

COMUNE DI SOLETO
LOCALITÀ : "ZONA INDUSTRIALE"



Committente:

Zincogam S.p.a.

Elaborato:

Idro 01.

Data:

Dicembre 2020

**INDIVIDUAZIONE POZZI DI MONITORAGGIO
DELLA FALDA PROFONDA**

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

STUDIO GEOLOGICO LIGORI
GEOLOGIA-GEOTECNICA-AMBIENTE

Via Roma 227 - 73013 Galatina
Tel. 0836-210018

Geologo:

Dott.
Francesco
LIGORI

INDICE

Premessa.....	1
Ubicazione.....	1
Caratteristiche idrogeologiche.....	1
Permeabilità dei litotipi	1
Struttura idrogeologica.....	3
Caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero	3
Vulnerabilità dell'acquifero	5
Monitoraggio delle acque sotterranee	7

Premessa

La Zincogam spa di Galatina, con sede operativa nella zona industriale di Soleto – Galatina, è una società che si occupa dal 1991 di zincatura a caldo di metalli. L'attività si è svolta sino al 2015 in un opificio prospiciente su via Barcellona per poi essere integralmente trasferita nel nuovo opificio sede un modernissimo impianto automatico di zincatura a caldo. Ai fini del rinnovo della Autorizzazione Integrata Ambientale da parte della Provincia di Lecce la suddetta ditta ha conferito allo scrivente l'incarico di eseguire uno studio idrogeologico dell'area, finalizzato alla caratterizzazione della falda profonda ed alla scelta di due pozzi da utilizzare come pozzi di monitoraggio dell'acquifero.

Ubicazione

L'area di intervento, è situata alla via Strasburgo 11, in Contrada Scalelle, a circa 1.8 km dalla periferia nord di Galatina (in direzione sud), 2.7 km dal dalla periferia nord-ovest di Soleto (in direzione sud-ovest), 2.5 km dal nucleo residenziale Guidano a Galatina (in direzione sud-ovest) e a distanze superiori a 5.0 km sia dal centro abitato di Sternatia (direzione nord-est) sia dal centro abitato di Collemeto di Galatina (direzione nord-ovest).

Lo stabilimento e le sue pertinenze sono distinte catastalmente al foglio 12 del Comune di Soleto, particella n°205.

Nella Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare è rinvenibile nel Foglio 214, quadrante IV, tavoletta S.E. "Galatina".

Caratteristiche idrogeologiche

I risultati delle indagini finalizzate all'accertamento della situazione idrogeologica evidenziano come nelle illustrate unità litostratigrafiche la circolazione idrica sotterranea si espliciti con modalità differenti a seconda che si tratti dei depositi appartenenti alla copertura post-cretacea o alla litofacies carbonatica del Mesozoico.

Permeabilità dei litotipi

Fondamentale per lo studio delle caratteristiche idrogeologiche è la conoscenza della permeabilità dei litotipi presenti poiché da essa dipendono principalmente la percolazione e la circolazione delle acque nel sottosuolo.

È opportuno precisare che dal punto di vista idrogeologico le rocce possono essere distinte in permeabili ed impermeabili, in relazione alla loro attitudine a lasciarsi attraversare dai fluidi.

Le rocce permeabili possono esserlo per porosità, per fessurazione e carsismo o per tutti questi motivi contemporaneamente.

Dal punto di vista fisico la permeabilità di un sedimento può essere espressa attraverso un coefficiente k (coefficiente di permeabilità) avente le dimensioni di una velocità (cm/s). Una roccia è considerata permeabile quando $k \geq 10^{-7}$ cm/s; per valori inferiori la roccia è ritenuta praticamente impermeabile.

Si è cercato di attribuire a ciascun litotipo affiorante o presente nel sottosuolo dell'area in esame un certo grado di permeabilità deducendolo direttamente da prove eseguite per la misura del coefficiente di permeabilità o indirettamente dalla osservazione e correlazione di diversi elementi come porosità, fessurazione, spessore, giacitura, grado di incarsimento, valori delle cadenti piezometriche ecc.

Le calcareniti plioceniche di aspetto “*tufaceo*” sono permeabili per porosità. Il coefficiente di permeabilità varia notevolmente con il grado di cementazione della roccia. Infatti, misure eseguite mediante immissione d'acqua in caduta libera in fori di sondaggio, hanno dato per k valori estremamente variabili compresi tra 10^{-2} e 10^{-4} cm/s. Pertanto le calcareniti sono da ritenersi a medio-alto grado di permeabilità.

