

# PGT SAN MARTINO DALL'ARGINE



## VARIANTE GENERALE AL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

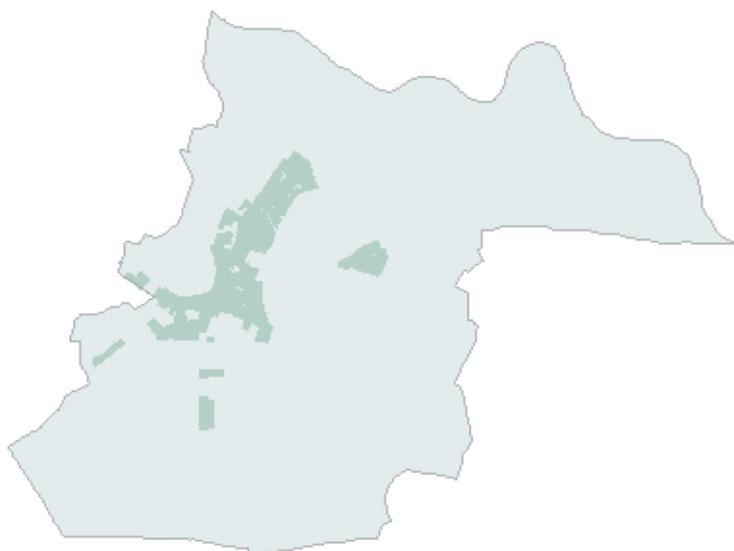
ADOZIONE con Deliberazione di CC n del  
APPROVAZIONE con Deliberazione di CC n del

### R.01 DdP / Documento di Piano

## ASSETTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO

# R.01

### Relazione geologica generale



SINDACO  
Alessio Renoldi

SEGRETARIO COMUNALE  
Avv. Davide Campo

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Geom Francesca Caleffi

REDATTORE DEL PIANO  
Arch Erika Ghitti

VAS  
Ing. Susanna Sturla

COMPONENTE GEOLOGICA/ IDROGEOLOGICA  
Dott. Giorgio La Marca

STUDIO DI GESTIONE RISCHIO IDRAULICO  
Asola studio Srl

**Luglio 2025**

## INDICE

Premessa.....	pag. 2
1 - CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO COMUNALE.....	pag. 5
1.1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO REGIONALE.....	pag. 5
1.1.1 - Inquadramento geografico .....	pag. 5
1.1.2 - Inquadramento geologico regionale.....	pag. 6
1.2 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE .....	pag. 9
2 - METODOLOGIA SEGUITA PER LA REALIZZAZIONE DELLO STUDIO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE.....	pag. 13
2.1 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, LITOLOGICHE, IDROGRAFIA SUPERFICIALE E SISMICITÀ .....	pag. 13
2.1.1 - Caratteristiche geomorfologiche .....	pag. 13
2.1.2 - Caratteristiche litologiche .....	pag. 16
2.1.3 - Idrografia superficiale.....	pag. 19
2.1.4 - Sismicità.....	pag. 21
2.1.4.1 - Notizie di carattere storico .....	pag. 21
2.1.4.2 - Riferimenti normativi.....	pag. 27
2.1.4.3 - Analisi e valutazione degli effetti sismici locali .....	pag. 29
2.2 - CENSIMENTO CAMPIONE DEI POZZI.....	pag. 37
2.3 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROCHIMICHE E DI VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI .....	pag. 38
2.3.1 - Caratteristiche idrogeologiche.....	pag. 38
2.3.1.1 - Sezioni litologiche .....	pag. 38
2.3.1.2 - Deflussi idrici della falda superficiale .....	pag. 39
2.3.1.3 - Regime ed alimentazione degli acquiferi.....	pag. 39
2.3.1.4 - Soggiacenza.....	pag. 40
2.3.1.5 - Caratteristiche idrauliche degli acquiferi .....	pag. 40
2.3.2 - Caratteristiche idrochimiche.....	pag. 41
2.3.3 - Caratteristiche di vulnerabilità degli acquiferi.....	pag. 42
2.4 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI .....	pag. 43
3 - CARTA DI SINTESI.....	pag. 45
4 - CARTA DEI VINCOLI .....	pag. 47
5 - CARTA PAI - PGRA.....	pag. 48
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	pag. 49

ALLEGATO 1: Cava di riserva Pg2 per l'Autostrada Cremona - Mantova (da P.P.C.)

ALLEGATO 2: Monografia di sito bonificato (da Geoportale Regione Lombardia)

ALLEGATO 3: Pozzi a litostratigrafia nota (da Studio Geologico anni 2008/2010)

ALLEGATO 4: Pozzi a litostratigrafia nota (da Geoportale Regione Lombardia)

ALLEGATO 5: Dati analitici storici di pozzi idrici (da Provincia di Mantova)

## **Premessa**

Con Determinazione Ufficio Tecnico n. 18 del 27 febbraio 2023 (N. Generale 43), il Comune di San Martino dall'Argine ha affidato allo scrivente incarico professionale per l'aggiornamento dello Studio Geologico-Tecnico del Piano del Governo del Territorio: detta attività si inquadra nell'ambito dei *"Servizi tecnici per la redazione dei documenti progettuali relativi alla Variante Generale del Piano del Governo del Territorio unitamente alla Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) – Comune di San Martino dall'Argine"*, sotto il coordinamento dell'Arch. Erika Ghitti di Mantova.

La precedente versione dello Studio Geologico a corredo del Piano di Governo del Territorio, redatta secondo i criteri attuativi della D.G.R. n. VIII/7374 del 28 maggio 2008, risale al novembre 2008 (con aggiornamento luglio 2010): essa venne curata dal Dott. Geologo Carlo Caleffi, dello Studio Engeo di Parma, che si ringrazia per la messa a disposizione della relativa documentazione anche su supporto informatico.

La nuova edizione 2025 dello Studio Geologico-Tecnico tiene conto dei numerosi aggiornamenti normativi nel frattempo sopravvenuti, i più significativi dei quali vengono elencati di seguito:

D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 *"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"*;

D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014 *"Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"*;

D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016 *"Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica (Artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)"*;

D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017 *"Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza, 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"*;

D.M. 17 gennaio 2018 *"Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»"*;

Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 *“Disposizioni sull’applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell’invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell’articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 ‘Legge per il governo del territorio’)”*;

D.G.R. n. XI/6314 del 26 aprile 2022 *“Modifiche ai criteri e 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. 2616/2011 e integrati con d.g.r. 6738/2017”*.

La nostra revisione dello Studio Geologico-Tecnico ha tenuto conto anche dei più recenti aggiornamenti relativi ad altri strumenti di pianificazione sovraordinata, quali il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (il PTCP in adeguamento al Piano Territoriale Regionale integrato alla L.R. n. 31/2014 è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 10 del 28 marzo 2022) ed il Piano Provinciale Cave (D.C.R. n. XI/1888 del 25 maggio 2021).

La cartografia di inquadramento (Carta Litologica e Geomorfologica, Carta delle Sezioni Idrogeologiche e dei Pozzi, Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità) ricalca in parte impostazione e contenuti di quella dello Studio Geologico degli anni 2008/2010 del Dott. Carlo Caleffi.

I nuovi elaborati recepiscono inoltre i contenuti del contestuale lavoro curato da Asola Studio, incaricato di redigere lo Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico, nonché il Documento di Polizia Idraulica del Reticolo Idrico Minore.

I contributi originali della presente ricerca sono altresì stati concentrati a livello di studi di dettaglio, segnatamente in un’analisi della pericolosità sismica fondata su specifici rilievi di campagna (n. 3 coppie di prove MASW + HVSR), viceversa circoscritta a considerazioni di carattere bibliografico nello Studio Geologico 2008/2010.

Parimenti, è da considerarsi del tutto inedita la nostra cartografia inerente alla fase di sintesi/valutazione (Carta di Sintesi, Carta dei Vincoli), nonché quella concernente la fase di proposta (Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano) e/o in adempimento a sopraggiunti dettami normativi (Carta PAI - PGRA).

Ancora, l’edizione 2025 dello Studio Geologico-Tecnico ha visto l’implementazione degli Allegati progressi, a seguito di consultazione di strumenti di pianificazione sovraordinata ovvero del Geoportale di Regione Lombardia, che viene periodicamente aggiornato.

La menzionata Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano deriva pertanto dall'incrocio degli elementi illustrati nelle diverse tavole tematiche di inquadramento e di dettaglio, alla luce anche dei fattori antropici e dei vincoli all'uso del territorio.

Si tratta di una rappresentazione cartografica in cui il territorio comunale viene suddiviso in areali omogenei, a ciascuno dei quali risulta associata una delle 4 classi di fattibilità degli interventi previste dalla normativa regionale.

Queste ultime sono così identificate:

Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni;

Classe 2 - Fattibilità con modeste limitazioni;

Classe 3 - Fattibilità con consistenti limitazioni;

Classe 4 - Fattibilità con gravi limitazioni.

La Relazione esplicativa del lavoro è suddivisa in più parti.

La presente ("*Relazione Geologica Generale*"), corredata da Allegati inerenti alle previsioni del Piano Provinciale Cave, a siti sottoposti a bonifica ambientale, ed ai pozzi idrici a litostratigrafia nota, descrive gli aspetti peculiari del territorio comunale nonché della cartografia di inquadramento e di dettaglio.

Una seconda parte è invece specificamente dedicata alla Carta della Fattibilità ed alle prescrizioni ("*Norme Geologiche di Piano*") che da essa derivano.

Ai sensi della L.R. n. 12/05, tali norme vanno recepite negli atti del Piano di Governo del Territorio: il Documento di Piano (Art. 8, comma 1, lettera c) conterrà lo Studio Geologico-Tecnico nel suo complesso; Carta della Pericolosità Sismica Locale, Carta di Sintesi, Carta dei Vincoli, Carta della Fattibilità con relative prescrizioni e Carta PAI - PGRA dovranno costituire anche parte integrante del Piano delle Regole (Art. 10, comma 1, lettera d).

In un terzo fascicolo vengono riportati infine i commenti all'indagine geofisica ("*Relazione Specialistica di Analisi Sismica*") e gli annessi elaborati grafici, base di riferimento per la valutazione degli effetti sismici locali trattati nella corrente "*Relazione Geologica Generale*".

**Altro elemento innovativo e qualificante per il presente lavoro risiede nel fatto che la sua architettura è basata su software GIS - ArcView, interrogabile puntualmente in caso di eventuali incertezze nella lettura delle stampe della cartografia di forma tradizionale, riconducibili alla notevole mole di informazioni rappresentate.**

## **1 - CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO COMUNALE**

### **1.1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO REGIONALE**

#### **1.1.1 - Inquadramento geografico**

Il Comune di San Martino dall'Argine, collocato nel settore occidentale del territorio provinciale (Fig. 1), ha un'estensione di circa 16,94 Km<sup>2</sup>; le coordinate del capoluogo corrispondono a 45°05'48" di latitudine Nord, e 10°32'06" di longitudine Est, rispetto al meridiano di Greenwich.

L'area in oggetto ricade nell'ambito delimitato dalle Sezioni D7e5 "BOZZOLO", E7a5 "MARCARIA", D8e1 "RIVAROLO MANTOVANO" ed E8a1 "GAZZUOLO" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

Si tratta di una regione pianeggiante, i cui punti altimetricamente più elevati sono situati a ridosso del ciglio del terrazzo fluviale su cui si erge l'abitato di San Martino (27÷28 m s.l.m.).

Da tale disamina sono stati esclusi i rilevati artificiali, quali le opere di arginatura dei maggiori corsi d'acqua ed i relativi sovrappassi stradali.

In corrispondenza del livello fondamentale della pianura (cfr. 2.1.1), la pendenza principale, per lo più orientata da Nord-Ovest verso Sud-Est, è caratterizzata da valori dell'ordine dell'1÷3 ‰.

Le zone morfologicamente più depresse si rilevano altresì entro la valle dell'Oglio, nei quadranti settentrionale (20÷21 m s.l.m. nella zona compresa fra C.na Blinzano e località Casale) ed orientale del territorio (18÷19 m s.l.m. presso le Torbiere di Belforte).

L'intorno del capoluogo è punteggiato da insediamenti rurali e case sparse, tuttavia non configurabili come frazioni vere e proprie.

All'estremità Nord del centro abitato, ancorché già in ambito vallivo, si segnalano infine un'importante area artigianale-industriale ed il campo sportivo comunale (21÷23 m s.l.m.).

### **1.1.2 - Inquadramento geologico regionale**

Data la natura applicativa del presente lavoro, le considerazioni di carattere geologico generale sono trattate sinteticamente in questa sede.

La Pianura Padana corrisponde ad una zona sicuramente interessata fin dall'Oligocene da subsidenza, collegata al sollevamento delle catene montuose circostanti.

Nel Pliocene e nel Pleistocene Inferiore doveva avere l'aspetto di un ampio golfo, le cui dimensioni e profondità erano regolate da imponenti fasi ingressive e regressive del mare.

Il passaggio dall'ambiente marino a quello continentale si verificò verosimilmente al termine del Pleistocene Inferiore; movimenti di sollevamento continuarono durante il resto del Pleistocene (probabilmente sono tuttora attivi), influenzando sia sull'erosione dei rilievi che sull'accumulo in zone subsidenti quali l'asse padano.

Nel corso del Pleistocene le variazioni climatiche, direttamente legate al susseguirsi di fasi glaciali ed interglaciali, assunsero primaria importanza nei riguardi della distribuzione e delle caratteristiche dei terreni della pianura.

Nel settore settentrionale della Provincia di Mantova è individuata, immediatamente a valle dell'Unità delle *Colline Moreniche*, l'Unità geologica dell'*Alta Pianura*: questa è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, depositati dagli scaricatori fluvio-glaciali un tempo alimentati dal fronte morenico gardesano.

Più a Sud, in corrispondenza dell'area oggetto di studio, a tali depositi succedono materiali più fini (sabbie, limi ed argille), accumulati dai corsi d'acqua della *Media Pianura*.

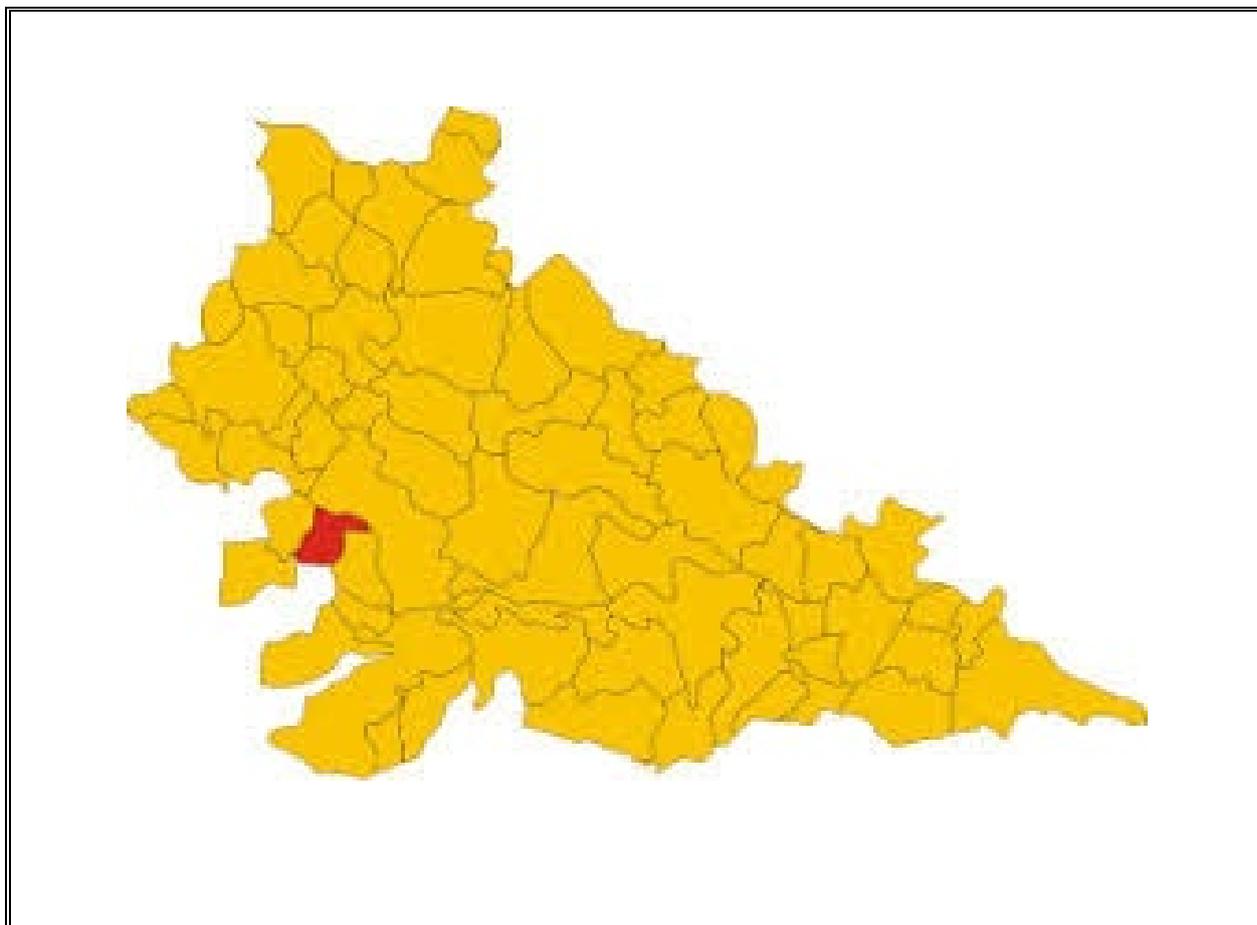
Secondo dati litostratigrafici di letteratura, nella zona circostante San Martino dall'Argine la coltre alluvionale raggiunge uno spessore di oltre 350 m ed è formata prevalentemente da massicce bancate sabbiose con intercalazioni di strati argilloso-torbosi anche di notevole potenza.

In ambito provinciale, la generalizzata diminuzione della granulometria dei terreni cui si assiste procedendo da monte verso valle, è la diretta conseguenza della progressiva riduzione della capacità di trasporto alla quale erano soggetti i suddetti scaricatori mano a mano che si allontanavano dal ghiacciaio sorgente.

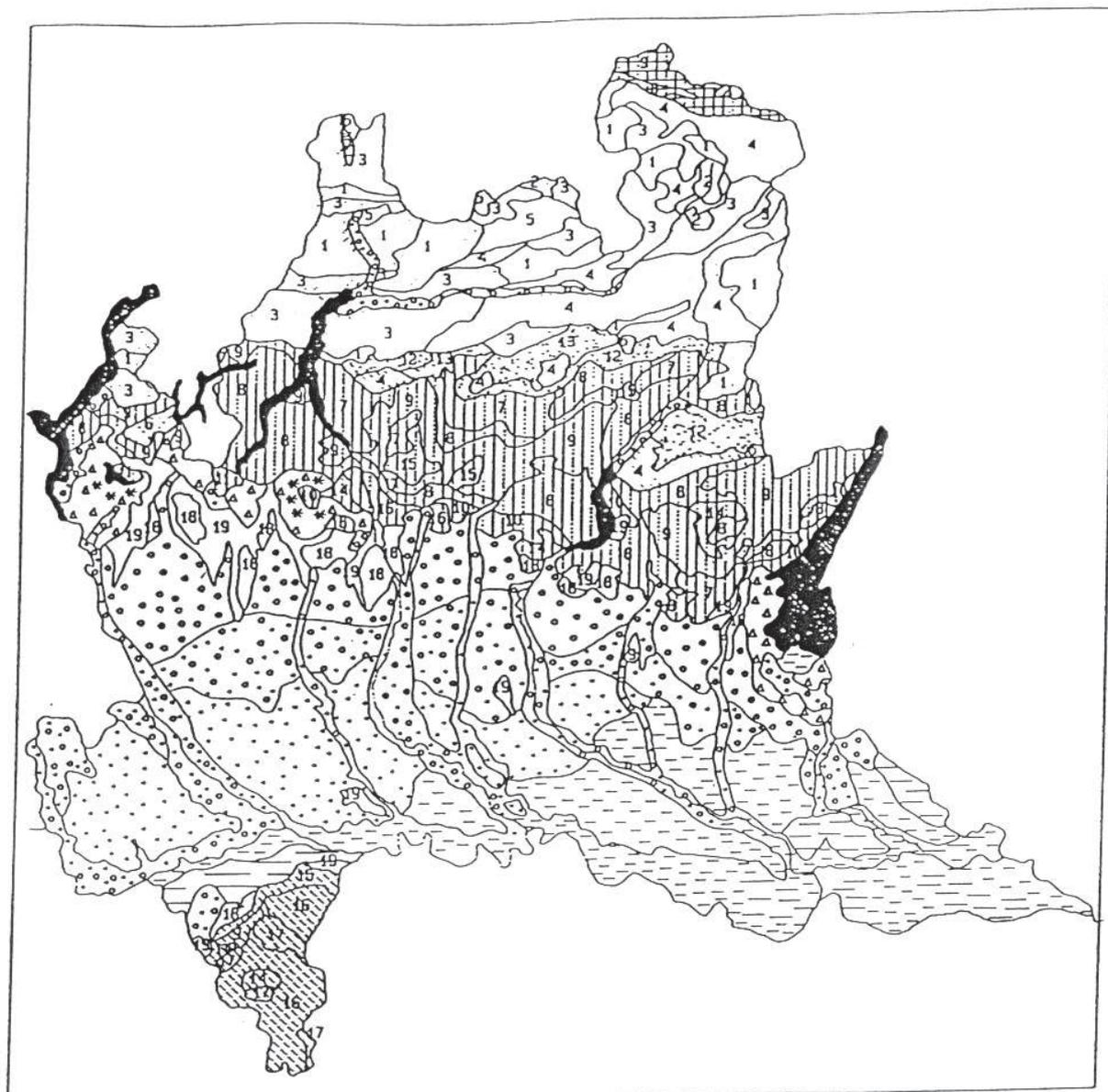
In questo ambito si ebbero fasi di impaludamento, particolarmente estese nei periodi interglaciali, e la formazione di un reticolo idrografico articolato e complesso che si è evoluto sino a costituire l'attuale sistema fluviale Chiese-Oglio.

