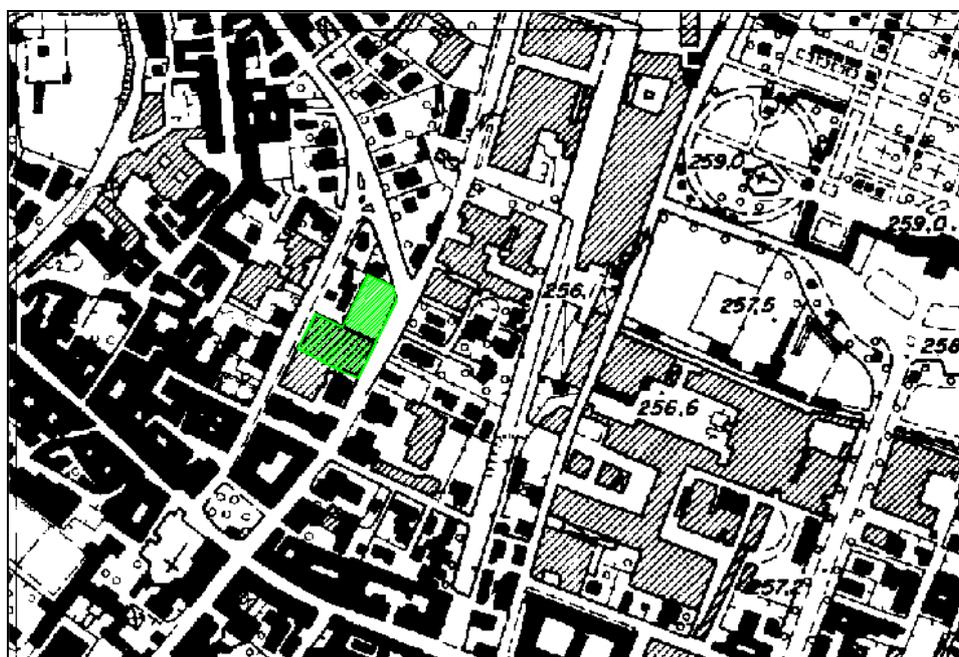


Operazione immobiliare Ne8 via Ghislandi, Bergamo

MAMMOLEGGIE MACCARINI S.R.L..

REALIZZAZIONE NUOVO COMPLESSO EDILIZIO A DESTINAZIONE RESIDENZIALE

TRA LE VIE V. GHISLANDI – A. NOLI – A. DA CALEPIO A BERGAMO



RELAZIONE IDROGEOLOGICA

Gruppo di progettazione CityIn:

*Arch. Lucio Agazzi (Progettista Architettonico e D.L.);
Ing. Davide Arrigoni (Prog. e D.L. strutture);
Ing. Roberto Faletti (Prog. e D.L. impianti);
Ing. Lorenzo Signori (Coadiuvatore D.L. generale).*

Data:

Bergamo, 11-07-2016

Il professionista:

Dott. Geol. Pedrali Carlo
Via Crescenzi 65/L, 24123 Bergamo
Tel. 035-235559, Cell. 340-2392258
O.G.L. n.860

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE	4
2.1. Inquadramento geologico	4
2.2. Inquadramento idrogeologico	4
3. RISULTATI INDAGINI	6
4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	9

La presente relazione è composta da 11 pagine di testo.

Bergamo 18/07/2016

Dott. Geol. Pedrali Carlo
O.G.L. 860



1. PREMESSA

Il Gruppo di Progettazione l'intervento edificatorio in questione, ha richiesto al sottoscritto una prima valutazione circa la fattibilità tecnica di disperdere le sole acque meteoriche raccolte dai tetti e dalla piazza, attraverso pozzi disperdenti, a partire dal secondo piano interrato.

Secondo quanto riportato nello standard tecnico di UNIACQUE (cfr. stralcio allegato), le acque meteoriche vanno recapitate possibilmente o in corpo idrico superficiale o in pozzi disperdenti nei primi strati di sottosuolo, nel caso d'impossibilità tecnica, l'immissione in pubblica fognatura è consentita esclusivamente previa laminazione della portata.

