

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA.....	5
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	7
4.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE .....	8
4.1.	Descrizione delle unità litologico-morfologiche .....	8
4.2.	Caratteristiche geotecniche dei terreni.....	13
4.3.	Caratteristiche geomorfologiche .....	13
5.	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	15
5.1.	Introduzione.....	15
5.2.	Zona sismica di appartenenza .....	15
5.3.	Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 4) .....	17
5.4.	Applicazione del 2° livello .....	18
	Effetti litologici .....	18
5.5.	Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello .....	22
6.	SISTEMA IDROGRAFICO.....	24
6.1.	Descrizione del reticolo idrografico .....	24
6.2.	I fontanili .....	25
7.	IDROGEOLOGIA .....	28
7.1.	Introduzione.....	28
7.2.	Caratteristiche idrogeologiche del territorio.....	28
7.3.	Descrizione delle sezioni idrogeologiche .....	29

7.4.	Piezometria .....	30
7.5.	Fonti di approvvigionamento idrico pubblico .....	31
7.6.	Qualità delle acque sotterranee .....	32
7.7.	Vulnerabilità dell'acquifero .....	34
7.7.1	Parametri considerati per la valutazione della vulnerabilità .....	34
7.7.2	Metodologia utilizzata .....	35
7.7.3	Valutazione della vulnerabilità.....	37
8.	RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA ..	38
8.1.	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI).....	38
8.2.	Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia .....	38
9.	CARTA DEI VINCOLI .....	39
10.	CARTA DI SINTESI.....	41
11.	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	42
12.	CONCLUSIONI .....	46

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Lograto in attuazione dell'art.57 della L.R. 11 marzo 2005 n.12. Lo studio è stato condotto secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 22 dicembre 2005, n.8/1566, aggiornati con D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

Lo studio delle caratteristiche geologiche del territorio ha sostanzialmente due obiettivi. Il primo è la prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e con le condizioni di sismicità del territorio. A tale scopo vengono definite le aree che possono essere interessate da situazioni di pericolo (allagamenti, amplificazioni dei danni di un terremoto, ecc.). Il secondo obiettivo è l'individuazione delle risorse presenti che si ritiene debbano essere tutelate, come la falda acquifera, i fontanili, gli elementi morfologico-paesistici che caratterizzano il paesaggio, ecc.

Lo studio della componente geologica del Piano di Governo del Territorio è stato suddiviso nelle seguenti fasi di lavoro: 1) fase di analisi, 2) fase di sintesi/valutazione e 3) fase di proposta.

Per l'inquadramento del territorio sono stati utilizzati i dati già contenuti nello Studio geologico prodotto nel 1997 (Ziliani L. e Albin S.), opportunamente integrati con gli approfondimenti richiesti dalle direttive allegare alla D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 e alla D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

Sono state quindi prodotte la CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1), la CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2) e la CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE (TAV. 3).

Per una descrizione dei suoli e delle unità di paesaggio morfopaesistiche si rimanda allo *Studio geologico* del 1997 e alla tavola ad esso allegata che non è stata riprodotta nell'ambito del presente lavoro.

Ai sensi delle delibere citate il Comune di Lograto è tenuto ad aggiornare lo studio geologico relativamente alla componente sismica, secondo la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

Per l'approfondimento sismico è stata redatta la CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 4) ed è stata effettuata un'indagine geofisica sismica superficiale a rifrazione per la valutazione dei parametri  $V_p$  e  $V_s$  e per la ricostruzione del modello geofisico del

sottosuolo. Tali dati hanno consentito l'applicazione del 2° livello di approfondimento della metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale.

La fase di sintesi/valutazione ha condotto alla predisposizione della CARTA DEI VINCOLI (Tav. 5) che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico e della CARTA DI SINTESI (TAV. 6) che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico.

La sovrapposizione critica di queste due cartografie ha portato alla redazione della CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV. 7) che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti.

Si allegano:

TAV. 1: CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA – scala 1:10.000;

TAV. 2: CARTA IDROGEOLOGICA – scala 1:10.000;

TAV. 3: CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE – scala 1:10.000;

TAV. 4: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:10.000;

TAV. 5: CARTA DEI VINCOLI – scala 1:10.000;

TAV. 6: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000;

TAV. 7: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO – scala 1:5.000.

## 2. RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA

Per il presente lavoro è stata svolta una ricerca storica e bibliografica finalizzata ad acquisire una conoscenza il più approfondita possibile del territorio in esame.

In particolare sono stati consultati: il Sistema Informativo Territoriale regionale, gli studi di tipo geologico presenti presso l'Ufficio Tecnico Comunale, le cartografie disponibili al momento della stesura della presente relazione, le pubblicazioni effettuate dai vari Enti Territoriali (v. bibliografia di seguito riportata).

### BIBLIOGRAFIA

- ALLER L., BENNET T., LEHR J.H., PETTY R.J. (1985) - *DRSTIC: A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeological Settings*. EPA/600/2-85/018, National Water Well Association – Worthington;
- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- AMBROSETTI P., BOSI C., CARRARO F., CIARANFI N., PANIZZA M., PAPANI G., VEZZANI L. & ZANFERRARI A. (1987) - *Neotectonic Map of Italy*. Prog. Fin. Geodin. Sottopr. Neotettonica. Carte scala 1:500.000.
- BARONI C. & VERCESI P.L. (1989) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. In: "Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione", Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica. Ed. Ramperto, Brescia.
- BONI A. & PELOSO G.F. (1982) - *Dati sulla neotettonica dei fogli 34 "Breno", 47 "Brescia", di parte dei fogli 35 "Riva" e 48 "Peschiera del Garda"*. In: C.N.R. - "Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta neotettonica d'Italia", pubbl.506 P.F. Geodinamica.
- BONOMI T., VERRI R. (1998) - *Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali*. Acque Sotterranee n.60, Anno XV, Dicembre 1998.
- CASSINIS G. e CASTELLARIN A. - *Carta tettonica delle Alpi Meridionali alla scala 1:200.000*, Pubbl. 441, Prog. Fin. Geodinamica.

- CASSINIS G., PEROTTI C., VERGESI P.L. (1980) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca*. In: *Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa*, Ateneo di Brescia).
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosols and vetusols in the central Po Plain (Northern Italy). A study in quaternary geology and soil development* – Unicopli – Milano.
- REGIONE LOMBARDIA (2001) - *Piano Territoriale Paesistico Regionale* – B.U. Regione Lombardia n. 32 – Milano.
- REGIONE LOMBARDIA - *Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia. Cartografia e Note illustrative* – B.U. Regione Lombardia n. 31, Edizione Speciale 31 luglio 2002 – Milano.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) - *Carta Geologica della Regione Lombardia in scala 1:250.000* – Milano.
- ZILIANI L. (1994) - *Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee della pianura bresciana – scala 1:25.000*, Studi preliminari del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Brescia.
- ZILIANI L. (1996) - *Progetto di una rete di monitoraggio idrogeologico e geochimico degli acquiferi di pianura, di valle e di anfiteatro morenico della provincia di Brescia*. Committ.: Amministrazione Provinciale, Assessorato all'Ecologia.
- ZILIANI L., ZILIANI R. (1996) - *Studio geologico del territorio comunale di Azzano Mella*.
- ZILIANI L., ALBINI S. (1997) - *Studio geologico del territorio comunale di Lograto*.
- ZILIANI L. (2001) - *Studio geologico del territorio comunale di Mairano*.
- ZILIANI L., QUASSOLI G. (2006) - *Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Travagliato - Fase di analisi*.

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il comune di Lograto è inserito nel settore della pianura bresciana centrale ed occupa una superficie di 12,06 km<sup>2</sup>. Partendo da nord e procedendo in senso orario, i comuni confinanti sono: Travagliato, Torbole Casaglia, Azzano Mella, Mairano, Maclodio e Berlingo.

Il territorio comunale presenta una morfologia globalmente pianeggiante, caratterizzata da un profilo altimetrico regolarmente digradante da nord-ovest, dove è situata la quota massima pari a 122.3 m s.l.m., verso sud-est. La quota minima, pari a 101 m s.l.m., è ubicata poco a sud di Cascina Valabbio.

Il comune di Lograto è attraversato dalla Sp n. 235 di Orzinuovi e dalla Sp n. 19 Concesio-Ospitaletto.

La rete idrografica è caratterizzata da una serie di vasi e seriole da cui si diparte un fitto reticolo di fossi irrigui.

## 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1. DESCRIZIONE DELLE UNITÀ LITOLOGICO-MORFOLOGICHE

Lo studio geologico e geomorfologico del territorio di Lograto è stato condotto partendo dall'analisi della bibliografia, dai dati stratigrafici disponibili, nonché dai dati pedologici raccolti nel 1997 con una specifica campagna di rilevamento che ha comportato l'apertura di alcune trincee esplorative e l'esecuzione di un certo numero di trivellate effettuate tramite trivella a mano di tipo olandese, integrati dalla lettura delle fotografie aeree e da rilievi sul terreno.

I dati morfologici e pedologici sono stati utili per la delimitazione delle unità litologiche, in quanto nelle zone di pianura esiste generalmente una buona corrispondenza tra litologia, morfologia e tipo di suolo. Per una dettagliata descrizione dei suoli si rimanda allo *Studio geologico* del 1997 ed in particolare alla *Carta morfopaesaggistica con indicazioni pedologiche* ad esso allegata.

Il territorio di Lograto è ubicato in corrispondenza della zona di transizione dall'alta alla media pianura bresciana, transizione che si verifica grosso modo in corrispondenza della strada provinciale 235.