Pochi chilometri a Sud di San Martino dall'Argine si entra altresì nell'area di influenza del Fiume Po, contraddistinta da sedimenti prevalentemente argilloso-limosi ed identificata come *Bassa Pianura*.

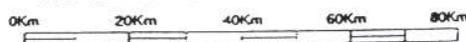
La Fig. 2 illustra lo schema geologico ora descritto.



**Fig. 1:** Inquadramento geografico del Comune di San Martino dall'Argine



SCALA ORIGINALE 1/1.000.000



LEGENDA	Alluvioni vallive	Alpi settentrionali
	Alluvioni livello fondamentale della Pianura	Rocce sedimentarie carbonatiche
	Depositi fluvioglaciali	Rocce metamorfiche
	Appennino	Rocce plutoniche e vulcaniche
	Rocce sedimentarie carbonatico-terrine	
	Alpi meridionali	
	Rocce sedimentarie carbonatiche	Depositi glaciali
	Rocce sedimentarie clastiche	Torbe e argille
	Rocce metamorfiche	Sabbie
		Limi e sabbie
		Ghiaie
		Argille e limi

Fig. 2: Inquadramento geologico regionale

## **1.2 - CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE**

Le caratteristiche meteorologiche del territorio oggetto di indagine sono quelle tipiche di tutta l'area padana. Il clima è di tipo continentale:

- gli inverni sono rigidi ( $T_{\text{media}}$  gennaio compresa fra 0 °C e 2 °C) e le estati calde ( $T_{\text{media}}$  luglio > 22 °C). L'escursione termica è piuttosto elevata, superiore ai 18 °C; la  $T_{\text{media}}$  annua ha valori compresi tra 12 °C e 13 °C (Fig. 3).

- la piovosità media annua è dell'ordine di 650 mm (Fig. 4), con precipitazioni più frequenti in primavera e autunno; i mesi più piovosi sono aprile e maggio, mentre il meno piovoso è febbraio. Nell'arco dell'anno si riscontrano circa 45 giorni contraddistinti da temporali, maggiormente frequenti in estate;

- l'umidità relativa presenta valori prossimi all'85% in gennaio e di circa il 55% in luglio; nella stagione invernale l'abbassamento della temperatura rende facilmente saturo l'aria determinando la formazione di nebbie persistenti. I giorni di nebbia autunnali e invernali assommano a circa 50.

Il rapporto fra l'andamento medio annuo delle temperature e delle precipitazioni viene inoltre esemplificato nei diagrammi riportati a seguire, reperiti in rete (Fig. 5, Fig. 6).

La tendenza rilevata negli ultimi anni è quella di un'estremizzazione dei fenomeni, sia per quanto riguarda i periodi piovosi, poco estesi nel tempo e molto intensi, sia in relazione ai prolungati picchi estivi delle temperature, coniugati ad estese fasi siccitose.

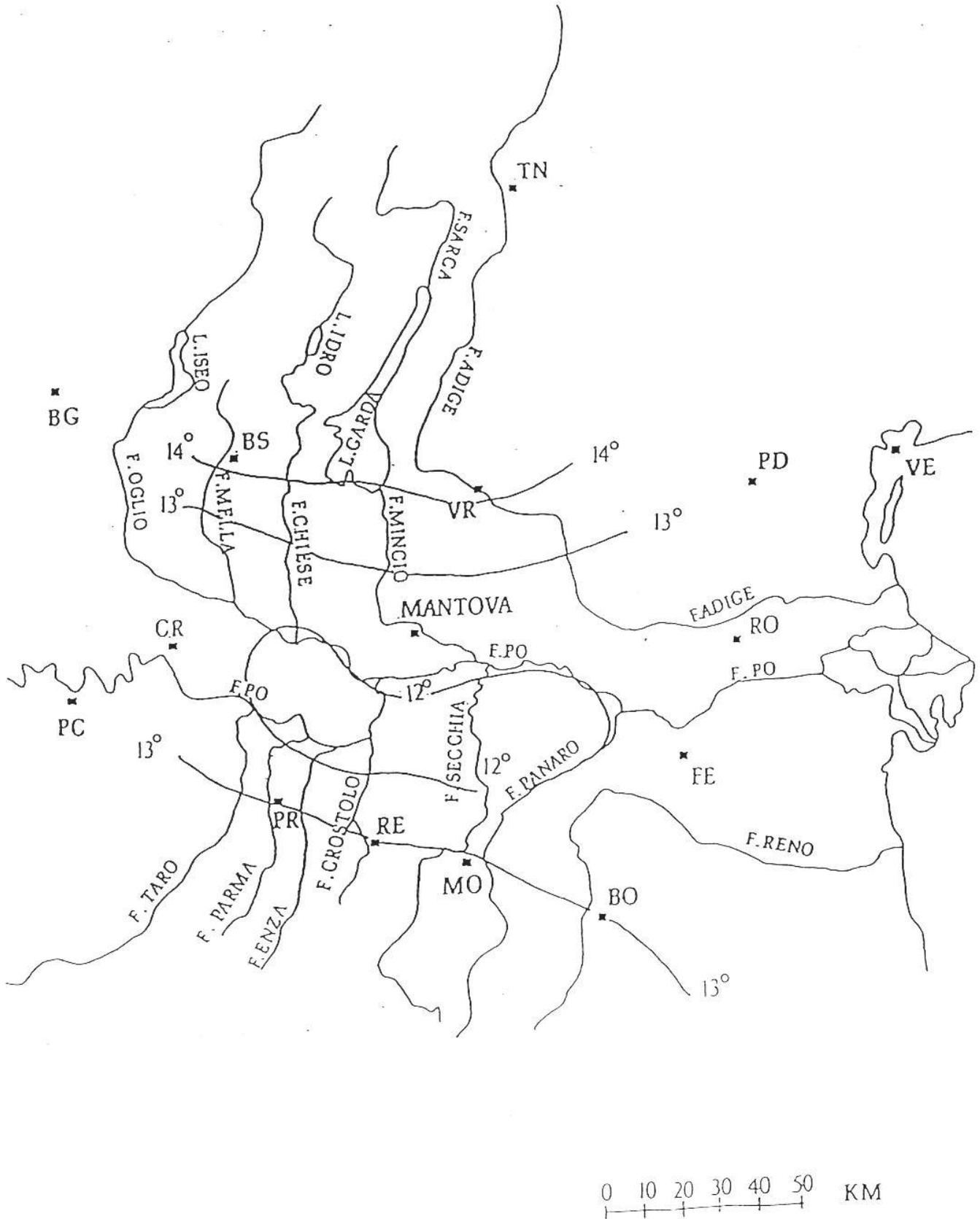


Fig. 3: Isotherme annue

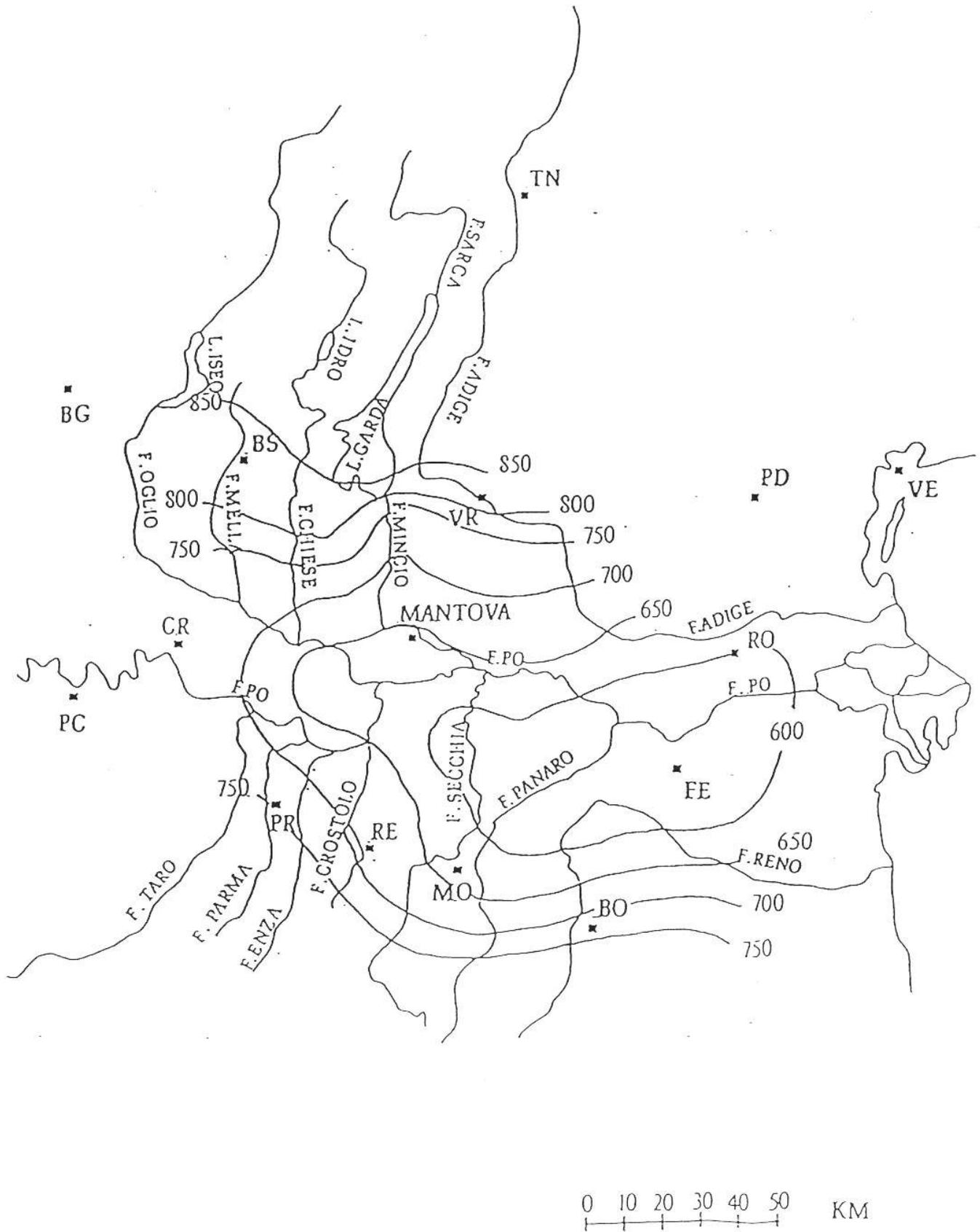


Fig. 4: Isoiete annue

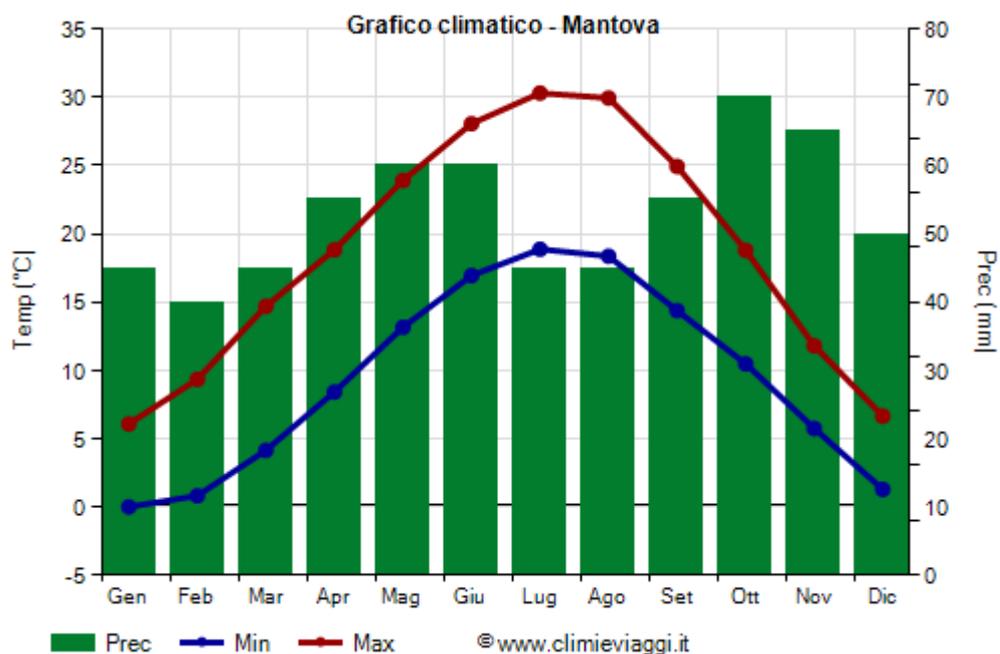


Fig. 5: Andamento di precipitazioni, temperature massime e temperature minime nell'anno

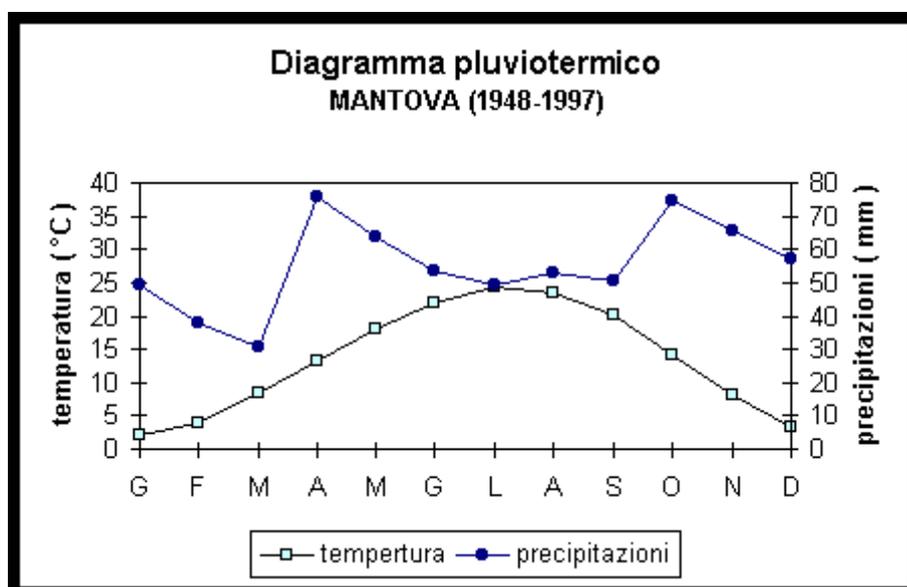


Fig. 6: Diagramma termo-pluviometrico per la stazione di Mantova (periodo 1948-1997)

## **2 - METODOLOGIA SEGUITA PER LA REALIZZAZIONE DELLO STUDIO E DESCRIZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE**

### **2.1 - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, LITOLOGICHE, IDROGRAFIA SUPERFICIALE E SISMICITÀ**

#### **2.1.1 - Caratteristiche geomorfologiche**

La zona oggetto di studio si trova nel settore occidentale della *Media Pianura* mantovana, complesso di terreni medio-fini che raccorda l'*Alta Pianura* ghiaiosa alla sponda sinistra del Po.

Vi si distinguono due unità geomorfologiche principali, rispettivamente costituite dalla valle dell'Oglio (Olocene) e dal preesistente livello fondamentale della pianura fluvioglaciale (Pleistocene Superiore).

Di quest'ultimo fa parte il centro abitato di San Martino dall'Argine: collocato ad una quota di 27÷28 m s.l.m., esso è rilevato di 4÷5 m rispetto alla prospiciente area valliva, alla quale si raccorda mediante una scarpata di erosione fluviale.

Posta in destra idrografica rispetto al suddetto fiume e talora distinguibile in più ordini altimetrici, tale scarpata è riconoscibile per un lungo tratto: oltre a San Martino, sulla sommità del terrazzo morfologico sorgono numerosi altri nuclei urbani, quali Bozzolo, Belforte e Gazzuolo.

Il corso dell'Oglio è meandriforme e risulta pensile rispetto ai terreni di valle, con quote golenali dell'ordine di 24÷25 m s.l.m.: sono visibili tracce di episodi di taglio di meandro con conseguente rettifica d'alveo oppure di migrazione delle anse secondo la direzione di flusso delle acque.

L'ampia valle compresa fra San Martino e l'attuale letto del fiume, è inoltre contrassegnata da frequenti paleoalvei, ondulazioni ed orli di scarpata, che rappresentano strutture tipiche della piana alluvionale in corrispondenza della quale il corso d'acqua era un tempo libero di divagare.

Oggigiorno, l'antropizzazione del territorio ha portato alla realizzazione di imponenti opere di difesa arginali che impediscono tali esondazioni.

Anche sul terrazzo fluvioglaciale pleistocenico si riconoscono taluni elementi dell'antica idrografia: il più significativo di questi è senza dubbio un paleoalveo con percorso Nord-Est/Sud-Ovest (vi è impostato l'attuale Scolo Gambina), costituito dall'unione di due rami provenienti da Bozzolo e San Martino.

Esso si prolunga sino ad incidere la scarpata morfologica di collegamento fra il livello fondamentale della pianura e la più recente piana alluvionale del Fiume Po (Olocene).

Detta scarpata (situata al di fuori dell'area di rappresentazione cartografica), pur di modesta entità (altezza 1÷2 m), è rilevabile per svariati chilometri secondo l'allineamento Rivarolo Mantovano, Cividale Mantovano, Spineda, Commessaggio e Bocca Chiavica.

Oltre che dai citati Fiumi Oglio e Po, l'idrografia superficiale è contraddistinta da numerosi canali irrigui, naturali ed artificiali, i più importanti dei quali sono il Dugale Delmona, il Canale Acque Alte e lo Scolo Cavata-Loiolo.

Il territorio circostante San Martino denota una vocazione prevalentemente agricola con caratteristiche tipicamente padane.

Le colture sono costituite quasi esclusivamente da seminativi (grano, orzo, mais, soia) e da foraggere (trifoglio, loietto), mentre la vegetazione spontanea è in buona parte scomparsa, ridotta a rari filari isolati di piante ed alle erbe che crescono lungo i fossi e sulle poche superfici non soggette a coltivazione; sono invece frequenti i pioppeti, soprattutto in prossimità del Fiume Oglio, ove è anche possibile osservare piccoli specchi d'acqua d'origine naturale (bugni o fontanazzi).

Nell'ambito studiato, tale corso d'acqua e la zona perifluviale rappresentano gli elementi di maggiore valenza dal punto di vista naturalistico e paesaggistico; per la loro tutela è stato istituito il Parco Regionale Oglio Sud, il cui Ente gestore ha sede in Calvatone (Provincia di Cremona).

Il contesto "Torbiere di Marcaria" (codice SIC IT20B0005, codice ZPS IT20B0401), di poco esterno al territorio investigato, è anche classificato come area a spiccata connotazione geologica (geosito) dall'Allegato 14 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011.

Di notevole pregio sono pure le "Torbiere di Belforte", le cui propaggini più occidentali coinvolgono il Comune di San Martino dall'Argine, ove ha sede l'Oasi ecologica Margonare, parzialmente coincidente con antiche cave di torba.

Storicamente, la zona sopra scarpata, in coincidenza di dossi morfologici del livello fondamentale della pianura, è stata altresì sottoposta ad alcuni interventi di attività estrattiva di inerti sabbiosi, con contemporanea sistemazione dei terreni agricoli (c.d. bonifiche agrarie).

In tale contesto, il cantiere arealmente più esteso è stato quello di Fondo Lamette, al confine occidentale del territorio comunale.

Quest'ultimo è oggi ricompreso all'interno del vasto comparto designato come potenziale Cava di riserva Pg2 per l'Autostrada Cremona - Mantova, cartografato nell'ambito del vigente Piano Provinciale Cave (D.C. Regione Lombardia n. XI/1888 del 25 maggio 2021).

La Cava di riserva Pg2 attiene al settore merceologico sabbia e ghiaia, ed ha caratteristiche di scavo a fossa sotto falda: la sua attuazione è al momento teorica, essendo evidentemente subordinata a finanziamenti tali da dare effettivo corso al progetto autostradale, tuttora in discussione a livello politico-amministrativo.

Lo stralcio del Piano Provinciale Cave inerente alla descritta Cava Pg2 viene riportato al termine della presente relazione (Allegato 1).

Attualmente, i principali assi viari in territorio di San Martino dall'Argine, che comunque non verrebbe direttamente attraversato dal tracciato autostradale, sono: la S.P. n. 78 "Ex Padana Inferiore", che lo pone in collegamento ad Ovest con Bozzolo e, mediante il ponte sul Fiume Oglio, con Marcaria a Nord; la S.P. n. 58 per Belforte e Gazzuolo ad Est; la S.P. n. 62 per Spineda (CR) a Sud.

A Nord-Ovest dell'ambito considerato sussiste infine la linea ferroviaria Mantova - Cremona - Milano, della quale è ora in atto il potenziamento a doppio binario di percorrenza.

Da ultimo, in territorio comunale si segnala, in fregio a Strada Bassa di Gazzuolo, la presenza di un sito bonificato (tipologia aree industriali dismesse, ex Ditta Metalrecuperi), oggi sede di altra attività produttiva (Allegato 2).

Gli elementi geomorfologici descritti nel presente paragrafo sono riportati in Tavola E.01 (scala 1:10.000).

### **2.1.2 - Caratteristiche litologiche**

I dati riguardanti la litologia di superficie del territorio comunale di San Martino dall'Argine sono stati in prima istanza ripresi da *AMM. PROV. DI MANTOVA (1998 a)*, studio geologico a supporto del Piano Regionale di Risanamento delle Acque.

Nell'ambito di tale studio è stata realizzata una campagna di rilevamento delle caratteristiche litologiche dei Comuni del settore occidentale del territorio provinciale.

Le osservazioni sono state effettuate tramite sonda a mano, con prelievo di campioni di terreno sottostanti allo strato pedogenizzato; i sondaggi hanno approssimativamente insistito su una maglia di 400-500 m di lato.

I campioni raccolti sono stati classificati direttamente in situ mediante taglio con filo d'acciaio, avente diametro pari a 0,2 mm e fissato ad un archetto metallico, secondo la metodologia suggerita da *GASPERI G. & GELMINI R. (1976)*; le superfici di taglio dei campioni presentano infatti increspature diverse in relazione alla loro granulometria.