STANDARD TECNICO

IT 7 5 06 01 - Allacciamento alla fognatura REV00



Data di emissione: 28/02/2011

Pag 1 di 4

5. INDICAZIONI GENERALI

- Le acque meteoriche vanno recapitate in corpo idrico superficiale, sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo mediante l'installazione di pozzi perdenti opportunamente dimensionati sulla base delle caratteristiche di permeabilità del terreno; nel caso in cui l'insediamento sia situato in zona servita da fognatura di tipo separato gestita da Uniacque, le acque meteoriche possono essere recapitate nelle condotte adibite al convogliamento delle acque bianche previa verifica della non fattibilità delle soluzioni di cui sopra. E' fatto divieto di recapitare le acque raccolte da fognature bianche in reti di fognatura nera o mista; la Società, in presenza di casi particolari ed eccezionali e valutata la fattibilità tecnico-economica, può autorizzare tali immissioni previa laminazione della portata. In questi casi, la documentazione progettuale da presentare presso Uniacque per il rilascio del parere di conformità tecnica deve essere integrata con una relazione tecnica/geologica che dimostri l'impossibilità a smaltire le acque chiare nel sottosuolo o in corso d'acqua superficiale.

UNIACQUE S.p.A.

Sede Legale: via E. Novelli 11, 24122 Bergamo - Sede Amm.: via Malpaga 22, 24050 Ghisalba (BG)
Tel. +39 0363 944311 - Fax +39 0363 944393 - info@uniacque.bg.it - www.uniacque.bg.it
R.I. BG - P.Iva e Cod.Fisc. 03299640163 - Cap. Soc. € 2.040.000,00 i.v. - R.E.A. BG 366188



Figura n. 1 Stralcio dello "Standard Tecnico IT 750601 – Allacciamento alla fognatura rev.00 del 28/02/2011.

Il "Regolamento per l'allacciamento alla fognatura comunale e all'impianto di depurazione degli insediamenti produttivi e degli insediamenti civili con scarichi di categoria "C" del Comune di

Bergamo (adottato dal C.C. con Del. n. 183/10429 P.G. il 15.7.1996), stabilisce all'Art. 9 punto B, un limite di portata massima di 4 lt/sec/ha ($Q=1,48$ l/s per l'area d'interesse) per lo scarico in fognatura di acque meteoriche.

Le acque meteoriche in eccesso a tale limite dovranno essere raccolte in vasche volano dimensionate per tempi di ritorno almeno ventennali ed in ogni caso non inferiore a 200 mc per ogni ettaro di superficie impermeabile servita.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

2.1. Inquadramento geologico

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche dei terreni superficiali presenti nell'area, la cartografia geologica ufficiale (CARG – Foglio 098 Bergamo – 2012) li attribuisce all'attività postglaciale di erosione e di rideposizione in ambiente alluvionale del torrente Morla, che ha deposto l'unità denominata "Supersintema della Morla (OR età: Pleistocene medio – XIV Secolo). Tali depositi troncano e suturano i depositi preesistenti appartenenti al "Supersintema di Gorle"; "Sintema di Scanzorosciate" e "Sintema di Torre Boldone".

Secondo quanto riportato si tratta di depositi alluvionali costituiti prevalentemente da ghiaie con ciottoli arrotondati e/o alterati, attribuibili dal punto di vista litologico alle successioni cretache calcareo-marnose e silicoclastiche locali; alle litologie principali si intercalano sottili livelli sabbiosi. Sono presenti inoltre strati di argille, limi e sabbie di origine lacustre.

Precedentemente la cartografia geologica della Provincia di Bergamo (2000) aveva attribuito questi terreni all'Unità di Torre Boldone (depositi fluvioglaciali alterati del Pleistocene Medio).

