

Maggio
2018

Agg. 1
Agosto 2018

**STUDIO GEOLOGICO
A SUPPORTO DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE**



Comune di Moglia

Provincia di Mantova

Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)

DP.G.1

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Responsabili dello studio:

**Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti**

Gruppo di lavoro:

**Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti
Dr. Geol. Matteo Baisi
Dr. Geol. Alessandro Ferrari**



Sede legale: Via Suor Maria Adorni, 2 - 43121 Parma


Uffici: Via Suor Maria Adorni, 2 43121 Parma Tel. 0521 233999 - Fax 0521 200181
Via Ferrari 5/G - 46065 Marmirolo (MN) Tel. Fax 0376 467967

E-mail: info@engeo.it




INDICE


1	PREMESSE	3
2	FONTI BIBLIOGRAFICHE	6
2.1	Sistema Informativo Territoriale regionale	6
2.2	Programma di tutela e uso delle acque – PTUA	7
2.3	Studi e archivi provinciali	7
2.4	Studi e archivi comunali	8
2.5	Principali testi scientifici consultati.....	8
2.6	Principali siti web consultati	11
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	12
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	14
5	ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA	15
5.1	Quadro geologico di riferimento	15
5.1.1	Inquadramento strutturale e neotettonica	15
5.1.2	Lineamenti geologici locali	17
5.2	Litologia di superficie	18
5.3	Indicazioni di carattere geotecnico.....	19
5.4	Aspetti geopedologici	19
5.4.1	Classificazione dei suoli	19
5.4.2	Capacità d'uso dei suoli	21
5.4.3	Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei liquami	25
5.4.4	Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana	28
5.4.5	Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee	31
5.4.6	Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.....	33
5.4.7	Valore naturalistico dei suoli	34
5.5	Geomorfologia.....	37
5.5.1	Quadro geomorfologico di riferimento	37
5.5.2	La Carta idro-geomorfologica	38
5.5.3	La Carta PAI-PGRA.....	41
6	ANALISI DELLA COMPONENTE IDROGEOLOGICA	43
6.1	Inquadramento idrogeologico.....	43
6.2	Permeabilità dei depositi superficiali	47
6.2.1	Depositi ad elevata permeabilità	47
6.2.2	Depositi a bassa permeabilità	48
6.2.3	Depositi a permeabilità nulla	48
6.3	Dinamica delle acque sotterranee.....	48
6.4	Vulnerabilità naturale del primo acquifero	50
7	ANALISI DEL RISCHIO SISMICO.....	52
7.1	Analisi di I° livello	53
7.2	Analisi di II° livello	55
7.3	Analisi di III° livello	60
8	INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	64
8.1	Precipitazioni	64
8.2	Temperature	66
8.3	Condizioni termo-pluviometriche.....	69
9	VINCOLISTICA	71
9.1	Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89	71
9.2	Vincoli di polizia idraulica	72
10	CARTA DI SINTESI	73
10.1	Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico.....	73
10.1.1	Area a bassa soggiacenza della falda	73
10.2	Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico.....	73
10.2.1	Fascia di deflusso della piena (Fascia A) e aree classificate RP-P3	73
10.2.2	Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) e aree classificate RP-P1	73

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	1 di 79



10.2.3	Area a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura .	74
10.3	Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche	74
10.3.1	Area con depositi prevalentemente argillosi	74
11	FASE DI PROPOSTA	75
11.1	Carta di fattibilità delle azioni di piano	75
11.2	Attribuzione delle classi di fattibilità	75
11.3	Classi di fattibilità	76
11.3.1	Classe 1 (Bianca)- Fattibilità senza particolari limitazioni.....	76
11.3.2	Classe 2 (Gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni	76
11.3.3	Classe 3 (Arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni	77
11.3.4	Classe 4 (Rosso)- Fattibilità con gravi limitazioni	77
12	ANALISI DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE	78

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	2 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

1 PREMESSE

La presente relazione (Elaborato DP.G.1) è stata redatta a supporto del Piano di Governo del Territorio del Comune di Moglia, in Provincia di Mantova.

La metodologia adottata è quella definita dalla Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 *Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2011 e ripubblicata integralmente (a causa di una non corretta riproduzione grafica dell'allegato B) sul BURL n. 3 Serie ordinaria del 19 gennaio 2012, Essa si fonda su tre differenti fasi di lavoro:

1. la fase di analisi, a sua volta suddivisa in:
 - fase di ricerca storica e bibliografica,
 - compilazione della cartografia di inquadramento,
 - fase di approfondimento/integrazione,
2. la fase di sintesi/valutazione,
3. la fase di proposta.


La ricerca storica è stata finalizzata ad acquisire una conoscenza, il più approfondita possibile, del territorio in esame, basandosi sulla raccolta dei dati e della documentazione esistente, senza trascurare quella disponibile presso le Strutture provinciali e regionali e il quadro conoscitivo delle caratteristiche fisiche del territorio e dei vincoli, contenuto nel Sistema Informativo Territoriale regionale.


Al fine di caratterizzare il territorio comunale dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico, strutturale e sismico sono stati redatti i seguenti elaborati cartografici d'analisi:

- *Elaborato DP.G.2 - Carta delle indagini (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.3 - Carta geolitologica (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.4 - Carta della litologia di superficie (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.5 - Sezioni litostratigrafiche (Scala L=1:20.000, H=1:1.000)*
- *Elaborato DP.G.6 - Carta idro-geomorfologica (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.7 - Carta PAI-PGRA (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.8 - Carta idrogeologica (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.9 - Carta della vulnerabilità del primo acquifero (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato DP.G.10 - Sezioni idrogeologiche (Scala L=1:20.000, H=1:1.000)*
- *Elaborato DP.G.11 - Carta della pericolosità sismica locale (Scala 1:10.000)*

Quale base cartografica si sono utilizzati i seguenti elementi della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000:

- E8d3

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	0	3 di 79

PROGETTO	LIVELLO
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

- E8e3
- E8d4
- E8e4

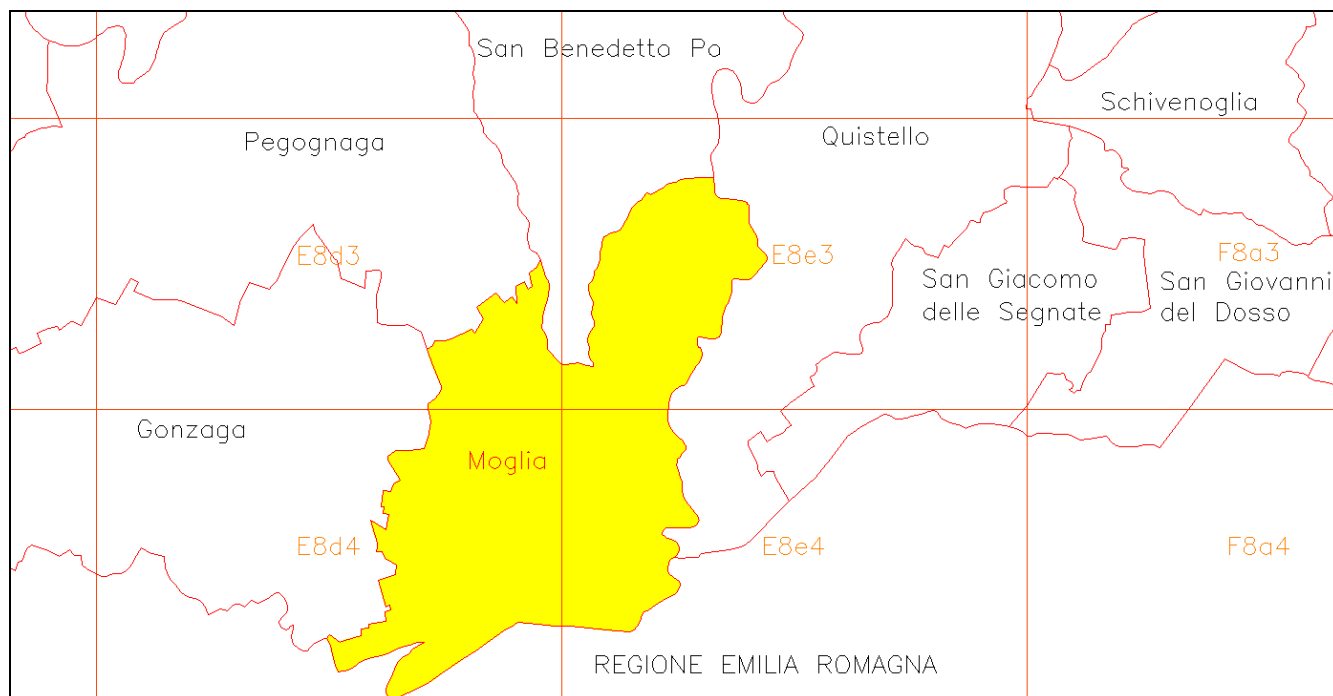


FIG. 1 – INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DEL COMUNE DI MOGLIA

Tutte le tavole tematiche sono state estese all'intero il territorio comunale senza uscire dal confine in quanto si è giudicato che nell'intorno non si possono verificare fenomeni che interferiscono con l'area in esame.

Molti dei dati raccolti sono allegati in

- *Elaborato DP.G.12 - Schede dati geognostici e geofisici*

Per quanto riguarda il rischio idraulico da reticolo secondario di pianura, va sottolineato che esso è stato valutato in condivisione con i tecnici dei 2 Consorzi che operano sul territorio comunale (Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in destra Po) come provato da:


- *Elaborato DP.G.13 – Verbale della riunione per la valutazione del rischio di esondazione da reticolo secondario di pianura*


La fase di sintesi/valutazione è definita tramite i seguenti elaborati:

- *Elaborato PR.G.1 - Carta dei vincoli (Scala 1:10.000)*
- *Elaborato PR.G.2 – Carta di sintesi (Scala 1:10.000)*

La carta dei vincoli individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico.

La carta di sintesi propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	4 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

La fase di proposta ha previsto l'applicazione di modalità standardizzate¹ di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi.


Detta assegnazione è stata rappresentata cartograficamente in:

- *Elaborato PR.G.3 – Carta di fattibilità delle azioni di piano (Scala 1:10.000)*

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle “Norme geologiche di attuazione” (cfr. *Elaborato PR.G.4*) che ne riportano la relativa normativa d’uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

Gli elaborati Carta di Sintesi, Carta dei Vincoli, Carta di Fattibilità e Norme geologiche di Piano fanno del Piano delle Regole.

¹ Al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	5 di 79



2 FONTI BIBLIOGRAFICHE

Come indicato nelle premesse, la prima fase dello studio ha comportato una ricerca storica e bibliografica, basata sulla raccolta di documentazione cartacea e/o su supporto informatico, presso i vari Enti competenti sul territorio: Regione, Provincia, Comune e A.R.P.A.

Di seguito sono citate tutte le fonti bibliografiche utilizzate.

2.1 Sistema Informativo Territoriale regionale

Il Sistema Informativo Territoriale permette di acquisire, aggiornare, elaborare, rappresentare e diffondere dati ed informazioni spazialmente riferiti alla superficie terrestre.


Il Repertorio Cartografico del Sistema informativo territoriale della Regione Lombardia comprende:


- cartografia e basi informative geografiche;
- cartografia e basi informative tematiche;
- fotografie aeree;
- immagini derivate dalle riprese da telerilevamento aereo o satellitare;
- specifici progetti di settore, finalizzati all'organizzazione di banche dati o di sistemi informativi.

Come specificato nel seguito della relazione, per la redazione del presente studio, sono risultati di particolare interesse le seguenti aree tematiche.

- Geologia degli acquiferi padani
- Carta dei suoli
- Basi informative ambientali della pianura, contenente un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL), che comprende i seguenti 6 tematismi:
 1. l'uso del suolo, realizzato tramite fotointerpretazione di foto aeree eseguite, per conto della Regione, nel 1994,
 2. le attività di sfruttamento del territorio relative, in particolare, al suolo,
 3. l'idrologia superficiale, con il reticolo idrografico attuale e il riporto del reticolo storico dei principali corsi d'acqua,
 4. le rilevanze naturalistiche e paesaggistiche, riguardanti i beni storico-architettonici, ambientali e paesaggistici,
 5. la litologia di superficie, con riferimento alle proprietà granulometriche e fisico-chimiche del substrato pedologico,
 6. la geomorfologia, relativa alla rappresentazione areale, lineare e puntiforme di elementi morfologici caratteristici del territorio.

Sempre sul Geoportale regionale, relativamente all'Oltrepò mantovano, è inoltre stata caricata una cartografia di dettaglio redatta nel corso di una ricerca promossa dalla Direzione Generale Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo e realizzata dall'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IDPA), finalizzata all'analisi del fenomeno della liquefazione dei terreni che si è osservato in occasione dell'evento sismico del maggio-giugno 2012.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	6 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

Nello specifico, sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

- Carta delle tessiture dei depositi superficiali
- Carta del microrilievo
- Carta geomorfologica
- Carta di sintesi

2.2 Programma di tutela e uso delle acque – PTUA

Il Programma di tutela e uso delle acque – PTUA, definitivamente approvato con Delibera di Giunta Regionale n. 2244 del 29 marzo 2006, rappresenta lo strumento regionale per la pianificazione della tutela e dell'uso delle acque. Con deliberazione 6990 del 31 luglio 2017 è stato approvato il PTUA 2016, che costituisce la revisione del PTUA 2006

Il PTUA è costituito da:

- Relazione di sintesi
- Relazione generale
- Rapporto ambientale
- Studio di incidenza
- Norme tecniche di attuazione
- Cartografia di Piano
- Allegati tecnici alla relazione generale

Nell'articolo 51 delle Norme Tecniche di Attuazione sono riportate le misure immediatamente vincolanti per i privati e le pubbliche amministrazioni.


In rete sono disponibili anche le basi dati tematiche utilizzate per redigere il PTUA, organizzate in un database suddiviso nelle sei parti, qui sotto elencate:


- Corpi idrici superficiali e Aree idrografiche
- Monitoraggio Idrometeorologico
- Classificazione qualitativa acque superficiali
- Monitoraggio e classificazione acque sotterranee
- Impatti
- Risultati modellazioni

2.3 Studi e archivi provinciali

Presso l'Amministrazione Provinciale di Mantova è stata raccolta la seguente documentazione:

- *“P.R.R.A. - Studi ed indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche utilizzate a fini potabili: modello idrodinamico delle acque sotterranee”* (1991)
- *“P.R.R.A. - Studi ed indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche utilizzate a fini potabili: caratteristiche geologiche, geomorfologiche e di vulnerabilità”* (1992, 1998)
- *“Piano Cave della Provincia di Mantova”* approvato con delibera di consiglio regionale n° 947 del 17/12/2003

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	7 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

- *“Adeguamento del Piano Cave Provinciale vigente per la parte riguardante il reperimento di materiali inerti destinati all’esecuzione di Opere Pubbliche”* di cui alla presa atto della Giunta Provinciale del 18/09/2008.
- *“Catasto informatizzato delle attività estrattive” – Settore cave – aggiornato all’1 gennaio 2007*
- *“Programma Provinciale di Protezione Civile”* – Provincia di Mantova, 2001
- *“Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova”* approvato con delibera del Consiglio Provinciale n° 61 del 28/11/2002 e pubblicato sul BURL - serie inserzioni n° 5 del 29/01/2003
- *“Variante 2010 al Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Mantova”* approvata con delibera del Consiglio Provinciale n° 3 dell’8/02/2010 e pubblicato sul BURL - serie inserzioni n° 14 del 7/04/2010


2.4 Studi e archivi comunali

Presso l’Amministrazione Comunale di Moglia è stata raccolta la seguente documentazione:

- Ortofoto della Regione Lombardia, volo 2007
- Documentazione Geologica e Geologico tecnica per la Pianificazione Urbanistica Comunale – Studio S.G.I. di Mantova, 2002, aggiornato, relativamente all’analisi sismica, nel 2006
- Studio geologico post-sisma: microzonazione sismica del territorio comunale di Moglia (MN) con analisi del rischio di liquefazione (III livello) e analisi della condizione limite per l’emergenza – Engeo s.r.l., 2013-2015

2.5 Principali testi scientifici consultati

- Amadesi E. *et alii* (1985) - *Stato delle conoscenze sulla geologia della Pianura Padana* - M & S litografia, Torino
- Ambrosetti E. *et alii* (1983) – *Neotectonic map of Italy* – Quaderni della ricerca scientifica, 114 (4)
- Baraldi F. (1970) – *Idrogeologia della zona di Guastalla, Moglia, S. Benedetto Po e Gazzuolo* – Atti Soc. Nat. E Mat. di Modena, 101, Modena
- Baraldi F. (1970) – *Proposta di un nuovo tipo di rilevamento geologico applicativo in zone di pianura: un esempio nella pianura modenese-mantovana* – Atti Soc. Nat. E Mat. di Modena, 101, Modena
- Baraldi F. e Pellegrini M. (1976) – *Falde acquifere della Provincia di Mantova*. CNR, IRSA, 28(6), Roma
- Baraldi F. *et alii* (1980) - Neotettonica di parte dei fogli Peschiera del Garda (48), Verona (49), Mantova (62) e di tutto il foglio Legnago (63) - CNR Prog. Fin. Geodinamica, pubbl. 356
- Baraldi F. e Zavatti A. (1994) – *Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Volume 5. La Provincia di Mantova*. Pitagora Editrice, Bologna


 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	8 di 79




- Bertolini G. e Fioroni C. (2012) – *Aerial inventory of surficial geological effects induced by the recent Emilia earthquake (Italy): preliminary report. Annals of Geophysics*, 55(4). doi:10.4401/ag-6114. 705-711
- Borgatti L. *et alii* (2012) - *Searching for the effects of the May-June 2012 Emilia seismic sequence (northern Italy): medium-depth deformation structures at the periphery of the epicentral area. Annals of Geophysics*, 55(4). doi:10.4401/ag-6114. 717-725
- Boulanger, R.W. and Idriss, I. M., (2007). *Evaluation of Cyclic Softening in Silts and Clays.* ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering June, Vol. 133, No. 6 pp 641-652
- Burrato P., Ciucci F. & Valensise G. (2001) – *Un approccio geomorfologico per la prima individuazione di strutture potenzialmente sismogenetiche nella pianura padana*, GNGTS - Atti del 18° Convegno Nazionale / 01.12, Istituto Nazionale di Geofisica – ING, Roma
- Cassano E., Anelli L., Fichera R. e Capelli V. (1986) - *Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici* - AGIP - 73° congresso Società Geologica Italiana - 29 settembre - 4 ottobre 1986, Roma
- Castaldini D. (1996) - *Geomorfologia dell'oltrepò Mantovano.* Accad. Naz. Sci. Lett. Arti di Modena - Collana di Studi, 15 - Miscellanea Geologica, 55-93.
- Castaldini D.& Piacente S. (1991) - *Evoluzione storica e morfodinamica attuale del fiume Po nel tratto tra Viadana e S. Benedetto Po (Provincia di Mantova).* Riv. Geogr. Ital., 98, 345-379.
- Castaldini, D., Marchetti M. & Cardarelli A. (2009) - *Geomorphological and archaeological aspects in the central Po Plain (Northern Italy).* in De Dapper M., Vermeulen F., Deprez S. & Taelman D. (Eds.). "Ol'man River. Geo-Archaeological aspects of rivers and river plains (ARGU 5)". Universiteit Gent Academia Press, Belgium, ISBN: 9789038214047, 193- 211 pp.
- Castiglioni G.B. (1989) - *La carta geomorfologica della Pianura Padana: nota informativa.* Il Quaternario, 2,1, 11-14, Roma.
- Castiglioni G.B. *et alii* (1997) - *Carta Geomorfologica della Pianura Padana.* 3 Fogli alla scala 1:250.000. SELCA, Firenze.
- C.N.R.-I.R.S.A. (1979) – *Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana.* Quaderni I.R.S.A., 28 (II), Roma
- C.N.R.-I.R.S.A. (1981) – *Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana.* Quaderni I.R.S.A. 51 (II), Roma
- Di Manna P *et alii* (2012) - *Ground effects induced by the 2012 seismic sequence in Emilia: implications for seismic hazard assessment in the Po Plain. Annals of Geophysics*, 55(4). doi:10.4401/ag-6114. 697- 703.
- Dondi L., Mostardini F. e Rizzini A. (1982) - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica della Pianura Padana* - in Cremonini G. e Ricci Lucchi F. : "Guida alla geologia del margine appenninico padano", pp. 205-236, Guida Geol. Reg. S.G.I., Bologna
- Facciorusso J., Madaia C., Vannucchi G. (2013): *Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove CPT E CPTU.* Rapporto 31 marzo 2013.
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/speciale-terremoto>



- Idriss I.M. & Boulanger R.W. (2008): Soil liquefaction during earthquakes.
- Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S., Yasuda S., Sato H. (1982): *Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods*. Vol 3. Proc. of the 3rd Int. Conf. on Microzonation, Seattle, pp. 1319-1330
- Marchetti M. & Castaldini D. (2007) - *Aspetti geomorfologici e archeologici della Pianura Padana*. In MANCASSOLA N. & SAGGIORO F. (a cura di): Medioevo, paesaggi e metodi. Documenti di Archeologia, 42, SAP Società Archeologica s.r.l., Mantova, 87-102
- Martelli L. (2011): *Quadro sismotettonico dell'Appennino emiliano-romagnolo e della Pianura Padana centrale*. Atti del 30° convegno nazionale GNGTS, Trieste 14-17 novembre 2011, sessione 1.2, 152-156
- Martelli, L. (2012). *Liquefaction effects observed in occasion of the 2012 May 20 earthquake in the Emilia plain*. 7th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems (EUREGEO). Bologna, Italy June 12-15, 2012.
- Papani G., Petrucci F., Venzo S. (1967) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 74 Reggio Emilia*. Servizio Geologico d'Italia, Roma
- Pellegrini M. in collaborazione con Gelmini R. (1969) - *La pianura del Secchia e del Panaro*. - Atti. Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100, 53 pp.
- Pellegrini M. e Zavatti A. (1979) - *Le falde acquifere della pianura a sud del fiume Po, tra i fiumi Enza e Panaro*. Genio Rurale, vol. 42, fasc. 5.
- Pieri, M., Groppi, G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica. Pubbl. 414. pp. 1-30
- Regione Lombardia (2001) - *"Acque sotterranee in Lombardia. Gestione sostenibile di una risorsa strategica"*. Azioni per costruire uno sviluppo sostenibile, Milano
- Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002) - *Geologia degli acquiferi Padani della Regione Lombardia*, a cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA., Firenze
- RER & ENI-Agip (1998): *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. M. Di Dio. Regione Emilia-Romagna, ufficio geologico – ENI-Agip, Divisione Esplorazione & Produzione. S.EL.CA., Firenze, pp 120
- RER (2013): *Microzonazione Sismica e Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza delle Aree Epicentrali dei Terremoti della Pianura Emiliana di Maggio-Giugno 2012 (Ordinanza del Commissario Delegato – Presidente della Regione Emilia-Romagna n. 70/2012)*. A cura di Luca Martelli e Maria Romani, con contributi di Vincenzo Fioravante, Daniela Giretti, Giovanna Laurenzano, Claudia Madiari, Antonella Manicardi, Marco Mucciarelli, Enrico Priolo e Giovanni Vannucchi
- Ricci Lucchi F., Ciabatti M., Pellegrini M., Veggiani A. (1990) - *Evoluzione geologica della Pianura* - In Il mondo della natura in Emilia Romagna - La Pianura e la Costa - Federazione delle Case di Risparmio e delle banche del Monte dell'Emilia e Romagna - Amilcare Pizzi Ed. - Cinisello Balsamo (MI)
- Robertson P.K. & Cabal K.L. (2010): *Estimating soil unit weight from CPT*. Proc. of the 2nd Int. Symposium on Cone Penetration Testing, Huntington Beach, CA, USA, May 2010


 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	10 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

- Robertson P.K. (2010) Evaluation of Flow Liquefaction and Liquefied Strength Using the Cone Penetration Test, JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING.
- Sonmez H. (2003) – *Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey)*. Environ. Geology 44(7): 862-871
- Vannucchi G. *et alii* (2012). *Soil liquefaction phenomena observed in recent seismic events in Emilia-Romagna Region, Italy*. Ingegneria sismica, 26 Anno XXIX-N. 2-3, 20-30.
- Zhang, G., Robertson. P.K., Brachman, R. (2002) *Estimating Liquefaction Induced Ground Settlements from the CPT*, Canadian Geotechnical Journal, 39: pp 1168-1180

2.6 Principali siti web consultati

- www.regione.lombardia.it (sito della Regione Lombardia)
- www.provincia.mantova.it (sito della Provincia di Mantova)
- www.comune.moglia.mn.it (sito del Comune di Moglia)
- www.emiliacentrale.it (sito del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale)
- www.gonzagadxpo.it (sito del Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in destra Po)

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	11 di 79



3 RIFERIMENTI NORMATIVI

La prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico e con le condizioni di sismicità del territorio a scala comunale viene attuata in Regione Lombardia dal 1993.

Le deliberazioni n. 5/36147 del 18 maggio 1993, n. 6/37918 del 6 agosto 1998 e n. 7/6645 del 29 ottobre 2001 hanno costituito i primi indirizzi tecnici per gli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici generali dei comuni, secondo quanto stabilito dalla l.r. 24 novembre 1997, n. 41, successivamente abrogata dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio".

A livello nazionale, inoltre, l'entrata a regime dei piani di bacino previsti dalla legge 183/89, ha contribuito notevolmente a valorizzare il ruolo della pianificazione locale come strumento di base di ogni pianificazione sovraordinata.


Le recenti modifiche costituzionali (modifica del Titolo V) recepite, per quanto attiene agli aspetti urbanistico-territoriali, a livello regionale dalla l.r. 11 marzo 2005, n.12 "Legge per il governo del territorio", impongono un approccio di più alto profilo, con una maggiore assunzione di responsabilità dei professionisti di settore in tutte le fasi del processo pianificatorio.


L'entrata in vigore della "Legge per il governo del territorio", ha quindi modificato profondamente l'approccio culturale alla materia urbanistica passando dal concetto di pianificazione a quello di Governo del Territorio; la conseguente variazione degli atti costituenti lo strumento urbanistico comunale (Piano di Governo del Territorio – P.G.T.), ha imposto una ridefinizione dei criteri tecnici volti alla prevenzione dei rischi geologici, idrogeologici e sismici a scala comunale.

A tal riguardo, la Direzione Generale Territorio e Urbanistica – Unità Organizzativa Tutela e Valorizzazione del Territorio della Regione Lombardia ha redatto i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", contenuti nella d.g.r. n. 1566 del 22 dicembre 2005 pubblicata sul Bollettino Ufficiale Regionale n. 13, Edizione Speciale del 28 marzo 2006.

Tali criteri sono stati successivamente aggiornati e corretti dalla Deliberazione Giunta Regionale 28 maggio 2008 – N.8/7374 *Aggiornamento del "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566*. Pubblicata sul 2° Supplemento Straordinario al n.24 del Bollettino Ufficiale Regionale, 12 giugno 2008 e dalla Deliberazione di Giunta regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 *Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2011 e ripubblicata integralmente (a causa di una non corretta riproduzione grafica dell'allegato B) sul BURL n. 3 Serie ordinaria del 19 gennaio 2012.

Nella direttiva e successivi aggiornamenti sono forniti gli indirizzi, le metodologie e le linee guida da seguire per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del territorio comunale, per l'individuazione delle aree a pericolosità geologica e sismica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e idrogeologica e l'assegnazione delle relative norme d'uso e prescrizioni; in particolare,

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	12 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale


vengono in questo atto introdotte nuove linee guida per la definizione della vulnerabilità e del rischio sismico, a seguito della nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basate sulle più recenti metodologie messe a punto dalla comunità scientifica.

Per i comuni (come Moglia) che hanno già realizzato uno studio geologico del proprio territorio a supporto della pianificazione, la direttiva fornisce indicazioni per l'aggiornamento del quadro delle conoscenze geologiche.

Inoltre, essa ha lo scopo di rendere coerenti e confrontabili i contenuti degli strumenti di pianificazione comunale con gli atti di pianificazione sovraordinata (PTCP e PAI) e definire, per questi ultimi, le modalità e le possibilità di aggiornamento.