Lo studio geologico a corredo dello strumento urbanistico del Comune di San Martino dall'Argine ha consentito di effettuare una verifica puntuale delle risultanze delle precedenti indagini.

Il territorio è caratterizzato da alluvioni pleistoceniche ed oloceniche, la cui genesi è in prevalenza riconducibile all'attività degli scaricatori fluvioglaciali alimentati dal ghiacciaio gardesano, il cui ultimo fronte si attestava in corrispondenza delle attuali Colline Moreniche dell'Alto Mantovano.

I suddetti scaricatori hanno contribuito alla costruzione di un sistema di depositi preferenzialmente allineati secondo le direzioni Nord-Sud e Nord/Nord/Ovest-Sud/Sud/Est.

In dettaglio, l'area è caratterizzata da terreni continentali sabbiosi, limosi e cretosi, che dal punto di vista stratigrafico sono ricompresi in un intervallo di tempo che va dall'Interglaciale Mindel-Riss al Postglaciale Würm.

In Tavola E.01 è riportata una carta esemplificativa delle caratteristiche geolitologiche del territorio circostante San Martino dall'Argine, per la cui elaborazione si è tenuto conto anche delle informazioni contenute nella Carta Geologica delle Tre Venezie di *COZZAGLIO A. (1933, 1934)*.

Malgrado risalga ormai a oltre 90 anni fa, la pubblicazione del *COZZAGLIO* offre tra l'altro importanti indicazioni relativamente alla costituzione dei terreni delle aree urbane, oggi in gran parte edificate e dunque inaccessibili.

Si descrivono di seguito le unità litologiche rappresentate in Tavola E.01; per le annotazioni di carattere pedologico si rimanda a *E.R.S.A.L. & AMM. PROV. DI MANTOVA (2000)*:

- ***Depositi prevalentemente sabbiosi***: costituiscono ampie plaghe all'interno della fascia terrazzata del Fiume Oglio.

Si tratta di sabbie medio-fini siliceo-calcaree, spesso ferrettizzate, accompagnate da una frazione limosa e in misura minore anche da una frazione argillosa.

Aree a dominante sabbiosa, ancorché superficialmente frammista a significative percentuali limose, si ritrovano anche sul livello fondamentale della pianura fluvioglaciale, specie in corrispondenza di ondulazioni morfologiche riconducibili a relitti dossi fluviali.

- ***Depositi prevalentemente limosi***: questi litotipi, unitamente ai depositi prevalentemente sabbiosi, contraddistinguono tanto il livello fondamentale della pianura che la piana fluviale dell'Oglio.

Essi caratterizzano di preferenza le zone poste a lato dei corsi d'acqua attuali ed estinti ove, in relazione alle ridotte capacità di trasporto, venivano depositati solo gli elementi più fini, a lenta velocità di sedimentazione.

Si tratta di limi argilloso-sabbiosi, tenaci, con frequenti concrezioni calcaree (*bambole*) che, laddove più numerose, si agglomerano dando luogo ad un vero e proprio orizzonte molto compatto comunemente denominato *castracan*.

- ***Depositi prevalentemente torbosi***: sono tipici di alcune aree poste al piede della scarpata che borda la valle fluviale, zone distanti dal filone principale della corrente e soggette al ristagno delle acque in seguito a onde di piena, ricorrenti quando l'alveo dell'Oglio non era arginato. Le torbiere principali si trovano presso Belforte e Gazzuolo; depositi torbosi si rinvencono, pur se in minor misura, anche nei terreni vallivi più prossimi a San Martino dall'Argine.

Al di sotto delle torbe, contenenti residui vegetali frammisti a frazioni variabili di limo e argilla, si rilevano solitamente orizzonti sabbiosi incoerenti, con presenza permanente della falda idrica.

Nel tempo, la loro estensione è andata parzialmente riducendosi a causa dell'intervento antropico, volto all'estrazione della torba e alla contestuale riconversione dei terreni all'uso agricolo.

La sensibilità sulle tematiche ambientali maturata negli ultimi decenni, ha viceversa portato ora alla tutela di tali luoghi, assai pregevoli dal punto di vista naturalistico e paesaggistico, valorizzandoli anche in termini ricreativi e turistici.

### **2.1.3 - Idrografia superficiale**

L'ambito studiato ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Oglio, segnatamente del sotto-bacino dell'Oglio inferiore.

Come riportato in Premessa, gli elaborati attinenti alla componente geologica recepiscono i contenuti del contestuale lavoro curato da Asola Studio, incaricato di redigere lo Studio comunale di Gestione del Rischio Idraulico, nonché il Documento di Polizia Idraulica del Reticolo Idrico Minore.

Il reticolo idrico superficiale presentato in questa sede (cfr. Tavole E.01, E.03, E.04, E.05 ed E.07) è pertanto coerente con tale analisi, cui si rimanda per ulteriori dettagli e della quale il Comune di San Martino dall'Argine si fa proponente.

In destra idrografica, annotazione particolare va fatta per lo Scolo Loiolo e per il Canale Acque Alte, così come il Fiume Oglio vincolati ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 e successive modifiche ed integrazioni (ex L. n. 431 dell'8 agosto 1985 o L. Galasso).

La competenza dei corsi d'acqua del territorio afferisce per gran parte al Consorzio di Bonifica Navarolo, il quale ha in gestione anche taluni tratti di soggetti privati.

All'interno del quadro delineato, si distinguono il Fiume Oglio (Regione Lombardia), il Canale Acque Alte (Consorzio di Bonifica Oglio Mella), ed alcuni circoscritti settori di pertinenza del Comune di San Martino dall'Argine.

Il sistema Chiese - Oglio ed il territorio ad esso circostante rientrano inoltre nella perimetrazione delle fasce A, B e C, definite dall'Autorità di Bacino nel contesto del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (PAI, 2001).

In relazione a tale suddivisione, si rammenta il significato attribuito a ciascuna tipologia di fascia fluviale:

- 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, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;

- Fascia B – Fascia di esondazione, esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento);
- Fascia C – Area di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento.

Per tali aree si richiamano i disposti di cui alle N.d.A. del PAI, ivi compresa la recente Deliberazione n. 6 del 20 dicembre 2021 dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, concernente il *Progetto di variante alle Norme di attuazione del PAI (articoli 1 e 18)* (cfr. anche “*Norme Geologiche di Piano*”).

Nel caso di San Martino dall’Argine, il margine esterno delle fasce A e B è peraltro coincidente e risulta costantemente all’esterno del centro edificato.

Il presente lavoro ha tenuto conto anche delle indicazioni contenute nel Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA) di cui alla D.G.R. n. X/6738 del 19 giugno 2017, aggiornato con revisione dell’anno 2020: in territorio comunale di San Martino dall’Argine non risultano individuate aree esondabili, correlate al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) – Reticolo consortile, caratterizzate da pericolosità elevata (H) e rischio elevato (R3), ovvero da pericolosità media (M) e rischio moderato (R1).

Aree con tali caratteristiche sono viceversa documentate oltre Oglio, in territorio comunale di Marcaria.

Infine, sempre in relazione al Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA), la cartografia del presente Studio Geologico-Tecnico (cfr. Tavola E.07) delinea le aree allagabili afferenti al Reticolo Principale (RP), distinte secondo gli scenari di pericolosità elevata (H), media (M) e bassa (L): ad esclusione di alcuni tratti con scenario di pericolosità bassa (L), esse ricalcano le sopra descritte Fasce PAI.

## **2.1.4 - Sismicità**

### **2.1.4.1 - Notizie di carattere storico**

Dalla letteratura specifica risulta che nel territorio di San Martino dall'Argine il rischio sismico è relativamente basso sotto tutti gli aspetti per i quali deve essere considerato e cioè:

- la sismicità locale;
- la distanza dai centri sismici (aree sorgenti) dei terremoti più significativi;
- la frequenza dei fenomeni;
- la quantità di energia liberata.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15) mette a disposizione dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  o magnitudo  $\geq 4,0$  d'interesse per l'Italia, nella finestra temporale 1000-2014 [ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P. (eds) (2016)].

Il Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) fornisce altresì un set omogeneo di intensità macrosismiche, provenienti da diverse fonti, relativo ai terremoti con intensità massima  $\geq 5$  e d'interesse per l'Italia, sempre nella finestra temporale 1000-2014 [LOCATI M., CAMASSI R., ROVIDA A., ERCOLANI E., BERNARDINI F., CASTELLI V., CARACCILOLO C.H., TERTULLIANI A., ROSSI A., AZZARO R., D'AMICO S., CONTE S., ROCCHETTI E. (2016)].

Uno studio nell'ambito del Programma Provinciale di previsione e prevenzione di protezione civile [AMM. PROV. DI MANTOVA (2001-2009)], ha analizzato in dettaglio la pericolosità sismica del territorio provinciale; da esso si evince, mettendo a confronto i diversi approcci metodologici utilizzati per la stima del rischio, che il livello di danno atteso, nella più pessimistica delle situazioni, è al massimo pari al grado VII MCS, che indica l'area mantovana come una zona a pericolosità sismica bassa.

Ripresa da detto studio, in Fig. 7 è riprodotta la Carta del rischio sismico per la Provincia di Mantova.

La zona in esame ricade nel settore di raccordo tra il bordo Nord-occidentale delle Pieghere Ferraresi, prolungamento delle strutture appenniniche nell'antistante area di pianura, e la Omoclinale Pedevalpina, la quale costituisce la continuazione sepolta del margine alpino.

Nella zona di Piadena, circa 15 Km a Nord-Ovest di San Martino dall'Argine, risulta inoltre individuata una struttura sepolta, interessante per la ricerca petrolifera, costituita da un thrust, riportato nel Piano provinciale del rischio sismico di Cremona.



La Carta sismica d'Italia del Comitato Nazionale Energia Nucleare - Gruppo Attività Minerarie [C.N.E.N. (1976)], che evidenzia le aree esposte agli effetti dei terremoti di alta e massima intensità (VI-XI grado della scala Mercalli, non ne sono contemplati del XII) nel periodo 1893-1965, non include Mantova.

Nell'ambito del Progetto Finalizzato Geodinamica del C.N.R. [BARALDI F. *et alii* (1980), BERNINI M. *et alii* (1980), PIERI M. & GROPPI G. (1981)], col quale è stata proposta una riclassificazione del territorio nazionale in zone sismiche, l'area di Mantova si trova al di fuori di ogni elenco e di ogni delimitazione di zone a rischio.

Anche secondo ENEL (1984), in Lombardia e nelle regioni confinanti con la Provincia di Mantova gli epicentri dei terremoti significativi di cui si ha notizia non sono numerosi: i corrispondenti volumi focali non sono in genere particolarmente elevati.

In SLEJKO D. *et alii* (1989), infine, viene pubblicata una tabella riassuntiva degli eventi sismici di intensità uguale o superiore all'VIII grado della scala Mercalli, al quale corrispondono "rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata", registrati nel settore delle Alpi Orientali durante il periodo storico 238-1984; da essa si rileva che nessun terremoto riguarda Mantova, mentre ne sono evidenziati diversi nelle aree di Cremona, Brescia, Lago di Garda, Verona e Monte Baldo.

Altre fonti riportano di due terremoti verificatisi in epoca storica recente nel mantovano (1693) e nella zona di Sanguinetto (Provincia di Verona, 1841).

In anni più vicini a noi si ricordano un sisma con epicentro nel parmense (1983) e un secondo evento tellurico nell'area di Reggio Emilia (autunno 1996) che si è protratto con scosse rilevabili a livello strumentale per alcuni mesi: entrambi questi fenomeni, del VI-VII grado della scala Mercalli, sono stati avvertiti a Mantova senza tuttavia determinare danni a persone o cose.

Nessuna conseguenza rilevante ha causato nel mantovano anche il sisma di Salò (Provincia di Brescia), verificatosi nel novembre 2004, per il quale è stata stimata una magnitudo pari a 5,2 gradi (terremoto intermedio) della scala Richter.

Il 23 dicembre 2008 è avvenuto un terremoto di magnitudo (MI) 5,1, con ipocentro localizzato ad una profondità di circa 26 Km, tra le Province di Parma e Reggio Emilia e precisamente tra i Comuni di Canossa e Neviano degli Arduini: in seguito all'evento principale delle ore 16:24, è iniziata una sequenza di circa 70 repliche.

Gli eventi descritti sono stati avvertiti dalla popolazione in un'area molto vasta comprendente tutta l'Italia settentrionale, Toscana, Liguria e soprattutto Emilia-Romagna, Veneto e Lombardia. Il rilievo diretto degli effetti macrosismici ha documentato diverse situazioni di danneggiamento sporadico, in particolare riferite a edilizia monumentale, prevalentemente nella zona prossima all'epicentro: nel territorio mantovano si segnalano danneggiamenti nel Comune di Quingentole, tuttavia riferibili a situazioni di degrado preesistente.

Nell'anno 2012, gli eventi avvenuti nei giorni 25 e 27 gennaio hanno avuto rispettivamente magnitudo 4,9 e 5,4 gradi della scala Richter.

Nel primo caso l'ipocentro è stato individuato in Provincia di Reggio nell'Emilia, fra i Comuni di Brescello, Poviglio e Castelnovo di Sotto, ad una profondità di 33,2 Km; il sisma è stato nitidamente avvertito a Mantova, senza tuttavia arrecare danni a persone o cose, e più in generale in tutto il Nord Italia.

Il secondo evento si è verificato invece in Provincia di Parma, tra i Comuni di Corniglio, Berceto, Monchio delle Corti e Palanzano, con ipocentro alla profondità di 60,8 Km; anche in questa occasione non sono stati segnalati danni significativi all'interno del territorio comunale di Mantova, a fronte di danneggiamenti peraltro limitati (caduta di alcuni cornicioni) avutisi in Comuni virgiliani posti a confine con la regione Emilia-Romagna.

Ben altri riflessi sul territorio mantovano hanno avuto invece gli eventi del maggio 2012, percepiti anche a San Martino dall'Argine e connessi all'attività tettonica delle Pieghe Ferraresi citate nelle pagine precedenti.

Il giorno 20 maggio la scossa ha avuto magnitudo 5,9 gradi della scala Richter ed ipocentro alla profondità di 6,3 Km, con Finale Emilia (Provincia di Modena) e S. Agostino (Provincia di Ferrara) come centri abitati più colpiti: si sono avuti vittime, feriti e popolazione sfollata; in Provincia di Mantova si sono contati danni specialmente a edifici monumentali e chiese, in particolar modo a Moglia, mentre presso il capoluogo cittadino qualche segno tutto sommato limitato è stato lasciato in ambienti di Palazzo Ducale.

Gli effetti più disastrosi per il Basso Mantovano si sono avuti il successivo 29 maggio, allorché un'onda sismica di magnitudo 5,8 gradi della scala Richter ed ipocentro alla profondità di 10,2 Km ha coinvolto il distretto di Mirandola (Provincia di Modena); alla prima scossa sono seguite numerose repliche (la principale il 3 giugno con epicentro a Novi di Modena), fortissime nelle ore immediatamente successive e poi via via decrescenti per intensità e frequenza, sebbene il fenomeno si sia protratto quanto meno sino all'anno successivo.

Anche in occasione del terremoto del giorno 29 maggio si sono avuti feriti e vittime, mentre nel territorio della Provincia di Mantova fortunatamente si sono verificati esclusivamente danni di tipo materiale. Questi ultimi hanno riguardato soprattutto l'edilizia monumentale, fra le altre le chiese di Moglia, Quistello, Schivenoglia e Quingentole, ma anche parte dei moderni fabbricati ad uso produttivo e residenziale, con conseguente evacuazione degli abitanti che si è poi protratta per alcuni mesi. In città a Mantova le scosse hanno causato danni quasi esclusivamente al patrimonio artistico e monumentale: sono state segnalate vistose crepe a Palazzo Ducale, sia a Corte Nuova che a Corte Vecchia, che di fatto hanno isolato la preziosa Camera degli Sposi del Mantegna, rimasta a lungo inagibile; è inoltre caduta la parte superiore del campanile della Basilica Palatina di S. Barbara, annesso alla reggia gonzaghesca e restaurato a fine 2015, mentre danni minori si sono avuti a Palazzo Te ed al Palazzo della Ragione.

Svincolato dai descritti avvenimenti, si segnala l'evento tellurico del 3 ottobre 2012, con epicentro nell'Appennino Piacentino, ove è stata registrata una scossa di magnitudo pari a 4,5 gradi della scala Richter, generatasi ad una profondità di oltre 30 Km e che pertanto non è risultata tale da causare danni a persone o cose, sebbene sia stata distintamente avvertita dalla popolazione.

Nel corso del 2013 sono stati registrati due eventi sismici di entità significativa a cavallo tra le Regioni Toscana, Liguria ed Emilia-Romagna: il primo, verificatosi in Garfagnana in data 25 gennaio, ha avuto magnitudo 4,8 gradi della scala Richter ed ipocentro localizzato alla profondità di 10 Km; il secondo, avvenuto in Lunigiana in data 21 giugno, è risultato di magnitudo pari a 5,2 gradi della scala Richter e profondità di 5 Km. In entrambi i casi non si sono avute conseguenze rilevanti per la Provincia di Mantova.

In data 4 luglio 2016 è stato registrato un nuovo sisma nel Basso Mantovano, avente magnitudo 3,5 gradi della scala Richter ed ipocentro alla profondità di 5 Km: le località più prossime alla scossa di terremoto, esenti da segnalazioni di danni a persone o cose, sono risultate quelle di Magnacavallo, Poggio Rusco, Sermide, Villa Poma, San Giovanni del Dosso e Carbonara di Po.

Il giorno 4 giugno 2017 è stato rilevato un terremoto di magnitudo 3,6 gradi della scala Richter, epicentro nel bacino del Lago di Garda ed ipocentro alla profondità di 10 Km: il centro abitato più vicino è risultato quello di San Zeno di Montagna (Provincia di Verona).

Tre scosse di terremoto sono state avvertite nel Mantovano in data 29 dicembre 2020. Particolarmente intensa soprattutto la terza, di magnitudo 4,4 gradi della scala Richter, con epicentro a Salizzole (Provincia di Verona). Secondo le rilevazioni il terremoto si è verificato a 10 Km di profondità.

Da ultimo, in data 9 febbraio 2022 si è avuta una doppia scossa di terremoto di magnitudo 4,3 gradi della scala Richter, con epicentro nel Reggiano, che non ha causato danni a cose o persone. Essa è stata avvertita anche nel Basso Mantovano.

#### **2.1.4.2 - Riferimenti normativi**

Come visto precedentemente, il territorio provinciale è stato per lungo tempo, in parte erroneamente, considerato quasi immune dagli eventi sismici: prova ne sia il D.M. LL.PP. del 5 marzo 1984, secondo il quale nessun Comune mantovano venne classificato a rischio.

Viceversa, l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e la D.G.R. n. VII/14964 del 7 novembre 2003 hanno classificato il Comune di San Martino dall'Argine quale zona di tipo 4, ovvero a "bassa sismicità".

Successivamente, con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, è stata presentata una nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale, recepita dalla Regione Lombardia con la D.G.R. n. X/2129 dell'11 luglio 2014.

La nuova classificazione sismica del territorio regionale sancisce il passaggio del Comune di San Martino dall'Argine da zona 4 a zona 3, con conseguente obbligatorietà di progettazione antisismica per quasi tutte le tipologie di strutture.

Il quadro normativo è stato successivamente integrato con la pubblicazione della D.G.R. n. X/5001 del 30 marzo 2016 "*Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica (Artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della L.R. 33/2015)*": l'efficacia del provvedimento ha avuto decorso dalla data di entrata in vigore della nuova zonizzazione sismica di cui alla D.G.R. n. X/2129/2014, ovvero dal 10 aprile 2016.

Ai fini sismici, la D.G.R. n. XI/4317 del 15 febbraio 2021 ha inoltre definito un elenco di interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità.

A livello progettuale del singolo intervento va preso a riferimento il D.M. 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»*", entrato definitivamente in vigore in data 22 marzo 2018: con esso si riafferma, al punto 3.2, che la determinazione delle azioni sismiche deve essere effettuata sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al previgente D.M. 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*".

Il nuovo Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) in adeguamento al Piano Territoriale Regionale (PTR), integrato alla L.R. 31/2014, è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 10 del 28 marzo 2022, e il relativo avviso è stato pubblicato sul BURL n. 20 del 18 maggio 2022.

Con il documento A1 - Elaborato Normativo Prescrittivo: Indirizzi Normativi, l'Amministrazione della Provincia di Mantova, al TITOLO III - Sistema tematico rischio, degrado e compromissione paesaggistica, CAPO II - Tutela delle matrici ambientali, idrogeologiche ed idrauliche, riporta l'Art.49.4 relativo alle Aree a rischio sismico.

*Al punto 4. Si specifica che i comuni, ai sensi della delibera regionale 30/11/2011, dovranno prevedere analisi di approfondimento sismico (microzonazione) svolta a livello comunale e valutare le aree suscettibili di amplificazione sismica. Le analisi di approfondimento dovranno basarsi sulla cartografia di cui alla Tavola 3 - "Dissesti del territorio provinciale e rischio sismico - Rischio idraulico e Pericolosità sismica".*

### **2.1.4.3 – Analisi e valutazione degli effetti sismici locali**

La pericolosità sismica di base, ovvero la previsione che si possa verificare un evento sismico in una certa area ed in un certo intervallo di tempo, è influenzata dalle condizioni geologiche e geomorfologiche locali, che possono produrre effetti di amplificazione del fenomeno.

Tali effetti vengono distinti in funzione della reazione dinamica dei materiali coinvolti, dividendosi in due grandi gruppi:

- di sito o amplificazione sismica locale;
- di instabilità.

La realtà del Comune di San Martino dall'Argine è in gran parte connotata dalla prima tipologia di effetti, caratteristici di terreni che evidenziano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese.

Essi si concretizzano nell'insieme di modifiche in ampiezza, durata e frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire interagendo con le particolari condizioni locali.

Non rilevandosi in ambito municipale e nell'immediato intorno significativi elementi di amplificazione topografica, quali rilievi morfologici, creste e scarpate con altezza superiore ai 10 m, detti effetti di sito vanno ascritti alla composizione litologica dei terreni.

Si tratta di quelle che la Tabella 1, contenuta nell'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, designa come *Amplificazioni litologiche e geometriche* riconducibili allo scenario di pericolosità sismica locale "Z4a – Zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

Limitatamente al settore di territorio comunale situato al piede del terrazzo fluviale, interessato dall'affioramento di depositi torbosi (cfr. 2.1.2 e Tavola E.01), si distinguono inoltre effetti di instabilità potenziale riferibili a terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche: vi possono corrispondere episodi di scivolamento e rottura dovuti a deformazioni permanenti del suolo.

Ancora in relazione alla Tabella 1 del citato Allegato 5, questi ultimi sono identificati come *Cedimenti e/o liquefazioni* cui è associato uno scenario di pericolosità sismica locale "Z2 – Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (Z2a), Zone con depositi granulari fini saturi (Z2b)".

Nel contesto del territorio di San Martino dall'Argine non sono stati rilevati ulteriori scenari di pericolosità rispetto alle tipologie Z4a e Z2 ora descritte.

In Fig. 8 viene proposta la Carta della Pericolosità Sismica Locale (scala 1:20.000) che deriva dalle valutazioni sopra esposte.

Detto elaborato costituisce l'obiettivo del primo livello di approfondimento dell'analisi del rischio sismico, obbligatorio per tutti i Comuni durante la fase pianificatoria.

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, i cui criteri sono fissati dal citato Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, è complessivamente articolata su tre livelli di analisi con grado di dettaglio crescente, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale come precedentemente identificati.

La procedura si fonda su indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia: i risultati di queste ultime sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano.

La metodica messa a punto fa riferimento ad una sismicità di base con un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

In occasione del presente studio si è proceduto anche ad un'analisi di secondo livello, consistente nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella descritta Carta della Pericolosità Sismica Locale.

Per i Comuni ricadenti in zona sismica 3, quale è il caso di San Martino dall'Argine, tale stadio deve essere applicato agli ambiti a pericolosità sismica locale (PSL) di tipo Z3 e Z4, interferenti con urbanizzato ed urbanizzabile.

Poiché rientra virtualmente in questa casistica buona parte del territorio comunale, connotato da uno scenario di pericolosità Z4a (cfr. Fig. 8), si è deciso di compiere n. 3 coppie di prove MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) + HVSR (Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio), atte a definire l'andamento nel sottosuolo della velocità  $V_s$  delle onde sismiche di taglio.

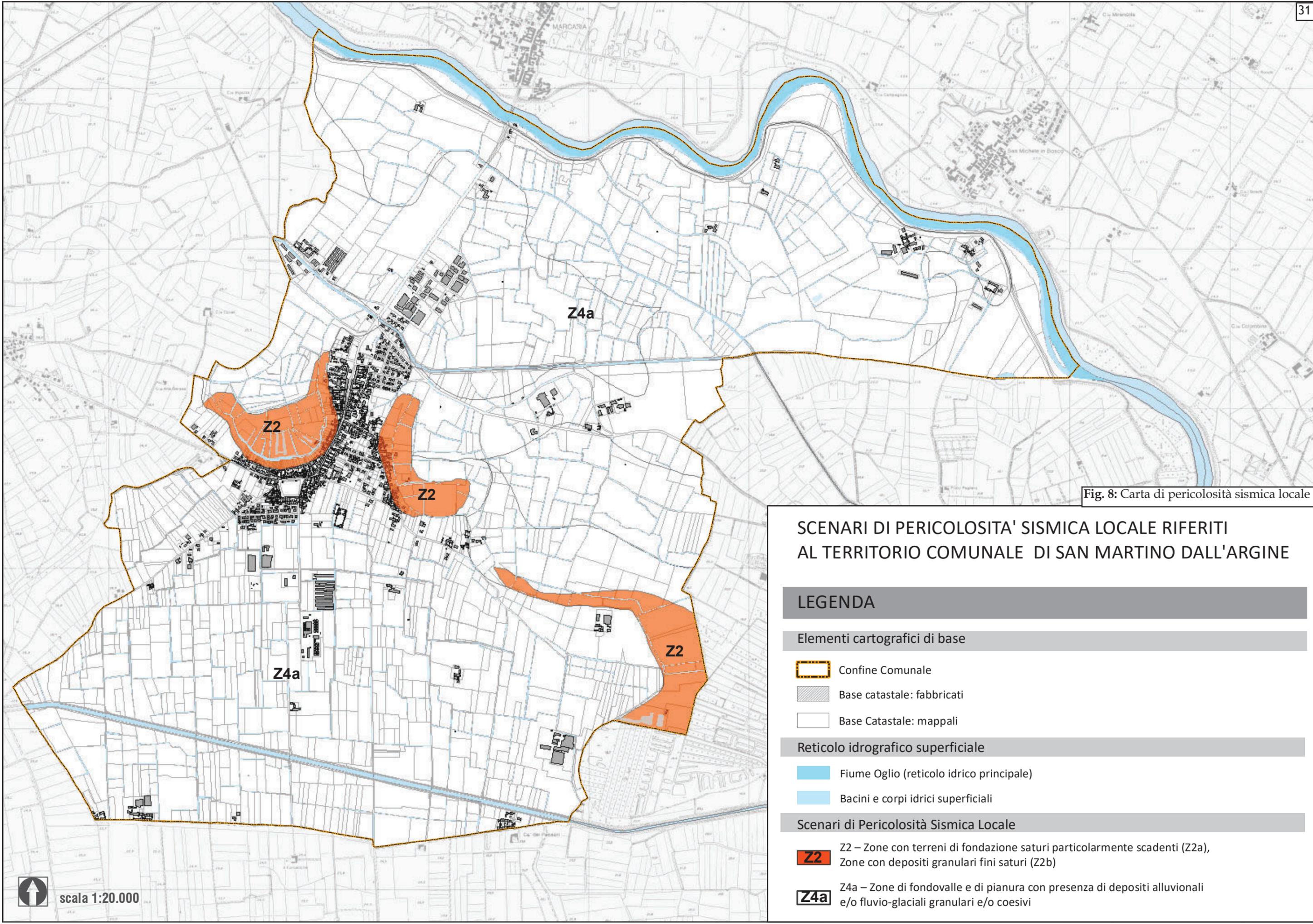


Fig. 8: Carta di pericolosità sismica locale

**SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE RIFERITI AL TERRITORIO COMUNALE DI SAN MARTINO DALL'ARGINE**

**LEGENDA**

**Elementi cartografici di base**

-  Confine Comunale
-  Base catastale: fabbricati
-  Base Catastale: mappali

**Reticolo idrografico superficiale**

-  Fiume Oglio (reticolo idrico principale)
-  Bacini e corpi idrici superficiali

**Scenari di Pericolosità Sismica Locale**

-  **Z2** – Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (Z2a), Zone con depositi granulari fini saturi (Z2b)
-  **Z4a** – Zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

Le posizioni dei punti di prova, concordate con l'Ufficio Tecnico del Comune di San Martino dall'Argine, sono state scelte sulla scorta delle seguenti caratteristiche: prossimità ad infrastrutture o a luoghi di particolare interesse dal punto di vista storico e monumentale, prospettive di espansione urbanistica, disponibilità nelle vicinanze di informazioni litostratigrafiche e geotecniche sufficientemente circostanziate.

Sono stati così designati gli ambiti:

- Base sismica 1 - Campo sportivo;
- Base sismica 2 - Piazza G. Matteotti;
- Base sismica 3 - Cimitero.

Per l'illustrazione dettagliata delle modalità attuative delle indagini necessarie alla definizione del modello geofisico-geotecnico si rimanda al documento "Relazione Specialistica di Analisi Sismica", redatto a cura di Bord&Geo S.r.l. ed al quale sono allegate le immagini fotografiche con l'ubicazione delle prove e le corrispondenti sezioni interpretative.

I risultati delle prove MASW e HVSR hanno costituito il punto di riferimento per la stima della risposta sismica dei terreni, avvenuta attraverso la determinazione del parametro Fattore di Amplificazione Fa.

Relativamente a ciascuna delle tre basi studiate, il calcolo del valore di  $F_a$  è stato compiuto sulle verticali ritenute più significative in ordine alle variazioni della velocità  $V_s$  delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a tiene dunque conto della litologia prevalente nel sito, la quale ha orientato la scelta della scheda di valutazione più appropriata fra quelle proposte dall'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011; i dati litostratigrafici impiegati quale termine di raffronto e le variazioni dei valori di  $V_s$  con la profondità hanno portato in modo univoco alle correlazioni:

- Base sismica 1 - Campo sportivo - Scheda litologia limoso-sabbiosa Tipo 2;
- Base sismica 2 - Piazza G. Matteotti - Scheda litologia limoso-sabbiosa Tipo 2;
- Base sismica 3 - Cimitero - Scheda litologia limoso-sabbiosa Tipo 2.

All'interno della scheda di valutazione degli effetti litologici ritenuta più idonea (Fig. 9), per ogni verticale di ciascuno stendimento sismico è stata poi selezionata la curva che, in ragione della profondità e della velocità  $V_s$  dello strato superficiale, meglio si adatta alle condizioni locali.

**EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – SABBIOSA TIPO 2**

**PARAMETRI INDICATIVI**

**GRANULOMETRIA:**

Da limi con sabbie debolmente ghiaiose a limi debolmente sabbioso-argillosi passando per limi con sabbie, limi debolmente argillosi, limi debolmente sabbiosi, limi debolmente ghiaiosi e sabbie con limi debolmente argillosi

**NOTE:**

Comportamento coesivo

Frazione limosa ad un massimo del 95%

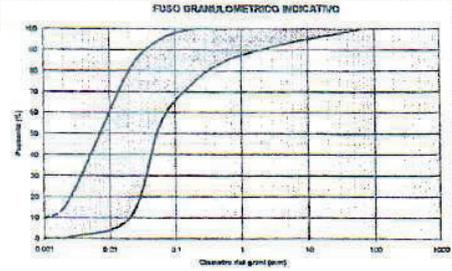
Presenza di clasti immersi con  $D_{max} < 2-3$  cm

Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 10%

Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 45%

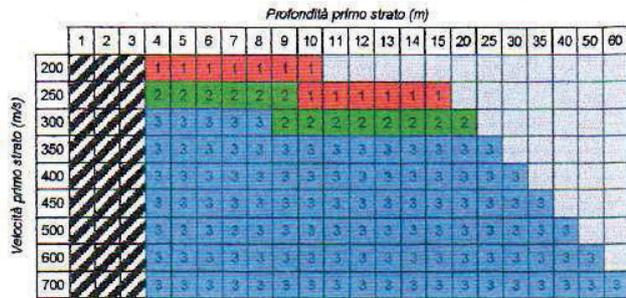
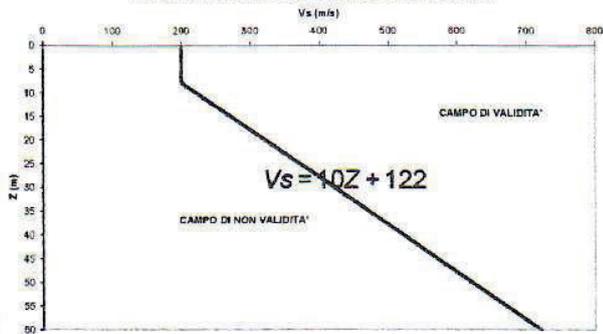
Frazione argillosa fino ad un massimo del 15%

A FIANCO: range di valori per alcuni parametri geotecnici significativi validi per limi sabbiosi debolmente argillosi

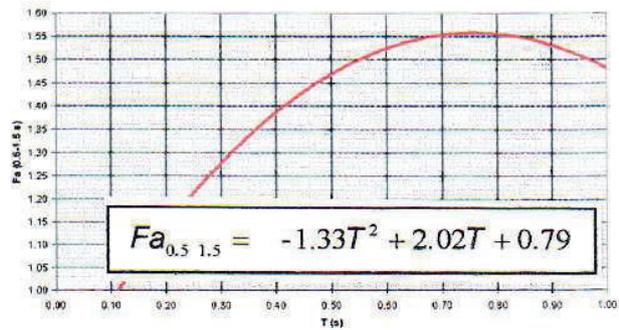


PARAMETRO	INTERVALLO
Peso di volume naturale	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) 18.5-19.5
Peso specifico particelle solide	$\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> ) 26.0-27.9
Contenuto d'acqua naturale	w (%) 25-30
Limite di liquidità	w <sub>L</sub> (%) 25-35
Limite di plasticità	w <sub>p</sub> (%) 15-20
Indice di plasticità	I <sub>p</sub> (%) 5-15
Indice dei vuoti	e 0.8-0.9
Grado di saturazione	S <sub>r</sub> (%) 80-100
Coefficiente di spinta a riposo	K <sub>0</sub> 0.4-0.5
Indice di compressione	C <sub>c</sub> 0.10-0.30
Indice di rigonfiamento	C <sub>i</sub> 0.03-0.05
Coefficiente di consolidazione secondaria	C <sub>α</sub> 0.002-0.005
Numero colpi prova SPT (nei primi 10 m)	N <sub>spt</sub> 0-20

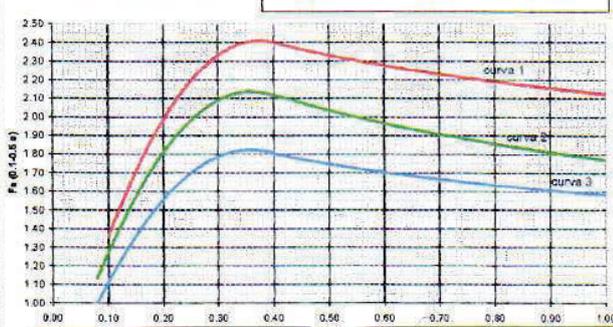
**ANDAMENTO DEI VALORI DI V<sub>s</sub> CON LA PROFONDITA'**



**Correlazione T - Fa 0.5-1.5 s**



**Correlazione T - Fa 0.1-0.5 s**



Curva	Tratto polinomiale		Tratto logaritmico	
	Intervallo T (s)	Equazione	Intervallo T (s)	Equazione
1	0.10 < T ≤ 0.40	$Fa_{0.1-0.5} = -13.9T^2 + 10.4T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00	$Fa_{0.1-0.5} = 2.12 - 0.30LnT$
	0.08 < T ≤ 0.40	$Fa_{0.1-0.5} = -12.8T^2 + 9.2T + 0.48$	0.40 < T ≤ 1.00	$Fa_{0.1-0.5} = 1.77 - 0.38LnT$
2	0.05 < T ≤ 0.40	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$
	0.05 < T ≤ 0.40	$Fa_{0.1-0.5} = -10.6T^2 + 7.6T + 0.46$	0.40 < T ≤ 1.00	$Fa_{0.1-0.5} = 1.58 - 0.24LnT$

Fig. 9: Effetti litologici - Scheda litologia limoso-sabbiosa Tipo 2, tratta dall'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011

La base dello strato superficiale è stata fissata laddove è stato rilevato un incremento del valore di  $V_s$ , rispetto alla lettura del tratto iniziale 1-2 m, pari a 50 m/s.

Si ricorre al criterio descritto a proposito dell'intervallo di periodo 0,1-0,5 s, per il quale gli abachi elaborati dal Politecnico di Milano forniscono tre diverse curve contraddistinte ognuna da una specifica funzione algebrica; per l'intervallo 0,5-1,5 s, viceversa, all'interno delle singole schede litologiche sussiste una sola curva con la relativa formula.

Le formule esprimono il valore del Fattore di Amplificazione  $F_a$  in rapporto al periodo proprio del sito  $T$ , che viene calcolato considerando la sezione sismica fino alla profondità in cui  $V_s$  diviene uguale o superiore a 800 m/s (bedrock sismico).

Poiché con le prove a disposizione non è stato raggiunto questo limite entro i 30 m investigati, i dati di campagna sono stati posizionati sui diagrammi  $V_s$ /profondità forniti dal Politecnico ed interpolati sino a definire la quota ( $Z$ ) di intersezione con il valore  $V_s$  di 800 m/s.

L'equazione per il calcolo di  $T$  è la seguente:

$$T = 4 \times \sum_{i=1,n} (h_i) / [\sum_{i=1,n} (V_{s,i} \times h_i) / \sum_{i=1,n} (h_i)],$$

con  $h_i$  e  $V_{s,i}$  rispettivamente uguali allo spessore ed alla velocità dello strato  $i$ -esimo del modello.

Gli intervalli 0,1-0,5 s e 0,5-1,5 s nei quali viene calcolato il Fattore di Amplificazione sono rappresentativi del periodo proprio delle tipologie edilizie più frequenti in Regione Lombardia: l'intervallo 0,1-0,5 s, in particolare, si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide (indicativamente fino a 5 piani in elevazione), mentre l'intervallo 0,5-1,5 s è caratteristico di strutture più alte e flessibili (da 5 a 10 piani).

In relazione alla Tabella 2 dell'Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616/2011, il grado di attendibilità dei dati litologici, stratigrafici e geofisici utilizzati per il calcolo di  $F_a$  può essere considerato alto.

I valori di  $F_a$  sono probabilmente un poco sovrastimati in quanto fra le schede di valutazione al momento disponibili non ne esistono di relative a depositi sabbioso-limosi, che meglio avrebbero rappresentato la situazione stratigrafica locale rispetto a quelle tarate sulla litologia limoso-sabbiosa.

I risultati, approssimati alla prima cifra decimale, sono stati messi a confronto con quelli di soglia comunale forniti dal Politecnico di Milano (banca dati soglie\_lomb.xls), che nel caso di Martino dall'Argine sono (Tab. 1):

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,1-0,5 s				
CLASSIFICAZIONE	SUOLO TIPO B	SUOLO TIPO C	SUOLO TIPO D	SUOLO TIPO E
zona sismica 3	1,4	1,7	2,0	1,8
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0,5-1,5 s				
CLASSIFICAZIONE	SUOLO TIPO B	SUOLO TIPO C	SUOLO TIPO D	SUOLO TIPO E
zona sismica 3	1,6	2,3	3,9	2,9

**Tab. 1:** Valori di soglia di  $F_a$  per il Comune di San Martino dall'Argine, tratti dalla banca dati soglie\_lomb.xls

In caso di profondità  $H$  del substrato ( $V_s \geq 800$  m/s) superiore a 30 m, il punto 3.2.2 "Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche" del D.M. 17 gennaio 2018 distingue le tipologie di sottosuolo in funzione del parametro  $V_{s,30}$ , inteso come velocità equivalente di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio, calcolato con l'espressione:

$$V_{s,30} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_{s,i}),$$

dove  $h_i$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore (espresso in metri) e la velocità delle onde di taglio dello strato  $i$ -esimo compreso nei primi 30 m di profondità.

Alla luce delle sezioni interpretative delineate dalle prove sismiche MASW e HVSR e dei dati litostratigrafici d'appoggio, sono stati individuati sottosuoli riconducibili alla categoria C, ovvero:

*C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Di seguito (Tab. 2) viene offerto un quadro sinottico con la comparazione fra i valori del Fattore di Amplificazione  $F_a$  calcolati per ciascuna base sismica e quelli di soglia comunale (cfr. Tab. 1).

BASE SISMICA	SUOLO TIPO	Fa 0,1-0,5 s	Fa SOGLIA	Fa 0,5-1,5 s	Fa SOGLIA
CAMPO SPORTIVO	C	2,3	1,7	1,5	2,3
PIAZZA G. MATTEOTTI	C	1,9	1,7	1,5	2,3
CIMITERO	C	2,4	1,7	1,4	2,3

**Tab. 2:** Confronto tra i valori di Fa calcolati e quelli di soglia comunale

I campi evidenziati in giallo corrispondono alle situazioni nelle quali Fa calcolato > Fa soglia e lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito; nella definizione dello scarto tra i valori di soglia e quelli ottenuti con il secondo livello di approfondimento è ammessa una tolleranza di +/- 0,1, che tiene conto delle approssimazioni compiute in sede di calcolo.

I risultati conseguiti portano a concludere che, in tutti i casi esaminati a proposito dell'intervallo di periodo 0,1-0,5 s (strutture relativamente basse), la progettazione di nuove costruzioni dovrà essere supportata da un'analisi sismica di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore secondo la classificazione stabilita dal D.M. 17 gennaio 2018.

Le prescrizioni correlate, definite sulla scorta di quanto rilevato con il presente studio, vengono riportate anche nel fascicolo "*Norme Geologiche di Piano*".

In corrispondenza dei medesimi areali, esente dalla descritta condizione è risultato viceversa l'intervallo 0,5-1,5 s (strutture più alte): in questo caso, infatti, i valori di Fa calcolati sono costantemente inferiori a quelli definiti dalla normativa, il cui spettro appare quindi tale da rispecchiare l'effettiva amplificazione del sito senza richiedere approfondimenti di terzo livello ovvero modifiche dello spettro di norma per una data categoria di suolo, fermi restando gli altri obblighi fissati dal D.M. 17 gennaio 2018.

Il suddetto terzo livello, che la D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011 riserva specificamente al momento progettuale e che quindi esula dalle finalità del presente lavoro, andrà infine posto in atto anche per costruzioni strategiche e rilevanti che dovessero essere programmate in ambito Z2 (cfr. Fig. 8); in questo contesto, connotato da potenziali effetti di instabilità riferibili a terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche, la metodologia prevede l'automatico superamento della fase corrispondente al secondo livello di analisi.

Il terzo livello di approfondimento ha lo scopo di ottimizzare le opere definendo gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità sismica.

## **2.2 - CENSIMENTO CAMPIONE DEI POZZI**

Si è proceduto alla realizzazione di un censimento campione dei pozzi idrici presenti sul territorio partendo dai dati già disponibili presso l'Amministrazione Provinciale, relativi all'indagine geologica di supporto al Piano Regionale di Risanamento delle Acque [AMM. PROV. DI MANTOVA (1991)].

Tali dati sono stati quindi integrati con quelli contenuti nello Studio Geologico a supporto del Piano di Governo del Territorio pregresso, risalente al periodo 2008/2010 (cfr. Premessa).

Vi sono stati estrapolati n. 13 pozzi a litostratigrafia nota (Allegato 3); a questi vanno aggiunti n. 12 pozzi, anch'essi corredati di dati litostratigrafici, da noi ricavati all'interno delle banche dati del Geoportale di Regione Lombardia (Allegato 4).

Operando una verifica incrociata sugli elementi raccolti, si è così potuto appurare come, fatta eccezione per un paio di situazioni, si tratti delle medesime opere di captazione.

Le trivellazioni a litostratigrafia nota, in specie le più profonde, sono state prese in considerazione per la definizione degli intervalli cui corrispondono falde produttive, nonché per la ricostruzione di un modello idrogeologico del sottosuolo (Tavola E.02).

Da ultimo, in coda alla presente relazione si riportano (Allegato 5) i dati analitici storici [AMM. PROV. DI MANTOVA (1992)] di pozzi censiti facenti parte della rete di monitoraggio del chimismo delle acque sotterranee, costituita dalla Provincia di Mantova ed attualmente gestita dall'Autorità Sanitaria.

## **2.3 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE, IDROCHIMICHE E DI VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI**

### **2.3.1 - Caratteristiche idrogeologiche**

L'assetto idrogeologico del territorio comunale di San Martino dall'Argine è stato ricostruito dapprima mediante l'analisi critica dei dati pubblicati in letteratura; in un secondo tempo questi sono stati verificati ed approfonditi con uno studio specifico, articolato in più fasi.

#### **2.3.1.1 - Sezioni litologiche**

Come accennato precedentemente (cfr. 2.2), le stratigrafie di cui all'Allegato 3 hanno permesso la ricostruzione di n. 2 sezioni litologiche interpretative.

Esse, mutate dallo Studio Geologico 2008/2010 del Dott. Carlo Caleffi, sono rappresentate in Tavola E.02 (scale 1:10.000 e 1:500), ove sono riportate anche le corrispondenti tracce ed i pozzi presi in considerazione.

Le sezioni si incrociano all'altezza del capoluogo, ed hanno rispettivamente orientazione Sud-Ovest/Nord-Est (AA') e Nord-Ovest/Sud-Est (BB').

L'assetto idrogeologico del territorio studiato è quello di un monostrato variamente compartimentato.

Nell'elaborazione dei profili si è proceduto ad una semplificazione, effettuando una suddivisione basata essenzialmente sulle caratteristiche granulometriche e di permeabilità dei materiali alluvionali: depositi prevalentemente permeabili, costituiti da ghiaie e sabbie, e depositi prevalentemente impermeabili, rappresentati da limi ed argille.

Considerando i primi 150 m di profondità, i dati disponibili indicano la presenza di spesse bancate sabbiose, alle quali si intercalano livelli argillosi di potenza minore.

Al di sotto di una copertura argillosa di spessore pari a circa 5 m, si distingue un acquifero superficiale di tipo indifferenziato, intercettato fino alla profondità di 80-90 m dal piano campagna; vi corrisponde la *prima falda*, al cui interno si osservano alcuni setti argillosi dotati di scarsa continuità laterale.

La *seconda falda* è intercettata dalle trivellazioni tra i 100 e i 120 m di profondità ed ha sede in un potente banco di sabbie medio-fini.

La *terza falda* infine è localizzata tra i 125 e i 145 m di profondità, ed è contenuta anch'essa in un banco di sabbie medio-fini.

### **2.3.1.2 - Deflussi idrici della falda superficiale**

In Tavola E.03 (scala 1:10.000) sono riportate le linee isopiezometriche relative alla falda superficiale (equidistanza di 0,5 m), riprese dalla cartografia dello Studio Geologico progressivo.

Il loro tracciamento risulta circoscritto al settore di territorio corrispondente al livello fondamentale della pianura, e mostra un andamento radiale divergente rispetto al capoluogo, con orientazione prevalente dei deflussi da Nord-Ovest verso Sud-Est.

Le isopieze non sono state viceversa rappresentate nella piana valliva dell'Oglio, verosimilmente a causa di dati freaticometrici discordanti e in presenza di una falda prossima alla superficie topografica: a Nord del terrazzo morfologico su cui sorge San Martino dall'Argine, sono in ogni caso da ritenersi certi interscambi tra l'acquifero superficiale ed il subalveo del fiume, con un'azione disperdente/drenante operata da quest'ultimo.

Dati bibliografici inerenti agli acquiferi posti a maggiore profondità, evidenziano altresì come il regime idraulico di questi sia poco o nulla influenzato da fattori locali di superficie: le isopieze sembrano risentire solo debolmente della depressione valliva del Fiume Oglio, individuando per le acque profonde un deflusso verso Sud e Sud-Est organico al sistema drenante del Fiume Po.

### **2.3.1.3 - Regime ed alimentazione degli acquiferi**

Il regime e l'alimentazione del primo acquifero sembrano decisamente influenzati dal Fiume Oglio e dalla rete di paleovalvei ad esso collegati attraverso le dispersioni di subalveo.

Nell'ambito del territorio comunale, i livelli della *prima falda* raggiungono generalmente le massime quote sul mare nel corso dei mesi estivi; l'andamento piezometrico appare correlabile con quello idrometrico del fiume osservato presso la stazione di rilevamento di San Matteo delle Chiaviche.

Per gli acquiferi più profondi non è invece verosimile ipotizzare un trasferimento diretto di massa: il regime del tutto simile a quello della falda superficiale consente tuttavia di supporre un trasferimento di energia dal fiume ai corpi idrici più profondi; certamente questi ultimi sono collegati con le strutture acquifere esistenti più a monte (*Alta Pianura*), caratterizzate da piene tardo-estive amplificate dalle irrigazioni che coinvolgono terreni ad elevata permeabilità, e da queste traggono alimentazione.

### 2.3.1.4 - Soggiacenza

La già menzionata Tavola E.03 pone in evidenza anche come la porzione valliva settentrionale del territorio comunale risulti contrassegnata da falda idrica generalmente poco profonda, inferiore ai 2 m e prossima al piano campagna nella zona delle torbiere.

Il livello fondamentale della pianura, sul quale si trova il capoluogo, è altresì mediamente caratterizzato da valori di soggiacenza dell'ordine 2÷3 m.

Al piede del terrazzo fluviale che raccorda le due differenti unità geomorfologiche, vengono segnalati inoltre alcuni punti di risorgenza della falda per intercetto della superficie topografica.

### 2.3.1.5 - Caratteristiche idrauliche degli acquiferi

In Tab. 3 si riportano infine alcune informazioni di tipo generale relativamente alle caratteristiche idrauliche degli acquiferi rilevate in territorio di San Martino dall'Argine.

Ubicazione pozzo	Trasm. (m <sup>2</sup> /s)x10 <sup>-3</sup>	Cond. idr. (m/s)x10 <sup>-4</sup>	Profondità (m)	Diametro (mm)	Filtri (da m a m)	Portata (l/s)	Abbass. (m)	Port. Specif. (l/s*m)
Via Brede	2,8	2,1	70	323	33-47	25	12	2,1

**Tab. 3:** Dati idraulici degli acquiferi

Il nuovo Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016), approvato dalla Regione Lombardia con D.G.R. n. X/6990 del 31 luglio 2017, ha formulato una classificazione quantitativa dei corpi idrici sotterranei ai sensi del D.Lgs. n. 152 dell'11 maggio 1999 e successive modifiche ed integrazioni: per ulteriori approfondimenti in materia si rinvia a detto strumento di pianificazione sovraordinata.

### **2.3.2 - Caratteristiche idrochimiche**

Con riferimento ai limiti fissati dal D.Lgs. n. 18 del 23 febbraio 2023, concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, i dati analitici storici (cfr. Allegato 5) denotano uno stato delle falde complessivamente discreto: i parametri ammoniaca e ferro eccedono infatti in modo ricorrente nei confronti delle rispettive concentrazioni massime ammissibili.

Il ritrovamento delle suddette sostanze, endogene, in elevate percentuali, dipende dalla lenta velocità di circolazione delle acque sotterranee, che favorisce l'instaurarsi di un ambiente di tipo riducente.

La loro presenza di per sé non costituisce un pericolo per la salute dell'uomo; un loro tenore molto elevato, tuttavia, comporta l'alterazione dei caratteri organolettici (colore, odore e sapore) dell'acqua.

Parallelamente si rileva talora la sussistenza di idrogeno solforato, notoriamente associato a sostanze ridotte quali il ferro.

Relativamente agli altri parametri osservati, appaiono come fattori positivi la non presenza di nitriti, ascrivibili a situazioni di notevole pressione antropica, e nitrati, residuo caratteristico delle pratiche agricole.

I rimanenti elementi analizzati sono assenti ovvero denotano quantitativi inferiori alle corrispondenti aliquote limite.

Si rileva peraltro come i certificati disponibili non prendano in considerazione l'analisi del parametro arsenico, che pure in zona causa sovente problemi all'utilizzo tal quale dell'acqua: si presume che esso, documentato lungo l'asta del Fiume Oglio a partire dal 1994 e di ormai accertata origine endogena, venga rilasciato da livelli torbosi situati a contatto con taluni orizzonti produttivi.

Si ricorda peraltro che il territorio comunale di San Martino dall'Argine è servito da pubblico acquedotto, con prelievo dall'adduttrice Rivarolo Mantovano/Bozzolo/San Martino, gestita da AqA S.r.l.Società Benefit (Gruppo Tea S.p.A.).

### 2.3.3 - Caratteristiche di vulnerabilità degli acquiferi

La valutazione della vulnerabilità degli acquiferi nei confronti di potenziali agenti inquinanti liquidi o idroveicolati è stata effettuata tenendo conto di vari fattori geologici ed idrogeologici quali:

- tipo e grado di permeabilità dei depositi: ad essi va ricondotta la velocità di percolazione degli inquinanti e l'azione eventuale di attenuazione dei loro effetti;
- tipo e spessore di eventuali coperture a granulometria fine e con bassa permeabilità, che costituiscono elementi di protezione degli acquiferi soggiacenti;
- presenza di livelli ghiaioso-sabbiosi sotterranei, elementi che favoriscono la diffusione di sostanze inquinanti;
- la soggiacenza della superficie piezometrica dell'acquifero ovvero lo spessore della zona insatura, cui corrisponde l'azione depurante ad opera dei depositi litoidi;
- le condizioni di alimentazione degli acquiferi ed il regime di scambio con i corsi d'acqua superficiali;
- le condizioni geomorfologiche particolari, quali la presenza di importanti paleoalvei o di terrazzi fluviali.

In Tavola E.03, redatta secondo la legenda proposta dal C.N.R.-G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), sono state distinte zone caratterizzate da gradi di vulnerabilità variabili fra *alto* ed *elevato*.

Il suddetto metodo C.N.R.-G.N.D.C.I. definisce una vulnerabilità di tipo intrinseco, quindi asettica rispetto al tipo di attività antropiche presenti sul territorio.

La delimitazione di areali omogenei, connotati da uno specifico livello di rischio idrogeologico, è stata ottenuta per sovrapposizione e incrocio delle carte tematiche descritte nelle pagine precedenti.

Ne deriva la seguente schematizzazione:

- gli affioramenti torbosi al piede del terrazzo di San Martino dall'Argine, e quelli sabbiosi della piana alluvionale dell'Oglio, sono connotati da condizioni di vulnerabilità *elevata*;
- ai terreni limosi che pure si rilevano entro la valle fluviale, oltre che sul livello fondamentale della pianura, stante il loro minor grado di permeabilità, corrisponde un grado di vulnerabilità *alto*.

## **2.4 - CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

Alla luce delle considerazioni espresse nelle pagine precedenti, è stato possibile produrre una Carta geologico-applicativa semplificata, alla scala 1:20.000 (Fig. 10).

Non basandosi su dati puntuali concernenti indagini geognostiche in sito (prove penetrometriche, sondaggi con escavatore, carotaggi, ...), essa riveste esclusivamente valore qualitativo: nondimeno, gli affioramenti torbosi al piede del terrazzo di San Martino, con falda subaffiorante, si distinguono da tutto l'intorno come terreni con valori di portanza da mediocri a discreti, poco adatti all'edificazione.

È opportuno precisare che la presenza di condizioni geotecniche sfavorevoli non è sempre preclusiva della fattibilità degli interventi in progetto: chiaramente in tali situazioni è necessario ricorrere a tecniche costruttive particolari (es. fondazioni su pali), la cui attuazione richiede un'attenta valutazione del rapporto costi/benefici.

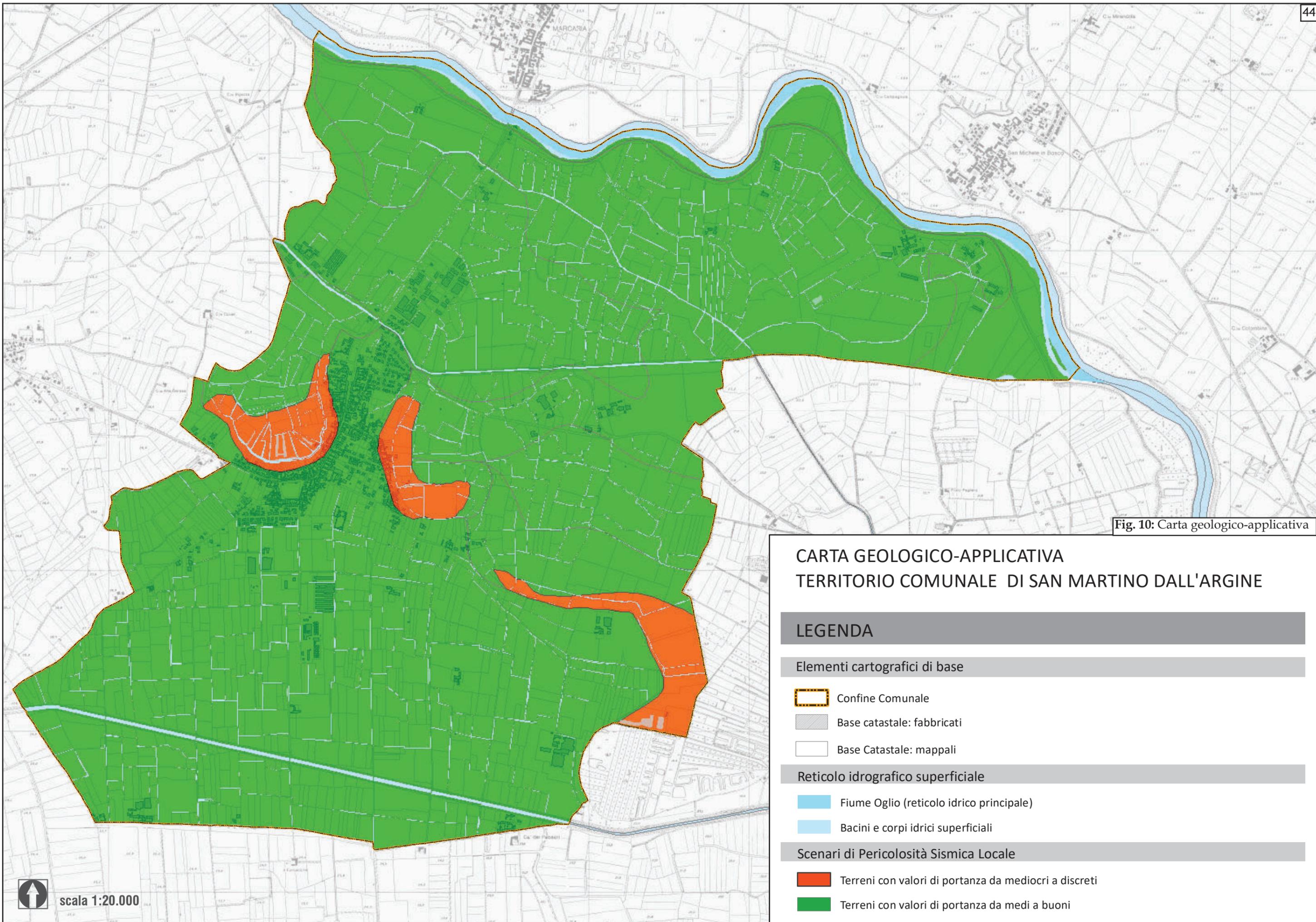


Fig. 10: Carta geologico-applicativa

### **3 - CARTA DI SINTESI**

La Carta di Sintesi, illustrata in Tavola E.04 alla scala 1:10.000, raccoglie le informazioni peculiari riguardanti gli aspetti geologico-naturali e antropici del territorio: scopo della Carta di Sintesi è quello di fornire un quadro completo degli elementi utili alla pianificazione urbanistica.

In dettaglio vengono rappresentati:

*Elementi geologico-naturali:*

- orli di scarpata di erosione fluvio-glaciale (cfr. Tavola E.01);
- dossi fluviali (cfr. Tavola E.01);
- tracce di corsi fluviali estinti (cfr. Tavola E.01);
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico (cfr. Tavole E.02 ed E.03);
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico (cfr. Tavola E.07);
- aree con terreni geotecnicamente scadenti nel primo sottosuolo (cfr. Fig. 10);
- reticolo idrico superficiale e competenza sui corsi d'acqua (cfr. analisi a cura di Asola Studio);
- golene (cfr. Tavola E.01).

*Elementi antropici:*

- cave cessate (cfr. Tavola E.01);
- argini (cfr. Tavola E.01).

Gli elementi antropici possono anche essere così raggruppati:

- produttori reali o potenziali di inquinamento;
- potenziali ingestori e viicoli di inquinamento;
- preventori e/o riduttori dell'inquinamento;
- preventori e/o riduttori del rischio idraulico;
- principali soggetti a rischio di inquinamento.

Per la rappresentazione in Tavola E.04 di taluni fattori antropici sopra indicati, qualora non previsti dalle Legende di cui alla D.G.R. n. VI/40996 del 15 gennaio 1999 ed alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, si è fatto riferimento alla Legenda unificata per le carte della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei proposta da *CIVITA M. (1990)* e recepita dal C.N.R.-G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

#### **4 - CARTA DEI VINCOLI**

La Carta dei Vincoli, illustrata in Tavola E.05 alla scala 1:10.000, raccoglie in unico elaborato le informazioni riguardanti i vincoli all'uso del territorio.

In dettaglio vengono rappresentati:

*Elementi antropici e vincoli all'uso del territorio:*

- tratti di corsi d'acqua vincolati ai sensi dell'Art. 142 del D.Lgs. 42/04 (ex L. 431/85);
- territori coperti da foreste e da boschi (cfr. SIBA);
- argini (cfr. Tavola E.01);
- fasce di rispetto in materia di polizia idraulica (cfr. analisi a cura di Asola Studio);
- fasce A, B e C del PAI (cfr. Tavola E.07) (\*);
- confine Piano Territoriale di Coordinamento Parco Oglio Sud (cfr. Siti Natura 2000);
- Oasi Margonare (cfr. Siti Natura 2000);
- Cava di riserva per l'Autostrada Cremona-Mantova, Pg2 (cfr. Piano Provinciale Cave).

Per la rappresentazione in Tavola E.05 di taluni fattori antropici sopra indicati, qualora non previsti dalle Legende di cui alla D.G.R. n. VI/40996 del 15 gennaio 1999 ed alla D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011, si è fatto riferimento alla Legenda unificata per le carte della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei proposta da CIVITA M. (1990) e recepita dal C.N.R.-G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

(\*) A proposito della rappresentazione dei limiti esterni delle Fasce A e B del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI, 2001), laddove coincidenti, in conformità alle disposizioni della D.G.R. n. IX/2616/2011 è stato indicato il graficismo corrispondente alla Fascia B (le norme da applicare saranno invece quelle di Fascia A).

Come riferito in Premessa, l'incrocio degli elementi illustrati nelle diverse tavole tematiche di inquadramento e di dettaglio, alla luce anche dei fattori antropici e dei vincoli all'uso del territorio, ha condotto infine all'elaborazione della nota Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano: essa viene proposta nelle Tavole E.06 ed E.06.1 alla scala 1:10.000, rispettivamente su base cartografica catastale e regionale.

Per la trattazione dettagliata dei contenuti di detto elaborato si rimanda al menzionato documento "Norme Geologiche di Piano", parte integrante del presente lavoro.

## **5 - CARTA PAI - PGRA**

La Carta PAI - PGRA, illustrata in Tavola E.07 alla scala 1:10.000, riunisce in unico elaborato le informazioni mutate da detti strumenti di pianificazione sovraordinata.

In dettaglio vengono rappresentati:

*Vincoli all'uso del territorio:*

- limiti esterni delle fasce A, B e C del PAI (\*);
- area esondabile/a rischio idraulico, ai sensi del PGRA (ambiti territoriali RP);
- area esondabile/a rischio idraulico, ai sensi del PGRA (ambiti territoriali RSP).

La Tavola E.07 delinea inoltre, in un riquadro a margine della stessa, le classi di rischio idraulico attribuibili ai diversi settori del territorio comunale.

(\*) A proposito della rappresentazione dei limiti esterni delle Fasce A e B del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI, 2001), laddove coincidenti, in conformità alle disposizioni della D.G.R. n. IX/2616/2011 è stato indicato il graficismo corrispondente alla Fascia B (le norme da applicare saranno invece quelle di Fascia A).

Il Tecnico

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AA.VV. (1994): Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Provincia di Mantova. Quad. di Tecniche di Protezione Ambientale, Sez. Protezione Acque Sotterranee, 34, Pitagora ed., Bologna, a cura di F. Baraldi & A. Zavatti.

AMM. PROV. DI MANTOVA (1991): Piano Regionale di Risanamento delle Acque - Studi e indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche inquinate utilizzate a fini potabili - Vol. 5, Modello idrodinamico delle acque sotterranee. A cura di TSA s.r.l. - Mantova, Lombardia Risorse S.p.A. - Milano, D.A.M. S.p.A. - Ravenna.

AMM. PROV. DI MANTOVA (1992): Piano Regionale di Risanamento delle Acque - Studi e indagini finalizzati al risanamento delle falde idriche inquinate utilizzate a fini potabili - Vol. 4, Rete di monitoraggio delle caratteristiche chimiche delle acque sotterranee. A cura di TSA s.r.l. - Mantova, Lombardia Risorse S.p.A. - Milano, D.A.M. S.p.A. - Ravenna.

AMM. PROV. DI MANTOVA (1998 a): Studio inerente le caratteristiche geomorfologiche, geologiche e di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi del settore occidentale della provincia di Mantova - Parte A, Caratteristiche geologiche e geomorfologiche. A cura di SGI - Studio Geotecnico e Idrogeologico - Mantova.

AMM. PROV. DI MANTOVA (1998 b): Studio inerente le caratteristiche geomorfologiche, geologiche e di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi del settore occidentale della provincia di Mantova - Parte B, Caratteristiche di vulnerabilità. A cura di SGI - Studio Geotecnico e Idrogeologico - Mantova.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2001): Rapporto su lo stato dell'ambiente nel territorio mantovano. Cierre Edizioni, Verona.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2001-2009): Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione civile. Mantova.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2004): Proposte per un primo bilancio idrico della Provincia di Mantova. A cura di Dott. Ing. Elena Pasolini.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2005): Attività tecniche a supporto dell'aggiornamento del bilancio ambientale nel settore delle risorse idriche - Studi inerenti agli acquiferi sotterranei. A cura di Dott. Geol. Giorgio La Marca.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2012): Piano speditivo di emergenza provinciale di protezione civile - Rischio sismico. Provincia di Mantova, Mantova.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2021): Piano Provinciale Cave. Mantova.

AMM. PROV. DI MANTOVA (2022): Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (approvazione), in adeguamento al Piano Territoriale Regionale integrato alla L.R. n. 31/2014. Provincia di Mantova, Mantova.

ARPA LOMBARDIA - AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE (2013): Stato delle acque sotterranee della Provincia di Mantova - Rapporto annuale 2012. Dipartimento di Mantova, settembre 2013.

ARPA LOMBARDIA - AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE (2015): Stato delle acque sotterranee Area Idrogeologica Oglio-Mincio - Rapporto annuale 2014. Settore Monitoraggi Ambientali, Milano, ottobre 2015.

BARALDI F. & PELLEGRINI M. (1976): Falde acquifere della provincia di Mantova. I.R.S.A. - C.N.R., 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). C.N.R., Prog. Final. Geodinamica, pubbl. n. 356.

BERNINI M. et alii (1980): Carta neotettonica d'Italia. Note illustrative relative ai Fogli 61 (Cremona), 62 (Mantova), 72 (Fiorenzuola d'Arda), 73 (Parma), 74 (Reggio Emilia), 86 (Modena). C.N.R., Prog. Final. Geodinamica, vol.2, Roma.

CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1988): Contributo alla definizione del limite tra evidenze di Neotettonica e fenomeni dovuti ad altre cause. Suppl. Geogr. Fis. Din. Quat., Vol.1.

CIVITA M. (1990): Legenda unificata per le carte della vulnerabilità all'inquinamento dei corpi idrici sotterranei. In: a cura di A. Zavatti (1990) - Quad. di Tecniche di Protezione Ambientale, Sez. Protezione Acque Sotterranee, 11, Pitagora ed., Bologna.

C.N.E.N. (1976): Relazione sulle aree suscettibili di insediamento di centrali nucleari nella Regione Lombardia. Doc. Disp., (76), 29, Roma.

COZZAGLIO A. (1933): Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie, Foglio 62 Mantova. Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Venezia, Sezione Geologica, Padova.

COZZAGLIO A. (1934): Carta Geologica delle Tre Venezie, Foglio 62 Mantova della Carta d'Italia al 1:100.000 dell'Istituto Geografico Militare. Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del R. Magistrato alle Acque - Venezia.

DISS WORKING GROUP (2015): Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0. A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI: 10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.

ENEL (1984): Rapporto di localizzazione di una centrale elettronucleare nella Regione Lombardia, Aree di San Benedetto Po e Viadana. Roma.

E.R.S.A.L. - ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO DELLA LOMBARDIA (1998): Atti del Convegno "Due secoli di osservazioni meteorologiche a Mantova, aspetti scientifici e storici". Mantova, 22 ottobre 1998, Teatro Bibiena.

E.R.S.A.L. & AMM. PROV. DI MANTOVA (2000): I suoli della Pianura Mantovana Occidentale. Progetto Carta Pedologica, SSR 32, Milano.

GASPERI G. & GELMINI R. (1976): Determinazione speditiva della granulometria di rocce sciolte. Gruppo di Studio del Quaternario Padano, Quaderno n.3. Litografia Massaza & Sinchetto, Torino.

ISPRA - ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE (2015): Modello geologico 3D e geopotenziali della Pianura Padana centrale (Progetto GeoMol). Rapporti 234/2015.

LOCATI M., CAMASSI R., ROVIDA A., ERCOLANI E., BERNARDINI F., CASTELLI V., CARACCILO C.H., TERTULLIANI A., ROSSI A., AZZARO R., D'AMICO S., CONTE S., ROCCHETTI E. (2016): DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

MELETTI C. & VALENSISE G. (2004): Zonazione sismogenetica ZS9 - App. 2 al Rapporto Conclusivo. Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274), Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

PIERI M. & GROPPI G. (1981): Subsurface geological structure of the Po plain, Italy. C.N.R., Prog. Final. Geodinamica, pubbl. n. 414, Napoli.

ROVIDA A., LOCATI M., CAMASSI R., LOLLI B., GASPERINI P. (eds) (2016): CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi: <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.

REGIONE LOMBARDIA (2001): Acque sotterranee in Lombardia - Gestione sostenibile di una risorsa strategica. Milano, giugno 2001.

REGIONE LOMBARDIA (2006): Convegno "Piano di Governo del Territorio - Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica". Milano, Centro Congressi Palazzo delle Stelline, 29 marzo 2006.

REGIONE LOMBARDIA (2013): Seminario "Approfondimenti geologici per la valutazione degli effetti sismici locali nel territorio dell'Oltrepo mantovano". Mantova, Sala Consiliare Fondazione Università, 10 ottobre 2013.

REGIONE LOMBARDIA (2017): Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA 2016) - Elaborato 2 "Caratterizzazione, monitoraggio e classificazione dei corpi idrici sotterranei". Milano, luglio 2017.

SLEJKO D. et alii (1989): Seismotectonics of the Eastern Southern-Alps: a review. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. XXXI, n. 122, Osservatorio Geofisico Sperimentale, Trieste.

SPAGNA V. (1996): Il Piano Regolatore Generale dei Comuni come strumento per la mitigazione del rischio geologico. Seminario di studi sui problemi della Difesa del suolo. Torino, 30 novembre 1996. In Geologia tecnica & ambientale, anno VI, n. 1 gennaio/marzo 1998.

**ALLEGATO 1:**  
**Cava di riserva Pg2 per l'Autostrada Cremona - Mantova**  
**(da P.P.C.)**

## Pg2

## DATI GENERALI

<b>Settore merceologico:</b>	sabbia e ghiaia
Cave:	MN2
Comune:	San Martino dell'Argine
Località:	Lamette
Sezione CTR:	D8e1
Individuazione catastale:	

## CARATTERISTICHE DELL'AMBITO

Nuovo inserimento <input checked="" type="checkbox"/>	
Ambito preesistente <input type="checkbox"/>	
Area complessiva dell'ambito (mq)	84.000
Area estrattiva (mq)	
Quota media piano campagna (m s.l.m.)	25,50
Falda freatica (quota massima prevedibile – m s.l.m.)	24
Vincoli	
Contesto	Cava di riserva per l'Autostrada Cremona - Mantova

## PREVISIONI DI PIANO

**Riserve e produzioni**

Volumi massimi disponibili nell'Ambito stimati (mc)	1.100.000
Produzione prevista nel decennio (mc)	
Riserve residue (mc)	

**Modalità di coltivazione**

Tipologia di coltivazione	Cava a fossa sotto falda
Quota massima di scavo (m s.l.m.)	25,70 (profondità massima di scavo)
Quota minima di scavo (m s.l.m.)	- 0,30
Mitigazioni previste	
Altre prescrizioni per la coltivazione	
Note	

**Modalità di recupero finale**

Destinazione finale	Naturalistica
Recupero scarpate	Pendenza parte superiore 15°, acclivi 27° a partire da quota 21,2 m s.l.m. dove è prevista una banca larga 2 m
Recupero fondo cava	Fondo cava a quota – 0,30 m s.l.m. sommerso
Altre prescrizioni per il recupero finale	

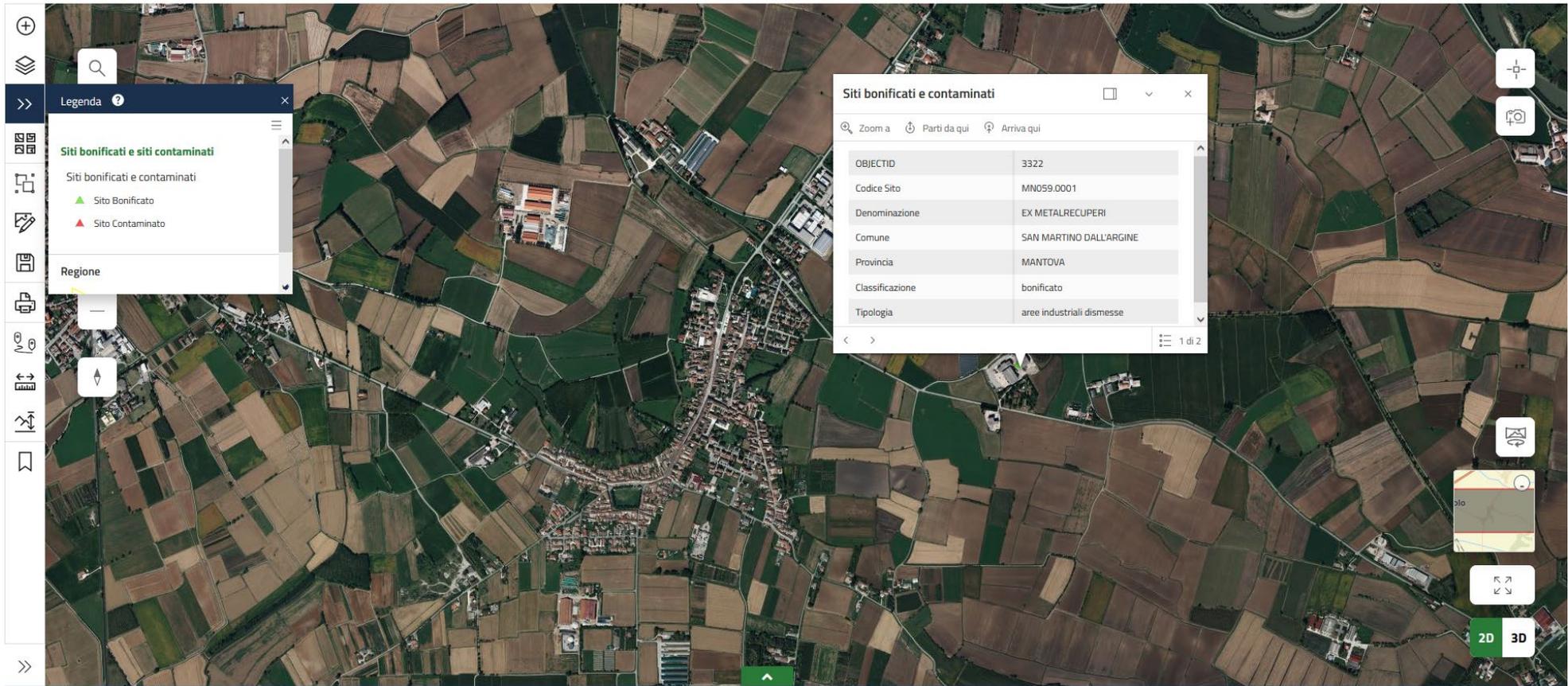


## 5. RIEPILOGO DEGLI ATE E DELLE CAVE DI RECUPERO E DELLE CAVE DI RISERVA

La tabella seguente riporta il riepilogo dei dati sui volumi relativi agli ATE e alle cave di recupero comprese nella proposta di nuovo Piano cave della provincia di Mantova settore sabbie-ghiaia e argilla, nonché delle cave di riserva.

AMBITO	COMUNE	LOCALITÀ	SUPERFICIE MQ	VOLUME MC
ATE g1	MEDOLE	Cà Fattori-Cà Morino	755.000	4.800.000
ATEg2	MEDOLE	Cocca	1.100.000	2.100.000
ATE g3	CAVRIANA	Palazzetto	378.000	470.000
ATE g4	GOITO	Costa della Signora	1.370.000	4.100.000
ATE g5	MARMIROLO	Pozzolo	325.000	900.000
ATE g6	MARMIROLO	Marengo	392.500	840.000
ATE g7	MARMIROLO	Nuova Pace	523.200	1.050.000
ATE g8	ROVERBELLA SUD	Belvedere	415.000	1.400.000
ATE g9	ROVERBELLA NORD	Malavicina	308.000	1.450.000
ATE g10	VOLTA MANTOVANA	Belvedere	257.000	400.000
ATE g11	CANNETO SULL'OGGIO	Cerviere	98.000	245.000
ATE g12	CASALROMANO	Fontanella Grazioli	186.800	300.000
ATE g13	GONZAGA	Beccaguda	STRALCIATO	
ATE a1	MOTTEGGIANA	Golena Fontana	34.000	10.000
ATE a2	SERRAVALLE A PO	Mantovanina	152.119	600.000
Rg1	MARMIROLO	Pozzolo	29.600	70.000
CAVE DI RISERVA				
Pg1	MARCARIA	Boschina Mortizza	361.000	1.100.000
Pg2	SAN MARTINO DELL'ARGINE	Lamette	84.000	1.100.000
Pg3	VOLTA MANTOVANA	Casella Menegari	127.000	520.000
Pg4	GOITO	Costa della Signora	640.000	1.507.955
Pg5	GOITO-VOLTA MANTOVANA	Campagnone-Belvedere	760.000	1.926.484

ALLEGATO 2:  
**Monografia di sito bonificato**  
**(da Geoportale Regione Lombardia)**



**Legenda**

**Siti bonificati e siti contaminati**

- ▲ Sito Bonificato
- ▲ Sito Contaminato

**Regione**

—

**Siti bonificati e contaminati**

Zoom a Partì da qui Arriva qui

OBJECTID	3322
Codice Sito	MN059.0001
Denominazione	EX METALRECUPERI
Comune	SAN MARTINO DALL'ARGINE
Provincia	MANTOVA
Classificazione	bonificato
Tipologia	aree industriali dismesse

1 di 2

2D 3D

**ALLEGATO 3:**  
**Pozzi a litostratigrafia nota**  
**(da Studio Geologico anni 2008/2010)**

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

1

**Proprietà** CERAC

**Coord X:** 1619240

**Coord Y:** 4993620

**Sez. CTR:** D8E1

**Profondità** 65

**USSL** 50

**Ditta esecutrice:**

**Data esecuzione:**

**Tipo pozzo:** T

**Pompa:**

**Uso:**

**Portata:**

**Quota p.c.** 26.1

**Q. bocca pozzo:** -1.2

**OK** N

**NOTE**

Stratigrafia

<b>da m</b>	<b>a m</b>	<b>Stato</b>	<b>Litologia</b>
0	2	A	ARGILLA
2	6	SA	ARGILLA MISTA A SABBIA
6	12	S	SABBIA FINE
12	18	S	SABBIA MEDIA
18	24	A	ARGILLA COMPATTA
24	30	SA	ARGILLA CON STRATI DI SABBIA
30	48	S	SABBIA GROSSA
48	54	S	SABBIA MEDIA FINE
54	60	A	ARGILLA
60	70	S	SABBIA FINE

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

2

Proprietà F.LLI ROSA

Coord X: 1621030

Coord Y: 4993620

Sez. CTR: E8A1

Profondità 141

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 24.5

Q. bocca pozzo: 0

OK N

NOTE

Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	4.8	A	ARGILLA
4.8	34	S	SABBIA
34	36	A	ARGILLA
36	54	S	SABBIA
54	55	A	ARGILLA
55	80	S	SABBIA MEDIA
80	83	A	ARGILLA
83	102	S	SABBIA
102	121	S	SABBIA MEDIA
121	124	A	ARGILLA
124	125	S	SABBIA
125	132	A	ARGILLA
132	143	S	SABBIA MEDIA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

**POZZO**

**3**

**Proprietà**

**Coord X:** 1619500

**Coord Y:** 4994830

**Sez. CTR:** D8E1

**Profondità** 60

**USSL** 50

**Ditta esecutrice:**

**Data esecuzione:**

**Tipo pozzo:** T

**Pompa:**

**Uso:**

**Portata:**

**Quota p.c.** 28

**Q. bocca pozzo:** 0

**OK** N

**NOTE**

**Stratigrafia**

<b>da m</b>	<b>a m</b>	<b>Stato</b>	<b>Litologia</b>
0	36	A	ARGILLA
36	60	S	SABBIA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

4

### Proprietà

Coord X: 1619430

Coord Y: 4995300

Sez. CTR: D7E5

Profondità 62

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 28

Q. bocca pozzo: 0

OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	1.2	TA	TERRA
1.2	12.3	S	SABBIA MEDIO-FINE
12.3	21.5	SA	SABBIA FINISSIMA E ARGILLA
21.5	36.2	S	SABBIA FINE
36.2	56	S	SABBIA MEDIO-FINE
56	62	A	ARGILLA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

5

### Proprietà

Coord X: 1620240

Coord Y: 4994220

Sez. CTR: E8A1

Profondità 70

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 25

Q. bocca pozzo: 0

OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	10	A	ARGILLA SABBIOSA
10	15	S	SABBIA
15	25	A	ARGILLA
25	50	S	SABBIA
50	65	A	ARGILLA
65	70	S	SABBIA FINE

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

6

### Proprietà

Coord X: 1619800

Coord Y: 4995440

Sez. CTR: D7E5

Profondità 80

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 27

Q. bocca pozzo: 0

OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	15	SA	ARGILLA CON MOLTA SABBIA
15	20	A	ARGILLA COMPATTA
20	40	S	SABBIA FINE
40	70	A	ARGILLA
70	80	S	SABBIA SPORCA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

7

### Proprietà

Coord X: 1619400

Coord Y: 4995830

Sez. CTR: D7E5

Profondità 80

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 23.9

Q. bocca pozzo: 0

OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	10	A	ARGILLA
10	20	SA	ARGILLA E LETTI SABBIOSI
20	40	S	SABBIA
40	65	A	ARGILLA COMPATTA
65	75	SA	ARGILLA CON POCA SABBIA
75	80	S	SABBIA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

**POZZO**

**8**

**Proprietà**

**Coord X:** 1619260

**Coord Y:** 4995950

**Sez. CTR:** D7E5

**Profondità** 110

**USSL** 50

**Ditta esecutrice:**

**Data esecuzione:**

**Tipo pozzo:** T

**Pompa:**

**Uso:**

**Portata:**

**Quota p.c.** 24

**Q. bocca pozzo:** 0

**OK** N

**NOTE**

Stratigrafia

<b>da m</b>	<b>a m</b>	<b>Stato</b>	<b>Litologia</b>
0	15	A	ARGILLA
15	50	SA	SABBIA MISTA CON LETTI ARGILL.
50	80	SA	ARGILLA COMP.E LETTI SABBIOSI
80	95	S	SABBIA
95	105	A	ARGILLA
105	110	S	SABBIA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

9

### Proprietà

Coord X: 1619180

Coord Y: 4994480

Sez. CTR: D8E1

Profondità 110

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 29

Q. bocca pozzo: 0

OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	5.4	TA	TERRA E TORBA
5.4	7.3	S	SABBIA ROSSA
7.3	17	A	ARGILLA
17	32.6	S	SABBIA MEDIA
32.6	33.4	A	ARGILLA
33.4	53	S	SABBIA MEDIA
53	61.5	A	ARGILLA
61.5	73	S	SABBIA MEDIA
73	74	A	ARGILLA
74	84.5	S	SABBIA
84.5	102.5	A	ARGILLA
102.5	104	S	SABBIA FINE
104	110	A	ARGILLA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

10

Proprietà GALLI

Coord X: 1619260

Coord Y: 4995950

Sez. CTR: D7E5

Profondità 114

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 24

Q. bocca pozzo: 0

OK N

NOTE

Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	4	A	ARGILLA SABBIOSA
4	7	S	SABBIA GROSSA
7	8	A	ARGILLA TORBOSA SABBIOSA
8	21.5	A	ARGILLA
21.5	51	S	SABBIA FINE
51	64	S	SABBIA MEDIA
64	64.5	A	LIVELLO ARGILLOSO
64.5	88	S	SABBIA FINE TORBOSA
88	104.5	S	SABBIA MEDIO-FINE
104.5	114.5	A	ARGILLA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

11

**Proprietà** TONINI  
**Coord X:** 1619420 **Coord Y:** 4994700  
**Sez. CTR:** D8E1  
**Profondità** 120  
**USSL** 50  
**Ditta esecutrice:**  
**Data esecuzione:**  
**Tipo pozzo:** T  
**Pompa:**  
**Uso:**  
**Portata:**  
**Quota p.c.** 28.5  
**Q. bocca pozzo:** 0  
**OK** N

## NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	4.8	S	TERRA SABBIOSA
4.8	17.6	S	SABBIA
17.6	21.4	A	ARGILLA
21.4	35.3	S	SABBIA MEDIA
35.3	37	A	ARGILLA
37	60.2	S	SABBIA MEDIO GROSSA
60.2	74	GS	SABBIA CON GHIAIETTO
74	75.3	A	ARGILLA
75.3	82	S	SABBIA FINE
82	83.2	A	ARGILLA
83.2	87	S	SABBIA FINE
87	89	A	ARGILLA
89	92	A	ARGILLA SABBIOSA
92	107.4	A	ARGILLA
107.4	118	S	SABBIA MEDIA
118	120	A	ARGILLA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

12

Proprietà GALLI

Coord X: 1619260

Coord Y: 4995950

Sez. CTR: D7E5

Profondità 132

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 24

Q. bocca pozzo: 0

OK N

NOTE

Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	3	A	ARGILLA
3	11	S	SABBIA GROSSA
11	22	A	ARGILLA
22	58	S	SABBIA MEDIA
58	59	A	ARGILLA
59	71.5	S	SABBIA MEDIA
71.5	72	A	ARGILLA
72	94	S	SABBIA MEDIA
94	103	A	ARGILLA
103	115	S	SABBIA FINE
115	118	A	ARGILLA SABBIOSA
118	132	S	SABBIA TORBOSA

# Comune di San Martino dell'Argine (MN)

## POZZO

13

### Proprietà

Coord X: 1619430

Coord Y: 4995300

Sez. CTR: D7E5

Profondità 150

USSL 50

Ditta esecutrice:

Data esecuzione:

Tipo pozzo: T

Pompa:

Uso:

Portata:

Quota p.c. 28

Q. bocca pozzo: 0

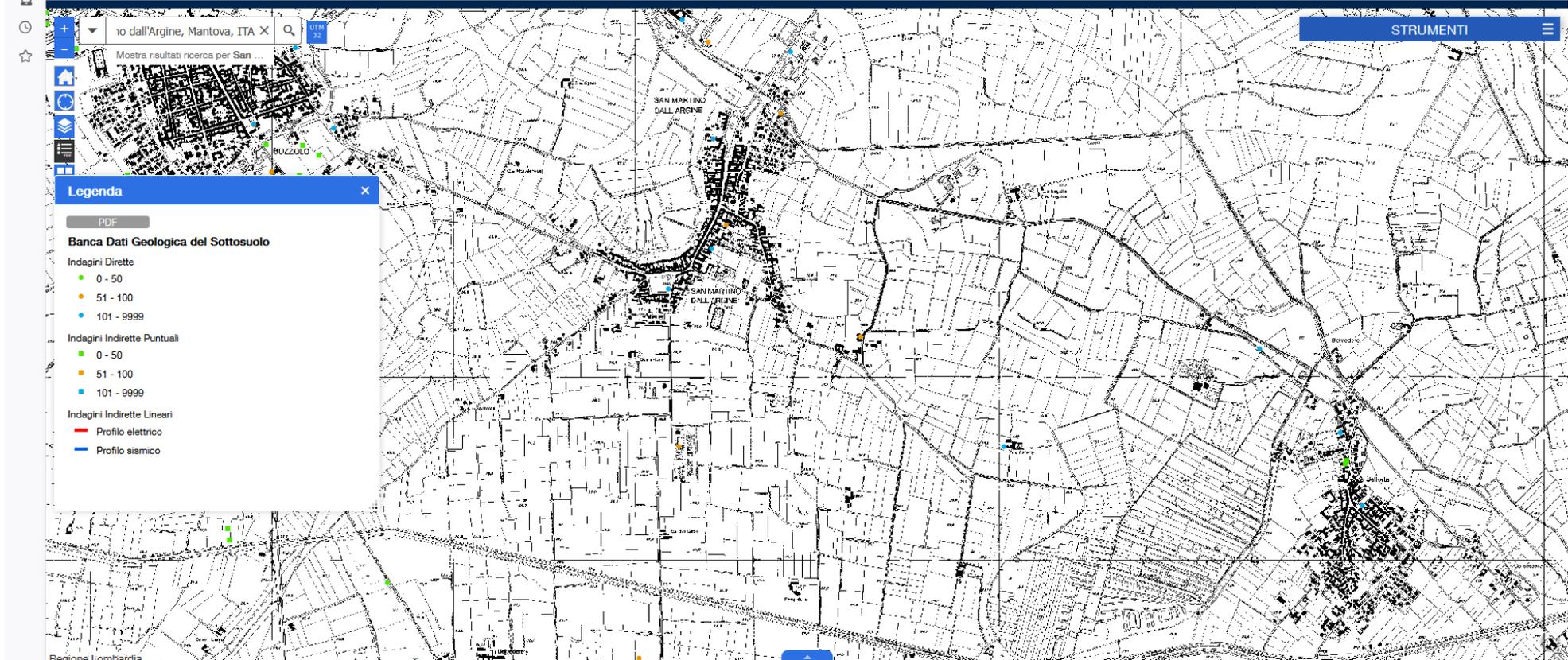
OK N

### NOTE

### Stratigrafia

da m	a m	Stato	Litologia
0	7.7	TA	TERRA
7.7	8.3	S	SABBIA FINISSIMA
8.3	30.4	A	ARGILLA SABBIOSA
30.4	44.3	S	SABBIA FINE
44.3	86	S	SABBIA GROSSA
86	88.3	A	ARGILLA
88.3	90	S	SABBIA FINE
90	108.3	A	ARGILLA
108.3	110	S	SABBIA FINE
110	112.3	A	ARGILLA
112.3	121	S	SABBIA MEDIO FINE
121	133	A	ARGILLA
133	143	S	SABBIA MEDIO FINE
143	150	A	ARGILLA

**ALLEGATO 4:**  
**Pozzi a litostratigrafia nota**  
**(da Geoportale Regione Lombardia)**



STRUMENTI

**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 5912

IDE: E8A110303620

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 24,5

PROFONDITA'(m): 143,0

NUMERO STRATI: 13

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	4,8	4,8	argilla	A
2	4,8	34,0	29,2	sabbia	S
3	34,0	36,0	2,0	argilla	A
4	36,0	54,0	18,0	sabbia	S
5	54,0	55,0	1,0	argilla	A
6	55,0	80,0	25,0	sabbia media	S3
7	80,0	83,0	3,0	argilla	A
8	83,0	102,0	19,0	sabbia	S
9	102,0	121,0	19,0	sabbia media	S3
10	121,0	124,0	3,0	argilla	A
11	124,0	125,0	1,0	sabbia	S
12	125,0	132,0	7,0	argilla	A
13	132,0	143,0	11,0	sabbia media	S3



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 5912

IDE: E8A110303620

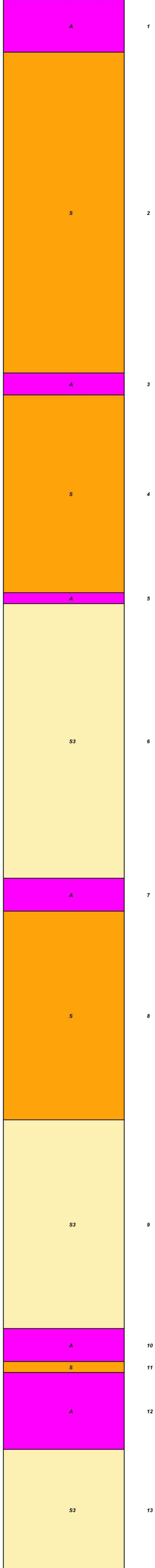
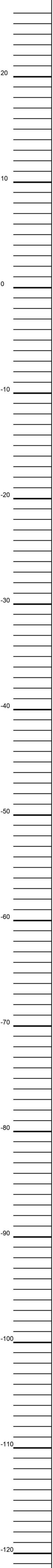
QUOTA (m s.l.m.): 24,5

PROFONDITA'(m): 143,0

PROFONDITA' FALDA(m): ND

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

NUMERO STRATI: 13



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 5913

IDE: E8A102404220

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 25,0 PROFONDITA'(m): 70,0

NUMERO STRATI: 6

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	10,0	10,0	argilla sabbiosa	A S
2	10,0	15,0	5,0	sabbia	S
3	15,0	25,0	10,0	argilla	A
4	25,0	50,0	25,0	sabbia	S
5	50,0	65,0	15,0	argilla	A
6	65,0	70,0	5,0	sabbia fine	S4



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 5913

IDE: E8A102404220

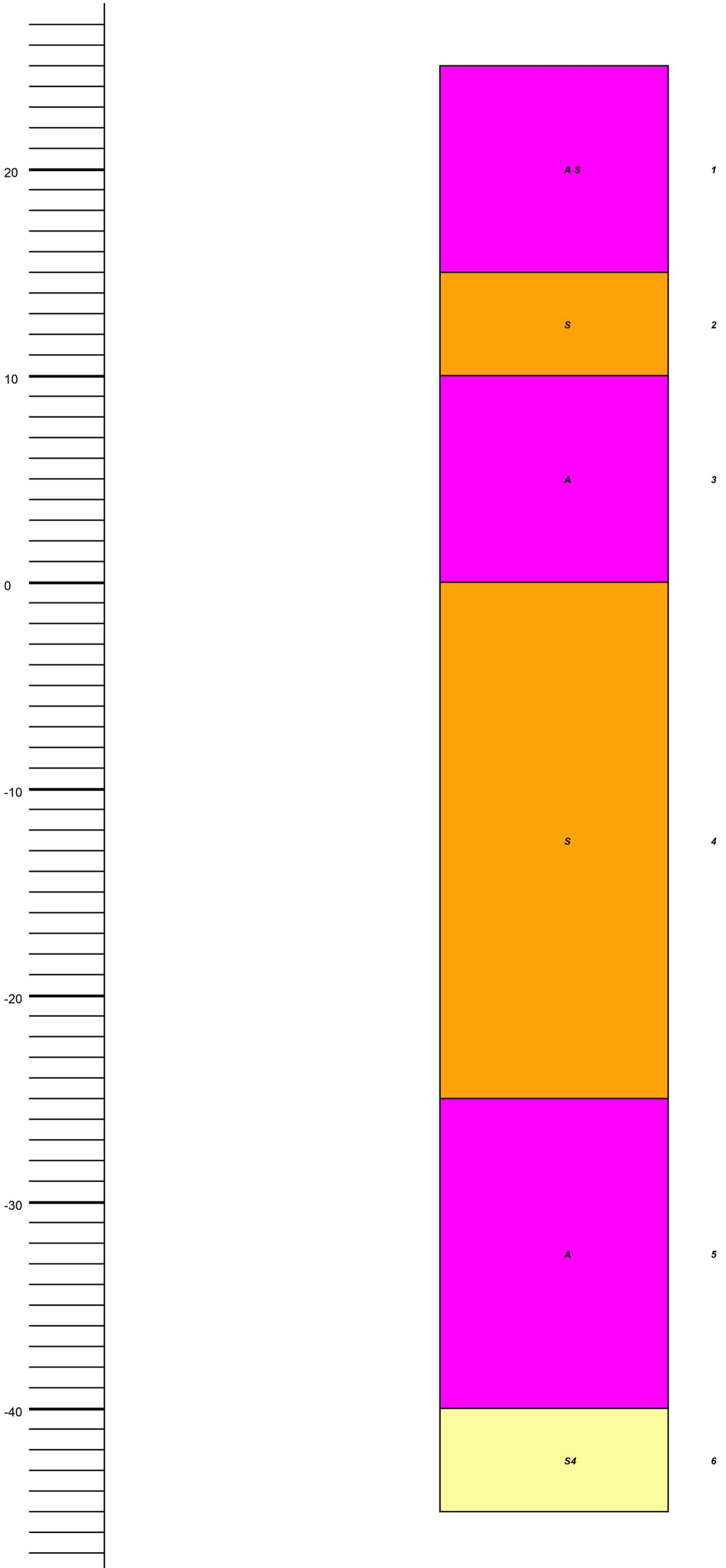
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 25,0

PROFONDITA'(m): 70,0

NUMERO STRATI: 6

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 6303

IDE: D8E190222465

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,75 PROFONDITA'(m): 82,5

NUMERO STRATI: 11

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	3,0	3,0	argilla	A
2	3,0	6,0	3,0	argilla mista a sabbia	A S
3	6,0	11,0	5,0	sabbia fine	S4
4	11,0	18,0	7,0	sabbia media	S3
5	18,0	22,5	4,5	argilla compatta	A
6	22,5	30,0	7,5	argilla con strati di sabbia	A S
7	30,0	49,0	19,0	sabbia grossa	S2
8	49,0	54,0	5,0	sabbia media fine	S3 S4
9	54,0	59,0	5,0	argilla	A
10	59,0	80,0	21,0	sabbia fine	S4
11	80,0	82,5	2,5	argilla	A



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 6303

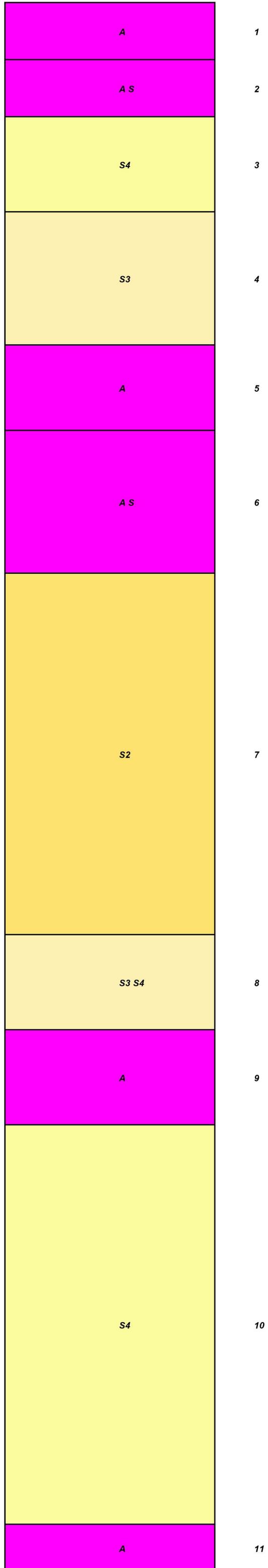
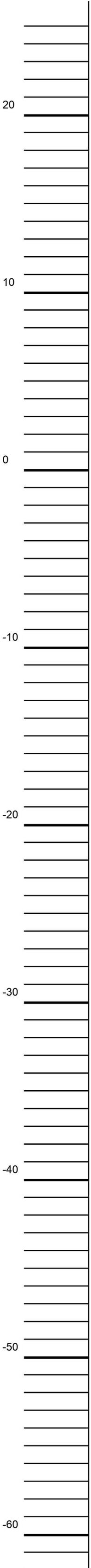
IDE: D8E190222465

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,75 PROFONDITA'(m): 82,5

NUMERO STRATI: 11

PROFONDITA' FALDA(m): ND





Regione Lombardia

## BANCA DATI GEOLOGICA DI SOTTOSUOLO

### INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11676

IDE: D8E195004830

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 28,0

PROFONDITA'(m): 60,0

NUMERO STRATI: 2

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	36,0	36,0	argilla	A
2	36,0	60,0	24,0	sabbia	S



## INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11676

IDE: D8E195004830

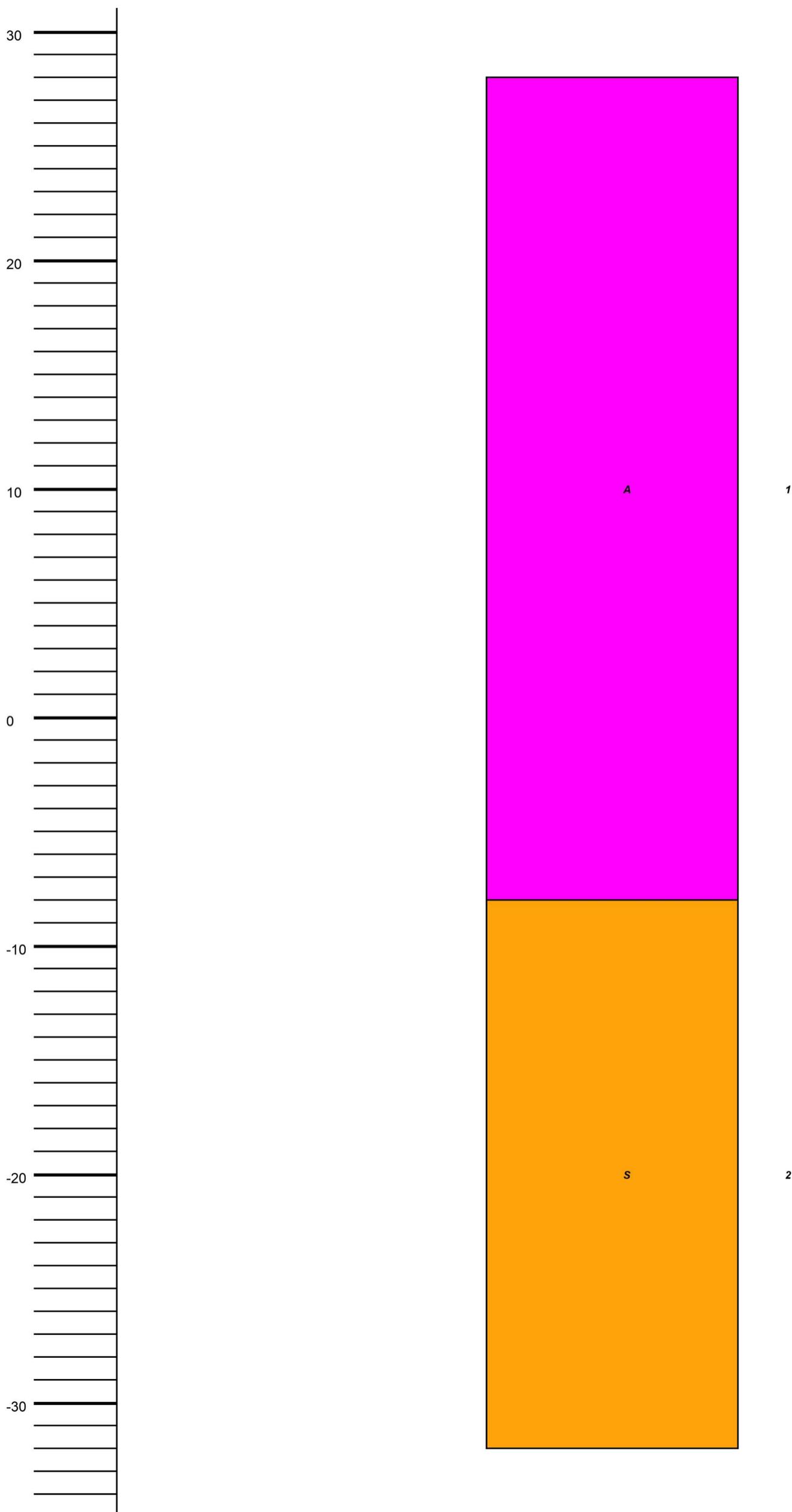
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 28,0

PROFONDITA'(m): 60,0

NUMERO STRATI: 2

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11677

IDE: D8E194204700

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 28,5 PROFONDITA'(m): 120,0

NUMERO STRATI: 17

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<b>Strato</b>	<b>Da</b>	<b>A</b>	<b>Spessore</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Sigla</b>
1	0	4,8	4,8	terra sabbiosa	MT S
2	4,8	17,6	12,8	sabbia	S
3	17,6	21,4	3,8	argilla	A
4	21,4	35,3	13,9	sabbia media	S3
5	35,3	37,0	1,7	argilla	A
6	37,0	60,2	23,2	sabbia medio-grossa	S3 S2
7	60,2	62,4	2,2	argilla	A
8	62,4	74,0	11,6	sabbia con ghiaietto	S GG
9	74,0	75,3	1,3	argilla	A
10	75,3	82,0	6,7	sabbia fine	S4
11	82,0	83,2	1,2	argilla	A
12	83,2	87,0	3,8	sabbia fine	S4
13	87,0	89,0	2,0	argilla	A
14	89,0	92,0	3,0	argilla sabbiosa	A S
15	92,0	107,4	15,4	argilla	A
16	107,4	118,0	10,6	sabbia media	S3
17	118,0	120,0	2,0	argilla	A



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11677

IDE: D8E194204700

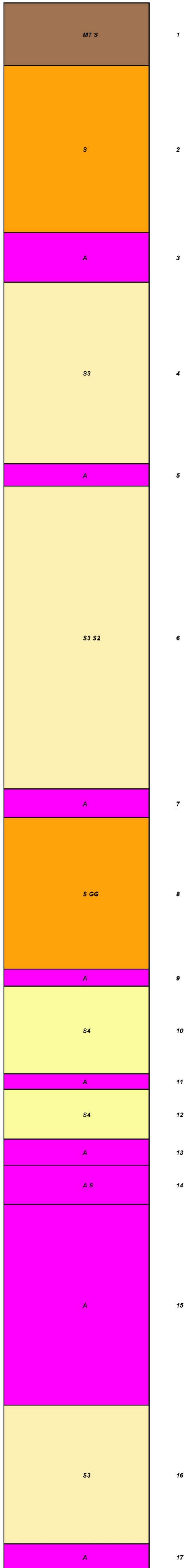
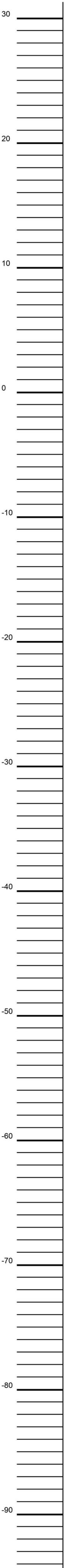
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 28,5

PROFONDITA'(m): 120,0

NUMERO STRATI: 17

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11678

IDE: D8E192403620

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 26,1

PROFONDITA'(m): 70,0

NUMERO STRATI: 10

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	2,0	2,0	argilla	A
2	2,0	6,0	4,0	argilla mista a sabbia	A S
3	6,0	12,0	6,0	sabbia fine	S4
4	12,0	18,0	6,0	sabbia media	S3
5	18,0	24,0	6,0	argilla compatta	A
6	24,0	30,0	6,0	argilla con strati di sabbia fine	A S4
7	30,0	48,0	18,0	sabbia grossa	S2
8	48,0	54,0	6,0	sabbia medio-fine	S3 S4
9	54,0	60,0	6,0	argilla	A
10	60,0	70,0	10,0	sabbia fine	S4



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11678

IDE: D8E192403620

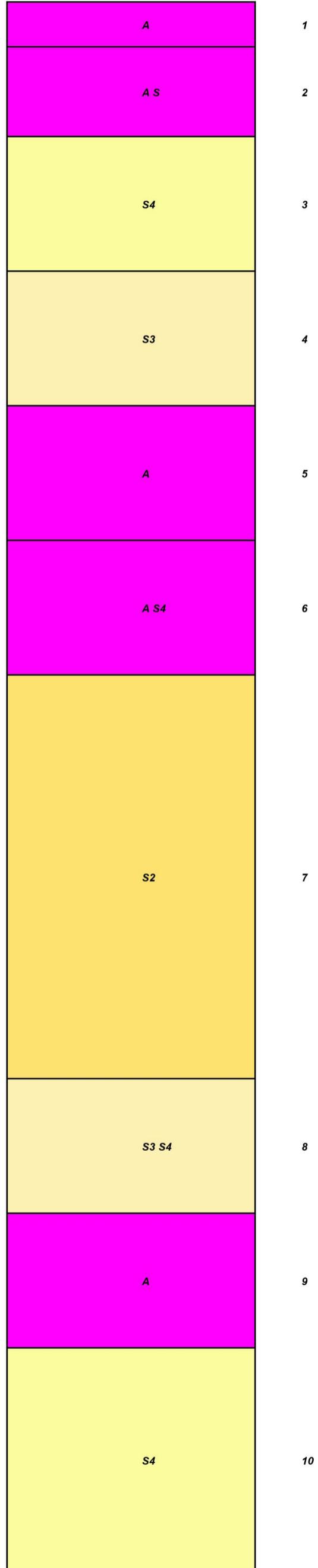
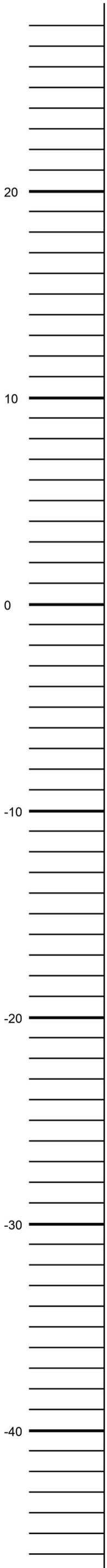
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 26,1

PROFONDITA'(m): 70,0

NUMERO STRATI: 10

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11679

IDE: D8E191804480

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 29,0

PROFONDITA'(m): 110,0

NUMERO STRATI: 13

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	5,4	5,4	terra e torba	MT PT
2	5,4	7,3	1,9	sabbia rossa	S
3	7,3	17,0	9,7	argilla	A
4	17,0	32,6	15,6	sabbia media	S3
5	32,6	33,4	0,8	argilla	A
6	33,4	53,0	19,6	sabbia media	S3
7	53,0	61,5	8,5	argilla	A
8	61,5	73,0	11,5	sabbia media	S3
9	73,0	74,0	1,0	argilla	A
10	74,0	84,5	10,5	sabbia	S
11	84,5	102,5	18,0	argilla	A
12	102,5	104,0	1,5	sabbia fine	S4
13	104,0	110,0	6,0	argilla	A



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11679

IDE: D8E191804480

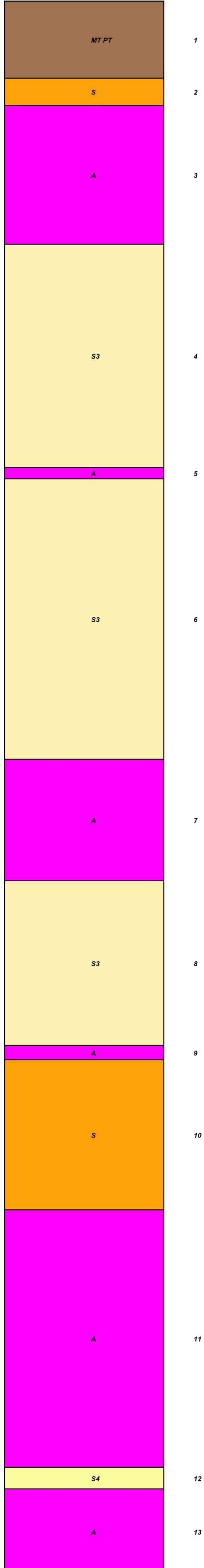
QUOTA (m s.l.m.): 29,0

PROFONDITA'(m): 110,0

PROFONDITA' FALDA(m): ND

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

NUMERO STRATI: 13



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11706

IDE: D7E598545776

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,0

PROFONDITA'(m): 120,0

NUMERO STRATI: 7

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	3,0	3,0	terreno vegetale di tipo argilloso	ZS
2	3,0	24,0	21,0	sabbia	S
3	24,0	28,0	4,0	argilla	A
4	28,0	70,0	42,0	sabbia	S
5	70,0	78,0	8,0	sabbia grossolana	S2
6	78,0	96,0	18,0	argilla	A
7	96,0	120,0	24,0	sabbia media con livelli di sabbia grossolana	S3 S2



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11706

IDE: D7E598545776

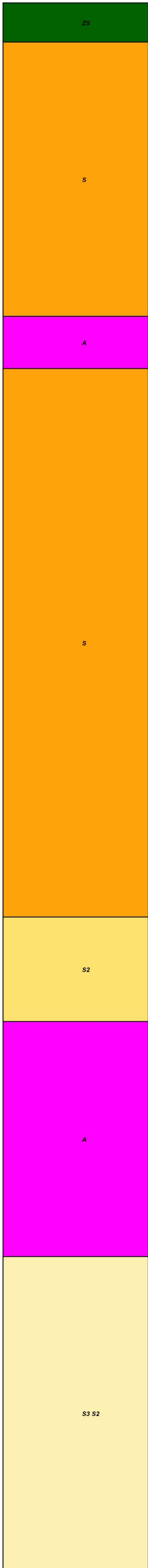
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,0

PROFONDITA'(m): 120,0

NUMERO STRATI: 7

PROFONDITA' FALDA(m): ND





RegioneLombardia

## BANCA DATI GEOLOGICA DI SOTTOSUOLO

### INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11709

IDE: D7E598005440

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 27,0

PROFONDITA'(m): 80,0

NUMERO STRATI: 5

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	15,0	15,0	argilla con molta sabbia	A S
2	15,0	20,0	5,0	argilla compatta	A
3	20,0	40,0	20,0	sabbia fine	S4
4	40,0	70,0	30,0	argilla	A
5	70,0	80,0	10,0	sabbia sporca	S L



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11709

IDE: D7E598005440

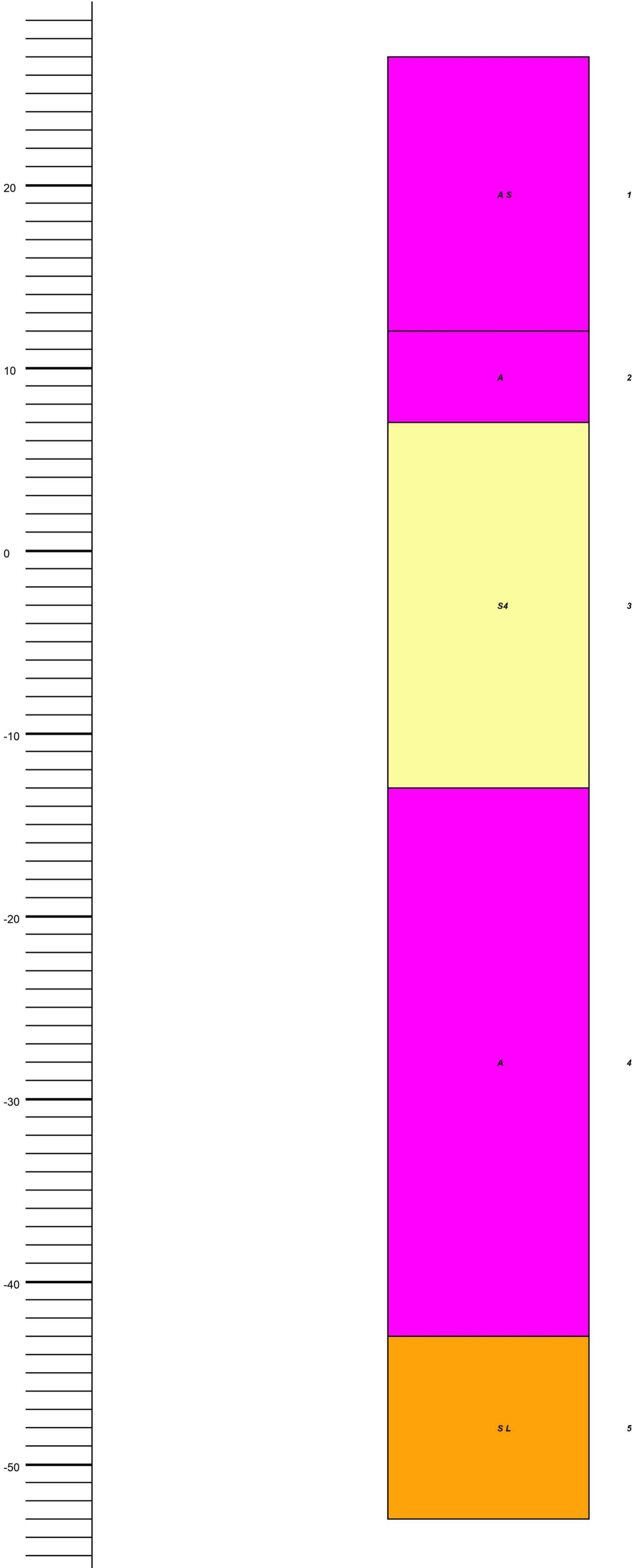
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 27,0

PROFONDITA'(m): 80,0

NUMERO STRATI: 5

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11711

IDE: D7E594305301

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 27,5

PROFONDITA'(m): 150,0

NUMERO STRATI: 14

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	7,7	7,7	terra	MT
2	7,7	8,3	0,6	sabbia finissima	S5
3	8,3	30,4	22,1	argilla sabbiosa	A S
4	30,4	44,3	13,9	sabbia fine	S4
5	44,3	86,0	41,7	sabbia grossa	S2
6	86,0	88,3	2,3	argilla	A
7	88,3	90,0	1,7	sabbia fine	S4
8	90,0	108,3	18,3	argilla	A
9	108,3	110,0	1,7	sabbia fine	S4
10	110,0	112,3	2,3	argilla	A
11	112,3	121,0	8,7	sabbia medio-fine	S3 S4
12	121,0	133,0	12,0	argilla	A
13	133,0	143,0	10,0	sabbia medio-fine	S3 S4
14	143,0	150,0	7,0	argilla	A



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11711

IDE: D7E594305301

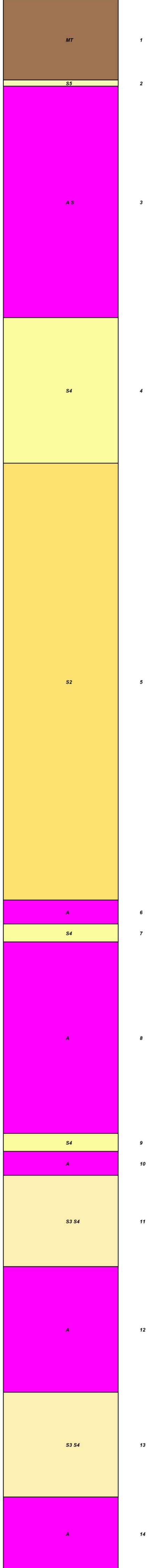
QUOTA (m s.l.m.): 27,5

PROFONDITA'(m): 150,0

PROFONDITA' FALDA(m): ND

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

NUMERO STRATI: 14



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11713

IDE: D7E594005830

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,9

PROFONDITA'(m): 80,0

NUMERO STRATI: 6

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	10,0	10,0	argilla	A
2	10,0	20,0	10,0	argilla a letti sabbiosi	A S
3	20,0	40,0	20,0	sabbia	S
4	40,0	65,0	25,0	argilla compatta	A
5	65,0	75,0	10,0	argilla con poca sabbia	A S
6	75,0	80,0	5,0	sabbia	S



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11713

IDE: D7E594005830

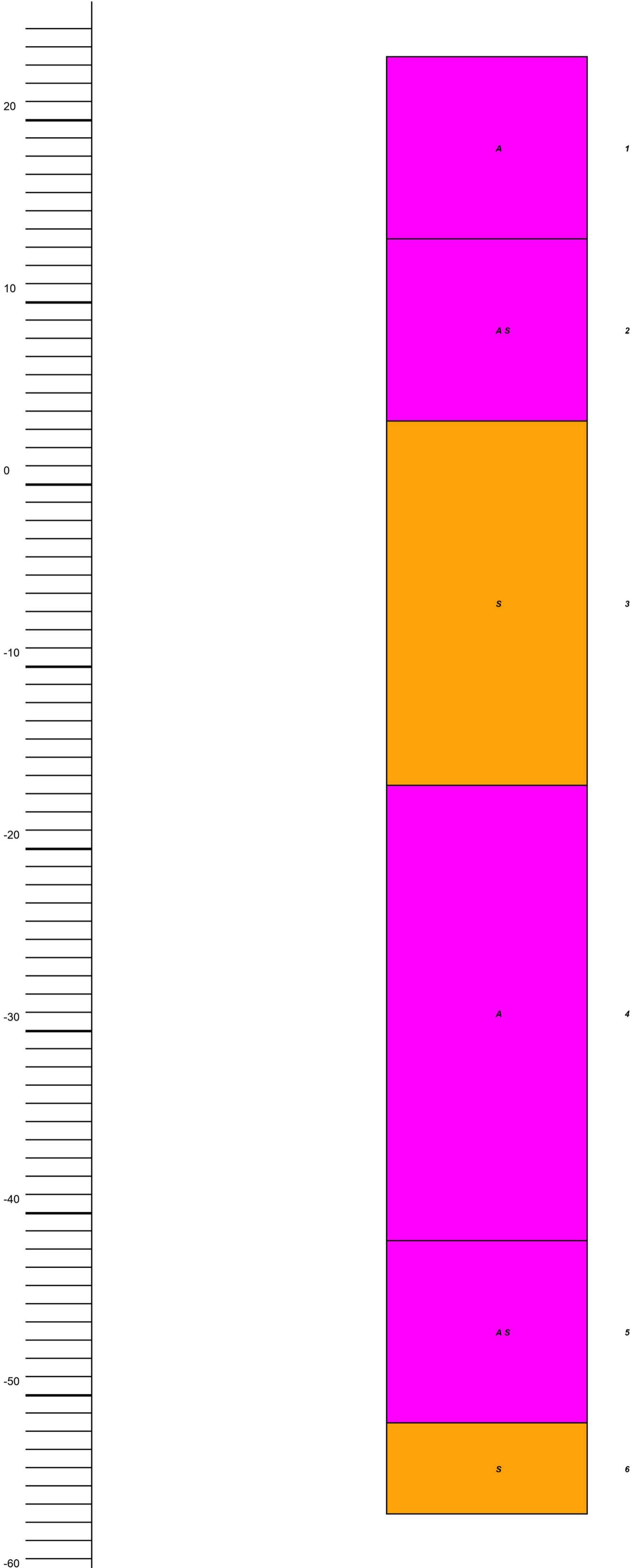
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 23,9

PROFONDITA'(m): 80,0

NUMERO STRATI: 6

PROFONDITA' FALDA(m): ND



**INFORMAZIONI INDAGINE**

ID: 11715

IDE: D7E592605952

COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 24,0

PROFONDITA'(m): 114,5

NUMERO STRATI: 10

PROFONDITA' FALDA(m): ND

<i>Strato</i>	<i>Da</i>	<i>A</i>	<i>Spessore</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sigla</i>
1	0	4,0	4,0	argilla sabbiosa	A S
2	4,0	7,0	3,0	sabbia grossa	S2
3	7,0	8,0	1,0	argilla torboso-sabbiosa	A PT S
4	8,0	21,5	13,5	argilla	A
5	21,5	51,0	29,5	sabbia fine	S4
6	51,0	64,0	13,0	sabbia media	S3
7	64,0	64,5	0,5	livello argilloso	A
8	64,5	88,0	23,5	sabbia fine torbosa	S4 PT
9	88,0	104,5	16,5	sabbia medio-fine	S3 S4
10	104,5	114,5	10,0	argilla	A



INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 11715

IDE: D7E592605952

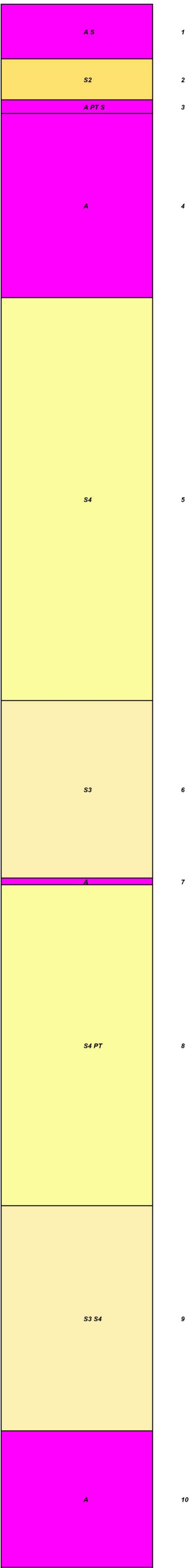
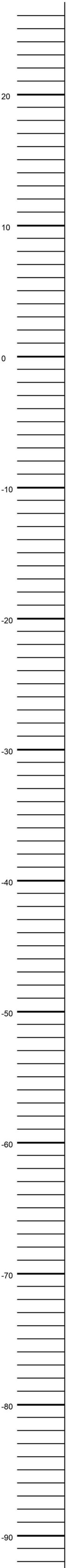
COMUNE: SAN MARTINO DALL'ARGINE

QUOTA (m s.l.m.): 24,0

PROFONDITA'(m): 114,5

NUMERO STRATI: 10

PROFONDITA' FALDA(m): ND



ALLEGATO 5:  
**Dati analitici storici di pozzi idrici**  
**(da Provincia di Mantova)**

**DATI RELATIVI AL CHIMISMO DELLE ACQUE SOTTERRANEE ESTRATTI  
DAL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO DELLE ACQUE (ANNO 1991)**

**COMUNE DI SAN MARTINO DALL'ARGINE**

**FASCIA DI PROFONDITÀ DA m 0 a m 50**

POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/004	36	A	7,32	523	29,0	326	0	0	3,74
		NITRI. mg/l	NITRA. mg/l	FERRO mg/l	FOSF. mg/l	CALC. mg/l	MAGN. mg/l	SODIO mg/l	POTAS. mg/l
		0,00	0	2,00	2,04	66,90	29,00	9,10	2,80
POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/010	41	A	7,69	456	23,4	273	0	0	3,50
		NITRI. mg/l	NITRA. mg/l	FERRO mg/l	FOSF. mg/l	CALC. mg/l	MAGN. mg/l	SODIO mg/l	POTAS. mg/l
		0,00	0	0,53	5,92	66,96	16,00	11,60	1,00
POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/015	24	P	7,52	505	29,3	304	0	0	1,58
		NITRI. mg/l	NITRA. mg/l	FERRO mg/l	FOSF. mg/l	CALC. mg/l	MAGN. mg/l	SODIO mg/l	POTAS. mg/l
		0,00	0	2,00	0,38	77,99	23,00	5,40	1,90

POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/020	31	P	7,35	526	29,5	324	0	0	4,40
		<b>NITRI.</b> mg/l	<b>NITRA.</b> mg/l	<b>FERRO</b> mg/l	<b>FOSF.</b> mg/l	<b>CALC.</b> mg/l	<b>MAGN.</b> mg/l	<b>SODIO</b> mg/l	<b>POTAS.</b> mg/l
		0,00	0	4,10	N.D.	75,64	24,00	11,00	2,20

POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/029	30	P	7,53	455	26,4	290	0	0	3,18
		<b>NITRI.</b> mg/l	<b>NITRA.</b> mg/l	<b>FERRO</b> mg/l	<b>FOSF.</b> mg/l	<b>CALC.</b> mg/l	<b>MAGN.</b> mg/l	<b>SODIO</b> mg/l	<b>POTAS.</b> mg/l
		0,00	0	1,60	N.D.	73,26	19,00	9,50	2,50

**FASCIA DI PROFONDITÀ DA m 50 a m 100**

POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/014	94	A	7,67	455	24,9	282	0	0	3,10
		<b>NITRI.</b> mg/l	<b>NITRA.</b> mg/l	<b>FERRO</b> mg/l	<b>FOSF.</b> mg/l	<b>CALC.</b> mg/l	<b>MAGN.</b> mg/l	<b>SODIO</b> mg/l	<b>POTAS.</b> mg/l
		0,00	0	0,93	N.D.	71,03	17,00	14,50	1,20

POZZO n°	PROF. m	H <sub>2</sub> S	pH	COND. µs/cm	DURE. °F	ALC.	CLOR. mg/l	SOLF. mg/l	AMM. mg/l
59/018	60	A	7,69	451	26,7	281	5	0	1,79
		<b>NITRI.</b> mg/l	<b>NITRA.</b> mg/l	<b>FERRO</b> mg/l	<b>FOSF.</b> mg/l	<b>CALC.</b> mg/l	<b>MAGN.</b> mg/l	<b>SODIO</b> mg/l	<b>POTAS.</b> mg/l
		0,00	0	1,60	N.D.	74,46	19,00	5,00	0,90

<b>POZZO n°</b>	<b>PROF. m</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>	<b>pH</b>	<b>COND. μs/cm</b>	<b>DURE. °F</b>	<b>ALC.</b>	<b>CLOR. mg/l</b>	<b>SOLF. mg/l</b>	<b>AMM. mg/l</b>
59/026	73	A	7,60	468	24,3	292	0	0	4,20
		<b>NITRI. mg/l</b>	<b>NITRA. mg/l</b>	<b>FERRO mg/l</b>	<b>FOSF. mg/l</b>	<b>CALC. mg/l</b>	<b>MAGN. mg/l</b>	<b>SODIO mg/l</b>	<b>POTAS. mg/l</b>
		0,00	0	1,50	N.D.	69,87	16,00	17,20	1,20

**FASCIA DI PROFONDITÀ SUPERIORE A m 100**

<b>POZZO n°</b>	<b>PROF. m</b>	<b>H<sub>2</sub>S</b>	<b>pH</b>	<b>COND. μs/cm</b>	<b>DURE. °F</b>	<b>ALC.</b>	<b>CLOR. mg/l</b>	<b>SOLF. mg/l</b>	<b>AMM. mg/l</b>
59/019	119	P	7,97	462	24,5	290	0	0	4,17
		<b>NITRI. mg/l</b>	<b>NITRA. mg/l</b>	<b>FERRO mg/l</b>	<b>FOSF. mg/l</b>	<b>CALC. mg/l</b>	<b>MAGN. mg/l</b>	<b>SODIO mg/l</b>	<b>POTAS. mg/l</b>
		0,00	0	0,60	N.D.	71,31	16,00	15,00	1,10