

# COMUNE DI LADISPOLI

(Provincia di Roma)

LAVORI DI REALIZZAZIONE DI UN POZZO AD USO  
IDROPOTABILE IN LOCALITA' LA STATUA  
A SERVIZIO DELL'ACQUEDOTTO COMUNALE DI LADISPOLI

D					
C					
B					
A					
REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS.	VERIF.	APPR.

## PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. ROBERTO COCCO – Fiuggi

Dott. Ing. ALESSANDRO COCCO

ALL. A.4

DATA EMISSIONE:

Giugno 2018

SCALA:

NOME FILE:

TITOLO:

Relazione geologica ed idrogeologica

**DOTT. LUCA LORETO GALLI**

- studio professionale di geologia -

Via Campo della Fiera, 6 - Bracciano (Roma)

Tel.: 348 9051105



## **COMUNE DI LADISPOLI (ROMA)**

**STUDIO PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE  
RISORSE IDRICHE DESTINATE AL CONSUMO UMANO PRELEVATE DAL  
CAMPO POZZI "STATUA" ED EROGATE MEDIANTE ACQUEDOTTO CHE  
RIVESTE CARATTERE DI PUBBLICO INTERESSE**

### **RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

GALLI LUCA LORETO  
ORDINE DEI GEOLOGI DEL LAZIO/96193670583  
Geologo  
29.05.2018 14:45:59 UTC



## Sommario

1. Premessa.....	3
2. Ubicazione dell'intervento .....	4
3. Geologia generale.....	6
3.1 Geologia locale .....	6
3.2 Geomorfologia .....	8
3.3 Idrografia superficiale.....	8
3.4 Idrogeologia .....	9
4. Bilancio idrogeologico .....	12
5. Dati e informazioni derivanti dal precedente studio sulle caratteristiche del pozzo Statua e dell'acquifero di alimentazione .....	13
5.1 Sondaggio geognostico.....	13
5.2 Prove di pompaggio .....	13
5.2.1 Prova con gradini a portata crescente (test di pozzo).....	13
5.2.2 Prova di lunga durata (test sulla falda acquifera).....	14
5.3 Parametri chimico – fisici delle acque emunte.....	15
6. Influenza del pompaggio sulla falda acquifera .....	16
7. Vincoli territoriali ed aspetti ambientali.....	18
8. Vulnerabilità del territorio .....	19
9. La normativa nazionale e regionale vigente.....	21
9.1 Criteri per la delimitazione delle aree di tutela e salvaguardia .....	22
10. Proposta per le aree di salvaguardia .....	24
10.1 Zona di tutela assoluta .....	24
10.2 Zona di rispetto .....	24
10.3 Zona di protezione .....	28
11. Conclusioni .....	29
12. Allegati .....	30
12.1 Stratigrafia del sondaggio.....	30
12.2 Tabelle dati e diagrammi delle prove di pompaggio.....	31
12.3 Analisi delle acque emunte dal Pozzo Statua.....	34
12.4 Allegati cartografici.....	36

## 1. PREMESSA

Per conto del Comune di Ladispoli (Roma) e della Società Flavia Acque S.r.l., società di gestione dei servizi idropotabili del Comune di Ladispoli, lo scrivente ha effettuato il presente studio geologico e idrogeologico con il fine di delimitare le aree di salvaguardia per le acque destinate al consumo umano, prelevate dal campo pozzi “Statua” ed erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, così come previsto dal D. Lgs. 152/2006 e dal D.G.R. della Regione Lazio n° 5817/99.

Nel mese di maggio dell’anno 2016, lo scrivente, sempre su richiesta della Soc. Flavia Acque, ha condotto uno studio idrogeologico nell’area del campo pozzi “Statua”. Lo studio ha portato alla determinazione delle caratteristiche dell’opera di presa e dell’acquifero di alimentazione attraverso l’esecuzione di un sondaggio geognostico a carotaggio continuo approfondito fino alla profondità di 56 m dal p.c. – successivamente equipaggiato con tubazione di rivestimento per essere utilizzato come piezometro – una prova di emungimento a gradini di portata crescente ed infine una prova di emungimento di lunga durata (72 ore). L’elaborazione dei risultati così ottenuti ha consentito di definire la stratigrafia di dettaglio dell’area interessata, le caratteristiche fisiche del pozzo e quelle idrogeologiche dell’acquifero di alimentazione.

La conoscenza di tali caratteristiche può essere di valido aiuto per le finalità della presente relazione tecnica.

L’area in cui ricade l’area del campo pozzi non fa parte di aree protette, aree sottoposte a vincolo idrogeologico, aree sottoposte a vincolo nel Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Lazio (P.A.I.) né aree critiche o di attenzione individuate dalle “Misure di Salvaguardia degli acquiferi vulcanici dei Colli Albani e dei Monti Sabatini”, o dalle “Misure di Salvaguardia dei sistemi idrogeologici dell’area del Bacino del Tratto Metropolitano da Castel Giubileo alla foce del Fiume Tevere”.

## 2. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in premessa è ubicato in prossimità del limite Sud del territorio del Comune di Ladispoli (Roma), al confine con il territorio del Comune di Fiumicino e di quello di Cerveteri. Nella cartografia ufficiale d'Italia è ubicato nella carta IGM in scala 1:25.000, Tavoletta 149 VI N.E. "Cerveteri" e nella sezione n° 373060 "Palo Laziale" della Carta Tecnica Regionale in scala di 1:10000. La stessa area viene inquadrata nella cartografia catastale del Comune di Ladispoli (Roma) con le particelle nn° 193 – 195 del Foglio n° 75.

Le coordinate geografiche del sito sono le seguenti (rilevate dal Geoportale nazionale del Ministero dell'Ambiente e dal sito GeoStru.eu):

	Gradi decimali (WGS84)	Gradi decimali (ED50)	UTM (Coord. metriche) Fuso 33 T
Latitudine	41.934324°	41.935316°	4646414 m N
Longitudine	12.148693°	12.149627°	263608 m E

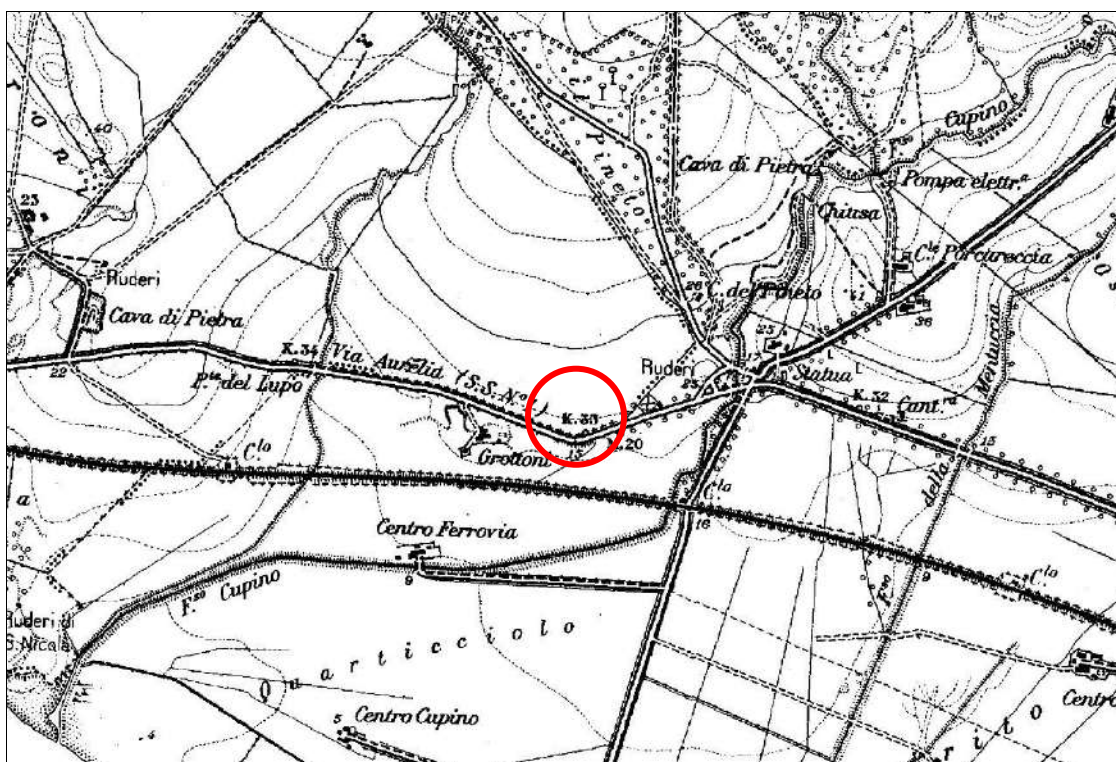


FIG. 2.1 – UBICAZIONE DELL'AREA IN STUDIO SULLA CARTOGRAFIA IGM IN SCALA DI 1:25.000. TAVOLETTA 149 IV N.E. "CERVETERI"

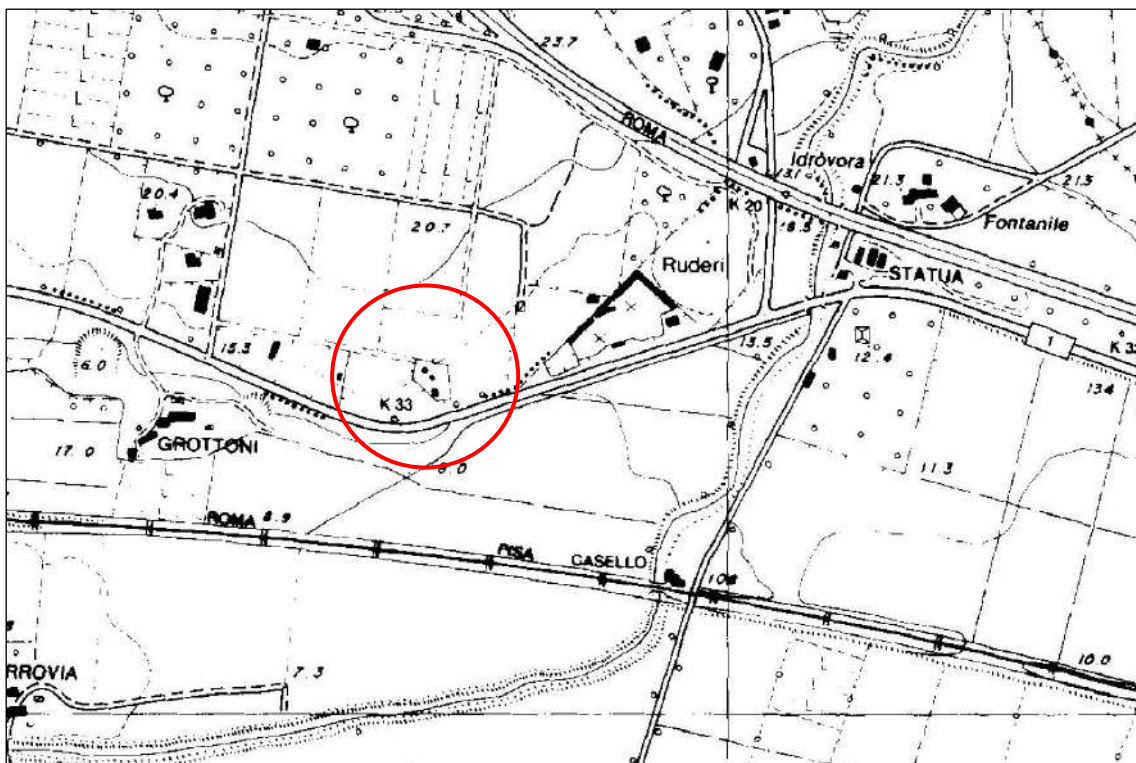


FIG. 2.2 – UBICAZIONE DELL'AREA INTERESSATA SULLA CARTOGRAFIA CTR N° 373060 "PALO LAZIALE"