2.2. Inquadramento idrogeologico

Per la ricostruzione della successione stratigrafica locale si è fatto riferimento alle stratigrafie dei tre pozzi più vicini, che risultano posti più ad est dell'area in questione e più precisamente quelli di:

- Loma srl di via Serassi ;
- Ire Omba di via Serrassi (pozzo chiuso);
- ex-Cisalpinia di via Bono (pozzo chiuso o inaccessibile);
- pozzo Frati Cappuccini minore di via dei Cappuccini (stratigrafia non disponibile).

Pertanto la successione stratigrafica di riferimento è la seguente, procedendo dall'alto in profondità:

- da 0 fino a 6-7 metri limi argillosi con ghiaie;
- da 6-7 fino a 9-10 metri **ghiaie e sabbie localmente cementate** (*primo orizzonte permeabile, corpi estesi ma discontinui lenticolari*);
- da 9-10 fino a 15 metri limo con argilla e poca ghiaia;
- da 15 fino a 39-52 metri **ghiaia con sabbia con livelli intercalati cementati** (*secondo orizzonte permeabile che ospita l'acquifero freatico regionale*). Partendo da nordest si assiste all'ispessimento verso sud dell'acquifero (39 metri Loma, 52 metri Cesalpinia);
- da 39-52 a 67-70-87 metri argille di base acquifero freatico regionale. Lo spessore di quest'unità è in aumento verso sud;
- locale orizzonte metrico lenticolare ghiaioso di base (acquifero confinato?);
- il substrato roccioso è presente ad una profondità di circa 70 metri, in aumento man mano ci si allontana dai rilievi collinari verso SE

Per quanto riguarda invece la circolazione idrica sotterranea, si fa riferimento alla documentazione bibliografica disponibile.

Secondo quanto riportato sulla carta idrogeologica della componente geologica comunale (tavola SG-5, EUROGEO, 2008), la direzione del flusso idrico sotterraneo è NNE-SSW, la superficie freatica relativa alla falda regionale dovrebbe essere situata a circa 20 di metri di profondità dal piano campagna (circa 234 m s.l.m.). Il gradiente idraulico locale è di circa l'1,8 %.

Per la zona d'interesse non sono disponibili dati freatimetrici, oltre a quelli sotto riportati, presso gli enti consultati (Provincia, ARPA e C.B.M.P.B.).

Per la verifica della posizione attuale del livello freatico è stato possibile effettuare solo in data 29/06/2016 la misurazione di livello presso il pozzo del Convento Frati Cappuccini Minori di via Cappuccini (posto 400 metri circa a SW dal sito d'indagine). Il livello statico è risultato situato a 42 metri di profondità da p.c..

Presso il pozzo ex-O.T.E. posto all'ingresso di via Serassi, nel gennaio 1986 il livello statico era situato a -18,5 da p.c. e nel luglio del 1986 a -22,5 m da p.c.

Interpolando i livelli ex-OTE e Frati Cappuccini in relazione alla loro posizione spaziale, si può stimare un livello freatico, per l'area d'interesse, posto alla profondità approssimativa di circa -35 metri. Tale valore risulta molto superiore a quanto indicato sulla componente geologica comunale.

Lo studio geologico comunale attribuisce ai terreni superficiali presenti nell'area d'indagine, una "Permeabilità medio alta (10^{-4} m/s – 10^{-6} m/s)" e per quanto riguarda la vulnerabilità all'inquinamento, viene attribuita la "Classe 4 Vulnerabilità Alta".



Figura n. 2 Stralcio carta idrogeologica componente geologica comunale (EUROGEO, 2008)

3. RISULTATI INDAGINI

Il Gruppo di Progettazione ha richiesto al sottoscritto di poter fornire una valutazione preliminare, a seguito della campagna d'indagini in sito programmate, circa la possibilità di poter disperdere le acque meteoriche negli orizzonti permeabili presenti nel sottosuolo.

Secondo quanto riportato in bibliografia gli orizzonti permeabili sarebbero due e situati a:

- da 6-7 fino a 9-10 metri **ghiaie e sabbie localmente cementate** (*primo orizzonte permeabile, corpi estesi ma discontinui lenticolari*);
- da 15 fino a 39-52 metri **ghiaia con sabbia con livelli intercalati cementati** (*secondo orizzonte permeabile che ospita l'acquifero freatico regionale*).