Rispetto alla permeabilità le calcareniti marnose mioceniche hanno un comportamento variabile che dipende dal tenore d'argilla presente in esse e dal grado di fessurazione. La “Pietra leccese” tipica è una roccia praticamente impermeabile che diventa poco permeabile o permeabile quando diminuisce la percentuale di argilla o sono presenti delle litoclasti. La struttura arenaceo-sabbiosa che contraddistingue la varietà di calcarenite marnosa presente al di sotto del banco calcarenitico (tufo) conferisce ad essa, infatti, caratteristiche di media o scarsa permeabilità. Misure eseguite in un foro di sondaggio realizzato nei pressi di Masseria Murrone hanno dato per k valori compresi tra $1,6 \div 7,5 \times 10^{-6}$ cm/s. Pertanto il suddetto litotipo, nell'area in studio, è da considerarsi a medio-basso grado di permeabilità.

I calcari, calcari dolomitici e dolomie, costituenti il Calcare di Altamura, poiché nella zona in esame, come in tutta la Penisola Salentina, si presentano notevolmente diaclasati, carsificati e spesso fagliati, sono da classificare come rocce permeabili per fessurazione e carsismo, quindi ad alto grado di permeabilità. Questa classificazione è avvalorata anche dai bassi valori dei carichi idraulici, dalla bassissima cadente piezometrica e dalle trascurabili depressioni del livello freatico determinate da emungimenti anche cospicui della “falda profonda” presente nei calcari cretaci.

Fonti bibliografiche attendibili consentono di attribuire alle unità formazionali in questione i valori di conducibilità idraulica tabulati di seguito. Le indicazioni fornite, benché ispirate a

dati sperimentali ottenuti per altre ricerche svolte in loco, vanno accolte con doverosa cautela e comunque intese come espressioni rappresentative di una media.

Formazione	Coefficiente di permeabilità k (cm/s)
Calcareniti	$10^{-2} \div 10^{-4}$
Calcareniti marnose	$10^{-4} \div 10^{-6}$
Calcari e calcari dolomitici	$10^{-1} \div 10^{-2}$

Tab.1-Valori orientativi del coefficiente di permeabilità delle formazioni affioranti-

Struttura idrogeologica

Per quanto riguarda il ruolo idrogeologico svolto dalle diverse formazioni affioranti, partendo dai termini più antichi verso i più recenti della serie stratigrafica tipo della zona, si possono fare le seguenti considerazioni.

Nel sottosuolo del sito di progetto è presente unicamente la sequenza calcarea cretacea, stratificata, tettonizzata e carsificata, mediamente permeabile. Detti caratteri sono favorevoli all'infiltrazione, percolazione ed immagazzinamento delle acque meteoriche che vanno ad alimentare un acquifero di fondo. Le conoscenze acquisite consentono in definitiva di individuare la presenza di un unico principale tipo di acquifero, quello di fondo. Si tratta di una falda imponente che, nonostante la complessità della struttura serbatoio, è a giusta ragione ritenuta, in senso regionale, unica.

Il livello di base dell'acquifero coincide con l'orizzonte marino. L'altezza piezometrica massima che la falda raggiunge in loco è dell'ordine di pochi metri sul l.m.m. Tali modesti carichi idraulici sono evidenziati dai pozzi esistenti nell'hinterland.

In generale, gli acquiferi carbonatici hanno caratteristiche idrologiche molto variabili, comprese tra quelle dei "conduit aquifers", in cui l'acqua fluisce essenzialmente in sistemi di condotte carsiche, e quelle dei "diffuse flow aquifers", nei quali i sistemi carsici hanno una trascurabile influenza sulla circolazione idrica sotterranea. Relativamente alla zona in studio l'acqua della falda profonda circola principalmente nelle fratture e, subordinatamente, entro condotte carsiche.

Caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero

I dati acquisiti in campo idrogeologico consentono di affermare che, nell'area d'intervento, non esistono falde superficiali poiché non sussistono le condizioni idrogeologiche necessarie per la formazione di tali acquiferi.

Pertanto in corrispondenza della zona in esame esiste un unico acquifero, “*la falda profonda*”, che con continuità regionale permea il basamento carbonatico fessurato e carsificato.

La circolazione idrica si esplica, solitamente a pelo libero, a partire da quote prossime al livello marino; non mancano, però, situazioni in cui l’acquifero circola in leggera pressione per la presenza, alle suddette quote, di livelli praticamente impermeabili.

L’alimentazione idrica della falda avviene per infiltrazione diffusa delle precipitazioni ricadenti sugli affioramenti permeabili o per infiltrazione concentrata laddove le acque vengono drenate nel sottosuolo ad opera di apparati carsici assorbenti.