FIG. 2.3 – UBICAZIONE DELL'AREA INTERESSATA SULLA CARTOGRAFIA CATASTALE DEL COMUNE DI LADISPOLI

### 3. GEOLOGIA GENERALE

Il territorio considerato si dispone secondo una fascia prossimale all'attuale linea di costa del Mar Tirreno, in prossimità del contatto tra gli estremi lembi delle formazioni vulcaniche dell'apparato quaternario sabatino, subito a Nord, e quelle plio – pleistoceniche sedimentarie in facies marina a granulometria prevalentemente arenaceo – calcarea e limo – sabbiosa, che affiorano in corrispondenza della piana di Palidoro, lungo una fascia pressoché parallela all'attuale linea di costa. Infine nell'area esaminata l'Autostrada A12 costituisce parzialmente un limite tra le facies sedimentarie ed i depositi alluvionali e deltizi di colmata della Bonifica delle Pagliete di età Olocenica.

In questo quadro generale affiorano dispersi lembi di formazioni geologiche di età compresa tra il Cretacico ed il Paleocene riferibili ai flysch dei Monti della Tolfa ed alla formazione delle "Argille di Cerveteri" di età pliocenica che, con oltre 100 metri di spessore, viene considerata il bedrock delle formazioni sovrastanti in tutta l'area tirrenica a Nord della città di Roma.

#### 3.1 GEOLOGIA LOCALE

In particolare nell'area esaminata dal presente lavoro, è presente già in affioramento una formazione tardo – pliocenica che chiude il ciclo sedimentario delle "Argille di Cerveteri", denominata in loco "Macco". Si tratta di una calcarenite, a luoghi tenace, di colore bianco latte e ricca di malacofauna (spesso in frammenti), che copre un territorio che si estende dalla costa tirrenica tra le località di Marina di San Nicola e Statua e risale nell'interno per una striscia allungata circa N-S fino alla località Casalone di Ceri.

La giacitura della formazione rilevata in campagna mostra (negli esigui punti in cui è possibile misurarlo) bancate degli strati sub – orizzontali o debolmente inclinate verso sud e Sudovest. Non sono conosciuti siti in cui affiori il limite stratigrafico con la sottostante formazione delle Argille di Cerveteri del pliocene.

La formazione presenta uno spessore generalmente di 10 – 20 metri ma in località Statua affiora presso la superficie del suolo ed è stata seguita (nel sondaggio

eseguito per il precedente lavoro) fino alla profondità di 53,30 m dal piano di campagna. A questa profondità si passa alla già citata sottostante formazione terrigena delle "Argille di Cerveteri" del pliocene.

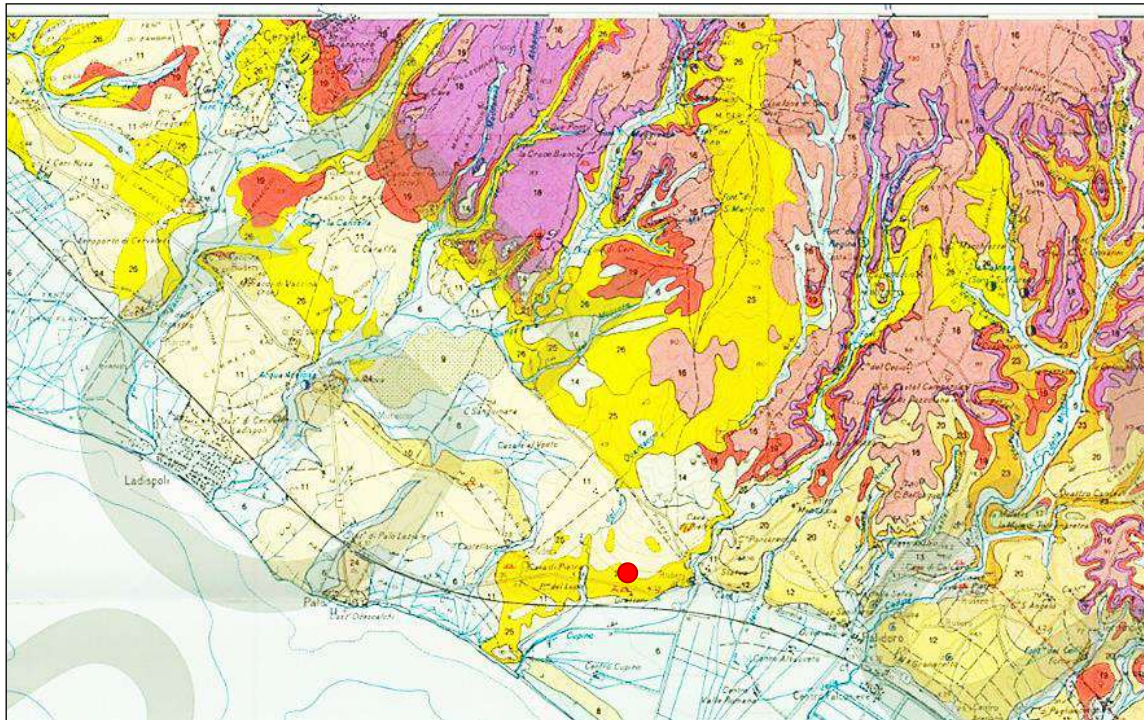


FIG. 3.1 – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA DI 1:50.000 DELL'AREA IN STUDIO. LA FORMAZIONE DEL MACCO È CONTRASSEGNA DAL COLORE GIALLO PIENO E DAL NUMERO 25. IL PUNTO ROSSO INDICA LA POSIZIONE DEL POZZO STATUA.

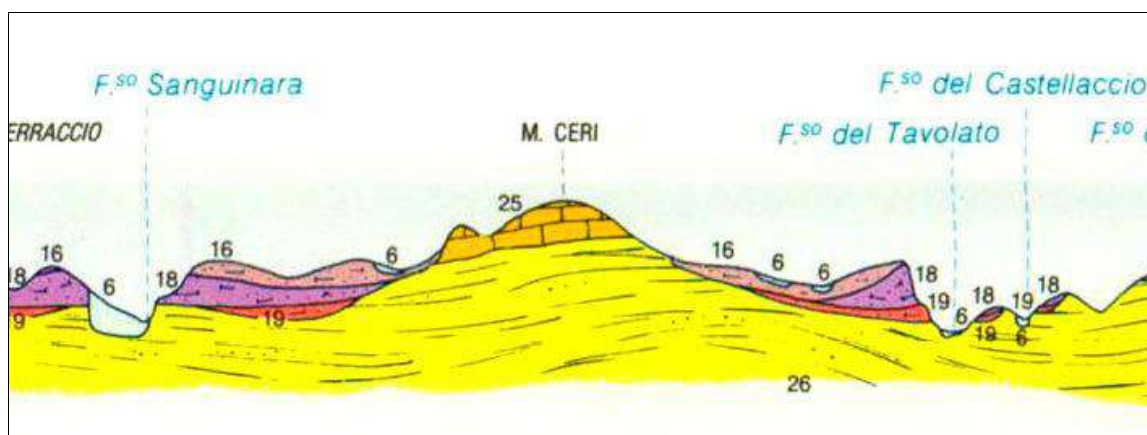


FIG. 3.2 – PROFILO GEOLOGICO SCHEMATICO RIPRESO DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA IN SCALA DI 1:50.000 DELL'AREA IN STUDIO. RAPPORTO LUNGHEZZE/ALTEZZE = 1/5

Nella carta e nella sezione geologica di fig. 3.1 – 3.2, stralcio del Foglio geologico in scala di 1:50.000 n° 373 "Cerveteri", la formazione del Macco è contrassegnata dal numero 25 con un colore giallo pieno. La sottostante formazione delle



Argille di Cerveteri riporta il numero 26 con un colore giallo più tenue. L'estensione areale della formazione calcarenitica risulta interrotta in vari punti da formazioni geologiche più recenti (pleistoceniche) che presentano tuttavia modesti spessori. La continuità formazionale del Macco è tuttavia accertata in tutta l'area considerata per un'estensione areale complessiva di circa 18 kmq.

### **3.2 GEOMORFOLOGIA**

L'area dove è situata il campo pozzi è disposta a quote comprese tra 13 e 16 m s.l.m. al bordo meridionale di un pianoro, subito a monte della SS: n° 1 Aurelia, che sovrasta morfologicamente di una decina di metri la sottostante piana di Palidoro. Tutta l'area è orientata in direzione Sud verso l'antistante bacino marino tirrenico.

Non sono presenti attività estrattive attive nelle vicinanze del sito in studio. In località "Grottoni" poche centinaia di metri a Ovest dal Pozzo Statua, sono presenti alcuni vecchi fronti di cava di materiale calcareo oramai abbandonati, subito a valle della SS n° 1 – Aurelia.

La presenza di una formazione litoide già presso la superficie e la morfologia pressoché pianeggiante pone tutta l'area al riparo dalla presenza di fenomeni gravitativi (frane).

Infine, a circa 500 m di distanza in direzione Est, è presente un'area classificata nel PAI della Regione Lazio con rischio R4 per pericolo di inondazione. L'area sottoposta a vincolo riguarda l'attraversamento della SS n° 1 – Aurelia e della A12 "Roma Civitavecchia" da parte del Fosso Cupino. In situazioni di eventi meteorici con intensità superiori alla media è possibile che si verifichino allagamenti del tratto subito a monte degli attraversamenti citati, probabilmente a causa delle ridotte luci di passaggio dei ponti. L'area del campo pozzi rimane tuttavia completamente al di fuori dell'area segnalata.

### **3.3 IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

L'idrografia superficiale dell'area è costituita da aste fluviali giovanili a decorso generalmente perpendicolare rispetto alla linea di costa del Mar Tirreno, che rappresenta anche il bacino di recapito delle acque superficiali. I torrenti che solcano

l'area drenano bacini imbriferi generalmente dell'ordine delle decine di kmq. Le portate di magra rimangono abitualmente nell'ordine delle decine / centinaia di litri al secondo, ma possono aumentare considerevolmente durante eventi meteorici di particolare intensità e generalmente durante la stagione invernale.