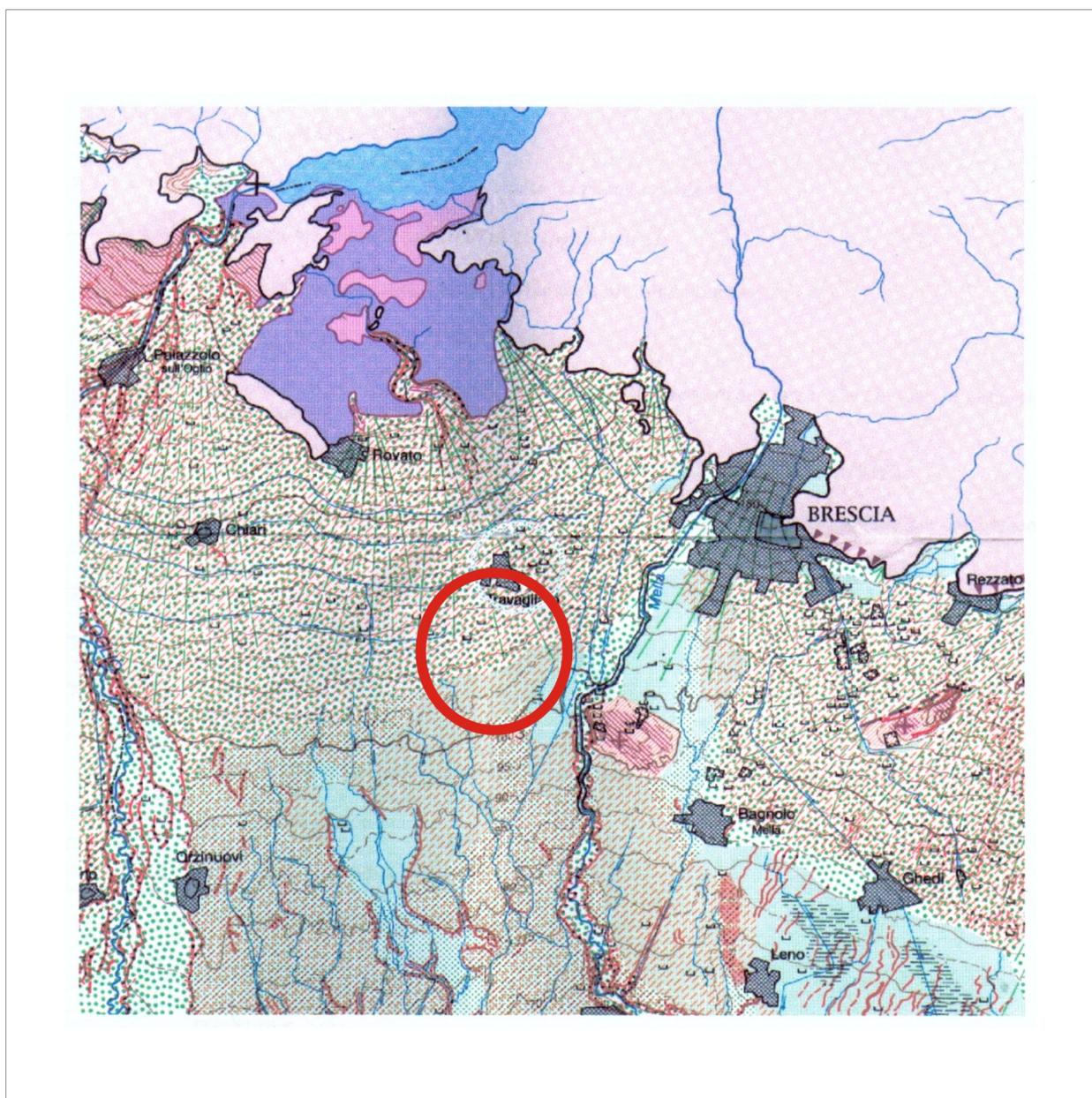
L'alta pianura bresciana è costituita da ampie conoidi ghiaioso-sabbiose a morfologia subpianeggiante o leggermente convessa. Si tratta di superfici formatesi per colmamento alluvionale durante l'ultima glaciazione da parte dei torrenti alimentati dalle acque di fusione del ghiacciaio sebino (FIGURA 1 tratta dalla "Carta geomorfologica della Pianura Padana" in scala 1:250.000 prodotta nel 1997 da vari ricercatori, a cura del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica e del C.N.R).

La media pianura è caratterizzata da alluvioni fluvioglaciali e fluviali sabbioso-ghiaiose e sabbiose con intercalazioni limose ed argillose.

Il passaggio dall'alta alla media pianura non è netto per la presenza di lenti e digitazioni di depositi grossolani, allungate soprattutto in corrispondenza delle antiche linee di flusso che si estendono verso sud; tuttavia tale passaggio risulta evidente dall'analisi delle stratigrafie dei pozzi. La transizione alla media pianura è segnata dalla comparsa dei primi fontanili.

Dal punto di vista morfologico, mentre l'alta pianura è sostanzialmente piatta (seppur con deboli ondulazioni), la media pianura è caratterizzata da alcune deboli depressioni allungate, prodotte dall'azione erosiva delle acque delle risorgive che in passato emergevano abbondanti, creando zone paludose.

Figura 1 - Stralcio tratto da: "Carta geomorfologica della Pianura Padana", a cura del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (1997).  
Disegno non in scala.



**LEGENDA**

**LIMITI DELL'AREA DI PIANURA**

Margine dei rilievi pre-quaternari emergenti nettamente sulla pianura.

**ALTIMETRIA**

- a Isopse diretrici: equidistanza 50 m.
- b Isopse intermedie: equidistanza 10 m.
- c Isopse ausiliarie: equidistanza 5 m.

**IDROGRAFIA**

Corso d'acqua.

**FORME DI ORIGINE TETTONICA**

Scarpata tettonica nella fascia al limite tra pianura e rilievo.

Distacazione sepolta con effetti morfologici evidenti.

Locale elevazione della pianura attribuita a sollevamento tettonico.

**FORME DI ACCUMULO GLACIALE**

Complessi di colline moreniche e depressioni intermoreniche (aree non rilevate in dettaglio per questa carta).

**FORME E DEPOSITI FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI, FLUVIOLACUSTRI**

Tratti di pianura alluvionale distinti secondo la natura dei sedimenti superficiali prevalentemente:

- ghiaiosi
- sabbiosi
- limosi ed argillosi.
- Torba.

Coltre di alterazione superficiale (suoli con orizzonte B rubefatto, suoli antichi e poligenetici):

- fino a 1 m di profondità;
- oltre 1 m di profondità.

Coniode alluvionale o fluvio-glaciale:

- pendenza 10-20‰;
- pendenza < 10‰.

Traccia di antico scaricatore fluvio-glaciale.

Scarpata o pendio delimitante un terrazzo:

- altezza < 5 m;
- altezza 5-20 m;
- altezza > 20 m.

- Incisione di un corso d'acqua in generale.
- Insieme di valle cole più o meno ramificate:
  - vallecole a V o a fondo piatto, profonde;
  - larghe, svassate, poco profonde.
- Traccia di corso fluviale estinto, a livello della pianura o leggermente incassato:
  - ben conservata;
  - mal conservata.
- Dosso fluviale poco pronunciato o a forte pendenza longitudinale.
- FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA**
- Copertura di loess. a - associata a coltri di alterazione.
- FORME LEGATE AD INTERVENTI ANTROPICI**
- Cavità artificiale, grande cava.
- Cave di piccole dimensioni.
- Fiume pensile in argini artificiali.
- Argini principali.
- Principali canali artificiali e loro verso di deflusso.
- Principali aree urbanizzate.
- Aree urbanizzate antiche (centri storici).
- Confine di Provincia.
- Ubicazione dell'area di interesse.

L'alta e la media pianura corrispondono a due unità litologico-morfologiche che sono qui di seguito descritte e che sono rappresentate sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1). All'interno delle due unità sono state distinte, su base morfologica e pedologica, alcune sottunità.

**1 - Alta pianura fluvioglaciale: depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con livelli ciottolosi ed orizzonti più o meno cementati (F1 in TAV.1).**

In particolare si tratta di alluvioni fluvio-glaciali rappresentate da ghiaie poligeniche e sabbie grossolane con ciottoli. Sono presenti lenti di sabbie o di limi sabbiosi. La granulometria dei depositi diminuisce gradualmente da NW verso SE.

Come indicato in Tav.1, tutta la porzione settentrionale del territorio comunale è caratterizzata da questa unità litologica, in quanto costituisce la propaggine meridionale dell'ampia piana fluvioglaciale prodotta dagli scaricatori dell'anfiteatro morenico sebino (Figura 1).

La morfologia che contraddistingue quest'area è legata all'ambiente deposizionale che ha originato questi depositi. Si tratta, infatti, di un ripiano debolmente immergente verso sud-est, caratterizzato da una piatta monotonìa. Sono tuttavia presenti deboli ondulazioni, individuabili soprattutto dall'esame delle fotografie aeree, che costituiscono le tracce di un antico sistema fluviale a canali intrecciati (*braided*). La piana era infatti occupata, nel tardo Pleistocene, da corsi d'acqua ad alta energia di tipo torrentizio. I canali abbandonati sono distinguibili dalle barre ad essi interposte per la presenza di abbondante matrice limosa e argillosa, assente nelle barre dove le sabbie e le ghiaie costituiscono la componente nettamente dominante.

Queste ondulazioni sono presenti soprattutto nella porzione settentrionale del territorio comunale (cartografata con la sigla F1a in Tav. 1), mentre la fascia centrale, sulla quale si è sviluppato l'abitato di Lograto, si presenta piana e priva di evidenze morfologiche. Essa rappresenta, sia litologicamente che morfologicamente, la zona di transizione dall'alta alla media pianura (F1b).

Le caratteristiche dei suoli presenti nel settore settentrionale del territorio comunale sono in generale poco diversificate; la copertura pedologica si presenta moderatamente profonda (50 - 100 cm) o profonda (100 - 150 cm) e manifesta un drenaggio da buono a rapido.

## **2 - Media pianura fluvioglaciale e fluviale: depositi fluvioglaciali e fluviali prevalentemente sabbioso-ghiaiosi con intercalazioni sabbioso-limose e limoso-argillose (F2 in TAV.1)**

Appena a valle della strada provinciale 235, lungo una fascia avente direzione NE-SW, si verifica il passaggio dai depositi fluvioglaciali prevalentemente grossolani tipici dell'alta pianura alle alluvioni fluvioglaciali e fluviali sabbioso-ghiaiose e sabbiose con intercalazioni limose ed argillose, caratteristiche della media pianura.

Come già detto, il passaggio da un'unità all'altra non è netto a causa della presenza di lenti e digitazioni di depositi grossolani, allungate soprattutto in corrispondenza delle antiche linee di flusso, che si estendono verso sud. Il passaggio dall'alta alla media pianura è indicato dalla comparsa dei primi fontanili. La fascia dei fontanili attraversa attualmente il territorio comunale di Lograto con direzione all'incirca NE-SW, in corrispondenza delle sue propaggini meridionali.

Il valore stratigrafico della linea delle risorgive, che separa l'alta dalla media pianura, è tuttora in discussione; secondo alcuni autori, infatti, il passaggio dall'alta alla media pianura sarebbe testimoniato anche da una diversa età e, quindi, da una diversa fase deposizionale dei materiali che caratterizzano le due zone. Secondo altri, tra cui i redattori della "Carta geologica delle Prealpi bresciane a sud dell'Adamello" (1972), dell'Istituto di Geologia dell'Università di Pavia, il passaggio sarebbe solamente una variazione granulometrica dei materiali appartenenti ad una stessa fase deposizionale, attribuibile al Würm e collegata alle cerchie moreniche più recenti e più alte dell'apparato morenico sebino.

La morfologia della media pianura risulta debolmente ondulata dall'azione erosiva svolta in passato dalle acque delle risorgive che hanno lasciato una serie di depressioni allungate. Tali aree sono indicate sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) con la sigla F2c, mentre le aree di contorno, debolmente rilevate, sono cartografate come F2b. Queste ondulazioni risultano evidenti soprattutto nella porzione meridionale del territorio comunale, mentre nella porzione centrale, a contatto con l'unità F1b, si riconoscono superfici a morfologia pianeggiante o leggermente convessa che sono state cartografate come F2a.

Le aree leggermente ribassate (F2c) sono caratterizzate dalla locale prevalenza di depositi fini, depositi in zone rimaste paludose fino agli interventi di bonifica.

Alla maggiore articolazione del panorama litologico, geomorfologico e idrogeologico nel settore centro-meridionale del territorio comunale corrisponde una maggiore differenziazione dei suoli. La presenza di una falda poco profonda ha parzialmente inibito i processi di

lisciviazione ed ha indotto condizioni riducenti che hanno rallentato e talora impedito il processo di mineralizzazione della sostanza organica. Inoltre le notevoli quantità di acque di scorrimento superficiale hanno determinato diffuse e consistenti rielaborazioni dei materiali depositati. Nelle aree maggiormente depresse i suoli contengono orizzonti torbosi.

#### **4.2. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

I dati di tipo geotecnico relativi al comune di Lograto sono piuttosto scarsi. Tuttavia le caratteristiche geologiche, descritte nel paragrafo precedente, consentono di affermare che i depositi fluvioglaciali presenti nel settore settentrionale e centrale del territorio comunale possiedono caratteristiche geotecniche generalmente buone, inferiormente alla copertura pedologica.

Più a sud la graduale diminuzione della granulometria dei depositi permette di rinvenire più frequentemente, a profondità non elevate, lenti limose ed argillose frammiste ai depositi più grossolani, che diventano localmente sabbiosi. In corrispondenza delle depressioni legate alle risorgive (F2c in Tav.1) possono essere presenti anche livelli torbosi.

Le considerazioni appena espresse sono indicative del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni") per la realizzazione di interventi specifici sul territorio.

#### **4.3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE**

Come già illustrato nel par.4.1., le due unità litologiche presenti nel territorio di Lograto corrispondono ad altrettante unità morfologiche. Mentre la zona attribuita all'alta pianura (F1) è sostanzialmente piatta, la media pianura (F2) è caratterizzata da alcune deboli depressioni allungate, prodotte dall'azione erosiva delle acque di risorgiva che in passato emergevano abbondanti, creando zone paludose.

Sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) sono indicati i principali paleoalvei delle acque di risorgiva, situati all'interno delle aree depresse. Sono stati inoltre cartografati alcuni paleoalvei interrati che quindi sono difficilmente rilevabili morfologicamente, ma ben evidenti all'esame delle fotografie aeree.

Per una descrizione dei fontanili si rimanda al paragrafo 6.2.

La morfologia del territorio di Lograto risente sensibilmente anche dell'attività antropica. Come illustrato dall'elaborato cartografico (Tav. 1), è presente una cava a "fossa", prodotta dall'attività estrattiva di ghiaia, che ha raggiunto la falda acquifera. La cava è situata all'interno dell'Ambito Territoriale Estrattivo (ATE) 18.

Con apposito simbolo è stata indicata sulla tavola una depressione di cava, situata lungo il confine settentrionale del territorio, che è stata adibita negli anni '70 a discarica di R.S.U. e che successivamente è stata recuperata all'uso agricolo.

## **5. PERICOLOSITÀ SISMICA**

### **5.1. INTRODUZIONE**

L'attività sismica storica nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria evidenziata nella FIGURA 2 che costituisce uno stralcio della "Carta neotettonica dell'Italia" (Ambrosetti et al., 1987), modificata da Cassinis et alii, 1980. Il territorio di Lograto appartiene ad "un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario".

La sismicità di questa zona è legata alla tettonica molto complessa del margine padano settentrionale. Le sorgenti sismogenetiche dovrebbero trovarsi ad una profondità compresa tra 5 e 15 km, in corrispondenza dello scollamento tra il basamento cristallino e la sovrastante copertura sedimentaria.

### **5.2. ZONA SISMICA DI APPARTENENZA**

Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23 ottobre 2005.

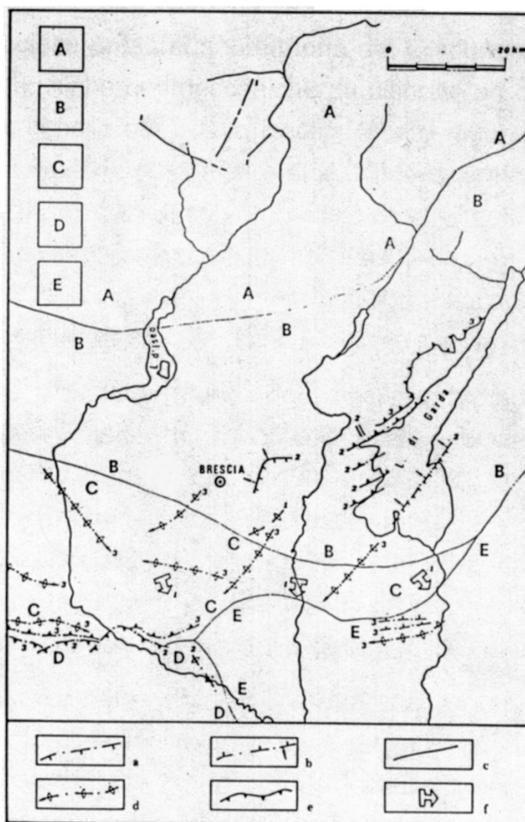
La Regione Lombardia con D.G.R. 7 novembre 2003 n.7/14964 recepisce, in via transitoria e fino a nuova determinazione, la classificazione contenuta nella OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003. Il Comune di Lograto ricade in Zona Sismica 3.

Il 5 marzo 2008 è entrato in vigore il D.M. 14 gennaio 2008 contenente la nuova normativa tecnica associata alla classificazione sismica. Tale decreto sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005, fatto salvo il periodo di monitoraggio di 18 mesi durante il quale si possono utilizzare per la progettazione sia le norme del D.M. 14 gennaio 2008, sia le norme previgenti. In tal caso per i comuni in zona 3, come Lograto, si possono usare le specifiche di "sismicità bassa" (S=6).

Fanno eccezione le nuove progettazioni degli interventi relativi agli edifici e alle opere infrastrutturali di cui al decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21 ottobre 2003, per le quali si applicano da subito le norme del D.M. 14 gennaio 2008.

**Fig. 2 - Carta neotettonica riferita al territorio bresciano**

(da Cassinis G., Perotti C., Vercesi P.L. (1990) – Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche e ulteriori temi di ricerca. In: Attualità dell'opera di A. Cozzaglio nel 40° della scomparsa, Ateneo di Brescia)



- Carta neotettonica riferita al territorio bresciano (da Ambrosetti et al., semplificata).

Elementi areali: A = catena alpina interessata da un forte e all'incirca continuo sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario. Le deformazioni avvengono per faglie normali e localmente trascorrenti; B = area in sollevamento, con zone stabili o in abbassamento durante il Pliocene inferiore; forte sollevamento durante il Pliocene medio e superiore e il Quaternario; C = area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene e il Quaternario; D = area caratterizzata da continuo e intenso abbassamento durante il Pliocene e il Quaternario. Deformazioni pressoché assenti o, localmente, blande per piegamento; E = area interessata da abbassamento generalizzato. Moderate deformazioni avvenute principalmente per piega, e localmente per sovrascorrimento.

Elementi lineari: a = faglia normale; b = faglia inversa; c = faglia di tipo non definito; d = asse di anticlinale; e = sovrascorrimento; f = sollevamento differenziale. Elementi che definiscono i momenti di attività neotettonica degli elementi lineari: 1 = attivo nel Pleistocene-Olocene e forse in precedenza; 2 = attivo nel Pliocene e nel Quaternario; 3 = attivo dal Pliocene (generalmente medio e superiore) al Pleistocene inferiore; 4 = attivo nel Pliocene (generalmente inferiore e medio).

### 5.3. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 4)

In occasione di eventi sismici le particolari condizioni litologiche e geomorfologiche di una zona possono produrre effetti di amplificazione locale o effetti di instabilità.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, prevede tre livelli di approfondimento in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica individuati sul territorio.

Il 1° livello di approfondimento consiste nel riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base delle osservazioni di tipo geologico e/o bibliografico. Le diverse situazioni tipo (scenari) in grado di determinare gli effetti sismici locali sono elencate nella seguente tabella.

Sigla	Scenari di pericolosità sismica locale	Effetti
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

**Tabella 1 - Scenari di pericolosità sismica locale**

In base ai dati geologico-stratigrafici e geomorfologici rilevati il territorio è stato suddiviso in due aree che presentano negli orizzonti superficiali una certa variabilità per quanto

riguarda lo stato di addensamento dei depositi sciolti e localmente anche la loro natura e granulometria.

- **Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi generalmente ben addensati.**

È presente soprattutto nella porzione centrale e nord-occidentale del territorio e corrisponde a terreni riferibili all'alta pianura, alla zona di transizione con la media pianura e alle porzioni di media pianura a morfologia pianeggiante o debolmente convessa.

- **Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi da poco a mediamente addensati in superficie e localmente con coperture limoso-argillose-torbose.**

È presente nella porzione meridionale ed orientale del territorio e corrisponde a terreni riferibili a quelle porzioni di media pianura caratterizzate dalla presenza delle depressioni delle risorgive e delle aree di contorno.

Si rende quindi necessaria l'applicazione del 2° livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 che consente una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi, in quanto fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa).

#### **5.4. APPLICAZIONE DEL 2° LIVELLO**

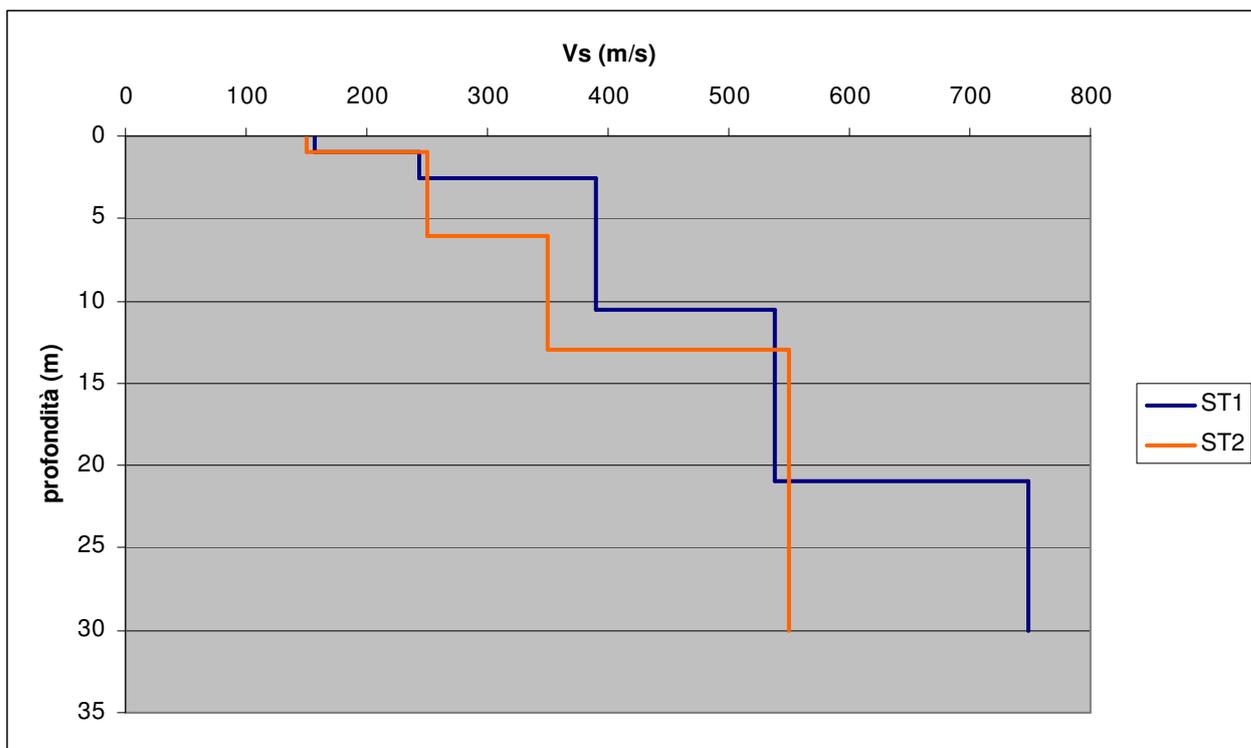
##### **Effetti litologici**

Per l'applicazione del 2° livello di approfondimento è necessario conoscere, oltre alla stratigrafia del sito, l'andamento della velocità delle onde trasversali ( $V_s$ ) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s ed in particolare lo spessore e la velocità  $V_s$  di ciascuno strato.

Sulla base dei risultati del livello 1, illustrati sulla carta della pericolosità sismica locale (Tav. 4), sono state scelte delle aree campione dove realizzare indagini geofisiche per la ricostruzione di profili di  $V_s$  che possano essere rappresentativi degli scenari individuati in tutto il territorio.

L'ubicazione degli stendimenti è riportata in TAVOLA 4 – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE.

Di seguito si riporta un grafico che illustra l'andamento delle Vs con la profondità per le due indagini realizzate.



Il rapporto interpretativo di tale indagine è allegato alla fine della presente relazione.

Gli stendimenti mostrano come non sia stato possibile raggiungere il bedrock sismico ( $V_s = 800$  m/s) a causa dei limiti intrinseci della metodologia di indagine, che non permette di indagare profondità maggiori di 30-35 m.

Per questo motivo, sulla base del gradiente delle Vs nei primi 30-35 m emerso dall'indagine, è stato ricostruito l'andamento delle Vs fino al valore di 800 m/s.

Il livello di attendibilità del dato geofisico, derivante da indagini dirette, risulta alto.

### **Stendimento n° 1**

Realizzato in un'area di futura espansione posta tra il centro abitato e la zona industriale, a nord della SS 235, è rappresentativo della “Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi generalmente ben addensati”.

Di seguito si riporta il modello geofisico del terreno indagato dallo stendimento n° 1.

#### MODELLO GEOFISICO – STENDIMENTO N° 1

Unità geofisica	Profondità (m da p.c.)	Vs (m/s)	Litologia
U1a	da 0 a 1	100-200	suolo-terreno vegetale
U1b	da 1 a 2-3	200-300	ghiaia e sabbia da poco a mediamente addensata
U2	da 2-3 a 7-8	350-400	ghiaia e sabbia con ciottoli da mediamente a molto addensata
U3a	da 7-8 a 9-12	350-400	
U3b	da 9-12 a 20-22	500-600	ghiaia e sabbia con ciottoli molto addensata
U4	da 20-22 a 40	700-800	ghiaia e sabbia con ciottoli molto addensata localmente con lenti di argilla cenere molto consistente

 = Tetto falda freatica

Il modello geofisico del sottosuolo, in particolare l'andamento delle Vs con la profondità, permette, ai sensi del D.M. 14/01/2008, di calcolare il valore di  $V_{S30}$  che rappresenta la velocità media di propagazione della onde di taglio entro 30 metri di profondità. Il Valore di  $V_{S30}$  calcolato risulta pari a 465 m/s.

In base a tali valori i litotipi presenti nell'area appartengono alla categoria di sottosuolo B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti"

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio Vs con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.225 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia ghiaiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo T = 0.225 s, il fattore di amplificazione risulta Fa = 1.5 nell'intervallo 0.1-0.5 s e Fa = 1.1 nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di Fa (Fa abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Lograto per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.5	1.4 + 0.1	1.1	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come, per intervalli di periodo compresi tra 0.1 e 0.5 s, i valori ottenuti dall'abaco siano superiori ai valori di soglia per la categoria di sottosuolo B. Si procede quindi con il confronto con i valori soglia per la categoria di sottosuolo C.

Il confronto mostra come entrambi i valori di soglia siano superiori ai valori di Fa ottenuti dall'abaco.

### **Stendimento n° 2**

Realizzato a sud del centro abitato, in prossimità di aree caratterizzate da risorgive, è rappresentativo della “Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi da poco a mediamente addensati in superficie e localmente con coperture limoso-argillose-torbose”.

Di seguito si riporta il modello geofisico del terreno indagato dallo stendimento n° 2.

#### **MODELLO GEOFISICO – STENDIMENTO N° 2**

Unità geofisica	Profondità (m da p.c.)	Vs (m/s)	Litologia
U1	da 1 a 3	100-200	suolo-terreno vegetale
U2	da 1-3 a 4-6	225-275	Depositi limoso-sabbiosi insaturi
U3	da 4-6 a 10-14	300-400	Depositi sabbioso-ghiaiosi saturi
U4	da 10-14 a 26-32	500-600	ghiaia e sabbia con ciottoli molto addensata
U5	oltre 26-32	900-1100	ghiaia e sabbia con ciottoli molto addensata localmente con conglomerato e/o lenti di argilla molto consistente

 = Tetto falda freatica

Il modello geofisico del sottosuolo, in particolare l'andamento delle Vs con la profondità, permette, ai sensi del D.M. 14/01/2008, di calcolare il valore di  $V_{S30}$  che rappresenta la velocità media di propagazione della onde di taglio entro 30 metri di profondità. Il Valore di  $V_{S30}$  calcolato risulta pari a 387 m/s.

In base a tali valori i litotipi presenti nell'area appartengono alla categoria di sottosuolo B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti".

Il modello geofisico del sottosuolo ricavato (variazione delle onde di taglio Vs con la profondità) ha permesso di calcolare il periodo proprio (T) dei depositi presenti nell'area pari a 0.273 s. Utilizzando la scheda relativa alla litologia sabbiosa (Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008), facendo riferimento alla curva 2 (colore verde) e inserendo nell'abaco il periodo  $T = 0.273$  s, il fattore di amplificazione risulta  $Fa = 1.7$  nell'intervallo 0.1-0.5 s e  $Fa = 1.4$  nell'intervallo 0.5-1.5 s.

Questi valori di Fa (Fa abaco) devono essere confrontati con il valore soglia (Soglia norma) fornito dalla Regione Lombardia per il Comune di Lograto per la categoria di sottosuolo B.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s		Intervallo di periodo 0.5-1.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma B	Fa calcolato	Soglia norma B
1.7	1.4 + 0.1	1.4	1.7 + 0.1

Il confronto mostra come, per intervalli di periodo compresi tra 0.1 e 0.5 s, i valori ottenuti dall'abaco siano superiori ai valori di soglia per la categoria si sottosuolo B. Si procede quindi con il confronto con i valori soglia per la categoria si sottosuolo C.

Intervallo di periodo 0.1-0.5 s	
Fa calcolato	Soglia norma C
1.7	1.8 + 0.1

## 5.5. CONCLUSIONI DELL'ANALISI SISMICA DI 2° LIVELLO

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per lo scenario "Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi generalmente ben"

addensati” la possibile amplificazione sismica risulta contenuta e che quindi l’applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) risulta sufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica, mentre per lo scenario “Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi da poco a mediamente addensati in superficie e localmente con coperture limoso-argillose-torbose” l’applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) non risulta sufficiente.

Nelle aree identificate da tale scenario, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0,1 - 0,5 s, qualora l’indagine geologica-geotecnica (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008) evidenzia la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo B, si dovrà applicare lo spettro di norma riferito alla categoria di sottosuolo C o, in alternativa, realizzare un approfondimento applicando l’analisi di 3° livello prevista dalla D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 (all. 5) sulla base di dati sito-specifici.

Qualora, invece, si rinvenissero terreni ricadenti nelle altre categorie (C, D ed E), verrà utilizzato lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo di appartenenza.

Sulla CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (Tav. 7) sono riportate, con apposito tratteggio, solamente le aree per le quali l’applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) non risulta sufficiente, cioè le aree classificate “Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi da poco a mediamente addensati in superficie e localmente con coperture limoso-argillose-torbose”.

## 6. SISTEMA IDROGRAFICO

### 6.1. DESCRIZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Il reticolo idrografico di Lograto risulta caratterizzato principalmente dalla presenza di una fitta rete canali e di rami secondari ad uso irriguo.

In attuazione della L.R. 1/2000 e seguendo le direttive contenute nella D.G.R. 25 gennaio 2002 n° 7/7868 e successive modifiche, lo Studio Associato Professione Ambiente ha predisposto l' *Individuazione del reticolo idrico minore ai sensi della D.G.R. 7/7868 del 25.01.2002 e successiva D.G.R. 7/13950 del 01.08.2003.*

Il reticolo idrico minore è stato riportato sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 5).

Dal punto di vista idrografico nel territorio di Lograto si riconoscono due settori con caratteristiche differenti, divisi grosso modo dalla strada provinciale 235.

Infatti a nord della strada per Orzinuovi il sistema di irrigazione dipende sostanzialmente dalla Roggia Castrina e dal Vaso Baioncello che derivano le loro acque dal F. Oglio.

A sud della Sp 235 invece il sistema idrografico risente in maniera determinante della presenza delle risorgive che in passato contribuivano alla formazione di zone paludose. La formazione di acquitrini era favorita dalla leggera depressione di buona parte di queste aree rispetto ai territori circostanti, dalla presenza della falda acquifera ad un livello molto prossimo al piano campagna e dagli scarichi, situati poco più a monte, delle seriole che derivano dal fiume Oglio.

Le prime fasi di bonifica di queste zone di pianura ebbero inizio attorno alla metà dell' XI secolo e procedettero fino al XVI, mentre un nuovo e decisivo impulso alla bonifica e all'utilizzo agricolo di queste aree si verificò negli anni tra il 1924 ed il 1928 ad opera del Consorzio di Bonifica Biscia-Chiodo e Prandona. L'area interessata da paludi fino all'inizio di questo secolo occupava 1360 ettari e si estendeva nei comuni di Maclodio, Lograto, Mairano, Torbole Casaglia e Azzano Mella.

La bonifica venne attuata fondamentalmente tramite lo scavo di canali colatori che raccoglievano le acque e le trasferivano a sud, dove potevano essere utilizzate a scopo irriguo. Questi canali vennero approfonditi anche fino a tre metri sotto il livello del terreno in modo tale da abbassare la falda acquifera.

Contemporaneamente venne creato un sistema di canali irrigui in grado di assicurare apporti idrici adeguati allo sviluppo agricolo delle aree bonificate, utilizzando in modo significativo le acque emergenti dai fontanili.

Tra i canali principali che attraversano il territorio di Lograto vanno ricordati i seguenti.

- La Roggia Castrina proviene da Berlingo, attraversa una porzione del territorio settentrionale di Lograto con direzione E-W, poi, nei pressi della C.na Crocefisso, assume direzione N-S e passa ad E dell'abitato di Lograto. Essa è alimentata dalle acque del F. Oglio.
- Il Vaso Baioncello che taglia, in senso est-ovest, quasi tutta la fascia settentrionale, fin nei pressi di Navate dove si immette nella Seriola Molina. Lungo tutto il percorso il Vaso Baioncello alimenta diversi fossi per l'irrigazione dei campi. Il Vaso Baioncello deriva le acque dalla Roggia Baiona di Chiari che a sua volta preleva le acque dal Fiume Oglio nel comune di Pontoglio.
- Il Vaso Calina che delimita per un tratto l'abitato di Lograto verso ovest e sud e successivamente assume un andamento meridiano dirigendosi verso sud.
- Sempre nella zona meridionale, con andamento ancora nord-sud, troviamo il Vaso Biscia, il Vaso Gattinardo, il Vaso Bellettina e la Seriola Molina, che prendono tutti origine dalla serie di fontanili che caratterizzano questo settore.

Il rilievo di superficie e l'analisi delle foto aeree evidenzia la presenza, nel settore immediatamente a sud della fascia ove si concentra la maggior parte delle testate dei fontanili, di zone depresse in modo più o meno marcato rispetto al livello fondamentale della pianura. Queste sono la testimonianza del fitto reticolo di corsi d'acqua che prendeva origine dai fontanili stessi e andava divagando in pianura in passato senza essere regimato.

## **6.2. I FONTANILI.**

I fontanili sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Essi delineano una fascia che attraversa tutta la pianura in senso trasversale, con variazioni di direzione anche notevoli, come in corrispondenza del fiume Mella, dove essa tende ad incunarsi verso nord.

La genesi delle risorgive è da collegarsi alla variazione della granulometria dei depositi che costituiscono la pianura, via via più fini in direzione sud; la diminuzione della permeabilità dei terreni induce infatti la falda acquifera ad avvicinarsi al piano campagna.

Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua.

Un fontanile è composto da una testa che può avere varie forme e che generalmente è costituita da un ampio scavo profondo anche 3-4 m rispetto al piano campagna. Essa delimita una zona ove sono infissi tubi che possono spingersi nel sottosuolo anche per 5-10 m, catturando filetti idrici più profondi e caratterizzati da un carico idraulico maggiore, facilitando così la risalita dell'acqua. Quest'ultima viene incanalata e convogliata in canali, dette aste del fontanile.

Nel corso degli ultimi anni si è assistito in molte zone della pianura lombarda ad una migrazione verso sud dei punti di emergenza delle acque e ad una diminuzione sensibile delle portate. Questo si verifica anche per alcuni fontanili di Lograto, affioranti nella zona tra Navate e Villa Emma-Cascina Prandonina. La causa va ricercata nell'abbassamento subito dalla falda acquifera conseguente soprattutto al forte aumento nell'entità degli emungimenti che vengono effettuati tramite pozzi.

I fontanili rivestono un notevole interesse oltre che dal punto di vista idraulico e storico, anche dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, in quanto la costanza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali tipiche.

L'azione dell'uomo negli ultimi decenni ha prodotto, soprattutto in pianura, l'eliminazione della maggior parte degli ecosistemi naturali, con conseguente banalizzazione ecologica del territorio. Per questi motivi è importante che vengano attivate iniziative tese alla salvaguardia e alla valorizzazione dei fontanili, nonché alla riqualificazione della vegetazione mediante integrazione delle modeste zone arborate esistenti e ricostituzione di lembi di vegetazione a macchia o a boschetto, utilizzando specie autoctone. Recentemente il Consorzio di Bonifica Biscia, Chiodo e Pradona ha effettuato interventi volti al recupero, alla salvaguardia ed al miglioramento di alcuni fontanili.

Nell'ambito dello studio geologico da noi realizzato nel 1997 sono stati censiti 14 fontanili, distribuiti nel settore centro-meridionale del territorio, la cui ubicazione è indicata sia sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) che sulla CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2) ed il cui elenco è riportato in Tabella 2.

I fontanili censiti si localizzano tutti in una fascia che si estende dalla località di Navate fino al Molino Carera, occupando quindi tutta la fascia centrale e meridionale del comune. Soltanto quelli meridionali presentano ancora un buon numero di emergenze e mostrano evidenze di manutenzione.

Alcuni fontanili presentano aspetti naturalistici e paesaggistici di particolare interesse; tra questi vanno segnalati quelli posti nel settore sud-occidentale del territorio comunale (nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 e 10) che sono caratterizzati da un elevato numero di tubi infissi lungo tratti di corsi d'acqua che raggiungono lunghezze variabili tra 400 e 500 m. Generalmente le portate sono elevate, con un aumento, talora sensibile, in direzione sud.

Numero di riferimento	Denominazione	Note
1	Vaso Biscia	
2	Vaso Calina	
3	Cascina Godi	Riceve le acque anche dei fontanili 4 e 5
4	Sanguetera	
5	Sanguetera nord	
6	Vaso Gattinardo	
7	Roggia Bellettina Bassa	
8	Cascina Lame	Asciutto durante i sopralluoghi
9	Cascina Prandonina	Roggia Bellettina Alta
10	Villa Emma	Roggia Alta Molina
11	Navate 1	
12	Navate 2	
13	Navate 3	
14	Navate est	asciutto nei mesi estivi

**Tabella 2 - Elenco dei fontanili**

## 7. IDROGEOLOGIA

### 7.1. INTRODUZIONE

È stata effettuata la raccolta dei dati riguardanti i pozzi pubblici e privati localizzati nel territorio di Lograto ed in quelli limitrofi.

L'elenco dei pozzi con i relativi dati tecnici è riportato nelle tabelle 3a e 3b. La loro ubicazione è riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2) realizzata in scala 1:10.000, in modo da coinvolgere nello studio un territorio più vasto di quello comunale.

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi sono state elaborate due sezioni idrogeologiche che illustrano l'andamento spaziale dei depositi nel sottosuolo.

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2) è riportata la piezometria rilevata nel luglio-agosto '95 nei pozzi che alimentano l'acquedotto comunale ed in alcuni pozzi privati.

### 7.2. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL TERRITORIO

I pozzi perforati nella zona permettono di distinguere due unità principali che presentano caratteristiche diverse dal punto di vista idrogeologico:

**1 - Unità ghiaioso-sabbiosa** più superficiale presente fino ad profondità sensibilmente variabile e compresa tra 60 metri nella parte settentrionale del territorio comunale e 30-35 metri nella parte centrale e meridionale. Questa unità è formata da entrambi i tipi di depositi fluvio-glaciali e fluviali descritti in precedenza (F1 e F2 in TAV. 1). A partire da 40-50 m di profondità le ghiaie sono più o meno cementate fino a passare a conglomerati.

**2 - Unità Villafranchiana** di origine continentale e marina, presente in profondità e costituita da depositi sabbiosi, limosi e argillosi, con rare intercalazioni di materiali più grossolani. Questa unità non si rinviene mai in affioramento, ma con l'ausilio delle stratigrafie dei pozzi perforati nella zona è possibile notare come essa subisca un notevole sollevamento, in corrispondenza dei rilievi del M.te Netto e di Pievedizio, situati rispettivamente ad est e a sud del territorio di Lograto. Questo fenomeno di origine tettonica ha condizionato le fasi di deposizione successive, come testimoniato dagli spessori più esigui degli orizzonti fluvio-glaciali soprastanti, che possono essere limitati anche a soli 30-35 metri.

I depositi ghiaioso-sabbiosi contengono una falda libera. La presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati più o meno compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti.

Si ritiene comunque che i livelli siano in parte tra loro intercomunicanti, in quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sembrano estesi e continui a tal punto da separare completamente gli acquiferi. Di conseguenza i livelli acquiferi contenuti nei depositi ghiaioso-sabbioso-conglomeratici possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea.

Al contrario, i livelli ghiaioso-sabbiosi presenti all'interno dei depositi argilloso-limosi dell'unità Villafranchiana sono sede di falde confinate che non sempre presentano caratteristiche idrogeologiche tali da permettere un loro sfruttamento per il prelievo di risorse idriche. Infatti, le lenti di materiali grossolani talora non hanno una continuità laterale sufficiente a garantire quantità d'acqua di una certa consistenza. A ciò si sommano anche i problemi derivanti dalla lentezza dei moti di filtrazione all'interno degli orizzonti circostanti che determinano elevati tempi di ricarica dei livelli più permeabili. Da ultimo va sottolineato come, in taluni casi, le acque presenti in questa unità siano di qualità scadente contenendo elevate quantità di ferro e di idrogeno solforato.

### **7.3. DESCRIZIONE DELLE SEZIONI IDROGEOLOGICHE**

Le sezioni idrogeologiche sono allegare a fine relazione.

Entrambe le sezioni evidenziano la presenza in superficie dell'unità ghiaioso-sabbiosa ed in profondità dell'unità Villafranchiana.

Nella sezione A-A' che attraversa tutto il territorio studiato da nord-ovest a sud-est ed est è possibile notare il passaggio dai depositi fluvioglaciali prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi che caratterizzano l'alta pianura (pozzi B1 e 3) ai depositi più sabbiosi e con livelli limoso-argillosi della media pianura (pozzi M1a e A2).

L'unità ghiaioso-sabbiosa che nel pozzo B1 presenta uno spessore intorno ai 70 m, si riduce a 40-50 metri nel pozzo A2, a causa del sollevamento dell'Unità Villafranchiana legato alla presenza dei rilievi tettonici del M.te Netto e Pievedizio.

La sezione B-B' attraversa il territorio comunale in senso sud-ovest nord-est, passando per il centro abitato di Lograto. Nel tratto sud-occidentale della sezione sono presenti depositi ghiaiosi immersi in matrice sabbiosa con una struttura a grosse lenti poste in profondità, costituite da ciottoli e conglomerati compatti e fessurati, intercalate a lenti più fini di limo e argilla di potenza metrica.

In entrambe le sezioni è possibile notare anche la posizione dei tratti fenestrati, che nella maggioranza dei casi sono situati nella parte inferiore dell'unità superficiale sede dell'acquifero più produttivo. Talora avviene anche lo sfruttamento idrico degli orizzonti più grossolani compresi all'interno dell'Unità Villafranchiana, più protetti rispetto all'acquifero superficiale, ma meno produttivi per la lenta ricarica (pozzi M1a, A2, MA1, T1).

Nelle sezioni è riportato inoltre l'andamento della superficie piezometrica, rilevata nella campagna di misure del luglio-agosto 1995. Si osserva come nel settore settentrionale la falda presenti una soggiacenza di circa 7-8 m dal piano campagna, mentre verso sud essa si avvicina alla superficie topografica, fino a generare i fontanili e le risorgive che alimentano il sistema idrografico.

#### **7.4. PIEZOMETRIA**

Nel mese di luglio 1995 è stata effettuata una campagna di misure del livello statico nel pozzo di via Giovanni XXIII che alimenta l'acquedotto comunale ed in alcuni pozzi privati, in modo da poter ricostruire l'andamento della superficie piezometrica e la relativa cadente. I dati rilevati nei pozzi sono stati integrati con i livelli di emergenza dei fontanili.

Sulla base dei dati rilevati sono state elaborate le curve isopiezometriche, ovvero le linee di uguale altezza della superficie della falda sul livello del mare, che sono state riportate sulla CARTA IDROGEOLOGICA (TAV. 2). Sulla carta è stato inoltre riportato, a fianco di ciascun pozzo, il valore della quota della falda in m s.l.m., ricavata dalla misura effettuata nel pozzo stesso.

La ricostruzione dell'andamento delle isopieze è stata elaborata tenendo conto anche dei dati rilevati in alcuni pozzi dei comuni adiacenti di Azzano Mella e di Travagliato, reperiti in occasione dell'indagine idrogeologica effettuata dal nostro Studio su incarico dell'Amministrazione Comunale di Azzano Mella.

La quota della falda s.l.m., nel territorio comunale di Lograto, presenta un dislivello di circa 11 m, andando dai 111 m s.l.m. nella zona a nord-ovest al confine con il comune di Berlingo e Travagliato, ai 100 m s.l.m. nella porzione più a sud, per una estensione di circa 5 km.

La direzione principale di deflusso è abbastanza uniforme in tutto il territorio comunale ed è diretta verso S-SE.

La cadente piezometrica varia da circa 0,2% nella porzione settentrionale del territorio a circa 0,3% nella zona meridionale.

Nella zona meridionale ed orientale del territorio la superficie della falda acquifera presenta una pendenza inferiore a quella della superficie topografica. Di conseguenza, come illustrato dalla sezione A-A', essa gradualmente si avvicina alla superficie del suolo: dall'intersezione tra la superficie freatica e la superficie topografica si originano i fenomeni dei fontanili descritti nel paragrafo 6.2.

## **7.5. FONTI DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PUBBLICO**

Attualmente un solo pozzo alimenta l'acquedotto comunale ed è posto in via Giovanni XXIII. Tuttavia si prevede il potenziamento della rete idrica pubblica con l'utilizzo del pozzo comunale denominato "PIP" o "ex Pama" (n. 3 nella TAV. 2) sito nella zona artigianale-industriale. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei due pozzi:

### **1 - pozzo situato in via Giovanni XXIII**

- profondità: 73,00 m
- fenestrature da 44 a 48 m e da 60 a 68 m di profondità dal piano campagna
- portata al collaudo (dicembre 1975): 42,00 l/s
- livello statico al collaudo: 2,10 m
- livello dinamico al collaudo: 3,10 m
- quota di riferimento: 109,80 m s.l.m.

### **2 - pozzo PIP ex Pama**

- 
- ditta e data di perforazione: Ipta Vassalli, 1985
- profondità: 50,00 m
- fenestrature da 27,50 a 29,50 m e da 36,00 a 42,00 m di profondità dal piano campagna
- livello statico (19.11.2007): 3,26 m dalla testa pozzo (situata a -1,14 m da p.c.)

- livello dinamico (19.11.2007): 4,11 m da testa pozzo con portata pari a 17,5 l/s

## 7.6. QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Per definire lo stato qualitativo delle acque di falda sono stati esaminati i dati chimici e batteriologici relativi all'acquedotto comunale riportati nei certificati relativi al periodo 1985-1995 (già considerati nello Studio geologico del 1997) e al periodo 2004-2006, messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico Comunale.

I certificati di analisi riguardano in gran parte acque prelevate ai rubinetti d'utenza (centro polisportivo, scuole medie, fontanella pubblica di via Calini, zona industriale). Vi sono inoltre alcune analisi effettuate su acque prelevate direttamente all'opera di presa ed un'analisi eseguita il 17/09/91 presso il fontanile in via Godi (n.3 sulla Tav.1). Due analisi (07/03/2005 e 13/09/2005) si riferiscono alle acque captate dal pozzo ex Pama (PIP).

Nella tab.4 sono riportati i valori massimi e minimi per i parametri chimici più significativi rilevati nelle acque prelevate ai pozzi comunali e in rete, con l'indicazione dei valori di parametro riportati nel Dlgs 31/2001. Nella tab. 5 sono riportati invece i valori rilevati nelle acque del fontanile di C.na Godi (n.3).

Le acque prelevate dal pozzo di via Giovanni XXIII e immesse nella rete acquedottistica presentano caratteristiche qualitative piuttosto buone e sono classificabili come medio-minerali e mediamente dure. Da un confronto tra i valori rilevati nel periodo 1985-1995 e 2004-2006 emerge un peggioramento del valore dei Nitrati il cui valore massimo nel periodo 1985-1995 era 29 mg/l, mentre dal 2004 al 2006 è salito a 44 mg/l, valore che è prossimo al limite di legge (50 mg/l).

Le analisi effettuate al pozzo Pama (PIP) evidenziano valori di Conducibilità, Residuo, Durezza e Nitrati leggermente superiori a quelli del pozzo di via Giovanni XXIII, presumibilmente a causa della differente posizione dei filtri e profondità dei due pozzi. Infatti il pozzo Pama è profondo 50,00 m e i filtri sono situati da 27,50 a 29,50 m e da 36,00 a 42,00 m di profondità dal piano campagna, mentre il pozzo di via Giovanni XXIII è profondo 73 m e i filtri sono posizionati da 44 a 48 m e da 60 a 68 m di profondità dal piano campagna. Considerato che, come illustrato nel par. 7.2, la circolazione idrica si sviluppa prevalentemente in livelli sovrapposti, ne deriva che i livelli acquiferi captati a maggiore profondità presentano un chimismo leggermente differente rispetto a quelli più superficiali,

meno influenzato dalle acque di infiltrazione superficiale. Si sottolinea tuttavia che i livelli acquiferi sono tra loro intercomunicanti e quindi riconducibili ad un'unica circolazione idrica sotterranea, in quanto gli orizzonti a bassa permeabilità non sono estesi e potenti a tal punto da separare acquiferi diversi (acquifero monostrato).

L'analisi effettuata sulle acque del fontanile di via Godi evidenzia un chimismo piuttosto simile a quello del pozzo Pama (PIP), con valori di Conducibilità, Residuo, Durezza e Nitrati leggermente più alti rispetto ai valori medi del pozzo di via Giovanni XXIII, indicando una provenienza da acque più superficiali rispetto a quelle captate da quest'ultimo pozzo.

**Tabella 4 - Acquedotto comunale**

Parametro	Val. Max	Val min	Numero analisi	Valore di parametro Dlgs 31/01 o valore consigliato*
Conducibilità elett. 20°C	571	418	42	2.500
Residuo (mg/l)	428	307	43	1.500*
Durezza tot. (gr.franc.)	30,7	24,2	32	15-50*
Cloruri (mg/l Cl <sup>-</sup> )	23	6	46	250
Solfati (mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	51	27	33	250
Nitrati (mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	44	17	46	50
Nitriti (mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	0,01	0	50	0,50
Ammoniaca (mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,01	0	50	0,50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,8	0,2	40	5
Cromo tot. (µg/l)	<5	<1	36	50
Solventi clorurati (Tetracloroetilene e Tricloroetilene) (µg/l)	1	<1	32	10

**Tabella 5 - Fontanile C.na Godi (n.3) - Analisi del 17.09.1991**

Parametro	Valore rilevato	Valore di parametro Dlgs 31/01 o valore consigliato*
Conducibilità elett. 20°C	568	2.500
Residuo (mg/l)	426	1.500*
Durezza tot. (gr.franc.)	32,2	15-50*
Cloruri (mg/l Cl <sup>-</sup> )	9	250
Solfati (mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	43	250
Nitrati (mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	35	50
Nitriti (mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	-	0,50
Ammoniaca (mg/l NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	-	0,50
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0,4	5
Cromo tot. (µg/l)	-	50
Solventi clorurati (Tetracloroetilene e Tricloroetilene) (µg/l)	-	10

## **7.7. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO**

### **7.7.1 Parametri considerati per la valutazione della vulnerabilità**

La valutazione del grado di vulnerabilità è stata effettuata utilizzando il sistema DRASTIC, proposto da Aller et Al., 1985 ed utilizzato dall'Epa (U.S. Environmental Protection Agency).

Questa metodologia è stata dal nostro Studio applicata per la predisposizione della "Carta della vulnerabilità delle acque sotterranee" della pianura bresciana, realizzata in scala 1:25.000 nell'ambito degli studi geologici per il Piano Territoriale della Provincia di Brescia, consultabile presso l'Assessorato al Coordinamento del Territorio della Provincia di Brescia.

I dati raccolti in occasione del presente studio ad una scala più adeguata, hanno consentito di valutare la vulnerabilità delle acque sotterranee con un dettaglio ed una precisione maggiore rispetto all'elaborato del Piano Territoriale, pur utilizzando la medesima metodologia.

I risultati dell'analisi sono illustrati sulla CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE (TAV. 3).

I parametri su cui si basa il metodo DRASTIC sono sette:

**SOGGIACENZA (D):** è uno dei parametri più importanti poiché la distanza del livello piezometrico dal piano campagna determina lo spessore di terreno interposto e quindi una maggiore o minore azione filtrante effettuata dai materiali della zona non satura. E' possibile suddividere il territorio comunale di Lograto in tre fasce disposte NE-SO caratterizzate da valori diversi di soggiacenza. La falda acquifera infatti si trova a circa 7-8 m di profondità dal piano campagna nella zona nord-occidentale fino a C.na Francesca e Colombara. Andando verso la parte centrale, in cui rientra anche l'abitato di Lograto, il livello statico risale fino a circa 3-5 metri dal piano campagna, mentre in corrispondenza della fascia meridionale, che comprende le emergenze dei fontanili, la falda risulta più superficiale (0-2 m di profondità dal p.c.). Sulla Tavola 3 sono riportati i seguenti valori di soggiacenza: < 2 m, 2-5 m, >5 m.

**RICARICA (R):** corrisponde alla percentuale di precipitazioni e irrigazioni che effettivamente raggiunge la falda ed è espressa in mm/annui. Date le dimensioni dell'area indagata, questo parametro è considerato costante su tutto il territorio di Lograto.

**CARATTERI TESSITURALI DEL SATURO (A):** definiscono i caratteri litologici e tessiturali della zona satura che concorrono a determinare la velocità di propagazione di un inquinante

una volta arrivato in falda. Nell'area in esame i depositi che costituiscono l'acquifero sono prevalentemente ghiaioso-sabbiosi.

**CARATTERI TESSITURALI DEL SUOLO (S):** lo spessore ed il tipo di suolo presenti in una determinata zona sono fattori importanti poiché le frazioni più fini dei terreni possono presentare un alto potere adsorbente nei confronti di un buon numero di sostanze inquinanti, determinando una diminuzione nella velocità di propagazione e nella concentrazione dei contaminanti prima che essi possano raggiungere la falda. Con riferimento alla suddivisione riportata sulla *Carta morfopaesaggistica con indicazioni pedologiche* allegata allo *Studio geologico* del 1997 è possibile distinguere suoli caratterizzati da un valore protettivo elevato nella porzione nord-occidentale del territorio, suoli con protettività moderata nel settore centrale, distribuito lungo la SS. 235, e suoli con protettività bassa nella zona di emergenza dei fontanili. Le classi dei suoli a diversa protettività sono riportate in Tavola 3.

**ACCLIVITA' (T):** le caratteristiche morfologiche del territorio, definibili quantitativamente utilizzando il gradiente topografico, determinano la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche. Qui sono considerate costanti in tutto il territorio.

**CARATTERI TESSITURALI DEL NON SATURO (I):** anche i depositi presenti in questa zona, come il suolo, possono determinare una azione adsorbente che porta ad una diluizione dei contaminanti e ad una diminuzione della velocità di percolazione degli stessi. Nel territorio esaminato gli orizzonti immediatamente sottostanti ai terreni di copertura sono frequentemente di tipo ghiaioso-sabbioso e non possono perciò assicurare un'efficace azione depurante per l'elevata permeabilità che li caratterizza. A favore della sicurezza sono stati considerati costanti su tutto il territorio, anche se la granulometria diminuisce andando da nord-est verso sud-ovest.

**CONDUCIBILITA' IDRAULICA (C):** si riferisce ad una valutazione quantitativa della capacità di un terreno di lasciarsi attraversare dall'acqua. È stata considerata costante su tutto il territorio.

### **7.7.2 Metodologia utilizzata**

Di questi 7 parametri i primi due sono dinamici, cioè soggetti a variazioni nel tempo, mentre gli altri 5 sono statici, cioè costanti nel tempo, salvo variazioni antropiche in particolare sul suolo. La variabilità di ciascun parametro, in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio (I)

variabile da 1 a 10. La maggiore o minore importanza dei diversi parametri è controllata da un peso fisso (P) attribuito al parametro, variabile da 1 a 5, che viene moltiplicato per il punteggio di ogni singolo parametro.

La somma dei punteggi corrisponde ad un indice Drastic ID ( $ID = \sum I \cdot P$ ). I punteggi, compresi tra 23 e 230, sono stati da noi suddivisi in 10 classi di vulnerabilità i cui limiti sono riportati nella tabella seguente.

CLASSI	LIMITI	VULNERABILITA'
1	23-43	minima
2	44-64	estremamente bassa
3	65-85	molto bassa
4	86-106	bassa
5	107-127	mediamente bassa
6	128-148	mediamente alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

**Tabella 6: Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)**

Nella valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee nel Comune di Lograto, in relazione alla variabilità dei parametri riscontrata, sono stati attribuiti i punteggi indicati di seguito:

- D = Profondità della falda: la soggiacenza è stata suddivisa in classi tra 0 e 2 m, tra 2 e 5 m e tra 5 e 10 m, con punteggio rispettivamente di 10, 8 e 7.
- R = Ricarica della falda: punteggio costante su tutto il territorio pari a 5.
- A = Mezzo acquifero saturo: punteggio costante su tutto il territorio pari a 8.
- S = Tipo di suolo: si considerano le classi di bassa, media e alta protettività con punteggio rispettivamente di 8, 5, 2.
- T = Inclinazione della superficie topografica: punteggio costante su tutto il territorio pari a 9.
- I = Mezzo non saturo: punteggio costante su tutto il territorio pari a 8.
- C = Conducibilità idraulica: punteggio costante su tutto il territorio pari a 8.

I pesi previsti dal metodo sono: soggiacenza 5, ricarica 4, caratteristiche del saturo 3, caratteristiche del non saturo 5, protettività del suolo 2, conducibilità idraulica 3 e topografia 1.

### **7.7.3 Valutazione della vulnerabilità**

Come si può osservare sulla CARTA DELLA VULNERABILITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE (TAV. 3) il territorio di Lograto risulta appartenere in buona parte alla classe 7, corrispondente a vulnerabilità alta. Nel settore meridionale, laddove i suoli possiedono caratteristiche più scadenti e la falda acquifera è più vicina alla superficie del suolo, la vulnerabilità diventa molto alta (classe 8).

É stato definito a vulnerabilità molto alta anche il territorio interessato dall'Ambito Territoriale Estrattivo 18, in quanto al suo interno diminuisce la soggiacenza della falda e viene a mancare l'azione protettiva esplicata dal suolo.

Si sottolinea infine che la salvaguardia della falda acquifera presuppone anche la tutela della qualità delle acque superficiali, in quanto i corsi d'acqua presenti nel territorio di Lograto sono più o meno direttamente in connessione con la falda freatica.

## **8. RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA**

### **8.1. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME PO (PAI)**

Nel territorio di Lograto non sono presenti né dissesti, né tratti di corsi d'acqua fasciati dall'Autorità di Bacino.

### **8.2. PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO DELLA PROVINCIA DI BRESCIA**

Per quanto riguarda il PTCP l'analisi delle Tavole di interesse geologico-ambientale ad esso allegate consente di effettuare le seguenti considerazioni.

#### Tavola Ambiente e Rischi - Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici

È riportata l'ubicazione del pozzo pubblico.

È inoltre riportato il reticolo idrografico tratto dalla C.T.R. Tale individuazione sarà superata dai risultati dello studio del reticolo idrico che è in corso di analisi.

#### Tavola Ambiente e Rischi - Carta Inventario dei dissesti

Nel territorio di Lograto non è riportato alcun dissesto.

#### Tavola Paesistica

Gli elementi geomorfologici che strutturano il paesaggio sono stati individuati con un maggiore dettaglio sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1).

## 9. CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

### AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile sono state individuate, oltre che per il pozzo di via Giovanni XXIII, anche per il pozzo ex Pama che potrebbe in futuro essere collegato all'acquedotto.

#### Zona di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile.

L'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94).

#### Zona di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile.

L'area è stata individuata secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). Per il pozzo di via Giovanni XXIII la delimitazione della zona di rispetto è stata fatta con metodo geometrico (200 m di raggio). Per il pozzo ex Pama (PIP) è stato invece effettuato uno studio idrogeologico, idrochimico e ambientale, al fine di definire la zona di rispetto mediante il criterio temporale previsto dalle "Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art.9, punto 1, lett. f del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236)" - D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137. Di conseguenza sulla tavola è stata riportata questa delimitazione. Tuttavia, dal momento che la pratica relativa alla delimitazione della zona di rispetto con criterio temporale del pozzo ex Pama è in via di approvazione, per questo pozzo sulla tavola è stata indicata anche la zona di rispetto definita con metodo geometrico. Non appena sarà approvata la zona di rispetto con criterio temporale, quella con metodo geometrico decadrà.

### VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Il presente lavoro recepisce i vincoli di polizia idraulica come riportati nello studio per l'individuazione del Reticolo idrico minore redatto dallo Studio Associato Professione Ambiente nel settembre 2008.

Sulla tavola vengono riportati i corsi d'acqua con diverse colorazioni sulla base della appartenenza all'autorità competente per la gestione e alla fascia di rispetto a loro assegnata.

Si riporta stralcio della relazione relativa al RIM (parte normativa), art. 5: *"...Nella cartografia le diverse ampiezze delle fasce di rispetto sono individuate con segni grafici convenzionali, i quali rappresentano solo cartograficamente la fascia stessa, dovendosi necessariamente individuare le distanze minime da rispettare con misure dirette in sito..."*.

## 10. CARTA DI SINTESI

Sulla Carta di Sintesi sono rappresentati gli elementi di fragilità individuati nel territorio e descritti nei capitoli precedenti. Sono cartografate quindi tutte quelle situazioni areali o puntuali che sono caratterizzate da fragilità riferita alle diverse componenti ambientali (suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee) e che di conseguenza possono comportare delle limitazioni nell'uso del territorio, limitazioni delle quali è necessario tener conto nella stesura del Piano di Governo del Territorio.

### **Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico**

Sono individuate le aree caratterizzate da vulnerabilità molto alta delle acque di prima falda. Le stesse aree sono anche caratterizzate da bassa soggiacenza della prima falda, in quanto al loro interno si ritiene che la falda possa risalire nei primi due metri. Si tratta di aree delimitate o in base a segni di idromorfia presenti nei suoli, o a valori di soggiacenza rilevati in sito.

Sono riportate anche le aree caratterizzate da soggiacenza della falda compresa tra 2-e 5 m da p.c. per le quali la vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque alta.

Sono riportati tutti i fontanili censiti con il numero di riferimento.

È infine indicata una depressione di cava che è stata adibita negli anni '70 a discarica di R.S.U. e che successivamente è stata recuperata all'uso agricolo

### **Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche**

Le aree debolmente depresse corrispondenti a paleoalvei o comunque a depressioni connesse alle risorgive, sono caratterizzate, soprattutto in superficie, dalla locale prevalenza di depositi fini, depositi in zone rimaste paludose fino agli interventi di bonifica.

Sulla tavola di sintesi è riportata la delimitazione dell'Ambito Territoriale Estrattivo n. 18.

## **11. CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel territorio di Lograto di aree a differente sensibilità nei confronti delle problematiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche. Queste aree, sulla base delle limitazioni di tipo geologico in esse riscontrate, sono state attribuite a quattro classi e sono state cartografate nella CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV. 7 - scala 1:5.000).

All'interno di ciascuna classe sono presenti differenti situazioni (sottoclassi) che sono state distinte sulla carta in base al tipo di controindicazione o di limitazione alla modifica della destinazione d'uso. Laddove si verifica una sovrapposizione di due o più classi o sottoclassi, questa è indicata in carta. La descrizione delle classi, per maggiore chiarezza espositiva, è effettuata a partire dalla classe che presenta maggiori limitazioni.

### **CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI**

Questa classe comprende aree nelle quali sono state riscontrate gravi limitazioni per la modifica delle destinazioni d'uso del territorio.

#### **4 - Zona di tutela assoluta delle opere di captazione ad uso idropotabile**

La zona di tutela assoluta delle opere di captazione, prevista dal D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94), deve avere un'estensione di almeno 10 m di raggio e deve essere adeguatamente protetta ed adibita esclusivamente alle opere di captazione e a infrastrutture di servizio.

### **CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI**

All'interno delle aree definite in classe 3 andranno previsti, se necessario, interventi per la mitigazione del rischio.

#### **3a - Zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile.**

Per il pozzo ex Pama (PIP), dal momento che la pratica relativa alla delimitazione della zona di rispetto con criterio temporale è in via di approvazione, sulla tavola è stata riportata sia la zona di rispetto definita con criterio temporale (3a\*) che quella definita con metodo

geometrico (3b). Non appena sarà approvata la zona di rispetto con criterio temporale, quella con metodo geometrico decadrà.

Nella zona di rispetto valgono le prescrizioni contenute al comma 4 dell'art. 94 del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152.

L'attuazione degli interventi o delle attività elencate all'art.94 comma 5 del citato Decreto Legislativo (tra le quali edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, fognature, opere viarie, ferroviarie e in genere infrastrutture di servizio) entro le zone di rispetto, è subordinata all'applicazione delle *Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto*, contenute nella D.G.R. 10 aprile 2003 n.7/12693.

Nelle zone di rispetto dei pozzi è vietato l'inserimento di insediamenti produttivi che sono assoggettati alla disciplina di cui all'art.3 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n.4 per quanto concerne lo smaltimento delle acque di prima pioggia.

**3b - Area caratterizzata da vulnerabilità delle acque sotterranee molto alta e da bassa soggiacenza della falda**

La realizzazione di interventi è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che determini la quota di massimo piezometrico, che accerti la compatibilità dell'intervento stesso con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

**3c - Aree debolmente depresse corrispondenti a paleoalvei o comunque a depressioni connesse alle risorgive; sono presenti terreni con caratteristiche geotecniche localmente scadenti.**

La realizzazione di edifici è subordinata ad indagine geologica e geotecnica che verifichi la natura dei depositi presenti e valuti la compatibilità dell'intervento con le condizioni geologiche e idrogeologiche del sito.

**3d – Area pianeggianti con falda idrica a profondità generalmente comprese tra 2 e 5 m dal piano campagna; le caratteristiche geotecniche dei terreni sono buone; il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è alto.**

La realizzazione di interventi è subordinata all'effettuazione di un'indagine geologica, geotecnica e idrogeologica di dettaglio che valuti la possibile oscillazione del livello della falda e determini la quota di massimo piezometrico.

In caso di insediamenti potenzialmente idroinquinanti la relazione idrogeologica verificherà anche la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

**3e - Depressione di cava adibita negli anni '70 a discarica di R.S.U., successivamente recuperata all'uso agricolo**

La realizzazione di interventi è subordinata ad indagine geologica e geotecnica che verifichi la natura dei depositi presenti e valuti la compatibilità dell'intervento stesso.

**CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI**

**2 - Area pianeggianti nelle quali le caratteristiche geotecniche dei terreni sono buone e la falda idrica non interferisce con il suolo ed il primo sottosuolo (profondità > 5 m); il grado di vulnerabilità delle acque sotterranee è comunque alto.**

Non si evidenziano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

In tali aree va direttamente applicato quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

In caso di insediamenti potenzialmente idroinquinanti la relazione geologica e geotecnica da realizzare ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 verificherà anche la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, darà apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

**SISMICITÀ DEL TERRITORIO**

**Aree di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi da poco a mediamente addensati in superficie e localmente con coperture limoso-argillose-torbose potenzialmente soggette ad amplificazione sismica**

Nelle aree identificate da tale scenario, in fase di progettazione per tipologie edilizie con periodo proprio compreso tra 0,1 - 0,5 s, qualora l'indagine geologica-geotecnica (ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008) evidenzi la presenza di terreni riferibili alla categoria di sottosuolo B, si dovrà applicare lo spettro di norma riferito alla categoria di sottosuolo C o, in alternativa,

realizzare un approfondimento applicando l'analisi di 3° livello prevista dalla D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008 (all. 5) sulla base di dati sito-specifici.

Qualora, invece, si rinvenivano terreni ricadenti nelle altre categorie (C, D ed E), verrà utilizzato lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo di appartenenza.

**Per le fasce di rispetto del Reticolo Idrico Minore (riportato sulla Carta dei vincoli - Tav.5) si rimanda allo studio per l'individuazione del Reticolo Idrico Minore a cura dello Studio Associato Professione Ambiente, 2008.**

### **PROCEDURE PER L'APPLICAZIONE DELLA NORMATIVA GEOLOGICA**

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti) devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia della relazione geologica deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani Attuativi (l.r. 12/2005, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (l.r. 12/2005, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008).

## 12. CONCLUSIONI

Il Comune di Lograto è situato in corrispondenza del passaggio dalla alta alla media pianura che si verifica più o meno in corrispondenza della Sp n. 235.

Nelle aree situate più a nord, appartenenti all'alta pianura sono presenti suoli caratterizzati da buona produttività; i depositi sono prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e la falda acquifera è situata a profondità variabili da 8 a 3 m. Il sistema di irrigazione dipende sostanzialmente dalla Roggia Castrina e dal Vaso Baioncello, alimentati dal F. Oglio; la morfologia è piatta.

Nelle aree meridionali, appartenenti alla media pianura, i suoli sono caratterizzati da una produttività media o bassa; i depositi contengono una maggiore quantità di sabbia, oltre a lenti di materiale limoso-sabbioso. La falda è frequentemente situata nei primi due metri e sono presenti diversi fontanili che alimentano un fitto reticolo idrografico. La superficie topografica presenta alcune deboli depressioni prodotte in passato dall'azione erosiva delle acque che emergevano abbondanti dalle risorgive e che creavano zone paludose.

I fontanili possiedono un notevole interesse dal punto naturalistico, oltre che storico e paesaggistico, in quanto la costanza delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali tipiche. La loro importanza è accresciuta dal fatto che in pianura l'attività antropica negli ultimi decenni ha prodotto l'eliminazione della maggior parte degli ecosistemi naturali, con conseguente banalizzazione ecologica del territorio.

Per questi motivi si ritiene importante che vengano attivate iniziative tese alla salvaguardia e alla valorizzazione dei fontanili, nonché alla riqualificazione della vegetazione mediante integrazione delle modeste zone arborate esistenti e ricostituzione di lembi di vegetazione a macchia o a boschetto, utilizzando specie autoctone.

Sono stati censiti 14 fontanili che mostrano portate apprezzabili; essi si localizzano tutti in una fascia che si estende dalla località di Navate fino al Molino Carera, occupando quindi tutta la fascia centrale e meridionale del comune. Soltanto quelli situati più a sud presentano ancora un buon numero di emergenze e mostrano evidenze di manutenzione. Alcuni fontanili presentano aspetti naturalistici e paesaggistici di particolare interesse; tra questi vanno segnalati quelli posti nel settore sud del territorio comunale (n. 1, 2, 3, 6) che sono caratterizzati da un elevato numero di tubi infissi lungo tratti di corsi d'acqua che raggiungono lunghezze variabili tra 400 e 500 m.

I dati di tipo geotecnico relativi al comune di Lograto sono piuttosto scarsi. Tuttavia le caratteristiche geologiche consentono di affermare che i depositi fluvioglaciali presenti nel settore settentrionale e centrale del territorio comunale possiedono caratteristiche geotecniche generalmente buone, inferiormente alla copertura pedologica. Più a sud la graduale diminuzione della granulometria dei depositi permette di rinvenire più frequentemente, a profondità non elevate, lenti limose ed argillose frammiste ai depositi più grossolani, che diventano localmente sabbiosi. In corrispondenza delle depressioni legate alle risorgive possono essere presenti anche livelli torbosi.

Dal punto di vista idrogeologico è presente una falda acquifera con buona potenzialità contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi che si spingono fino a profondità sensibilmente variabili, comprese tra 60 metri nella parte settentrionale del territorio comunale e 30-35 metri nella parte centrale e meridionale. Le rare intercalazioni di materiali limoso-argillosi evidenziate dalle stratigrafie non sembrano possedere una continuità laterale tale da assicurare una protezione dei livelli acquiferi sottostanti nei confronti di eventuali agenti contaminanti provenienti dalla superficie.

Inferiormente ai depositi ghiaioso-sabbiosi si rinvengono livelli conglomeratici e successivamente depositi prevalentemente fini, costituiti da materiali prevalentemente limoso-sabbiosi o argillosi, con intercalazioni sabbiose o sabbioso-ghiaiose contenenti piccole falde semiconfiniate o confinate che risultano meglio protette nei confronti dell'inquinamento, ma che sono caratterizzate da bassa potenzialità

La falda acquifera si trova a circa 7-8 m di profondità dal piano campagna nella zona nord-occidentale del territorio comunale, fino a C.na Francesca e Colombara. Andando verso la parte centrale in cui rientra anche l'abitato di Lograto il livello statico risale fino a circa 3-5 metri dal piano campagna, mentre in corrispondenza della fascia meridionale che comprende le aree di emergenza dei fontanili la falda risulta più superficiale (0-2 m di profondità dal p.c.).

Il grado di vulnerabilità della falda è complessivamente alto; nel settore meridionale, laddove i suoli possiedono caratteristiche più scadenti e la falda acquifera è più vicina alla superficie del suolo, la vulnerabilità diventa molto alta. Di conseguenza lo sfruttamento a scopi idropotabili della falda freatica deve essere soggetto ad assidui controlli per permettere di verificare prontamente l'eventuale ingresso di sostanze inquinanti nella falda.

Si sottolinea inoltre che la salvaguardia della falda acquifera presuppone anche la tutela della qualità delle acque superficiali, in quanto i corsi d'acqua presenti nel territorio di Lograto sono più o meno direttamente in connessione con la falda freatica.

L'analisi degli scenari di pericolosità sismica locale ha permesso di definire gli areali all'interno dei quali le Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti risultano sufficienti o meno nella compensazione degli effetti di amplificazione sismica locale.

Per tutto il territorio sono fornite indicazioni relativamente agli approfondimenti di natura geologica, idrogeologica e sismica necessari per una corretta progettazione degli interventi urbanistici.

Si raccomanda comunque che su tutto il territorio comunale gli interventi contemplati dal P.G.T. siano preceduti da adeguate indagini geologiche di dettaglio, come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

Brescia, ottobre 2008

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli