

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	RICERCA STORICA E BIBLIOGRAFICA.....	5
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	7
4.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE .....	8
5.	PERICOLOSITÀ SISMICA .....	12
5.1.	Introduzione.....	12
5.2.	Zona sismica di appartenenza .....	12
5.3.	Carta della pericolosità sismica locale .....	14
5.4.	Applicazione del 2° livello .....	15
5.5.	Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello .....	19
6.	SISTEMA IDROGRAFICO.....	21
6.1.	Corsi d'acqua principali.....	21
6.2.	Aree periodicamente allagate .....	22
6.3.	I fontanili .....	23
7.	IDROGEOLOGIA .....	26
7.1.	Introduzione.....	26
7.2.	Caratteristiche idrogeologiche del territorio.....	26
7.3.	Caratteristiche delle falde acquifere.....	28
7.4.	Piezometria .....	28
7.5.	Fonti di approvvigionamento idrico pubblico .....	29
7.6.	Qualità delle acque sotterranee .....	30

7.7.	Vulnerabilità dell'acquifero .....	33
8.	CARTA DEI VINCOLI .....	37
9.	CARTA DI SINTESI.....	38
10.	CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	39
10.1.	Descrizione delle classi di fattibilità e norme geologiche di attuazione .....	39
10.2.	Procedure per l'applicazione della normativa geologica.....	42
10.3.	Sismicità del territorio .....	42
10.4.	Aree di salvaguardia del pozzo .....	43
11.	CONCLUSIONI .....	44

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione viene definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio di Mairano 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 del territorio comunale* prodotto nel 2001 (Ziliani L.), opportunamente integrati con gli approfondimenti richiesti dalle direttive allegate alla D.G.R. 22/12/2005 n.8/1566 e alla D.G.R. 28 maggio 2008 n.8/7374.

I dati di tipo geologico e geomorfologico, aggiornati al 2010, hanno portato alla stesura della CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV. 1). Questo elaborato illustra i terreni presenti nel territorio comunale, nonché le forme ed i processi geomorfologici più significativi ai fini della valutazione della pericolosità indotta da fenomeni di tipo geologico.

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del territorio nell'ambito del P.G.T. è finalizzato soprattutto alla tutela delle risorse idriche sotterranee ed in particolare di quelle captate dall'acquedotto comunale. E' stata raccolta la documentazione relativa ai pozzi per acqua sia privati che pubblici, presenti nel territorio comunale. Le stratigrafie dei pozzi hanno permesso di tracciare due sezioni idrogeologiche al fine di illustrare la struttura sepolta del territorio.

I dati di tipo idrogeologico sono riportati sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2). Su questo elaborato è stato riportato il reticolo idrico principale e

minore, così come contenuto nello *Studio del reticolo idrico minore*, predisposto dallo Studio Associato Professione Ambiente.

Ai sensi delle delibere citate il Comune di Mairano 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. 3) ed è stato applicato il 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. 4) che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico e della CARTA DI SINTESI (TAV. 5) che propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico.

Sulla base dei dati raccolti ed elaborati è stata redatta la CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO (TAV. 6) 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 E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:10.000;

TAV. 3: CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE – scala 1:10.000;

TAV. 4: CARTA DEI VINCOLI – scala 1:10.000;

TAV. 5: CARTA DI SINTESI – scala 1:5.000;

TAV. 6: 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

- A.A.V.V. (1989) - *Il rischio sismico nel bresciano. Elementi per una valutazione*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- 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;
- 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.
- ARPA - Dipartimento di Brescia (2006) - *Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Studio idrogeologico della pianura bresciana*.
- BARONI C. & CREMASCHI M. – *Caratteri geologici, geomorfologici e neotettonici dei rilievi isolati dell'alta pianura bresciana* (Volume ENEL).
- 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., 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.
- DENTI E., LAUZI S., SALA P., SCESI L. (1988) - *Studio idrogeologico della Pianura Bresciana tra i fiumi Oglio e Chiese*. Studi idrogeologici sulla Pianura Padana, Milano.
- DESIO A. (1965) - *I rilievi isolati della pianura lombarda ed i movimenti tettonici del Quaternario*. Rendiconti dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, vol. 99.
- REGIONE LOMBARDIA (2001) - *Piano Territoriale Paesistico Regionale* – B.U. Regione Lombardia n. 32 – Milano.
- SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1990) - *Carta Geologica della Regione Lombardia in scala 1:250.000* – Milano.
- STUDIO ASSOCIATO PROFESSIONE AMBIENTE (2005) - *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*. Committ.: Comune di Mairano.
- ZILIANI L. (1989) – *Carta delle unità di paesaggio territoriali - scala 1:25.000*, Studi preliminari del Piano Territoriale Paesistico della Provincia di Brescia.
- 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) - *Relazione Geologica allegata alla Variante al Piano Regolatore Generale di Mairano*. Committ.: Comune di Mairano.
- 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. (2001) - *Studio geologico del territorio comunale di Mairano*.
- ZILIANI L., QUASSOLI G. (2008) - *Componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. di Lograto*. Committ.: Comune di Lograto.

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il comune di Mairano è inserito nel settore della pianura bresciana centrale ed occupa una superficie di 11,34 km<sup>2</sup>.

Partendo da nord e procedendo in senso orario, i comuni confinanti sono: Lograto, Azzano Mella, Dello, Longhena, Brandico e Maclodio.

Il territorio comunale è sviluppato in senso N-S e presenta una morfologia subpianeggiante con quote comprese tra 105,9 nella porzione settentrionale e 89,1 in quella meridionale.

La superficie topografica degrada debolmente verso sud con una pendenza media pari al 3%.

## 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1 Descrizione delle unità litologico-morfologiche

Le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio comunale di Mairano sono illustrate dalla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) in scala 1:10000.

Lo studio è stato condotto partendo dalle informazioni contenute nella bibliografia, integrate dalla lettura delle fotografie aeree e da rilievi di campagna.

La maggior parte del territorio di Mairano è costituita da **depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene superiore** che formano il livello fondamentale della pianura a sud della linea delle risorgive. Essi sono costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie con intercalazioni sabbioso-limose o limoso-argillose.

Presentano una struttura a grosse lenti caratterizzate da differente granulometria. Quest'ultima è piuttosto variabile in conseguenza dell'azione delle acque superficiali che nel corso delle ultime migliaia di anni hanno divagato in questo settore di pianura, rielaborando i materiali precedentemente depositi.

Nella CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1) i depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene superiore sono stati distinti in due unità geomorfologiche.

Si riconoscono, infatti, alcune aree caratterizzate da materiali più fini, leggermente ribassate rispetto al livello fondamentale della pianura che in genere sono state occupate da paludi anche fino agli inizi di questo secolo (fg2<sup>d</sup> in Tav. 1). Solitamente esse corrispondono ad antichi alvei abbandonati e spesso sono tuttora sede di seriole o di vasi irrigui.

La tendenza al ristagno delle acque ha condizionato l'evoluzione dei suoli che sono solitamente poco profondi, neri o grigiastri, con frequenti orizzonti torbosi sepolti; il drenaggio è molto lento a causa della falda acquifera molto vicina al piano campagna e di conseguenza generalmente tali suoli presentano un valore produttivo e protettivo basso.

Adiacenti alle aree debolmente ribassate si trovano le aree stabili di poco più rilevate che presentano deboli tracce di erosione dovuta al passaggio di deflussi superficiali (fg2<sup>s</sup> in Tav. 1). I suoli di queste aree sono in genere moderatamente profondi, caratterizzati da un drenaggio da buono a mediocre e presentano solitamente caratteristiche buone dal punto di vista sia produttivo che protettivo nei confronti delle acque sotterranee.



Si sottolinea che le indicazioni relative ai suoli sono ricavate dalla bibliografia e dalle informazioni a carattere geomorfologico rilevate.

