



## COMUNE DI MONTICHIARI



## PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DOCUMENTO DI PIANO

### AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

D.G.R. IX/2616 del 30.11.2011  
D.G.R. X/6738 del 19.06.2017  
D.G.R. n. XI/6714 del 26/04/2022  
(in attuazione dell'art. 57 della L.R. 12/2005)

Oggetto:

## RELAZIONE GEOLOGICA

- Data: dicembre 2022

Redatto	Verificato	Descrizione	Data	Rev.
Quassoli	Ziliani	Emissione	12/2022	00
Quassoli	Ziliani	Modifica a seguito del recepimento delle osservazioni	07/2023	01

Relazione-GEO.docx

## STUDIO GEOLOGIA AMBIENTE

Dott. Geol. Laura Ziliani  
Dott. Geol. Davide Gasparetti  
Dott. Geol. Gianantonio Quassoli  
Dott. Geol. Samuele Corradini

25123 Brescia - Via T. Olivelli, 5  
Tel. 030.3771189  
info@studiogeologiambiente.it  
www.studiogeologiambiente.com

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. SINTESI BIBLIOGRAFICA.....	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	9
4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE.....	10
4.1. Inquadramento.....	10
4.2. Descrizione della Carta geomorfologica con elementi litologici (Tav.1 Nord e Sud).....	13
4.2.1. Descrizione delle Unità geomorfologiche .....	13
4.2.2. Elementi geomorfologici .....	15
5. PERICOLOSITÀ SISMICA.....	18
5.1. Introduzione .....	18
5.2. Zona sismica di appartenenza .....	19
5.3. Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).....	19
5.4. Carta della pericolosità sismica locale (Tav. 4).....	21
5.5. Applicazione del 2° livello .....	22
5.5.1. Effetti litologici.....	22
6. SISTEMA IDROGRAFICO .....	25
6.1. Reticolo idrico principale e minore .....	25
7. PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA.....	26
7.1. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI).....	26

7.2. Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).....	26
7.3. Mappe di pericolosità del PGRA.....	27
7.3.1. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).....	28
7.3.2. Reticolo Secondario di Pianura (RSP).....	29
7.4. Mappe del rischio.....	30
7.5. Valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali .....	33
7.5.1. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).....	33
7.5.2. Reticolo Secondario di Pianura (RSP).....	33
8. IDROGEOLOGIA .....	36
8.1. Caratteristiche idrogeologiche .....	36
8.2. Pozzi pubblici.....	40
8.3. Piezometria .....	43
8.4. Fontanili .....	47
8.5. Vulnerabilità dell'acquifero .....	50
9. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO .....	54
10. CARTA DEI VINCOLI.....	56
11. CARTA DI SINTESI .....	58
12. CARTA PAI-PGRA.....	60
13. CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE .....	61

## 1. PREMESSA

Il Comune di Montichiari è dotato di Studio geologico del territorio comunale, redatto nel 2004 dal dott. geol. Mario Pesce ai sensi della L.R. 41/97 (*“Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”*), successivamente aggiornato nell’ottobre del 2009 con particolare riferimento agli aspetti sismici (D.g.r. 8/7374/2008).

Nell’ambito della Variante al vigente Piano di Governo del Territorio, su incarico del Comune di Montichiari (Determinazione n. 815 del 31 dicembre 2021) è stato predisposto il presente aggiornamento della Componente geologica del Piano di Governo del Territorio (PGT) secondo i criteri e gli indirizzi contenuti nella D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 e ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 e della D.G.R. 26 aprile 2022 n. XI/6314.

L’aggiornamento della componente geologica del PGT ha le seguenti finalità:

- recepire le aree allagabili delimitate nelle Mappe di Pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) lungo il Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) e lungo il Reticolo Secondario di Pianura (RSP), nonché la relativa normativa ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738;
- effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali nelle aree situate lungo il RSP che risultano classificate come R3 - rischio elevato nelle mappe del rischio del PGRA, sulla base dei dati emersi nell’ambito dello Studio Comunale del Rischio Idraulico;
- recepire l’aggiornamento del Documento di Polizia Idraulica del reticolo idrico minore (SePrAm S.r.l., novembre 2022);
- recepire i risultati dello Studio Comunale del Rischio Idraulico (SePrAm S.r.l., novembre 2022);
- recepire i risultati dello Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale (Dott. Geol. D. Gerosa, ottobre 2022);
- recepire eventuali modifiche della situazione geomorfologica e aggiornare i dati geologici, geotecnici e idrogeologici;
- effettuare la verifica della congruità tra le previsioni urbanistiche della Variante al PGT e i contenuti dello studio geologico del PGT con stesura della dichiarazione sostitutiva dell’atto di notorietà (All. 1 alla D.G.R. XI/6314/2022).

Il presente aggiornamento riguarda principalmente gli elementi idrografici, idraulici, idrogeologici e sismici. Per quanto concerne le problematiche relative alle altre componenti indicate dalla D.G.R.

n° 9/2616/7374 del 28/05/2008 (elementi litologici, geologico-tecnici e pedologici; elementi geomorfologici e di dinamica morfologica) le nuove direttive regionali non comportano sostanziali modifiche metodologiche, di conseguenza la loro descrizione, già contenuta nella Relazione Geologica del 2004, è stata ripresa e aggiornata laddove erano disponibili dati più recenti.

I risultati del lavoro hanno condotto all'aggiornamento e redazione delle seguenti tavole:

TAV. 1 NORD E SUD: CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI LITOLOGICI– scala 1:10.000;

TAV. 2 NORD E SUD: CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO – scala 1:10.000;

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

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

TAV. 5 NORD E SUD: CARTA DI SINTESI – scala 1:10.000;

TAV. 6: CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO – scala 1:5.000.

La Carta PAI dello studio vigente è stata sostituita, ai sensi della D.G.R. n. X/6738/2017, dalla CARTA PAI-PGRA (Tav. 7).

Sono state inoltre aggiornate le Norme Geologiche di Piano.

Infine, a supporto della predisposizione dello “*Studio Comunale del Rischio Idraulico*”, si è ritenuto utile riportare su un'apposita Tavola illustrativa (*Tavola A – Individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo*) le porzioni di territorio non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo. Si tratta infatti di una tavola richiesta nell'ambito sia dello “*Studio comunale di gestione del Rischio Idraulico*” (art.14, comma 7, lettera a, numero 6bis) che del “*Documento semplificato del rischio idraulico comunale*” (art.14, comma 8, lettera a, numero 3bis).

Questa tavola risulta di significativa utilità, oltre che per definire le misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica, anche per programmare le indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, nonché nella pianificazione urbanistica.

A seguito dell'approvazione definitiva della Variante al Piano di Governo del Territorio (D.C.C. n. 23 del 20/06/2023), che ha visto anche l'esame delle osservazioni, si è proceduto all'aggiornamento di alcuni elaborati del presente studio. In particolare il recepimento delle osservazioni ha portato alla modifica dei seguenti elaborati della Componente geologica adottati con D.C.C. n. 62 del 21/12/2022:

- Relazione geologica;
- Norme Geologiche di Piano;
- Carta dei vincoli;
- Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano.

A seguito del recepimento delle osservazioni è stata redatta anche la Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano su un unico foglio in scala 1:15'000.

## 2. SINTESI 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: gli studi disponibili in bibliografia, 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.
- 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*.
- A.T.I.: ENEL HYDRO - AQUATER - IDRO - C. LOTTI & ASSOCIATI STUDIO PAOLETTI (2006) - *Monografia del Fiume Chiese estratta da: Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Oglio nel tratto da Sonico alla confluenza in Po e del suo affluente Cherio dal lago di Endine alla confluenza, del fiume Mella da Brozzo alla confluenza in Oglio, del fiume Garza dalla confluenza Valle del Loc alla confluenza in Chiese e del fiume Chiese da Gavardo alla confluenza in Oglio*, Autorità di Bacino del Fiume Po, Parma.
- BARONI C., VERCESI P.L. (1987) - *Neotettonica del territorio bresciano: stato delle conoscenze*. Fondazione Bresciana per la Ricerca Scientifica, Ed. Ramperto, Brescia.
- BIANCHI A. ET ALII (1985) - *Rilievo della portata liquida in un campione di fontanili della pianura lombarda tra Adda e Chiese*, pubblicato da Regione Lombardia.
- 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.R., VERCESI P.L. (1990) - *Prealpi bresciane a sud dell'Adamello: breve sintesi delle conoscenze geologiche ed ulteriori temi di ricerca*. In: "Attualità dell'opera

- di Arturo Cozzaglio nel 40° della scomparsa". Atti del Convegno Nazionale, Ateneo di Brescia.
- CASTIGLIONI G.B. et al. (1997) - *Carta geomorfologica della Pianura Padana*, scala 1:250.000, Ed. Selca, Firenze.
  - CONSORZIO DI BONIFICA MEDIO CHIESE - *Programmi Provvisori di Bonifica (L.R. 14 gennaio 1995 n.5)*.
  - 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.
  - ENGINEERING GEOLOGY (2016) - *Attività di affinamento delle conoscenze sulla contaminazione delle acque sotterranee in cinque aree della Provincia di Brescia con definizione dei plumes di contaminanti ed individuazione delle possibili fonti di contaminazione - Progetto Plumes - Lotto B - Area BS005 - Mazzano, Castenedolo e Montichiari. Fase 1*. Committ.: Amministrazione Provinciale.
  - E.R.S.A.L. (1997) - *I suoli dell'area morenica gardesana – Settore bresciano – ERSAL Edizioni – Milano*.
  - PESCE M. (2004) - *Strumento geologico generale*. Committ: Amministrazione Comunale.
  - PESCE M. (2009) - *Strumento geologico generale. Aggiornamento 2009 (aspetti sismici)*. Committ: Amministrazione Comunale.
  - REGIONE LOMBARDIA (2012) - *Tutela e valorizzazione dei fontanili del territorio lombardo*, Quaderni della Ricerca n. 144 – marzo 2012.
  - STUDIO ASSOCIATO PROFESSIONE AMBIENTE (2016) – *Indagine conoscitiva su 11 siti degradati presenti sul territorio comunale di Montichiari*. Committ.: Amministrazione comunale.
  - VENZO S. (1965) - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. e Mus. Civ. St. Nat. Milano,14.
  - VERCESI P.L., BISSOLATI G., FINOTELLI F., ZILIANI L. (1993), *Aspetti quali-quantitativi delle risorse idriche sotterranee del bresciano*. Natura Bresciana, Ann. Mus. Civ. Sc. Nat. , v. 29, pp. 21-52, 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) - *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.

### **3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il territorio di Montichiari occupa una superficie di 179,609 Km<sup>2</sup>, è ubicato nel settore sud-orientale del territorio bresciano e amministrativamente confina con i comuni di Castenedolo e Calcinato a Nord, Calvisano e Carpendolo a Sud, Ghedi a Ovest e Castiglione delle Stiviere a Est; quest'ultimo confine comunale corrisponde al confine provinciale che separa la Provincia di Brescia con quella di Mantova.

La morfologia del territorio è in buona parte pianeggiante ed è attraversata dalla Valle del Fiume Chiese. Dalla pianura emerge il sistema dei cordoni morenici che appartiene all'anfiteatro morenico del Garda.

Il territorio di Montichiari presenta un massimo altimetrico pari a circa 149 m s.l.m. sulle colline moreniche ed un minimo di circa 69 m nella valle fluviale.

L'idrografia è caratterizzata dal Fiume Chiese e da un sistema di rogge, canali e seriole che derivano le acque del Fiume Chiese.

## 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE

### 4.1. INQUADRAMENTO

Nel territorio di Montichiari si riconoscono tre distinti settori: il sistema di cordoni morenici che appartiene all'anfiteatro morenico del Garda, la valle del fiume Chiese ed il settore di pianura che si sviluppa sia ad ovest che ad est dei due precedenti.

In Figura 4.1 è riportato un estratto della “Carta geomorfologica della pianura padana” (G.B.Castiglioni et al., 1997) che rappresenta il territorio oggetto di studio.

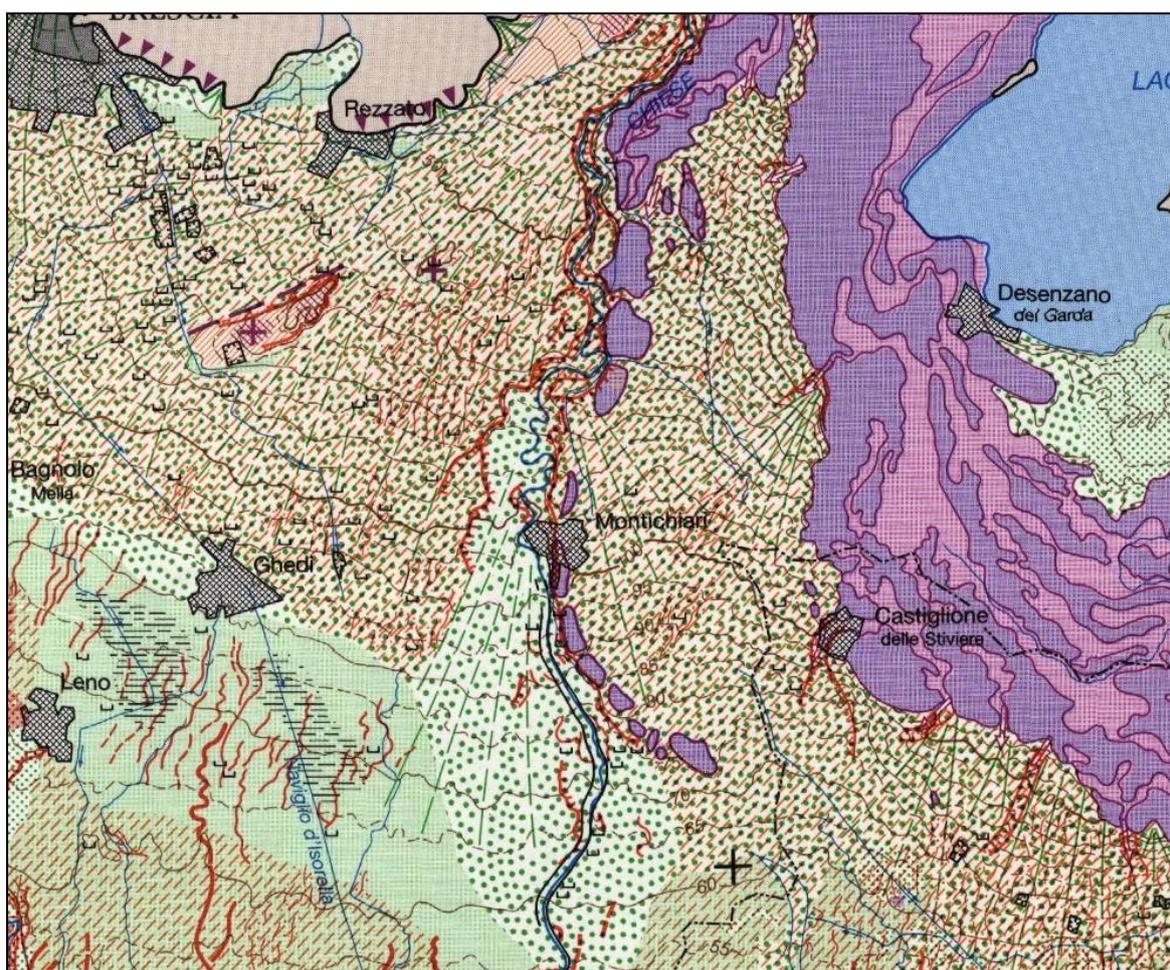


Figura 4.1 - Geomorfologia della pianura orientale bresciana tratta da “Carta geomorfologica della pianura padana” (G.B.Castiglioni et al., 1997)

La porzione collinare del territorio appartiene all'**anfiteatro morenico gardesano** che presenta la classica struttura a cerchie concentriche dovute alle diverse fasi di espansione dei ghiacciai. Da un punto di vista cronostratigrafico le cerchie moreniche possiedono in linea generale età crescente allontanandosi dalla linea di riva del lago di Garda. Procedendo dall'interno verso l'esterno dell'anfiteatro si osserva che le morfologie divengono progressivamente meno nette a causa dei processi geomorfologici che le hanno interessate più a lungo.

I cordoni morenici presenti nel territorio di Montichiari appartengono alla "cerchia di Carpendolo". Secondo Cremaschi (1987) i cordoni di Calcinato sono riferibili al Pleistocene medio (Fase di Carpendolo).

Ad est dei cordoni, tra la "cerchia di Carpendolo" e quella più recente "di Solferino" (riferibile al Pleistocene superiore), è presente una **piana fluvio-glaciale intermorenica**, costituita dai depositi ghiaioso-sabbiosi trasportati e depositi dagli scaricatori fluvio-glaciali provenienti dal settore Carzago-Lonato-Esenta.

Gli scaricatori nordoccidentali dell'anfiteatro morenico del Garda hanno invece prodotto la **piana di alluvionamento fluvio-glaciale** situata ad ovest della valle del Chiese, costituita da sedimenti ghiaioso-sabbiosi. Essa, insieme alla piana fluvio-glaciale intermorenica, costituisce il "livello fondamentale della pianura". Le acque di scioglimento del ghiacciaio benacense hanno formato nel Pleistocene superiore un vasto e piatto conoide che con vertice a valle di Gavardo si estende fino a Ghedi e Vighizzolo e che costituisce una unità geomorfologica denominata "Sandur di Molinetto".

Questa unità geomorfologica è delimitata a nord dal "terrazzo di Prevalle" e dal margine pedemontano, ad est dalle scarpate erosive prodotte dal Fiume Chiese e a sud e a sud-ovest dalla fascia dei fontanili. La morfologia è subpianeggiante e risulta nell'insieme debolmente convessa. I suoli sono ben drenati e contengono frequentemente ghiaia e ciottoli.

La superficie topografica presenta deboli ondulazioni allungate prevalentemente in direzione NNE-SSW o N-S legate all'attività delle acque che in passato hanno depositato, rielaborato ed eroso i materiali di superficie presenti in questo tratto di pianura, modellandone le forme. Tali ondulazioni corrispondono ad una rete di canali intrecciati (braided) generata dalle acque di corsi d'acqua di tipo torrentizio, con trasporto abbondante di detrito che ha costretto la corrente a deviare e a dividersi frequentemente.

Questa morfologia è ben visibile in foto aerea ed è facilmente osservabile anche in campagna, soprattutto a NW di Vighizzolo. Infatti, i canali, laddove non spianati o colmati dall'uomo, risultano

leggermente depressi rispetto alle aree che li delimitano e si distinguono per il colore leggermente più scuro, dovuto ad un arricchimento in matrice fine dei depositi ghiaioso-sabbiosi.

Si tratta di forme non più attive, riferibili a condizioni climatiche e morfodinamiche diverse dalle attuali, in quanto la piana alluvionale oggetto di studio non può più essere raggiunta dalle acque superficiali che hanno prodotto tali forme.