Le acque di scorrimento superficiale dell'area in studio sono drenate da un im-  
pluvio laterale del Fosso Cupino (asta fluviale del quarto ordine della classifica-  
zione di Stralher) che recapita le acque direttamente nel bacino marino tirrenico in  
prossimità della Località "Marina di San Nicola".

### 3.4 IDROGEOLOGIA

La falda acquifera regionale (Ventriglia U. – Idrogeologia della provincia di Roma, IV Regione Tolfetana – 1988; Carta Idrogeologica del territorio della Re-  
gione Lazio scala 1:100.000 – foglio 3 – 2012 – AA. VV.) presenta un andamento  
generalmente digradante dai settori settentrionali, caratterizzati dalla presenza in  
affioramento delle litologie vulcaniche appartenenti al Complesso Vulcanico Saba-  
tino e dalla presenza del Lago di Bracciano che rappresenta la manifestazione in  
superficie della falda acquifera sotterranea.

Le acque di falda attraversano le piroclastiti generalmente da poco a media-  
mente permeabili per porosità (cineriti, lapilli, pozzolane, etc..) o mediamente per-  
meabili per fratturazione (lave e ignimbriti) e scendono di quota verso il bacino  
marino tirrenico. Il passaggio idraulico dalle piroclastiti alle formazioni sedimentarie  
plio – pleistoceniche affioranti presso la linea di costa avviene generalmente per  
filtrazione laddove la presenza della formazione delle Argille di Cerveteri non osta-  
cola il contatto. La formazione del Macco, invece, viene a trovarsi su di un alto  
strutturale rilevato rispetto alle aree circostanti (si veda a tal proposito il profilo  
schematico di fig. 3.2), per cui eventuali apporti di acqua dalle piroclastiti, almeno  
allo stato attuale delle conoscenze, devono essere considerati limitati.

La formazione del Macco presenta una buona porosità sia per filtrazione (pri-  
maria) per i livelli più sabbiosi, che per fratturazione (secondaria) per quelli calca-  
renitici litoidi. Tali caratteristiche consentono la formazione di una falda acquifera  
abbastanza importante dalla quale vengono prelevate elevate quantità di acqua  
che riforniscono l'acquedotto della città di Ladispoli (pozzo Statua), alimentano

quello del consorzio di Marina di San Nicola e numerosi altri impianti agricoli e domestici distribuiti sul territorio.

L'acquifero viene tamponato alla base dalla formazione a permeabilità pressoché nulla delle Argille di Cerveteri. Il contatto tra il Macco e la formazione argillosa decresce di quota da Nord verso Sud. Si passa infatti da quote di circa 160 m s.l.m. in località "Casalone di Ceri" a quote di 85 e poi di 35 m s.l.m. nell'area di Valcaneto, fino a scendere a -32 m s.l.m. nel sondaggio eseguito nell'area del Pozzo Statua. La diminuzione di quota totale è pertanto di circa 180 m su una distanza di circa 6 km, che determina un'inclinazione del piano di contatto (per semplicità assunto come piano e regolare) pari a circa il 3% in direzione Sud (verso il litorale tirrenico).

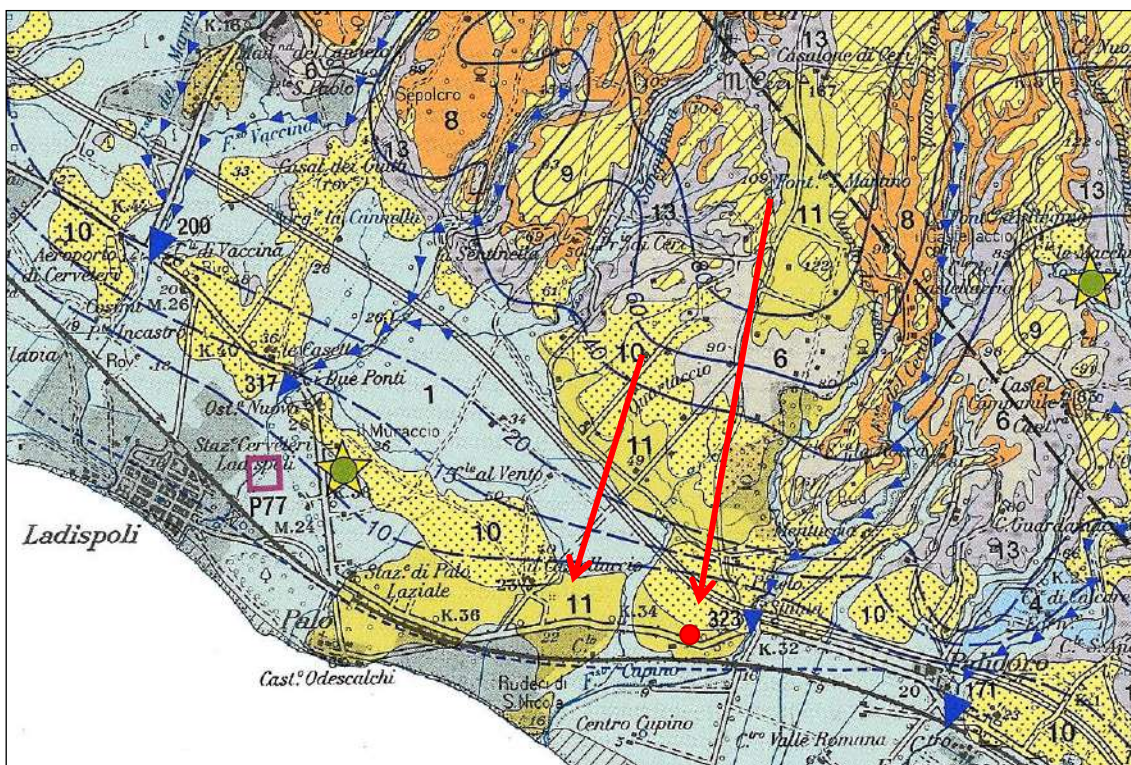


FIG. 3.3 – STRALCIO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA DELLA REGIONE LAZIO (2012). IL COMPLESSO IDROGEOLOGICO DI ALIMENTAZIONE DEL POZZO "STATUA" È CONTRADDISTINTO DAL COLORE VERDE CHIARO CON IL NUMERO 11. IL PUNTO ROSSO INDICA LA POSIZIONE DEL POZZO STATUA, LE FRECCE ROSSE LA DIREZIONE DI SCORRIMENTO DELLA FALDA ACQUIFERA.

L'area di ricarica della falda contenuta nel Macco si estende dalla linea di costa fino alla località Casalone di Ceri (160 m s.l.m.) per un'estensione areale complessiva pari a circa 18 kmq. Le condizioni di giacitura permettono come già detto lo

scorrimento della falda acquifera verso Sud – Sud Ovest, in direzione del bacino marino tirrenico (freccie rosse in fig. 3.3).

La superficie piezometrica della falda acquifera è stata misurata in varie perforazioni presenti nel territorio ed in particolar modo in località Valcanneto con quote di circa 40 m s.l.m. ed in condizioni statiche nel Pozzo Statua alla profondità di 13,32 metri dal piano di campagna (circa 0,50 m s.l.m.).

La falda acquifera regionale viene drenata da alcuni corsi d'acqua (Torrente Vaccina, Fosso Sanguinara, Fosso Cupino) che solcano il territorio. In particolare la falda acquifera del bacino idrogeologico che alimenta il Pozzo Statua viene drenata da una porzione dell'alveo del fosso di Valle Canneto e di Fosso Cupino. Il fenomeno viene segnalato nella già citata fig. 3.3 con l'apposito simbolo cartografico. La carta Idrogeologica della Regione Lazio fornisce delle informazioni relative alla portata drenata da questi fossi. Al numero d'ordine 323 (Sorgente lineare Fosso Cupino) viene riportata una portata di 41 l/s (circa  $1,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno).

#### 4. BILANCIO IDROGEOLOGICO

Al fine di valutare la potenzialità della falda acquifera contenuta nella formazione calcarenitica del Macco, è stato tentato un bilancio sulla base dell'estensione superficiale dalla formazione, della piovosità media dell'area in studio (U. Ventriglia – Idrogeologia della Provincia di Roma) e dell'infiltrazione efficace.

Per le considerazioni precedentemente espresse la falda acquifera contenuta nel Macco è stata considerata esclusivamente prodotta da apporti meteorici. Per il valore dell'infiltrazione efficace è stato scelto un valore di confronto tra quelli riportati per l'area geografica e per le formazioni affioranti in loco riportati nella cartografia tematica geologica ed idrogeologica di cui si è fatto riferimento al paragrafo 3.4.

Superficie del bacino idrogeologico: Circa 18 kmq

Piovosità media: 850 mm

Infiltrazione efficace: 32 %

Sulla base di queste informazioni la falda acquifera contenuta nella formazione del Macco riceve apporti meteorici per circa  $4.9 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno.

Come già ricordato, non può essere tuttavia escluso un ulteriore contributo proveniente da acquiferi costituiti da formazioni geologiche geometricamente confinanti.

Nelle attuali condizioni il pozzo Statua preleva dalla falda acquifera una portata pari a 68 l/s per 19 ore giornaliere. Tale portata equivale a circa  $1.7 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno.

Si ricorda che il Fosso Cupino drena, secondo la Carta Idrogeologica della Regione Lazio del 2013, una portata di circa 41 l/s ( $1,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno).

## 5. DATI E INFORMAZIONI DERIVANTI DAL PRECEDENTE STUDIO SULLE CARATTERISTICHE DEL POZZO STATUA E DELL'ACQUIFERO DI ALIMENTAZIONE

### 5.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Nel corso dello studio eseguito nell'anno 2016 sulle caratteristiche del pozzo Statua e dell'acquifero di alimentazione, al fine di conoscere la stratigrafia di dettaglio e pertanto di eseguire correttamente i successivi test di pompaggio, è stato eseguito un sondaggio geognostico a rotazione con carotaggio continuo di cui si riporta la stratigrafia di dettaglio in allegato alla presente relazione.

Il sondaggio ha attraversato la formazione del Macco costituita da alternanze di livelli calcarenitici più o meno consistenti, spesso litoidi, dal piano di campagna fino alla profondità di 53,30 m dal p.c. (- 32 m s.l.m.). Oltre questa profondità sono presenti argille consistenti di colore grigio – azzurro. Il sondaggio è stato arrestato alla profondità di 56 m dal p.c.

Il sondaggio è stato infine equipaggiato con tubazione di rivestimento da 2" per essere utilizzato come piezometro per le successive prove di pozzo e di lunga durata.

### 5.2 PROVE DI POMPAGGIO

I dati ed i grafici delle prove di pompaggio eseguite sono riportati in allegato alla presente relazione.

#### 5.2.1 PROVA CON GRADINI A PORTATA CRESCENTE (TEST DI POZZO)

La prova a gradini è stata utilizzata per definire le caratteristiche idrauliche del sistema acquifero – pozzo e quindi per verificare la produttività del pozzo.