Nel comune di Mairano è presente un lembo di pianura più antica, rappresentato dal dosso di Pievedizio, sopraelevato di pochi metri rispetto alla pianura circostante e allungato in senso WNW-ESE. Questo debole rilievo è costituito da **depositi alluvionali riferibili al Pleistocene medio** (fg1 in Tav.1) ed è legato ad un sollevamento del substrato sepolto di età pleistocenica, dovuto a cause tettoniche.

Questo sollevamento interessa buona parte del settore centrale della pianura bresciana, dove ha dato origine ad una serie di rilievi lungo un allineamento ENE-WSW (rilievi di Ciliverghe, Castenedolo, M.Netto e Pievedizio).

I depositi che costituiscono l'ossatura del dosso di Pievedizio sono formati prevalentemente da ghiaie coperte da materiali fini che possono raggiungere uno spessore di diversi metri e che sono costituiti da lembi di suolo policiclico in parte alterato e discontinue coperture di loess (deposito eolico di colore biancastro o giallastro, se argillificato). I depositi alluvionali ghiaiosi sono probabilmente correlabili con quelli analoghi del Colle di Capriano.

## 4.2 Caratteristiche geotecniche dei terreni

I dati relativi alle caratteristiche geotecniche dei terreni nel territorio comunale di Mairano sono piuttosto scarsi.

Nell'archivio dell'Ufficio Tecnico è consultabile una relazione geotecnica compilata per la costruzione della palestra polivalente, ad ovest del cimitero, dallo Studio Tecnico Geologico del Dott. Leonardo Poli nel luglio 1994. Sulla base dei risultati ottenuti da 6 prove penetrometriche dinamiche SCPT è stata ipotizzata la presenza di un deposito sabbioso-ghiaioso, a partire da una profondità di circa 2-3 m dal piano campagna (ed almeno fino ad una profondità di 9-10,5 m), con grado di addensamento buono e con valori alti di resistenza. Questi depositi sono ricoperti da una coltre superficiale più fine che presenta caratteristiche geotecniche anche molto scadenti.

Tenendo conto delle caratteristiche geologiche del territorio comunale, descritte nel paragrafo precedente, è probabile che anche nel resto del territorio i depositi, inferiormente alla copertura superficiale fine, possiedano generalmente caratteristiche geotecniche piuttosto buone. Sono infatti costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose o sabbie ghiaiose.

In base ai dati bibliografici e a quelli raccolti in occasione di indagini effettuate dal nostro studio nei territori limitrofi, ai depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene superiore possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici:

**Principali caratteristiche dei depositi fluviali e fluvioglaciali del Pleistocene superiore**

$D_r$	> 60%	Densità relativa
$\phi$	35°-38°	Angolo di resistenza al taglio
$\gamma_n$	18 kN/m <sup>3</sup>	Peso naturale del terreno
$c'$	0	Coesione

In corrispondenza del dosso di Pievedizio, costituito da depositi alluvionali del Pleistocene medio, la copertura pedologica fine (limoso-sabbioso-argillosa) con caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti è potente diversi metri. Inferiormente sono presenti depositi ghiaioso-sabbiosi con caratteristiche simili a quelle riportate nella Tabella 1.

I giudizi relativi alle caratteristiche geotecniche dei terreni espressi nel presente paragrafo sono indicativi del comportamento medio del litotipo e non possono quindi sostituire indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 14 gennaio 2008) per la realizzazione di interventi specifici sul territorio; permettono tuttavia di esprimere una valutazione di massima sull'area e di programmare le indagini geotecniche più opportune in relazione alle caratteristiche litologiche.

La falda freatica è presente a limitata profondità e localmente interferisce con il suolo ed il primo sottosuolo.

### 4.3. Caratteristiche geomorfologiche

Nel territorio di Mairano si riconoscono due unità morfologiche: la piana fluviale e fluvioglaciale che costituisce il livello fondamentale della pianura ed il dosso di Pievedizio

**La piana fluviale e fluvioglaciale** presenta una morfologia debolmente ondulata dovuta all'azione delle acque degli scaricatori fluvioglaciali provenienti dall'anfiteatro morenico sebino e da quelle che emergevano in corrispondenza delle risorgive. Tali acque hanno

lasciato tracce di una fitta rete di paleoalvei che si evidenziano come ondulazioni del terreno, permettendo di distinguere zone leggermente più alte, assimilabili al livello fondamentale della pianura, da altre di poco ribassate.

Il **dosso di Pievedizio** costituisce un lembo di pianura più antica rispetto a quella circostante ed è sopraelevato di pochi metri. Il margine settentrionale è delimitato da una scarpata, mentre gli altri sono caratterizzati da un progressivo inclinarsi della superficie morfologica verso la pianura circostante.

## **5. PERICOLOSITÀ SISMICA**

### **5.1. Introduzione**

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

La sismicità crostale rappresenta la maggior parte dell'attività sismica registrata dalla Rete Sismica Nazionale Centralizzata gestita da INGV (Istituto Nazionale di Sismica e vulcanologia).

In particolare 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**

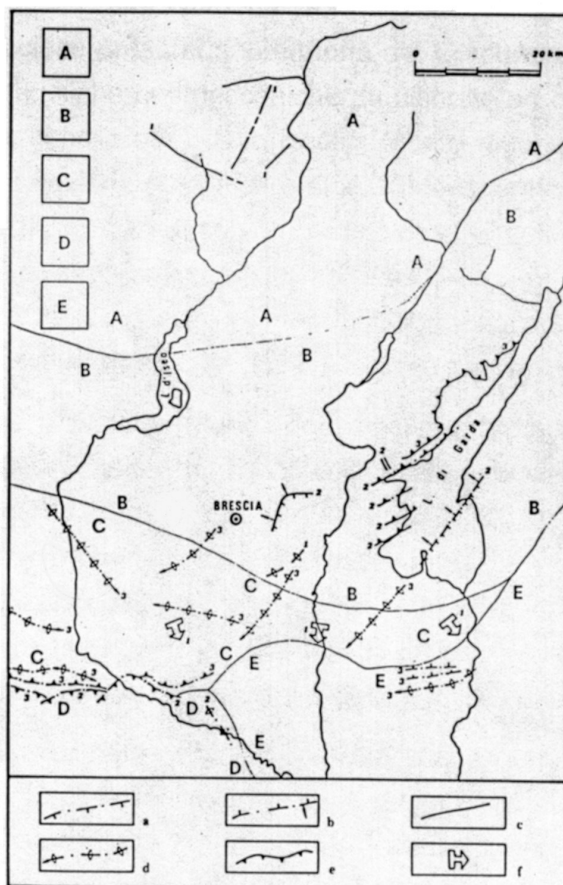
Con l'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" vengono individuate le nuove zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli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

**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

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 tabella seguente (Tab. 1).

<b>Sigla</b>	<b>Scenari di pericolosità sismica locale</b>	<b>Effetti</b>
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**

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili al seguente scenario, rappresentato sulla Carta di della pericolosità sismica locale.

#### **Amplificazione litologica**

- Z4a - Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi generalmente ben addensati;
- Z4a - 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.

Per gli scenari di pericolosità sismica individuati si rende 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**

##### **Amplificazione litologica**

L'applicazione del 2° livello di approfondimento richiede la conoscenza di alcuni parametri, tra i quali l'andamento della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s, nonché lo spessore e la velocità di ciascun sismostrato.

