.80	Sabbia grossolana e ghiaietto, matrice limosabbioso marrone con ciottoli ϕ max 7cm
10.80	13.30	Sabbia grossolana prevalente con ghiaietto a matrice sabbiosa marrone chiaro
13.30	16.10	Ghiaia ϕ max 8cm a matrice sabbiosa color bruno marrone
16.10	18.20	Sabbia grossolana e ghiaietto con ciottoli abbondanti ϕ max 5cm a matrice scarsa e debolmente limoso
18.20	19.20	Sabbia media e sabbia grossolana a matrice debolmente limosa marrone con rari ciottoli
19.20	20.40	Sabbia grossolana e ghiaietto, matrice debolmente limosa marrone, presenza di ciottoli ϕ max 5cm
20.40	25.00	Ghiaia e ghiaietto poligenico ϕ max 10cm a matrice sabbioso grossolana

Sondaggio S3

Profondità da p.c. (m)		Descrizione
0.0	0.80	Riporto con ghiaie e matrice limosa sabbiosa, presenza di calcestruzzo
0.8	1.60	Riporto con ghiaie e matrice limosa sabbiosa, presenza di calcestruzzo
1.60	3.45	Argilla limosa con presenza di riporto e mattoni e matrice anomala nerastra
3.45	3.75	Ghiaia a matrice sabbiosa grossolana color grigio
3.75	4.50	Sabbia fine color giallo - marrone chiaro con ghiaietto
4.50	6.20	Ghiaia poligenica ϕ max 5cm, in matrice sabbiosa - limosa color marrone
6.20	9.00	Sabbia media e grossolana color marrone con ghiaietto con ciottoli ϕ max 8cm
9.00	9.40	Ghiaietto in matrice sabbiosa grossolana
9.40	11.20	Sabbia grossolana color marrone e ghiaietto
11.20	11.30	Ghiaia metaforica (ciottolo) rosso scuro vinaceo, con ciottoli ϕ max 10cm
11.30	13.20	Ghiaia poligenica con ϕ max 5cm in matrice sabbiosa color marrone
13.20	13.45	Sabbia grossolana in matrice sabbioso - limosa color marrone
13.45	13.70	Sabbia fine e matrice limosa color marrone
13.70	14.80	Ghiaia poligenica ϕ max 6cm in matrice sabbiosa grossolana marrone

A.T.I.

di progettazione
 e direzione lavori
 fontanile Cagnola

sede presso: SGI spa - via della Provvidenza 15 - 35030 Sarmeola di Rubano (Pd)
 telefono 049.8976844 ra fax 049.8976784 e-mail: mario.iannelli@sgi-spa.it
 componenti: mandataria: SGI spa; mandanti: *Sering srl, Ienco srl, Geoinvest srl*

14.80	15.60	Sabbia media priva di matrice
15.60	17.40	Sabbia media e sabbia grossolana con abbondanti ciottoli arrotondati metamorfici, ϕ max 7cm
17.40	18.00	Sabbia media e sabbia fine a matrice limosa color grigio - marrone
18.00	20.80	Ghiaia poligenica ϕ max 7cm, ghiaietto in matrice sabbioso grossolano marrone
20.80	21.00	Ciottoli metaforici ϕ max 7cm grigi
21.00	21.60	Ghiaietto e sabbia grossolano marrone con ciottoli ϕ max 3cm
21.60	23.50	Sabbia grossolana predominante, ghiaietto marrone con rari ciottoli ϕ max 7cm matrice debolmente limosa
23.50	25.00	Ghiai, ghiaietto ϕ max 5cm in matrice sabbiosa da fine a grossolana colore giallo marrone

Inferiormente al livello argilloso e fino a profondità di circa 40-50 metri dal piano campagna, si riconoscono orizzonti ghiaiosi e conglomeratici; alla base, un potente livello argilloso caratterizza il sottosuolo fino a profondità di circa 54 metri dal piano campagna.

Da questa quota fino a circa 86 metri da p.c. si ritrovano continue alternanze tra ghiaia e sabbia, orizzonti conglomeratici ed argilla sabbiosa; alla profondità massima raggiunta dai pozzi, circa 90 metri da p.c., un livello di argilla grigia, probabilmente ascrivibile ai depositi di età villafranchiana, si sviluppa con continuità al di sotto di tutta l'area in oggetto.

M1.4.4.1.2 Idrogeologia locale

Dall'analisi della bibliografia esistente sull'area è possibile individuare alcune fondamentali indicazioni relativamente alla piezometria della falda freatica (*Provincia di Milano Direzione Centrale Ambiente, Sistema Informativo Falda - Carta della Piezometria della falda freatica nella Città di Milano, Marzo 2002*).

La direzione principale di flusso, limitatamente alla porzione di territorio esaminato, risultata essere all'incirca diretta da NW-SE, in direzione della Città di Milano.

La soggiacenza della falda freatica nell'area, risulta, dai dati esistenti in bibliografia, ad una profondità pari a 12 metri circa dal piano campagna, come osservabile anche dalla Tavola M2.08, tratta dalla Relazione geologica di supporto alla variante di P.R.G. del Comune di Rho, redatta dal Dr. Geol. Roberto Granata nel Gennaio 1997, - Carta d'inquadramento idrogeologico - e dai dati reperibili presso la Provincia di Milano, Sistema Informativo Falda (S.I.F.).

Le indagini, eseguite da Geoinvest S.r.l. nell'ambito della progettazione definitiva, hanno evidenziato tuttavia una soggiacenza della falda freatica prossima ai 6-7 m di profondità dal piano campagna; tale valore di soggiacenza della falda si ritiene prossimo al minimo stagionale, che generalmente si riscontra nei mesi di Settembre - Ottobre; la massima soggiacenza, invece, si verifica nei mesi primaverili di Aprile - Maggio.

Il gradiente idraulico assume mediamente valori bassi pari allo 0.3-0.5%, in accordo con i gradienti medi rilevati in pianura.

La soggiacenza e la morfologia della superficie piezometrica risultano tuttavia localmente fortemente influenzate sia dalla pluviometria, sia dal regime irriguo dei canali e delle superfici irrigate in quanto sia il Fiume Olona sia la rete irrigua esercitano certamente una azione di ricarica del primo acquifero, a seguito delle perdite di subalveo.

M1.4.4.1.3 Risalita della falda

I livelli piezometrici indicati, tuttavia, sono parte di un trend in continua e costante crescita, a partire dai primi anni '90, dovuto ad una riduzione dei prelievi dalla falda freatica per usi industriali, ormai ampiamente documentato dalla bibliografia specifica ed esteso ai comuni dell'hinterland milanese.

Tale tendenza può essere osservata anche dai grafici delle oscillazioni piezometriche disponibili presso la Provincia di Milano - S.I.F., di cui si riporta in particolare un pozzo sito in Comune di Rho; tale grafico (Figura 4.4) evidenzia la netta tendenza alla risalita già apprezzabile per l'intervallo temporale considerato.

La tendenza evidenziata si ritiene che possa protrarsi nel tempo a meno di una ripresa di ingenti operazioni di emungimento nell'intorno dell'area in esame.

Nell'area di indagine, una verifica indiretta di tale fenomeno può essere rilevata anche dai diversi valori di soggiacenza riscontrati nel corso delle indagini dirette in sito, rispetto a quelli indicati nella carta di inquadramento idrogeologico del Comune di Rho (Tav. M2.08).