I 3 sondaggi geognostici effettuati si sono spinti sino alla profondità di 15 metri dal piano campagna attuale e le risultanze stratigrafiche consentono:

- di confermare la presenza del primo orizzonte permeabile situato mediamente tra i 7 e i 10 metri di profondità in tutti e tre i sondaggi ed, a profondità e con spessori diversi anche in 8 delle 10 prove penetrometriche;
- di escludere la presenza del secondo orizzonte permeabile a profondità inferiore ai 15 metri, quindi il tetto di tale orizzonte permeabile, secondo quanto riportato sullo studio geologico comunale dovrebbe trovarsi a meno di 5 metri sopra il livello della falda. La porzione sommitale insatura dell'acquifero potrebbe tuttavia essere interessata dall'escursione stagionale della superficie freatica, che a Bergamo secondo quanto raffigurato nel grafico sottostante, si aggira sui 4-5 metri.

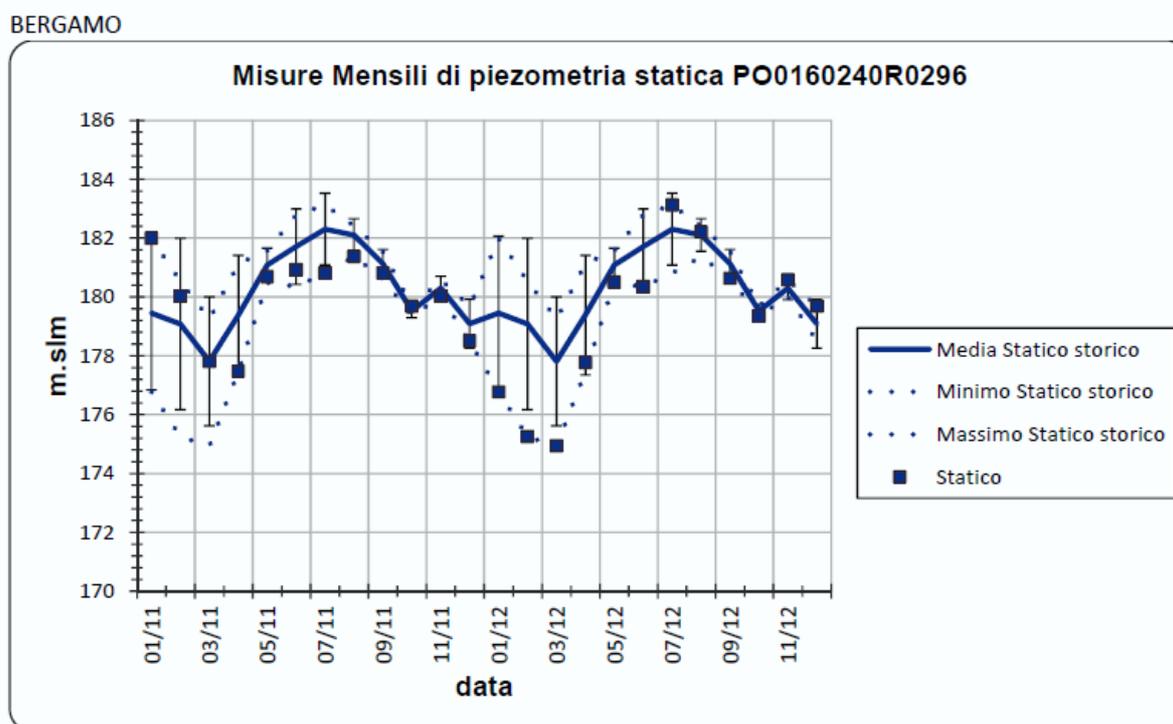


Figura n. 3 grafico tratto da “Stato delle acque sotterranee della Provincia di Bergamo, rapporto annuale 2012 ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo (settembre 2013).