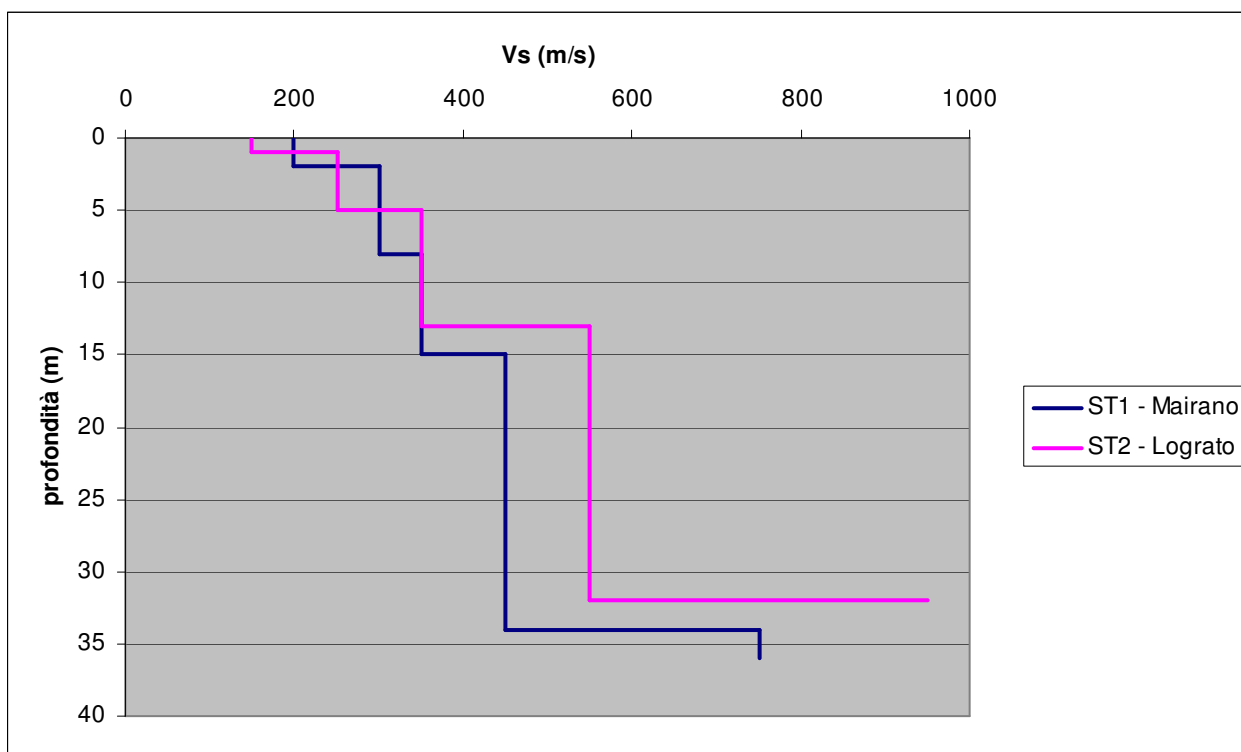
I dati utilizzati per la ricostruzione del modello geofisico inerenti i vari scenari identificati sono stati ricavati da indagini geofisiche eseguite opportunamente in aree considerate significative e da dati bibliografici disponibili presso gli uffici tecnici di Comuni limitrofi.

Le indagini hanno previsto l'esecuzione di uno stendimento di sismica a rifrazione ubicato a nord del centro abitato di Mairano, in località Ghizzole (ST1 – Mairano); è stato inoltre considerato uno stendimento eseguito in Comune di Lograto (ST2 – Lograto) in occasione della stesura dello studio geologico per il PGT.

Lungo i due stendimenti realizzati è stata effettuata una indagine di sismica a rifrazione con onde di volume Vp e Vs;

Trattandosi di dati geofisici diretti a questi viene assegnato un grado di attendibilità alto.

Il grafico riportato di seguito illustra l'andamento medio delle Vs con la profondità per le due indagini considerate.



### **ST1 - Mairano**

In base ai valori delle onde di taglio (Vs) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" ( $Vs_{30} = 362\div 378$  m/s), al limite con la C "Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti".

La variabilità dei terreni ha portato all'identificazione di 4 modelli geofisici monodimensionali.

Di seguito si riassumono i principali parametri che caratterizzano i modelli geofisici individuati:



Modello 1		Modello 2		Modello 3		Modello 4	
S (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	S (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	S (m)	V <sub>s</sub> (m/s)	S (m)	V <sub>s</sub> (m/s)
8	300	3	250	2	200	3	250
14	400	4	300	6	300	2	300
14	450	7	350	7	350	19	350
		20	450	19	450	4	600
		2	750	2	750	8	750
V <sub>s30</sub> = 378 m/s		V <sub>s30</sub> = 371 m/s		V <sub>s30</sub> = 362 m/s		V <sub>s30</sub> = 365 m/s	
Suolo di categoria B al limite con la C (D.M. 14.09.2005)							

Di seguito si riportano i valori del periodo proprio dei depositi calcolati per ogni modello:

Modelli 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4
T = 0.370 s	T = 0.358 s	T = 0.362 s	T = 0.330 s

La scheda litologica che meglio si adatta alle caratteristiche geofisiche del modello individuato è quella sabbiosa; la curva da utilizzare sulla base del valore di V<sub>s</sub> dello strato superficiale è la numero due.

In base ai valori di periodo calcolati (T compreso tra 0.330 e 0.370 s) ed inseriti nell'abaco della scheda scelta il fattore di amplificazione risulta Fa = 1.7 nell'intervallo 0.1-0.5 s e Fa = 1.6 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 Mairano per la categoria di sottosuolo B.

Modello	0.1-0.5 s		0.5-1.5 s	
	Fa abaco	Soglia norma	Fa abaco	Soglia norma
1 - 2 - 3 - 4	1.7	1.4	1.6	1.7

Il confronto mostra come il valore di Fa ottenuto dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s, risulti maggiore del valore di soglia per la categoria di sottosuolo identificata.

L'applicazione dello spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s, risulta insufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Al contrario, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.5-1.5 s, lo spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B risulta sufficiente.

Quindi, in fase di progettazione, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s, sarà necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (Categoria C).

### **ST2 - Lograto**

In base ai valori delle onde di taglio ( $V_s$ ) ricavati, ai terreni ricompresi nell'area di studio è possibile assegnare una categoria di sottosuolo B "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti" ( $V_{s30} = 393$  m/s).

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

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

<b>Unità geofisica</b>	<b>Profondità (m da p.c.)</b>	<b><math>V_s</math> (m/s)</b>	<b>Litologia</b>
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 ricavato (variazione delle onde di taglio  $V_s$  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  $F_a = 1.7$  nell'intervallo 0.1-0.5 s e  $F_a = 1.4$  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 Mairano 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	1.4	1.7

Il confronto mostra come il valore di Fa ottenuto dalla procedura contenuta nell'allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s, risulti maggiore del valore di soglia per la categoria di sottosuolo identificata.

L'applicazione dello spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s, risulta insufficiente a tenere in considerazione i reali effetti di amplificazione litologica.

Al contrario, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.5-1.5 s, lo spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B risulta sufficiente.

Quindi, in fase di progettazione, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s, sarà necessario o effettuare analisi più approfondite (3° livello) o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di sottosuolo superiore (Categoria C).

## 5.5. Conclusioni dell'analisi sismica di 2° livello

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per tutto il territorio di Mairano l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) non risulta sufficiente per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Su tutto il territorio quindi, 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.

Al contrario, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.5-1.5 s, lo spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B risulta sufficiente.

## 6. SISTEMA IDROGRAFICO

### 6.1. Corsi d'acqua principali

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2), è riportato il reticolo idrico principale e minore, tratto dallo studio *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* (Studio Associato Professione Ambiente, 2005).

Il reticolo idrografico che attraversa il comune di Mairano è caratterizzato da diversi corsi d'acqua con direzione di flusso prevalente N-S e NNW-SSE, e da una fitta rete di vasi colatori e di fossi irrigui.

In buona parte la rete idrografica è legata alla bonifica delle paludi Biscia, Chiodo e Prandona, realizzata tra il 1924 e il 1928. 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 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.

La bonifica venne attuata fundamentalmente 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.