Le elaborazioni dei dati ottenuti hanno permesso di determinare i valori B e C della formula di Jacob:

$$B = 0,007136$$

$$C = 0,000604$$

Tali valori consentono di valutare l'efficienza del pozzo (WE), utilizzando la formula di Jacob:

$$WE = 100 BQ / (BQ + CQ^2)$$

Il pozzo risulta ben sviluppato, ma la portata critica è risultata pari a circa 40 l/s.

### 5.2.2 PROVA DI LUNGA DURATA (TEST SULLA FALDA ACQUIFERA)

La prova di emungimento è stata protratta per 72 ore alla portata di 68 l/s. Le misure sono state eseguite con le medesime apparecchiature della prova precedente (freatimetri da campagna) sia nel pozzo in produzione sia nel piezometro realizzato alla distanza di 16,80 m dal pozzo ed alla medesima quota.

Il grafico restituisce la curva dell'abbassamento del livello piezometrico all'interno del piezometro in diagramma semilogaritmico. Attraverso l'elaborazione di tale curva è possibile determinare le caratteristiche idrauliche fondamentali dell'acquifero di alimentazione dell'opera testata: la Trasmissività (T: esprime la portata della falda per sezione unitaria e per gradiente unitario) ed il Coefficiente di Immagazzinamento (S: permette di valutare il volume di acqua che si può liberare da un acquifero. Negli acquiferi freatici corrisponde al valore della porosità efficace).

La formula che permette di calcolare la Trasmissività è la seguente:

$$T = 0.183 \frac{Q}{s}$$

Mentre il Coefficiente di Immagazzinamento (S) può essere calcolato tramite:

$$S = \frac{2.25 T t_0}{r^2}$$

Parametro	Unità di misura	Valore
Trasmissività (T)	m <sup>2</sup> /s	2.5008*10 <sup>-2</sup>
Coefficiente di Immagazzinamento (S)	adimensionale	1.0539*10 <sup>-2</sup>

Nelle precedenti formule R: raggio di influenza, T: Trasmissività, t: tempo, S: Coefficiente di immagazzinamento, Q: portata di emungimento, r: raggio del pozzo.

Il valore della Trasmissività riportato esprime le elevate potenzialità dell'acquifero che alimenta il "Pozzo Statua". Nella Classificazione degli acquiferi in base alla Trasmissività (Krasnj) otterrebbe la prima classe di merito.

Questi due parametri fondamentali, assieme ad altre informazioni, possono permettere di eseguire una modellazione della falda acquifera, determinare le aree di tutela della risorsa idropotabile o di progettare una nuova opera di emungimento.

### **5.3 PARAMETRI CHIMICO – FISICI DELLE ACQUE EMUNTE**

In allegato alla presente relazione sono riportate le analisi chimico – fisiche eseguite sulle acque emunte dal Pozzo Statua negli anni 2005 e 2007. L'unico parametro che eccede il limite massimo previsto nella normativa vigente per le acque potabili è quello della quantità di Cloruri (da 360 a 264 mg/l per un massimo consentito pari a 250 mg/l). Le analisi indicano contenuti in sostanze organiche molto bassi, al limite inferiore di rilevabilità del dato.

Durante i test di pompaggio sono stati misurati alcuni parametri fisici delle acque emunte dal pozzo. Le misure hanno riguardato i parametri Conducibilità elettrica (valore proporzionale alla quantità di sali minerali disciolti nelle acque) e Temperatura. Entrambi i parametri presentano valori medio – elevati.

Nel corso dei tre giorni delle prove di pompaggio la conducibilità delle acque è variata, seppur di poco, da un valore di 1660  $\mu\text{S}/\text{cm}$  fino ad un valore minimo di 1566  $\mu\text{S}/\text{cm}$  per poi risalire e stabilizzarsi attorno al valore 1600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Tali valori risultano in linea con i valori riportati nelle analisi delle acque del Laboratorio del Dott. Giorgio Cardona del 26/04/2016 (1685  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e del 26/05/2016 (1660  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). I valori di conducibilità misurati indicano un contenuto salino piuttosto elevato.

La temperatura delle acque misurata durante le prove si è attestata attorno a valori di 18.5 – 18.7°C. Tali valori risultano leggermente superiori rispetto a quelli di una normale falda acquifera a queste latitudini e quote.



## 6. INFLUENZA DEL POMPAGGIO SULLA FALDA ACQUIFERA

L'instaurarsi di un pompaggio in una falda acquifera comporta una modifica locale dell'assetto idrodinamico dell'acquifero. In condizioni di riferimento (a pozzo fermo) il moto dell'acqua nella falda avviene secondo il naturale gradiente idraulico "i" e le linee di flusso e quelle equipotenziali (che rappresentano rispettivamente la direzione del moto e il carico piezometrico) in condizioni di moto laminare in un mezzo omogeneo e isotropo sono due insiemi di rette parallele che si intersecano ortogonalmente.

Il pompaggio, d'altro canto, considerato a sé stante, genera una serie di curve equipotenziali corrispondenti a cerchi con centro nel pozzo idrico e linee di flusso identificate con raggi che hanno origine anch'essi dal pozzo (cono di emungimento).

La combinazione di questi due sistemi di flusso in seno all'acquifero dà luogo alle effettive condizioni del moto in una falda dotata di gradiente idraulico "i" e soggetta a pompaggio. Si viene quindi a determinare una "zona di influenza" del pozzo cioè un'area dove l'acqua contenuta nello strato saturo del terreno viene via via richiamata verso il pozzo stesso.

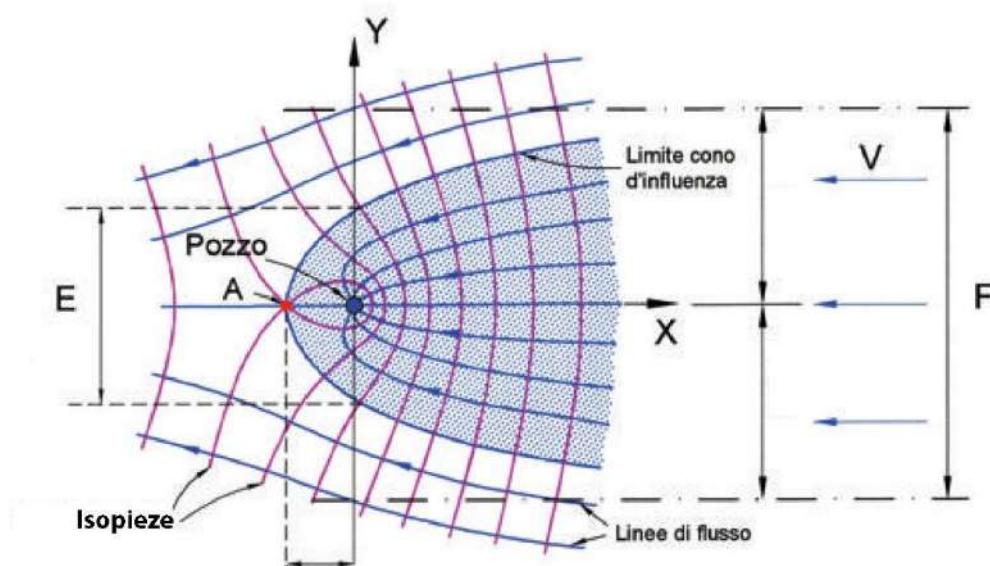


FIG. 6.1 – RETE DI FLUSSO PER UN POZZO IN FALDA INCLINATA

Il significato delle lettere della figura è indicato di seguito:

**X, Y:** Coordinate spaziali dell'area interessata. La X è orientata lungo le linee di flusso della falda acquifera mentre la Y è ad essa ortogonale;

**V:** Vettore velocità di flusso sotterraneo;

**F:** Fronte di richiamo;

**A:** Punto di stagnazione.

È evidente come, all'interno di questa zona, un inquinante venga trascinato verso il pozzo, e quindi possa avvenire una contaminazione della risorsa idrica.

Generalmente gli inquinanti di origine organica (virus, funghi e batteri) sopravvivono nel sottosuolo per circa 10 – 20 giorni. Alcuni microorganismi come la Salmonella possono tuttavia sopravvivere per circa 50 giorni. Questo criterio è stato scelto ai fini della delimitazione delle aree da sottoporre a tutela, tuttavia va detto che il “tempo di sicurezza” è correlato anche alla frequenza dei controlli e delle analisi sulle acque emunte.

## 7. VINCOLI TERRITORIALI ED ASPETTI AMBIENTALI

Per il presente documento sono state prodotte due carte dei vincoli territoriali ed archeologici alla scala di 1:10.000. Le carte illustrano le aree sottoposte a vincolo ed in particolar modo sono state riportate le estensioni delle aree vincolate per la tutela del campo pozzi idropotabile del Consorzio Marina di San Nicola, del Parco del Litorale Romano, aree vincolate dal Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Lazio, aree di cava oramai dismesse, aree cimiteriali ed aree archeologiche.

Il territorio presente attorno al campo pozzi presenta destinazione prevalentemente agricola. I centri abitati più vicini sono la frazione Valcanneto del Comune di Cerveteri e la frazione Marina di San Nicola del Comune di Ladispoli. Altri nuclei abitativi sono distribuiti in modo eterogeneo all'interno del tessuto agricolo.

Per quanto riguarda il PAI della Regione Lazio, le aree sottoposte a vincolo ricadono tutte in zone a pericolo di inondazione. In particolare l'area a maggiore pericolo è situata lungo il fondovalle del Fosso Cupino, in corrispondenza dell'attraversamento della SS n° 1 Aurelia e dell'Autostrada A12.

Il sito web della Regione Lazio è stato utilizzato per i riferimenti ai vincoli esistenti di tipo archeologico ed ambientale, mentre per le zone di tutela delle risorse idropotabili del Consorzio Marina di San Nicola si è fatto riferimento direttamente alla cartografia ed alla relazione tecnica redatta nel 2013 dal Dott. Ferrari.

Si fa comunque presente che il Campo Pozzi Statua non ricade in alcuna delle perimetrazioni precedentemente richiamate.

## 8. VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO

L'acquifero che alimenta il campo pozzi "Statua" presenta le seguenti caratteristiche geologiche ed idrogeologiche:

- roccia calcarenitica in affioramento per una superficie di circa 18 kmq e con spessori variabili dai 10 ai 50 m;
- buone caratteristiche di permeabilità e trasmissività;
- roccia argillosa impermeabile alla base;
- falda acquifera piuttosto superficiale (la profondità della falda varia da 40 a 10 m dal piano di campagna) sostenuta dalla formazione argillosa sottostante;
- assenza di copertura impermeabile superficiale.

La formazione argillosa di base sostiene una falda acquifera piuttosto importante che alimenta il campo pozzi Statua, i pozzi del Consorzio Marina di San Nicola e numerosi altri pozzi di tipo agricolo e domestico distribuiti sul territorio. La ricarica della falda è favorita dalla mancanza di copertura impermeabile superficiale e dell'estesa superficie di affioramento della "roccia serbatoio" già dal piano di campagna.

Queste caratteristiche devono tuttavia essere attentamente valutate ai fini della tutela della risorsa idropotabile. In particolare, la già citata mancanza di copertura superficiale può determinare situazioni di elevata vulnerabilità. Accumuli o sversamenti di sostanze tossiche o inquinanti sul terreno possono determinare situazioni di pericolo in quanto queste sostanze possono raggiungere rapidamente la falda acquifera.