Per stimare il grado di permeabilità del primo orizzonte permeabile, durante l'esecuzione dei sondaggi, si è proceduto ad effettuare due prove speditive di assorbimento:

- la prima prova è stata effettuata nel sondaggio S 1 tra i 6,0 e i 7,5 metri di profondità (tratto dalla parete del foro di sondaggio non rivestita 1,5 metri). Il livello dell'acqua lungo il foro

non è rimasto stabile, con una portata media assorbita di 2,4 l/s. La permeabilità calcolata (K sperim.) risulta superiore a $5,0 \cdot 10^{-3}$ m/s;

- la seconda prova è stata effettuata nel sondaggio S 2 tra i 7,5 e gli 8,4 metri di profondità (tratto della parete del foro di sondaggio a parete non rivestita 0,9 metri). Il livello dell'acqua oscilla a circa 25 centimetri sotto la sommità dei tubi di rivestimento, la portata media assorbita è 2,7 l/s, pertanto la permeabilità risultante è di $9,2 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Il valore di permeabilità ottenuto in entrambi i casi risulta elevato.

Per quanto riguarda la stima del valore di permeabilità del secondo orizzonte permeabile, non essendo stato intercettato da nessuno dei 3 sondaggi, sino alla profondità massima indagata, non è stato possibile determinarlo.

In data 27/06/2016, si è proceduto comunque ad effettuare una prova di assorbimento in corrispondenza dei terreni ghiaiosi-limo-sabbiosi presenti alla profondità massima d'indagine (15 metri).

Si è proceduto quindi ad immettere acqua nel piezometro di 15 metri di lunghezza (diametro 3 pollici e filtrato nell'ultimo metro e mezzo installato nel foro di sondaggio S 1.

Si è immessa acqua sino a saturazione dei terreni e si è osservato, a portata costante, la risalita del livello sino alla stabilizzazione a -8 metri dal fondo del foro; si è interrotto quindi il flusso idrico e si è registrato l'andamento dell'abbassamento del livello sino a -14 metri di profondità (1 metro dal fondo del piezometro).

Per la stima del valore del coefficiente di permeabilità media (k in m/s) che caratterizza i terreni presenti in sito, si è adottata la formula consigliata dalla normativa A.G.I per i fori di sondaggio e per prove di immissione al di sopra del livello di falda:

$$k = \frac{A}{[C_L \cdot (t_2 - t_1)]} \cdot \ln(h_1/h_2)$$

dove:

d = diametro del foro non rivestito (127 mm)

A = area di base foro di sondaggio;

C_L = coeff. di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto scoperto.

t_2-t_1 = tempi ai quali si misurano i livelli h_1 e h_2 ;

h_1-h_2 = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo $(t_2 - t_1)$.

L'elaborazione dei dati sperimentali ha consentito di stimare il valore di permeabilità medio:

- per la prova in abbassamento è stato determinato un valore di $k= 2,78*10^{-06}$ m/s.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La possibilità di realizzare un sistema disperdente le acque meteoriche in profondità, dovrà essere accertata preliminarmente innanzitutto presso il Gestore del Servizio Idrico Integrato in accordo con l'Amministrazione Comunale e probabilmente anche con ARPA.

Per quanto riguarda la fattibilità di smaltimento delle acque meteoriche in corpo idrico superficiale, l'unico corpo idrico presente nei dintorni dell'area d'indagine è situato ad una quarantina di metri a NNE del limite settentrionale dell'area d'intervento, si tratta della roggia Guidana il cui alveo è artificializzato e coperto, all'interno dell'edificato.

Per quanto riguarda invece la fattibilità di dispersione delle acque meteoriche nel primo orizzonte permeabile, che si estende da circa -7 metri (quota imposta fondazioni) fino a -10 metri, i riscontri favorevoli e non, sono i seguenti:

- i risultati delle 2 prove speditive di assorbimento condotte, hanno dato valori incoraggianti circa le caratteristiche di permeabilità di tale orizzonte;
- occorre considerare però che l'area al termine dell'intervento edificatorio, sarà completamente perimetrata da un diaframma che si spingerà probabilmente oltre i 10 metri di profondità e pertanto isolerà verso l'esterno tale orizzonte permeabile. Pertanto la dispersione prolungata in questo orizzonte determinerebbe a lungo andare il ristagno di tali acque, favorendo l'imbibizione e il possibile rammollimento degli orizzonti ghiaiosi limo argillosi sottostanti a discapito delle soprastanti fondazioni degli edifici.

Se si ipotizza uno spessore costante di circa 3 metri del primo orizzonte permeabile, presente su almeno il 60% dell'area, quindi su 2220 mq, il volume complessivo totale di terreno risulta di $2220*3=6660$ mc. Ora se si ipotizza una porosità efficace dell'orizzonte del 20%,

ottengo un volume complessivo di acqua stoccabile nel primo orizzonte permeabile di circa 1330 metri cubi.

Per quanto riguarda invece l'ipotesi di disperdere le acque meteoriche nel secondo orizzonte permeabile più profondo, che secondo le fonti bibliografiche doveva estendersi già a partire dai 14-15 metri di profondità, le indagini sinora effettuate, non l'hanno individuato la presenza del "top" di tale orizzonte permeabile ed i terreni presenti a tale profondità (15 metri) hanno mostrato possedere permeabilità ridotta.

Pertanto la fattibilità tecnica di poter disperdere le acque meteoriche nel secondo orizzonte permeabile più profondo viene confermata sia dalle fonti bibliografiche consultate che dal livello freatico posto, molto probabilmente più in profondità (valutato in circa -35 metri), rispetto a quanto ipotizzato nello studio geologico comunale; ciò consentirà un maggiore sviluppo verticale dei pozzi di dispersione.

Si rimanda quindi alla successiva fase esecutiva dell'indagine idrogeologica per la definizione dettagliata di profondità, caratteristiche di permeabilità e continuità di tale orizzonte profondo. Tale approfondimento d'indagine che risulta indispensabile per una progettazione dettagliata del sistema di dispersione richiederà necessariamente la realizzazione di almeno un **pozzo pilota** che si spinga a profondità superiori rispetto a quelle ipotizzate inizialmente sulla scorta dei dati bibliografici a disposizione.

Nel caso s'intenda realizzare un sistema di dispersione delle acque meteoriche, in profondità, si dovrà tener conto dei seguenti suggerimenti:

- il numero, la dimensione, la lunghezza e la portata dei pozzi di dispersione dovrà essere calcolata in funzione della capacità di assorbimento dell'orizzonte disperdente e della portata massima da disperdere calcolata con **tempo di ritorno almeno ventennale**. Si consiglia di limitare la portata disperdente di ogni pozzo, garantendo un adeguato franco di sicurezza rispetto alla capacità massima di dispersione. In tale modo si avrà una maggior sicurezza rispetto all'evento eccezionale e si potrà tener conto della progressiva riduzione di efficienza del sistema drenante;

- il sistema drenante dovrà essere costituito da pozzi disperdenti distribuiti in maniera il più possibile omogenea rispetto alla superficie totale dell'intervento (circa 3700 mq);
- i pozzi disperdenti saranno collegati per gruppi a vasche di raccolta e ripartizione, poste in posizione assiale, che mantengano costante il carico idraulico su ogni pozzo disperdente;
- le acque raccolte, prima di raggiungere la vasca di ripartizione dovranno essere chiaramente dissabbiate e filtrate per evitare l'ingresso di corpi estranei e la progressiva riduzione di efficienza nel tempo dei pozzi.

In alternativa o in associazione a tale sistema disperdente si potrebbe abbinare la raccolta delle acque meteoriche per il loro riutilizzo a scopo irriguo, per il servizio igienico-sanitario (sciacquone o lavatrice) o a scopo antincendio.

Bergamo, 18/07/2016

Dott. Geol. Pedrali Carlo
(O.G.L. n.860)