La rete idrografica che interessa il territorio di Mairano è rappresentata sia sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA ( TAV. 1), sia sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2); i corsi d'acqua più significativi, procedendo da ovest verso est, sono i seguenti:

- il Vaso Ariazzolo Morgola (che segue quasi interamente il confine con il comune di Brandico);
- il Vaso Calina (che passa per un breve tratto lungo il confine con il comune di Longhena);
- il Vaso Conta;
- il Vaso Gattinardo (che attraversa l'abitato di Mairano);

- il Vaso Pisardo o Pezzarda;
- il Vaso Bellettina (che passa per Pievedizio)
- la Seriola Molina ;
- il Vaso Pola;
- lo Scolo Fossadone;
- il Vaso Quinzanella (che costeggia la strada provinciale n. 9 Brescia-Quinzano).

La maggior parte di questi corsi d'acqua è alimentata da risorgive o fontanili posti nei comuni di Maclodio, Lograto, Torbole Casaglia e Azzano Mella.

## **6.2. Aree periodicamente allagate**

In occasione di precipitazioni intense si verificano nel comune di Mairano allagamenti a causa della tracimazione di alcuni corsi d'acqua. Le aree periodicamente allagate sono riportate sulla CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA (TAV.1). Particolare attenzione è stata posta soprattutto nella delimitazione delle aree allagate nel centro abitato, basandosi su dati messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico.

Il punto più critico si trova in corrispondenza del ponte in cui il vaso Gattinardo, che proviene da un fontanile molto produttivo ubicato a Lograto, è incanalato in due rami coperti, e attraversa il paese in senso longitudinale, per poi ricomparire più sotto (un ramo verso C.na Tesette e l'altro a sud dell'abitato).

L'allagamento è causato dalla sezione troppo ridotta dei due canali per la portata di acqua che defluisce durante gli intensi fenomeni piovosi. Recentemente è stato realizzato uno scolmatore a monte del paese, in modo da ridurre la portata del vaso. La situazione è migliorata rispetto al passato, anche se permane un'area esondabile che coinvolge il deposito di granoturco adiacente al ponte dove avviene la tracimazione del Gattinardo. L'acqua quindi si incanala lungo via G. Zanardelli.

Il Vaso Gattinardo presenta problemi di esondazione anche poco più a monte, in corrispondenza dell'attraversamento della strada vicinale delle Brede Basse. Il corso d'acqua infatti deve percorrere, per sottopassare la strada, una sorta di sifone dotato però di una sezione insufficiente. Tale situazione causa l'allagamento dei campi posti a nord della strada e della strada stessa.

Inoltre, in corrispondenza dell'incrocio tra il Vaso Gattinardo e la Roggia Pisarda, in occasione di intensi fenomeni piovosi, quest'ultima tracimando va ad aumentare la portata del Gattinardo. La tracimazione è probabilmente dovuta all'insufficiente sezione del canale in cui scorre la Roggia Pisarda per superare il Gattinardo.

Un'altra zona di allagamento è localizzata in via G. Matteotti, lungo la strada ed in alcune abitazioni poste sui lati della stessa. La causa in questo caso non è dovuta alla tracimazione di un corso d'acqua, ma agli scarichi fognari delle acque bianche che, non riuscendo a immettersi nei fossi di scolo già troppo pieni, rigurgitano fuoriuscendo dai tombini stessi.

Situazione analoga si verifica in via A. Gramsci dove dai tombini esce acqua che si riversa nei cortili delle case che sono leggermente ribassate rispetto al piano stradale.

Un altro corso d'acqua che può creare problemi è il Vaso Pisardo o Pezzarda, che proviene da acque di fontanile situato sul confine Lograto-Maclodio e scende verso sud attraversando l'abitato non a cielo aperto. Anche se fino ad ora non sono state segnalate situazioni di particolare rischio di allagamento, in corrispondenza degli incanalamenti e delle fuoriuscite in superficie del corso d'acqua, possono verificarsi allagamenti della sede stradale e delle aree immediatamente adiacenti al canale, in quanto la sezione dell'alveo è molto ridotta, considerando che in esso vengono convogliati anche gli scarichi fognari delle acque bianche.

Anche la frazione di Pievedizio è interessata da allagamenti, provocati dalla fuoriuscita del Vaso Bellettina in corrispondenza dell'incanalamento dello stesso al di sotto della strada che collega Mairano a Pievedizio.

### **6.3. 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 bresciana in senso trasversale, risalendo verso nord in corrispondenza del Fiume Mella.

La genesi delle risorgive è da collegarsi al passaggio dai depositi prevalentemente ghiaiosi che costituiscono l'alta pianura a quelli ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni limose ed argillose presenti nella media pianura. La diminuzione della granulometria e quindi della permeabilità dell'acquifero superficiale induce l'avvicinamento al piano campagna del livello freatico che viene intersecato in corrispondenza di depressioni o cavità artificiali, determinando l'emergenza delle acque di falda.

Un fontanile è composto da una testa che può avere varie forme e che generalmente è costituita da uno scavo profondo fino a 3-4 m rispetto al piano campagna. La testa delimita la zona all'interno della quale sono infissi tubi che possono essere spinti nel sottosuolo fino a profondità di 5-10 m e che facilitano la risalita dell'acqua, essendo in grado di intercettare filetti idrici più profondi e dotati di carico idraulico maggiore. L'acqua viene raccolta in un canale, detto asta del fontanile.

I fontanili sono caratterizzati da portate piuttosto costanti con massimi in corrispondenza dei periodi con piovosità più elevata o di irrigazione intensiva; nel corso degli ultimi anni si è assistito nel territorio bresciano, come in altre zone, al prosciugamento dei fontanili situati più a nord e comunque ad una sensibile diminuzione delle portate. La causa del fenomeno va ricercata nel generale abbassamento del livello piezometrico della falda acquifera superficiale, conseguente al forte aumento dell'entità degli emungimenti effettuati dai pozzi, realizzati per far fronte al crescente fabbisogno idrico.

I fontanili continuano, comunque, a rivestire un notevole interesse dal punto di vista naturalistico, oltre che idrogeologico, in relazione alla costanza delle condizioni chimiche e fisiche delle acque che assicura le condizioni ideali per lo sviluppo di associazioni vegetali e animali caratteristiche. Per questo si ritiene importante che vengano attivate iniziative tese alla loro salvaguardia e valorizzazione.

Recentemente il Consorzio di Bonifica Biscia, Chiodo e Prandona ha effettuato interventi volti al recupero, alla salvaguardia ed al miglioramento dei fontanili.

Sulla Carta Idrogeologica e del sistema idrografico (TAV.2) sono indicati i fontanili presenti nel territorio comunale ed in quello ad esso limitrofo. Come si può osservare i fontanili sono ubicati nella porzione settentrionale del territorio comunale, al confine con Maclodio, Lograto e Azzano Mella.

I fontanili censiti nel territorio comunale sono tre:

**1) Fontanile in località Villa Emma.** È situato all'interno della Roggia Alta Molina. Si distinguono due zone: la prima, vicino a Villa Emma, presenta solo due tubi infissi, mentre la seconda prende inizio da un punto poco più a sud, dove l'alveo si approfondisce di 1-2 m, ed è caratterizzata da numerosi tubi infissi posti ai lati del canale. I tubi presentano tutti portate elevate e rimangono attivi tutto l'anno, ad eccezione dei due tubi posti più a monte che tendono ad estinguersi nella stagione estiva.



**2) Fontanile in località C.na Prandonina.** Il fontanile è quasi completamente situato in Comune di Lograto, lungo la Roggia Bellettina Alta.

**3) Fontanile a sud di C.na Lame.** Anche questo fontanile è ubicato in buona parte in Comune di Lograto. I tubi sono situati nella Roggia Bellettina Bassa.

A ovest del centro edificato di Mairano si origina il **Vaso Conta**: il canale, dal quale emerge acqua dal fondo e dalle sponde, è presumibilmente stato scavato per bonificare i terreni circostanti. La testata di questa **risorgiva**, priva di tubi infissi, è profonda circa 3 m rispetto al piano campagna ed ha una forma lineare.