La falda profonda è un acquifero di tipo costiero poiché sostenuto, per effetto della differenza di densità e per fattori dinamici, dalle acque marine che invadono la Penisola Salentina con continuità dal Mar Ionio al Mar Adriatico.

Poiché la falda di acqua dolce ha i punti di scarica lungo la linea di costa, essa assume una configurazione lenticolare, con spessori massimi nell’entroterra.

In via teorica, le condizioni di galleggiamento della falda d’acqua dolce sulle acque salate possono essere determinate mediante la legge di GHYBEN-HERZBERG che permette di determinare lo spessore della lente di acqua dolce in funzione del carico piezometrico e della densità:

$$h = \frac{d_f}{d_m - d_f} \times t$$

dove d_m è la densità dell’acqua di mare (1,028), d_f è la densità delle acque di falda (1,0028), t è il carico piezometrico; approssimativamente:

$$h \cong 40 t$$

Poiché nella zona in esame risulta essere $t=2.5$ m, si deduce che lo spessore della falda di acqua dolce è di circa 100 m.

La salinità dell’acqua di falda, minima nei primi metri (circa 0,5 g/l) cresce con la profondità pur conservando, entro 4/5 del suo spessore, un tenore salino inferiore a 4 g/l. Nel quinto successivo la salinità cresce rapidamente fino a raggiungere valori caratteristici dell’acqua marina.

Per quanto riguarda la piezometria della falda, non si è ritenuto opportuno effettuare una campagna di rilevamenti freaticometrici, potendosi allo scopo utilizzare l’elaborato C05 del Piano di Tutela delle Acque aggiornato nel 2019 (Proposta di Aggiornamento 2015-2021 del Piano regionale di Tutela delle Acque (PTA), adottato con D.G.R. n. 1333 del 16/07/2019) di cui

l'allegata Tav.1– DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI , redatta in scala 1:50000, costituisce parziale riproduzione.

Dall'analisi di tale tavola emerge che l'area d'intervento ricade in una zona di *“alto idrogeologico”* relativo ed in corrispondenza della stessa il deflusso sotterraneo delle suddette acque si esplica prevalentemente da Est verso Ovest.

In Tav.1 sono riportate anche le ubicazioni dei pozzi che attingono dalla falda profonda ed il relativo utilizzo. Tutte le informazioni riportate in Tav.1, riguardanti i pozzi, il loro utilizzo sono state fornite dal Dipartimento Agricoltura - Sezione Risorse Idriche della Regione Puglia - Servizio Irrigazione e Bonifica sede di Lecce (ex Genio Civile) e dal rilevamento di campagna.

Per quel che concerne gli emungimenti in atto all'intorno dell'area in esame, si riportano, in Tav.1, i punti acqua censiti che si riferiscono a prelievi per uso domestico, irriguo, diverso da quello agricolo, industriale e potabile. Dalla stessa figura si deduce che nei dintorni di Sternatia e ad est di Soleto, si rinvenivano numerosi pozzi utilizzati dall'AQP per gli usi idropotabili. In ogni caso, in un raggio di m 200 dallo stabilimento Zincogam, non sono presenti opere di captazione di acque sotterranee destinate al consumo umano e le stesse sono ubicate ad una distanza superiore a Km 5.

Vulnerabilità dell'acquifero

La valutazione della vulnerabilità di un acquifero permette di individuare le zone in cui maggiore è la facilità di contaminazione delle acque sotterranee da parte di un focolaio inquinante. I fattori da prendere in considerazione nella valutazione del grado di vulnerabilità degli acquiferi, come noto legata alle possibilità di penetrazione e di propagazione di un inquinante nell'acquifero stesso, risultano:

- la capacità di penetrazione, legata allo spessore, alla litologia e permeabilità del non saturo;
- la capacità di propagazione, legata essenzialmente alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero.

Le metodologie proposte per la valutazione del grado di vulnerabilità prendono in considerazione separatamente l'uno o l'altro dei fattori menzionati o, con diverso peso, entrambi.

Ritenendosi, nel caso di specie, prioritari gli aspetti connessi alla facilità con cui l'acquifero può essere raggiunto da inquinanti immessi dalla superficie del suolo, il problema è stato affrontato in termini di vulnerabilità verticale.

In questa fase la penetrazione avviene mediante un tragitto prevalentemente verticale attraverso la zona non satura. La vulnerabilità verticale così definita è legata essenzialmente alla litologia, allo spessore ed alla permeabilità della zona non satura; il parametro più adatto a quantificarne il grado è rappresentato dal tempo teorico di arrivo di un eventuale inquinante dalla superficie del suolo all'acquifero. Esso è stato calcolato in funzione delle permeabilità misurate della zona non satura, come rapporto tra i valori di soggiacenza e la velocità di infiltrazione, con la relazione:

$$t_a = \frac{S}{V_i}$$

dove:

t_a è il tempo di arrivo

S è la soggiacenza

V_i è la velocità di infiltrazione

Nell'ipotesi che il terreno interposto tra superficie del suolo e livello della falda sia in condizioni di completa saturazione (gradiente idraulico pari a 1) la velocità di infiltrazione può essere assunta pari al coefficiente di permeabilità.

Seguendo tale approccio De Luca e Verga^[1], hanno distinto, in base al tempo teorico di arrivo in falda di un inquinante, le seguenti sei diverse classi di vulnerabilità verticale crescente.

<i>Tempo di arrivo</i>	<i>Vulnerabilità verticale</i>
>20 anni	molto bassa
20÷10 anno	bassa
10÷1 anno	media
1 anno÷1 settimana	alta
1 settimana÷24 ore	elevata
<24 ore	molto elevata

Relativamente al sito di progetto, assumendo che i 65 m circa di franco roccioso interposto tra il piano campagna dello stabilimento e il pelo libero della falda siano costituiti da calcari dolomitici stratificati, fratturati e carsificati (Calcere di Altamura/Dolomie di Galatina) aventi permeabilità media $k=3,0 \times 10^{-2}$ cm/s risulta:

$$t_a = \frac{6500}{3 \times 10^{-2}} = 216666 \text{ s} \cong 2.5 \text{ giorni}$$

^[1] De Luca, Verga: *Una metodologia per la valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*

Pertanto l'area in esame appartiene alla classe di vulnerabilità caratterizzata da un elevato grado di vulnerabilità verticale.

È opportuno sottolineare che i risultati sono stati ottenuti sulla base di ipotesi conservative, atteso che il terreno tra la superficie del suolo e la falda è stato considerato completamente saturo.

Monitoraggio delle acque sotterranee

Le caratteristiche chimiche naturali delle acque sotterranee sono influenzate da molti fattori tra cui:

- Litologia della roccia serbatoio;
- Interazione acqua-roccia;
- Tempo di residenza nel sottosuolo;
- Mescolamento con acque di differente composizione chimica.

Le alterazioni qualitative non naturali e più in generale i fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee sono riconducibili quasi esclusivamente alle attività antropiche, industriali e alle pratiche agricolo-zootecniche intensive presenti sul territorio. Queste possono essere di tipo puntuale (localizzate), legate prevalentemente alle attività industriali, o di tipo diffuso connesse con le attività agricole e zootecniche.

Nel territorio salentino, i fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee sono causati essenzialmente dal rinvenimento in esse di:

- Nitrati: derivati dalle pratiche agricole di concimazione che utilizzano fertilizzanti di sintesi nonché dallo spandimento di liquami zootecnici. Anche la presenza sul territorio di sistemi di smaltimento dei liquami civili inadeguati (pozzi neri non a tenuta) e le perdite delle reti fognarie che localmente possono assumere notevole rilevanza, contribuiscono all'innalzamento del parametro nella matrice.
- Prodotti fitosanitari: utilizzati in agricoltura come erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi, fumiganti, fitoregolatori e la cui presenza è caratteristica della vocazione colturale dell'area.
- Composti derivati dalle attività industriali.

Per il monitoraggio della falda profonda presente nel sottosuolo dell'area in esame, sono stati individuati due pozzi:

- 1) Pozzo n. 1- POZZO OVEST sito nell'area di pertinenza di un opificio situato ad ovest dello stabilimento Zincogam;
- 2) Pozzo n. 2 – POZZO EST sito in una proprietà agricola ubicata ad est della Zincogam.

La disposizione planimetrica dei pozzi monitorati è riportata nell'allegata Tav.1– DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACQUIFERI ove per ogni pozzo di monitoraggio sono indicate le coordinate geografiche in più sistemi di riferimento.

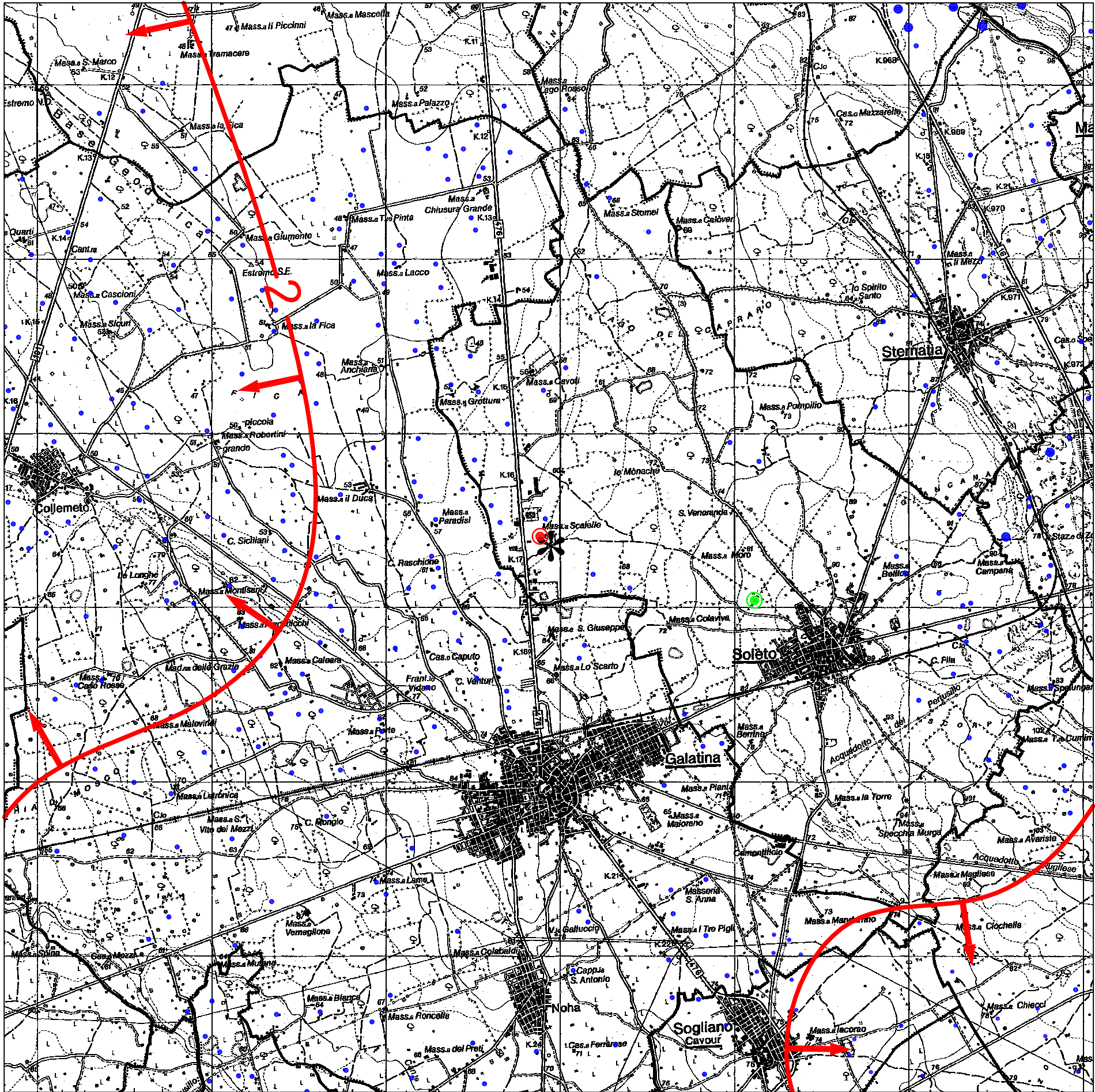
Da essa si evince chiaramente che il deflusso sotterraneo delle acque di falda si esplica da est verso ovest. Pertanto, il pozzo di monitoraggio EST è situato, in senso idrogeologico, a monte dell'impianto Zincogam, mentre il pozzo di monitoraggio OVEST è situato a valle dell'impianto in ragione del deflusso sotterraneo delle acque della falda profonda.

Tanto in adempimento dell'incarico conferito








Galatina, novembre 2020

Geologo

Dott. Francesco Ligori



LEGENDA

-  Isofreatica (m.s.l.m.).
-  Direzione di flusso della falda.
-  Pozzo AQP.
-  Pozzo per uso irriguo e/o industriale.
-  Pozzo di Monitoraggio OVEST
Coordinate:
WGS84 UTM 33N X: 769781.16766 Y: 4454789.51659
Gauss Boaga Est X: 2789793.38011 Y: 4454866.26683
lat/lon WGS84 X: 18.16952 Y: 40.20013
-  Pozzo di Monitoraggio EST
Coordinate in diversi sistemi di riferimento:
WGS84 UTM 33N X: 772258.54689 Y: 4454103.40005
Gauss Boaga Est X: 2792270.87105 Y: 4454180.13213
lat/lon WGS84 X: 18.19829 Y: 40.19316
-  Area oggetto d'intervento.

0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 m