Il territorio considerato presenta come già detto una vocazione prevalentemente agricola risultando scarse le aree artigianali o industriali ed i centri abitati, potenzialmente fonte di inquinanti.

In aree prossimali al campo pozzi sono presenti attività artigianali, industriali e commerciali i cui prodotti reflui, per quanto appena detto, possono avere impatti sfavorevoli sulla qualità delle acque presenti a bassa profondità. Altri centri di vulnerabilità possono essere individuati nell'area cimiteriale, nel depuratore delle ac-

que reflue del centro abitato di Valcanneto ma anche dalla presenza di assi infrastrutturali ad elevata frequentazione (Strade Statali, Autostrade e Linee ferroviarie) che costituiscono una potenziale area di pericolo.

L'acquifero di alimentazione del campo pozzi "Statua" può essere pertanto definito a vulnerabilità da alta a molto alta.

## 9. LA NORMATIVA NAZIONALE E REGIONALE VIGENTE

La normativa nazionale sulle aree di salvaguardia per le acque destinate al consumo umano fa riferimento al D. Lgs. 152/2006 e all'Accordo Stato – Regioni del 12 dicembre 2002. La normativa di riferimento per la Regione Lazio è contenuta nel DGR n° 5817/99 “Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano”.

L'utilizzo delle risorse idriche e dei relativi acquiferi necessita di un'attenta attività di prevenzione dall'inquinamento e di una corretta utilizzazione del territorio, attraverso l'individuazione di aree di interesse.

La normativa vigente si muove pertanto nella direzione della tutela dello stato delle risorse idriche in generale, e del mantenimento e miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate mediante impianto di acquedotto di pubblico interesse, attraverso l'individuazione delle Aree di Salvaguardia.

Il Decreto Legislativo 152/ 2006 all'art. 94 disciplina l'individuazione e la definizione di Aree di Salvaguardia delle risorse idriche, distinguendo le Aree di salvaguardia in zone di tutela assoluta, zone di rispetto (ristrette e/o allargate) e zone di protezione.

**La zona di tutela assoluta (ZTA)** è l'area di salvaguardia adibita esclusivamente alle opere di captazione ed alle infrastrutture di servizio; deve avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione. Per quanto possibile, quest'area deve essere recintata, protetta da eventuali esondazioni di corpi idrici limitrofi e provvista di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche.

**La zona di rispetto** è costituita dall'area di salvaguardia immediatamente a ridosso della zona di tutela assoluta o ad essa collegata da percorsi preferenziali utilizzati da acque a deflusso veloce, pur essendo poste a distanza dalle opere di captazione o di derivazione, area a cui vengono imposti vincoli molto restrittivi e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata.

La zona di rispetto può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata (ZRR – ZRA) “in relazione alla tipologia dell’opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa”. In particolare nella zona di rispetto sono vietati l’insediamento di centri di pericolo e lo svolgimento di attività così come definito dal comma 4 art. 94 del D. Lgs. 152/06.

**Per zona di protezione (ZP)** si intende l’Area di Salvaguardia, immediatamente circostante alle Zone di Rispetto, i cui limiti esterni coincidono preferibilmente con quelli dell’intero bacino di alimentazione della falda ed a cui possono essere imposti i vincoli territoriali relativamente meno restrittivi di quelli delle Zone di Rispetto. Il bacino corrisponde, ovviamente, all’area nella quale avviene l’infiltrazione diretta delle acque meteoriche, alle eventuali aree di alimentazione indiretta ed a quelle di contatto con i corpi idrici superficiali dai quali le acque sotterranee traggono eventualmente alimentazione.

## 9.1 CRITERI PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE DI TUTELA E SALVAGUARDIA

I criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia e l’estensione delle diverse zone sono stabiliti dalla normativa nazionale e regionale in funzione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, idrologiche e idrochimiche delle sorgenti, dei pozzi e dei punti di presa da acque superficiali.

In particolare possono essere utilizzate varie metodologie:

- a) criterio geometrico:** consiste nel prefissare le dimensioni delle aree di salvaguardia, a prescindere da eventuali considerazioni di carattere tecnico. Di norma è adottato per la delimitazione della zona di tutela assoluta (“*almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione*”, comma 3 art. 94 D. Lgs. 152/06) e della zona di rispetto per le derivazioni da corpi idrici superficiali (“*200 metri di raggio, rispetto al punto di captazione o di derivazione*”, comma 6 art. 94 D. Lgs. 152/06), e, in via provvisoria, in attesa che la Regione la delimiti o con il criterio temporale o con quello idrogeologico, per la delimitazione delle zone di rispetto dei pozzi e delle sorgenti.
- b) criterio temporale:** consiste nel definire le dimensioni delle aree di salvaguardia in funzione del tempo di sicurezza, inteso come un intervallo temporale prefissato che consente di eliminare o mitigare gli effetti di un eventuale inquinante idrotrasportato nell’acquifero saturo (in condizioni di deflusso, sia naturali sia indotti da pompaggio) intervenendo a distanza di sicurezza dal punto di captazione, mediante l’attivazione

di sistemi di disinquinamento delle acque sotterranee, ovvero mediante misure di approvvigionamento idrico alternativo. Si applica, in prevalenza, per la delimitazione definitiva della zona di rispetto di pozzi ed eventualmente di sorgenti, laddove applicabile, quindi in scenari idrogeologici generalmente poco complessi, ben conosciuti e ben documentati.

- c) criterio idrogeologico:** consiste nel definire i limiti delle aree di salvaguardia mediante considerazioni tecnico-scientifiche basate su tutte le conoscenze esistenti sull'idrodinamica sotterranea e sulle caratteristiche stratigrafico - strutturali dell'acquifero.

È evidente che, la necessità di affidarsi a ragionamenti logici basati su tutti i dati idrogeologici disponibili, non è da escludere l'utilizzo di un criterio misto basato sull'applicazione ad esempio del criterio temporale e di quello idrogeologico. Il criterio misto consiste quindi nell'applicazione parziale ma simultanea di almeno due degli altri criteri.



## 10. PROPOSTA PER LE AREE DI SALVAGUARDIA

Il Campo Pozzi Statua viene attualmente utilizzato per l'approvvigionamento idropotabile della Città di Ladispoli (Roma) con una portata di circa 68 l/s (circa 244 mc/ora) per circa 19 ore al giorno, per un totale di circa 4650 mc/giorno.

Al fine di definire le aree di tutela della risorsa è stato utilizzato un criterio misto basato sull'applicazione del criterio temporale e di quello idrogeologico.

### 10.1 ZONA DI TUTELA ASSOLUTA

Il pozzo è situato all'interno di un'area completamente recintata ed accessibile solamente al personale tecnico per mansioni di manutenzione e controllo.

L'area presenta una forma in pianta pentagonale e si estende per circa 2000 mq. All'interno dell'area sono presenti, oltre il manufatto in muratura che contiene la perforazione, gli impianti tecnici per la clorazione delle acque, i manufatti per le pompe di rilancio ed alcuni manufatti destinati a magazzini per i pezzi di ricambio e manutenzione.

Il pozzo presenta una distanza minima dal confine di circa 11 metri.

Si propone di far coincidere la Zona di Tutela Assoluta (ZTA) con l'area recintata del Pozzo Statua.

### 10.2 ZONA DI RISPETTO

La proposta per la delimitazione delle zone di rispetto ristretta ed allargata è stata sviluppata mediante l'utilizzo di più metodi: temporale ed idrogeologico.

Il criterio temporale si applica in genere ad un pozzo che estrae acqua e riconduce alla determinazione di curve di ugual tempo di movimento di un potenziale inquinante verso il pozzo (curve isocrone); le zone di rispetto ristretta ed allargata corrispondono a quelle aree delimitate dalle curve isocrone, in genere a 60 giorni (riferita all'abbattimento del carico batteriologico più comune) e 360 giorni (riferita alle sostanze inquinanti inorganiche) rispettivamente, ove quei giorni rappresentano i tempi di percorrenza massimi ammissibili dell'inquinante lungo le linee di flusso fino all'opera idraulica di presa.

Per il criterio temporale si è fatto riferimento al metodo proposto da Bear & Jacob (1965) che propone una soluzione per un cono di emungimento che si sovrappone al flusso regionale della falda acquifera (fig. 6.1). Alle soluzioni proposte dall'applicazione del metodo sono state apportate alcune modifiche basate sul volume dell'acqua emunta e la conoscenza delle caratteristiche geometriche ed idrogeologiche dell'acquifero che alimenta il pozzo Statua. Infine è stata elaborata una carta sulla quale sono riportate le aree interessate dalle zone di rispetto ristretta ed allargata.

Il metodo proposto dai due autori citati, richiamato anche da altri autori che si sono occupati più recentemente delle stesse problematiche necessita della conoscenza dei parametri Trasmissività, conducibilità idraulica, spessore dell'acquifero saturo, portata di emungimento del pozzo, velocità di filtrazione, gradiente idraulico e porosità efficace.

Nella seguente tabella sono riportati i valori che sono stati utilizzati nelle elaborazioni di calcolo per i parametri sopra richiamati:

Trasmissività (T):	$2.50 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
Conducibilità idraulica (k):	$6.25 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
Spessore acquifero saturo (h):	40 m
Portata di emungimento (Q):	$0.068 \text{ m}^3/\text{s}$
Velocità di filtrazione (v):	$1.06 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
Gradiente idraulico (i):	0.017
Porosità efficace (n):	0.16 %

Alcuni di questi parametri sono stati ricavati direttamente dalle prove eseguite sul pozzo Statua nel 2016, altri derivano da elaborazioni matematiche dei primi.

Il primo passaggio per la definizione delle aree interessate da potenziali rischi di inquinamento è il calcolo della distanza ( $x_s$ ) del punto di stagnazione (A) e del fronte di richiamo (F) (larghezza del flusso interessato dal pompaggio in direzione ortogonale alle linee di flusso) così come evidenziato in fig. 6.1.

I rapporti che regolano queste grandezze sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$F = 2 \pi * x_s = Q / (T * i)$$

Inserendo i valori riportati nella precedente tabella si determina:

$$F = 160 \text{ m}; \quad x_s = 25.5 \text{ m}$$

Il passaggio successivo ha portato alla definizione dell'estensione in lunghezza dell'area investita dal pompaggio che è stata calcolata con gli abachi proposti da Bear (fig. 10.1). successivamente, sulla base di considerazioni idrogeologiche, i risultati sono stati modificati ed adattati alla situazione reale sulla base delle effettive quantità di acqua prelevate in 60 e 360 giorni e delle condizioni della geometria dell'acquifero che cambiano man mano che ci si sposta dal pozzo Statua verso la direzione di provenienza del flusso sotterraneo (circa N15°E).