## 7. IDROGEOLOGIA

### 7.1. Introduzione

L'indagine idrogeologica è stata condotta attraverso una prima fase di raccolta dei dati esistenti riguardanti i pozzi pubblici e privati localizzati nel territorio comunale. Sono stati inoltre utilizzati i dati raccolti dal nostro studio per la redazione degli studi geologici per i comuni di Lograto, Dello e Azzano Mella. L'elenco dei pozzi con i relativi dati tecnici è riportato nelle tabelle allegate.

Le stratigrafie dei pozzi, allegate a fine relazione, hanno permesso di tracciare due sezioni che illustrano la struttura idrogeologica del sottosuolo.

I dati relativi all'indagine idrogeologica sono riportati sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV.2), realizzata in scala 1:10.000, al fine di illustrare le caratteristiche idrogeologiche nell'ambito di un territorio più vasto di quello comunale.

### 7.2. Caratteristiche idrogeologiche del territorio

In superficie, nel territorio rappresentato nella Carta Idrogeologica, sono riconoscibili due unità idrogeologiche:

**1) Unità ghiaioso-sabbiosa a permeabilità elevata.** Affiora all'estremità nord-occidentale della Tav.2 (individuata dalla sigla "a"), in comune di Lograto e corrisponde ai depositi fluvio-glaciali dell'alta pianura (Pleistocene superiore), costituiti prevalentemente da ghiaie sabbiose con ciottoli. La capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, in generale, è media.

**2) Unità ghiaioso-sabbiosa, subordinatamente sabbioso-ghiaiosa, con intercalazioni sabbioso-limose o limoso-argillose a permeabilità alta o medio-alta.** È estesa su tutto il resto del territorio studiato e comprende i depositi alluvionali sia del Pleistocene medio che del Pleistocene superiore (individuata in TAV.2 dalla sigla "m"). Rispetto all'unità precedente si rileva una diminuzione granulometrica dei depositi ed un incremento delle intercalazioni fini.

All'interno di questa unità si possono distinguere tre sottounità in base alle coperture che influenzano la vulnerabilità delle acque sotterranee. Sono quindi distinte in carta:

- aree caratterizzate da protettività dei suoli elevata: si tratta del Dosso di Pievedizio che si distingue per la presenza di una coltre di materiali limoso-argillosi potente alcuni metri (m1);
- aree a protettività dei suoli in generale media: corrispondono alle aree stabili o debolmente ondulate (m2);
- aree a protettività dei suoli generalmente bassa: si tratta delle aree debolmente depresse (m3).

Le due unità idrogeologiche sopra descritte costituiscono un corpo superficiale caratterizzato da valori di permeabilità decrescenti da nord verso sud, variabili da elevati a medio-alti.

Lo spessore di questo corpo varia da circa 50 metri nella parte settentrionale del territorio comunale (vedi stratigrafia pozzo M10a) a 30 metri nella parte centrale e meridionale (vedi stratigrafia pozzo M1).

Alla base di questa unità sono generalmente presenti conglomerati con intercalazioni di sabbie e rare ghiaie.

Più in profondità si trova l'**unità Villafranchiana costituita da depositi sabbiosi, limosi e argillosi con intercalazioni di materiali più grossolani**, di origine continentale e marina. Non sempre si ritrovano questi depositi nelle stratigrafie disponibili dei pozzi nel comune di Mairano, in quanto le perforazioni raggiungono spesso profondità molto ridotte, come nei pozzi M3, M4, M5, M6.

L'unità limoso-argillosa Villafranchiana non si rinviene mai in affioramento, ma dalle stratigrafie dei pozzi perforati nella zona è possibile notare come essa subisca un notevole sollevamento in corrispondenza dell'allineamento tra il rilievo del M.te Netto ed il dosso di Pievedizio. Questo fenomeno di origine tettonica ha condizionato le fasi successive di deposizione, come indicato dagli spessori più esigui degli orizzonti fluvioglaciali soprastanti, che possono essere limitati anche a soli 25-30 metri.

Nella **sezione idrogeologica A-A'** (allegata a fine relazione) che attraversa il territorio comunale da nord a sud è possibile notare come i materiali fini che costituiscono l'unità Villafranchiana subiscano un marcato sollevamento in corrispondenza del dosso di Pievedizio, limitando in modo significativo lo spessore dell'acquifero soprastante.

Dalla sezione citata è possibile notare anche la posizione dei tratti filtranti, che spesso sono posizionati sia nella parte inferiore dell'unità superficiale, sede dell'acquifero più produttivo, sia negli orizzonti più grossolani compresi all'interno dell'unità Villafranchiana, come nel caso del pozzo pubblico M1.

La **sezione B-B'** attraversa il territorio comunale in senso est-ovest all'altezza di Pievedizio. Come si può osservare lo spessore dell'unità acquifera superficiale è piuttosto ridotto a causa del sollevamento dei sedimenti limoso-argillosi dell'unità Villafranchiana.

### 7.3. Caratteristiche delle falde acquifere

L'unità ghiaioso-sabbiosa superficiale contiene una **falda libera** che presenta buone potenzialità idriche per l'elevata permeabilità che caratterizza i materiali che la costituiscono.

In profondità gli orizzonti poroso-permeabili contenuti nell'unità Villafranchiana sono sede di **falde confinate o semiconfinate**, generalmente caratterizzate da potenzialità mediocre. Come già detto, infatti, i materiali che li costituiscono sono prevalentemente fini e perciò caratterizzati da bassi valori di permeabilità e trasmissività. Le lenti di materiali grossolani talora presenti non hanno in genere 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 ferro e idrogeno solforato.

Dalle stratigrafie è possibile notare anche la posizione dei tratti fenestrati dai quali si emunge l'acqua: nella maggioranza dei casi i filtri sono posizionati nella parte inferiore dell'unità superficiale sede dell'acquifero più produttivo, oppure si ha lo sfruttamento degli orizzonti più grossolani dell'unità Villafranchiana, più protetti rispetto all'acquifero superficiale.

### 7.4. Piezometria

L'andamento della superficie piezometrica riportato sulla Carta Idrogeologica è stato elaborato tenendo conto dei dati rilevati dal nostro studio nei pozzi pubblici e privati dei comuni di Lograto (luglio-agosto 1995) e Azzano Mella (ottobre 1995), nonché nei pozzi

pubblici della pianura bresciana in occasione della redazione del "Progetto di monitoraggio delle acque sotterranee" della Provincia di Brescia (ottobre 1996). I dati piezometrici rilevati sono riportati nelle Tabelle 2, 3, 4 e 5.

La quota della falda s.l.m., nel territorio di Mairano, presenta un dislivello di circa 16 m, andando dai 102 m s.l.m. nella zona settentrionale agli 86 m s.l.m. nella porzione più a sud, per un'estensione di circa 6 Km.

La direzione principale di deflusso è abbastanza uniforme in tutto il territorio comunale ed è diretta verso S-SE. Nella porzione orientale del territorio ruota verso SE, in quanto la superficie piezometrica risente dell'effetto drenante del Fiume Mella. La cadente piezometrica è compresa tra lo 0,2 e lo 0,3%.

La piezometria riportata in Tav.2 è in accordo con quella riportata sulla Carta piezometrica elaborata da ARPA - Dipartimento di Brescia, relativa a rilievi effettuati nel luglio 2006.

La falda acquifera si trova a circa 1,0-2,0 m di profondità dal piano campagna nella zona settentrionale, che comprende i pozzi M10, i fontanili ed il pozzo M7, nonché nelle zone debolmente depresse indicate nella Tav.2. In corrispondenza delle aree debolmente rilevate, come pure a Pievedizio, il livello statico si approfondisce oltre i 3 m dal piano campagna, fino a raggiungere anche 8 metri dal p.c. (pozzi M2, M3, M5, M6).

### **7.5. Fonti di approvvigionamento idrico pubblico**

L'acquedotto comunale è alimentato da un pozzo (M1 in TAV.2) situato lungo la strada comunale che collega Brandico a Mairano, pozzo che alimenta anche gli acquedotti di Brandico e di Longhena.