Per il Comune di Moglia, essendo già stato realizzato uno studio geologico ai sensi della l.r. 41/97, esteso all'intero territorio comunale (e successivamente aggiornato ai sensi dei criteri attuativi della L.R. 12/2005).

Alla luce degli eventi sismici del maggio 2012 e del notevole incremento conoscitivo del quadro geologico e litostratigrafico derivante dallo studio "Studio geologico post-sisma: microzonazione sismica del territorio comunale di Moglia (MN) con analisi del rischio di liquefazione (III livello) e analisi della condizione limite per l'emergenza" redatto dagli scriventi, si è ritenuto più opportuno rivedere completamente il quadro conoscitivo.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	13 di 79



4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Moglia si estende su una superficie di circa 31 Km² occupando una porzione dell'Oltrepò mantovano. I confini amministrativi interessano:

- a Nord, i comuni di Pegognaga e San Benedetto Po;
- a Ovest il comune di Quistello;
- a Sud i comuni emiliani di Concordia sulla Secchia e Novi, in provincia di Modena, oltre a Rolo e Reggiolo, in provincia di Reggio Emilia;
- a Est di Gonzaga.

Oltre al Capoluogo sono presenti un solo altro centro abitato significativo: Bondanello.

Ad Est il comune è delimitato dal fiume Secchia, mentre altri corsi d'acqua minori attraversano il territorio comunale. A riguardo, di seguito è riportato l'elenco dei corsi d'acqua pubblici vincolati, ex art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 42/04, individuati nella delibera della G.R. 25.7.1986 n. 4/12028 che riprende le informazioni degli elenchi delle acque pubbliche (R.D. 1775/33 e successive modificazioni e integrazioni) e identifica ogni corso d'acqua attraverso un numero progressivo e il nome:

- 20200033 - Fiume Secchia;
- 20200073 – Dugale Parmigiana Moglia;

Per quanto riguarda la rete dei canali di bonifica e irrigazione, il comune di Moglia ricade, in due differenti comprensori: quello del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e quello del Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in destra Po.

L'argomento relativo al reticolo idrografico, con le relative normative di riferimento, è dettagliato nel paragrafo 5.5.2.1.

Il territorio è prevalentemente destinato all'uso agricolo; utilizzo che viene praticato da quando sono state eseguite, da parte dei Benedettini, le opere di bonifica nell'area a sud del fiume Po.

Le coltivazioni prevalenti sono i seminativi.

Il paesaggio rurale è caratterizzato dalla presenza di cascate distanziate alcune centinaia di metri l'una dall'altra.

Le principali infrastrutture ricadenti in Comune di Moglia sono le strade provinciali: ex S.S. 413, S.P. 44, S.P. 46, S.P. 47, S.P. 50 e S.P. 51.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	14 di 79



5 ANALISI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA

5.1 Quadro geologico di riferimento

5.1.1 Inquadramento strutturale e neotettonica

Il territorio del Comune di Moglia appartiene al settore centro-meridionale della Pianura Padana, la più grande pianura alluvionale d'Italia, formata dai depositi del fiume Po e dei suoi affluenti.

Dal Pliocene ad oggi tale depressione, dal profilo asimmetrico, con minore inclinazione del lato settentrionale, è stata progressivamente colmata da sedimenti dapprima marino-transizionali e quindi strettamente continentali.

Strutturalmente l'area in esame ricade nell'area di raccordo tra il settore monoclinico (*Pedealpine Homocline*), limitato, a Nord, dal fronte di sovrascorrimento subalpino, il cui lembo esterno corrisponde alla struttura compressiva di Volta Mantovana, e il bordo settentrionale dell'arco occidentale delle Pieghe Ferraresi, appartenenti al fronte di accavallamento esterno dell'Appennino sepolto (ETF). Dorsale Ferrarese che coincide con un alto del substrato mesozoico che modella in profondità la fossa sub-padana, e assume l'aspetto di un *horst* delimitato da un grande fascio arcuato di pieghe e faglie inverse, che da Correggio (RE) si estende fino ad oltre le valli di Comacchio (FE).

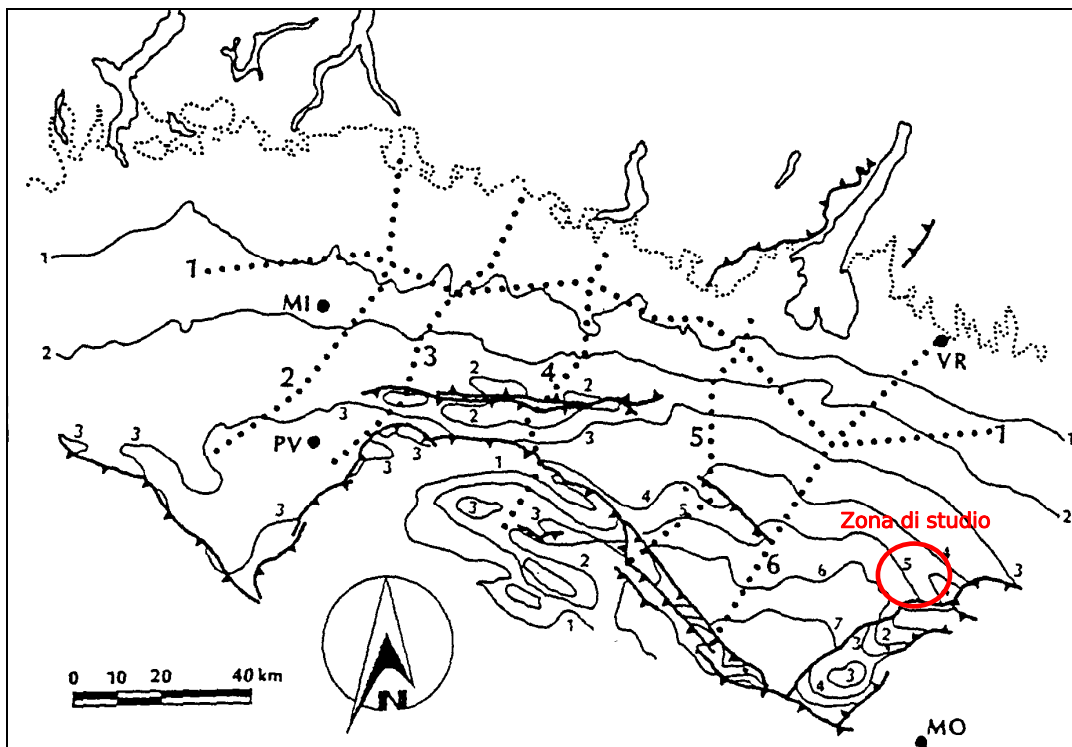


FIG. 2 – SCHEMA TETTONICO STRUTTURALE DELLA PIANURA PADANA (DA PIERI E GROPPÌ, 1981)
(ISOBATE DEL TETTO DEL PLIOCENE IN MIGLIAIA DI METRI)

L'evoluzione del bacino padano vede, a partire dal Messiniano, la quasi completa cessazione dei movimenti tettonici legati all'edificio alpino. Nel contempo si registra un sensibile spostamento verso Nord-Est del fronte dell'Appennino settentrionale. Da questo momento le geometrie deposizionali del

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	15 di 79



bacino padano sono strettamente legate ai repentini sollevamenti e movimenti in avanti delle falde Nord Appenniniche e dai lunghi periodi di relativa calma e subsidenza isostatica dei bacini. Il margine meridionale del bacino padano, a ridosso del fronte appenninico risente in modo consistente di tali movimenti. Il margine settentrionale risente invece in modo più blando di quanto succede nel bacino. I movimenti sono registrati da superfici di erosione arealmente anche molto estese, dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e dalla deposizione di livelli detritici fini legati a movimenti eustatici.

Gli studi della successione sedimentaria plio-pleistocenica padana ne hanno messo in evidenza il carattere tendenzialmente regressivo.

Infatti, i depositi torbiditici di mare profondo, presenti alla base, sono ricoperti da un prisma sedimentario all'interno del quale si distinguono le seguenti *facies*: scarpata, piattaforma esterna, litorale, deltizia/lagunare e fluviale.

I corpi sedimentari presentano due direzioni prevalenti di progradazione: la prima assiale rispetto al bacino Padano, Est vergente, originata dal paleo-delta del Po; la seconda trasversale Nord-Est o Sud-Est vergente, a seconda che sia originata dai sistemi deltizi ad alimentazione appenninica o alpina.

Le principali classi di sistemi deposizionali possono essere raggruppate come segue:


- Piana alluvionale ad alimentazione assiale (paleo-Po)
- Conoide alluvionale e piana alluvionale ad alimentazione alpina e appenninica
- Delta ad alimentazione assiale (paleo Po) alpina ed appenninica
- Delta conoide alpino ed appenninico
- Piana costiera
- Piattaforma sommersa
- Scarpate sottomarina
- Piana bacinale.

L'organizzazione verticale delle *facies* all'interno delle prime quattro classi di sistemi deposizionali, è invariabilmente costituita dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana con corpi a granulometria fine. Molte volte è possibile distinguere una gerarchia di spessori, con insiemi di cicli di rango inferiori spessi alcuni metri che costituiscono cicli di rango superiore, spessi alcune decine metri.

Si può ipotizzare che tali unità cicliche rappresentano fasi sedimentarie di alta energia alternate a fasi di bassa energia dovute rispettivamente all'attivazione e alla disattivazione dei sistemi deposizionali.

I dati stratigrafici profondi sono concordi nell'indicare che, nella zona di Moglia, il sottosuolo, sostanzialmente, presenta le seguenti caratteristiche:

- Tra p.c. e 10 m da p.c. è presente una copertura costituita prevalentemente da depositi fini
- Tra 10 e 100 m da p.c. dominano i depositi sabbiosi
- Tra 100 e 250 m da p.c. si hanno alternanze di livelli costituiti da limi e argille e livelli costituiti da sabbie
- La base del primo ciclo sedimentario (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES) risulta a circa -150 m s.l.m.
- La base del secondo ciclo sedimentario (Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore- AEI) risulta a circa -300÷350 m s.l.m.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	16 di 79



5.1.2 Lineamenti geologici locali

L'assetto geologico dell'area comunale è il complesso risultato di eventi morfogenetici e deposizionali. Nel corso del Quaternario continentale il succedersi di situazioni di disequilibrio climatico (cicli glaciali) ha dato origine alle corrispondenti serie di aggradazione/degradazione del livello marino, con una conseguente mutazione e evoluzione degli associati sistemi sedimentari continentali.

Come già evidenziato in precedenza, la dinamica fluviale è la principale responsabile dell'assetto litostratimetrico di questo settore di pianura. Infatti, esso è stato edificato ad opera dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua ivi confluenti, pur con significativi condizionamenti antropici e neotettonici connessi con i fenomeni di subsidenza descritti in precedenza.

In particolare, i depositi degli orizzonti più superficiali del territorio comunale di Moglia, sono riconducibili alla deposizione fluviale ad opera dei fiumi Po e Secchia.

Tralasciando un'attribuzione cronologica di tali depositi, nel presente studio, si è operata una distinzione in unità che avessero interesse sotto l'aspetto geologico-applicativo.

Allo scopo sono stati raccolti ed esaminati criticamente una grande mole di dati geognostici, derivanti dai sondaggi, trincee esplorative, prove penetrometriche, pozzi, scavi aperti ecc., riportati in *Elaborato DP.G.12 - Schede dati geognostici e geofisici* e le cui ubicazioni sono raffigurate in *Elaborato DP.G.2 - Carta delle indagini (Scala 1:10.000)*.

Quindi, in *Elaborato DP.G.3 - Carta geolitologica (Scala 1:10.000)*, il territorio Comunale è stato distinto in 2 unità, sulla base delle caratteristiche tessiturali e dell'ambiente genetico-deposizionale della facies affiorante:


- *Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale*: unità nella quale sono stati accorpate i principali paleoalvei e dove le informazioni stratigrafiche evidenziano un'importante presenza di livelli sabbiosi o sabbioso-limosi nei primi metri da piano campagna
- *Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile*: unità nella quale sono state inserite tutte le aree d'intercanale dove sono presenti depositi prevalentemente fini, fino al tetto delle sabbie di Po

Per meglio rappresentare graficamente le caratteristiche litostratimetriche del territorio in esame sono state ricostruite anche 2 sezioni geologiche interpretative (cfr. Sezioni litostratigrafiche dell'Elaborato DP.G.5) le cui tracce sono riportate sempre nell'Elaborato DP.G.3 - Carta geolitologica (Scala 1:10.000).

Dette sezioni sono state ricostruite sulla base delle stratigrafie più profonde, fino a oltre 200 m, che possono essere desunte solo dai report redatti durante la realizzazione di pozzi per acqua, certamente meno affidabili dei dati delle indagini geognostiche.

Da un esame di dette sezioni si osserva una sostanziale uniformità in tutto il territorio in esame. Ovunque è presente una copertura di depositi prevalentemente limosi e argillosi, di una decina di metri di spessore, in leggero approfondimento verso sud, al di sotto della quale dominano i depositi sabbiosi fino a circa 100 m di profondità.

Di qui fino alle massime profondità indagate si hanno invece delle alternanze di livelli sabbiosi a livelli fini con potenze mediamente comprese tra i 10 e i 20 m.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	17 di 79

5.2 Litologia di superficie

Nel presente studio, tra i tematismi esaminati relativi al territorio del Comune di Moglia, è stato affrontata anche la litologia di superficie che, come descritto nei precedenti paragrafi, è rappresentata esclusivamente da depositi continentali quaternari.

Tale analisi è partita dai dati disponibili sul SIT della Regione Lombardia (cfr. paragrafo 2.1) ove sono riportati risultati di un progetto realizzato dall'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo della Lombardia (ERSAL).

In detto progetto le informazioni riportate come areali derivano dall'interpretazione delle caratteristiche litologiche del substrato pedologico rilevate per la redazione della carta dei suoli lombardi. Il rilevamento pedologico è stato realizzato attraverso l'effettuazione di sondaggi e relative analisi e descrizioni (profili, trivellate e osservazioni di campagna, con una densità media di 4 verticali ogni km²) sino alla profondità di 2 m dal piano di campagna. I dati dei profili pedologici, analizzati per la carta del suolo, sono stati rielaborati per definire le unità cartografiche della litologia di superficie. Tale definizione è basata sulla classificazione granulometrica del materiale secondo la classificazione ASTM., che definisce i limiti riportati nella seguente Tabella 1.

ghiaia	sabbia	limo	argilla
4,76mm	0,075mm	0,002mm	<0,002mm

TABELLA 1 - CLASSIFICAZIONE GRANULOMETRICA DEI TERRENI ASTM

Le informazioni così desunte sono state verificate ed integrate mediante dati provenienti da indagini geognostiche oltre che con quanto emerso nel corso dei sopralluoghi ed osservazioni relative a scarpate e fronti di scavo.

La zonazione delle caratteristiche litologiche dei terreni superficiali è stata raffigurata, alla scala 1:10.000, nella *Carta della litologia di superficie di Elaborato DP.G.4.*

In tale tavola, per gli scopi del presente studio, si è ritenuto di operare delle semplificazioni, accorpendo molte classi litologiche tenute distinte sul SIT della Regione Lombardia.

Conseguentemente la legenda è stata strutturata nel seguente modo:

- *Terreni prevalentemente argillosi*
- *Terreni prevalentemente limosi con sabbia*
- *Terreni prevalentemente sabbioso-limosi*

In sintesi, dall'esame della Carta della litologia di superficie, si osserva una certa connessione con quella geolitologica, anche se, va ricordato, la prima è riferita solo al primo sottosuolo, fino a un massimo di 2 m da piano campagna, mentre, la seconda riguarda l'intero spessore della facies affiorante (nell'ordine dei 10 m): infatti, in corrispondenza dei principali paleoalvei, dove era stata cartografata l'unità *Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale* la litologia di superficie risulta costituita da *Terreni prevalentemente limosi con sabbia*; lateralmente a tali allineamenti si rinvengono i *Terreni prevalentemente sabbioso-limosi*, mentre i *Terreni prevalentemente argillosi* occupano i settori centrali delle piane inondabili.

5.3 Indicazioni di carattere geotecnico

Al fine di fornire delle indicazioni di carattere geotecnico sui depositi presenti nel sottosuolo del territorio comunale di Moglia e descritti nel paragrafo 5.1.2, di seguito ne viene definita l'appartenenza, di massima, ai differenti gruppi, secondo il sistema di classificazione CNR UNI 10006:

<i>Classe litologica</i>	<i>Gruppo di Classificazione</i>
<i>Depositi prevalentemente sabbiosi e limosi di argine/barra/canale</i>	A-2, A3, A-4 e A-5
<i>Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile</i>	A-6 e A-7

Volendo fornire delle indicazioni sulle principali caratteristiche, sempre sotto il profilo geotecnico, di tali terreni, si può evidenziare il miglior comportamento, quale terreno di fondazione, dei materiali granulari (sabbie) rispetto alle terre a grana fine (argille).

Quest'ultime, infatti, oltre a presentare, mediamente, minori valori di capacità portante sono soggette, a parità di carichi applicati, a cedimenti di maggior consistenza.

Per tali motivi, nel presente studio, nel definire gli ambiti di pericolosità che debbono costituire la legenda della Carta di sintesi (cfr. capitolo 10), in accordo con quanto prescritto dalla direttiva regionale quali aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, sono state indicate:

- le aree con depositi prevalentemente argillosi (vedi "*Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile*" raffigurati nella Carta geolitologica dell'*Elaborato DP.G.3*) in cui sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

5.4 Aspetti geopedologici

Per le informazioni relative agli aspetti più specificamente geopedologici, si è operato suddividendo il territorio in classi a caratteristiche omogenee.

A questo riguardo, nel presente studio si è fatto riferimento alla cartografia pedologica prodotta dall'Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e Foreste (ERSAF) consultabile nel SIT regionale.

5.4.1 Classificazione dei suoli

Come raffigurato nello stralcio riportato in Fig. 3, in Comune di Moglia, si riconoscono le tipologie di suoli descritte nei paragrafi seguenti.

5.4.1.1 Suoli ROT1

Suoli molto profondi, a tessitura da media a moderatamente grossolana, con scheletro assente, molto calcarei, reazione alcalina, drenaggio buono e permeabilità moderatamente bassa, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

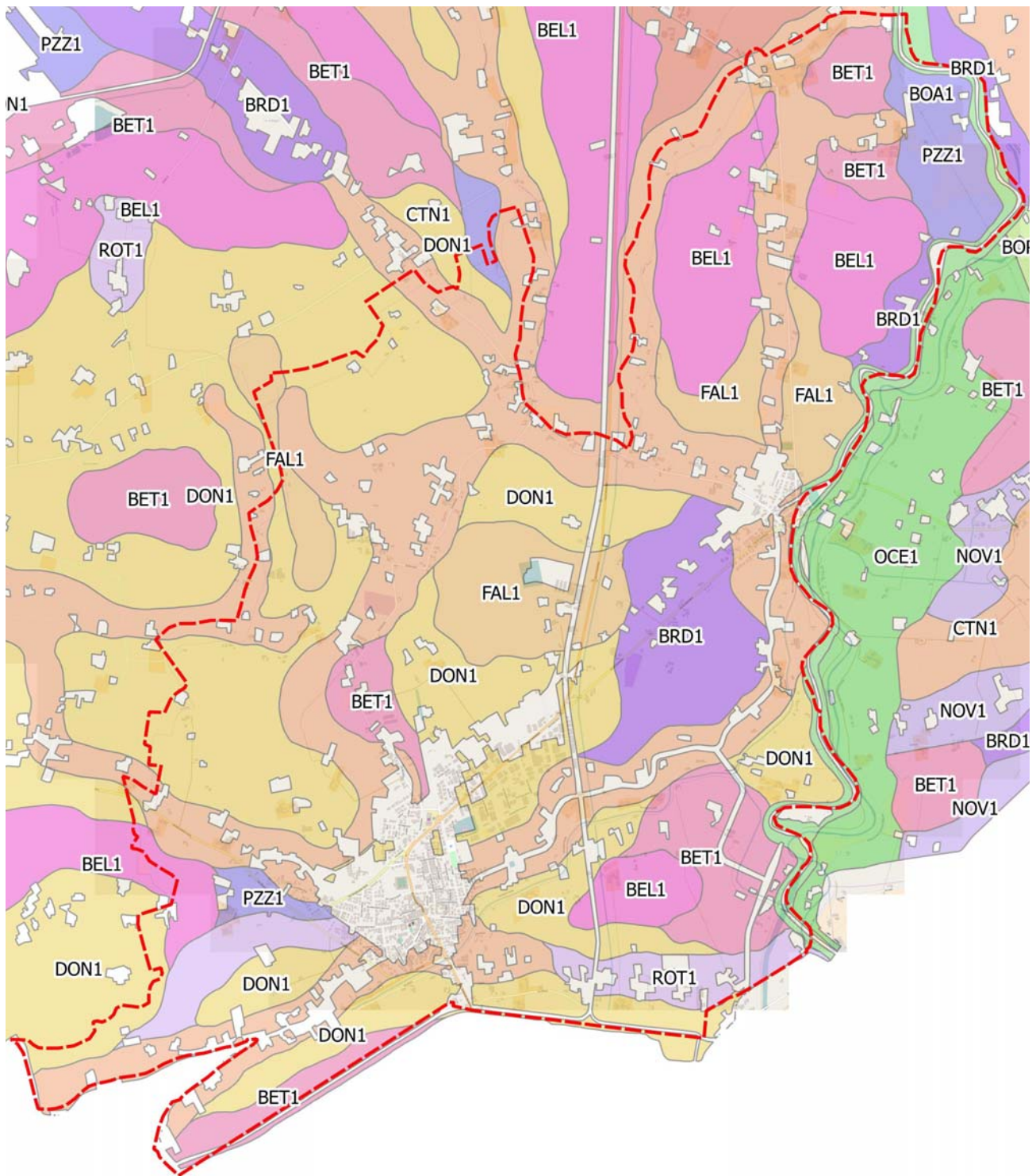



FIG. 3 – CARTA PEDOLOGICA DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

5.4.1.2 Suoli PZZ1

Suoli profondi, su falda, a tessitura media, con scheletro assente, a drenaggio lento e permeabilità moderatamente bassa, moderatamente calcareo, reazione alcalina, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	20 di 79



5.4.1.3 Suoli BRD1

Suoli profondi su falda, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa, moderatamente calcarei, alcalini, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

5.4.1.4 Suoli DON1

Suoli molto profondi, a tessitura media, con scheletro assente, drenaggio buono e permeabilità moderata, molto calcarei, alcalini, AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto.

5.4.1.5 Suoli FAL1

Suoli moderatamente profondi, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, presentano drenaggio lento e permeabilità molto bassa; sono molto calcarei, alcalini, con AWC molto alta e tasso di saturazione in basi alto

5.4.1.6 Suoli BET1

Suoli moderatamente profondi, limitati da falda, a tessitura moderatamente fine, con scheletro assente, drenaggio lento e permeabilità bassa, moderatamente calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.

5.4.1.7 Suoli BEL1

Suoli profondi su falda, a tessitura fine, con scheletro assente, drenaggio lento e permeabilità molto bassa, molto calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.


5.4.1.8 Suoli BOA1

Suoli molto profondi, a tessitura media, con scheletro assente, drenaggio mediocre e permeabilità moderatamente bassa, molto calcarei, alcalini, AWC alta e tasso di saturazione in basi alto.

5.4.2 Capacità d'uso dei suoli

La definizione della capacità d'uso dei differenti suoli e i relativi codici assegnati, si riferiscono alle norme della "*Land Capability Classification*" (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961).

Il concetto guida della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di un uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito. Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno, ad esempio: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	21 di 79




La classificazione si realizza suddividendo il territorio in due livelli di definizione: classi e sottoclassi; ogni classe indica per quali attività antropiche si addice ad essere utilizzato un determinato suolo e con che modalità ed intensità.

I parametri utilizzati per definire le classi e le sottoclassi sono i seguenti:

- **Profondità utile:** esprime la profondità del volume di suolo esplorabile dalle radici delle piante
- **Tessitura Superficiale - Ap:** esprime le situazioni di tessitura dell'orizzonte superficiale che limitano la lavorabilità dei suoli agricoli.
- **Scheletro Ap:** esprime il contenuto di scheletro (ghiaie, ciottoli e pietre) nell'orizzonte superficiale considerato limitante per le lavorazioni, e l'approfondimento radicale.
- **Pietrosità e rocciosità superficiale:** esprime il contenuto di pietre con diametro > 7.5 cm (le pietre con dimensioni inferiori a 7.5 cm non ostacolano l'utilizzo delle macchine) e la classe di ingombro degli affioramenti rocciosi presenti alla superficie del suolo.
- **Fertilità Ap:** intesa come fertilità chimica legata a caratteri del suolo solo in parte modificabili mediante l'apporto di correttivi e/o ammendanti. In particolare si considerano: pH, C.S.C. e TSB valutati nell'orizzonte superficiale, CaCO3 totale come valore medio ponderato nel primo metro di suolo.
- **Drenaggio:** con tale termine si intende l'attitudine del suolo a smaltire l'acqua che contiene in eccesso; la presenza di falde poco profonde condiziona negativamente tale possibilità. D'altro canto tale carattere fornisce utili indicazioni sulla capacità del suolo a trattenere l'acqua di pioggia e/o di irrigazione (ad es. drenaggio mod. rapido e rapido). Esprime le classi di drenaggio considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.
- **Inondabilità:** viene indicata la frequenza dell'evento e la sua durata. Esprime le classi di inondabilità considerate limitanti per gli usi agro-silvo-pastorali.
- **Limitazioni climatiche:** esprime le classi di limitazioni climatiche capaci di condizionare la gamma delle colture praticabili o di determinare un fabbisogno o un numero maggiore delle stesse pratiche colturali richieste in altre parti della pianura.
- **Pendenza media:** esprime le classi di pendenza che possono predisporre il suolo ai fenomeni erosivi.
- **Erosione:** le definizioni presenti nello schema esprimono la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa (espressa come profonda); la percentuale indica la superficie dell'unità cartografica interessata da fenomeni erosivi. Esprime la suscettività all'erosione idrica superficiale e di massa, intesa come percentuale della superficie dell'UC soggetta a fenomeni erosivi.
- **AWC:** esprime i contenuti d'acqua che determinano limitazioni per le colture e richiedono pertanto apporti idrici per evitare stress alle piante.

Da questi parametri sono state definite otto classi d'uso dei suoli:

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	22 di 79



Suoli adatti all'agricoltura:

- **Classe I:** suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture;
- **Classe II:** suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative;
- **Classe III:** suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative;
- **Classe IV:** suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.

Suoli adatti al pascolo e alla forestazione

- **Classe V:** suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale;
- **Classe VI:** suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderle inadatte alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale;
- **Classe VII:** suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.

Suoli inadatti ad utilizzazioni agro-silvo-pastorali

- **Classe VIII:** suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo-pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

Le relative sottoclassi individuano il tipo di limitazione.

c = limitazioni legate alle sfavorevoli condizioni climatiche;

e = limitazioni legate al rischio di erosione;


s = limitazioni legate a caratteristiche negative del suolo;

w = limitazioni legate all'abbondante presenza di acqua entro il profilo.

Nella Tabella 2 è mostrato modello interpretativo, nel quale vengono descritte le caratteristiche, ed i valori dei parametri sopra elencati, per ciascuna delle classi individuate.

In Fig. 4, invece, è possibile osservare le classi di capacità d'uso dei suoli presenti Comune di Moglia, ovvero le classi 2 e 3, con le loro rispettive sottoclassi:

- 2w
- 2ws
- 3w
- 3ws

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	23 di 79



Classi di Capacità d'uso	Prof. utile (cm)	Tessitura Orizz Superf (1)	Scheletro Or. Superficiale	Pietrosità(2) e Rocciosità	Fertilità or. superficiale (3)	Drenaggio	Rischio inondazione	Lim. Climatiche	Pend. (%)	Erosione	AWC(4) (cm)
I	>100	(A+L) < 70% A < 35% L < 60% S < 85%	≤15	P ≤0.1 R ≤2	5.5 < pH < 8.5 TSB > 50% CSC > 10meq CaCO3 ≤ 25%	buono	assente	assenti < 200 m	≤2	assente	> 100
II	61-100	(A+L) ≥ 70% 35 ≤ A < 50% L < 60% S < 85%	16-35	0.1 < P ≤ 3 R ≤2	4.5 ≤ pH ≤ 5.5 35 < TSB ≤ 50% 5 < TSB ≤ 10 meq CaCO3 >25%	mediocre mod. rapido	lieve (< 1v /10 anni durata < 2gg)	lievi 200 -300 m	2.1-8	assente	idem
III	25-60	A ≥ 50 S ≥ 85 L ≥ 60	36-70	idem	pH >8. 4 o pH <4.5 TSB ≤35% CSC ≤5meq	rapido lento	moderato (1v /5-10 anni durata > 2gg)	moderate 300 - 700 m	8.1-15	debole	51 - 100
IV	25-60	idem	idem	3 < P ≤ 15 R ≤2	idem	molto lento	alto (> 1v / 5 anni durata > 7gg)	idem	15.1-25	moderata	≤ 50
V	<25	idem	>70	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	impedito	molto alto (golene aperte)	idem	≤2	assente	idem
VI	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 2 < R ≤ 25	idem	idem	idem	forti 700-2300 m	25.1-45	moderata	idem
VII	idem	idem	idem	16 < P ≤ 50 25 < R ≤ 50	idem	idem	idem	molto forti >2300 m	45.1-100	forte	idem
VIII	idem	idem	idem	P >50 R >50	idem	paludi	idem	idem	>100	molto forte	idem

Sotto Classi	s (5)	s	s	s	s	w (6)	w	c	e	e	s
Tipo di Limit.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

(1) è sufficiente una condizione

(2) Considerare solo la pietrosità maggiore o uguale a 7.5 cm.

(3) pH, TSB e CSC riferiti all'orizzonte superficiale; CaCO3 al primo m di suolo (media ponderata); è **sufficiente una condizione**

(4) Da valutare riferendosi al primo metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 metro; l'AWC **non si considera se il drenaggio è lento, molto lento o impedito**

(5) Quando la profondità utile è limitata esclusivamente dalla falda (orizz. idromorfo) indicare la sottoclasse w.

(6) Quando la limitazione è dovuta a drenaggio rapido o moderatamente rapido. indicare la sottoclasse s

TABELLA 2 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO

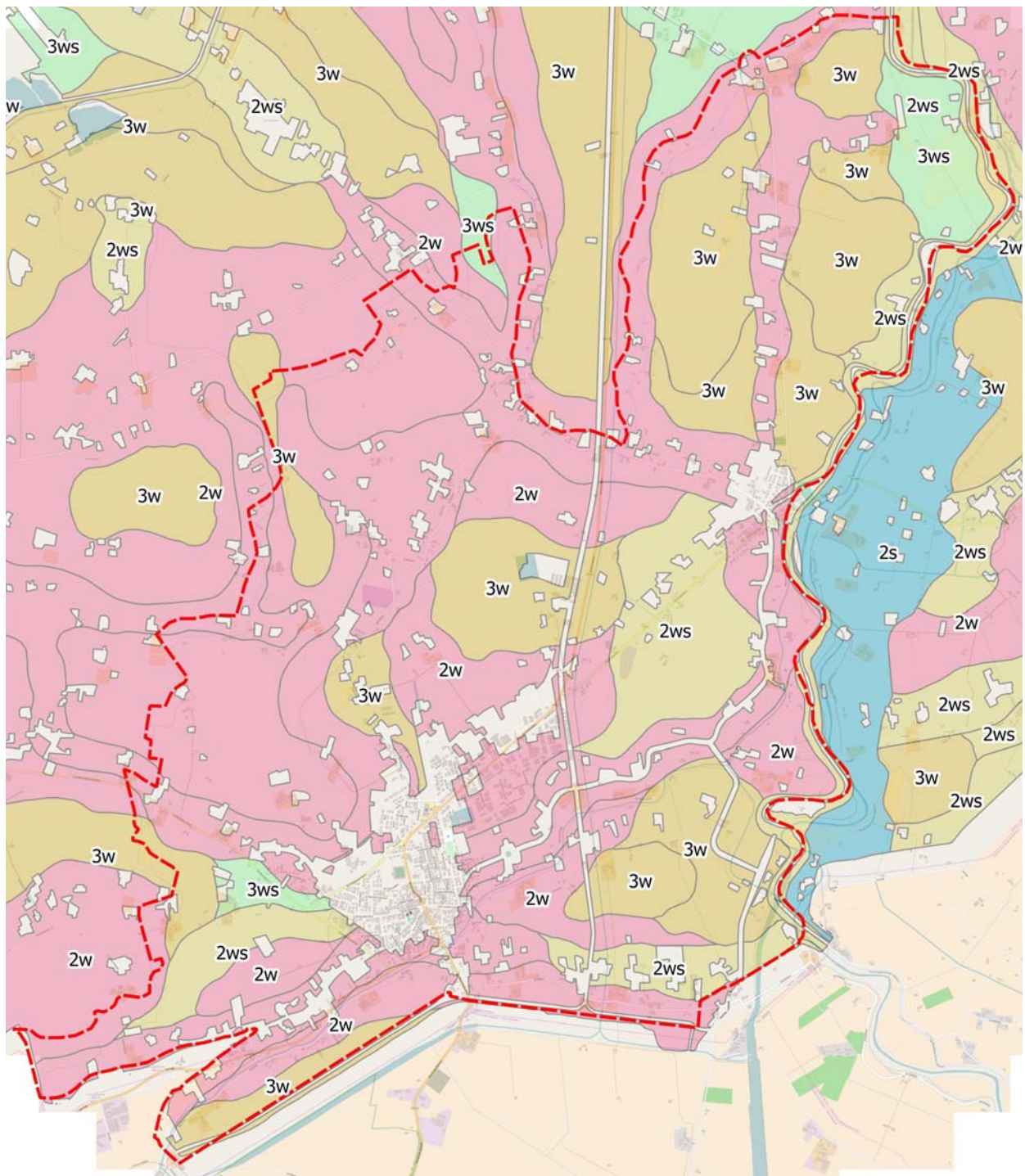



FIG. 4 – CARTA DELLA CAPACITÀ D’USO DEI SUOLI DEL COMUNE DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

5.4.3 *Attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei liquami*

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli per lo spandimento dei liquami (PUA), di origine zootecnica, determinata attraverso la definizione di parametri valutativi, coi quali è stato costruito un modello interpretativo dove vengono definite le caratteristiche di ciascuna classe individuata.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	25 di 79



I parametri inseriti nello schema di valutazione, con il quale è stato possibile distinguere diverse classi, sono i seguenti:

- **Inondabilità:** costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua.
- **Pendenza media:** è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.
- **Profondità della falda:** la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- **Permeabilità:** condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti.
- **Gruppo idrologico:** è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- **Granulometria:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:


- **S1 Suoli adatti, senza limitazioni:** su tali suoli la gestione dei liquami zootecnici può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- **S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- **S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei liquami zootecnici.
- **N Suoli non adatti:** tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di reflui non strutturati e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

Per ogni classe possono essere definite diverse sottoclassi che richiamano, con un suffisso, alcune indicazioni gestionali, sulla base dei seguenti criteri: pietrosità superficiale (p) di dimensioni medie e grandi ($\varnothing > 7.5$ cm), tessitura (t) dell'orizzonte superficiale e drenaggio (d).

Tali parametri possono influire sull'attitudine dei suoli allo spandimento agronomico dei suoli nel seguente modo:

Pietrosità (p): le pietre di grandi dimensioni ($> 7,5$ cm) possono creare problemi al movimento dei mezzi per lo spandimento; in generale la pietrosità determina una riduzione della porosità del suolo, accompagnata da una minore capacità di "digestione" della sostanza organica, ed un aumento del ruscellamento superficiale.

Drenaggio (d): Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo,

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	26 di 79



dalle caratteristiche geometriche del polypedon intese come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.

Tessitura del primo metro (t): costituisce il parametro che più di ogni altro influisce sulla permeabilità e quindi sul rischio di percolazione nella falda di sostanze inquinanti.

I suoli che hanno drenaggio lento e, soprattutto, molto lento (suffisso “d”) possono, dopo piogge prolungate e/o intense, principalmente nel periodo autunno-invernale e primaverile, denotare difficoltà nello smaltimento delle acque in eccesso e ristagni superficiali: il verificarsi di tali condizioni, oltre ad aumentare i rischi di perdite di azoto, può causare ostacoli (in particolare per i suoli in cui i suffissi “d” si accompagnano ai suffissi “t”) all’accesso ai terreni delle macchine agricole, alla distribuzione dei reflui e all’esecuzione delle successive lavorazioni.

In Tabella 3 viene riportato il modello interpretativo dove viene illustrato quali valori ed intervalli dei parametri scelti definiscono le diverse classi di attitudine dei suoli allo spandimento dei liquami.

CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI						
	Perm. classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	Gruppo idr. classi	Pend %	
S1	moderata mod. bassa bassa molto bassa	>100	tutte le altre	assente	A e B C se perm <5	≤5	
S2	mod. rapida	>75 e ≤100	FGR-SKF	lieve moderata	C se perm ≥5	>5 e ≤10	
S3	rapida	>50 e ≤75	SAB-FRM-SKS	alta	D	>10 e ≤15	
N	–	≤50	–	molto alta	–	>15	

TABELLA 3 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE REFLUI ZOOTECNICI

I suoli che presentano limitazioni (classi S2 e S3) richiedono, con intensità crescente passando dalla classe S2 alla classe S3, attenzioni specifiche che devono essere valutate, anche a seguito di approfondimenti effettuati a livello aziendale, in dipendenza delle caratteristiche e delle qualità dei suoli e dei reflui utilizzati, al fine di evitare la lisciviazione dei nitrati verso le falde sotterranee e/o il ruscellamento verso la rete idrica superficiale e di mettere, in generale, le colture nelle condizioni ottimali per assicurare un’alta efficienza nell’asportazione dell’azoto apportato al suolo. Esse possono comprendere, a seconda dei casi, attenzioni ai volumi distribuiti, ai tempi di distribuzione (frazionamento), alla tempestività e alle modalità di interrimento e lavorazione dei terreni liquamati, alla definizione di più efficaci piani colturali, alla attenta gestione della fertilizzazione minerale complementare e dell’irrigazione, ecc.

Come è possibile osservare in Fig. 5, i suoli ricadenti nel territorio di Moglia appartengono alle 3 classi: S1 - Suoli adatti, senza limitazioni, S2- Suoli adatti, con lievi limitazioni e S3 - Suoli adatti, con moderate limitazioni.

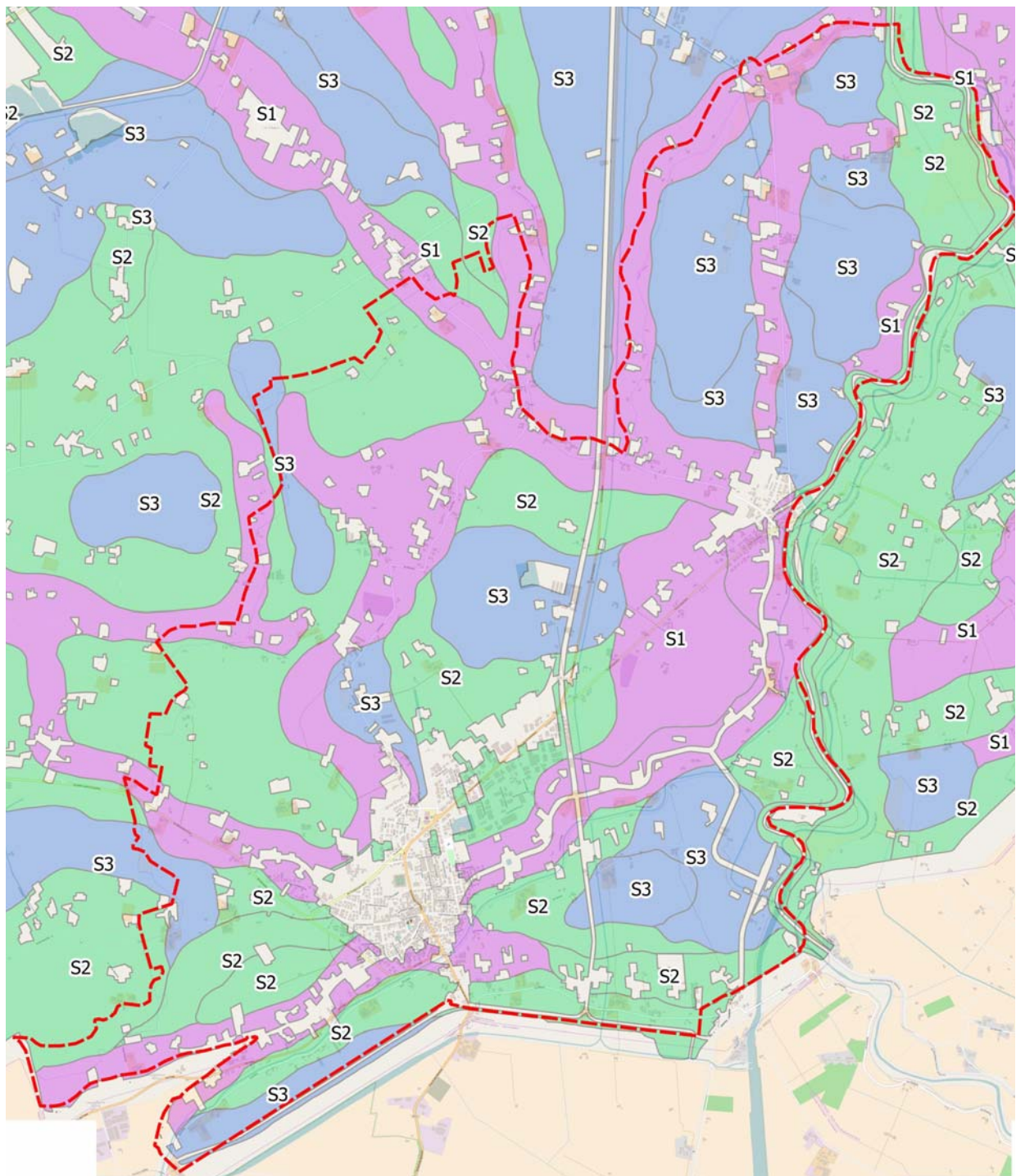



FIG. 5 – CARTA DELLA ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMO DEI LIQUAMI DEL COMUNE DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

5.4.4 *Attitudine dei suoli allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana*

Questa voce riguarda la definizione della classe di attitudine potenziale dei suoli ad accettare fanghi di depurazione urbana, determinata tenendo conto di diversi parametri, coi quali è stato costruito un modello interpretativo riportato più sotto.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	28 di 79




I parametri utilizzati per effettuare la valutazione delle classi sono i seguenti:

- **pH in acqua:** influenza la mobilità dei metalli pesanti nel suolo, crescente al decrescere del pH. (media ponderata 1°m).
- **C.S.C.:** influenza la capacità delle particelle del suolo di adsorbire composti potenzialmente inquinanti. (orizzonte superficiale).
- **Granulometria:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.
- **Profondità della falda:** la presenza della falda entro i primi 100 cm indagati, aumenta i rischi di inquinamento della stessa, soprattutto se il suolo è costituito da materiali tendenzialmente grossolani.
- **Drenaggio:** Il drenaggio esprime la rapidità con cui l'acqua non trattenuta è rimossa dal suolo, per percolazione profonda, scorrimento superficiale o ipodermico. Esso è correlato alla frequenza e durata dello stato di saturazione anche parziale di un suolo, che dipende da proprietà intrinseche al profilo, come porosità, permeabilità, drenaggio interno, e dall'entità e distribuzione annuale delle precipitazioni, dalla presenza e durata del manto nevoso o di eventuali strati ghiacciati, dalla durata del periodo di disgelo, dalle caratteristiche geometriche del polypedon intese come configurazione superficiale e pendenza, dalla presenza di falda e dalla posizione del suolo nel paesaggio.
- **Inondabilità:** costituisce un pericolo d'inquinamento diretto del corso d'acqua. Si considerano esenti da limitazione soltanto i suoli con rischio di inondazione assente.
- **Pendenza:** è responsabile del ruscellamento superficiale che si verifica quando lo spandimento precede una pioggia o l'irrigazione.

A seconda della diversa incidenza e valori di questi parametri è stato possibile identificare le seguenti classi di suoli:

- **S1 Suoli adatti, senza limitazioni:** su tali suoli la gestione dei fanghi di depurazione urbana può generalmente avvenire, secondo le norme dell'ordinaria buona pratica agricola, senza particolari ostacoli.
- **S2 Suoli adatti, con lievi limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare alcuni ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- **S3 Suoli adatti, con moderate limitazioni:** tali suoli richiedono attenzioni specifiche e possono presentare ostacoli nella gestione dei fanghi di depurazione.
- **N Suoli non adatti:** tali suoli presentano caratteristiche e qualità tali da sconsigliare l'uso di fanghi e tali, comunque, da rendere di norma delicate le pratiche di fertilizzazione in genere.

In Tabella 4 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	29 di 79



CLASSI DI ATTITUDINE	FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA						
	Drenaggio classi	Prof. falda cm	Granulom. 1°m classi	Inondabilità classi	pH _{H₂O} (*)	CSC (*)	Pend %
S1	3-4	>100	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	1	>7.5	>15	≤5
S2	5-2	>75 e ≤100	FGR-SKA Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	2	≤7.5 ≥6.0	>15	>5 e ≤10
S3	6	>50 e ≤75	SKF-SAB Classi "over"(compreso over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	3	<6.0 ≥5.0	≤15 e ≥8	>10 e ≤15
N	1 7	≤50	SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	4-5	<5	<8	>15

(*) da valutare entro i primi 50 cm di suolo

TABELLA 4 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI ATTITUDINE DEI SUOLI AD ACCETTARE FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA

La distribuzione di queste classi di suoli nel territorio in esame è raffigurata in Fig. 6.

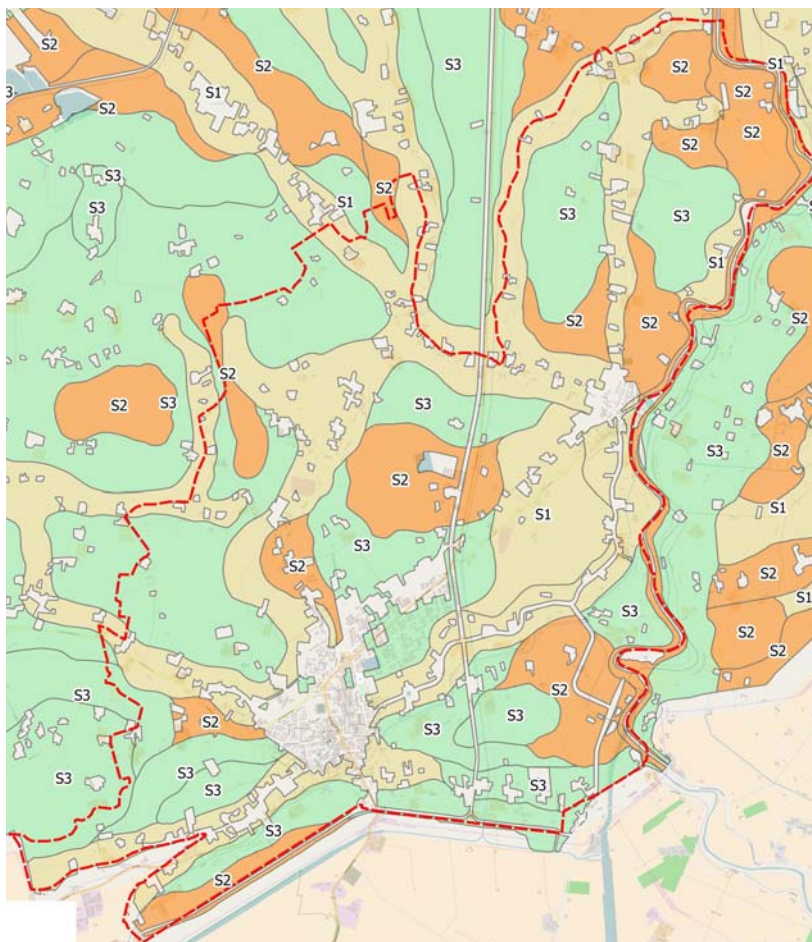


FIG. 6 – CARTA DELL'ATTITUDINE DEI SUOLI ALLO SPANDIMENTO AGRONOMO DEI FANGHI DI DEPURAZIONE URBANA DEL COMUNE DI MOGLIA
RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	30 di 79



5.4.5 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione delle acque sotterranee profonde è dovuto essenzialmente alla migrazione dei nitrati presenti nei liquami, che non vengono trattiene dal potere assorbente del suolo.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dell'acquifero sotterraneo.

Di seguito vengono riportati i parametri in base ai quali è stato possibile costruire il modello interpretativo e definire le diverse classi di suoli.

- **permeabilità:** condiziona la percolazione. Suoli con permeabilità bassa contrastano efficacemente il passaggio in profondità degli inquinanti.
- **profondità endosaturazione:** è un indicatore di "pericolo", soprattutto se associata a suoli con percolazione rapida. In generale la presenza di condizioni idromorfe per endosaturazione aumenta il rischio di percolazione ed inquinamento delle acque profonde.
- **classe granulometrica:** condiziona la permeabilità e il drenaggio del suolo e quindi la velocità di percolazione in profondità degli inquinanti.
- **modificatori chimici (pH e CSC):** al di sopra di una soglia limite si considera che il pH e la CSC possano contrastare efficacemente il movimento in profondità dei composti inquinanti e bloccarli nel suolo.

Le classi individuate, che esprimono la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, sono tre:

- **E elevata capacità protettiva;**
- **M moderata capacità protettiva;**
- **B bassa capacità protettiva.**

In Tabella 5 sotto viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI			
NOMI	CODICI	PERMEABILITÀ	PROFONDITÀ FALDA	CLASSE GRANULOMETRICA	MODIFICATORI CHIMICI: pH in H ₂ O CSC in meq/100g(*)
ELEVATA	E	BASSA (Classi 4. 5. 6)	> 100 cm	AFI-AMF-LFI-FFI-LGR-FRA-SKA Tutte le classi "over"(comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia AFI, AMF o LFI	pH > 5.5 CSC > 10 (meq/100 g)
MODERATA	M	MODERATA (Classe 3)	50 - 100 cm (con perm. bassa)	FGR-SKF Tutte le classi "over"(comprese le over SAB, over SKS, over FRM) in cui il 1° termine sia FFI o LGR	pH 4.5 - 5.5 CSC tra 5 - 10 (meq/100 g)
BASSA	B	ELEVATA (Classi 1. 2)	< 50 cm (con perm. bassa) < 100 cm (con perm. moderata)	SAB-SKS-FRM Classi "over" in cui il 1° termine sia SAB, SKS o FRM	pH < 4.5 CSC < 5 (meq/100 g)

(1)*Considerare il valore più alto tra quelli riscontrati entro 100 cm

TABELLA 5 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	31 di 79



La distribuzione di queste classi di suoli nel territorio in esame viene riportata in Fig. 7.

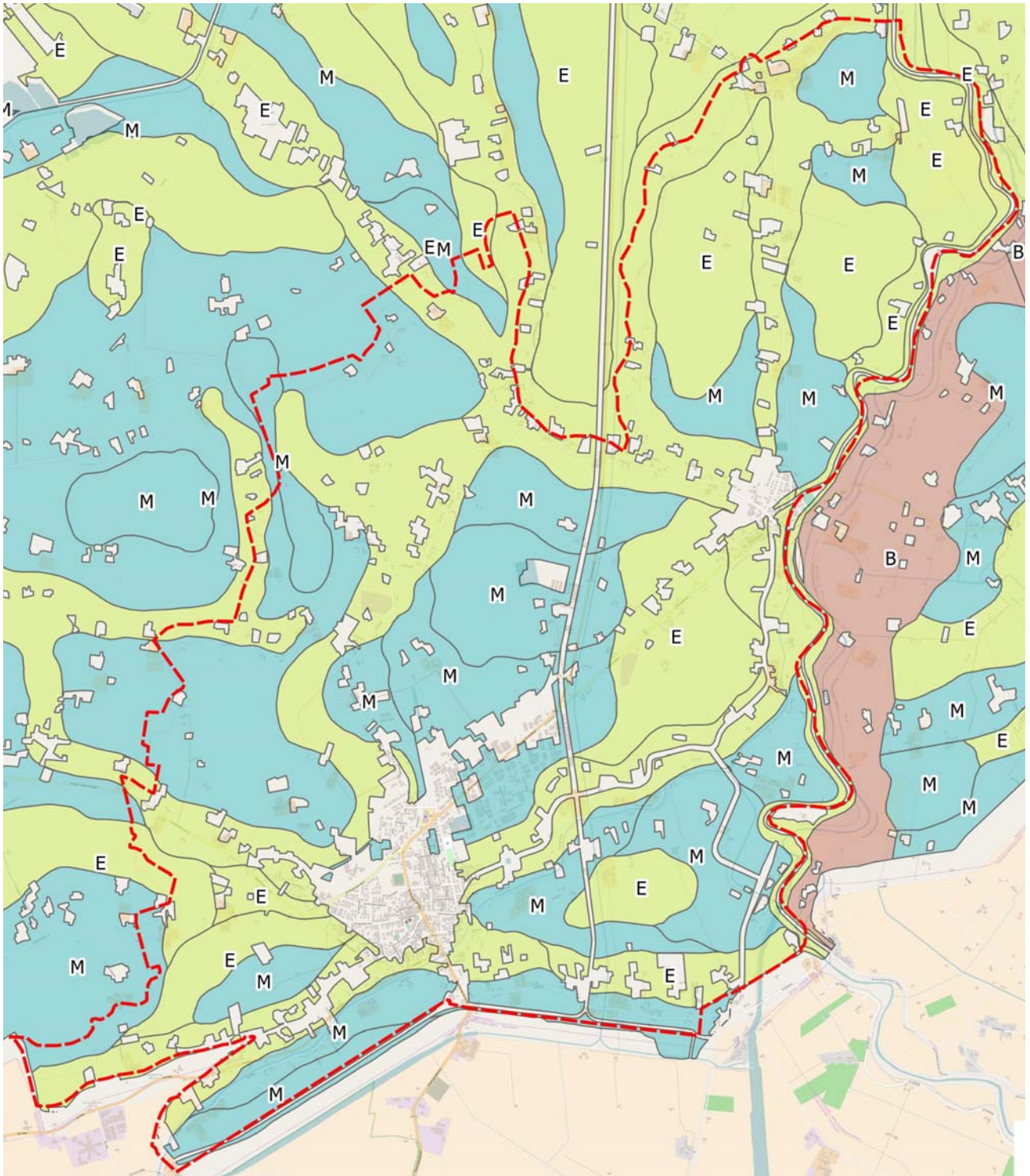



FIG. 7 – CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SOTTERRANEE DEL COMUNE DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	32 di 79

Come si può osservare la capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee, in Comune di Moglia risulta, talora, elevata e, talora, moderata.

5.4.6 Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali

Questa voce riguarda la definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali, determinata secondo il modello interpretativo riportato più sotto.

Il rischio di contaminazione per le acque superficiali deriva principalmente dallo scorrimento di liquami zootecnici, sulla superficie del suolo; le sostanze pericolose sono fosforo, materia organica, azoto ammoniacale ed i cloruri.

La definizione della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali consente di valutare il grado di vulnerabilità del territorio in termini di rischio di inquinamento dei corsi d'acqua superficiali.

Di seguito viene riportato l'elenco dei parametri in base ai quali è stato possibile definire le diverse classi di suoli.

- **gruppo idrologico:** è una valutazione sintetica del comportamento idrologico del suolo, in particolare della tendenza potenziale ad ostacolare la penetrazione delle acque nel suolo e originare scorrimenti (=runoff) in superficie.
- **indice di runoff superficiale:** è una valutazione qualitativa del runoff superficiale in base alla pendenza e alla permeabilità del suolo.
- **inondabilità:** evidenzia il rischio di inquinamento diretto delle acque superficiali per sommersione.

In base ai diversi valori dei parametri sopra elencati è stato possibile definire tre classi di capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali:

- **E** elevata capacità protettiva;
- **M** moderata capacità protettiva;
- **B** bassa capacità protettiva.

In Tabella 6 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

CLASSI DI ATTITUDINE		FATTORI LIMITANTI LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI		
NOMI	CODICI	GRUPPO IDROLOGICO	INDICE DI RUNOFF SUPERFICIALE	INONDABILITÀ
ELEVATA	E	A-B	t - mb	assente - lieve
MODERATA	M	C	b - m	moderata
BASSA	B	D	a - ma	alta - molto alta

TABELLA 6 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI



In Fig. 8 viene riportata la distribuzione di queste classi di suoli nel territorio del Comune di Moglia. Come è possibile osservare, sono presenti tutte e in percentuale simile tra loro.

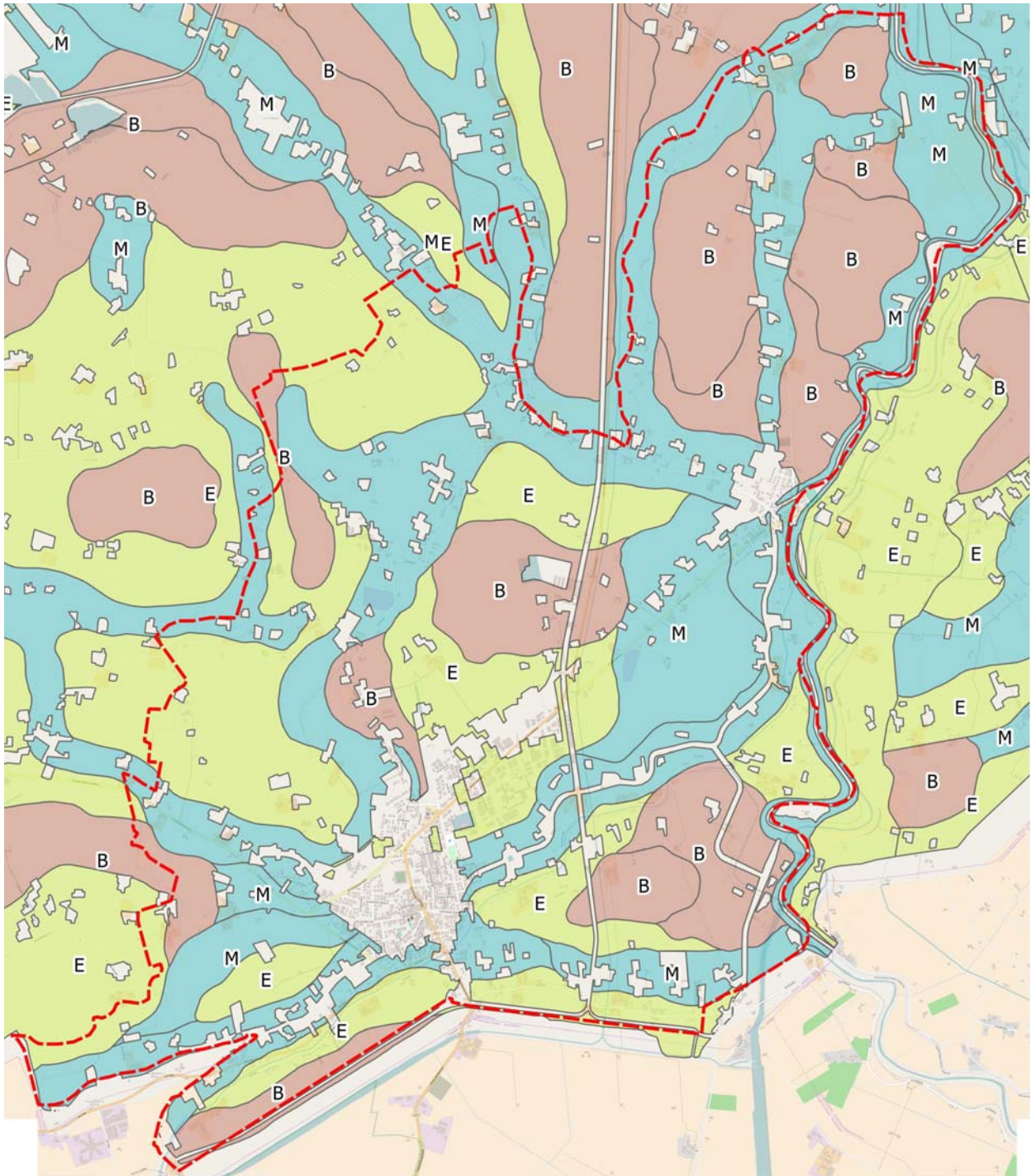


FIG. 8 – CARTA DELLA CAPACITÀ PROTETTIVA DEI SUOLI NEI CONFRONTI DELLE ACQUE SUPERFICIALI DEL COMUNE DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDBIA

5.4.7 Valore naturalistico dei suoli

Questa voce riguarda la definizione della classe di valore naturalistico dei suoli, determinata secondo il modello interpretativo riportato più avanti.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	34 di 79



L'interpretazione del valore naturalistico dei suoli può costituire un riferimento utile per caratterizzare in modo più completo i beni ambientali, integrando conoscenze pedologiche con conoscenze geomorfologiche, naturalistiche, floristiche, paesaggistiche, geografiche, e per proporre strategie comuni per la loro valorizzazione e fruizione. Questa interpretazione propone una valutazione dell'interesse scientifico e della singolarità che le risorse pedologiche regionali manifestano dal punto di vista naturalistico, sia perché i suoli sono testimonianze viventi delle intense relazioni tra pedosfera e sistema delle acque, che hanno avuto un'importanza decisiva nell'evoluzione degli ecosistemi e dello stesso paesaggio della pianura padana, sia perché conservano paleosuoli del pleistocene medio-superiore, divenendo così parte dell'eredità culturale dell'umanità, sia perché sono caratterizzati da processi pedogenetici tipici di ambienti di formazioni particolari.

Le classi di suolo risultanti dal modello interpretativo e utilizzate per esprimere il valore naturalistico dei suoli sono le seguenti:

- **B** basso;
- **M** moderato;
- **A** alto.

In Tabella 7 viene riportato il modello interpretativo secondo il quale sono state definite le caratteristiche per ciascuna classe di suoli.

ALTO	MODERATO	BASSO
Suoli che appartengono ai grandi gruppi Frag- o Plinth- o ai sottogruppi Fragic o Plinthic degli Alfisols e Ultisols	Suoli che appartengono ai grandi gruppi Pale- o Rhod- degli Alfisols e Ultisols	ALTRI SUOLI
Suoli con orizzonte a fragipan , con plinthite o pseudo plinthite , con orizzonte glossico	Suoli che appartengono ai sottordini Aqu-	
Histosols e suoli che appartengono ai grandi gruppi Hist-	Suoli che appartengono al sottogruppo Argic degli Psamments	
Suoli che appartengono a un sottogruppo " Pachic humic " {ex Pachic o Cumulic Haplumbrepts}	Suoli con orizzonte argillico appartenenti a uno dei sottogruppi: psammentic, arenic, grossarenic	
Spodosols	Suoli che appartengono al sottogruppo petrocalcic dei GG Calciustepts, Calcixerepts, Calciusterts, Calcixererts, Haplusterts	
	Suoli con orizzonte umbrico {SG " humic " -ex Umbrepts} e Humults	
	Vertisols	

TABELLA 7 - DEFINIZIONE DELLE CLASSI DI VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI

In Fig. 9 viene riportata la distribuzione di queste classi di suoli nel Comune di Moglia.

Si può osservare che il territorio in esame è caratterizzato prevalentemente da suoli con basso valore naturalistico, ad eccezione di alcune aree che presentano un valore medio. Non vi sono invece porzioni del territorio appartenenti alla classe relativa ad un alto valore naturalistico.

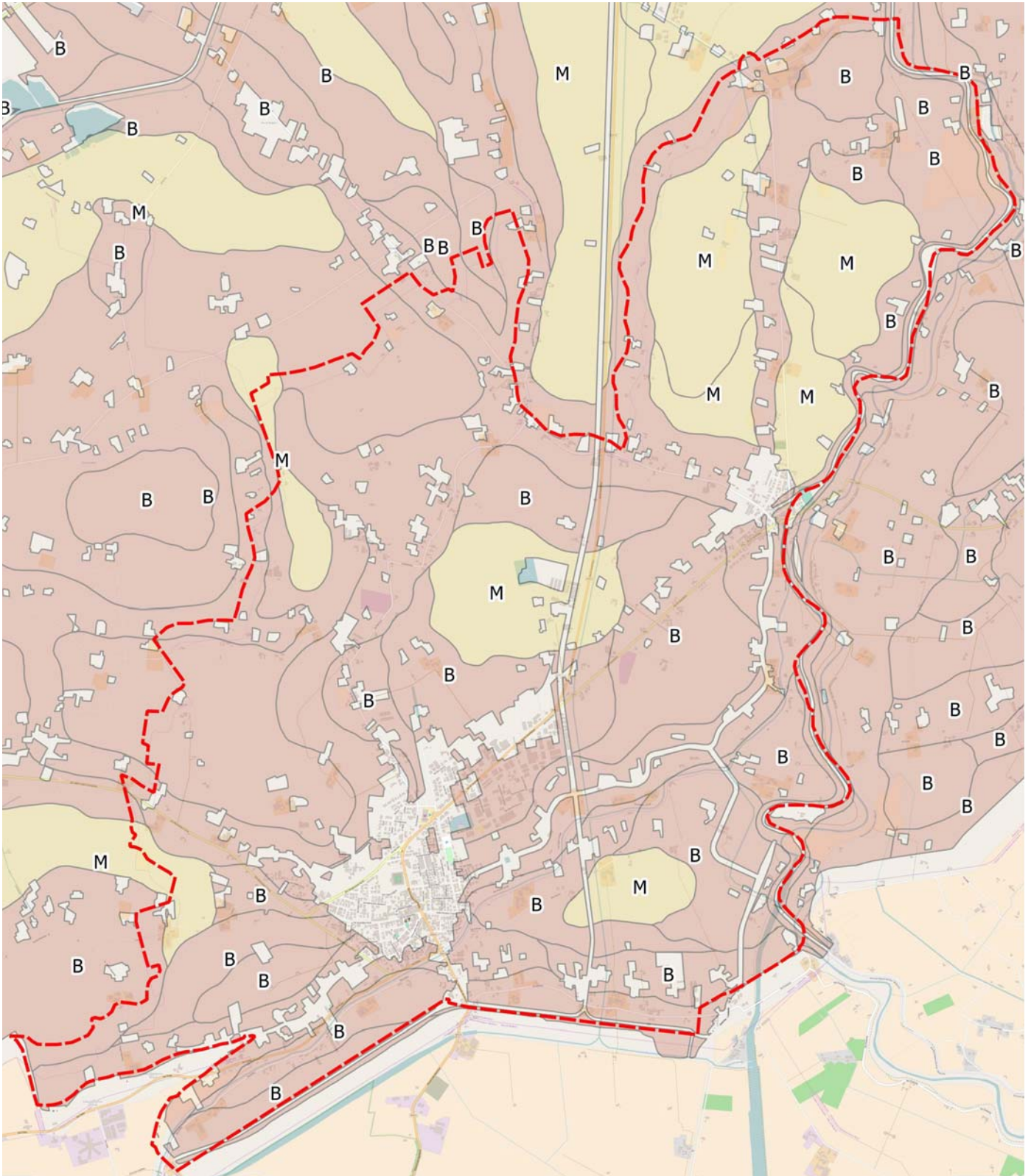



FIG. 9 – CARTA DEL VALORE NATURALISTICO DEI SUOLI DEL COMUNE DI MOGLIA RIPRESA DAL SIT DELLA REGIONE LOMBARDIA

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	36 di 79



5.5 Geomorfologia

5.5.1 Quadro geomorfologico di riferimento

Gli eventi morfogenetici, responsabili dell'attuale assetto del territorio del Comune di Moglia, sono riconducibili essenzialmente alla dinamica fluviale del periodo pleistocenico ed olocenico, alla quale, nel periodo storico, si è sovrapposta l'attività antropica mirata alla stabilizzazione e alla modellazione delle superfici del suolo compatibilmente alle esigenze economiche, produttive ed insediative.

Le interazioni tra i vari fattori hanno dato luogo ad un paesaggio relativamente omogeneo, contraddistinto da superfici pressoché piane debolmente degradanti verso nord-est con gradiente topografico estremamente basso, inferiore allo 0,1%, e quote nell'ordine dei 15÷20 m s.l.m.

Le aree di pertinenza di corsi d'acqua (in particolare il fiume Secchia) sono rimaste le uniche in cui si osserva una evoluzione morfologica dipendente da fattori naturali.

Al contrario, la pianura circostante esprime il congelamento di una situazione originatasi antecedentemente alla limitazione degli alvei fluviali entro percorsi prefissati, in cui le opere di bonifica agraria, infrastrutturazione ed insediamento hanno conferito alla superficie topografica un assetto costante ed uniforme livellando tutte le asperità del terreno.


I pochi rilievi presenti, sono costituiti dai rilevati stradali, dai ponti e dagli argini dei corsi d'acqua.

Le superfici del suolo conservano tuttavia, anche se in forma relittuale, ancora le tipiche geometrie dell'ambiente fluviale di piana a meandri, risultato dell'attività deposizionale del Po e dei suoi affluenti appenninici, quali:

- dossi, di sistemi di canale-argine, molti dei quali sono oggi sede di strade e centri abitati in quanto sono le aree a minore rischio di allagamento
- tracce di alvei abbandonati, incassati o a livello della pianura, che non sono direttamente osservabili sul terreno, ma possono essere individuati attraverso l'analisi comparata delle fotografie aeree, del microrilievo e della tessitura dei depositi superficiali
- ventagli d'esondazione, formatisi a seguito di diversioni, durante le piene dei corsi d'acqua, con rottura degli argini naturali

Relativamente all'evoluzione recente del reticolo fluviale di quest'area, conosciuta anche grazie alle relazioni tra gli insediamenti antropici rinvenuti e i corsi d'acqua connessi, va evidenziato come, nella media età del Bronzo (1600 - 1300 anni a.C.), tra Guastalla e Ostiglia/Sermide era attivo un sistema fluviale a decorso ovest-est, anche indicato come "Po appenninico", che attraversava la porzione più Meridionale del Comune di Moglia (cfr. Fig. 10).

A seguito di varie diversioni, questo sistema fluviale si è poi spostato verso nord (cfr. situazione durante età del Ferro e l'età Medievale sempre in Fig. 10), determinando il sovralluvionamento dell'intero settore di pianura compreso tra Guastalla, Suzzara, Pegognaga, Gonzaga e San Benedetto Po.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	37 di 79

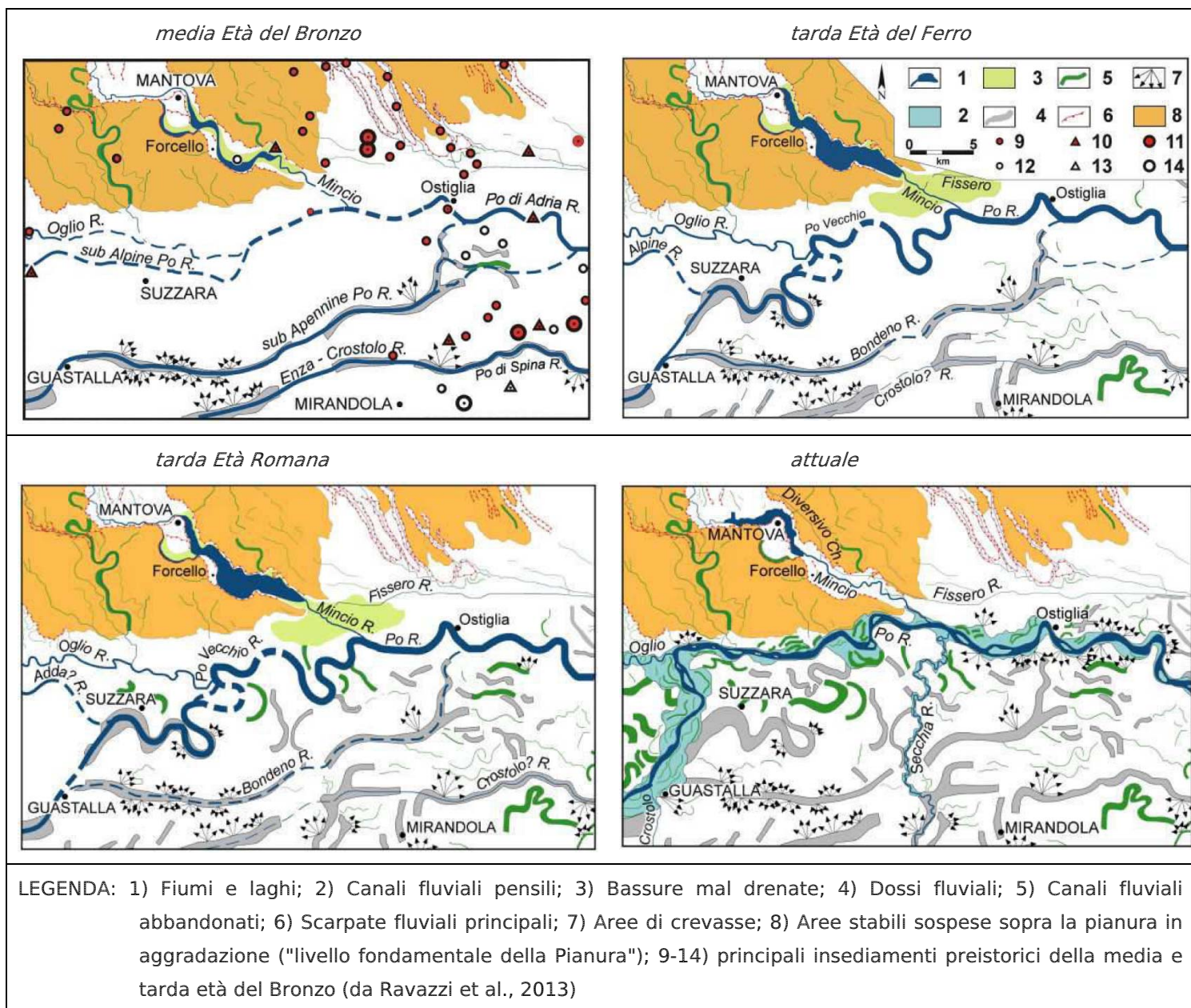



FIG. 10 - EVOLUZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO NELL'OLTREPÒ MANTOVANO TRA LA MEDIA ETÀ DEL BRONZO E OGGI (DA C.N.R. - IDPA E REGIONE LOMBARDIA, 2013)

5.5.2 La Carta idro-geomorfologica

Lo studio geomorfologico ha consentito di riportare analiticamente le forme di erosione e di accumulo presenti nel territorio comunale, interpretandone la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone la sequenza cronologica e valutandone lo stato di attività.

Detto studio è stato svolto sulla base dei dati esistenti (desunti, principalmente, dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia, in cui è contenuta sia la carta geomorfologica realizzata, per l'Oltrepò mantovano, dal CNR-IDPA, citata nel paragrafo 2.1, sia quella prodotta della rielaborazione e riorganizzazione, in chiave morfologica, delle informazioni raccolte nel corso dei rilevamenti eseguiti dall'ERSAL per la realizzazione della "Carta pedologica", oltre che dalla documentazione biblio-

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	38 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

cartografica riguardante i più recenti studi geologici per la pianificazione territoriale) integrati da rilevamenti diretti di campagna e dall'interpretazione degli ortofotopiani della Regione Lombardia, forniti al comune di Moglia per la redazione del P.G.T.

Le caratteristiche geomorfologiche individuate per il territorio in esame sono riportate, congiuntamente alle informazioni relative all'idrografia superficiale, in Elaborato DP.G.6 - Carta idro-geomorfologica (Scala 1:10.000).

Nello specifico, il Comune di Moglia ricade in una zona della bassa pianura in destra Po (Oltrepò mantovano) e in sinistra Secchia.

Essa presenta una morfologia sub-pianeggiante Il piano campagna, come si evince dall'andamento delle isoipse a equidistanza 1 m tracciate sulla carta idro-geomorfologia, raggiunge le sue quote maggiori (oltre 20 m s.l.m.) all'estremità sud-occidentale del territorio comunale, e decresce fino a raggiungere i circa 15 m s.l.m. nei punti più depressi del settore nord-orientale.

I principali elementi idrografici e morfologici identificati sono riportati nei seguenti paragrafi, rispettando la suddivisione adottata nella legenda della Carta idro-geomorfologica.

5.5.2.1 Idrografia

L'idrografia nel territorio comunale è rappresentata, oltre che dai fiume Secchia, che, come già visto, delimita il Comune, sul confine orientale, da una fitta rete di canali naturali e artificiali, realizzati per assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio durante i periodi piovosi e un adeguato apporto idrico durante i mesi asciutti.


Per quanto riguarda la rappresentazione cartografica dell'idrografia superficiale si è tenuto conto delle informazioni fornite dai due Consorzi di bonifica che operano sul territorio comunale (Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e Consorzio di Bonifica Terre dei Gonzaga in destra Po) anche se non perfettamente corrispondenti con quanto indicato nella D.G.R. n° X/4229 del 23.10.2015, integrata e modificata dalla D.G.R. n° X/4439 del 30.11.2015, che distingue i seguenti elementi:

Reticolo Idrico Principale

- Alveo del fiume Secchia: corso d'acqua di competenza di AIPo, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche di cui al R.D. 1775/33, al n. 33.
- Canale Dugale Parmigiana Moglia (tratto rigurgitante) anch'esso appartenente agli elenchi delle acque pubbliche, come da Legge n. 919 del 22.12.1910.

Reticolo Idrico di competenza del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale

- Fosso Casella, con funzione promiscua.
- Condotto Gerra, con funzione irrigua, tutto il corso fino agli argini del fiume Secchia.
- Condotto Tagliatelle, con funzione irrigua, dalla presa sul cavo Lama fino allo scarico prima del ponte sul Canale Emissario
- Canale Emissario, con funzione di bonifica.
- Scolo Cesare, con funzione di bonifica.
- Scolo Mondine, con funzione promiscua.
- Cavo Busatello Vecchio, con funzione promiscua.
- Cavo Scaricatore di Parmigiana-Moglia, con funzione promiscua, tutto il corso fino all'impianto idrovoro Mondine.

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	39 di 79




- Cavo C.C.A.B.M., con funzione promiscua.
- Cavo Parmigiana-Moglia, con funzione promiscua, tutto il corso fino alla chiavica di Bondanello appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Allacciante Mondine, con funzione irrigua.
- Scolo Mondine dir , con funzione promiscua.
- Cavo C.C.A.B.R., con funzione promiscua.

Reticolo Idrico di competenza del Consorzio di Bonifica Terre di Gonzaga in Destra Po

- Albareda, con funzione irrigua.
- Allacciamento Ferretti, con funzione irrigua.
- Ambrosia, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche..
- Bondanello, con funzione irrigua.
- Botte sotto il fiume Secchia, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Ceriaga – Margonazza, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Fossetta Campolungo Birla, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Latisone, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Magnariso, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Mortizzo, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Pilastro, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Scaricatore via Lunga, con funzione promiscua.
- Scolo delle Signore, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Spazzacampagna Sinistro, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Tagliata Destra, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Tenchellino, con funzione promiscua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.
- Via Lunga, con funzione irrigua, appartenente agli elenchi delle acque pubbliche.

Relativamente alle caratteristiche idrografiche del territorio indagato, va inoltre segnalato che esso risulta esposto a varie tipologie di rischio idraulico. Infatti, le zone golenali del Secchia ricadono, interamente, in fascia A (aree ove fluisce l'80% della portata relativa alla piena con tempo di ritorno di 200 anni), definite dal Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po. Sempre con riferimento al P.A.I., risulta in fascia C, allagata in occasione di eventi meteorici con tempi di ritorno di 500 anni, la totalità della superficie comunale.

Nell'Elaborato DP.G.6 - Carta idro-geomorfologica (Scala 1:10.000) sono stati, invece, raffigurati i settori di territorio soggetti a rischio di esondazione da parte dei reticoli idrici gestiti dai Consorzi di bonifica, per la cui descrizione si rimanda al paragrafo 5.5.3.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	40 di 79

5.5.2.2 Forme fluviali

Come già illustrato nel quadro geologico di riferimento il territorio del comune di Moglia risulta interessato dalla presenza di forme strettamente connesse a pregresse attività fluviali, quali.

- dossi fluviali
- paleoalvei a livello della pianura circostante
- ventagli di esondazione

Tali forme, identificate mediante fotointerpretazione, più che per le evidenze morfologiche rilevate in campagna, conferiscono un andamento leggermente ondulato all'assetto normalmente pianeggiante dell'area in esame.

5.5.2.3 Forme legate ad interventi antropici

Sempre sotto il profilo morfologico, come già detto, il Comune di Moglia, al pari dell'intera Pianura Padana, è da considerarsi integralmente antropizzato.

Infatti, nei secoli, la comunità umana ha compiuto continue modifiche al territorio per renderlo compatibile all'insediamento e all'utilizzo agricolo.

Allo stato attuale si può affermare che, con eccezione degli alvei dei corsi d'acqua, in cui risulta ancora attiva l'azione morfodinamica fluviale, tutte le variazioni della forma della superficie topografica siano da imputare proprio all'attività antropica.


Nella Carta idro-geomorfologica di Elaborato DP.G.6 sono stati rappresentati i seguenti elementi classificabili come forme legate ad interventi antropici:


- le porzioni di territorio urbanizzato,
- le strade provinciali,
- i rilevati arginali del fiume Secchia;
- i principali ponti;
- bacini lacustri di origine antropica.

5.5.3 La Carta PAI-PGRA

La Carta PAI-PGRA è stata predisposta con lo scopo di raffigurare, alla scala dello strumento urbanistico, tutti gli elementi che derivano dal recepimento alla scala comunale dei contenuti del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001, e approvato con DPCM del 24 maggio 2001) e del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016), incluse le modifiche proposte. In particolare, sono state rappresentate:

- Fasce fluviali PAI (A, B e C) tracciate alla scala dello strumento urbanistico comunale con gli aggiustamenti morfologici operati ai sensi dell'art. 27 delle N.d.A. del PAI;
- Aree allagabili sui corsi d'acqua principali, classificate come RP-P3 (o RP-P2 coincidenti con le precedenti) e RP-P1;

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	41 di 79

PROGETTO	LIVELLO
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

- Aree allagabili sul reticolo consortile di pianura, classificate come RSP-P2 (tutte riferite al reticolo consortile, mentre non ne sono state rilevate di associate al reticolo naturale).

Riguardo a quest'ultime aree va chiarito che, il PGRA vigente, come si può osservare nelle perimetrazioni riportate sul Geoportale della Regione Lombardia, individua, in Comune di Moglia, ampi settori di territorio associati a una pericolosità P2.


In teoria, tali delimitazioni dovrebbero essere state proposte da ANBI (ex URBIM), sentiti i Consorzi medesimi, principalmente, sulla base degli eventi storicamente accaduti, considerando solo gli eventi verificatisi dal 1990 al 2012 (data di completamento della ricognizione), in quanto ritenuti maggiormente compatibili con l'attuale scenario di bonifica e di uso del suolo, e solo gli allagamenti che possono risultare ripetibili.

Differentemente, confrontandosi con i Consorzi competenti sul territorio comunale (cfr. *Elaborato DP.G.13 – Verbale della riunione per la valutazione del rischio di esondazione da reticolo secondario di pianura*) si è potuto appurare che la pericolosità P2 si ha, temporaneamente, solo in un'ampia zona, posta a rischio dal danneggiamento subito dall'impianto idrovoro Mondine, a seguito del terremoto del maggio 2012 (impianto per il quale sono in fase di ultimazione i lavori di sistemazione, che, una volta collaudati, annulleranno la problematica idraulica cartografata).

Contestualmente, sono state indicate altre porzioni di territorio, in parte coincidenti e in parte differenti da quelle riportate sulle mappe del PGRA, potenzialmente allagabili, sulla base di testimonianze storiche, ma mai allagate in data successiva al 1990 e quindi associate a una pericolosità molto bassa. Considerato che il PGRA non utilizza la classe P1, si è deciso di inserire tali aree in classe P2.

Si è, inoltre condiviso che l'intera area extragolenale è soggetta al rischio alluvionale da reticolo secondario di pianura, anche se questo, viste le caratteristiche (modesta altezza del tirante idraulico, limitata velocità della corrente) non impedisce l'edificabilità; tuttavia, impone l'adozione di misure di sicurezza, analoghe a quelle indicate dalla Regione, nelle bozze delle "*Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 delle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla Variante adottata in data 7 dicembre 2016 con Deliberazione n. 5 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po*". per le aree P3 e P2, che dovrebbero essere estese a tutto il territorio comunale, indipendentemente dal grado di pericolosità individuato.

Ciò trova riscontro nelle "Norme geologiche di attuazione" facenti parte del Piano delle Regole.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	42 di 79

6 ANALISI DELLA COMPONENTE IDROGEOLOGICA

6.1 Inquadramento idrogeologico

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio Comunale di Moglia vanno inquadrate nel modello evolutivo tridimensionale, sia idrogeologico che stratigrafico, dell'intera Pianura Padana. A riguardo, secondo gli studi della Regione Emilia-Romagna e di Eni-Agip (1998)² si distinguono, sia in superficie che nel sottosuolo 3 Unità Idrostratigrafiche di rango superiore:

- il "Gruppo acquifero A" che corrisponde al "Sintema emiliano-romagnolo superiore";
- il "Gruppo acquifero B" che corrisponde al "Sintema emiliano-romagnolo inferiore";
- il "Gruppo acquifero C" che corrisponde al "Supersintema del Quaternario marino".

Dette unità sono separate tra loro da superfici di discontinuità stratigrafica, che sui principali fronti di accavallamento della catena corrispondono a discordanze angolari osservabili sia in affioramento (sul margine appenninico) che in sismica (sul margine appenninico, e sui fronti della catena sepolta); i limiti tra le unità corrispondono quindi a fasi di attivazione tettonica.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE				ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE			
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO		
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	SUPERSTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	A	A1		
	DILUVIUM p.p.		SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO INFERIORE	~0.35-0.45			B	B1	
	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE		UNITA' DI BORGOPANIGALE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI				PLEISTOCENE MEDIO	B2
	FORMAZIONE DI OLIVATELLO		UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE						B3
UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA			B4					
QUATERNARIO MARINO	MILAZZIANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	SUPERSTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	~0.65	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C1		
	MILAZZIANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.		SUBSINTEMA QUATERNARIO MARINO 3	~0.8			0.89	C2	
	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.		SINTEMA QUATERNARIO MARINO 2	~1.0			PLEISTOCENE MEDIO - SUPERIORE	C3	
	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.		SINTEMA QUATERNARIO MARINO 1	~2.2				1.72	C4
P₂ FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSTEMA DEL PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE		PLIOCENE MEDIO SUPERIORE	~3.3-3.6	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE	C5	C5		
				~3.9			3.55	ACQUITARDO BASALE	

FIG. 11 – SCHEMA IDROSTRATIGRAFICO DELLA PIANURA EMILIANO-ROMAGNOLO

² Nel presente studio si è preferito fare riferimento agli studi di Regione Emilia-Romagna, Eni Divisione Agip (1998), anziché a quelli di Regione Lombardia, Eni Divisione Agip (2002), in quanto risulta maggiormente approfondita la ricostruzione idrostratigrafica del settore di pianura posto a sud del fiume Po



Grazie alla gran mole di dati sismici messi a disposizione, è stato possibile mappare in scala 1.250.000 in tutta la pianura emiliano – romagnola la profondità del limite basale dei tre gruppi acquiferi.

Le carte mostrano come gli andamenti dei limiti basali delle tre unità siano chiaramente influenzati dai principali fronti di accavallamento della catena sepolta, e come, conseguentemente, lo spessore delle unità sia maggiore nelle sinclinali e minore sulle anticlinali. Lo spessore di ciascuno dei gruppi acquiferi è generalmente dell'ordine di alcune centinaia di metri.

Al disopra dei limiti basali delle unità idrostratigrafiche sopra descritte si individuano dei potenti intervalli argilloso – limosi spessi sino ad alcune decine di metri, caratterizzati da geometria tabulare e da una continuità laterale di estensione regionale, che può essere interrotta solamente nelle zone di alto strutturale.

Questi corpi fini costituiscono delle barriere di permeabilità (acquitardo o acquicludo) realmente continue e fanno sì che i tre gruppi acquiferi siano tra loro isolati idraulicamente, e che pertanto il flusso idrico rimanga confinato all'interno della medesima unità, ad esclusione delle zone in cui avviene la ricarica diretta dei gruppi acquiferi di cui si dirà più oltre.

Negli studi della Regione Emilia-Romagna e di Eni-Agip viene anche illustrata attraverso alcune sezioni geologiche l'architettura interna dei tre gruppi acquiferi. Ciascuno di essi è articolato secondo una organizzazione ciclica dei depositi molto marcata; sulla base di questa ciclicità è stato possibile suddividere ciascuno dei gruppi acquiferi in complessi acquiferi.

Sono stati distinti 4 complessi acquiferi nei gruppi acquiferi A e B, e 5 complessi acquiferi nel gruppo acquifero C.

I complessi acquiferi vengono denominati con un numero progressivo dall'alto stratigrafico verso il basso, posto dopo il nome del gruppo acquifero (ovvero A1, A2, A3, ...).

In generale si osserva che ogni complesso acquifero è costituito da una porzione inferiore prevalentemente fine seguita da una superiore prevalentemente grossolana; lo spessore di ogni complesso acquifero è dell'ordine di alcune decine di metri. All'interno di ogni complesso acquifero la porzione grossolana viene denominata sistema acquifero, la porzione fine sistema acquitardo. Questi livelli a bassa permeabilità (acquitardi o acquicludi) causano una ulteriore compartimentazione all'interno dei tre gruppi acquiferi e fanno sì che i diversi complessi acquiferi siano tra loro isolati idraulicamente, ad esclusione delle zone in cui avviene la ricarica diretta di queste unità.

Dal punto di vista genetico, la ciclicità espressa dai complessi acquiferi viene messa in relazione ad eventi climatici che causano l'alternarsi di attivazioni e disattivazioni dei sistemi fluviali e deltizi.

I lavori svolti nell'ambito della realizzazione della Carta Geologica di Pianura, hanno permesso di dettagliare ulteriormente la stratigrafia, distinguendo, in particolare, un'unità pellicolare denominata A0, posta superiormente ad A1; questa unità corrisponde a depositi di età pleistocenica terminale ed olocenica, sedimentatisi dopo l'ultima glaciazione.

L'unità A0 comprende quindi i depositi presenti nel primo sottosuolo della pianura, nonché gran parte di quelli affioranti.

Le porzioni grossolane di A0 sono costituite da corpi non molto estesi, volumetricamente poco rilevanti, e, quando non sono amalgamate a depositi permeabili dell'unità A1, costituiscono degli acquiferi sfruttati esclusivamente a fini domestici. Ciò si verifica in un'ampia zona della pianura a sud del fiume Po, interposta tra le conoidi appenniniche e i complessi acquiferi di pertinenza padana, di ampiezza sempre

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	44 di 79



maggiore spostandosi da ovest verso est (cartografata, cautelativamente, considerando amalgamati anche corpi permeabili separati tra loro da uno spessore di argilla potente sino a due metri circa).

Alla luce di quanto sopra detto l'intero acquifero regionale è pertanto costituito da un complesso sistema multifalda, caratterizzato dalla gerarchizzazione degli acquiferi e degli acquitardi più sopra descritta. Tutte le falde presenti sono in condizioni confinate, ad esclusione delle zone in cui avviene la ricarica diretta degli acquiferi.

Questo inquadramento strutturale sostituisce il modello di acquifero che considerava i livelli impermeabili presenti nel sistema come non continui, e pertanto l'intera pianura padana veniva assimilata ad un acquifero monostrato con un'unica falda in continuità, libera, parzialmente confinata o in pressione procedendo da ovest verso est.

Dal sito del Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna è stato tratto lo stralcio della Sezione 26, riportato in FIG. 13, la cui traccia, come si osserva in FIG. 12, attraversa il Comune di Moglia

Dall'esame dell'assetto idrostratigrafico raffigurato in tale sezione, si osserva che la dorsale ferrarese provoca un forte assottigliamento dello spessore dei singoli gruppi acquiferi.



FIG. 12 – STRALCIO CARTOGRAFICO CON INDICAZIONE DELLA TRACCIA DELLA SEZIONE IDROSTRATIGRAFICA N. 26
(TRATTA DAL SITO SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA)

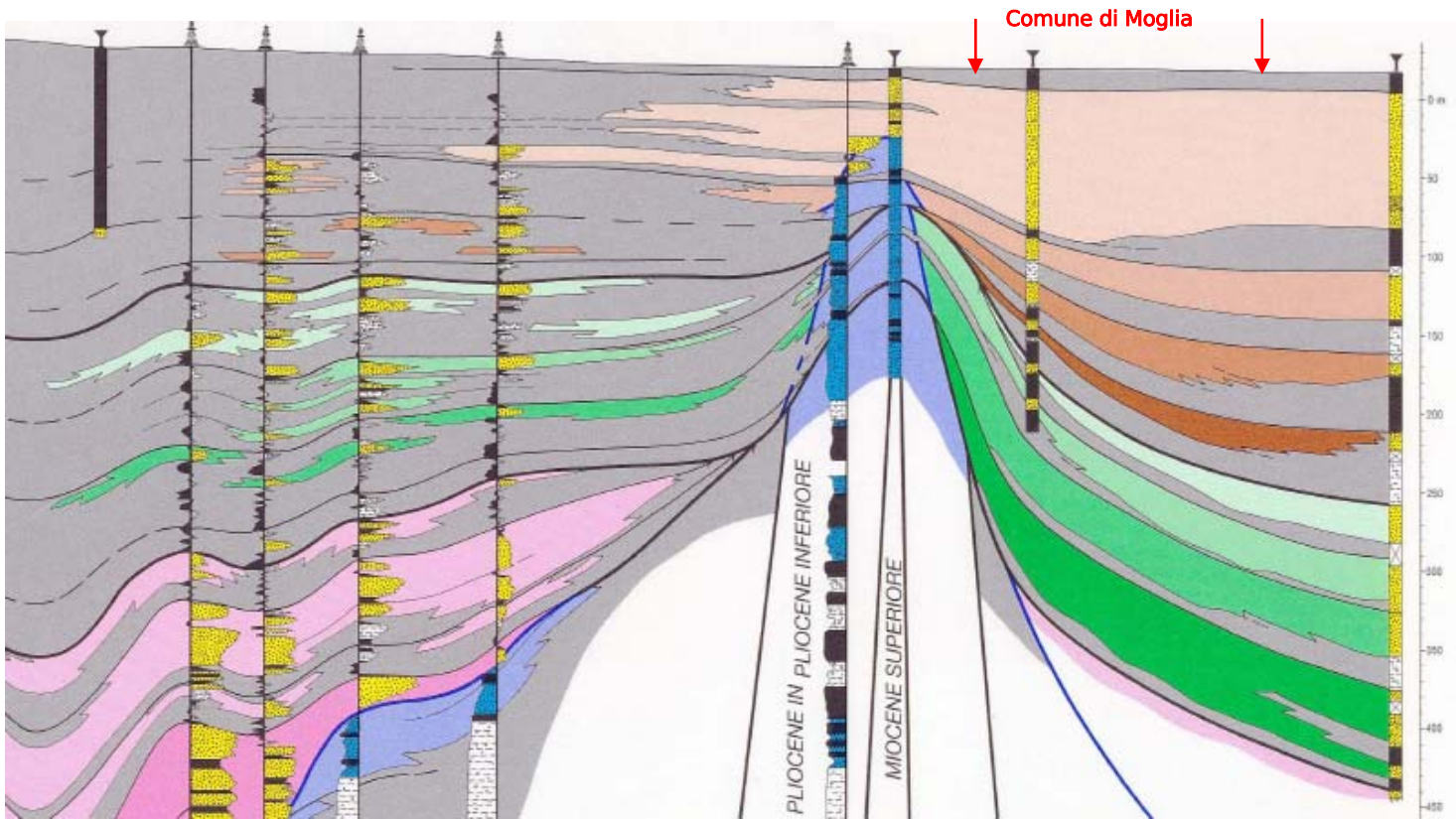


FIG. 13 – STRALCIO DELLA SEZIONE IDROSTRATIGRAFICA N. 26

(TRATTO DAL SITO SERVIZIO GEOLOGICO, SISMICO E DEI SUOLI DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA)

Infatti la profondità della base del gruppo acquifero A (in color marrone), che nelle zone circostanti raggiunge i 250 m circa di profondità dal p.c., in corrispondenza dell’asse della dorsale risulta inferiore ai 100 m (70÷80 m circa); analogamente, la base dell’acquifero B (in colore verde) passa da un massimo di 450 m circa ad un minimo di 120÷150 m di profondità dal p.c.

Un altro aspetto molto evidente è che, nel settore più vicino al fiume Po, la percentuale di strati permeabili è molto alta, mentre, più a sud essi tendono ad assottigliarsi, fino a formare lenti di limitato spessore senza continuità laterale.

Per quanto riguarda il Comune di Moglia, è interessante osservare la presenza di un primo acquifero, molto potente, all’incirca tra i 10 e i 100 m di profondità, separato idraulicamente da quelli sottostanti.

Nel presente studio la ricostruzione di dettaglio della geometria dei corpi acquiferi nel primo sottosuolo è stata desunta dai dati riportati nell’*Elaborato DP.G.12 - Schede dati geognostici e geofisici*.

Essi sono, infatti, stati utilizzati per ricostruire l’*Elaborato DP.G.10 - Sezioni idrogeologiche (Scala L=1:20.000, H=1:1.000)*, analogamente a quanto era stato effettuato per le Sezioni litostratigrafiche dell’*Elaborato DP.G.5*.

Dall’esame di tale elaborato grafico, si nota, coerentemente a quanto appena descritto, una sostanziale uniformità idrostratigrafica, in tutto il territorio in esame, con presenza di una copertura di terreni a permeabilità bassa (depositi prevalentemente argillosi e/o limosi), di una decina di metri di

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	46 di 79

spessore, in leggero approfondimento verso sud, al di sotto della quale dominano i terreni a permeabilità elevata (depositi prevalentemente sabbiosi) fino a circa 100 m di profondità.

Di qui fino alle massime profondità indagate (200 m da p.c.) si hanno invece delle alternanze di livelli acquiferi e acquitardi con potenze mediamente comprese tra i 10 e i 20 m.

6.2 Permeabilità dei depositi superficiali

La determinazione della permeabilità dei depositi superficiali fornisce le informazioni necessarie alla quantificazione dei meccanismi di ricarica legati all'infiltrazione delle acque meteoriche, nonché alla valutazione del grado di protezione degli acquiferi superficiali.

Poiché la definizione delle caratteristiche idrogeologiche è strettamente collegata alla granulometria dei terreni, la Carta idrogeologica di cui alla Elaborato DP.G.7 - *Carta PAI-PGRA (Scala 1:10.000)*

Elaborato DP.G.8, è stata redatta con criterio idrolitologico, cioè, alle classi litologiche definite nella carta della litologia di superficie è stato attribuito un determinato valore di conducibilità idraulica.

L'associazione dei valori numerici alle classi litologiche si basa sul confronto con terreni consimili a permeabilità nota. A riguardo, in Fig. 14 è riportata la tabella che definisce i valori ed i limiti convenzionali fra il tipo granulometrico formazione e grado di permeabilità, utilizzata anche nel presente studio per definire la permeabilità dei depositi rilevati.

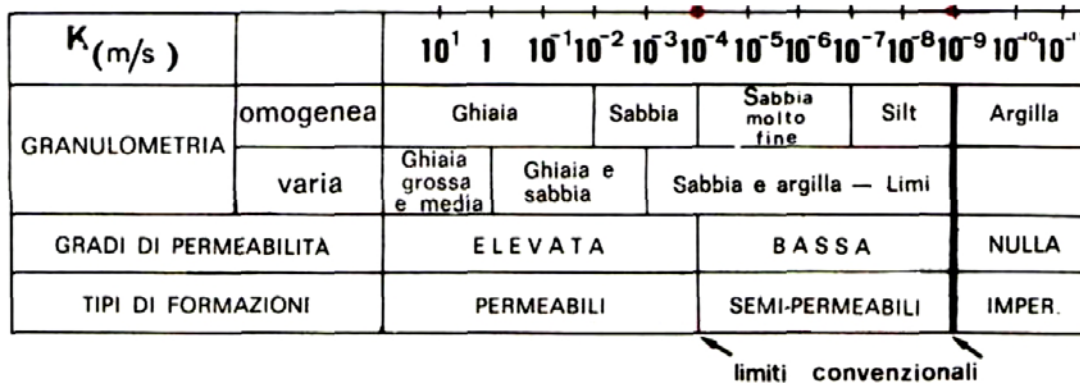


FIG. 14 – VALORI DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ (DA CASTANY, 1982)

Sono, così, state definite le seguenti tre classi di permeabilità riferite ai litotipi superficiali descritti nel paragrafo 5.2:

6.2.1 Depositi ad elevata permeabilità

A tale classe sono stati attribuiti i depositi a tessitura prevalentemente sabbiosa (*terreni prevalentemente sabbioso-limosi* definiti nel paragrafo 5.2) che, cautelativamente, sono associati a un'alta permeabilità, con coefficiente k maggiore di 10^{-4} m/sec.

Va precisato, tuttavia, che, in tali depositi il valore della permeabilità è strettamente legato alla percentuale di matrice fine che determina una netta diminuzione della conducibilità idraulica e una notevole variabilità, sia in senso orizzontale che verticale.



6.2.2 Depositi a bassa permeabilità

Appartengono a questa classe i terreni a litologia tessitura limosa (*terreni prevalentemente limosi con sabbia* definiti nel paragrafo 5.2), legati alla sedimentazione del carico solido di correnti con scarsa competenza, caratterizzati da una permeabilità media con coefficiente k minore di 10^{-4} m/sec e maggiore di 10^{-9} m/sec.

Questi terreni, generalmente, presentano un differente grado di permeabilità sia in senso orizzontale che verticale in relazione alla variabilità del rapporto sabbia/limo e alla presenza di sottili intercalazioni argillose.

In superficie le caratteristiche di permeabilità possono essere alterate: ad esempio, la conducibilità idraulica può aumentare in seguito al rimaneggiamento dovuto alle normali pratiche agricole. Dal punto di vista idrogeologico sono comunque sede di una infiltrazione lenta.

6.2.3 Depositi a permeabilità nulla

A questa classe appartengono i terreni a tessitura prevalentemente argillosa (*terreni prevalentemente argillosi* definiti nel paragrafo 5.2) che, in relazione alla granulometria estremamente fine, determinano valori del coefficiente di permeabilità k inferiori a $1 \cdot 10^{-9}$ m/sec e porosità totale elevata. Di conseguenza possono immagazzinare notevoli quantità di acqua anche se la circolazione al loro interno è pressoché assente.

La conducibilità idraulica può aumentare, in prossimità della superficie topografica, in conseguenza della fessurazione per essiccamento, frequente nei periodi più aridi. Elemento significativo in questi tipo di depositi è la risalita capillare, che fa sì che questi terreni, anche in assenza di falda possono risultare pressoché saturi.

6.3 Dinamica delle acque sotterranee

Alla luce del quadro idrostratigrafico illustrato nel paragrafo 6.1, per la descrizione della dinamica delle acque sotterranee bisogna distinguere tra la circolazione che avviene nei terreni più superficiali (appartenenti al complesso acquifero A0) e quella relativa gli orizzonti sabbiosi depositati dal fiume Po (appartenenti al complesso acquifero A1).

Il primo sottosuolo dell'area in esame è costituito da depositi prevalentemente fini, a litologia limosa e/o argillosa, caratterizzati da bassi valori di permeabilità. Qui le falde hanno sede nei piccoli corpi acquiferi lentiformi, mentre nei terreni che li circondano, l'acqua si infiltra con tempi estremamente lunghi. La soggiacenza è variabile, generalmente prossima al piano campagna e risente fortemente di fenomeni locali, quali la presenza di corsi d'acqua superficiali (vedi, in particolare, il fiume Secchia), di emungimenti e delle caratteristiche di permeabilità dei terreni sovrastanti. Le escursioni stagionali del livello idrico possono essere molto ampie: in particolare, durante le stagioni caratterizzate da intensi fenomeni piovosi la quota della falda può salire, in brevissimo tempo, fino a sfiorare il piano campagna. Per i serbatoi in prossimità di corsi d'acqua, si osservano fenomeni analoghi in corrispondenza di innalzamenti del livello dell'acqua all'interno dell'alveo.

La situazione idrodinamica è differente per quel che concerne i depositi sabbiosi sedimentati dal fiume Po, che qui si rinvengono a partire da una profondità di poco superiore a 10 m dal piano campagna esterno alla golena, formando un elemento continuo che contraddistingue tutto settore di bassa pianura.



L'elevata permeabilità di questi depositi consente, infatti, una buona circolazione idrica. L'alimentazione è da attribuire principalmente agli apporti idrici provenienti dalle falde che hanno sede nei corpi acquiferi più occidentali, mentre, la ricarica per infiltrazione da parte delle acque superficiali, sia meteoriche che dei corsi d'acqua, risulta molto ridotta.

Le caratteristiche idrodinamiche del territorio in esame sono state rappresentate, nella Carta idrogeologica di *Elaborato DP.G.8*.

In tale elaborato, innanzitutto, si è raffigurato l'assetto della falda con sede nel primo banco di sabbie di Po, mediante rappresentazione di curve isopieze (linee lungo le quali la falda si trova alla stessa altezza sul livello medio del mare), corrispondente con una situazione di alto piezometrico.

L'andamento delle isopieze evidenzia, in accordo con le caratteristiche generali dell'unità idrogeologica d'appartenenza, un flusso prevalente da Ovest verso Est, con gradienti idraulici molto bassi, dell'ordine dello 0,2÷0,3‰.

Come si può osservare in Fig. 15, che rappresenta l'andamento dei livelli statici misurati mensilmente, tra il gennaio 2002 e l'ottobre 2015, nel pozzo PO0200270R0053, in Comune di Gonzaga (il più vicino tra quelli appartenenti alla rete di monitoraggio quantitativa delle acque sotterranee della provincia di Mantova di ARPA Lombardia), il regime piezometrico presenta generalmente due fasi di magra (una, più accentuata, in agosto, e l'altra in gennaio) e due fasi di piena (maggiore in aprile e minore in novembre), con sfasamenti temporali minimi rispetto al regime pluviometrico e a quello idrogeologico. L'escursione è contenuta: nell'ordine dei 1,5÷2 m.

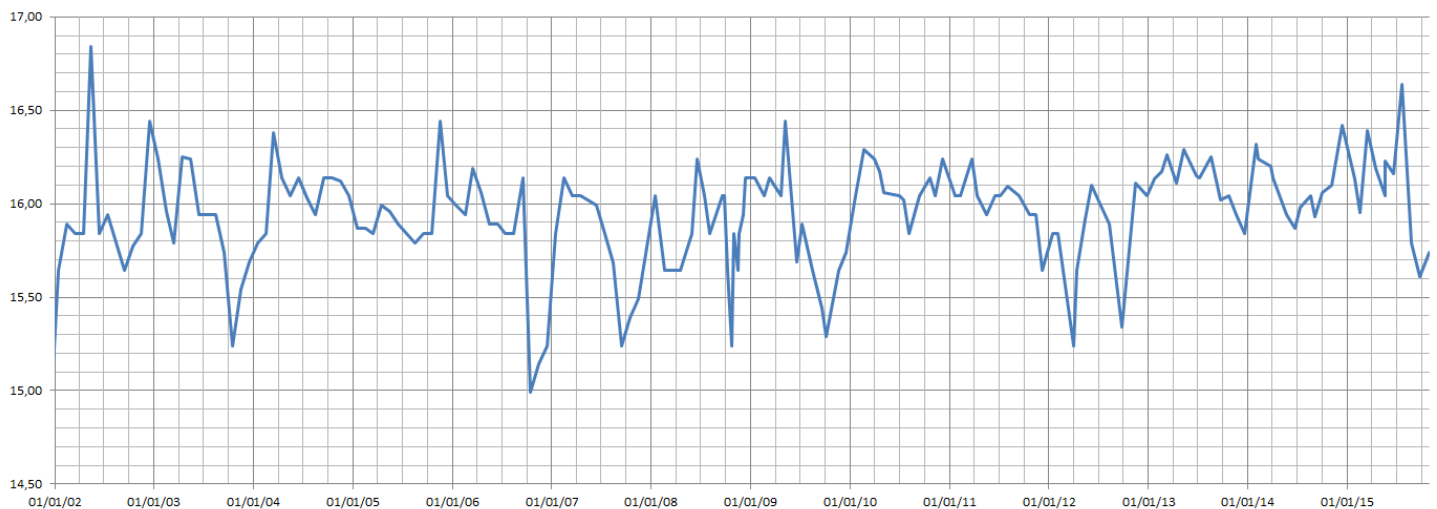


FIG. 15 – VALORI DI LIVELLO STATICO MISURATI NEL POZZO PO0200270R0053 DELLA RETE DI MONITORAGGIO QUANTITATIVA DELLE ACQUE SOTTERRANEE DELLA PROVINCIA DI MANTOVA DI ARPA LOMBARDIA

La soggiacenza della falda che risulta sempre in pressione è modesta: infatti, come si evince dalle isobate rappresentate nell'Elaborato DP.G.9 - Carta della vulnerabilità del primo acquifero (Scala 1:10.000), può variare, all'incirca tra i 2 e 6 m dal piano campagna.

Nel corso dello studio si è verificato che i pozzi pubblici ad uso idropotabile, ubicati al centro del Capoluogo, indicati tra la Documentazione Geologica e Geologico tecnica per la Pianificazione Urbanistica Comunale di Moglia, redatta dallo Studio S.G.I. di Mantova, nel 2002, risultano attualmente dismessi. Pertanto, anche le relative zone di tutela assoluta e fasce di rispetto non hanno più validità.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	49 di 79

6.4 Vulnerabilità naturale del primo acquifero

Nel presente studio è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità idrogeologica intrinseca del primo acquifero per l'intero territorio comunale, dove per vulnerabilità intrinseca si intende l'insieme delle caratteristiche dei complessi idrogeologici che costituiscono la loro suscettività specifica ad ingerire e diffondere un inquinante idrico o idroveicolato.

Essa rappresenta certamente uno dei più importanti strumenti di protezione ambientale.

Con riferimento a quanto indicato nel d.lgs. 258/2000 (Parte BIII – Allegato 7 “Aspetti generali per la cartografia delle aree ove le acque sotterranee sono potenzialmente vulnerabili”) per la valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi si considerano essenzialmente le caratteristiche litostrutturali, idrogeologiche e idrodinamiche del sottosuolo e degli acquiferi presenti.

Essa, è riferita a inquinanti generici e non considera le caratteristiche chemiodinamiche delle sostanze.

Tra i possibili approcci alla valutazione e cartografia della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi (metodi qualitativi, metodi parametrici e numerici), alla luce della disponibilità di dati, della scala di riferimento e della finalità dell'indagine si è optato per adottare un metodo qualitativo, che prevede la zonizzazione per aree omogenee, attraverso la tecnica della sovrapposizione cartografica.

In particolare, si è seguito (con qualche modifica) il metodo elaborato dal GNDCI-CNR che valuta la vulnerabilità intrinseca, per intervalli preordinati e situazioni tipo, mediante la classificazione di alcune caratteristiche litostrutturali delle formazioni acquifere e delle condizioni di circolazione idrica sotterranea.

Alla luce della situazione idrostratigrafica dell'area in esame, precedentemente descritta, la definizione delle classi di vulnerabilità è stata effettuata facendo riferimento ai seguenti tre parametri:


- *Litologia di superficie*: per la definizione di questo parametro si è fatto riferimento all'Elaborato DP.G.4, accorpando i depositi a bassa e a nulla permeabilità, come descritto nel paragrafo 6.2.
- *Profondità del tetto dell'acquifero*: ovvero lo spessore metrico dei terreni di copertura a tessitura fine, quando presenti, che in comune di Acquanegra sul Chiese risulta sempre inferiore a 10 m.
- *Caratteristiche della falda*: che tiene conto della discriminazione spaziale tra le aree con falda affiorante e quelle con falda non affiorante.

Lo schema attributivo di sovrapposizione dei tre parametri sopraelencati, utilizzato nel presente studio, è riportato nella seguente Tabella 8:

GRADO DI VULNERABILITA'		LITOLOGIA DI SUPERFICIE	PROFONDITA' TETTO ACQUIFERO	CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO
M	B			
		Terreni prevalentemente argillosi Terreni prevalentemente limosi con sabbia	> 10 m	Confinato
		Terreni prevalentemente sabbioso-limosi	> 10 m	Confinato


M=Medio B=Basso

TABELLA 8 – SCHEMA ATTRIBUTIVO DELLE CLASSI DI VULNERABILITÀ

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

I risultati dell'analisi sono stati rappresentati cartograficamente in Elaborato DP.G.9 - Carta della vulnerabilità del primo acquifero (Scala 1:10.000).

Dalla lettura di tale elaborato si desume che la vulnerabilità del primo acquifero risulta, perlopiù bassa, ma con abbondante presenza anche di zone a media vulnerabilità. Tale situazione è ovvia conseguenza del fatto che la falda ha sede in un acquifero confinato con tetto ad oltre 10 m da piano campagna.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	51 di 79



7 ANALISI DEL RISCHIO SISMICO

Per la determinazione del rischio sismico in Comune di Moglia si è fatto riferimento allo Studio di microzonazione di primo e secondo livello di approfondimento, con valutazione del rischio di liquefazione, affidato ad Engeo dall'Amministrazione Comunale, a seguito dei gravi danni subiti in occasione degli eventi tellurici del 20 e 29 maggio 2012.

Tale studio è stato effettuato nel rispetto, anche, delle procedure descritte nell'allegato 5 dell' "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566" approvato con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374, pubblicata sul BURL n. 24 2° supplemento straordinario del 12 giugno 2008, che tiene conto delle avvenute modifiche in materia di norme tecniche per le costruzioni (d.m. 14 gennaio 2008).

La metodologia di analisi prevede i seguenti tre livelli di approfondimento, con grado di dettaglio in ordine crescente (cfr. Fig. 16 che mostra il diagramma di flusso con illustrati i dati necessari e i percorsi da seguire):

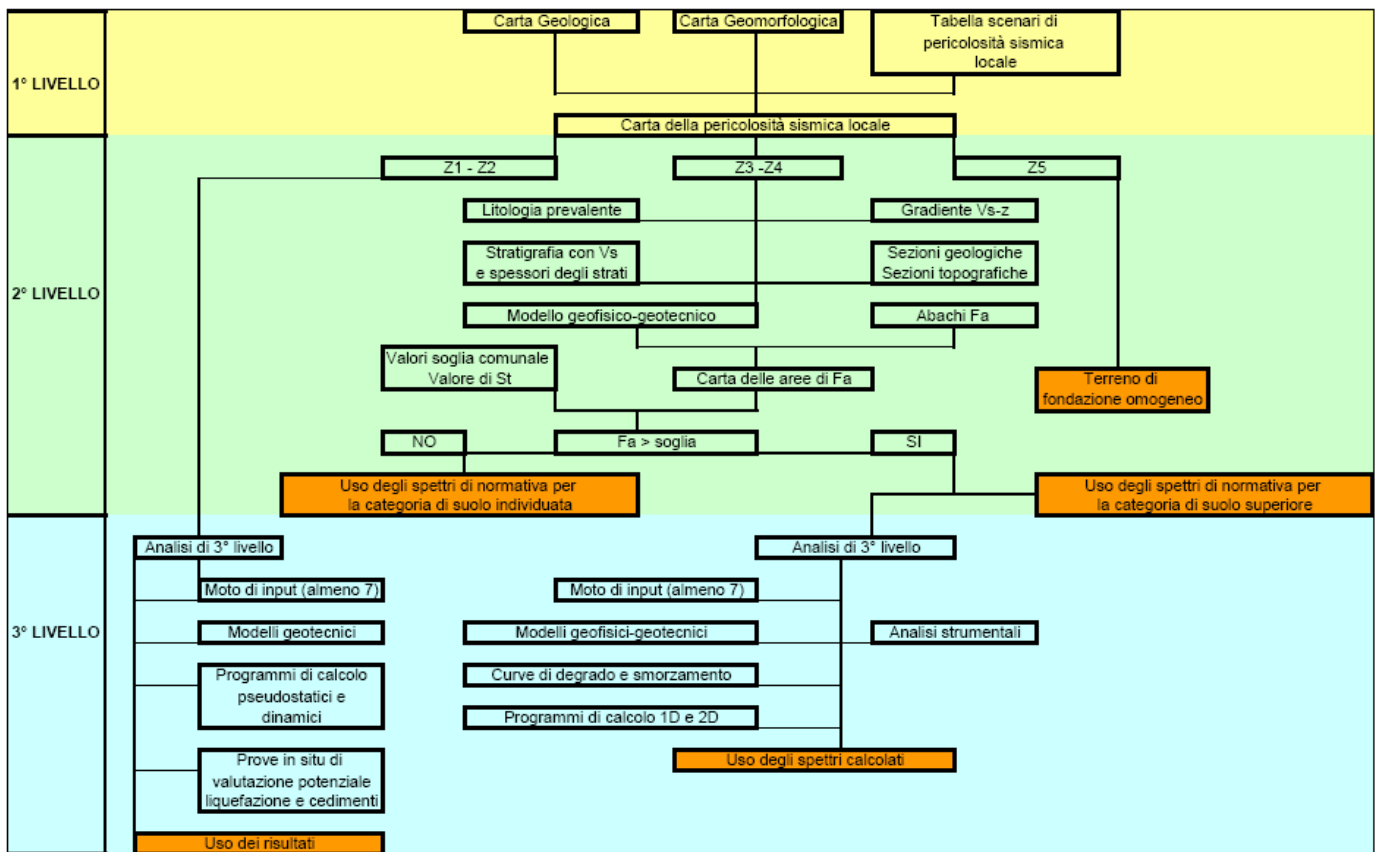


FIG. 16 – DIAGRAMMA DI FLUSSO DEI DATI NECESSARI E DEI PERCORSI DA SEGUIRE NEI TRE LIVELLI DI INDAGINE

- 1° LIVELLO: riconoscimento (sulla base di osservazioni geologiche, cartografia di inquadramento e di dati esistenti), classificazione e rappresentazione delle aree passibili di amplificazione sismica sulla

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	52 di 79



Carta della Pericolosità sismica locale; è relativo alla fase pianificatoria ed è obbligatorio in tutte le zone sismiche;

- 2° LIVELLO: caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di Amplificazione (Fa) nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale e confronto con i valori di riferimento; è relativo alla fase pianificatoria negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 ed è obbligatorio, nelle zone sismiche 2 e 3, se interferenti con l'urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili, e nelle zone sismiche 4, solo per edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- 3° LIVELLO: caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello; è relativo alla fase progettuale nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore soglia comunale e nelle zone a Pericolosità sismica locale Z1, Z2 e Z5; è sempre obbligatorio nelle zone sismiche 2 e 3, solo per edifici strategici e rilevanti, nelle zone sismiche 4.

La procedura fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

A riguardo, in Elaborato DP.G.11, sono state raffigurate sia le curve ad uguale accelerazione sismica, proprio, con tempo di ritorno di 475 anni, riferite a suoli rigidi, sia i punti del reticolo di riferimento da cui sono state ricavate dette curve, riportati nella tabella 1 dell'Allegato B al D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"³.

7.1 Analisi di I° livello

L'analisi di primo livello è consistita in un approccio di tipo qualitativo che costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento.


Essa utilizza un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti permettendo l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo studio è consistito nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento e nella redazione di un'apposita cartografia, rappresentata dalla Carta della pericolosità sismica locale di Elaborato DP.G.11 .

In detta tavola, derivata dalle precedenti carte di base, viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali definite nella tabella 1 dell'allegato 5 della direttiva, di seguito riportata (cfr. Tabella 9):

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
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	

³ L'Allegato A "Pericolosità Sismica", delle nuove Norme Tecniche stabilisce, infatti, che l'azione sismica debba essere valutata a partire dalla pericolosità di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica, funzione di tre parametri, uno dei quali è l'accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g).

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z2a	Zone 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 cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali 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 (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

TABELLA 9 – SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (DA ALLEGATO 5 ALLA D.G.R. 28 MAGGIO 2008, N. 8/7374)

Gli studi effettuati hanno evidenziato che in tutto il territorio comunale di Moglia sono da attendersi amplificazioni litologiche, connesse con la presenza dello scenario *Z4a: Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali granulari e/o coesivi*.


Inoltre, possono essere presenti, in particolare, in corrispondenza dei paleoalvei, *zone con depositi granulari fini saturi (scenario Z2b)* associabili a fenomeni di liquefazione e, seppur raramente, *zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (scenario Z2a)* che potrebbero dar luogo a cedimenti. Tali presenze non possono essere escluse in nessuna porzione del territorio comunale.

Come conseguenza di quanto sopraindicato, nella Carta della pericolosità sismica locale si è classificato l'intero territorio comunale come soggetto a tutti e tre gli scenari riepilogati in Tabella 10 – Tipologia di scenari di pericolosità sismica locale a Moglia

<i>Sigla</i>	<i>Scenario di pericolosità sismica locale</i>
Z2a	Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)
Z2b	Zona con depositi granulari fini saturi
Z4a	Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

TABELLA 10 – TIPOLOGIA DI SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE A MOGLIA

Alla luce delle esigenze territoriali del Comune di Moglia sono stati previsti, sull'intero territorio urbanizzato e urbanizzabile, approfondimenti sia di secondo livello finalizzati a valutare, con un approccio semiquantitativo, le amplificazioni stratigrafiche attese e confrontarle coi valori di soglia riferiti al livello di sicurezza prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, che di terzo livello, per una stima dei rischi

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	54 di 79



connessi con il fenomeno della liquefazione (i cui risultati sono, anch'essi stati raffigurati nella Carta della pericolosità sismica locale di Elaborato DP.G.11).

Quanto allo scenario Z2a, trattandosi di un pericolo che riguarda poche aree, di limitata estensione e difficilmente cartografabili, se non con delle analisi di estremo dettaglio, si è lasciato che il relativo approfondimento, sempre di terzo livello, venga rimandato alla fase progettuale.

7.2 Analisi di II° livello

L'analisi di secondo livello ha riguardato la valutazione, secondo la metodologia indicata dagli indirizzi regionali, per gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche litologiche (zona Z4a) che, come visto nel paragrafo precedente, interessa l'intero territorio comunale.

La procedura consiste in un approccio di tipo semi-quantitativo e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione (Fa).

Esso si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1÷0.5 s e 0.5÷1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare, l'intervallo tra 0.1÷0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5÷1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:


- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico - geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Nel presente studio, per quanto concerne i dati utilizzati nella procedura di 2° livello, si è fatto riferimento sia a prove geofisiche eseguite appositamente per lo Studio di microzonazione di, affidato ad Engeo, sia a quelle acquisite nel corso della ricerca presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico Comunale.

Per quelle che non hanno raggiunto il *bedrock* ($V_s \geq 800$ m/s), sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, è stato ipotizzato un opportuno gradiente di Vs con la profondità, tale da raggiungere o superare il valore di 800 m/s.

Quindi, si è iniziato a controllare in quali campi di validità dell'andamento delle Vs con la profondità, fissati nelle schede di riferimento, riportate dell'allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, ricadono i risultati delle singole prove.

Nel corso di tale controllo, si è verificato che molte indagini danno risultati esterni al campo di validità di tutte le schede attualmente disponibili (cfr. Fig. 17 – Andamento delle Vs con la profondità nelle prove raccolte presso l'Ufficio Tecnico di Moglia ricadenti fuori dal campo di validità di tutte le schede attualmente disponibili) e, di conseguenza, non possono essere utilizzate per determinare il fattore di amplificazione.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	55 di 79

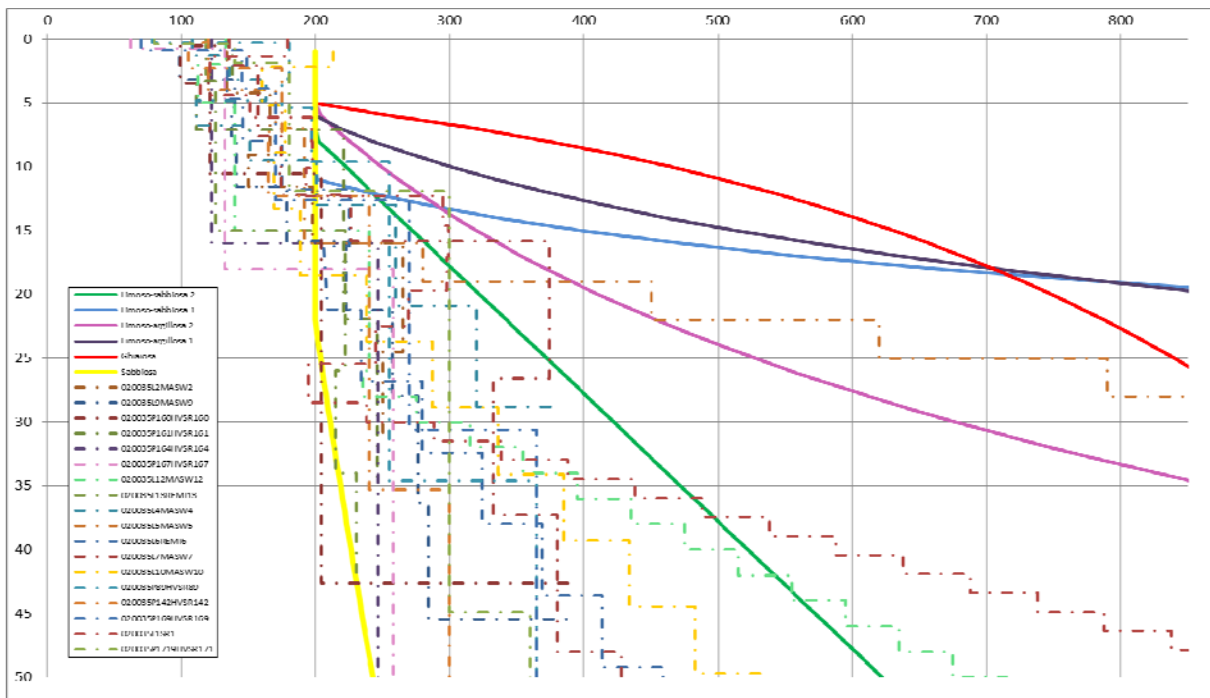


FIG. 17 – ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ NELLE PROVE RACCOLTE PRESSO L’UFFICIO TECNICO DI MOGLIA RICADENTI FUORI DAL CAMPO DI VALIDITÀ DI TUTTE LE SCHEDE ATTUALMENTE DISPONIBILI

In particolare, va notato che sono esterni a tutti i campi di validità i valori di Vs inferiori a 200 m/s; valori che sono, comunque, compatibili con le caratteristiche del primo sottosuolo del Comune di Moglia come testimoniano i risultati di indagini più raffinate (prove cross-hole) effettuate, a poca distanza, in terreni di natura simile (cfr. Fig. 18).

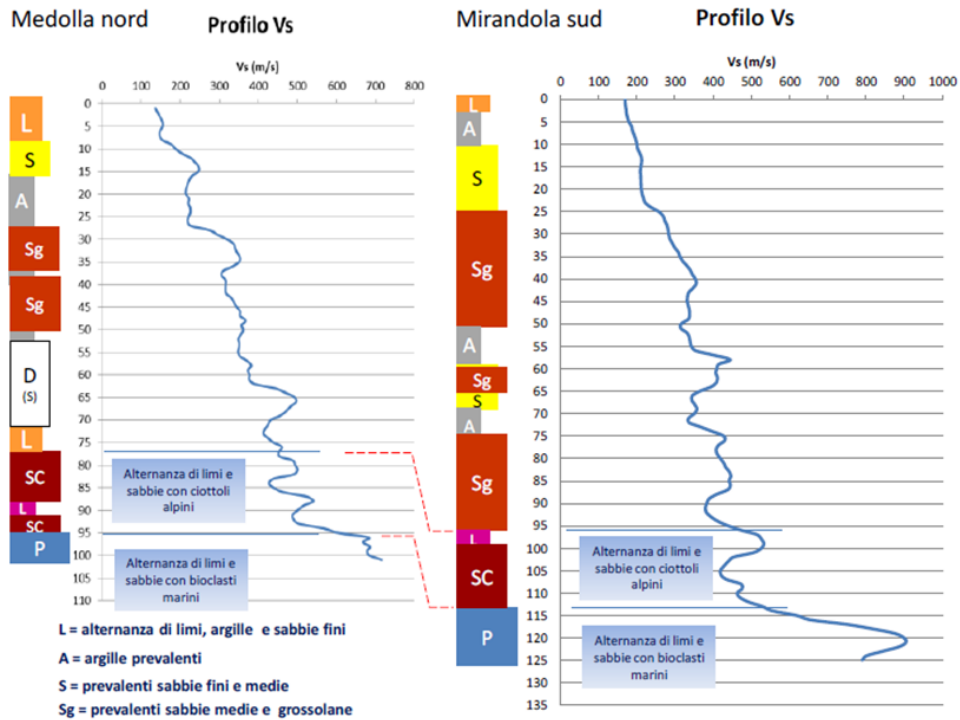


FIG. 18 – RISULTATI DI PROVE CROSS-HOLE (DA RER, 2013)



Scartate, dunque, le indagini che non possono essere utilizzate, tutte le altre, con eccezione di una (la 020035P237HVS237, cfr. Fig. 20) danno risultati ricadenti nel campo di validità della scheda litologia sabbiosa (cfr. Fig. 19).

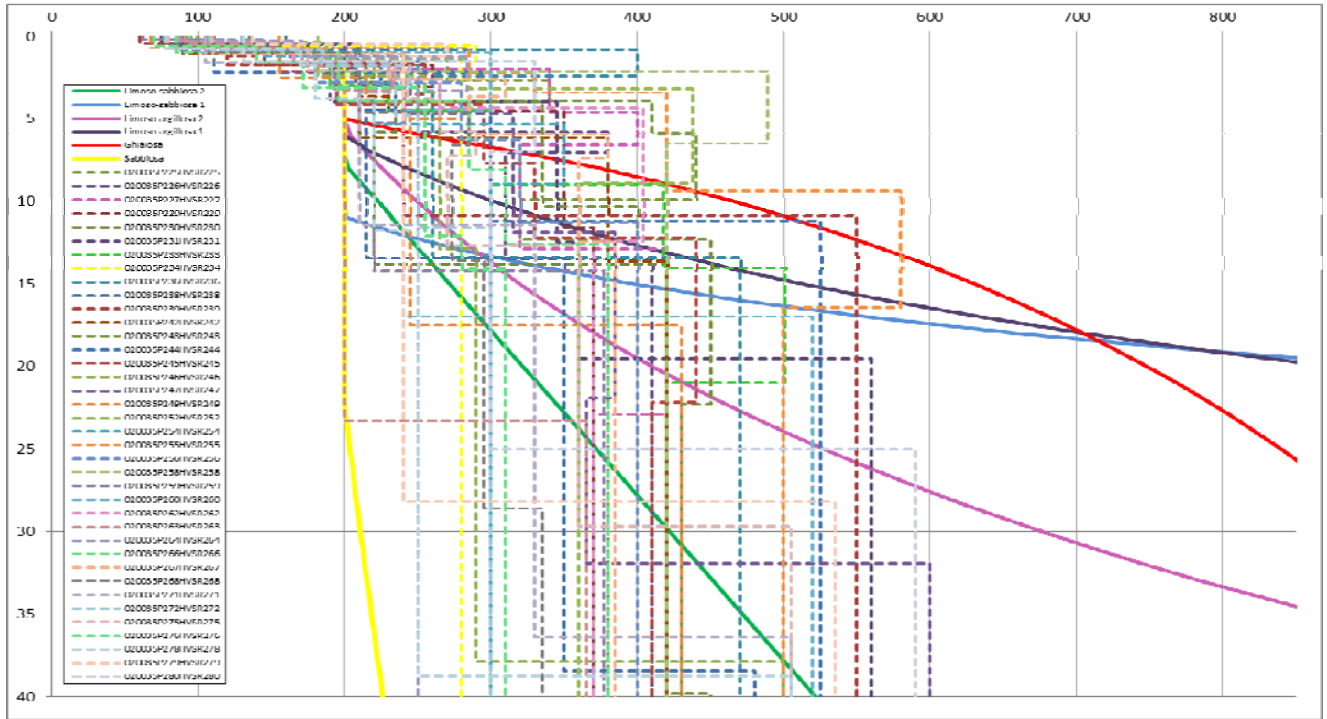


FIG. 19 – ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ NELLE PROVE EFFETTUATE NEL CORSO DEL PRESENTE STUDIO RICADENTI NEL CAMPO DI VALIDITÀ DELLA SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

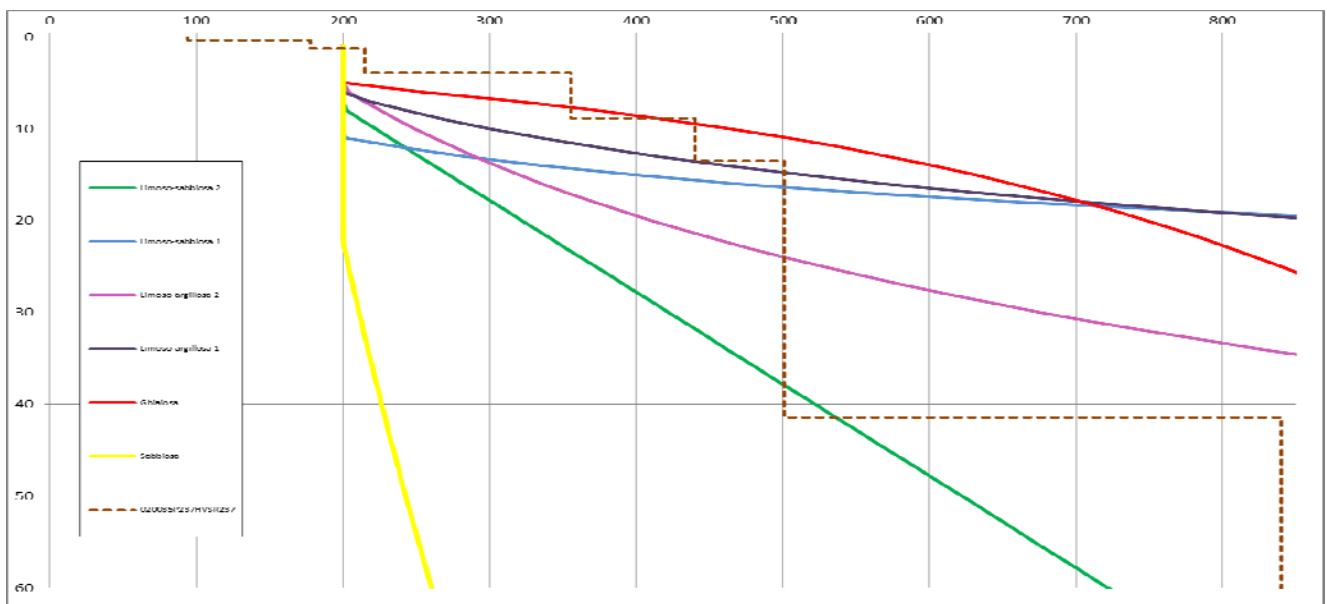


FIG. 20 – ANDAMENTO DELLE VS CON LA PROFONDITÀ DELL'UNICA PROVA ESAMINATA NEL CORSO DEL PRESENTE STUDIO RICADENTE NEL CAMPO DI VALIDITÀ DELLA SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO SABBIOSA 2



All'interno della scheda di valutazione si è poi scelta, per ciascuna prova, utilizzando una matrice, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento), per la valutazione del valore di Fa nei due intervalli sopraindicati.

Ad esempio, per la scheda litologia sabbiosa utilizzando la matrice riportata in Fig. 21 si determina quali curve utilizzare tra quelle riportate in Fig. 22.

Profondità primo strato (m)

	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180	
200	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3													
250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA									
300	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	NA	NA	NA	NA							
350	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	NA	NA	NA						
400	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA					
450	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA				
500	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA			
600	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA		
700	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

FIG. 21 – MATRICE UTILIZZATA PER DETERMINARE LA CURVA PER LA VALUTAZIONE DEL VALORE DI FA PER LITOLOGIA SABBIOSA

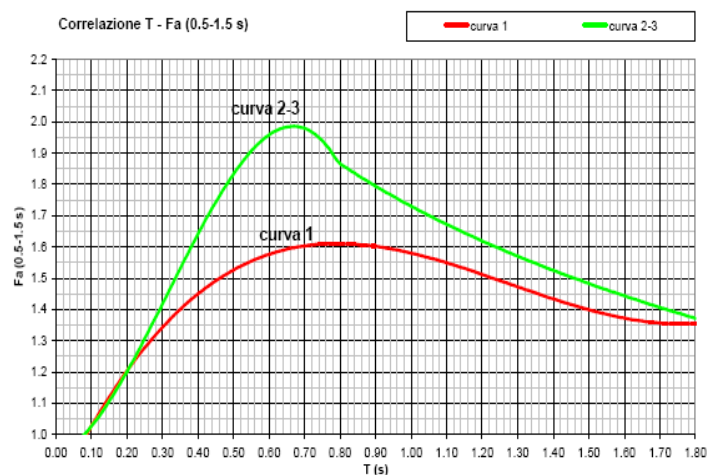
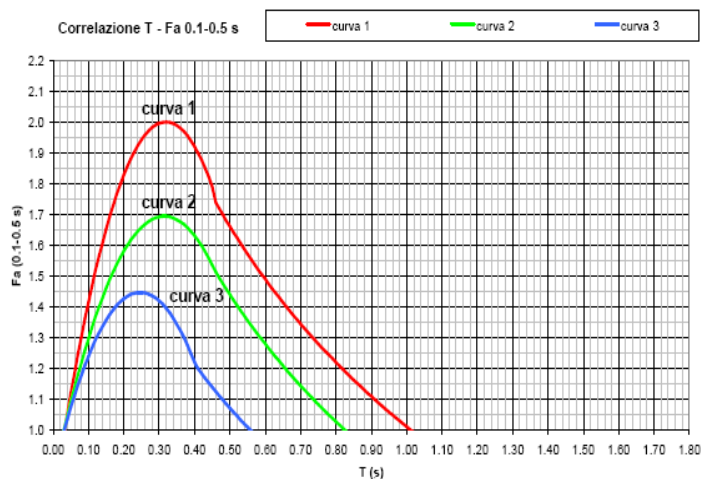


FIG. 22 – CURVE RAPPRESENTANTI I VALORI DI FA AL VARIARE DAL PERIODO PROPRIO DEL SITO T PER LITOLOGIA SABBIOSA

Il periodo proprio del sito necessario come dato d'ingresso nei grafici è stato, invece, calcolato, considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s, con la seguente equazione:



$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e Vs_i sono la velocità e lo spessore dello strato i -esimo

Si sono così ottenuti i valori dei fattori di amplificazione riportati nei grafici di Fig. 23, per l'intervallo di periodo 0.1÷0.5 s, e di Fig. 24, per l'intervallo 0.5÷1.5 s. Nelle stesse figure sono indicati anche i valori di soglia oltre i quali lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito, per la categoria di suolo C (categoria di suolo cui, come definito nel paragrafo 8.6 della relazione illustrativa dello Studio di microzonazione effettuato da Engeo, appartiene l'intero territorio in esame), rispettivamente pari a:

- 1.9 e per l'intervallo di 0.1÷0.5 s
- 2.4 per l'intervallo di periodo 0.5÷1.5 s.

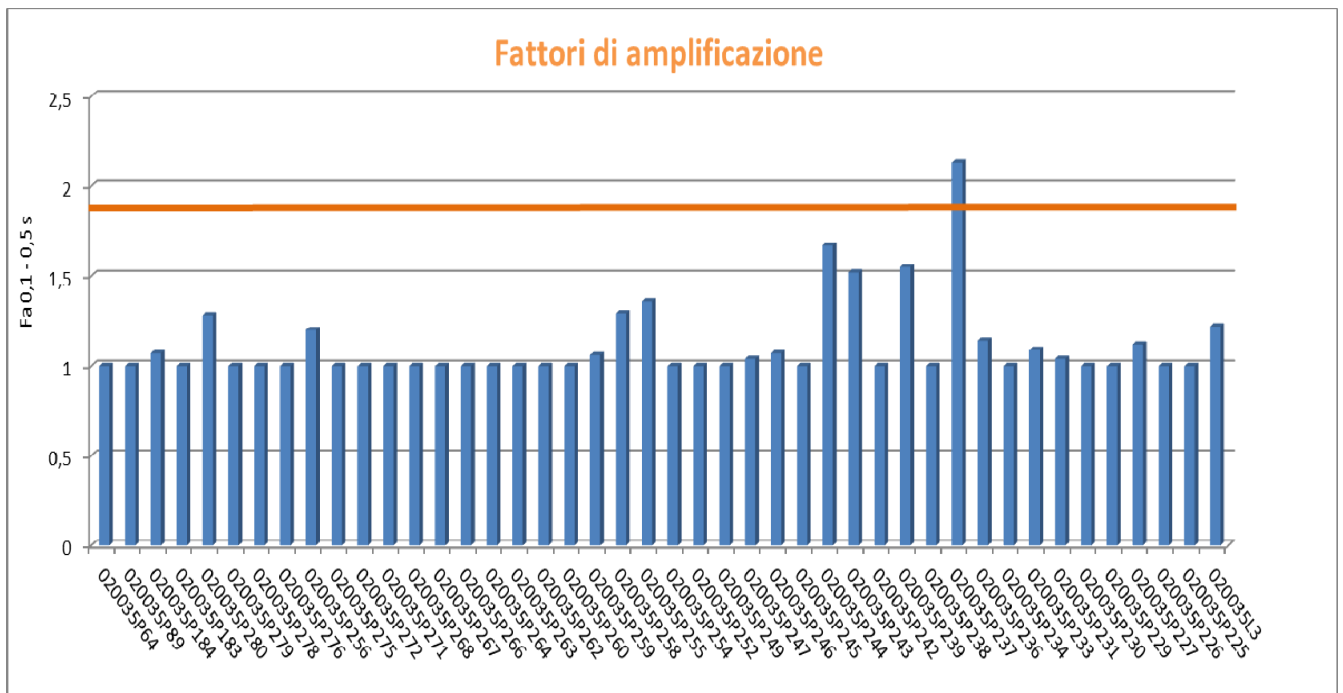


FIG. 23 –VALORI DI FA CALCOLATI PER L'INTERVALLO DI PERIODO 0.1÷0.5 S

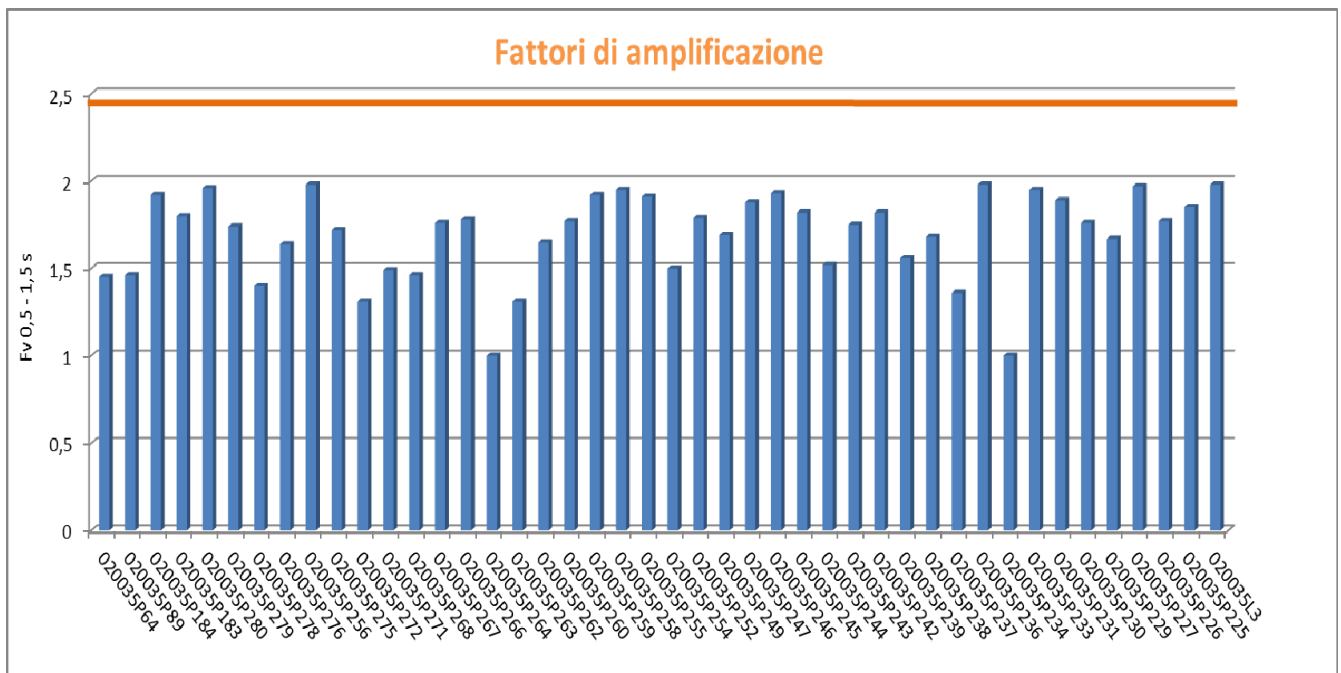


FIG. 24 –VALORI DI FA CALCOLATI PER L’INTERVALLO DI PERIODO 0.5÷1.5 S

Si osserva che solo il fattore di amplificazione calcolato con la prova 020035P237HVSR237, come visto prima, l’unica tra quelle esaminate ricadente nel campo di validità della scheda litologia limoso sabbiosa 2 (cfr. Fig. 20) e solo per l’intervallo di periodo 0.1÷0.5 s, supera tali valori.

Trascurando tale dato isolato, come è corretto fare, vista la difficoltà d’interpretazione delle indagini tomografiche, più volte menzionata, tutti valori di Fa risultano inferiori ai valori di soglia corrispondenti, fatto da cui consegue che il grado di protezione raggiunto al sito dall’applicazione della normativa sismica vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica e, quindi, si può applicare lo spettro semplificato previsto dalla normativa stessa.

Un'altra considerazione che si evince dall’esame di Fig. 23 e Fig. 24, a parte il fatto che l’amplificazione stratigrafica è contenuta, è che essa interessa principalmente edifici con periodo proprio compreso tra 0.5 e 1.5 s. Si tratta, quindi, di strutture alte e flessibili, quali ad esempio i capannoni industriali.

7.3 Analisi di III° livello

Nello studio di microzonazione sismica redatto da Engeo, a seguito dei gravi danni subiti in occasione degli eventi tellurici del 20 e 29 maggio 2012, è stata effettuata un’analisi del rischio di liquefazione, sia per l’abitato di Moglia che per quello di Bondanello, prendendo in esame l’intero territorio urbanizzato e urbanizzabile, comprensivo degli ambiti di trasformazione come definiti dal P.G.T. vigente, ma anche di quelli di potenziale espansione.

Detto rischio è stimato con metodi semplificati da prove CPT mediante il calcolo dell’indice del potenziale di liquefazione LPI di Iwasaki et al. (1982). Le prove CPT sono preferibili per la migliore ripetibilità delle misure e per la continuità dei profili penetrometrici. L’indice LPI è un parametro di sintesi

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	60 di 79



che, mediante un valore numerico compreso tra 0 e 100, quantifica i possibili effetti della liquefazione in superficie, tenendo conto di severità dell'azione sismica, e di profondità, spessore e valore del fattore di sicurezza degli strati liquefacibili.

Le classi di potenziale di liquefazione, secondo la proposta di Sonmez (2003), sono le seguenti:

LPI
LPI = 0.00 - Liquefaction risk nul
LPI between 0.00 and 2.00 - Liquefaction risk low
LPI between 2.00 and 5.00 - Liquefaction risk moderate
LPI between 5.00 and 15.00 - Liquefaction risk high
LPI > 15.00 - Liquefaction risk very high

TABELLA 11 – CLASSI DI POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE SECONDO SONMEZ (2003)

L'indice LPI è calcolato con riferimento ad una verticale di prova. Gli effetti bi- e tri-dimensionali sono trascurati. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare, se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e "lateral spreading" anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell'indice LPI e le evidenze di liquefazione.

L'indice LPI è definito nel modo seguente:

$$LPI = \int_0^{20} F W(LPIz) dz$$

Dove:

- F(z) è una variabile con valori compresi tra 0 e 1, definita ad ogni profondità $0 \leq z \leq 20$ in funzione del valore che, a quella profondità, assume il fattore di sicurezza alla liquefazione FSL
- w(z) è un fattore di peso della profondità.

In sostanza il rischio di liquefazione tiene conto del fattore di sicurezza calcolato strato per strato, ma ne valuta la significatività su tutto lo spessore del deposito.

Il fattore di sicurezza alla liquefazione è definito nel modo seguente:

$$FSL = \frac{CRR_{7.5}}{CSR} \cdot MSF \cdot K_{\sigma}$$

Dove:

CRR_{7.5}=Rapporto di resistenza ciclica per M=7.5 (Cyclic Resistance Ratio)

MSF= fattore di scala della magnitudo (Magnitude Scale Factor)

K_σ=Fattore di correzione per la pressione di confinamento

CSR = rapporto di tensione ciclica (Cyclic Stress Ratio) = $CSR = 0.65 \left(\frac{\sigma_{max}}{g} \right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \right) \cdot r_u$



A Moglia sono stati utilizzati due diversi metodi per il calcolo di CRR: Idriss & Boulanger (2008) e NCEER (modificato da Roberson 2010). Entrambi i metodi di calcolo sono implementati dal programma CLIQ della Geologimiki, utilizzato per le verifiche effettuate.

Per la verifica, oltre ai dati delle prove CPT è necessario fornire al programma l'accelerazione e la magnitudo attese al sito. Come evidenziato nel paragrafo 2.5 dello studio di microzonazione effettuato da Engeo, tali dati non sono univocamente definibili:

- per l'accelerazione si sono infatti calcolati due distinti valori pari a:
 - 0.18 ag/g, valore ricavato dalle NTC 2008,
 - 0.24 ag/g, valore registrato durante il sisma del 29/5/2012
- per la magnitudo possono essere invece utilizzati 4 diversi valori:
 - 5.0 magnitudo media ricavata dalla disaggregazione magnitudo-distanza
 - 5.7 magnitudo pari al 90° percentile della distribuzione della disaggregazione magnitudo-distanza
 - 5.9 magnitudo pari al 95° percentile della distribuzione della disaggregazione magnitudo-distanza
 - 6.14 Magnitudo massima della Zona 912 della classificazione ZS9

Per ciascuno dei due metodi di calcolo utilizzati, inoltre, si è valutato come accettabile il coefficiente di sicurezza pari a 1.0 o 1.2, con conseguente modifica del valore complessivo di LPI.

Nel complesso le casistiche esaminate per ciascuna prova sono state 32 (cfr. Tabella 12)

Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1	1	1	1	1	1	1	1
metodo	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
metodo	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)	R. (2009)
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1	1	1	1	1	1	1	1
metodo	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B
Amax	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
M	5.00	5.00	5.70	5.70	5.90	5.90	6.14	6.14
Fs	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
metodo	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B	I&B

TABELLA 12 – CASISTICHE ESAMINATE PER CIASCUNA PROVA

Le verifiche sono state effettuate sulle 40 prove penetrometriche appositamente realizzate per lo studio di microzonazione sismica redatto da Engeo. Nel complesso sono state quindi effettuate 1280 verifiche.




Il contrasto dei risultati tra quelle effettuate con i parametri meno critici e quelli più critici sono molto evidenti: nel primo caso (metodo NCEER, $a_{max}=0.18$ ag/g, $M=5.0$, $F_s=1$) i valori di LPI sono tutti pari a 0 (rischio nullo), mentre nell'ultimo caso (metodo Idriss e Boulanger, $a_{max}=0.24$ ag/g, $M_w=6.14$, $F_s=1.2$) una sola prova presenta rischio nullo, nessuna prova presenta rischio basso, solo 5 prove presentano rischio moderato, mentre tutte le altre presentano rischio alto o molto alto.

Tale variabilità evidenzia che, allo stato attuale delle conoscenze, le verifiche a liquefazione devono essere utilizzate con molta attenzione, sia per non sottovalutare il rischio effettivo, sia per non sopravvalutarlo.

Conseguentemente si suggerisce che quelle che saranno effettuate a supporto della progettazione dei futuri interventi edilizi recepiscono le seguenti indicazioni:

- nella pianificazione della campagna d'indagine, si tenga conto una particolare contesto litostratimetrico del territorio, tale da richiedere limitate interdistanze tra le singole prove;
- sia assunta una a_{max} almeno pari a 0.24 ag/g;
- si consideri una magnitudo pari ad almeno 5.9;
- il fattore di sicurezza non sia inferiore a 1.2.

A scopo indicativo, nella Carta della pericolosità sismica locale di Elaborato DP.G.11 sono riportate le "Aree a particolare rischio di liquefazione interne al territorio urbanizzato e urbanizzabile" come evidenziate dallo studio di microzonazione sismica e da successive indagini effettuate da Engeo, utilizzando il metodo di Idriss e Boulanger, con accelerazione 0.24 ag/g, magnitudo 5.9 e fattore di sicurezza $F_s=1.2$.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	63 di 79



8 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Dal punto di vista climatico il Comune di Moglia appartiene alla parte centro-orientale della Valle Padana, zona caratterizzata da una certa uniformità climatica, con inverni rigidi e nebbiosi ed estati calde e afose e in cui si risente dell'effetto barriera dell'arco alpino.

Tale clima è definito in letteratura "*sottotipo moderato di tipo continentale*", da alcuni autori, o "*sub tropicale di tipo umido*", da altri.

In generale, si registrano piogge limitate (da 600 a 1000 mm), ma ben distribuite nell'anno, temperature medie annue tra 11 e 14° C, nebbie frequenti, ventosità ridotta con molte ore di calma, elevate umidità relative e frequenti episodi temporaleschi.

In inverno, l'area padana presenta sovente uno strato di aria fredda in vicinanza del suolo che, in assenza di vento, determina la formazione di gelate e di nebbie spesso persistenti che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane. È raro che, in questo periodo, le perturbazioni influenzino la zona; in qualche caso però tali condizioni si verificano con precipitazioni che possono essere nevose in presenza di apporti di aria fredda siberiana (anticiclone russo).

Il passaggio alla stagione primaverile risulta di norma brusco e caratterizzato da perturbazioni che determinano periodi piovosi di una certa entità man mano che la stagione avanza i fenomeni assumono un carattere temporalesco sempre più spiccato.

L'attività temporalesca, tuttavia, vede il suo apice nel periodo estivo quando si registrano elevati accumuli di energia utile per innescarla e sostenerla. Essa risulta relativamente intensa con precipitazioni quantitativamente superiori a quelle invernali.

In autunno il tempo è caratterizzato dal frequente ingresso di perturbazioni atlantiche, che possono dare luogo a precipitazioni di entità rilevante.


Per quanto riguarda i dati climatici specifici dell'area in esame si è fatto riferimento a quanto contenuto in uno studio fatto dall'Amministrazione Provinciale di Mantova, Settore Ambiente ed Ecologia, Servizio Acque e Protezione Civile, che costituisce l'analisi del settore "Rischio Meteorologico" del "Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione Civile". Si sono inoltre considerati i dati delle stazioni CO.DI.MA. come aggiornamento di tale lavoro.

Tali dati, sono riportati, unitamente alle relative analisi, nei paragrafi seguenti.

8.1 Precipitazioni

Per lo studio delle precipitazioni medie sono stati analizzati i dati di tre stazioni di rilevazione ubicate nelle vicinanze del Comune di Moglia:

- Moglia-Bondanello con coordinate Gauss-Boaga X = 1654766 e Y = 4980575 e rilevazioni dal 1993-1999 e 2008-2013;
- Quistello con coordinate Gauss-Boaga X = 1656000 e Y = 4985500 e rilevazioni dal 2008-2013;
- Mantova-Liceo virgilio con coordinate Gauss-Boaga X = 1641290 Y = 5002050 e rilevazioni dal 1951-1990 e 2007-2013.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	64 di 79



Per tali stazioni in Fig. 25, Fig. 26 e Fig. 27 sono riportati i grafici dei totali mensili delle precipitazioni, rilevate nel periodo di misurazione, ponendo a confronto i valori medi mensili misurati e quelli calcolati mediante sintesi armonica.

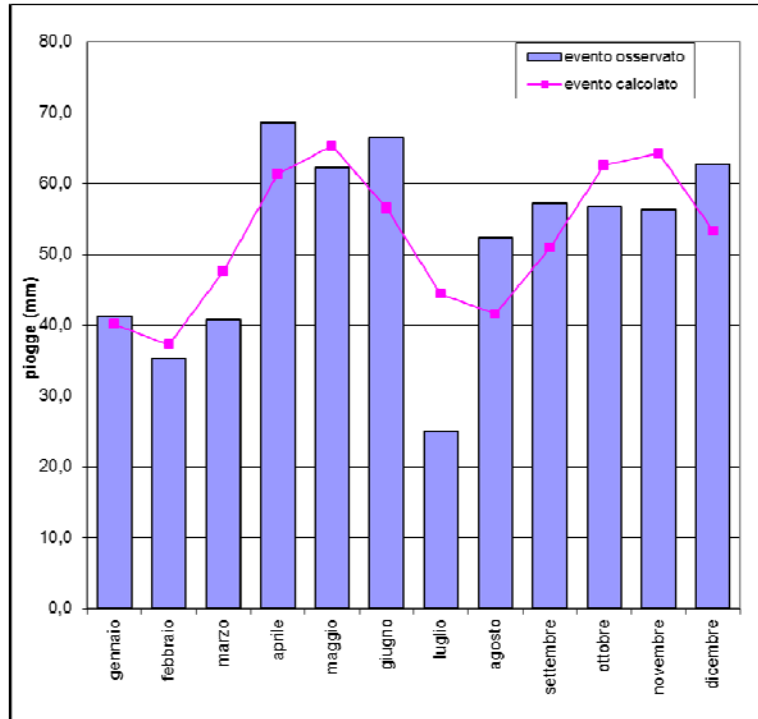


FIG. 25 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A BONDANELLO RELATIVA AL PERIODO 1993-1999 E 2008-2013

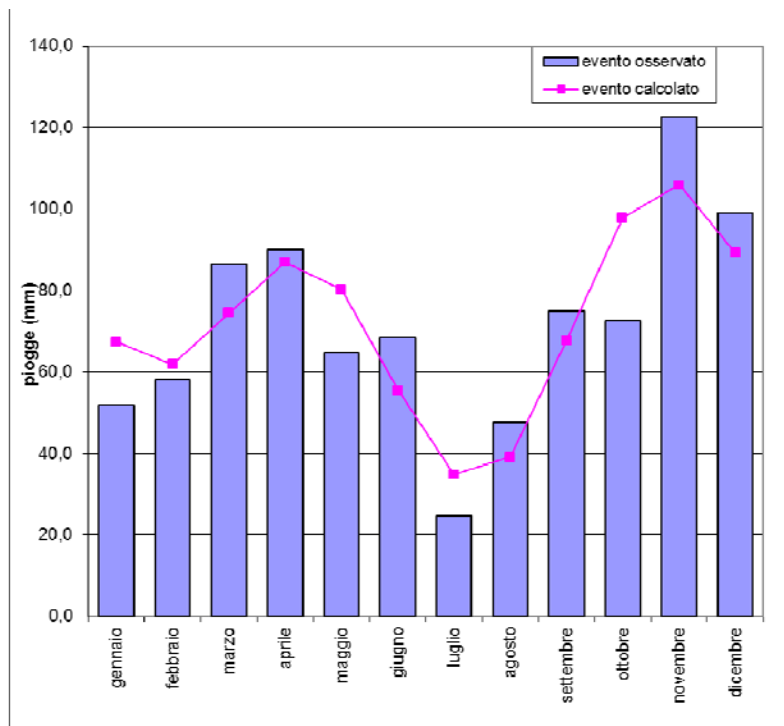


FIG. 26 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A QUISTELLO RELATIVA AL PERIODO 2008-2013

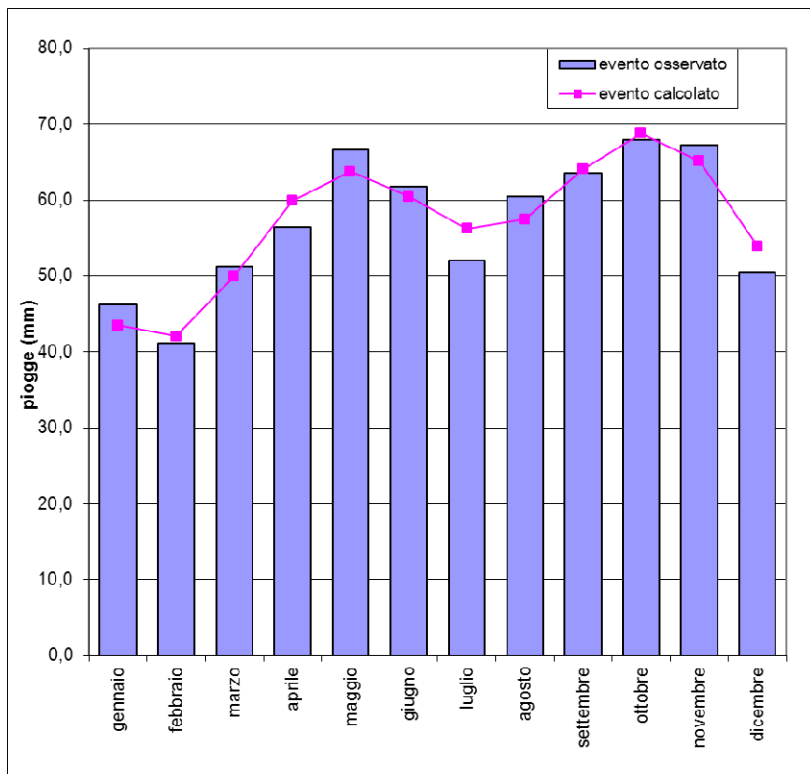


Fig. 27 - CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE PRECIPITAZIONI MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1990 E 2007-2013

L'elaborazione statistica dei dati pluviometrici ha consentito, per ciascuna stazione, di definire i caratteri pluviometrici annuali.

Osservando i risultati delle elaborazioni, si deduce che la distribuzione mensile della media delle precipitazioni è caratterizzata da due massimi, in primavera e in autunno, e due minimi, in inverno e in estate.

Il massimo autunnale ha un valore di 60÷120 mm/mese e risulta simile a quello primaverile, pari a 65÷85 mm/mese.

Tra i minimi, quello estivo (25 mm/mese, luglio in particolare) è inferiore a quello invernale (40÷50 mm/mese)

I mesi più piovosi sono quelli di Aprile e Novembre, mentre il più asciutto è Luglio.

Complessivamente la piovosità media annua registrata è dell'ordine dei 500÷700 mm/anno.

8.2 Temperature

Relativamente alle caratteristiche termiche, nell'area oggetto di studio, si fa riferimento ai valori registrati dalle seguenti stazioni termometriche:

- Bondanello con coordinate Gauss-Boaga X = 1654766 e Y = 4980575 e rilevazioni dal 1993-1999 e 2008-2013;
- Quistello con coordinate Gauss-Boaga X = 1656000 e Y = 4985500 e rilevazioni dal 2008-2013;
- Gonzaga con coordinate Gauss-Boaga X = 1638780 e Y = 4980150 e rilevazioni dal 2007-2010;
- Mantova con coordinate Gauss-Boaga X = 1641290 Y = 5002050 e rilevazioni dal 1951-1988 e 2007-2013.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	66 di 79



Per ognuna di esse in Tabella 13 viene specificato il periodo di osservazione, la media di temperatura annua registrata ed il coefficiente di sintesi armonica.

STAZIONE	Serie	Anni di Osservazione	Media Annua °C	coeff.corr. Sint. Arm.
Bondanello	1993-1999 2008-2013	13	13.29	0.998
Quistello	2008-2013	6	14.52	0.996
Gonzaga	2007-2010	4	13.01	0.999
Mantova	1951-1988 2007-2013	45	13.89	0.997

Tabella 13- CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI TERMICHE SITUATE NELL'AREA DI STUDIO

Si tratta, purtroppo, di dati non sufficientemente precisi, insufficienti a consentire una buona definizione delle caratteristiche termiche del territorio, anche se va detto che le ridotte variazioni altimetriche della superficie topografica contribuiscono a limitare le differenze di temperatura tra le diverse zone.

Analogamente a quanto è stato fatto per le precipitazioni totali mensili, in Fig. 28, Fig. 29, Fig. 30 è riportato il grafico dei valori medi di temperatura misurati, alle varie stazioni considerate, ponendo a confronto i valori medi mensili misurati e quelli calcolati mediante sintesi armonica. È stata tralasciata la stazione di Gonzaga che presenta un lasso di tempo di misure troppo corto.

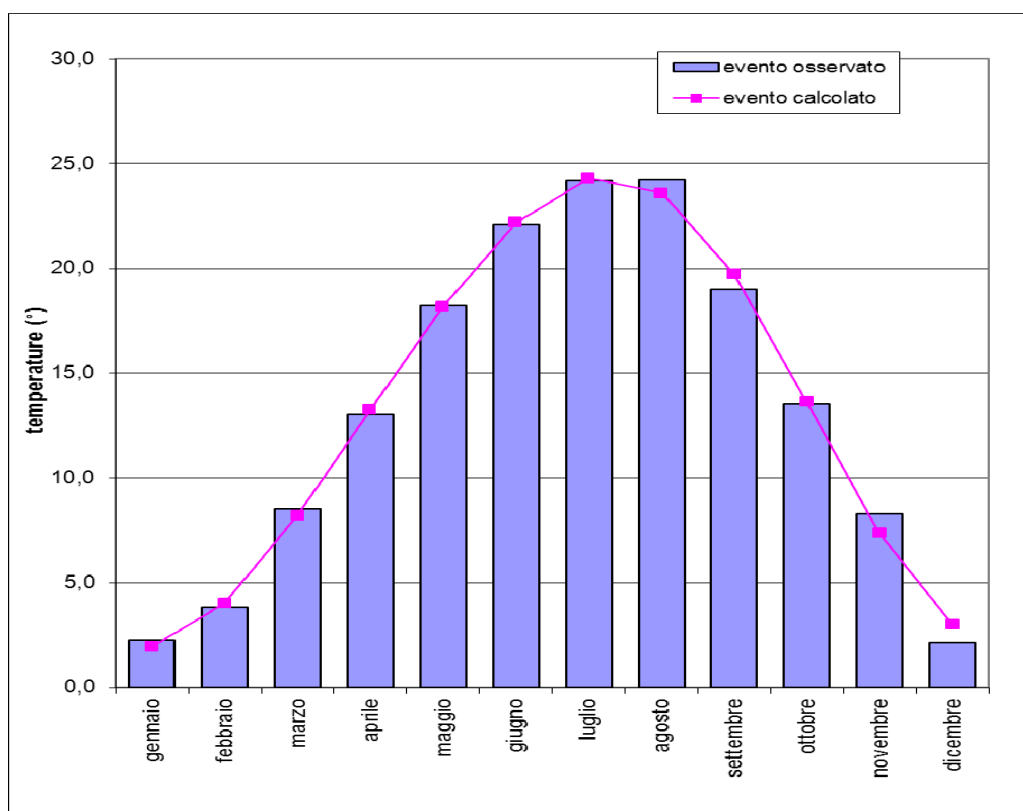


FIG. 28 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIE A BONDANELLO RELATIVA AL PERIODO 1993-1999 2008-2013

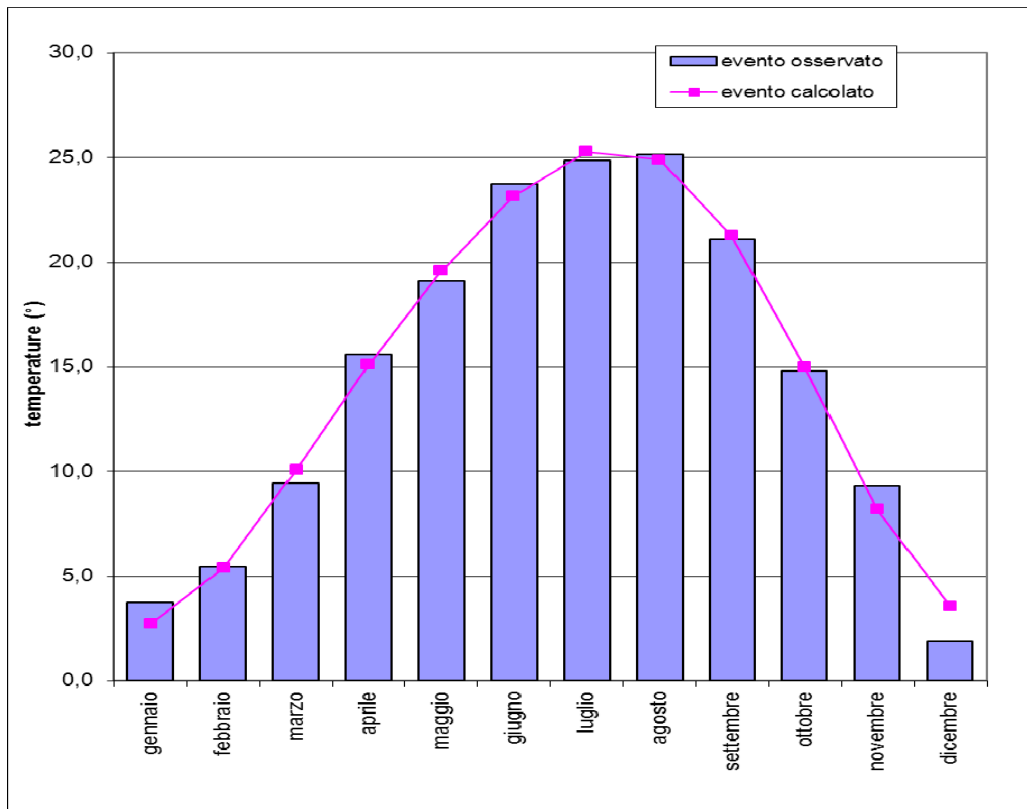


FIG. 29 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIE A QUISTELLO RELATIVA AL PERIODO 2008-2013

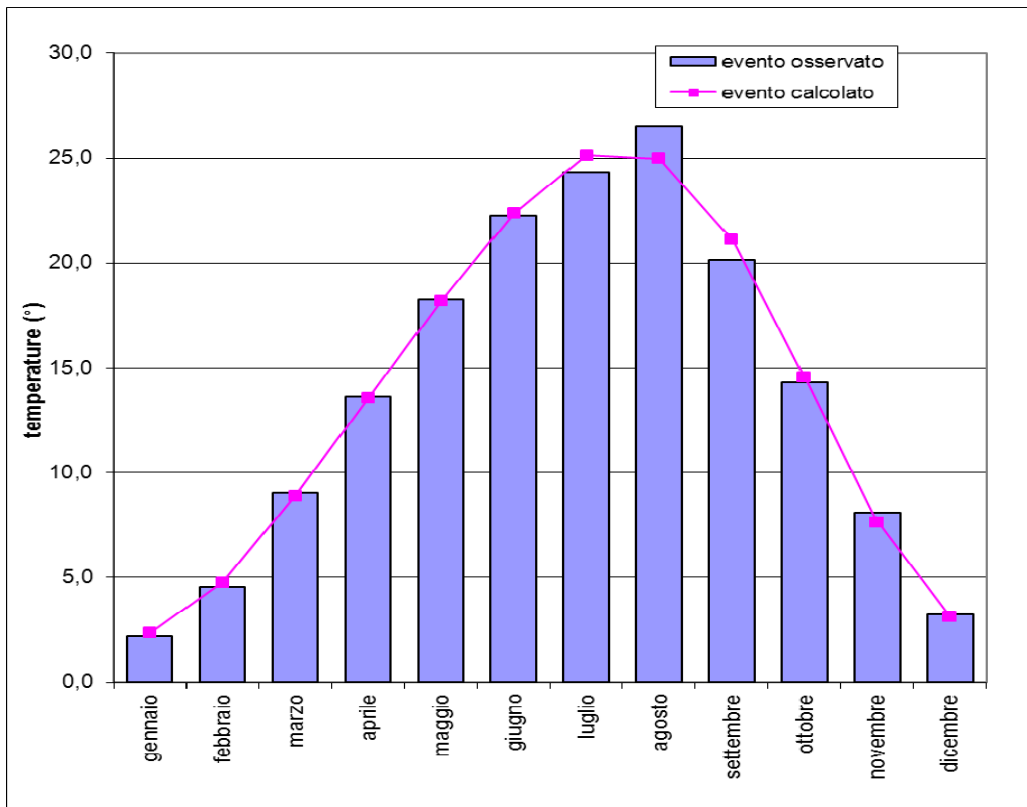


FIG. 30 – CURVA DI SINTESI ARMONICA DELLE TEMPERATURE MEDIE A MANTOVA RELATIVA AL PERIODO 1951-1988 E 2007-2013



Dall'osservazione della curva di sintesi armonica si deduce che nell'area analizzata il regime delle temperature è di tipo unimodale, ovvero con un solo massimo e un solo minimo annuale.

A fronte di una temperatura media annua pari a 13,7° C (cfr. Tabella 13), i valori di temperatura più elevati si registrano in Luglio - Agosto (circa 25°) mentre quelli più bassi si riscontrano nei mesi di Dicembre - Gennaio (circa 2°).

8.3 Condizioni termo-pluviometriche

Noti i caratteri pluviometrici e termici ed i rispettivi regimi, ricavati analiticamente con l'equazione di sintesi armonica, è stata estesa la ricerca all'analisi del loro comportamento reciproco.

Al fine di valutare le connessioni che intercorrono tra le temperature e le precipitazioni medie mensili, i valori di questi due elementi sono stati riportati rispettivamente nelle ascisse e nelle ordinate di un diagramma cartesiano denominato, climogramma termopluviometrico (cfr. Fig. 31). La stazione presa come riferimento è quella di Mantova in quanto le altre stazioni che presentano la presenza contemporanea di pluviometro e termometro sono dotate di serie troppo brevi.

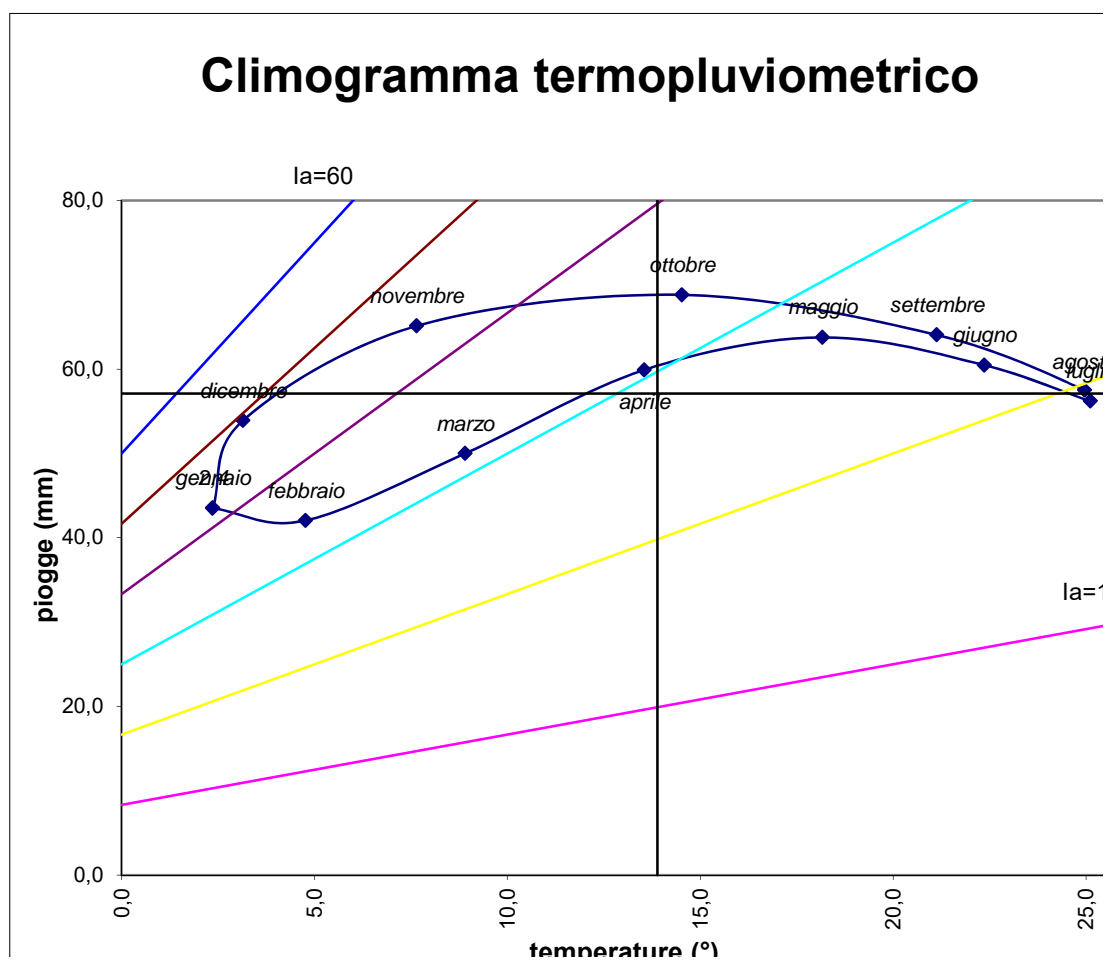


FIG. 31 – CLIMOGRAMMA TERMOPLUVIOMETRICO RELATIVO ALLA STAZIONE DI MANTOVA

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	69 di 79



Il climogramma è stato suddiviso in 4 quadranti per mezzo dei valori medi annuali di temperatura e di precipitazione. Ogni quadrante definisce una delle seguenti situazioni climatiche:

- I - freddo-umido,
- II - freddo-secco,
- III - caldo-secco,
- IV - caldo-umido.

Considerando il minore o maggiore sviluppo della linea di correlazione in ciascun quadrante è possibile apprezzare il dominio dei due elementi climatici e i loro rapporti di interdipendenza.

Nell'area nei dintorni di Mantova si ha da Gennaio a fine Marzo un periodo freddo-secco, che diviene freddo umido in Aprile. Il clima caldo, da Maggio ad Ottobre, risulta sempre umido. Infine in Novembre e in Dicembre si registra una situazione climatica freddo-umida.

Nel grafico è stato tracciato un fascio di rette, ciascuna delle quali rappresenta il luogo dei punti con lo stesso indice di aridità. Utilizzando i valori delle precipitazioni e temperature, ottenuti con le equazioni di sintesi armonica, sono stati calcolati i valori mensili dell'indice di aridità. Tale indice secondo la formulazione di De Martonne è dall'espressione:

$$Ia = 12 \frac{P_m}{10 + t_m}$$

in cui Pm e tm sono rispettivamente i valori medi mensili delle precipitazioni e delle temperature.

Nella successiva Tabella 14 sono riportati i valori mensili dell'indice di aridità nella stazione di Mantova:

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Media
Mantova	42,2	34,2	31,7	30,5	27,2	22,4	19,2	19,7	24,7	33,7	44,3	49,2	31,6

TABELLA 14 – VALORI MENSILI DELL'INDICE DI ARIDITÀ A MANTOVA

Dall'esame di questi dati risulta che, generalmente, il valore minimo dell'indice di aridità, ovvero la massima aridità, si registra nel mese di Luglio. I valori massimi, invece, si osservano in Dicembre, da dove diminuiscono gradualmente fino ai mesi estivi. Nei periodi intermedi si hanno delle variazioni graduali.

9 VINCOLISTICA

La fase di sintesi/valutazione ha previsto l'individuazione delle limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico rappresentata cartograficamente nella Carta dei vincoli di Elaborato PR.G.1 .

In detta carta, estesa all'intero territorio comunale di Moglia, sono stati distinti i seguenti vincoli:

9.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89

Come vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89 è stata, innanzitutto, raffigurata la delimitazione delle Fasce Fluviali ripresa dall'elaborato n. 8 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001. In Comune di Moglia sono state rappresentate solo 2 tipologie di fasce, ovvero:

Fascia A: Fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 " Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle Norme di attuazione del P.A.I., ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena; cartografata in corrispondenza della fascia golenale del fiume Secchia.

Nella fascia di deflusso della piena si *"persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra"*.⁴


Fascia C: Area di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato.


Nell'area di inondazione per piena catastrofica, invece, si *"persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del P.A.I."*.

Le Fasce fluviali PAI sono state tracciate alla scala dello strumento urbanistico comunale, con gli aggiustamenti morfologici operati ai sensi dell'art. 27 delle N.d.A. del PAI, come già raffigurato nella Carta PAI-PGRA descritta nel paragrafo 5.5.3.

Sempre dalla Carta PAI-PGRA è stata ripresa anche la zonazione del PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE,

⁴ Considerato che nel territorio del Comune di Moglia la Fascia B coincide con la Fascia A, le cui norme sono più restrittive, non si è ritenuto di riportarne i relativi vincoli.

 <p>EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY</p>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	71 di 79

PROGETTO	LIVELLO
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

adottato con deliberazione 17 dicembre 2015 n. 4, approvato con deliberazione 3 marzo 2016, n. 2 dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di bacino del fiume Po e successivamente con DPCM 27 ottobre 2016), includendo le modifiche proposte descritte anch’esse nel paragrafo 5.5.3.

Sono state, quindi, rappresentate:

- **Aree allagabili sui corsi d’acqua principali,**
 - *RP-P3 - aree interessate da alluvione frequente*
 - *RP-P1 - aree interessate da alluvione rara*
- **Aree allagabili sul reticolo consortile di pianura,**
 - *RSP-P2 - aree interessate da alluvione poco frequente (fino all’avvenuto collaudo dell’impianto idrovoro di Mondine)*
 - *RSP-P1 - aree interessate da alluvione rara*


9.2 Vincoli di polizia idraulica

Nella Carta dei vincoli di Elaborato PR.G.1 sono rappresentati anche i corsi d’acqua distinti a seconda della loro appartenenza al:

- **Reticolo Idrico Principale**
- **Reticolo Idrico del Consorzio di bonifica Terre dei Gonzaga in destra Po**
- **Reticolo Idrico del Consorzio di bonifica dell’Emilia Centrale**
- **Reticolo Idrico Minore**

Tale distinzione è stata effettuata nel Documento di Polizia Idraulica redatto contestualmente al presente studio, al quale si rimanda per la definizione e le norme delle rispettive fasce di rispetto.

Tuttavia, va ricordato che, in attesa del parere positivo da parte della Sede territoriale regionale competente e al successivo recepimento del Documento di Polizia Idraulica nello strumento urbanistico, su tutti i reticoli valgono le disposizioni di cui all’art. 96, lettera f), del R.D. 25 luglio 1904 n. 523. Questo stabilisce che sono vietati in modo assoluto *“le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi”*.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	72 di 79



10 CARTA DI SINTESI

Come illustrato nei “Criteri attuativi l.r.12/05 per il governo del territorio” e s.m., la Carta di sintesi è uno strumento che ha lo scopo di rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera.

Pertanto, tale carta risulta costituita da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee, desunte dalla fase di analisi precedente, e in cui la sovrapposizione di più ambiti può determinare dei poligoni misti per pericolosità, determinata da differenti fattori limitanti.

Gli stessi criteri attuativi definiscono gli ambiti di pericolosità e vulnerabilità che costituiscono la legenda della Carta di sintesi stessa.

Nel presente studio, la Carta di sintesi, redatta, per l'intero territorio comunale, a scala 1:10.000 (scala ritenuta sufficiente per una corretta rappresentazione dei tematismi in essa contenuti), viene riportata in Elaborato PR.G.2.

Alla luce delle risultanze emerse nel corso dello studio, durante la fase di analisi, nella legenda di tale carta, sono state distinte le classi descritte nei paragrafi seguenti.

10.1 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

10.1.1 Area a bassa soggiacenza della falda

E' stato inserito in questa classe l'intero territorio comunale, in quanto, come visto nel paragrafo 6.3, ovunque si registra una bassa soggiacenza della falda, considerando sia la falda in pressione, contenuta nel potente banco di sabbie di Po, sia le falde sospese, che hanno sede nei depositi superficiali a maggiore permeabilità.

10.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico


10.2.1 Fascia di deflusso della piena (Fascia A) e aree classificate RP-P3


Si tratta del settore di territorio ricadente all'interno della fascia A, definita nel PAI, ove fluisce l'80% della portata relativa alle piene con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Secchia, e/o nelle aree interessate, a causa dello stesso corso d'acqua, da alluvione frequente, RP-P3, secondo il PGRA.

In entrambi i casi la pericolosità idraulica risulta elevata e vanno applicate le stesse limitazioni e prescrizioni.

10.2.2 Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C) e aree classificate RP-P1

L'intero territorio extragolenale di Moglia, esterno al settore definito al paragrafo precedente, potrebbe essere interessato da un'inondazione al verificarsi di eventi di piena con portata pari alla massima piena storicamente registrata (fascia C con riferimento al PAI) e risulta a rischio RP-P1 (aree interessate da alluvione rara da parte di un corso d'acqua principale) per il PGRA.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	73 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale

10.2.3 Area a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura

Sono state indicate soggette a questa tipologia di rischio le aree potenzialmente allagabili, sulla base di testimonianze storiche, ma mai allagate in data successiva al 1990, associate a una pericolosità molto bassa e identificate con la classe P1 nella Carta PAI-PGRA descritta nel paragrafo 5.5.3.


Riguardo a tale rischio, va segnalato che si prevedono allagamenti solo da parte di acque con velocità pressoché nulle e battenti estremamente modesti, tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone e la funzionalità di edifici e infrastrutture. Allagamenti tali da non impedire l'edificabilità, ma da imporre l'adozione di misure di sicurezza.

10.3 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

10.3.1 Area con depositi prevalentemente argillosi

In questa classe sono state inserite le aree con "*Depositi prevalentemente argillosi di piana inondabile*" raffigurati nella Carta geolitologica dell'*Elaborato DP.G.3*

Tali depositi, che ricoprono gran parte del territorio comunale, non presentano caratteristiche geotecniche particolarmente scadenti, ma, semplicemente, meritano un'analisi più attenta rispetto ai depositi granulari. Pertanto tali aree andranno associate solo a modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	74 di 79



11 FASE DI PROPOSTA

Come anticipato nelle premesse, la fase di proposta è definita attraverso la redazione della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle norme geologiche di piano.

Tale fase prevede modalità standardizzate di assegnazione della classe di fattibilità agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nella fase di sintesi, al fine di garantire omogeneità e obiettività nelle valutazioni di merito tecnico.

Alle classi di fattibilità individuate sono sovrapposti gli ambiti soggetti ad amplificazione sismica locale (cfr. capitolo 7), che non concorrono a definire la classe di fattibilità, ma ai quali è associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del PGT.

11.1 Carta di fattibilità delle azioni di piano

La Carta di fattibilità delle azioni di piano di è stata redatta sia alla scala 1:10.000, utilizzando come base cartografica la Carta Tecnica Regionale (cfr. *Elaborato PR.G.3*),

Essa è stata desunta dalla Carta di Sintesi di *Elaborato PR.G.2* e dalla Carta dei Vincoli di *Elaborato PR.G.1* (limitatamente agli ambiti ricadenti entro le fasce fluviali definite dal Piano Assetto Idrogeologico dell’Autorità di Bacino del Fiume Po), attribuendo a ciascun poligono individuato in esse un valore di classe di fattibilità, secondo i criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio della regione Lombardia.

Al mosaico della fattibilità devono essere sovrapposte, con apposito retino “trasparente”, le aree soggette ad amplificazione sismica locale desunte dalla carta di pericolosità sismica locale di *Elaborato DP.G.11*.

La carta di fattibilità è, dunque, una carta di pericolosità che fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d’uso del territorio e deve essere utilizzata congiuntamente alle “norme geologiche di attuazione” (cfr. *Elaborato PR.G.4*) che ne riportano la relativa normativa d’uso (prescrizioni per gli interventi urbanistici, studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti richiesti, opere di mitigazione del rischio, necessità di controllo dei fenomeni in atto o potenziali, necessità di predisposizione di sistemi di monitoraggio e piani di protezione civile).

Di seguito vengono riportati il procedimento di attribuzione della classe di fattibilità e la descrizione delle 4 classi di fattibilità in cui è stato suddiviso il territorio comunale, secondo la normativa sopraccitata.

11.2 Attribuzione delle classi di fattibilità

L’attribuzione della classe di fattibilità avviene attraverso due fasi:

1. nella prima fase, a ciascun poligono della carta di sintesi, in base al/i fattore/i di pericolosità/vulnerabilità presente/i viene attribuita una classe di fattibilità (valore di ingresso) seguendo le prescrizioni della Tabella 1 dell’ultimo aggiornamento dei Criteri regionali.
2. successivamente in base a valutazioni di merito tecnico per lo specifico ambito è stato aumentato o diminuito il valore della classe di fattibilità. La diminuzione della classe di fattibilità rispetto alla classe di ingresso risulta sempre compiutamente documentata e

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	75 di 79



motivata con piena ed esplicita assunzione di responsabilità da parte del professionista, utilizzando la scheda di cui all'Allegato 15 ("Dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà ai sensi dell'art. 47, d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445") dell'aggiornamento sopraccitato.

Nel caso in cui in un'area omogenea per pericolosità/vulnerabilità vi sia la presenza contemporanea di più fenomeni, deve essere attribuito il valore più alto di classe di fattibilità; la relativa normativa associata deve contenere le prescrizioni che considerano la sussistenza di tutti i fenomeni evidenziati.

A riguardo, all'interno delle singole classi di fattibilità, sono state distinte porzioni di territorio in base alla caratteristica o alle caratteristiche che determinano le condizioni di pericolosità, ognuna delle quali è stata identificata, nella Carta della fattibilità, con un sigla; ovvero:

- lettera "I" ad indicare le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico; in particolare:
 - "Ia" per quelle ricadenti nella Fascia A;
 - "Ic" per quelle ricadenti nella Fascia C;
 - "Im" per quelle ricadenti nelle Aree a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura
- lettera "G" ad indicare le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, in quanto costituite da depositi prevalentemente argillosi;
- lettera "S" ad indicare le aree caratterizzate da bassa soggiacenza della falda.

11.3 Classi di fattibilità

Nel territorio del Comune di Moglia agli ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica, individuati nella fase di sintesi, sono state attribuite le quattro classi di fattibilità e relative sottoclassi di seguito descritte:

11.3.1 Classe 1 (Bianca)- Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe 1 comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica di destinazione d'uso per le quali devono essere direttamente applicate le normative vigenti in materia di costruzioni. Nel comune oggetto di studio non sono presenti aree comprese in questa classe di fattibilità.


11.3.2 Classe 2 (Gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni


La classe 2 comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate attraverso approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Sono state attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **S** – Area a bassa soggiacenza della falda
- **G** – Area con depositi prevalentemente argillosi

Queste due classi sono state declassate dalla terza classe (cfr. paragrafo successivo), a cui dovrebbero essere attribuite secondo la tabella riportata nella normativa regionale (Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio).

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	76 di 79

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 <p>Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)</p>	<p>Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale</p>

Infatti, alle aree con depositi prevalentemente argillosi è stata attribuita la classe 2 perché le indagini geognostiche disponibili hanno evidenziato che tali aree non presentano problematiche geotecniche particolarmente gravi.

Per le zone con bassa soggiacenza della falda, si è considerato che il solo accorgimento tecnico di non realizzare locali interrati, che, tra l'altro, trova anche delle giustificazioni di carattere idraulico, servirà a garantire sia la tutela delle acque sotterranee che la sicurezza delle nuove previsioni edificatorie nei confronti delle stesse.

Nell'elaborato "Norme geologiche di attuazione" sono indicati gli eventuali approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori per gli ambiti assegnati a questa classe.

11.3.3 Classe 3 (Arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Sono attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **Ic** - Area appartenente alla fascia fluviale C o classificata RP-P1
- **Im** - Area a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura


Quanto alle opere di mitigazione del rischio eventualmente da realizzare, alle specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto, e ai supplementi di indagine da effettuare per le previsioni urbanistiche ricadenti in classe 3, si rimanda, sempre, nell'elaborato "Norme geologiche di attuazione".

11.3.4 Classe 4 (Rosso)- Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. In tale classe deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Sono attribuite a questa classe le seguenti tipologie di area:

- **Ia** – Area appartenente alla Fascia fluviale A o classificata RP-P3

 <p>EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY</p>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	77 di 79


12 ANALISI DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE

Il presente Piano di Governo del Territorio del Comune Moglia individua i seguenti nuovi ambiti di trasformazione:

Nome ambito	Scheda	Destinazione	Uso attuale del suolo	Fattibilità				
					Ic	Im	G	S
05a Moglia Nordovest - via Zucchi	ATp05a	Produttivo	agricolo	3	x		x	x
05b Moglia Nordest - via Zucchi	ATp05b	Produttivo	agricolo	3	x		x	x
06 Moglia nord est	ATp06	Produttivo	agricolo, in parte produttivo	3	x	x	x	x
07 Moglia est via Vanzetti via Gramsci	ATp07	Produttivo	agricolo	3	x	x	x	x
09 Moglia Ovest confine Reggiolo	ATp09	Produttivo	agricolo	3	x		x	x
10 Bondanello Nord Ovest	ATp10	Produttivo	agricolo	3	x		x	x
02 Moglia ovest - via Verdi	ATr02	Residenziale	agricolo	3	x			x
08 Moglia sud ovest via Brodolino	ATr08	Residenziale	agricolo	3	x	x	x	x
12 Bondanello campo sportivo	ATr12	Residenziale	agricolo	3	x		x	x
14 Moglia pressi corte Arrigona	ATr14	Residenziale	agricolo	3	x	x	x	x

- **Ic** - Area appartenente alla fascia fluviale C
- **Im** - Area a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura
- **G** - Area con depositi prevalentemente argillosi
- **S** - Area a bassa soggiacenza della falda

Si osserva che tutti i nuovi ambiti sopraelencati hanno caratteristiche molto simili tra loro: sono tutte in classe di fattibilità 3; sono interessate dal rischio di piena catastrofica e presentano bassa soggiacenza della falda. La superficie topografica risulta sub-pianeggiante. Il primo sottosuolo è costituito sempre da depositi alluvionali a litologia prevalentemente limosa, a bassa permeabilità e con caratteristiche geotecniche tali da comportare consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso (tranne l'ambito residenziale ATr02).

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
 Piano di Governo del Territorio Comune di Moglia (MN)	Studio geologico a supporto della Pianificazione Comunale


Tale problematica andrà affrontata in fase di progettazione, sulla base delle norme che saranno precisate nel Piano delle Regole. In questa sede si può anticipare che il dimensionamento delle fondazioni e delle strutture dovrà essere adeguatamente giustificato sulla base di apposite indagini geognostiche.

Quattro ambiti rientrano in aree soggette a rischio idraulico per esondazione del reticolo secondario di pianura. Tale rischio, tuttavia, viste le caratteristiche (modesta altezza del tirante idraulico, limitata velocità della corrente) non impedisce l'edificabilità, come illustrato nel Cap. 5.5.3. A tale proposito nelle Norme tecniche sono state inserite apposite misure di sicurezza, da adottare in fase di progettazione.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale, tutti i nuovi ambiti, come, del resto, l'intero territorio del Comune di Moglia, risulta suscettibile di amplificazione stratigrafica e non può essere escluso che siano presenti caratteri predisponenti alla liquefazione.

In ogni caso, non essendo previsti edifici strategici e rilevanti (cfr. elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), in fase progettuale, non sarà necessario applicare il terzo livello ma sarà sufficiente usare gli spettri di normativa per la categoria di suolo individuata.

Alla luce di quanto sopra descritto, si può pertanto concludere che non sono stati individuati potenziali effetti negativi attesi dall'attuazione del Documento di Piano, per quel che concerne la componente suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	DP.G.1 - Relazione illustrativa	Agosto 2018	1	79 di 79