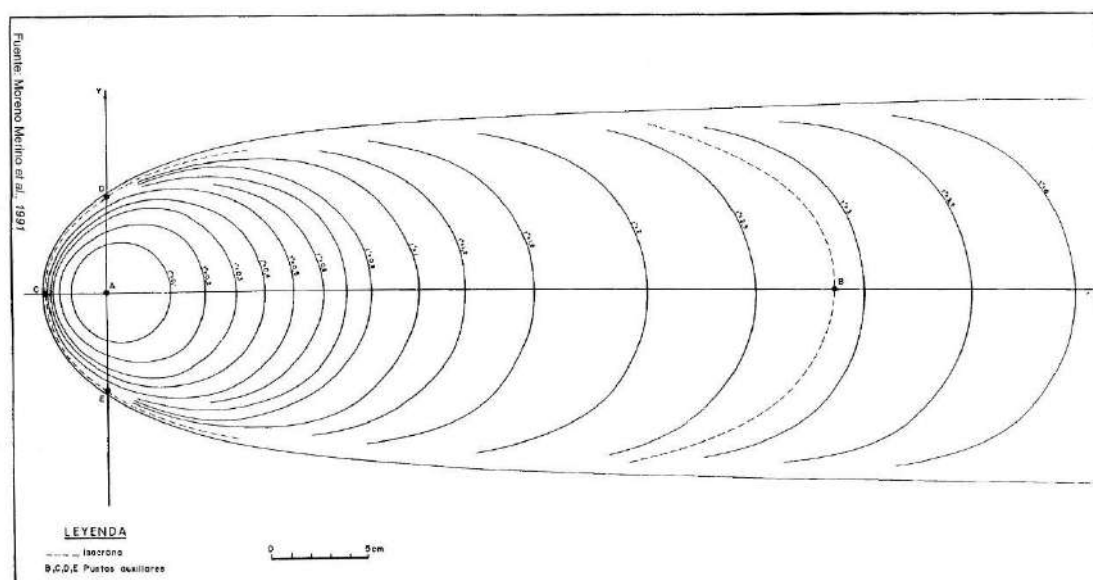


FIG. 10.1 – ABACO DI BEAR PER IL CALCOLO DELL'ESTENSIONE DELL'AREA SOTTOPOSTA A POMPAGGIO.

L'area così ricalcolata è stata sovrapposta alla cartografia tecnica di cui la fig. 10.2 rappresenta uno stralcio.

La figura mostra come l'area di rispetto sia molto stretta ed allungata in direzione Nord e si estenda dal campo pozzi "Statua" fino alla località Valcanneto. L'area cimiteriale ubicata poco ad Est del campo pozzi non viene interessata né dall'area di rispetto ristretta, né da quella allargata.

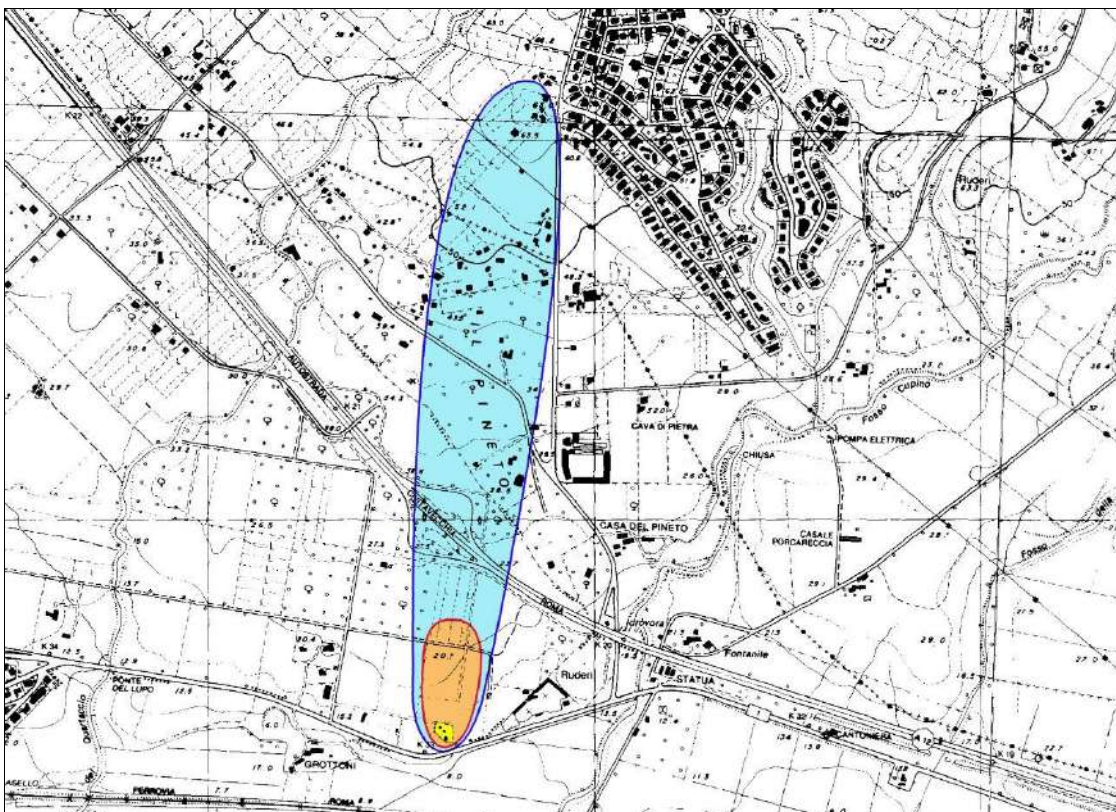


FIG. 10.2 – DEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA. AREA GIALLA: TUTELA ASSOLUTA. AREA ARANCIO CON BORDO ROSSO: AREA DI RISPETTO RISTRETTA. AREA AZZURRA CON BORDO BLU: AREA DI RISPETTO ALLARGATA

All'interno delle zone di rispetto ristretta ed allargata sono vietati l'insediamento di centri di pericolo e tutte le attività previste dall'art. 94 comma 4 del D. Lgs. 152/06 che si riporta di seguito:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade.
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero, sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

*“Per gli insediamenti o le attività di cui al comma 4, preesistenti, ove possibile, e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, sono adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza”.*

Inoltre sarà necessario proibire l'utilizzo di diserbanti e pesticidi (utenze private e consortili – utenze provinciali e statali per la manutenzione degli assi infrastrutturali) e fertilizzanti per le utenze agricole.

Al fine di garantire la salvaguardia della risorsa idropotabile sarà infine necessario un potenziamento del controllo dei parametri chimico – fisici e batteriologici delle acque emunte prevedendo, inoltre, la realizzazione di una perforazione di piccolo diametro all'interno della zona di rispetto dalla quale attingere campioni per le analisi di rito e monitorarne la qualità con sufficiente tempo di sicurezza.

### **10.3 ZONA DI PROTEZIONE**

Per zona di protezione si intende l'Area di Salvaguardia immediatamente circostante alle Zone di Rispetto i cui limiti esterni coincidono preferibilmente con quelli dell'intero bacino di alimentazione della falda ed a cui possono essere imposti i vincoli territoriali relativamente meno restrittivi di quelli delle Zone di Rispetto. Il bacino corrisponde all'area nella quale avviene l'infiltrazione diretta delle acque meteoriche, alle eventuali aree di alimentazione indiretta ed a quelle di contatto con i corpi idrici superficiali dai quali le acque sotterranee traggono eventualmente alimentazione.

La proposta relativa alla zona di protezione prevede pertanto un'area molto più ampia delle precedenti Zone di Rispetto che si estende fin oltre i limiti geologici di affioramento della formazione calcarenitica del Macco ed interessa anche alcune porzioni di formazioni geologiche piroclastiche limitrofe.

## 11. CONCLUSIONI

È stato condotto uno studio per la delimitazione delle aree di salvaguardia della risorsa idropotabile sotterranea che alimenta il campo pozzi “Statua” del Comune di Ladispoli (Roma). La risorsa viene prelevata mediante un pozzo ed erogata tramite acquedotto. La portata emunta è pari in media a circa 68 l/s per 19 ore giornaliere (4650 mc/giorno –  $1.7 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/anno).

Lo studio ha seguito le linee guida della legislazione nazionale e regionale vigente ed in particolar modo il D. Lgs. 152/2006 e il D.G.R. della Regione Lazio n° 5817/99.

Ai fini della stesura del presente documento sono stati utilizzati e rielaborati i dati ricavati dallo studio sul pozzo “Statua” e sull’acquifero di alimentazione eseguito dallo scrivente nell’anno 2016.

Sono state pertanto proposte le delimitazioni della Zona di Tutela Assoluta, della Zona di Rispetto Ristretta ed Allargata ed infine della Zona di Protezione. Relativamente all’estensione areale delle stesse si allega apposita cartografia tematica contenente la delimitazione delle aree in oggetto.

All’interno delle zone di rispetto ristretta ed allargata sono vietati l’insediamento di centri di pericolo e tutte le attività previste dall’art. 94 comma 4 del D. Lgs. 152/06, sarà inoltre necessario proibire l’utilizzo di diserbanti e pesticidi (utenze private e consortili – utenze provinciali e statali per la manutenzione degli assi infrastrutturali) e fertilizzanti per le utenze agricole.

Infine, per garantire la salvaguardia della risorsa idropotabile con sufficiente tempo di sicurezza, sarà necessario un potenziamento del controllo dei parametri chimico – fisici e batteriologici delle acque emunte, prevedendo la realizzazione di un punto di prelievo all’interno della zona di rispetto dal quale attingere campioni per le analisi di rito e monitorarne la qualità con sufficiente tempo di sicurezza.

Bracciano, lì 28 maggio 2018

Dott. Geol. Luca Loreto Galli

## 12. ALLEGATI

### 12.1 STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO

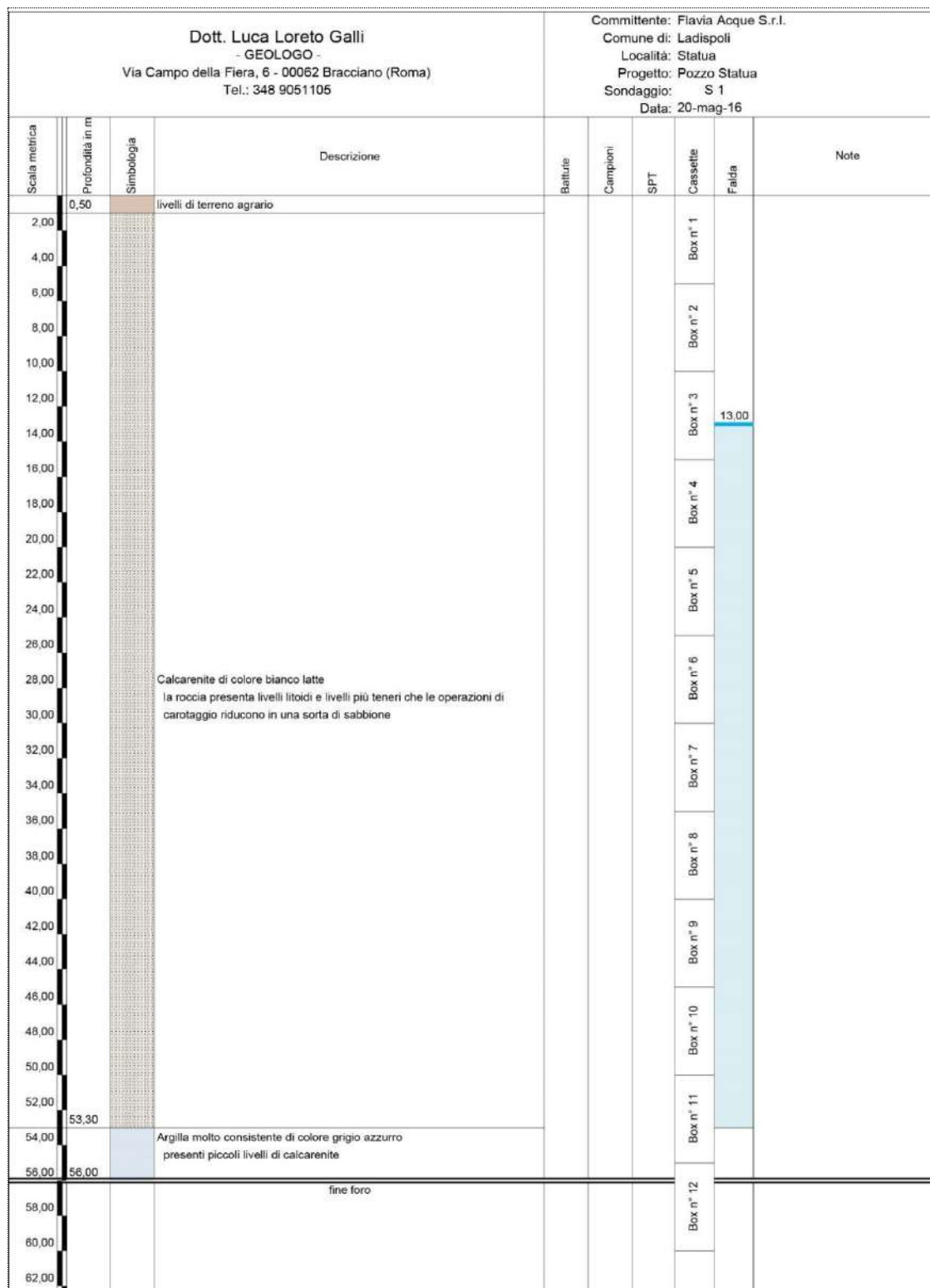


FIG. 12. 1 – STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO DELL'AREA DEL POZZO STATUA

## 12.2 TABELLE DATI E DIAGRAMMI DELLE PROVE DI POMPAGGIO

La seguente tabella illustra i dati della prova di pompaggio a gradini crescenti di portata eseguita il giorno 20 maggio. I dati si riferiscono al livello dinamico della piezometria rilevato direttamente nel pozzo Statua.

L'elaborazione di questi dati è visibile nella successiva fig. 12.2.

Ora	Tempo in minuti	Abbassamento gradino 1	Abbassamento gradino 2	Abbassamento gradino 3	Abbassamento gradino 4	Risalita	
		24 l/s	33 l/s	46 l/s	68 l/s		
8,30	0,00	-13,32					
	3,17	-13,50					
	5,52	-13,55					
	8,33	-13,60					
	10,34	-13,62					
	11,90	-13,64					
	16,89	-13,68					
	24,00	-13,72					
	30,00	-13,75					
	45,00	-13,80					
	60,00	-13,83					
	75,00	-13,85					
	10,00	90,00	-13,86	-13,86			
		90,32		-13,90			
92,17			-13,95				
96,75			-14,00				
104,28			-14,05				
119,85			-14,10				
135,00			-14,13				
150,00			-14,16				
11,30	165,00		-14,18				
	180,00		-14,19	-14,19			
	180,68			-14,30			
	182,65			-14,40			
	187,17			-14,50			
	194,15			-14,60			
	210,00			-14,73			
	225,00			-14,80			
13,00	240,00			-14,85			
	255,00			-14,89			
	270,00			-14,92	-14,92		
	270,40				-15,10		
	271,28				-15,25		
	273,20				-15,40		
	275,88				-15,55		
	279,75				-15,70		
	285,00				-15,85		
	300,00				-16,09		
14,45	315,00				-16,24		
	330,00				-16,34		
	345,00				-16,40		
	360,00				-16,46		
	375,00				-16,51	-16,51	
	375,10					-16,00	
	375,38					-15,80	
	375,75					-15,60	
	376,38					-15,40	
	377,09					-15,20	
	378,30					-15,00	
	380,07					-14,80	
	386,33					-14,40	
	391,50					-14,20	
394,96					-14,10		
399,58					-14,00		
405,36					-13,90		
412,98					-13,80		
423,88					-13,70		
430,00					-13,68		
440,00					-13,62		
450,00					-13,58		
16,15	465,00					-13,52	



La tabella seguente contiene le misurazioni di livello dinamico eseguite nel pozzo e nel piezometro durante la prova di emungimento di lunga durata:

MINUTI	Livello dinamico Piezometro (m)	Livello dinamico Pozzo (m)
0,0	13,45	13,50
0,5	13,52	13,97
1,0	13,56	14,10
1,5	13,60	14,20
2,0	13,63	14,28
2,5	13,66	14,35
3,0	13,69	14,42
3,5	13,71	14,47
4,0	13,73	14,52
5,0	13,77	14,61
6,0	13,81	14,69
7,0	13,84	14,78
8,0	13,87	14,84
10,0	13,92	14,95
12,0	13,96	15,05
14,0	14,00	15,15
16,0	14,04	15,22
18,0	14,07	15,30
20,0	14,10	15,37
25,0	14,16	15,52
30,0	14,21	15,64
40,0	14,29	15,83
50,0	14,35	15,99
60,0	14,39	16,10
90,0	14,49	16,33
120,0	14,57	16,47
142,0	14,61	16,55
242,0	14,73	16,76
817,0	14,95	17,10
1076,0	14,99	17,15
1196,0	15,00	17,16
1510,0	15,03	17,22
2424,0	15,09	17,29
2770,0	15,11	17,32
3843,0	15,13	17,34
4186,0	15,14	17,35
4726,0	15,15	17,36

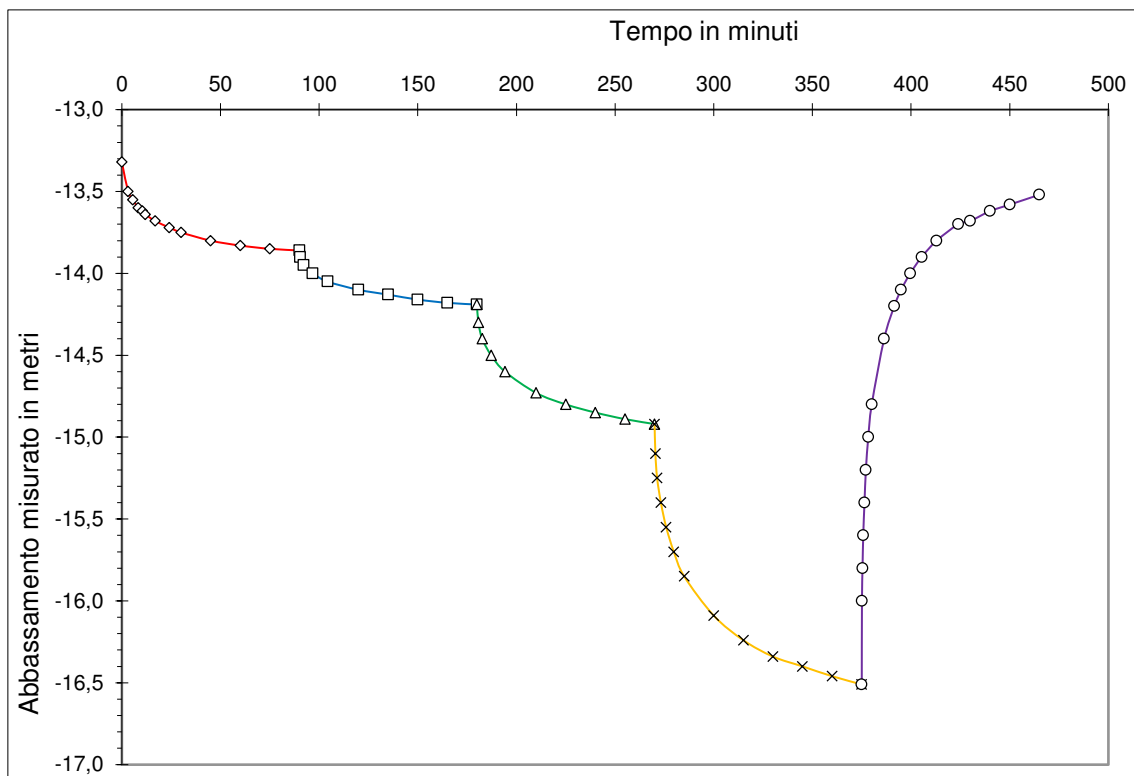


FIG. 12.2 – DIAGRAMMA TEMPO – ABBASSAMENTI DELLA PROVA A GRADINI CON PORTATE CRESCENTI

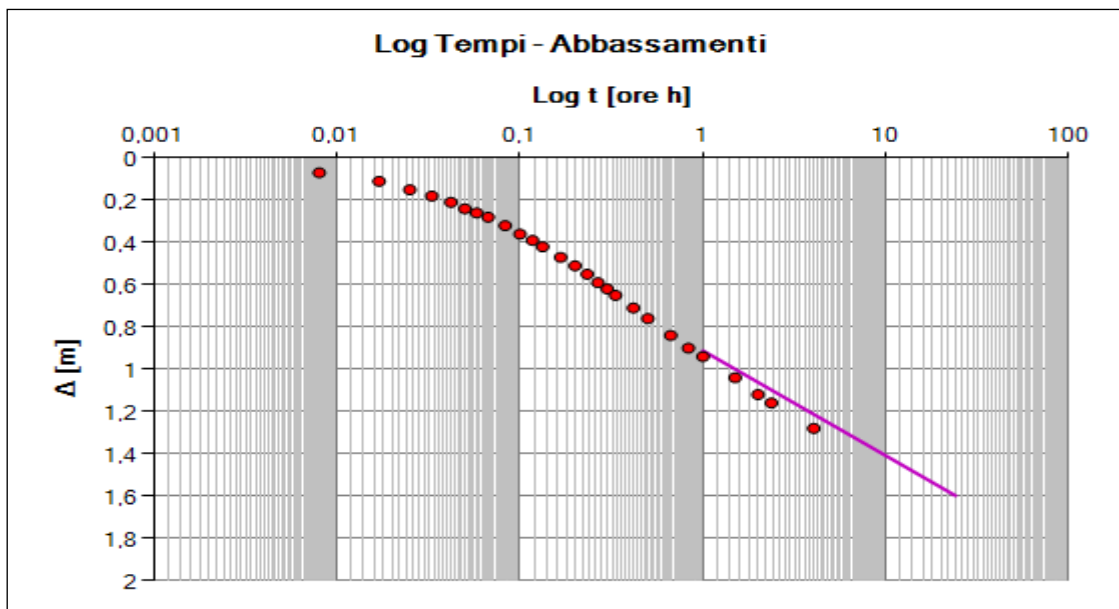


FIG. 12.3 – DIAGRAMMA TEMPI – ABBASSAMENTI IN SCALA SEMILOGARITMICA DELLA PROVA DI LUNGA DURATA

## 12.3 ANALISI DELLE ACQUE EMUNTE DAL POZZO STATUA

ACQUEDOTTO COMUNALE DI LADISPOLI - Controlli di verifica sulle fonti di approvvigionamento - D.Lgs. n.31/2001

POZZO STATUA

Q= 70-96 L/sec

ANALISI CHIMICA	Unità di misura	Valore limite obbl B	Valore limite indic C	Valore limite consigli	Q =				
					24.04 1996	08.06 1999 prima e dopo	26.01 2000	26.11 2003 prima e dopo	17.05 2005
ODORE			Inodore						Inodore
SAPORE			Insapore						Insapore
CONDUCIBILITA' ELETTR. 20°	µS/cm		2.500		984			1586	1515
COLORE	mg/l Pt/Co		20						0
pH			6,5-9,5		7,9			7,8	6,92
ACRILAMMIDE	µg/l	0,1							< 0,1
CARBONIO ORG TOT. (TOC)	mg/l C		S v.a.						0,60
CLORO RESIDUO LIBERO	mg/l			= 0,2					< 0,01
DUREZZA TOTALE	°F=4mgCa			15-50			44,7	51,4	45,2
OSSIDABILITA'	mg/l O2		5						0,4
RESIDUO FISSO A 180°	mg/l			1.500	738				1000
TORBIDITA'	mg/l SiO2 (NTU)		AccSva					0,00	< 0,1
EPICLORIDRINA	µg/l	0,1							< 0,1
AMMONIO	mg/l		0,5		assente		t.n.d.	t.n.d.	< 0,1
CIANURO	µg/l	50							< 5
FLUORURO	mg/l	1,5			0,59		0,63	0,50	< 0,1
NITRATO	mg/l	50			46		40,5		35,0
NITRITO	mg/l	0,5			assente		t.n.d.		< 0,01
CLORURO	mg/l		250		94		195,1	339,9	360
SOLFATO	mg/l		250		28,3		32,4		43,0
CALCIO	mg/l				84,6		131,3		
MAGNESIO	mg/l			( 50 )			29,1		
LITIO	mg/l				0,31		0,03		
POTASSIO	mg/l				9,1		9,6		
ALLUMINIO	µg/l Al		200		0,05				< 10
ANTIMONIO	µg/l Sb	5							< 0,1
ARSENICO	µg/l As	10							4
BORO	mg/l B	1							0,1
CADMIO	µg/l Cd	5							< 0,1
CROMO	µg/l Cr	50							< 5
FERRO	µg/l Fe		200		assente			t.n.d.	28
MANGANESE	µg/l Mn		50						< 5
MERCURIO	µg/l Hg	1							< 0,1
NICHEL	µg/l Ni	20					t.n.d.		< 2
PIOMBO	µg/l Pb	25							< 1
RAME	mg/l Cu	1					t.n.d.		< 0,1
SELENIO	µg/l Se	10							< 1
SODIO	mg/l Na		200		59,1		102,8		149
VANADIO	µg/l V	50							6
ZINCO	mg/l			( 3 )			0,04		
COBALTO	mg/l						0,015		
CLORITO	µg/l	800							< 100
BROMATO	µg/l	25							< 100
ANTIPARASSITARI TOTALI	µg/l	0,5							< 0,05
DISERBANTI AZOTO-ORGANICI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.					V.A.
DISERBANTI TRIAZINICI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.		V.A.			V.A.
INSETTICIDI CARBAMMATI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.		V.A.			V.A.
INSETTICIDI CLORURATI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.		V.A.			V.A.
INSETTICIDI FOSFORATI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.		V.A.			V.A.
BENZENE	µg/l	1							< 0,03
BENZO (A) PIRENE	µg/l	0,01							< 0,005
TRIALOMETANI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.					V.A.
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.					V.A.
COMPOSTI ORGANOALOC.									
> Cloruro di vinile	µg/l	0,5							< 0,1
> 1,2 dicloroetano	µg/l	3							< 0,1
> tetracloroetilene+tricloroetilene	µg/l	10							< 1

## ANALISI RICOGNIZIONE LADISPOLI

Punto di prelievo	Sorgente Castel Giuliano	Sorgente Monte La Guardia alta	Sorgente Monte La Guardia media	Sorgente Monte La Guardia bassa	Sorgente Braccio di Mare alta	Sorgente Braccio di Mare bassa 1	Sorgente Braccio di Mare bassa 2	Sorgente Geologi	Sorgente Monte Cuoco	Pozzo Statua - Via Aurelia Km 33,100 - Statua	Serbatoio Statua	Serbatoio Casali di Vaccine	
Presso	fontanile	sorgente	sorgente	sorgente	sorgente	sorgente	sorgente	sorgente	sorgente	pozzo	serbatoio	serbatoio	
Data di prelievo	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	11.4.07	
Colore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Accettabile(1)
Scala Pt/C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	Accettabile(1)
Odore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	Accettabile(1)
Diluz. 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	Accettabile(1)
Sapore	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	Accettabile(1)
tesso diluz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	Accettabile(1)
Temperatura acqua °C	16,5	18	18	18,5	18	18	18	17,5	18	17	18	17	Non previsto
Conc. ioni idrogeno pH	7,1	7,43	7,7	7,33	7,38	7,29	7,28	7,49	7,34	7,44	8,04	7,87	6,5<pH< 9,5
Cond. Elett. a 20°C µS/cm	395	420	431	430	353	364	359	342	352	1424	1420	989	2500
Torbidità NTU	0,15	0,72	6,31	0,99	0,15	0,49	0,28	1,2	0,39	0,77	0,82	0,21	Accettabile(1)
Alcalinità mg/L CaCO3	165	180	185	188	145	150	148	143	140	370	361	292	Non previsto
Durezza totale °F	13,8	13,7	13,5	13,4	11,1	11,4	11,2	11	10,2	47,5	47,5	34	15-50(2)
Residuo fisso calcolato mg/L	282	300	308	307	252	260	257	245	252	1079	1076	750	1500
Calcio mg/L Ca	33,3	31,2	33,8	33,4	28,6	29,6	28,8	29,3	25,7	139	139	98	Non previsto
Fosforo totale µg/L P2O5	330	<50	230	380	270	170	320	220	260	<50			Non previsto
Magnesio mg/L Mg	13,4	14,3	12,2	12,3	9,64	9,69	9,69	8,92	9,09	31	31	23,2	Non previsto
Potassio mg/L K	20,73	16,71	22,22	23,15	22,7	22,64	22,74	21,56	23,37	10,97	10,91	13,71	Non previsto
Sodio mg/L Na	24,3	34,2	34,9	34,2	24,3	24,1	24,2	20,7	26,4	131	131	82,7	200
Solfati mg/L SO4	7,56	14,3	12,4	10,6	6,83	6,76	6,85	5,86	6,83	41	41	27,1	250
Solfuri mg/L H2S										<0,1	<0,1		
Cloro residuo libero mg/L Cl2	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	Non clorata	0,16	0,13	0,2
Cloruri mg/L Cl	19,8	25,7	28,7	27	19,9	19,8	20,1	18,3	22	264	250	157	250
TOC mg/L C	0,52	0,6	0,75	0,6	0,75	0,64	0,54	0,52	0,64	0,78			per memoria
Ammoniaca mg/L NH4	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,50
Nitrati mg/L NO3	14,9	11,9	6,65	6,4	16,1	16,4	16,3	15,5	14,0	50,0	47,3	32,5	50
Nitriti mg/L NO2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5
Fluoruri mg/L F	2,31	2,42	3,03	2,66	2,85	2,74	2,81	2,73	2,81	0,65	0,64	1,25	1,5
Arsenico µg/L As	21,1	27,1	19,7	33,3	29,2	29,9	29,2	28,3	35	6,6	6,1	9,2	10
Vanadio µg/L V	30,2	23,5	20,6	33,7	32,7	31,9	32,3	29,6	30,5	10,5	9,6	11,7	50
Alluminio µg/L Al	6,1	20,3	944,2	8,6	11	5,5	16,3	4,9	6	6,6			200
Antimonio µg/L Sb	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,2	1,1	1,2	1,4	1,1	<1,0			5
Boro mg/L B	0,06	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,12			1,0
Cadmio µg/L Cd	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			5
Cromo totale µg/L Cr	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0			50
Ferro µg/L Fe	<2,0	3,4	275	<2,0	2,8	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	98,3	3,6	18	200
Manganese µg/L Mn	<0,2	0,8	2,9	0,6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	17,4	0,3	0,5	50
Mercurio µg/L Hg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			1
Nichel µg/L Ni	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0			20
Piombo µg/L Pb	1,1	1,1	4,8	1	1	1,1	1	1	1	2,8			25
Rame mg/L Cu	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,013			1,000
Selenio µg/L Se	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			10
Silice mg/L SiO2	73,5	83	76	85,7	71,7	65,3	58,7	56,9	60,2	29,9			Non previsto
Cianuri mg/L CN	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01			Non previsto
Composti fenolici µg/L IPA	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	-			Non previsto
Antiparassitari in totale µg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			0,1
1,2 - Dicloroetano µg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30			3
Triometani totali µg/L	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,21	0,15	0,87	3,63	30
Tetracloroetilene µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,12			La somma <10
Tricloroetilene µg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10			La somma <10
Batteri coliformi a 37 °C MPN/100 mL	0	1	4	0	4	0	0	0	1	5	0	0	0
Escherichia Coli MPN/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterococchi UFC/100 mL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con. colonie a 22 °C UFC/1 mL	Non rilevato	53	68	1	113	52	Non rilevato	Non rilevato	2	24	Non rilevato	Non rilevato	(1)

(1) Senza variazioni anomale

(2) Valori consigliati

\* sorgenti non utilizzate

## 12.4 ALLEGATI CARTOGRAFICI

- 1 – Carta Geologica, scala 1:30.000
- 2 – Carta Idrogeologica, scala 1:30.000
- 3 – Sezioni Geologica ed Idrogeologica, scala orizzontale 1:10.000 – rapporto tra scala orizzontale e verticale 1/3
- 4 – Carta Geomorfologica, scala 1:10.000
- 5 (1) – Carta dei Vincoli, scala 1:10.000
- 5 (2) – Carta del Vincolo Archeologico, 1:10.000
- 6 – Carta della Vulnerabilità, scala 1:10.000
- 7 – Tutela Assoluta, scala 1:5.000
- 8 – Zona di Rispetto, scala 1:10.000
- 9 – Zona di Protezione, scala 1:30.000.