La morfologia pianeggiante del territorio di pianura è interrotta localmente dalle cave a “fossa”, prodotte dall’attività estrattiva di ghiaia, e dai rilievi delle discariche che emergono dal piano campagna.

Nella porzione centrale del territorio di Montichiari il fiume Chiese nell’Olocene ha inciso i depositi fluvioglaciali formando una **valle fluviale** all’interno della quale ha depositato abbondanti sedimenti alluvionali. In seguito, questi ultimi sono stati a loro volta incisi e all’interno del nuovo solco d’erosione sono state deposte le alluvioni più recenti.

Di conseguenza, procedendo dal livello fondamentale della pianura verso il Chiese, si riconoscono tre ordini di terrazzi che degradano verso il fiume, separati da scarpate d’erosione, via via più recenti man mano che ci si avvicina al Chiese. Le scarpate d’erosione quando presentano pendenza elevata risultano spesso boscate.

Sulla CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI LITOLOGICI (TAV. 1) sono riportati gli elementi geomorfologici rinvenuti sul territorio che sono descritti nel paragrafo successivo.

**Tali elementi geomorfologici hanno una funzione di rilievo in quanto strutturano il paesaggio;** in particolare esercitano questa funzione le colline moreniche, l’alveo fluviale, le scarpate morfologiche che delimitano i terrazzi e la rete idrografica.

Anche dal punto di vista vegetazionale gli elementi di maggiore pregio sono concentrati sulle colline moreniche e nella Valle del Chiese ed includono aree boscate, prati permanenti e lembi di boschi ripari. Tuttavia, anche sul livello fondamentale della pianura spesso le sponde di rogge, seriole e vasi minori, nonché le teste dei fontanili, seppure ormai inattivi, sono interessate da vegetazione arborea e arbustiva che svolge una significativa funzione ambientale, in quanto costituisce un importante ambito di rifugio per la fauna e la flora spontanee.

## **4.2. DESCRIZIONE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI LITOLOGICI (TAV.1 NORD E SUD)**

Le caratteristiche geologiche e geomorfologiche generali del territorio di Montichiari sono rappresentate sulla CARTA GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI LITOLOGICI (TAV. 1 NORD E SUD) realizzata in scala 1:5.000. Per la redazione dell'elaborato sono state utilizzate, oltre ai dati del precedente studio geologico, anche le informazioni tratte dalla bibliografia e dalla "*Base informativa della cartografia Geoambientale - Geomorfologia*" prodotta da Regione Lombardia.

### **4.2.1. Descrizione delle Unità geomorfologiche**

Sulla Tavola 1 sono riportate le unità geomorfologiche, a partire dalle più antiche.

#### **Colline moreniche - Depositi glaciali (dg) - Pleistocene medio**

Il sistema di colline moreniche allungate e allineate in senso longitudinale in sinistra idrografica del F. Chiese è formato da depositi glaciali. L'allineamento curvilineo di colline che si elevano al massimo di una cinquantina di metri sulla pianura circostante indica che il ghiacciaio ha sostato abbastanza a lungo in quella posizione.

Secondo Cremaschi (1987) i cordoni di Montichiari sono riferibili al Pleistocene medio (Fase di Carpendolo).

I depositi glaciali sono decisamente eterogenei (diamicton): si tratta infatti di ghiaie e blocchi poligenici con un contenuto variabile di matrice fine, costituita in genere da sabbie fini e limi.

Tali depositi risultano profondamente pedogenizzati, con suoli caratterizzati da potenti orizzonti argillici e da forte rubefazione, che raggiungono, dove non erosi, 2-3 m di profondità.

Nelle porzioni più acclivi del versante i suoli sono erosi, mentre nelle porzioni meno acclivi spesso essi risultano ricoperti da materiale più fresco, apparentemente più recente, derivato dall'erosione delle zone di cresta e delle porzioni a maggior pendenza del versante.

La lisciviazione dei carbonati che ha interessato i suoli ha portato localmente alla cementazione dei materiali sottostanti.

Nella parte alta del versante i depositi glaciali sono localmente coperti da coltri eoliche sabbioso-limoso-calcaree (loess), costituite principalmente da materiale fine, trasportato e deposto dal vento. Lo spessore è variabile; generalmente è inferiore a 2-3 m.

### **Alta pianura fluvioglaciale - Depositi fluvioglaciali (fg) - Pleistocene superiore**

L'alta pianura fluvioglaciale è stata sezionata in due porzioni dall'azione erosiva del F. Chiese.

La porzione occidentale, situata ad ovest del F. Chiese, storicamente chiamata "Brughiera di Montichiari", appartiene ad un'unità geomorfologica denominata da Baroni e Cremaschi (1986) "Sandur di Molinetto" e la sua genesi sarebbe legata agli scaricatori fluvioglaciali nord-occidentali dell'apparato morenico gardesano (v. par. 4.1 e Fig.4.1).

La porzione orientale, ubicata ad est delle colline moreniche di Montichiari, è invece da collegare agli scaricatori fluvioglaciali provenienti dal settore Carzago-Lonato-Esenta.

Queste superfici costituiscono il livello fondamentale della pianura e sono caratterizzate da depositi fluvioglaciali formati da ciottoli e ghiaia di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso - limosa incoerente. Presentano una struttura a grosse lenti caratterizzate da diversa granulometria. Sono presenti trovanti e distinti livelli ciottolosi. Si tratta di materiali deposti da corsi d'acqua ad elevata energia trattiva a canali intrecciati. Lo strato d'alterazione superficiale è limitato ai primi 2 m ed è costituito da suoli ad evoluzione poco spinta di colore bruno.

Questi depositi fluvioglaciali sono oggetto di attività estrattiva. Attualmente l'estrazione di ghiaia e sabbia viene effettuata all'interno degli Ambiti Territoriali Estrattivi ATEg44, ATEg45, e ATEg46.

### **Piano di Rò – Depositi fluvioglaciali (fg\*) – Pleistocene superiore**

Il Piano di Rò, così informalmente definito per l'ubicazione su di esso del centro abitato di Rò, è un terrazzo ribassato rispetto all'unità precedente, formatosi per attività erosiva del Fiume Chiese.

Questo terrazzo è situato nel settore occidentale del territorio comunale e si sviluppa in senso longitudinale parallelamente alla Valle del F. Chiese. Esso è interposto tra il livello fondamentale della pianura ("Brughiera di Montichiari") precedentemente descritto e il terrazzo fluviale più recente, chiamato Piano di Dugali di Sotto.

Il terrazzo è delimitato da scarpate erosive di altezza via via più ridotta scendendo verso sud (terrazzi convergenti).

I depositi che caratterizzano il Piano di Rò sono di origine fluvioglaciale e sono formati da ciottoli e ghiaia di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso - limosa incoerente.

#### **Piano di Dugali di Sotto – Depositi fluviali (al\*) – Olocene**

Si tratta di un terrazzo fluviale informalmente denominato in base all'abitato omonimo ubicato su di esso.

Il Piano di Dugali di Sotto è costituito da aree pianeggianti e generalmente omogenee ribassate rispetto al Piano di Rò e leggermente rialzate rispetto alle Alluvioni attuali e recenti del F. Chiese.

La costituzione litologica dei depositi può variare dai ciottoli, alle ghiaie e sabbie, fino alle sabbie limose e ai limi argillosi, in relazione alle locali variazioni della capacità di trasporto dei corsi d'acqua.

#### **Piano delle alluvioni fluviali attuali e recenti (al) – Depositi fluviali - Olocene**

Lungo il F. Chiese sono presenti aree leggermente ribassate rispetto al Piano di Dugali di Sotto, adiacenti all'asta fluviale, caratterizzate da sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con frequenti coperture sabbioso-limose. Localmente sono presenti terreni fini legati a zone di ristagno della corrente idrica che li ha depositi.

Essendo più recenti sono meno addensati e più sciolti rispetto ai depositi descritti precedentemente.

#### **Colluvium (co) - Olocene**

Ai piedi delle colline moreniche si sono accumulati depositi colluviali prevalentemente costituiti da limi e limi argillosi.

### **4.2.2. Elementi geomorfologici**

#### Principali orli di scarpata di terrazzo fluviale

Le scarpate che delimitano i terrazzi costituiscono alcuni dei segni che maggiormente caratterizzano il paesaggio morfologico della Valle del Chiese. Sono connesse all'azione erosiva del corso d'acqua sulle alluvioni precedentemente stabilizzate.

Presentano notevole continuità e separano i diversi ordini di terrazzi. Quando assumono un certo spessore trasversale risultano prevalentemente boscate.

#### Orlo di scarpata morfologica

Sono stati così cartografati gli orli di scarpate morfologiche dovute a più agenti morfogenetici che delimitano terrazzi.

#### Cresta di cordone morenico

In senso morfologico si intende con il termine cordone morenico un dosso allungato costituito da detrito e accumulatosi al margine di un ghiacciaio. Nel presente lavoro sono state riportate le creste delle morene ancora visibili sul territorio. Si tratta di elementi di particolare interesse paesaggistico, oltre che geomorfologico, in quanto strutturano il paesaggio.

#### Lago di cava – falda affiorante

È indicato l'affioramento di acqua di falda in corrispondenza di depressioni di cava.

#### Fontanile attivo, Fontanile inattivo

Per la descrizione dei fontanili si rimanda al par. 8.4

#### Discarica in attività, discarica cessata, area con rifiuti interrati, depressione di cava colmata, depressione di cava inattiva

Si tratta di elementi geomorfologici di origine antropica tratti dall' *Indagine conoscitiva su 11 siti degradati presenti sul territorio comunale di Montichiari* (Studio Associato Professione Ambiente, 2016).

#### Ambito Territoriale Estrattivo

Il territorio di Montichiari è interessato da 4 Ambiti Territoriali Estrattivi riferibili al settore "Sabbia a ghiaia".

Gli ATE sono denominati: g43, g44, g45 e g46 e sono tutti collocati nel settore occidentale del territorio in corrispondenza del livello fondamentale della pianura caratterizzato da depositi fluvioglaciali formati da ciottoli e ghiaia di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso - limosa incoerente

### Vasca di laminazione

Si tratta della vasca di laminazione di C.na Motta, situata al confine con il territorio di Ghedi, lungo il T. Garza, a monte di località Belvedere.

## 5. PERICOLOSITÀ SISMICA

### 5.1. INTRODUZIONE

Il comune di Montichiari è dotato di Studio di Microzonazione Sismica redatto nell'ottobre del 2022 (Dott. Geol. Daniele Gerosa) e in corso di validazione da parte del Dipartimento di Protezione Civile.

Lo studio è stato realizzato ai sensi degli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS – 2008) come previsto dalla O.C.D.P.C. n. 780 del 20 Maggio 2021 e Decreto C.D.P.C. 22 giugno 2021.

Nel corso del presente aggiornamento della Componente geologica del PGT si procede al recepimento dei risultati dello studio di Microzonazione Sismica nella pianificazione locale.

Lo studio ha previsto l'applicazione al territorio di Montichiari della procedura contenuta negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (ICMS - Conferenza delle Regioni e Province Autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 Vol. e DVD, Gruppo di Lavoro MS, 2008) e degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica degli studi di microzonazione sismica", nonché delle specifiche definite da Regione Lombardia.

È prevista l'applicazione del Livello 1 ai sensi dei criteri nazionali, con la redazione della Carta MOPS (Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) con l'integrazione dei livelli 1 e 2 ai sensi dei criteri regionali per la valutazione dei fattori di amplificazione locale.

Per l'inquadramento geologico-strutturale e sismico del territorio comunale si fa riferimento alla relazione illustrativa dello studio di Microzonazione Sismica.

Si è comunque tenuto conto di quanto emerso nello studio della Pericolosità Sismica Locale già contenuto nella Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT vigente (Dott. Geol. Mario Pesce, ottobre 2009).

Di seguito vengono riassunti i risultati dello studio di Microzonazione Sismica con particolare riferimento al livello 2 ai sensi dei criteri regionali (D.G.R. IX/2616/2011) che presenta una ricaduta a livello normativo all'interno del PGT.

## 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 alla 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 Montichiari ricade in Zona Sismica 2.

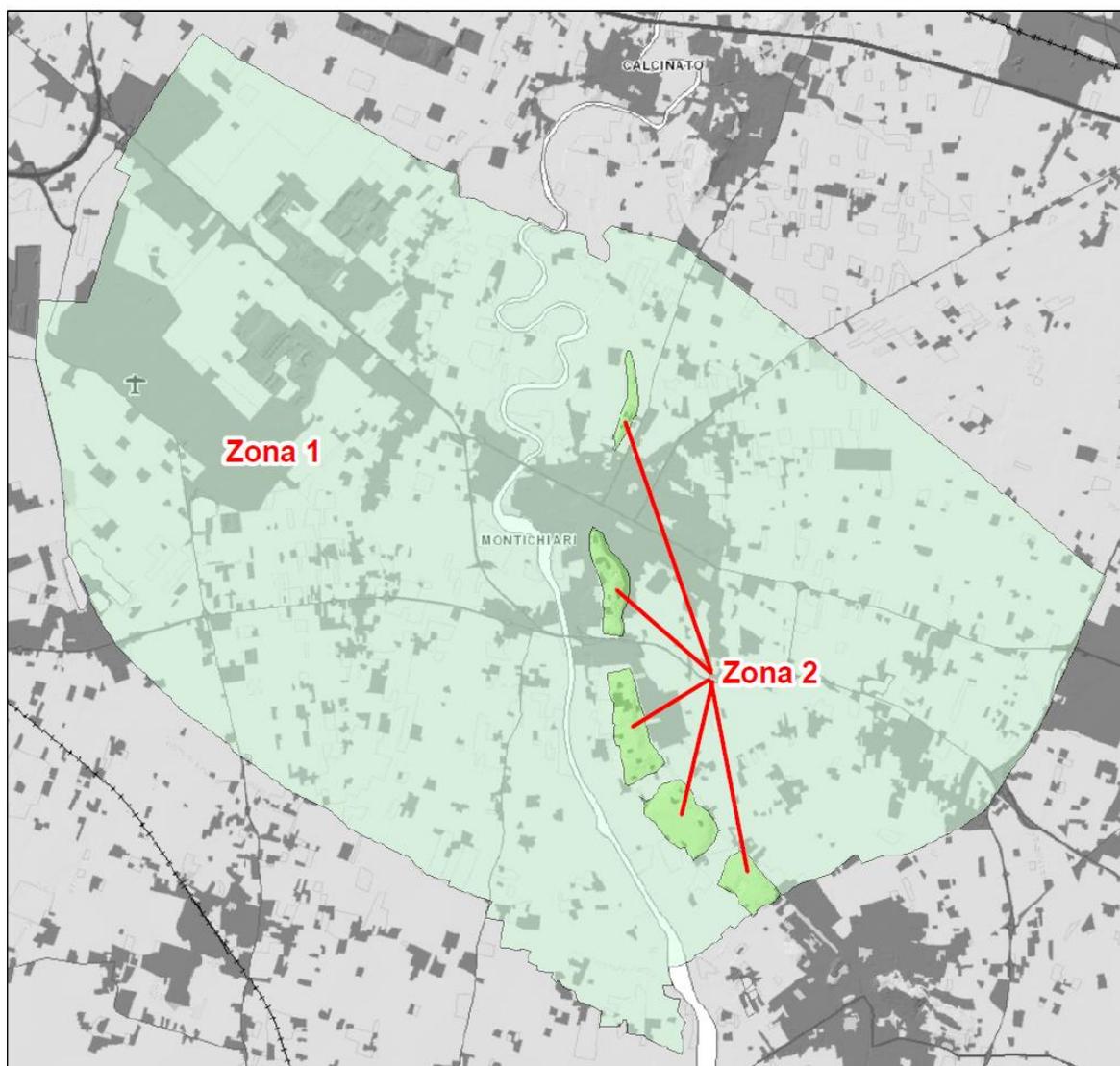
In ogni caso la normativa sismica ed i parametri relativi a ciascun territorio risultano in veloce e continua revisione, soprattutto nell'ambito della convenzione tra INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) e DPC (Dipartimento Protezione Civile) che prevede l'assistenza per il completamento e la gestione della "mappa di pericolosità sismica" prevista dall'OPCM 3274.

Nell'ambito della revisione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008, aggiornato con D.M. 11/01/2018) sono state adottate le stime di pericolosità sismica del progetto S1, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantengono una funzione prevalentemente amministrativa.

Con la D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 "*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. D)*" viene proposta la revisione delle zone sismiche con lo scopo principale di armonizzare le stesse mediante l'utilizzo dei parametri fisici di riferimento derivanti dalle NTC 2008, aggiornate nel 2018, per la progettazione antisismica. Tale aggiornamento, sulla base di valori di  $a_g$  desumibili dalla carta della pericolosità sismica di cui alla OPCM 3519 del 27/04/06, inserisce il Comune di Montichiari in Zona 2 con un valore di riferimento di  $a_{gmax}$  pari a 0.15571.

## 5.3. CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

L'applicazione del livello 1 ai sensi dei criteri nazionali (ICMS 2008) ha consentito di individuare nel territorio di Montichiari 2 zone omogenee in termini di caratteristiche litologiche dl sottosuolo; tali aree rientrano nella definizione generale di "*Zone stabili stabili suscettibili di amplificazioni locali*".



**Figura 5.1** – Carta MOPS – tratta da Studio di Microzonazione Sismica (G. Torresani e A. Cingia, 2014)

Le 2 zone suscettibili di amplificazione locale sono in relazione con le litologie presenti soprattutto negli orizzonti superficiali.

- Zona 1: DEPOSITI FLUVIOGLACIALI E FLUVIALI - prevalentemente ghiaioso-sabbiosi-ciottolosi con copertura sabbioso-limoso-argillosa di spessore compreso tra 1 e 2 m.;
- Zona 2: DEPOSITI GLACIALI - ghiaie e ciottoli immersi in abbondante matrice sabbioso-argillosa con copertura limoso-argillosa di spessore compresa tra 2 e 4 m.

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

Per la definizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale si è fatto riferimento allo Studio di Microzonazione Sismica comunale.

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. IX/2616 del 30 novembre 2011, 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 in Tabella 1.

**Tabella 5.1 - Scenari di pericolosità sismica locale**

<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	
Z2a	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cucuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura 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

Nel territorio esaminato potrebbero verificarsi fenomeni di amplificazione sismica locale riferibili ai seguenti scenari, rappresentati sulla CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tav. 3):

1. Z2a – Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) (cedimenti);
2. Z4a – Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (amplificazione litologica);
3. Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche) (amplificazione litologica).

Per le aree Z2a è prevista l'applicazione del terzo livello di approfondimento in fase progettuale.

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). Tale secondo livello è stato approfondito all'interno dello studio di Microzonazione Sismica comunale a cui si fa riferimento per i dettagli.

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

### **5.5.1. 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.

Nel corso della stesura dello Microzonazione Sismica comunale sono state raccolte indagini sismiche derivanti dal precedente studio della Componente geologica per il PGT integrate con nuove indagini geofisiche.

I dati raccolti hanno consentito una discreta caratterizzazione dei terreni di Montichiari in termini di risposta sismica locale. L'applicazione della metodologia regionale ha consentito di individuare le aree omogenee all'interno delle quali sono state valutate le amplificazioni locali di carattere litologico.

Le indagini condotte hanno consentito di individuare per le varie zone della carta MOPS rispettivamente la categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 17/01/2018 e il valore del fattore di amplificazione Fa.

Tale valore (Fa calcolato – FAC) deve poi essere confrontato con il valore di soglia (Fa soglia – FAS) fornito da Regione Lombardia per ogni comune e per le singole categorie di sottosuolo.

Nello studio di Microzonazione sismica si è fatto riferimento a n. 22 siti di indagine geofisica per la determinazione dei profili sismostratigrafici e dei relativi fattori di amplificazione.

La tabella seguente (tratta dallo studio di Microzonazione Sismica) riporta i valori dei fattori di amplificazione individuati.

<i>ID</i>	<i>V<sub>seq</sub></i> [m/s]	<i>T<sub>0</sub></i> [s]	<i>Scheda</i> <i>litologica</i>	<i>Curva</i>	<i>FA</i> [0.1-0.5 s]	<i>FA</i> [0.5-1.5]
017113L1MASW1	469	0.25	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L2MASW2	518	0.22	ghiaiosa	3	1.3	1.1
017113L3MASW3	599	0.26	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L4MASW4	552	0.27	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L5MASW5	456	0.24	sabbiosa	2	1.6	1.3
017113L6MASW6	544	0.22	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L7MASW7	463	0.26	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L8MASW8	494	0.19	ghiaiosa	3	1.3	1.1
017113L9MASW9	516	0.25	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L10MASW10	540	0.28	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L11MASW11	573	0.27	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L12MASW12	569	0.17	ghiaiosa	3	1.3	1.1
017113L13MASW13	404	0.32	sabbiosa	2	1.7	1.5
017113L14MASW14	395	0.36	sabbiosa	2	1.7	1.6
017113L15MASW15	535	0.13	ghiaiosa	3	1.2	1.0
017113L16MASW16	599	0.25	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L17MASW17	447	0.36	sabbiosa	2	1.7	1.6
017113L18MASW18	532	0.13	ghiaiosa	3	1.2	1.0
017113L19MASW19	563	0.14	ghiaiosa	3	1.2	1.0
017113L20MASW20	513	0.29	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L21MASW21	540	0.29	ghiaiosa	3	1.4	1.1
017113L22MASW22	474	0.26	sabbiosa	2	1.7	1.3

**Tabella 5.2** – Fattori di amplificazione litologica (Studio di Microzonazione Sismica, ottobre 2022)

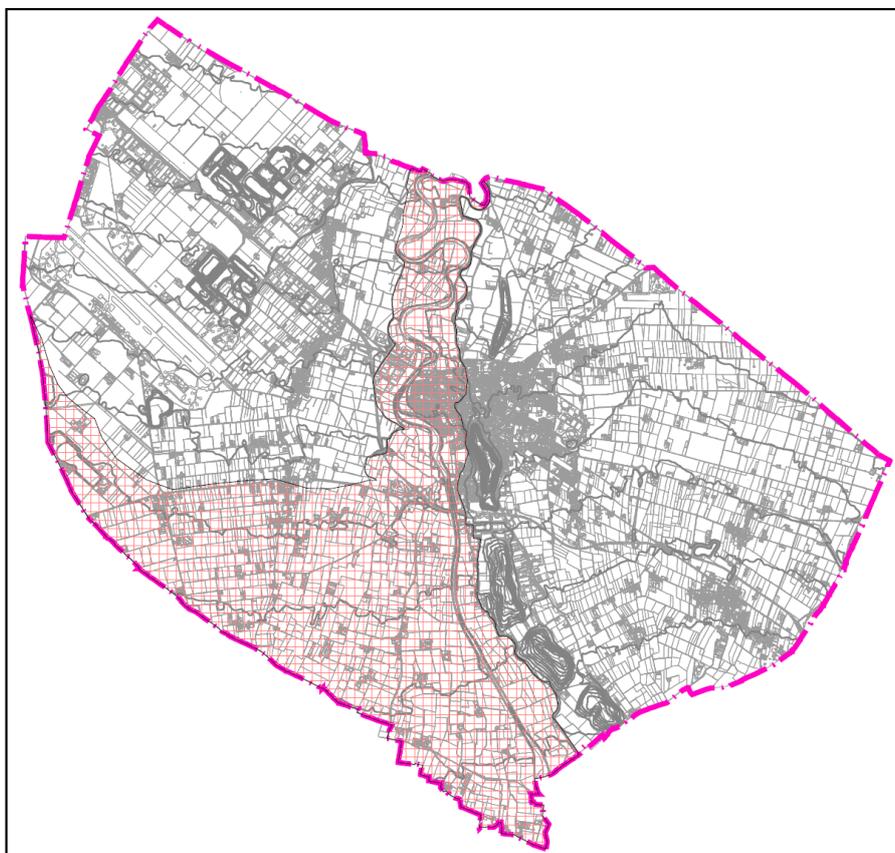
I dati esaminati integrati con quanto già emerso nello studio della Componente geologica del PGT vigente (M. Pesce, 2009) hanno consentito di individuare le porzioni di territorio suscettibili di amplificazione sismica di carattere litologico superiori rispetto a quanto previsto dalla normativa tecnica nazionale (D.M. 17/01/2018).

Rimandando agli elaborati dello studio di Microzonazione Sismica per dettagli tecnici, di seguito si riportano i risultati finali derivanti dall'applicazione del secondo livello ai sensi dei criteri regionali.

I valori di  $F_a$  calcolati per l'intervallo di periodo  $T$  0.5-1.5 s risultano inferiori rispetto ai valori di  $F_a$  di soglia forniti da Regione Lombardia per il Comune di Montichiari.

I valori di  $F_a$  calcolati per l'intervallo di periodo  $T$  0.1-0.5 s risultano localmente superiori rispetto ai valori di  $F_a$  di soglia forniti da Regione Lombardia per il Comune di Montichiari.

Di conseguenza, all'interno della porzione di territorio in individuata nella seguente figura e che sarà indicata anche nella Carta di fattibilità geologica, sarà necessario in fase progettuale o condurre valutazioni più dettagliate (studio di risposta sismica locale) o utilizzare i parametri della categoria di sottosuolo superiore come previsto dal D.M. 17/01/2018.



**Figura 5.2** – Porzione di territorio con valori di  $F_a$  calcolati maggiori rispetto ai valori di  $F_a$  di soglia forniti da Regione Lombardia per il Comune di Montichiari.

## **6. SISTEMA IDROGRAFICO**

### **6.1. RETICOLO IDRICO PRINCIPALE E MINORE**

La rete idrografica, riportata sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2), è tratta dal *Documento di Polizia Idraulica* (SePrAm S.r.l., 2022). A tale elaborato si rimanda per una dettagliata descrizione dei corsi d'acqua che interessano il territorio di Montichiari.

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAV. 4) allegata al presente studio geologico sono riportate:

- le fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale (R.I.P.);
- le fasce di rispetto del reticolo idrico minore (R.I.M.);
- le fasce di rispetto del reticolo idrico di bonifica (R.I.B.).

Le attività ammesse e quelle vietate lungo i corsi d'acqua e nelle fasce di rispetto sono normate dall'*Elaborato Normativo* allegato al *Documento di Polizia Idraulica*.

## **7. PIANIFICAZIONE DI BACINO: PAI E PGRA**

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

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, è stato approvato con DPCM 34 maggio 2001. Riguardo alla pericolosità e al rischio di alluvioni contiene:

- nell'Elaborato 8 la delimitazione delle Fasce Fluviali;
- nell'Elaborato 7 le Norme di Attuazione.

In comune di Montichiari, le fasce fluviali sono delimitate come rappresentato sulla CARTA PAI-PGRA (Tav. 7).

La fascia di deflusso della piena (Fascia A) è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

La fascia di esondazione (Fascia B) è esterna alla precedente ed è costituita dalla porzione di territorio che è interessata da inondazione al verificarsi della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni. Comprende le aree più ribassate appartenenti alla piana di divagazione del F. Chiese, situate esternamente alla Fascia A.

L'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) è costituita dalla porzione di territorio, esterna alle Fasce A e B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella con tempo di ritorno pari a 200 anni; in particolare per la fascia C l'Autorità di Bacino ha assunto come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni.

### **7.2. PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)**

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di

distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Nel Piano vengono individuate le aree potenzialmente esposte a pericolosità per alluvioni, è stimato il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi che ricadono nelle aree allagabili e sono individuate le misure per ridurre il rischio stesso, suddivise in misure di prevenzione, protezione, preparazione, ritorno alla normalità e analisi, da attuarsi in maniera integrata.

Con D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738 la Regione Lombardia ha emanato le disposizioni regionali concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza.

### **7.3. MAPPE DI PERICOLOSITÀ DEL PGRA**

La delimitazione e la classificazione delle aree allagabili sono contenute nelle Mappe di Pericolosità del PGRA; sono previsti tre scenari di pericolosità:

- Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2/M);
- Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (aree P1/L).

Le aree allagabili riguardano quattro diversi "ambiti territoriali" che si differenziano tra loro per i diversi approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili stesse:

- Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM);
- Reticolo Secondario di Pianura naturale e artificiale (RSP);
- Aree Costiere Lacuali (ACL).

**Nel territorio di Montichiari le Mappe di Pericolosità del PGRA individuano aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) e al Reticolo Secondario di Pianura (RSP).**

### **7.3.1. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP)**

In Comune di Montichiari sono presenti aree allagabili riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP) sia lungo il F. Chiese, sia lungo lo scaricatore del T. Garza che scorre all'esterno del territorio comunale, lungo il confine occidentale.

La delimitazione delle aree allagabili lungo il Fiume Chiese e lungo lo scaricatore del T. Garza, riferite al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP), deriva da studi commissionati dall'Autorità di Bacino. In particolare, deriva dagli "*Studi di fattibilità della sistemazione idraulica di Oglio, Chiese, Mella, Garza e Cherio*" (R.T.I.: Enel Hydro - Aquater - Idro - C. Lotti & Associati Studio Paoletti, marzo 2006), predisposti dall'Autorità di Bacino del F. Po.

Le aree allagabili comprendono:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni rare (P1/L).

Le aree allagabili individuate nelle mappe di pericolosità del PGRA lungo il Fiume Chiese non coincidono con le fasce fluviali (Fascia A, Fascia B e Fascia C) individuate nell'Elaborato 8 "Tavole di delimitazione delle fasce fluviali" del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI), già riportate nella Componente geologica del PGT vigente, in quanto gli approcci metodologici utilizzati per definire le aree allagabili e le fasce fluviali sono differenti.

Come riportato nella D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, l'Autorità di Bacino del Fiume Po dovrebbe procedere in futuro, in accordo con Regione Lombardia, ad avviare una specifica variante al PAI a scala di asta fluviale (variante d'asta) al fine di uniformare le aree allagabili, le fasce fluviali e la relativa normativa.

### 7.3.2. Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

Nelle Mappe di pericolosità del PGRA le aree allagabili riferite all'ambito territoriale Reticolo secondario di pianura (RSP) sono distribuite **lungo il reticolo consortile**.

La delimitazione delle aree allagabili è stata proposta da ANBI (ex URBIM), sentiti i Consorzi di bonifica.

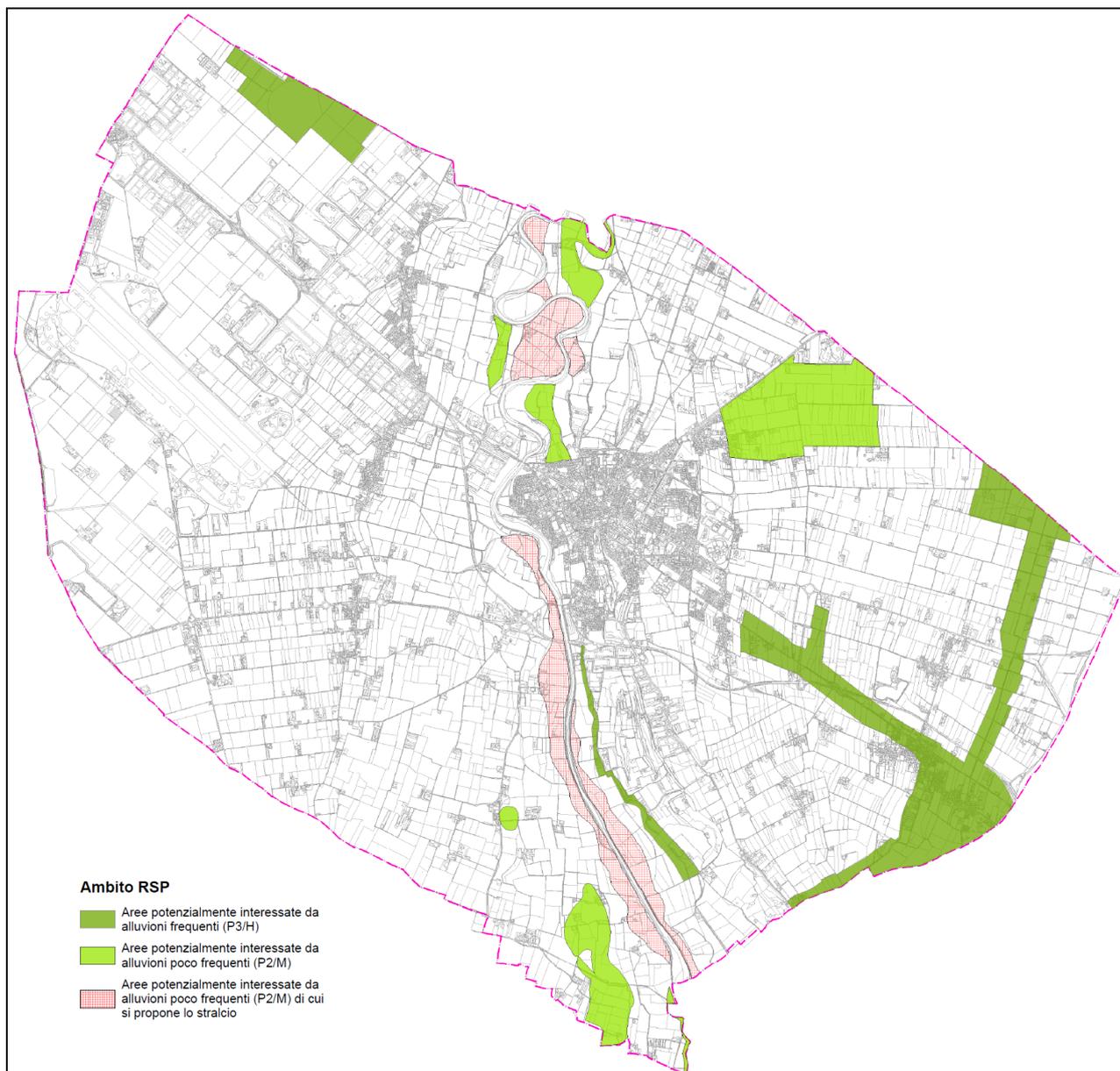
Le Mappe di pericolosità del PGRA individuano **lungo il reticolo consortile**:

- aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H);
- aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti (P2/M).

Il presente studio propone una modifica parziale alle aree a pericolosità idraulica dell'ambito RSP ma riconducibili a problematiche idrauliche riferibili al F. Chiese.

Tali aree risultano già ricomprese nella pericolosità idraulica valutata con metodologia più precisa nell'ambito RP del PGRA.

Di conseguenza alcune aree dell'ambito RSP definite a pericolosità idraulica media (P2/M) sono state stralciate. (fig. 7.1).



**Figura 7.1 – Aree stralciate dell'ambito RSP**

#### **7.4. MAPPE DEL RISCHIO**

Il PGRA contiene le Mappe del rischio che rappresentano il risultato finale dell'incrocio tra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità esaminati e gli elementi esposti censiti e raggruppati in classi omogenee di danno potenziale.

I dati sugli elementi esposti derivano principalmente dalle carte di uso del suolo regionali. Per definire le aree edificate è stata utilizzata l'Ortofoto AGEA 2012, ma è possibile aggiornarle con quelle rappresentate sull'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale di Regione Lombardia.

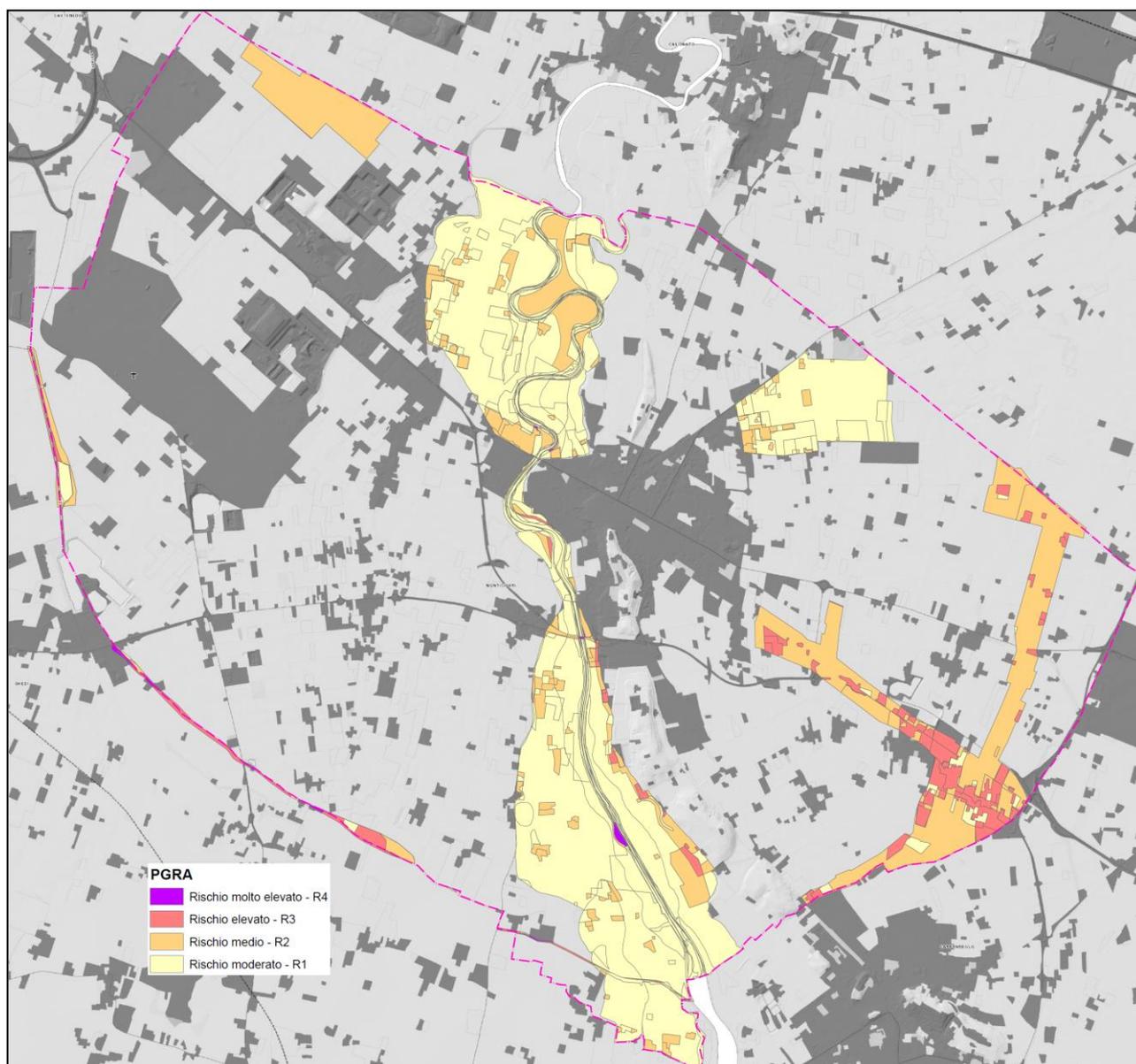
La determinazione del rischio è ottenuta dalla combinazione dei parametri vulnerabilità, danno e pericolosità, condotta attraverso una matrice.

Le Mappe del rischio classificano il territorio interessato da allagamenti secondo 4 gradi di rischio crescente:

- R1 - rischio moderato o nullo;
- R2 - rischio medio;
- R3 - rischio elevato;
- R4 - rischio molto elevato.

La Mappa del rischio del PGRA relativa al territorio di Montichiari è illustrata in Figura 7.2.

In ottemperanza alla D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738, i Comuni interessati dalle aree allagabili del PGRA devono procedere obbligatoriamente ad una verifica di coerenza tra i contenuti del proprio strumento urbanistico (PGT) e il PGRA.



**Figura 7.2** – *Mapa del rischio del PGRA per il territorio di Montichiari*

In particolare, riguardo al Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP), come illustrato al par. 3.1.4 della delibera citata, entro le aree che risultano classificate come R4 - rischio molto elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, d'intesa con l'Autorità regionale o provinciale competente in materia.

Relativamente al Reticolo Secondario di pianura (RSP), come illustrato al par. 3.3.4 della delibera citata, entro le aree che risultano classificate come R3 - rischio elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, da svolgersi secondo le procedure riportate nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011, se applicabili e con le finalità descritte al paragrafo 4 della D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738.

## **7.5. VALUTAZIONE DETTAGLIATA DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO LOCALI**

### **7.5.1. Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP)**

Lungo il Fiume Chiese (Reticolo Principale di pianura e di fondovalle - RP) le aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti (P3/H) coinvolgono aree agricole e non interessano aree già edificate, se non in modo molto marginale.

Come evidenziato in Figura 7.2, infatti, lungo il F. Chiese le Mappe del rischio individuano solamente alcuni limitati lembi di aree a rischio R4 che corrispondono a ponti (ponte di via Brescia, di viale Marconi, della SP668) oppure a porzioni marginali di aree produttive non ancora edificate.

Di conseguenza non si ritiene necessario effettuare una valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali per le aree a rischio R4 situate lungo il Reticolo Principale di pianura e di fondovalle (RP).

### **7.5.2. Reticolo Secondario di Pianura (RSP)**

La delimitazione delle aree allagabili riferite all'ambito territoriale Reticolo Secondario di pianura (RSP) è stata proposta da ANBI (ex URBIM), sentiti i Consorzi di bonifica.

In particolare, per il territorio di Montichiari si tratta di aree individuate dal Consorzio di Bonifica Chiese come "aree a rischio idraulico" per il F. Chiese e per alcune rogge nei Programmi Provvisori di Bonifica (L.R. 14 gennaio 1995 n.5). Tali aree sono state individuate ..."in relazione alla conoscenza specifica del territorio ed alla memoria di eventi che, se qualora non hanno comportato uno specifico esalveo ed allagamento hanno comportato situazioni di elevato rischio per le quali si è temuto il verificarsi dell'evento" (Cap. 1, par 1.9, Relazione Generale - Programmi Provvisori di Bonifica (L.R. 14 gennaio 1995 n.5), Consorzio di Bonifica Medio Chiese).

Relativamente al Reticolo Secondario di pianura (RSP), come illustrato al par. 3.3.4 della delibera citata, entro le aree che risultano classificate come R3 - rischio elevato (ovvero entro le aree che risultano già edificate nell'Ortofoto AGEA 2015 pubblicata sul Geoportale della Regione Lombardia) i Comuni sono tenuti a effettuare una valutazione più dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali, da svolgersi secondo le procedure riportate nell'Allegato 4 alla D.g.r. IX/2616/2011, se applicabili e con le finalità descritte al paragrafo 4 della D.g.r. 19 giugno 2017, n. X/6738.

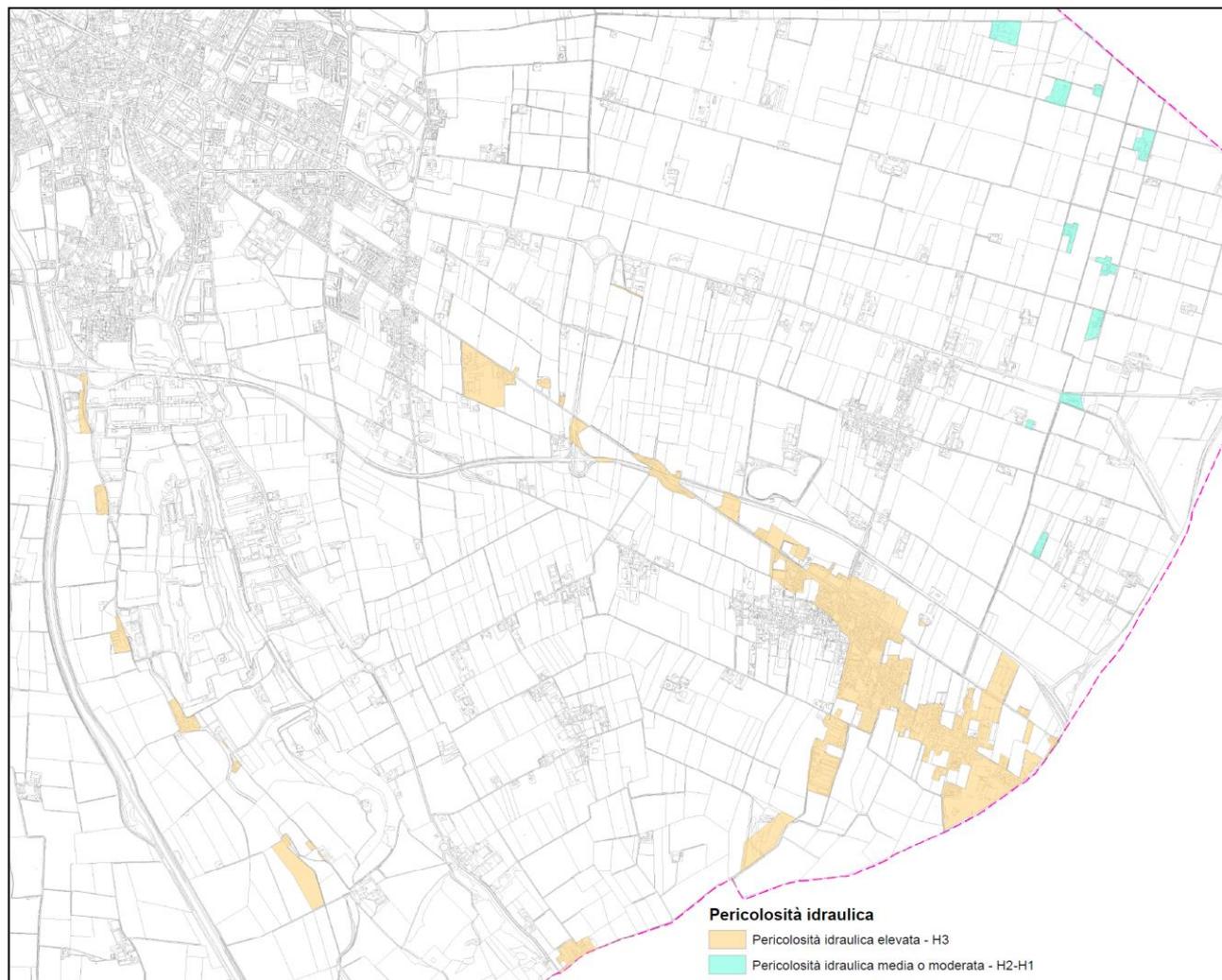
Di conseguenza è stata effettuata una **Valutazione dettagliata delle condizioni di pericolosità e rischio locali nelle aree classificate R3 a rischio elevato del PGRA** ai sensi della D.G.R. 19 giugno 2017 n. X/6738 (ALLEGATO 1).

La valutazione allegata ha consentito di effettuare una zonazione della pericolosità all'interno delle aree allagabili riportata in Figura 7.3 - Carta della pericolosità.

Le aree allagabili sono suddivise nelle seguenti classi di pericolosità:

- H2 o H1: pericolosità media o moderata
- H3: pericolosità elevata

Le aree, così individuate, sono riportate sulla Carta di Sintesi (Tav. 5) del presente studio geologico.



**Figura 7.3** – Carta della pericolosità

Per recepire nella Componente geologica del PGT i risultati della valutazione effettuata, alle diverse classi di pericolosità individuate vengono attribuite ben precise classi di fattibilità e norme di riferimento secondo le correlazioni definite nella DGR IX/2616/2011 (Tabella 2 – par. 3.2).

Le aree non edificate appartenenti alle aree P3/H del PGRA lungo il reticolo consortile, indipendentemente dalla pericolosità individuata dallo studio di dettaglio, vengono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 3c<sup>1</sup>.

Le aree già edificate valutate a pericolosità H3 vengono attribuite alla sottoclasse di fattibilità 3c<sup>2</sup>, mentre le aree già edificate valutate a pericolosità H2/H1 vengono attribuite alla sottoclasse 3c<sup>3</sup>, insieme alle aree allagabili appartenenti alle aree P1/L (potenzialmente interessate da alluvioni rare) del PGRA.

## 8. IDROGEOLOGIA

### 8.1. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La struttura idrogeologica del territorio di Montichiari è il risultato dell'azione glaciale e alluvionale verificatasi nel Quaternario che ha condizionato la distribuzione delle unità idrogeologiche e le relazioni stratigrafiche tra le stesse.

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio sono illustrate dalla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2).

Nella Tabella 8.1 si riporta l'elenco dei pozzi comunali la cui ubicazione è riportata sulla Tav. 2. Le stratigrafie dei terreni attraversati durante la perforazione sono allegate alla presente relazione.

I depositi alluvionali che caratterizzano il settore occidentale e quello orientale di Montichiari, di origine fluvioglaciale e fluviale, sono costituiti prevalentemente da ghiaie con ciottoli e trovanti di diversa natura immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, caratterizzate da alta permeabilità, appartenenti all' "**unità ghiaioso-sabbiosa**" (Denti, Lauzi, Sala, Scesi, 1988).

A partire da 35-40 m di profondità le ghiaie risultano più o meno cementate, fino a passare all' "**unità conglomeratica**", costituita da materiali conglomeratici, sabbiosi ed arenacei con intercalazioni argillose e ghiaiose.

Lo spessore complessivo delle due unità idrogeologiche supera i 100 m nell'area in esame.

L'unità ghiaioso-sabbiosa e l'unità a conglomerati precedentemente descritte corrispondono ai "gruppi acquiferi A e B" nel lavoro Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002) - *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia* a cura di C. Carcano e A. Piccin. S.EL.CA. (Firenze); la distinzione tra i gruppi acquiferi A e B non è facile a causa delle forti analogie litologiche che derivano dall'ambiente deposizionale piuttosto simile.

L'unità a conglomerati poggia sul complesso di depositi formanti l' "**unità Villafranchiana**", rappresentata da argille e argille limose grigio-azzurre con intercalazioni ghiaiose o ghiaioso-sabbiose e rare lenti torbose, corrispondente al Gruppo Acquifero C.

L'unità ghiaioso-sabbiosa e quella conglomeratica contengono una **falda libera** captata da diversi pozzi presenti nella zona.

L'acquifero libero presenta una conducibilità idraulica valutabile intorno a  $4 \cdot 10^{-4}$  m/s.

**Tabella 8.1 - Pozzi pubblici**

n°	Denominazione	quota p.c. (m s.l.m.)	Profondità (m)	Anno	Profondità filtri (m)	Acquiferi captati	dati idraulici		
							livello statico (m)	livello dinamico (m)	Portata (l/s)
1	Boschetti	98.7	145	1991	da 110 a 138 m	confinato	14.2	24	50
2	Facia d'Oro	115.4	110	1990	da 60 a 62, da 76 a 94 m	libero	31.3	31.87	62
3	Ferriera	111.8	130	1988	da 91 a 101, da 105 a 120 m	libero	24.5	27	60
4	Marconi	93	112	1981	da 32,6 a 35,6 m; da 40,0 a 42,0 m; da 44,6 a 48,3 m; da 79,2 a 80,8 m; da 94,5 a 96,8 m; da 101,0 a 108,5 m	libero	10	13	40
5	Novagli	91	143	1989	da 117,0 a 123,0 m; da 127,0 a 139,0 m	confinato	10.6	13.6	21
6	P.I.P.	95.8	130	1986	da 120 a 130 m	libero	15	17	20
7	Rò	105.4	147	1985	da 100 a 130 m	libero	16	17.5	55
8	S. Antonio	90.3	60	1986	da 44 a 54 m	libero	7	9	20
9	Vighizzolo	119.9	152	1991	da 97.5 a 120	libero	31.5	33	60

La presenza di orizzonti a minore permeabilità, costituiti sia da livelli a granulometria fine che da conglomerati compatti, determina un deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi più permeabili e di conseguenza una circolazione idrica sviluppata preferenzialmente in livelli sovrapposti. Si ritiene comunque che i livelli siano tra loro intercomunicanti, in quanto è probabile che gli orizzonti a bassa permeabilità non siano estesi e continui a tal punto da separare acquiferi diversi. Di conseguenza i livelli acquiferi possono essere ricondotti ad un'unica circolazione idrica sotterranea.

L'alimentazione dell'acquifero è dovuta all'infiltrazione delle acque meteoriche, alle dispersioni da subalveo da parte della rete idrica superficiale e, in misura significativa, dalle irrigazioni del semestre aprile-settembre.

L'unità Villafranchiana" costituisce il substrato degli acquiferi superficiali più produttivi; al suo interno i livelli più grossolani intercalati ai depositi argillosi contengono **falde confinate**, generalmente meno produttive di quelle sovrastanti presenti nell'unità ghiaioso-sabbiosa e in quella conglomeratica.

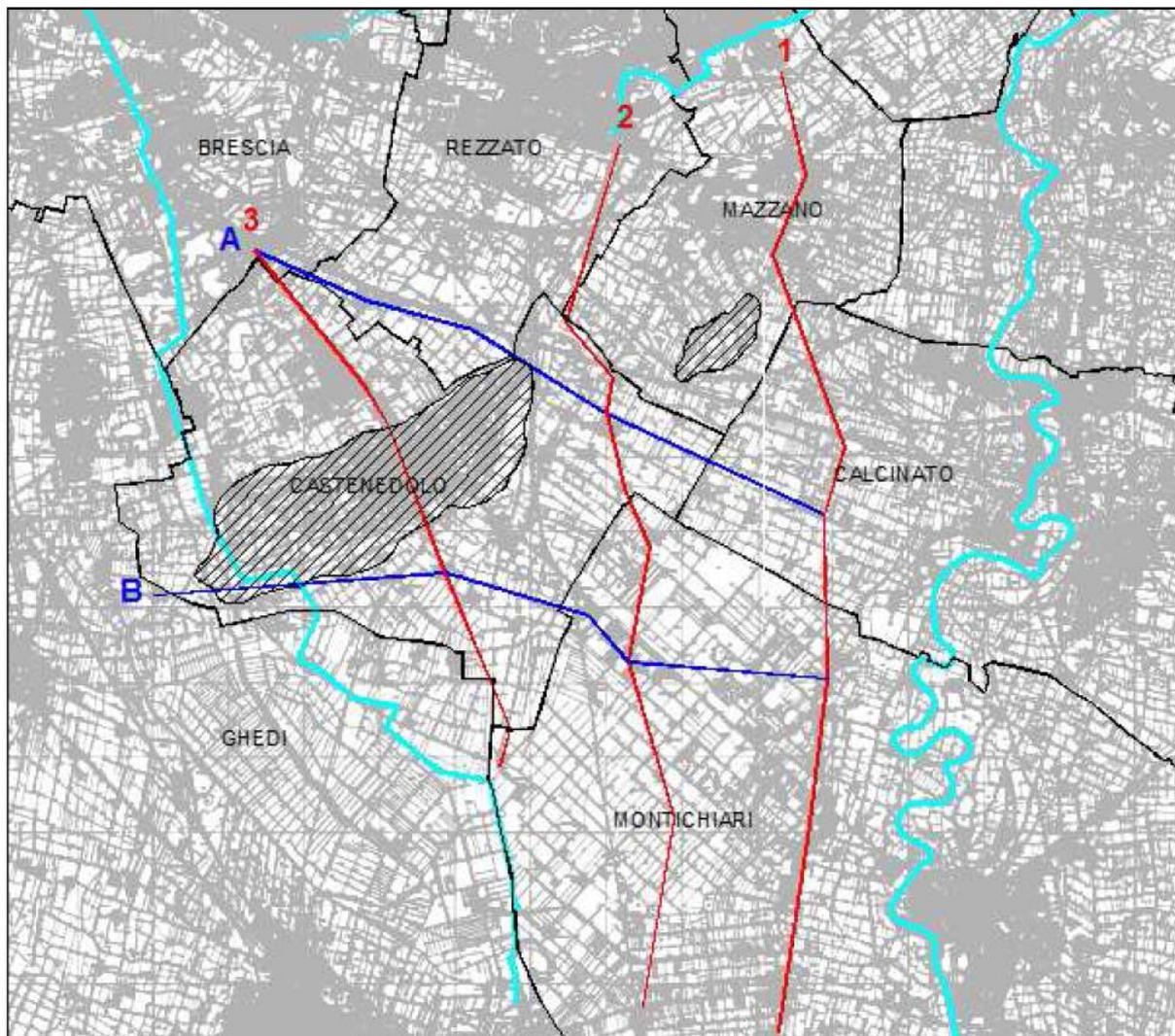
Dalle stratigrafie è possibile notare anche la posizione dei tratti fenestrati dai quali si emunge l'acqua: nella maggioranza dei casi i filtri sono posizionati nella parte inferiore dell'unità ghiaioso-sabbiosa e nell'unità conglomeratica.

A est del F. Chiese, all'interno del sistema morenico, la struttura idrogeologica cambia sensibilmente in quanto in profondità è presente una situazione molto più complessa, dovuta all'alternanza di depositi glaciali, glaciolacustri e fluvioglaciali. Nei cordoni morenici si possono formare falde freatiche sospese di bassa potenzialità, alimentate dalle precipitazioni, legate a condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali.

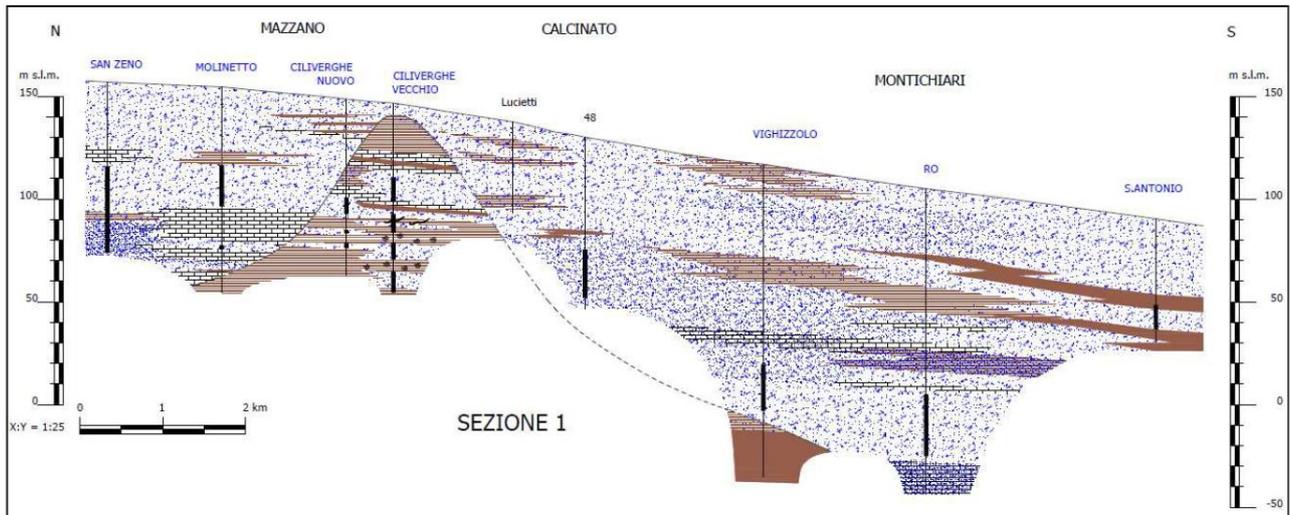
Più in profondità sono presenti **falde confinate o semiconfinate** contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi o ghiaioso-conglomeratici compresi tra limi e argille, captate da alcuni pozzi pubblici e privati.

Per evidenziare la struttura idrogeologica si riportano tre sezioni idrogeologiche tratte dalla Relazione Idrogeologica di inquadramento del Progetto Plumes – Lotto B (Engineering Geology, 2016), le cui tracce sono riportate in Figura 8.1.

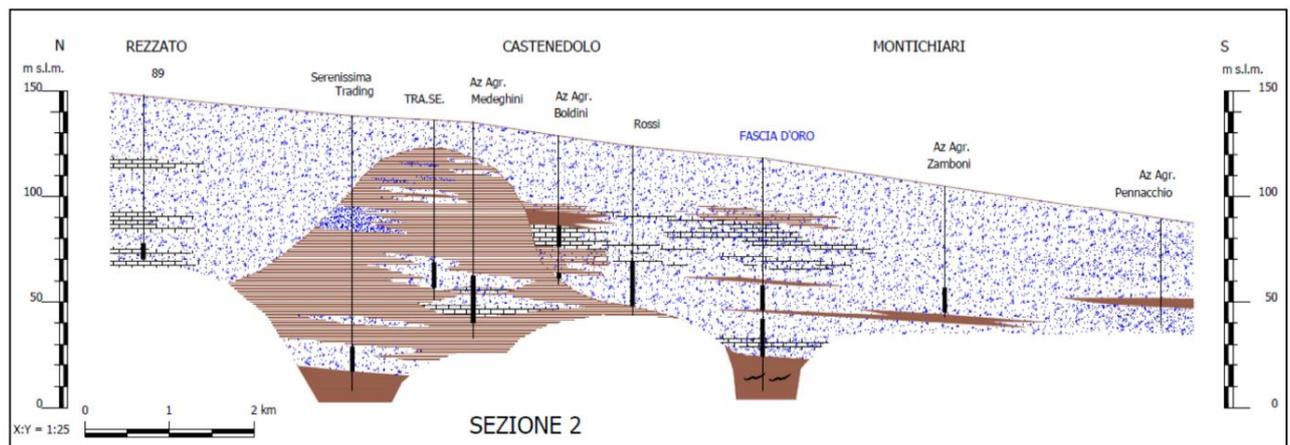
La sezione 1 e la sezione 2, illustrate rispettivamente nelle figure 8.2 e 8.3, presentano un andamento N-S, mentre la sezione B (figura 8.4) è tracciata con andamento grosso modo E-W.



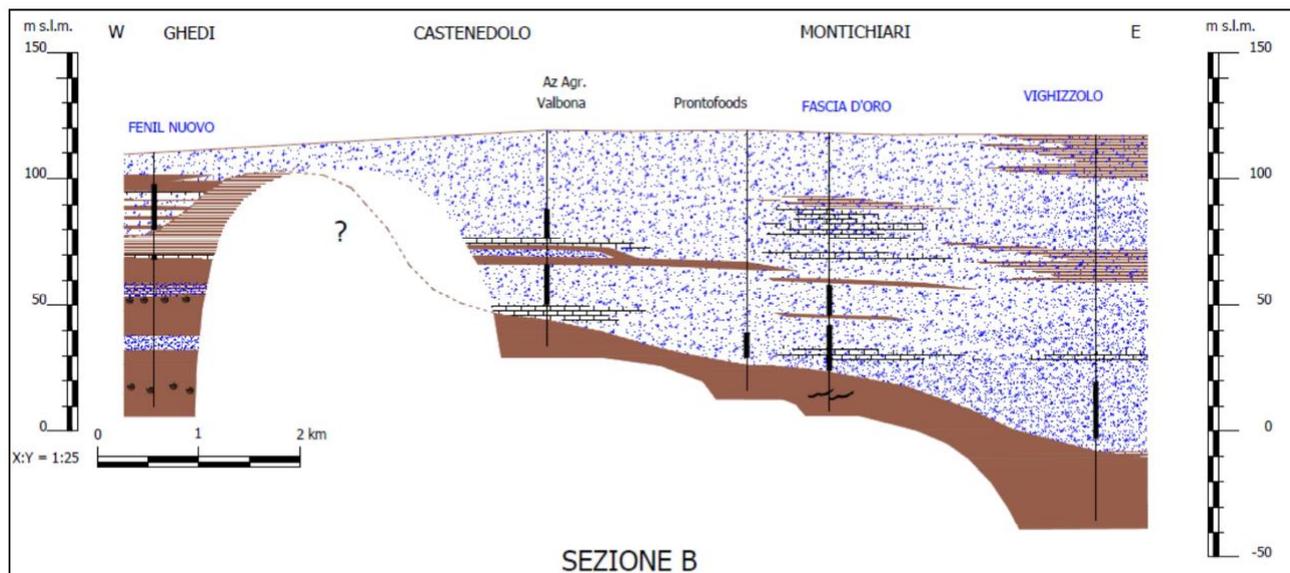
**Figura 8.1** – Traccia delle sezioni idrogeologiche (tratta da *Engineering Geology*, 2016)



**Figura 8.2 – Sezione 1**



**Figura 8.3 – Sezione 2**



**Figura 8.4 – Sezione B**

In tutte e tre le sezioni è evidente, a nord del territorio di Montichiari, in corrispondenza della collina di Ciliverghe e del colle di Castenedolo, la presenza di depositi più antichi di quelli circostanti a causa di un sollevamento del substrato. Si tratta di depositi di varia origine e litologia, riferibili al Pleistocene inferiore e medio. L'emergenza dal livello fondamentale della pianura dei rilievi di Ciliverghe e di Castenedolo, come per il Monte Netto ed il dosso di Pievedizio, è legata alla presenza di una struttura anticlinale sepolta, denominata "anticlinale di Pievedizio-Ciliverghe".

In generale è possibile osservare una diminuzione da Nord a Sud della granulometria dei sedimenti all'interno dell'unità ghiaioso-sabbiosa, con aumento delle intercalazioni sabbiose e limoso-argillose anche in prossimità della superficie; tale aspetto è visibile nelle sezioni longitudinali (Nord-Sud) mostrate nelle figure 8.2 e 8.3.

## 8.2. POZZI PUBBLICI

L'acquedotto di Montichiari è gestito da A2A ciclo idrico ed è alimentato dai pozzi descritti di seguito.

### 1 – Pozzo Boschetti

- località Boschetti;

- quota: 98,7 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1991;
- profondità: 145 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 50 l/s, livello statico: -14,2 m, livello dinamico -24,00 m;
- acquifero captato: acquifero confinato;
- tratti filtranti da 110,0 a 138,0 m.

## **2 - Pozzo Fascia d'Oro**

- località: Fascia d'Oro;
- data di perforazione: giugno 1990;
- quota: 115,4 m s.l.m.;
- profondità: 110 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 62 l/s, livello statico -31,30m, livello dinamico -31,87 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratto filtrante: da 60,00 a 72,00 m, da 76,00 a 94,00 m.

## **3 - Pozzo Ferriera**

- località Ferriera (a N del centro abitato);
- quota: 111,8 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1988;
- profondità: 130 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 60 l/s, livello statico: -24,5 m, livello dinamico -27,00 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti da 91,0 a 101,0 m; da 105,0 a 120,0 m.

## **4 - Pozzo Marconi**

- località via Marconi;
- quota: 93 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1981;
- profondità: 112 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 40 l/s, livello statico: -10,0 m, livello dinamico -13,00 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti da 32,6 a 35,6 m; da 40,0 a 42,0 m; da 44,6 a 48,3 m; da 79,2 a 80,8 m; da 94,5 a 96,8 m; da 101,0 a 108,5 m.

## **5 - Pozzo Novagli**

- località Novagli;

- quota: 91,0 m s.l.m.;
- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1989;
- profondità: 143 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 21 l/s, livello statico: 10,6 m, livello dinamico 13,6 m;
- acquifero captato: acquifero confinato;
- tratti filtranti da 117,0 a 123,0 m; da 127,0 a 139,0 m.

#### **6 – P.I.P.**

- località Arzaga;
- quota: 95,8 m s.l.m.;
- data di perforazione: 1986;
- profondità: 130 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 20 l/s, livello statico: -15 m, livello dinamico -17,00 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti da 120,0,0 a 130,0 m.

#### **7 - Pozzo Rò**

- località Rò;
- quota: 105,4 m s.l.m.;
- data di perforazione: 1985;
- profondità: 147 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 55 l/s, livello statico: -16 m, livello dinamico -17,50 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti da 100,0 a 130,0 m.

#### **8 - Pozzo S. Antonio**

- località S. Antonio;
- quota: 90,3 m s.l.m.;
- data di perforazione: 1986;
- profondità: 60 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 20 l/s, livello statico: -7,0 m, livello dinamico -9,0 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti da 44,0 a 54,0 m.

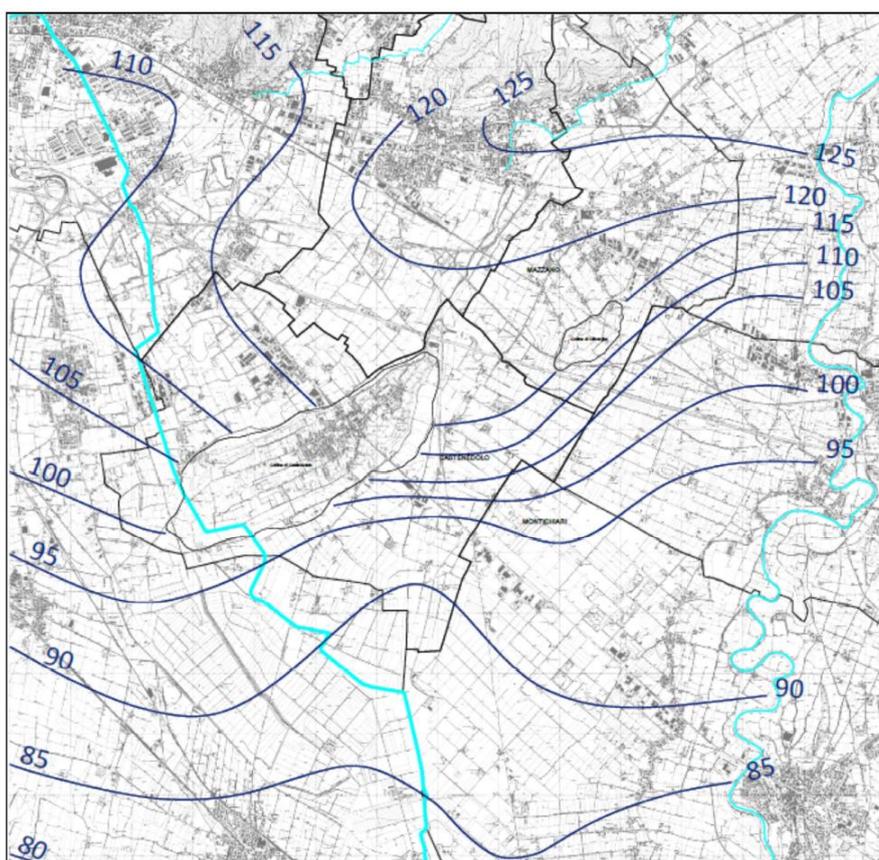
#### **9 - Pozzo Vighizzolo**

- località: Vighizzolo;

- ditta di perforazione: IPTA Vassalli, 1991;
- quota: 119,90 m s.l.m.;
- profondità: 152,00 m da p.c.;
- dati al collaudo: portata: 60 l/s, livello statico -31,5 m, livello dinamico -33,0 m;
- acquifero captato: acquifero libero;
- tratti filtranti: da 97,50 a 120,00.

### 8.3. PIEZOMETRIA

Per inquadrare l'andamento della piezometria della falda libera nel settore di studio, si dispone di una prima elaborazione a larga scala ricostruita nel biennio 1987-1988 dal Politecnico di Milano ("*Studio idrogeologico della pianura bresciana fra il F.Oglio e il F.Chiese*", Denti E. et al., 1988) riportata in stralcio in Figura 8.5.



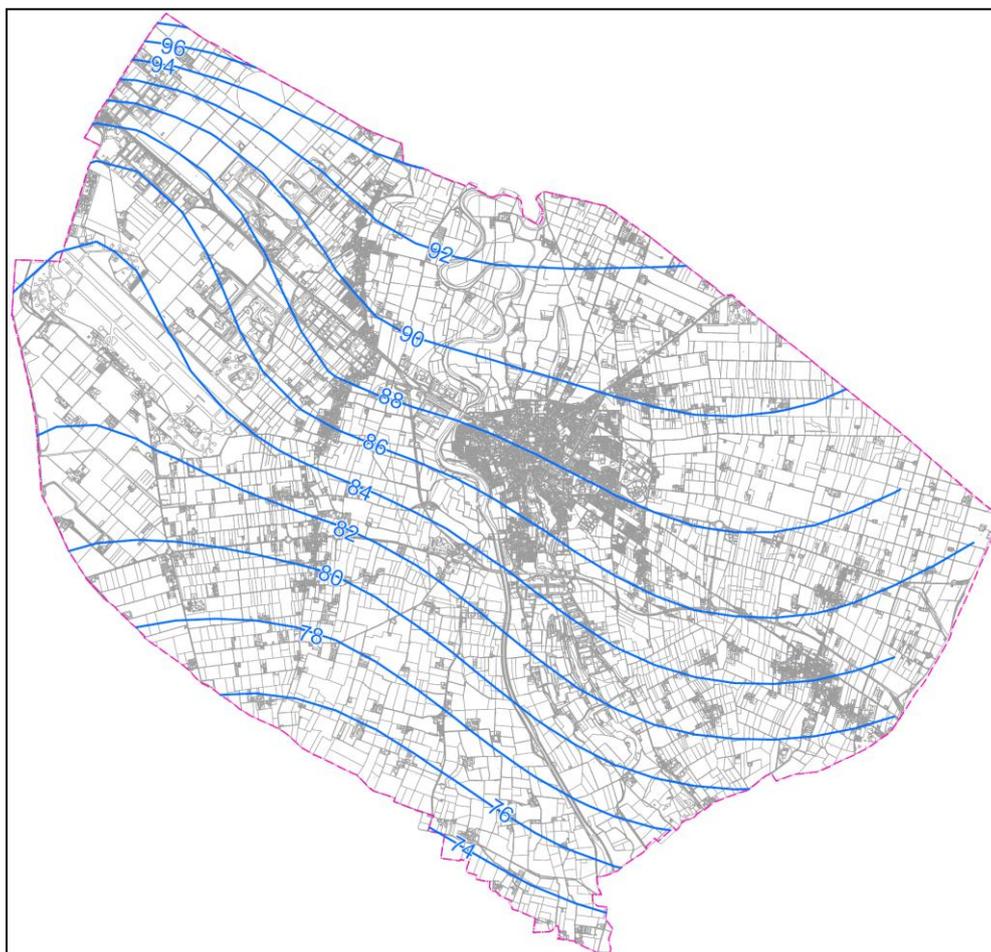
**Figura 8.5**– Piezometria dell'area oggetto di studio tratta da Denti et Al., 1988.

La falda mostra direzione preferenziale di deflusso da Nord verso Sud. L'andamento delle isopieze risulta abbastanza uniforme, con variazioni dovute essenzialmente alle principali strutture

idrogeologiche presenti nell'area, riconducibili ai paleoalvei e agli alti strutturali rilevabili sul territorio.

In Figura 8.6 è riportata la piezometria ricostruita da Bonomi T. e Verro R. (*“Caratterizzazione idrogeologica della Pianura Bresciana mediante l'uso di banche dati e Sistemi Informativi Territoriali”*, 1998) sulla base di una campagna rilievi piezometrici effettuati nel periodo settembre-ottobre 1996 nell'ambito del *“Progetto di una rete di monitoraggio idrogeologico e geochimico degli acquiferi di pianura, di valle e di anfiteatro morenico della provincia di Brescia”* (Ziliani, 1996).

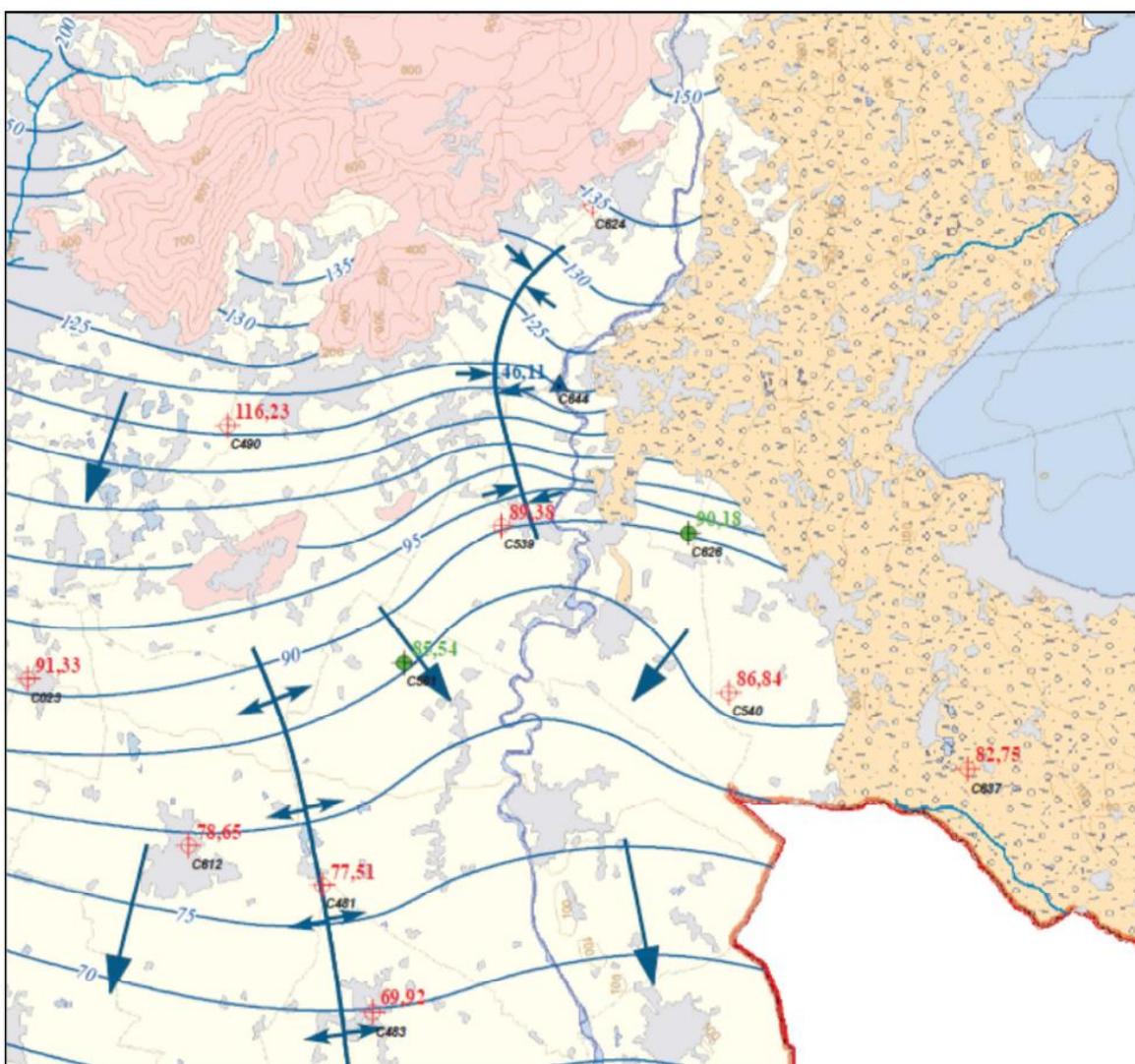
Nel territorio di Montichiari questa piezometria, rilevata in un periodo di falda piuttosto alta, conferma grosso modo l'andamento piezometrico misurato nel 1988 ed evidenzia un asse di drenaggio ad Ovest del F. Chiese.



**Figura 8.6** – Piezometria elaborata da Bonomi T., Verro R., 1998.

In Figura 8.7 è riportata la piezometria elaborata da ARPA sulla base dei rilievi effettuati nel mese di Luglio 2006 su pozzi e piezometri captanti l'acquifero superficiale ("*Monitoraggio dei corpi idrici sotterranei - Studio idrogeologico della pianura Bresciana*", 2006).

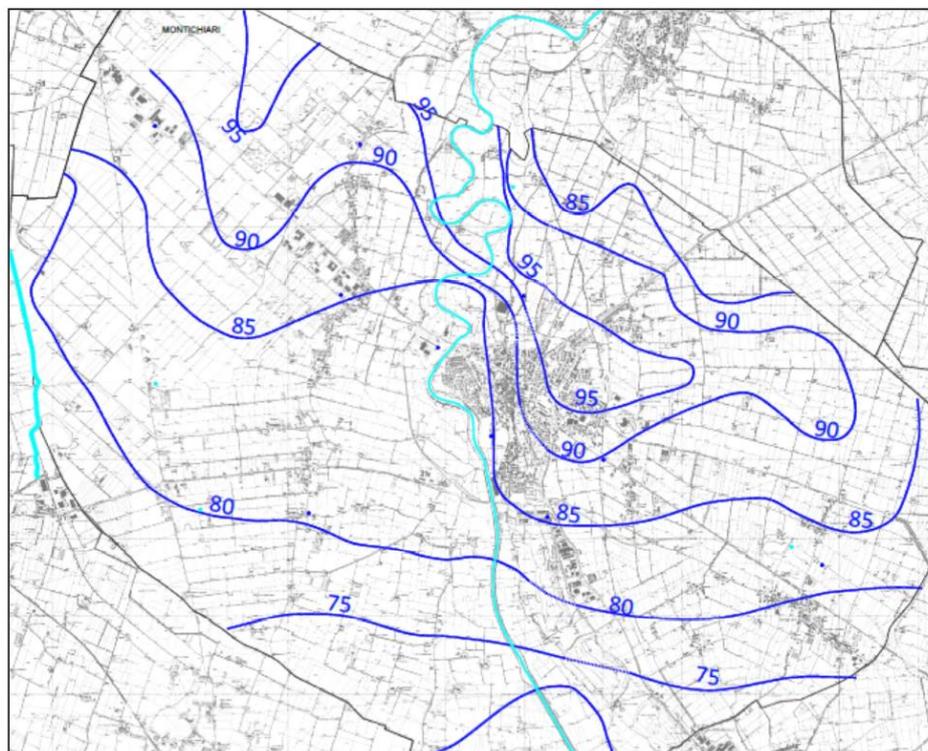
Nel territorio di Montichiari la falda risulta più bassa di circa 3 m rispetto alle misure del settembre-ottobre 1996; la piezometria individua un evidente asse di drenaggio in corrispondenza del F. Chiese.



**Figura 8.7** – Piezometria elaborata da Arpa, 2006.

La Figura 8.8 illustra la piezometria riferita al 2003, elaborata dal Dott. Geol. Mario Pesce nello Studio geologico del territorio comunale, redatto nel 2004. La morfologia della superficie

piezometrica risulta piuttosto articolata; il deflusso delle acque sotterranee risulta principalmente diretto da NNE verso SSW.



**Figura 8.8**– Piezometria elaborata da Pesce M, riferita al 2003.

Sulla CARTA IDROGEOLOGICA E DEL SISTEMA IDROGRAFICO (TAV. 2) È STATA RIPORTATA la piezometria riferita a maggio 2014, tratta dal Programma di tutela e Uso delle Acque (PTUA) 2016.

La quota della falda presenta un dislivello di 27,5 metri circa nell'intero comune di Montichiari, andando da 95 m s.l.m., all'estremità settentrionale, a 67,5 m s.l.m. al limite meridionale. La falda presenta una cadente piezometrica di circa 0,3-0,4%, abbattendosi di circa 3-4 metri per ogni km.

La direzione di deflusso delle acque è prevalentemente da N-NE verso S-SW nel settore centrale del territorio comunale, mentre nel settore occidentale e in quello orientale è da N a S.

La soggiacenza, ovvero la profondità della falda dal piano campagna, diminuisce da N verso S. Infatti, nel settore settentrionale del territorio di Montichiari è maggiore di 20 m, mentre nel settore meridionale la soggiacenza è inferiore a 5 m; i valori minori si rinvencono nei pressi del F. Chiese.

#### 8.4. FONTANILI

I fontanili sono una manifestazione caratteristica dell'emergenza in superficie delle acque di falda. Essi indicano il passaggio dall'alta alla media pianura e 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 incunearsi 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 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. Depressioni naturali o artificialmente realizzate nel terreno possono intersecare la superficie piezometrica, determinando una fuoriuscita di acqua, denominata "risorgiva". L'uomo ha saputo sfruttare fin dal secolo XI questa situazione naturale, modificando l'emergenza dell'acqua e aumentando la produttività delle risorgive.

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 dell'irrigazione estiva o dei periodi con piovosità più elevata; a partire dagli anni '60 del secolo scorso si è assistito al prosciugamento dei fontanili situati più a nord e ad una diminuzione delle portate. La causa del fenomeno va ricercata nel generale abbassamento del livello piezometrico della falda acquifera superficiale, legato a diversi fattori, tra i quali: il forte aumento dell'entità degli emungimenti effettuati attraverso i pozzi, la diminuzione delle acque che si infiltrano nel sottosuolo a causa dell'aumento delle superfici impermeabilizzate e della modifica delle precipitazioni.

I fontanili oltre a rivestire un notevole interesse dal punto di vista idrogeologico, costituiscono una testimonianza storica della cultura materiale dei luoghi e rappresentano elementi di un sistema di elevato valore ecologico 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.

**Nel territorio di Montichiari, una volta interessato da numerosi fontanili, si è verificato il graduale prosciugamento di tutti i fontanili, ad eccezione delle Fontanelle.**

Già negli anni '80 del secolo scorso i fontanili presenti nel territorio di Montichiari risultavano in buona parte inattivi, come evidenziato nella Tabella 8.2. L'elenco è frutto di un censimento contenuto nel lavoro di Bianchi A. et Alii "Rilievo della portata liquida in un campione di fontanili della pianura lombarda tra Adda e Chiese", pubblicato da Regione Lombardia nel 1985, integrato da rilievi sul posto effettuati dal nostro studio sempre negli anni '80. Sulla base dei nostri rilievi, ai fontanili censiti nel lavoro citato sono stati aggiunti i fontanili Fontanelle, San Giorgio e Cominello, situati tra i rilievi morenici e il F. Chiese.

**Tabella 8.2 – Elenco dei fontanili censiti negli anni '80**

<b>Numerazione*</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Morto/Attivo (nel 1985)</b>
95	Fenil Longo	M
96	S. Rocco	M
97	C.na Belli	M
98	C.na Colombara Poli	M
99	Tognale	M
103	Fontanone	M
104	Maiolera	M
105	Falchetto	M
106	Caffara	A
107	Lama di Novagli I	A
108	Lama di Novagli II	A
	Fontanelle	A
	S. Giorgio	A
	Cominello	A

\* La numerazione è quella riportata nel lavoro di Bianchi et alii, 1985

Il lavoro del 1985 considera asciutti buona parte dei fontanili presenti in comune di Montichiari; solamente i fontanili Caffara (n.106), Lama di Novagli I (107) e Lama di Novagli II (108) risultano attivi secondo tale censimento. Da notizie raccolte in loco risulta che negli anni '80 erano attivi anche i fontanili Fontanelle, San Giorgio e Cominello.

Negli ultimi 30-40 anni molte delle depressioni dei fontanili censiti nel 1985 sono state riempite e la morfologia della testa del fontanile completamente obliterata.

**Attualmente l'unico fontanile che risulta attivo è il "fontanile Fontanelle", captato dal Santuario Rosa Mistica.**

Poiché il "fontanile Fontanelle" è situato ai piedi dei rilievi morenici di S. Zeno e di S. Giorgio è presumibile che sia alimentato da una falda acquifera contenuta nei depositi glaciali che costituiscono i rilievi stessi, a differenza degli altri fontanili che sono alimentati dalla falda acquifera contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi della pianura, falda che si è abbassata sensibilmente rispetto agli anni '60. Attualmente si configura come una sorgente situata all'interno del complesso del Santuario Rosa Mistica.

Sulla Carta di Sintesi (Tav. 5) si è ritenuto opportuno individuare i seguenti **fontanili asciutti**, la cui morfologia si è conservata ed è ancora ben leggibile nel territorio:

- Fontanile S. Giorgio o delle lumache;
- Fontanile Cominello;
- Lamette di Novagli (Lama di Novagli I);
- Fontanile Caffara.

I primi tre sono censiti sul geoportale di Regione Lombardia e derivano dal lavoro "*Tutela e valorizzazione dei fontanili del territorio lombardo*", Quaderni della Ricerca n. 144 – marzo 2012. Il Fontanile Caffara è stato aggiunto da noi all'elenco.

Si tratta di quattro depressioni allungate che in passato rappresentavano teste di fontanile, situate nel settore sud-orientale del territorio comunale. Attualmente, in conseguenza del generale abbassamento del livello piezometrico della falda superficiale in questo settore di pianura, questi canali risultano asciutti e, di conseguenza, non hanno più una funzione irrigua.

Tuttavia, la presenza di questi profondi fossi, segnata da vegetazione arborea e arbustiva in grado di fornire protezione e riparo alla fauna, è particolarmente significativa dal punto di vista ambientale e, di conseguenza, essi esercitano una **funzione ecologica** grazie anche alla connessione con gli elementi della Rete Ecologica Regionale.

Inoltre, essi esercitano una **funzione paesaggistica** in quanto rappresentano elementi in grado di strutturare e caratterizzare il paesaggio.

Ancora, tali canali possono adempiere alla funzione di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche. Non si può infine escludere che in condizioni pluviometriche diverse dalle attuali, la

falda possa tornare ai livelli degli anni '60; in tal caso questi canali tornerebbero ad assolvere alla funzione di canali di drenaggio e raccolta delle acque di affioramento della falda.

A fine relazione si allegano le schede dei fontanili censiti.

Considerato che attualmente questi canali sono asciutti e non rappresentano situazioni di emergenza della falda acquifera non è stata prevista una particolare classe di fattibilità; tuttavia, questi canali per la funzione ecologica e paesaggistica che esercitano sono tutelati nel PGT in quanto elementi della Rete Ecologica.

Anche per il "fontanile Fontanelle" non è stata prevista una classe di fattibilità specifica, in quanto si tratta di una sorgente captata all'interno del complesso del Santuario Rosa Mistica.

#### **8.5. VULNERABILITÀ DELL'ACQUIFERO**

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 il sistema DRASTIC sono i seguenti:

D = Profondità della falda

R = Ricarica della falda

A = Mezzo acquifero saturo

S = Tipo di suolo

T = Inclinazione della superficie topografica

I = Mezzo non saturo

C = Conducibilità idraulica

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 ( $ID = \sum I*P$ ).

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 8.2: Classi di vulnerabilità (DRASTIC 23-230)**

Nel territorio di Montichiari sono state individuate quattro situazioni differenti: uno corrisponde ai rilievi collinari di origine glaciale, e gli altri tre sono situati sulla piana fluvio-glaciale e fluviale e si differenziano sostanzialmente in base alla soggiacenza della falda.

Di seguito si sintetizzano in tabelle per ogni ambito territoriale individuato i risultati dell'applicazione del metodo.

**Ambito del settore morenico**

	PARAMETRI	CAMPO(RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5-10 m	7	5	35
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>123</b>

L'indice Drastic risulta pari a 123 e corrisponde alla classe di vulnerabilità medio-bassa.

**Ambito del settore di pianura e della valle del Chiese con soggiacenza > 20 m**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	> 20 m	2	5	10
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 *10-4m/s	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>144</b>

L'indice Drastic risulta pari a 144 e corrisponde alla classe di vulnerabilità mediamente alta.

**Ambito del settore di pianura e della valle del Chiese con soggiacenza 5 - 20 m**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	5- 20 m	7	5	35
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 *10-4m/s	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>169</b>

L'indice Drastic risulta pari a 169 e corrisponde alla classe di vulnerabilità alta.

**Ambito del settore di pianura e della valle del Chiese con soggiacenza <5 m**

	PARAMETRI	CAMPO (RANGE)	PUNTEGGIO (I)	PESO (P)	IxP
D	Profondità falda	2-5 m	8	5	40
R	Ricarica falda	50-200 mm	5	4	20
A	Mezzo acquifero saturo	Ghiaie e sabbie	8	3	24
S	Tipo di suolo	Protettività bassa	8	2	16
T	Pendenza	0-2 %	10	1	10
I	Mezzo non saturo	Ghiaie e sabbie	8	5	40
C	Conducibilità idraulica	4,6-9,2 *10-4m/s	8	3	24
	<b>TOTALE (ID)</b>				<b>174</b>

L'indice Drastic risulta pari a 174 e corrisponde alla classe di vulnerabilità molto alta.

In conclusione, la porzione di valle fluviale e di territorio di pianura caratterizzata da soggiacenza della falda inferiore a 5 m presenta un grado di vulnerabilità molto alto; laddove la soggiacenza è compresa tra 5-20 m il grado di vulnerabilità è alto, mentre la rimanente porzione di territorio presenta un grado di vulnerabilità medio-alto. Il differente grado di vulnerabilità è legato soprattutto al diverso valore di soggiacenza della falda, considerato che in entrambe le situazioni sia la zona saturo che quella insaturo sono caratterizzate da ghiaie e sabbie e non contengono livelli a granulometria fine in grado di ridurre o comunque rallentare l'eventuale propagazione di sostanze contaminanti in falda. A scopo cautelativo è stato considerato su tutto il territorio un valore basso di protettività dei suoli, anche se i suoli posti Ovest del F. Chiese presentano in genere un grado di protettività abbastanza buono.

La zona morenica, caratterizzata da coperture limoso-argillose e terreni meno permeabili, presenta un grado di vulnerabilità medio-basso.

Gli Ambiti Territoriali Estrattivi e le depressioni di cave dismesse sono caratterizzati da un grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto alto, in quanto al loro interno la soggiacenza è ridotta e viene a mancare l'azione protettiva esplicata dal suolo.

## **9. INDIVIDUAZIONE DELLE PORZIONI DI TERRITORIO NON ADATTE O POCO ADATTE ALL'INFILTRAZIONE DELLE ACQUE PLUVIALI NEL SUOLO E NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO**

Ai sensi del Regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7 (*Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005 n.12*), aggiornato con Regolamento regionale n°8 del 19 Aprile 2019, per gli interventi di cui all'Art. 3 ed all'Art. 6 (comma 1, lettere a, b, c) sono richiesti specifici adempimenti e la predisposizione di un progetto di invarianza idraulica e idrologica, redatto conformemente alle disposizioni del regolamento stesso e, in particolare, secondo i contenuti di cui all'Art. 10, firmato da un tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici.

A supporto della predisposizione dello "Studio Comunale del Rischio Idraulico" è stata predisposta la *Tavola A – Individuazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo*, come richiesto dal Regolamento regionale (art.14, comma 7, lettera a, numero 6bis).

Sono state così individuate:

- le aree con soggiacenza bassa della falda acquifera
- le aree con terreni a permeabilità bassa o medio-bassa
- le aree caratterizzate da alta vulnerabilità della falda acquifera;
- aree con terreni contaminati

Si sottolinea che la delimitazione delle aree non adatte o poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e nel primo sottosuolo è basata sui dati ad oggi disponibili e che la tavola potrà in futuro essere aggiornata mano a mano che si disporrà di ulteriori dati idrogeologici, geotecnici, pedologici e ambientali, al fine di meglio definire la distribuzione delle diverse aree.

La tavola non pretende quindi di caratterizzare in modo puntuale il territorio. Essa ha infatti la finalità di inquadrare a livello territoriale le limitazioni di tipo geologico alla dispersione delle acque, in modo da essere di ausilio sia nella definizione delle misure strutturali e non strutturali di invarianza idraulica e idrologica, sia nella programmazione delle indagini in sito dei singoli progetti di invarianza idraulica e idrologica, sia infine nella pianificazione urbanistica.

- **Aree non adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo**
  - Lago di cava – falda affiorante
  - Fontanile tombato
  - Discarica in attività
  - Discarica cessata
  - Rifiuti interrati
  - Depressione di cava colmata
  
- **Aree poco adatte all'infiltrazione delle acque pluviali nel suolo e negli strati superficiali del sottosuolo**
  - Area con soggiacenza della falda generalmente inferiore a 5 m da piano campagna
  - Area con presenza in superficie di terreni a permeabilità media o bassa
  - Area a vulnerabilità molto alta delle acque sotterranee

## 10. CARTA DEI VINCOLI

Sulla CARTA DEI VINCOLI (TAVV. 4 NORD E SUD) sono riportate le limitazioni d'uso del territorio di carattere prettamente geologico derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore.

### VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO AI SENSI DELLA L.183/89

#### **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.cm. 24 maggio 2001 - Elaborato 8 - Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali**

La fascia di deflusso della piena (Fascia A) è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento con tempo di ritorno di 200 anni, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

La fascia di esondazione (Fascia B) è esterna alla precedente ed è costituita dalla porzione di territorio che è interessata da inondazione al verificarsi della piena con tempo di ritorno pari a 200 anni. Comprende le aree più ribassate appartenenti alla piana di divagazione del F. Oglio, situate esternamente alla Fascia A.

L'area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) è costituita dalla porzione di territorio, esterna alle Fasce A e B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella con tempo di ritorno pari a 200 anni; in particolare per la fascia C l'Autorità di Bacino ha assunto come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con tempo di ritorno di 500 anni.

#### **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)**

##### AMBITO TERRITORIALE RETICOLO PRINCIPALE (RP)

- Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
- Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti
- Area P1/L - Area potenzialmente interessata da alluvioni rare

## AMBITO TERRITORIALE RETICOLO SECONDARIO DI PIANURA (RSP)

- Area P3/H - Area potenzialmente interessata da alluvioni frequenti
- Area P2/M - Area potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti

## AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

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 ai sensi del D.L.vo. 3 aprile 2006, n.152 (art. 94), delle *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)*" e della D.G.R. del 27 giugno 1996 n.6/15137.

La zona di rispetto del pozzo S. Antonio è delimitata con criterio temporale, mentre quelle degli altri pozzi con criterio geometrico.

## VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Principale di competenza regionale

Fascia di rispetto dei corsi d'acqua del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale

Fascia di rispetto del Reticolo Idrico di Bonifica

I vincoli di polizia idraulica sono individuati nel "*Documento di Polizia Idraulica – D.G.R. 15/12/2021 n. XI/5714*" (SePrAm S.r.l., 2022).

Le attività ammesse e quelle vietate lungo i corsi d'acqua e nelle fasce di rispetto sono normate dall'*Elaborato Normativo* allegato al *Documento di Polizia Idraulica* (SePrAm S.r.l., 2022)

## 11. CARTA DI SINTESI

Sulla CARTA DI SINTESI (TAV. 5) sono rappresentati gli elementi di fragilità individuati sul territorio. 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. Di seguito vengono descritti ed analizzati tali ambiti.

### *AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI*

Versanti delle colline moreniche ad elevata energia del rilievo: sono riportate le porzioni di cordone morenico caratterizzate da elevata acclività e quindi potenzialmente soggette a fenomeni di instabilità locale.

### *AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO*

Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto alto: sono state così cartografate le aree caratterizzate da un grado di vulnerabilità delle acque sotterranee molto elevato.

Grado di vulnerabilità delle acque sotterranee alto: sono state così cartografate le aree più rilevate appartenenti alla Valle dell'Oglio e buona parte delle aree appartenenti al livello fondamentale della pianura.

Aree con bassa soggiacenza della falda: si tratta di aree in cui, sulla base dei dati disponibili, la falda è situata ad una profondità inferiore a 5 m, generalmente caratterizzate dalla presenza di fontanili e risorgive.

Discarica in attività - Discarica cessata - Rifiuti interrati - Depressione di cava colmata - Fontanile tombato: si tratta di aree che potrebbero vedere la presenza di riporti di natura antropica con compromissione ambientale e di conseguenza potenzialmente pericolose per le falde acquifere sottostanti. Tali aree presentano inoltre una potenziale problematica legata alle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Depressione cava inattiva: l'attività estrattiva passata ha esportato le coperture pedologiche creando una maggiore vulnerabilità dell'area.

Lago di cava – falda affiorante: si tratta di aree in cui affiora direttamente la falda acquifera e di conseguenza estremamente vulnerabili.

Fontanile attivo - Fontanile inattivo: si tratta di aree potenzialmente molto vulnerabili dal punto di vista idrogeologico per la presenza della falda a bassa profondità e per la conservazione di forme di paesaggio e associazioni vegetazionali caratteristiche.

#### *AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO*

Aree sottoposte a valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica locali: sono riportate le aree all'interno delle quali è stata condotta una valutazione delle condizioni di pericolosità idraulica locali.

## **12. CARTA PAI-PGRA**

Questo elaborato risulta di nuova redazione e sostituisce la precedente Carta PAI ai sensi della D.G.R. X/6738/2017.

In esso vengono recepite le nuove delimitazioni delle aree a pericolosità idraulica tratte dalle mappe del PGRA.

### **13. CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO E NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE**

Sulla CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO (TAV. 7), realizzata in scala 1:5.000, sono indicate 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 fattibilità.

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.

In caso di sovrapposizione di due o più classi, valgono le prescrizioni relative alla classe di fattibilità più elevata. Le prescrizioni relative alle classi di fattibilità più basse vanno comunque applicate quando queste non siano in contrasto con quanto prescritto per le classi più elevate.

La normativa d'uso della Carta di fattibilità geologica è riportata nelle NORME GEOLOGICHE DI PIANO allegate alla presente relazione.

La Carta di Fattibilità è stata rivista alla luce degli aggiornamenti citati nei precedenti paragrafi e degli indirizzi regionali vigenti (D.G.R. IX/2616/2011 e D.G.R. X/6738/2017).

Sulla Carta di Fattibilità sono riportate con apposita voce le fasce di rispetto del reticolo idrico principale e minore e le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, già rappresentate sulla Carta dei Vincoli, al fine di facilitare gli uffici comunali nella consultazione di un unico elaborato (Carta di fattibilità).

Brescia, dicembre 2022

Dott. Geol. Gianantonio Quassoli

Dott. Geol. Laura Ziliani

## **STRATIGRAFIE POZZI**



TORBOLE CASAGLIA (Bs) Italy  
Telefono (030)

COMMITENTE: SPETT.LE AMMINISTRAZIONE COMUNALE

MONTICHIARI - BS - LOC. BOSCHETTI

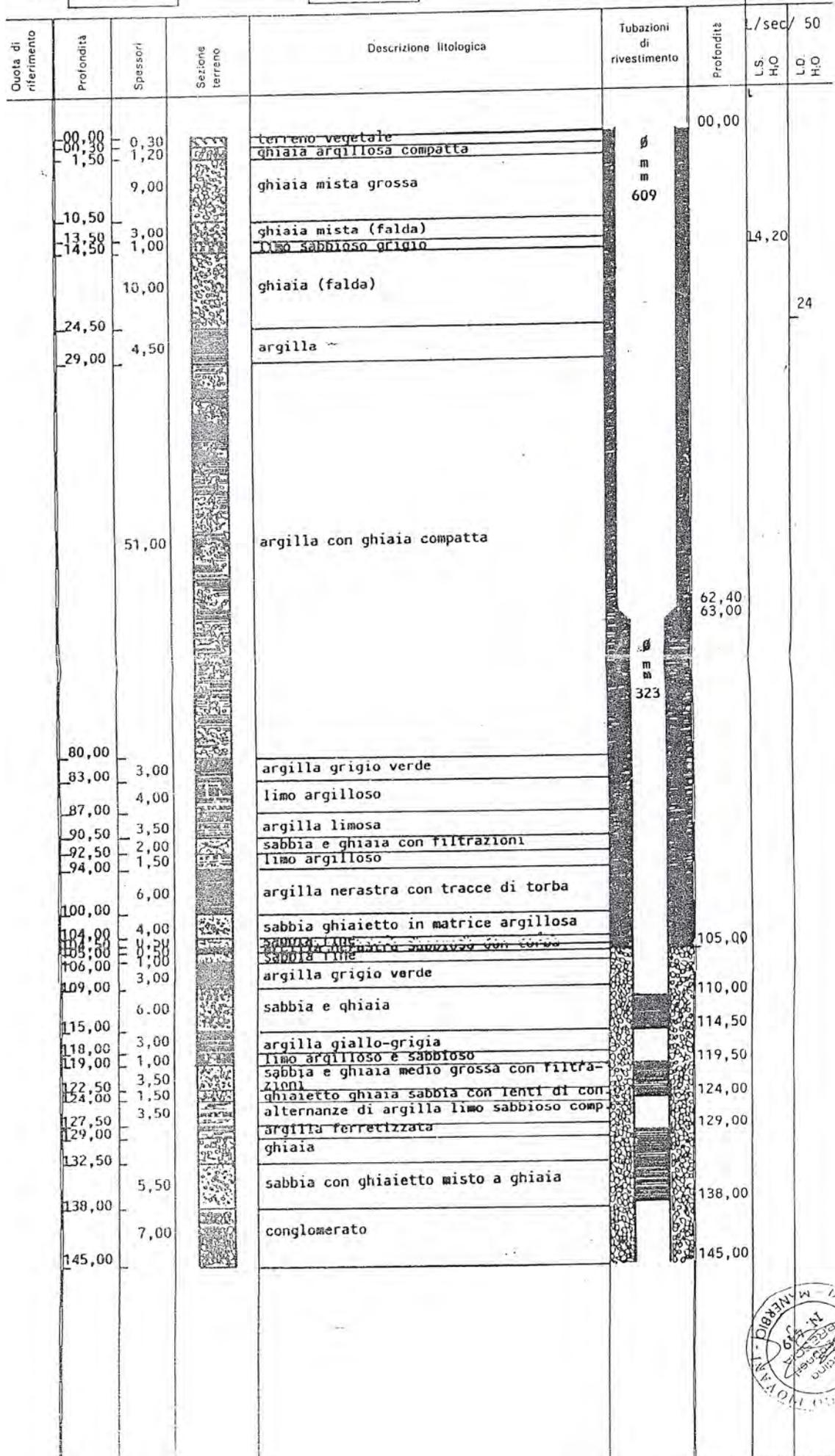
1

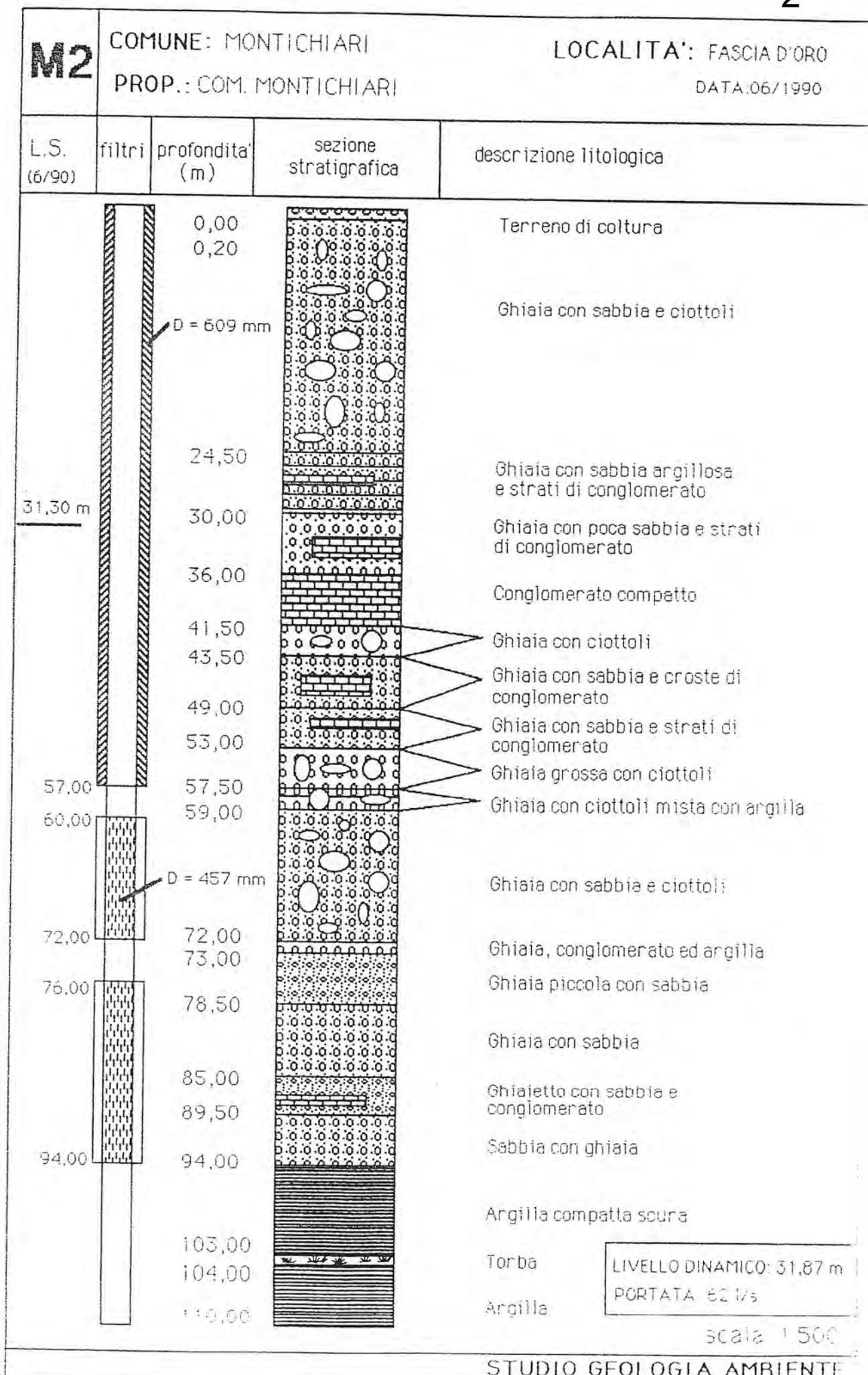
SCALA 1:500

DATA 1991

POZZO 822

PORTATA





Pozzo eseguito a percussione P.A. 1250

SCALA 1:500

DATA Febb/Apr. 88

POZZO /40

Quota di riferimento	Profondità	Spessori	Sezione terreno	Descrizione litologica	Tubazioni di rivestimento	Profondità	PORTATA	
							15 HO	10 HO
00,00	1,00	1,00		terreno vegetale argilloso		30,00		
14,00				ghiaia		1/sec. 60		
15,00	1,00			conglomerato				
16,00	3,00			ghiaia legata				
19,00	4,00			conglomerato con filtrazioni				
23,00							24,50	
27,00							27,00	
36,00								
26,00						ghiaia in matrice argillosa compat.		
62,00	1,00					terreno friabile con alternanze		
63,00	3,00					argilla cenere compatta		
66,00								
21,00						argilla con ghiaia compatta		
87,00	2,00			sabbia e ghiaia sporca	85,00			
89,00	2,00			limo sabbioso cenere	91,00			
91,00								
10,00				ghiaia media grossa				
101,00					101,00			
105,00	4,00			limo argilloso	105,00			
15,00				ghiaia media				
120,00					120,00			
10,00				argilla				
130,00					130,00			
Colonna definitivo rivestimento Ø mm. 609 da m. 00,00 a m. 130,00 Filtri del tipo a "Ponte" Ø mm. 609 da m. 91,00 a m. 101,00 da m. 105,00 a m. 120,00 Tamponamento con argilla: da m. 00,00 a m. 85,00 Dreno con ghiaietto siliceo tipo 4/8: da m. 85,00 a m. 130,00								



POZZO — Comune di Montichiari — Brescia —

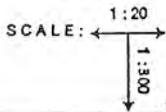
Zona : Borgo Sotto — VIA MARCONI

Eseguito da IPTA — Vassalli —

Iniziato il \_\_\_\_\_ Terminato il 1981

4

Ø delle colonne di lavoro  
e di produzione



Falde e  
livelli  
statici

Profon-  
dità dal  
p. c. (m)

Sezione  
strati-  
grafica

Potenza  
strati

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Falde e livelli statici	Profondità dal p. c. (m)	Sezione stratigrafica	Potenza strati	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	9,00		9,00	Ghiaia compatta asciutta
	26,00		17,00	Ghiaia medio grossa - acquifero
32,60	32,50		6,50	Limo argilloso color avana con ghiaia
35,60	35,70		3,20	Ghiaia media e grossa - acquifero
40	40,00		4,30	Limo compatto avana, con sparsa ghiaia annegata
42	42,00		2,00	Ghiaia grossa, tracce di conglomerato
44,60	44,50		2,50	Limo argilloso avana con ghiaia annegata
48,30	48,40		3,90	Ghiaione grosso acquifero
	52,00		3,60	Limo argilloso avana compatto con ghiaia
	54,50		2,50	Limo argilloso avana, sabbia e ghiaio
	57,00		2,50	Sabbia media e grossa, sporca
	69,00		12,00	Argilla limosa con abbondante ghiaia e sabbia sparsa - compatto
	73,00		4,00	Torba
79,20	79,00		6,00	Limo argilloso ed argilla limosa in alternanza con materiale organogeno incluso - colorazione grigio cenere.
80,80	81,00		2,00	Ghiaia grossa e ghiaietto
	87,00		6,00	Limo argilloso grigio cenere, plastico
	88,50		1,50	Ghiaia e sabbia con tracce di torba
94,50	94,00		5,50	Limo sabbioso grigiastro, plastico
96,80	97,00		3,00	Ghiaione grosso con sabbia

Pozzo eseguito a perforazione

P.A. 1250

SCALA 1:500

DATA Febbr/Mar. 00

POZZO 741

PORTATA

Quota di riferimento	Profondità	Spostamento	Descrizione litologica	Tubazioni di rivestimento	Portata	
					Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>
00,00	0,50		struttura cementata	Ø 457	00,00	
00,50	10,00		ciottoli misti con sabbia compatta			1/sec. 21
10,50	7,00		ghiaia legata filtrazioni		10,60	
18,10	6,90		arenaria molto compatta			13,60
25,00	21,10		ghiaia mista con filtrazioni			
46,10	4,90		sabbia e ghiaia compatte con torba			
51,00	4,10		argilla compatta			
55,10	21,40		ghiaia compatta con sabbia			
76,50	42,60		argilla color cenere con ghiaia e torba		100,00	
119,10	4,10		ghiaia con filtrazioni		117,00	
123,20	5,00		argilla sabbiosa compatta		123,00	
128,20	9,00		ghiaia mista		127,00	
138,60	5,00		conglomerato compatto		139,00	
143,00					143,00	

Colonna definitivo rivestimento Ø mm. 457  
 da m. 00,00 a m. 143,00  
 Filtri del tipo a "Ponte" Ø mm. 457  
 da m. 117,00 a m. 123,00  
 da m. 127,00 a m. 143,00  
 Tamponamento con argilla:  
 da m. 00,00 a m. 100,00  
 Dreno con ghiaietto siliceo tipo 4/B  
 da m. 100,00 a m. 143,00



IL SINDACO  
 (Dr. Giulio Guastini)



TRIVELLAZIONE POZZO LOC. RÒ  
stratigrafia

*[Signature]*  
2-9-1985

Pozzo eseguito a percussione con avanzamento della colonna in semirotazone - Anno 1985 -

PROFONDITA'	SEZIONE TERRENO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROFONDITA'	PORTATA
0.00			0.00	
1.00		Terreno vegetale		
7.00		Ghiaione, sabbia ciottoli		
		Sabbia ghiaia		
17.00				
19.00		Sabbia ghiaia ghiaione con filtrazioni		
		Sabbia ghiaia e ciottoli		
26.00		Sabbia ghiaione e ciottoli		
31.00		Sabbia ghiaia e ciottoli		
32.00		Argilla nera marrone		
33.00		Argilla con ghiaia e ciottoli		
34.50		Ghiaia ghiaietto con sabbia		
41.00		Ghiaia ghiaietto ciottoli e sabbia		
47.00		Ghiaia argillosa compatta		
47.50		Argilla grigia con ghiaia e ghiaione		
60.00		Argilla marrone		
60.50		Sabbia finissima con alternanze di ghiaia		
62.50		Ghiaione ghiaia a lenti di conglomerato		
75.00		Conglomerato		
76.00		Ghiaione con lenti di conglomerato		
79.00		Sabbia ghiaia e lenti di argilla compatta		
89.00		Ghiaia e ciottoli sciolti		
90.00		Sabbia ghiaia compatta		
94.00		Arenaria		
95.50		Conglomerato compatto		
98.00		Ghiaia ghiaietto sabbia		
133.00		Arenaria cementata e conglomerato		
136.00		Arenaria cementata con conglomerato compatto		
147.00				

LS 16.00  
LD 17.50

tubazione di rivestimento Ø 609 mm

fenestratura a ponte

Q = 55 lt./sec.

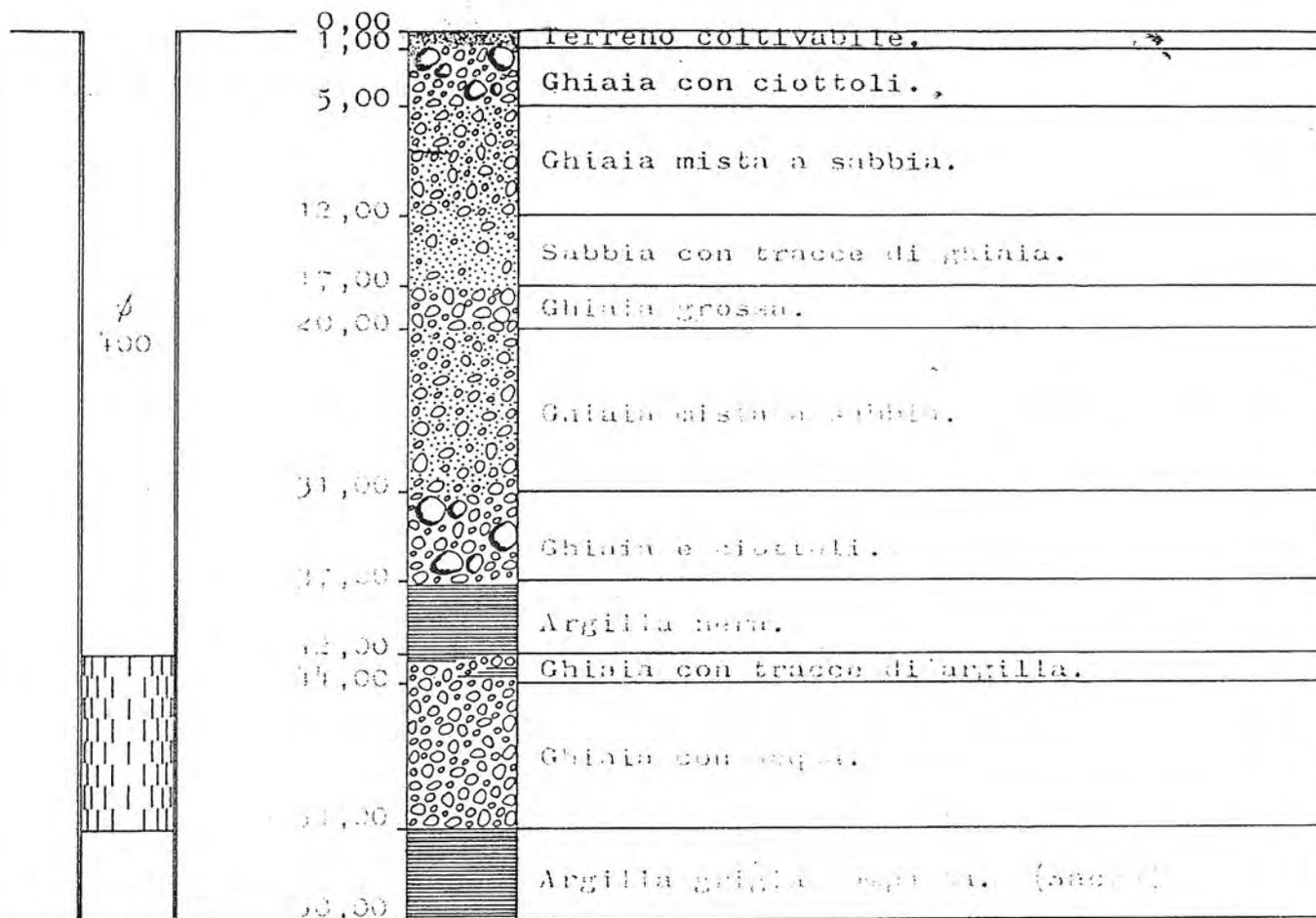
HP 27

COMM. COMUNE DI MONTICHIARI (BS)

8 8

LOCALITA' S. ANTONIO

DATA Dicembre 76



COLONNA CIECA : m. 48,00 φ 400  
 COLONNA FINESTRATA: m. 12,00 φ 400  
 LIVELLO STATICO : m. 5,00  
 LIVELLO DINAMICO : m. 16,00  
 PORTATA : 20 lt/sec.  
 TAGLI O FILTRI : Tagli

SCALA 1:500

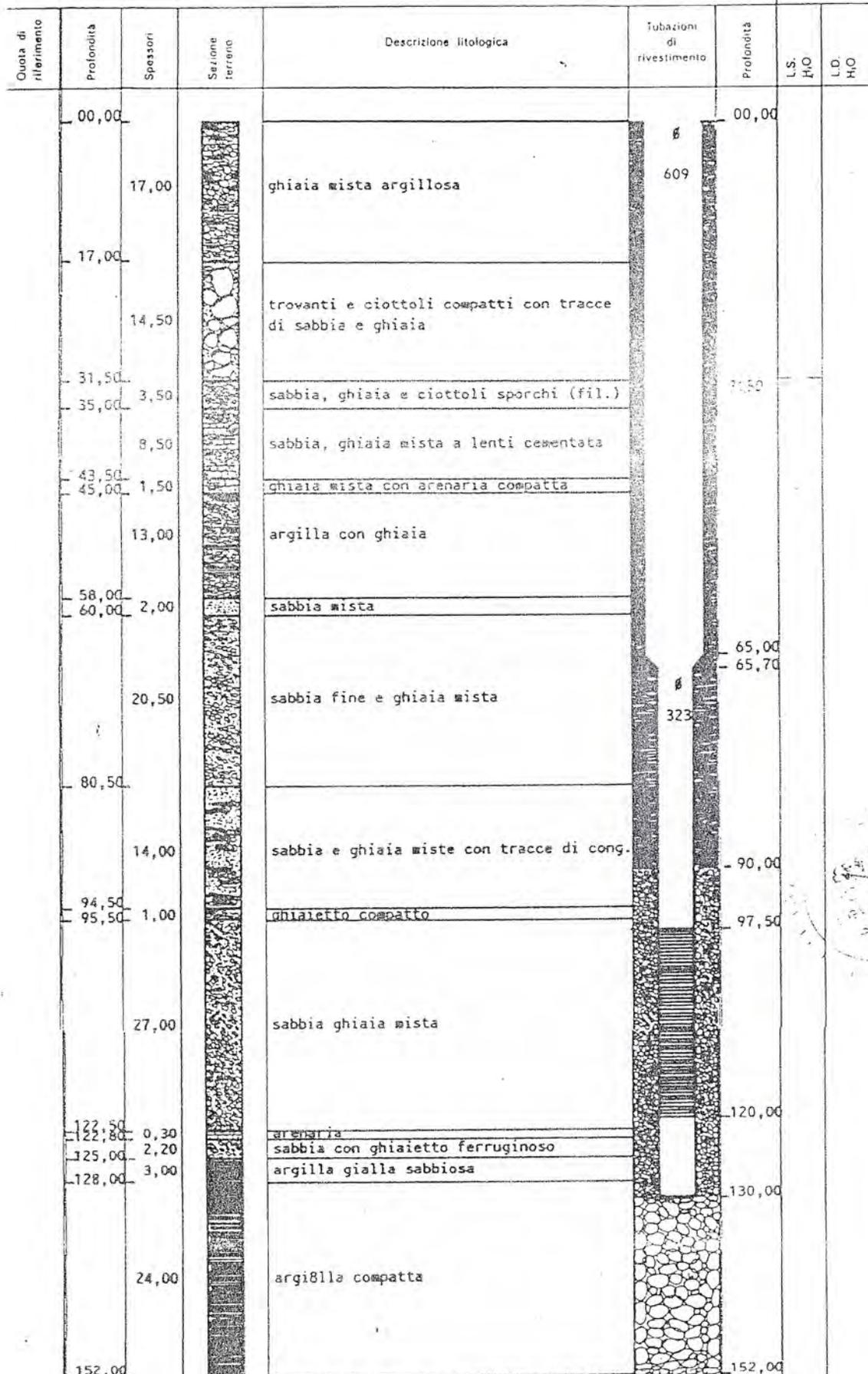


SCALA 1:500

DATA 1991

POZZO 834

PORTATA



COLONNA DEFINITIVA Ø mm. 609

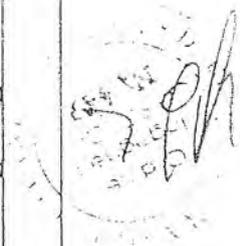
da m. 00,00 a m. 65,00

Ø mm. 323

da m. 65,70 a m. 130,00

FILTRI JOHNSONS Ø mm. 323

da m. 97,50 a m. 120,00



## **SCHEDE FONTANILI**

## Fontanile Fontanelle

CODICE_FONTANILE	124
NOME_FONTANILE	FONTANELLE
LOCALITA	FONTANELLE
COMUNE	MONTICHIARI
CONSORZIO_BONIFICA	Consorzio di Bonifica Medio Chiese
ENTE_INCARICATO_DEL_RILIEVO	URBIM E MEDIO CHIESE
DATA_RILIEVO	02/07/09
ACCESSO	STRADA CARRABILE
VALORE_TERRITORIALE	STORICO/ARCH
CONTESTO_TERRITORIALE	AREA AGRICOLA
USO_SUOLO	SEMINATIVO
DATI_IDROLOGICI	ALIMENTAZIONE CONTINUA
PRESENZA_ACQUA	SI
FORMA_TESTA_FONTANILE	ALLUNGATA
COPERTURA_VEGETALE_INTORNO	ARBOREA/ERBACEA
LUNGHEZZA_TESTA_METRI	30
MODALITA_ALIMENTAZIONE	POLLE/TUBI FERRO
SUBSTRATO	LIMO
UTILIZZO_ACQUA	ECOLOGICO/RICREATIVO
TIPO_SPONDA	COMPATTA
PRESENZA_VEGETAZIONE	SI
VALENZA_FONTANILE	ECOLOGICA/RICREATIVA
N_PUNTI_SORGENTE	6
FONTE_DATI_STORICA	SiBiTer
NOTE	6 TESTE A PETTINE, MANCANO I PUNTI DI 5 TESTE
STATO	ATTIVO
NOTE 2022	Il fontanile è captato dal Santuario Rosa Mistica

## Fontanile Caffara

NOME_FONTANILE	CAFFARA
LOCALITA	CAFFARA
COMUNE	MONTICHIARI
RILEVATORE	LAURA ZILIANI
DATA_RILIEVO	23.09.2022
ACCESSO	STRADA CARRABILE
VALORE_TERRITORIALE	STORICO/ARCH
CONTESTO_TERRITORIALE	AREA AGRICOLA
USO_SUOLO	SEMINATIVO
DATI_IDROLOGICI	PERMANENTEMENTE ASCIUTTO
PRESENZA_ACQUA	NO
FORMA_TESTA_FONTANILE	ALLUNGATA
COPERTURA_VEGETALE_INTORNO	ARBOREA/ARBUSTIVA/ERBACEA
LUNGHEZZA_TESTA_METRI	250
TIPO_SPONDA	COMPATTA
PRESENZA_VEGETAZIONE	SI
VALENZA_FONTANILE	ECOLOGICA
STATO	INATTIVO

## Fontanile C.na Cominello

CODICE_FONTANILE	126
NOME_FONTANILE	SENZA NOME
LOCALITA	CNA COMINELLO
COMUNE	MONTICHIARI
CONSORZIO_BONIFICA	Consorzio di Bonifica Medio Chiese
ENTE_INCARICATO_DEL_RILIEVO	URBIM E MEDIO CHIESE
DATA_RILIEVO	02/07/09
ACCESSO	NESSUN PERCORSO TRACCIATO
VALORE_TERRITORIALE	NESSUNO
CONTESTO_TERRITORIALE	AREA AGRICOLA
USO_SUOLO	SEMINATIVO
DATI_IDROLOGICI	PERMANENTEMENTE ASCIUTTO
PRESENZA_ACQUA	NO
FORMA_TESTA_FONTANILE	ALLUNGATA
COPERTURA_VEGETALE_INTORNO	ARBOREA/ERBACEA
LUNGHEZZA_TESTA_METRI	50
MODALITA_ALIMENTAZIONE	POLLE
SUBSTRATO	GHIAIA
UTILIZZO_ACQUA	ECOLOGICO
TIPO_SPONDA	COMPATTA
PRESENZA_VEGETAZIONE	SI
VALENZA_FONTANILE	ECOLOGICA
N_PUNTI_SORGENTE	1
FONTE_DATI_STORICA	SiBiTer
STATO	INATTIVO

## Fontanile Lametta di Novagli

CODICE_FONTANILE	269
NOME_FONTANILE	LAMETTA
LOCALITA	LAMA DI NOVAGLI
COMUNE	MONTICHIARI
CONSORZIO_BONIFICA	Consorzio di Bonifica Medio Chiese
DATA_RILIEVO	23.09.2022
RILEVATORE	LAURA ZILIANI
ACCESSO	STRADA CARRABILE
VALORE_TERRITORIALE	STORICO/ARCH
CONTESTO_TERRITORIALE	AREA AGRICOLA/ARTIGIANALE
USO_SUOLO	SEMINATIVO
DATI_IDROLOGICI	ASCIUTTO
PRESENZA_ACQUA	NO
FORMA_TESTA_FONTANILE	ALLUNGATA
COPERTURA_VEGETALE_INTORNO	ARBOREA/ARBUSTIVA
TIPO_SPONDA	COMPATTA
PRESENZA_VEGETAZIONE	Si
VALENZA_FONTANILE	ECOLOGICA
STATO	INATTIVO

## Fontanile S. Giorgio o delle lumache

CODICE_FONTANILE	125
NOME_FONTANILE	DELLE LUMACHE
LOCALITA	CHIESA DI SAN GIORGIO
COMUNE	MONTICHIARI
CONSORZIO_BONIFICA	Consorzio di Bonifica Medio Chiese
ENTE_INCARICATO_DEL_RILIEVO	URBIM E MEDIO CHIESE
DATA_RILIEVO	02/07/09
ACCESSO	STRADA CARRABILE
VALORE_TERRITORIALE	STORICO/ARCH
CONTESTO_TERRITORIALE	AREA AGRICOLA
USO_SUOLO	SEMINATIVO
DATI_IDROLOGICI	PERMANENTEMENTE ASCIUTTO
PRESENZA_ACQUA	NO
FORMA_TESTA_FONTANILE	CIRCOLARE
COPERTURA_VEGETALE_INTORNO	ARBOREA/ARBUSTIVA/ERBACEA
LUNGHEZZA_TESTA_METRI	50
MODALITA_ALIMENTAZIONE	POLLE/TUBI FERRO/TINI CEMENTO
SUBSTRATO	CIOTTOLI
UTILIZZO_ACQUA	ECOLOGICO
TIPO_SPONDA	COMPATTA
PRESENZA_VEGETAZIONE	SI
VALENZA_FONTANILE	ECOLOGICA
N_PUNTI_SORGENTE	1
FONTE_DATI_STORICA	SiBiTer
STATO	INATTIVO