Come desumibile dalla stratigrafia allegata, il pozzo capta sia la porzione inferiore della falda libera (filtro tra 30,58 e 35,00 m di profondità, in corrispondenza di sabbia con ghiaia), sia due livelli acquiferi confinati contenuti nell'unità Villafranchiana (filtri tra 59,00 - 63,00 m e tra 84,00 e 93,00 m di profondità, in corrispondenza di livelli sabbiosi).

I pozzi privati sono per la maggior parte utilizzati a scopo irriguo, poichè l'acquedotto comunale si è esteso negli ultimi tempi alla quasi totalità delle abitazioni. Restano esclusi i cascinali di campagna, dove i pozzi esistenti vengono utilizzati anche per l'approvvigionamento di acqua a scopo idropotabile.

Nelle tabelle 2, 3, 4 e 5 sono indicati i pozzi ubicati in TAV.2, situati nel territorio di Mairano ed in quello ad esso limitrofo; sono inoltre riportati i dati riguardanti le caratteristiche costruttive e idrauliche.

### 7.6. Qualità delle acque sotterranee

Per valutare la qualità delle acque sotterranee sono stati utilizzati i dati chimici riguardanti le acque distribuite dall'acquedotto pubblico, provenienti dal pozzo M1, riferiti sia al periodo 1999 – 2001 (già elaborati nello *Studio geologico del territorio comunale* del 2001), sia al periodo dicembre 2006 – giugno 2009, messi a disposizione dall'Ufficio Tecnico.

Nella Tabella seguente sono riportati i valori massimi e minimi per i parametri chimici più significativi rilevati, con l'indicazione del valore limite previsto dal D.lgs. 31/2001, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano.

**Tabella 6 - Pozzo alimentante l'acquedotto civico di Mairano, Brandico e Longhena**

<b>Parametro</b>	<b>valore max.</b>	<b>valore min.</b>	<b>n° analisi</b>	<b>Valore limite Dlgs. 31/2001</b>
Conducibilità elett. 20°C (µS/cm)	686	597	19	2500
Residuo (mg/l)	515	464	9	1500*
Durezza tot. (gradi francesi)	42	31.2	9	15-50*
Alcalinità (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	342	329	4	-
Cloruri (Cl <sup>-</sup> ) (mg/l)	17.4	11.7	9	250
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	53	34.8	9	250
Nitrati (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	48	27.3	19	50
Nitriti (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	<0.01	-	19	0.5
Ammoniaca (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg/l)	<0.05	-	19	0.5
Ossidabilità sec. Kübel (mg/l)	0.4	0.2	9	5
Ferro (µg/l)	<20	-	6	200
Manganese (µg/l)	<1	-	6	50
Cromo (Cr <sup>6+</sup> ) (µg/l)	<5	-	8	50
Tricloroetilene+Tetracloroetilene (µg/l)	5.1	<0.5	6	10

\* valori consigliati

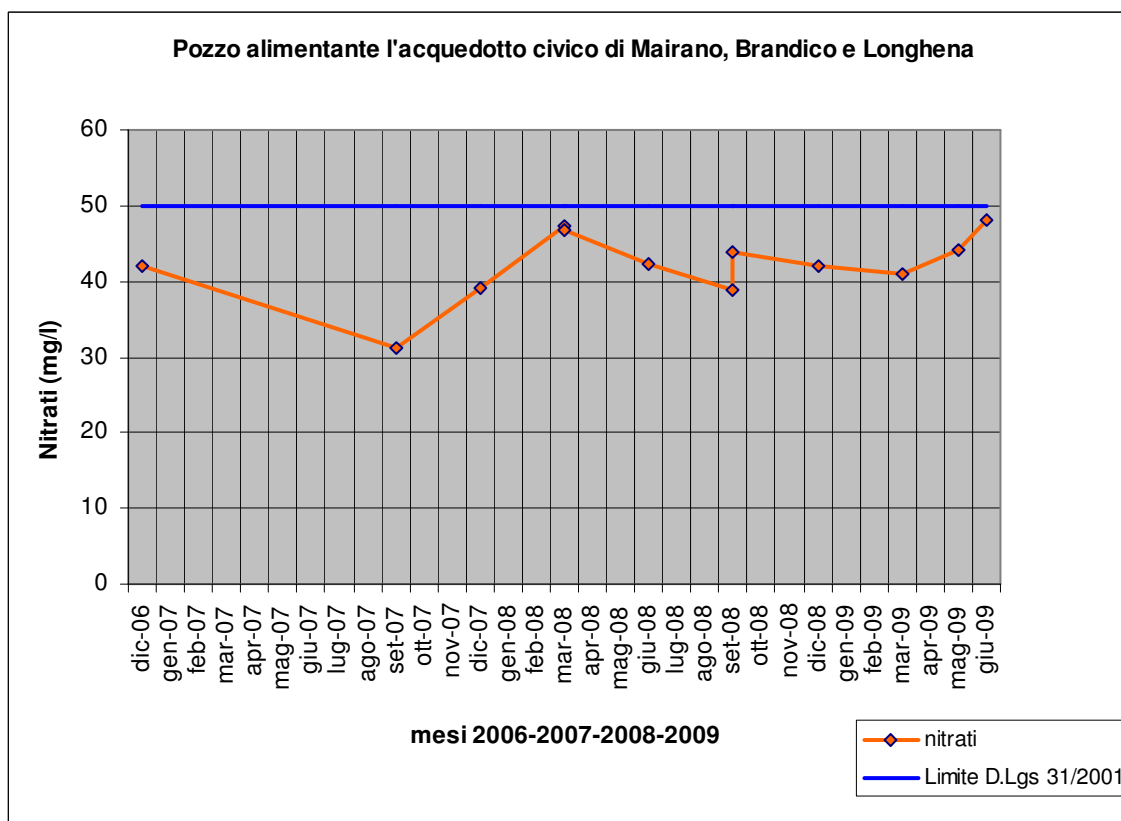
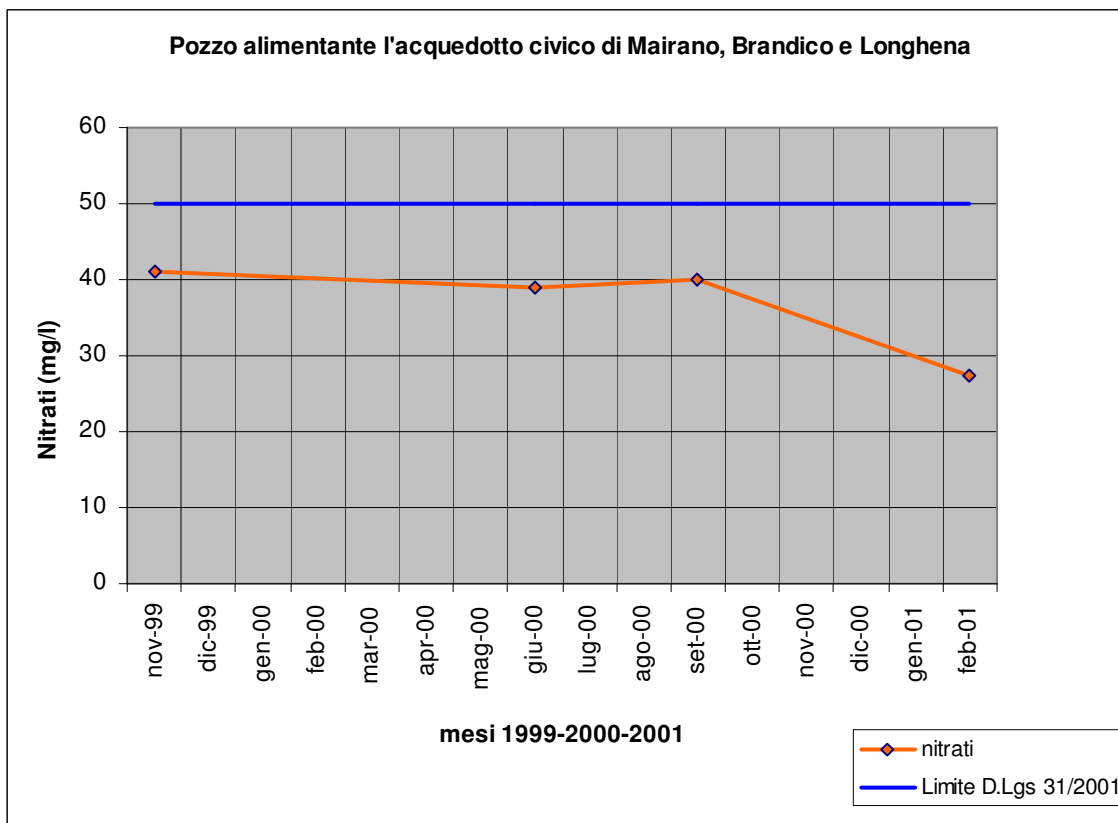
I valori sono sempre contenuti nei limiti di legge. I Nitrati presentano valori che, pur non superando i limiti di legge, si avvicinano ad essi.

Le oscillazioni piuttosto contenute dei parametri dimostrano che le acque captate non risentono eccessivamente dell'alimentazione proveniente dalle acque superficiali (precipitazioni e rete idrografica). Tuttavia la presenza dei Nitrati in quantità vicine ai limiti di legge, provenienti presumibilmente dal primo livello captato dal pozzo, dimostra che si tratta di un acquifero vulnerabile che necessita di essere tutelato, affinché la concentrazione non aumenti.

Relativamente ai Nitrati, al fine di evidenziare la loro evoluzione nel tempo, sono stati messi a confronto i dati del periodo 2006-2009 con quelli più vecchi, contenuti nello *Studio geologico del territorio comunale* del 2001.

Il grafico, rappresentato nella pagina seguente, evidenzia un debole peggioramento dei valori dei Nitrati: nel periodo 1999-2001 il valore massimo è rappresentato da 41 mg/l, mentre nel periodo 2006-2009 da 48 mg/l.

Sulla tavola *Distribuzione dei nitrati nella Provincia di Brescia* redatta da ARPA – Dipartimento di Brescia - sulla base di una campagna di analisi di maggio 2006, il comune di Mairano rientra in un'ampia area inserita in classe 3 ai sensi della tab.20 dell'allegato 1 al D.Lgs. 152/99, caratterizzata da valori di Nitrati compresi tra 25 e 50 mg/l.





## **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 parametri su cui si basa sono sette:

**D = SOGGIACENZA:** è uno dei parametri più importanti poichè 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. I dati piezometrici raccolti indicano una soggiacenza variabile tra 1-2 m nelle aree debolmente depresse (fg2<sup>d</sup> in Tav. 1), mentre in corrispondenza delle aree stabili debolmente rilevate (fg2<sup>s</sup> in Tav. 1) il livello statico si approfondisce fino a raggiungere 4-5 metri dal piano campagna. In corrispondenza del rilievo di Pievedizio la soggiacenza è compresa tra 4 e 7 m dal piano campagna.

**R = RICARICA:** 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 Mairano.

**A = CARATTERI TESSITURALI DEL SATURO:** 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.

S = CARATTERI TESSITURALI DEL SUOLO: lo spessore ed il tipo di suolo presenti in una determinata zona sono fattori importanti poichè 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 idrogeologica e del sistema idrografico (TAV.2) è possibile distinguere suoli caratterizzati da un valore protettivo elevato in corrispondenza del dosso di Pievedizio, suoli con valore protettivo generalmente medio nelle aree leggermente rilevate e suoli con valore protettivo di regola basso nelle aree debolmente depresse.

T = ACCLIVITA': le caratteristiche morfologiche del territorio, definibili quantitativamente utilizzando il gradiente topografico, determinano la maggiore o minore possibilità di infiltrazione delle acque meteoriche. Date le caratteristiche dell'area indagata, questo parametro è considerato costante su tutto il territorio di Mairano

I = CARATTERI TESSITURALI DEL NON SATURO: 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

C = CONDUCIBILITA' IDRAULICA: si riferisce ad una valutazione quantitativa della capacità di un terreno di lasciarsi attraversare dall'acqua.

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 (I), in conformità con quanto suggerito dal metodo Drastic, è valutata singolarmente attribuendo ad ogni situazione un punteggio 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 ( $ID = \sum I*P$ ). 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	medio-bassa
6	128-148	medio-alta
7	149-169	alta
8	170-190	molto alta
9	191-211	estremamente alta
10	212-230	massima

*Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)*

### 7.7.2 Valutazione della vulnerabilità

I risultati dell'analisi dei parametri sopra esposti sono riportati sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5).

Nel territorio comunale sono stati individuati tre ambiti differenti: le zone debolmente depresse, le zone debolmente rilevate ed il dosso di Pievedizio. Di seguito si sintetizzano in tabelle per ogni ambito territoriale individuato i risultati dell'applicazione del metodo.

#### Aree debolmente depresse

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	0-2 m	10	5	50
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaia e sabbia	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	< 2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaia e sabbia	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	alta	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>183</b>

L'indice Drastic risulta pari a 133 e corrisponde alla classe di vulnerabilità molto alta.

### Aree debolmente rilevate

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaia e sabbia	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività media	5	2	10
T	Pendenza	< 2 %	9	1	9
I	Mezzo non saturo	Ghiaia e sabbia	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	alta	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>167</b>

L'indice Drastic risulta pari a 167 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

### Rilievo di Pievedizio

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	250 mm/anno	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Sabbia	7	3	21
S	Tipo di suolo	Protettività alta	2	2	4
T	Pendenza	< 2 %	8	1	8
I	Mezzo non saturo	Sabbie limose	4	5	20
C	Conducibilità idraulica	media	5	3	15
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>128</b>

L'indice Drastic risulta pari a 128 e corrisponde alla classe di vulnerabilità medio-alta.

Da quanto sopra riportato risulta che in tutto il territorio di Mairano la vulnerabilità delle acque sotterranee nei confronti dell'inquinamento è comunque alta.

Si sottolinea che la salvaguardia della falda acquifera presuppone anche la tutela della qualità delle acque superficiali, in quanto la rete di canali presenti nel territorio di Mairano, ad eccezione dei tratti interessati da fenomeni di risorgiva, alimenta tramite le acque di alveo e di subalveo la falda acquifera e quindi può contribuire al degrado delle acque sotterranee.

## **8. 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 A SCOPO IDROPOTABILE*

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

Le aree sono state individuate secondo le disposizioni contenute nel D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94). La zona di rispetto del pozzo comunale ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione.

### *VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA*

#### Fasce di rispetto dei corsi d'acqua.

Sono riportati i corsi d'acqua interessati dalle fasce di rispetto tratti dallo studio *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* (Studio Associato Professione Ambiente, 2005).

## **9. 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 debolmente depresse 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. Le aree ribassate così individuate contengono paleoalvei o comunque a depressioni connesse alle risorgive che possono essere caratterizzate, soprattutto in superficie, dalla locale prevalenza di depositi fini, depositi in zone rimaste paludose fino agli interventi di bonifica, le cui caratteristiche geotecniche possono essere localmente scadenti.

La restante porzione del territorio è caratterizzata da vulnerabilità alta delle acque di prima falda, ad eccezione del dosso di Pievedizio che presenta una vulnerabilità medio-alta.

Sono riportati i fontanili e la risorgiva censiti. Essi rientrano nelle fasce di rispetto del Reticolo Idrico Minore, riportate sulla Carta dei Vincoli.

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

Sono riportate le aree periodicamente allagate dai corsi d'acqua.

### **Aree di interesse morfologico-paesistico**

E' stato individuato il dosso di Pievedizio che costituisce un'area di notevole interesse dal punto di vista scientifico, in quanto costituisce un lembo relitto di un'antica pianura. Inoltre è leggermente rilevato rispetto al territorio circostante e quindi è significativo dal punto di vista morfologico-paesistico.

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

### **10.1. Descrizione delle classi di fattibilità e norme geologiche di attuazione**

Lo studio condotto ha evidenziato la presenza nel territorio di Mairano 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 soggette ad una forte restrizione della fattibilità.

All'interno di questa classe è esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b) e c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie all'adeguamento per la normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili, previa valutazione attenta e puntuale della tipologia del dissesto e del grado di rischio. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

#### **4 – Area con emergenze idriche diffuse (risorgiva e fontanili).**

Sono vietate attività che possono costituire un rischio per la qualità delle acque di falda affiorante.

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

All'interno delle aree definite in classe 3 sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopo edificatorio e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

#### **3a - Area a vulnerabilità molto alta della falda freatica con soggiacenza entro 2m e caratteristiche geotecniche dei terreni localmente scadenti.**

La realizzazione di edifici è subordinata all'esecuzione di un'indagine geologica, idrogeologica e geotecnica finalizzata alla definizione delle caratteristiche geotecniche del terreno e alla valutazione della capacità portante e dei cedimenti del terreno sotto carico.

La realizzazione di piani interrati (autorimesse, cantine, ecc.) è sconsigliata e comunque subordinata all'effettuazione di un'indagine geologica e idrogeologica che consenta di valutare le problematiche idrogeologiche connesse alla realizzazione degli interventi, stimando la massima escursione del livello piezometrico.

La realizzazione di insediamenti potenzialmente idroinquinanti (come ad esempio gli 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) è sconsigliata e comunque subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che determini la quota di massimo piezometrico, accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

#### **3b - Area a vulnerabilità alta della falda freatica**

La realizzazione di insediamenti potenzialmente idroinquinanti (come ad esempio gli 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) è subordinata all'effettuazione di un'indagine idrogeologica di dettaglio che determini



la quota di massimo piezometrico, accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee e, se necessario, dia apposite prescrizioni sulle modalità di attuazione degli interventi stessi.

### **3c – Area di interesse morfologico-paesistico: Dosso di Pievedizio**

Si tratta di un'area di notevole interesse dal punto di vista scientifico, in quanto costituisce un lembo relitto di un'antica pianura. Nell'area così delimitata affiorano porzioni di suolo policiclico in parte alterato e discontinue coperture di loess.

Tali materiali, potenti diversi metri, possiedono caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti.

Il dosso di Pievedizio costituisce inoltre un debole rilievo emergente dalla pianura.

Sarebbe auspicabile che le aree non ancora edificate mantenessero un uso agricolo, soprattutto nel settore settentrionale, dove il dosso è delimitato da una scarpata morfologica.

La realizzazione di edifici è comunque subordinata ad indagine geologica e geotecnica che verifichi la natura dei depositi presenti e valuti la compatibilità dell'intervento con le condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito, verificando che non vengano alterati gli elementi geomorfologici che strutturano il paesaggio.

### **3d - Area periodicamente allagata**

La realizzazione di nuovi edifici è subordinata ad indagine geologica e/o idraulica che verifichi la compatibilità dell'intervento in relazione ai processi di esondazione e che, se necessario, dia indicazioni sulle opere di difesa da realizzare o sugli accorgimenti costruttivi da mettere in opera in corrispondenza delle potenziali vie d'accesso delle acque all'edificio (finestre a raso, bocche di lupo, porte, scivoli dei garages, etc.).

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

## **10.2. Procedure per l'applicazione della normativa geologica**

Si specifica che le indagini e gli approfondimenti prescritti per le classi di fattibilità 2, 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 nel testo unico sulle costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008)

## **10.3. Sismicità del territorio**

La procedura semiquantitativa di 2° livello evidenzia che per per tutto il territorio di Mairano l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) non risulta sufficiente per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Su tutto il territorio quindi, 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.

Al contrario, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.5-1.5 s, lo spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B risulta sufficiente.

#### **10.4. Aree di salvaguardia del pozzo**

Sulla carta sono riportate anche le aree di salvaguardia delle captazioni a scopo idropotabile.

##### **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.

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

La zona di rispetto del pozzo è stata individuata ai sensi del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94).

È stato adottato il criterio geometrico (200 metri di raggio rispetto al punto di captazione), 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.*

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.

## 11. CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico il territorio è formato da depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi. Il dosso di Pievedizio rappresenta un lembo di pianura più antica di quella circostante, conservatosi a causa di un sollevamento di origine tettonica.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono mediamente discrete, soprattutto nelle aree più stabili, debolmente rilevate. In corrispondenza delle depressioni legate alle risorgive possono invece essere mediocri o scadenti. Sul dosso di Pievedizio sono presenti materiali limoso-sabbiosi potenti diversi metri, con caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti.

La rete idrografica presenta in alcuni tratti difficoltà di smaltimento delle acque in occasione di precipitazioni intense. Sono state quindi individuate le aree che in passato sono state allagate dai corsi d'acqua.

Il territorio di Mairano presenta una morfologia debolmente ondulata. Dal punto di vista geomorfologico gli elementi strutturali del paesaggio sono costituiti dai fontanili e dalla rete idrografica, spesso caratterizzati da vegetazione arborea e arbustiva, nonché dalle forme del microrilievo determinate dall'azione erosiva e di deposito delle acque.

Dal punto di vista idrogeologico è presente una falda acquifera con buona potenzialità contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi che si spingono a profondità variabili, comprese tra 50 metri nella parte settentrionale del territorio comunale e 30-35 metri nella parte centrale e meridionale. La buona permeabilità dei depositi e la bassa soggiacenza di questa falda idrica la rendono vulnerabile.

Più in profondità, sono presenti depositi prevalentemente fini con intercalazioni sabbiose o sabbioso-ghiaiose contenenti piccole falde acquifere semiconfinata e/o confinata, caratterizzate da bassa potenzialità, ma meglio protette nei confronti dell'inquinamento.

La falda acquifera si trova a circa 1-2 m di profondità dal piano campagna nelle aree debolmente depresse. Nelle zone debolmente rilevate il livello piezometrico si approfondisce fino a raggiungere 4-5 metri dal piano campagna. La bassa soggiacenza della falda determina la presenza di fontanili, soprattutto nella zona settentrionale, al confine con Lograto. Il più interessante dal punto di vista idrogeologico e vegetazionale è quello che alimenta la Seriola Molina in località Villa Emma.

Nelle zone debolmente depresse, dove la falda è vicina alla superficie del piano campagna, generalmente i suoli presentano un valore protettivo basso nei confronti dell'inquinamento. Ne deriva che la vulnerabilità delle acque sotterranee risulta molto alta.

Nel rimanente territorio la vulnerabilità è comunque mediamente alta a causa dell'elevata permeabilità dei depositi che si trovano sopra la falda (non saturo) e di quelli che ospitano la falda stessa.

Il chimismo delle acque prelevate dal pozzo che alimenta l'acquedotto civico di Mairano, Brandico e Longhena indica che gli acquiferi captati presentano una buona qualità. Tuttavia la presenza di valori di nitrati piuttosto alti (comunque contenuti nei limiti di legge) dimostra che si tratta di un acquifero vulnerabile che necessita di essere tutelato, affinché la concentrazione non aumenti.

L'analisi sismica evidenzia che per tutto il territorio di Mairano l'applicazione dello spettro previsto dalla normativa (D.M. 14 gennaio 2008) non risulta sufficiente a tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Su tutto il territorio quindi, 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.

Al contrario, per tipologie edilizie caratterizzate da un intervallo di periodo 0.5-1.5 s, lo spettro previsto dalla normativa nazionale (D.M. 14 gennaio 2008) per la categoria di sottosuolo B risulta sufficiente.

Brescia, aprile 2010

Dott. Geol. Laura Ziliani

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli