

REGIONE LOMBARDIA  
PROVINCIA DI CREMONA  
COMUNE DI CREMOSANO



Piano di Governo del Territorio  
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E  
SISMICA

**RELAZIONE GEOLOGICA DI PIANO**

**INDICE:**

1. INTRODUZIONE	Pg 3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	Pg 3
3. CARATTERISTICHE CLIMATICHE	Pg 4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLOGICO	Pg 7
5. IDROGRAFIA SUPERFICIALE	Pg 13
6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI	Pg 17
7. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA LOCALE	Pg 14
8. BILANCIO IDRICO	Pg 19
9. POZZI IDRICI PUBBLICI E PRIVATI	Pg 21
10. PIEZOMETRIA DELLA FALDA SUPERFICIALE	Pg 22
11. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	Pg 23
12. FONTANILI	Pg 24
13. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	Pg 25
14. SINTESI DEGLI ELEMENTI VALUTATIVI TERRITORIALI	Pg 27
15. VINCOLI ESISTENTI	Pg 28
16. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	Pg 36
17. FATTIBILITA' GEOLOGICA	Pg 48

## **1. INTRODUZIONE**

La LR n° 12 del 11-03-2005 "*Legge per il Governo del Territorio*" e la DGR n°8/1566 del 22-12-2005 "*Criteri ed indizi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*" e sue successive modifiche richiedono periodicamente la revisione dello studio geologico a corredo del vigente PGT comunale.

Per quanto riguarda il Comune di Cremosano esso è stato originariamente redatto dal Dott. Geol. Serra Francesco nell'agosto 2009 ed approvato con Deliberazione della Giunta Comunale in data 30/11/2015.

Il presente studio, redatto in conformità al disposto normativo sopra richiamato, ha previsto le seguenti fasi:

- Esame critico del precedente studio;
- Analisi dei dati disponibili in bibliografia;
- Analisi della cartografia disponibile;
- Rilievo ed acquisizione dati in sito;
- Analisi dei dati relativi ad indagini geognostiche pregresse eseguite sul territorio comunale;
- Sintesi degli elementi ambientali raccolti;
- Definizione della pericolosità sismica locale;
- Attribuzione alle diverse parti di territorio delle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano e definizione delle relative prescrizioni geologiche.

## **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il territorio del Comune di Cremosano si colloca nell'ambito della pianura Nordoccidentale cremonese. Esso si estende su un'area di circa 5.76 Km<sup>2</sup>, confinando a Nord-Ovest con il Comune di Trescore Cremasco, a Nord-Est con il Comune di Casaletto Vaprio, ad Est con il territorio di Campagnola Cremasca ed a Sud con il Comune di Crema.

La morfologia è pianeggiante, l'elevazione massima (89 m s.l.m.) è situata in corrispondenza dell'estremità Nord-orientale del territorio comunale, mentre quella minima (77m s.l.m.) di quella Sud-occidentale. Il gradiente topografico ha direzione NE-SW e risulta pari al 5‰.

L'abitato di Cremosano si concentra nella parte Nord-occidentale del territorio. Nella restante parte sono ubicati esclusivamente centri isolati a bassa densità abitativa. Le attività di tipo industriale ed artigianale sono concentrate a Sud, in Località San Benedetto.

### **3. CARATTERISTICHE CLIMATICHE**

Le principali fonti di dati relative al clima, relativamente al territorio del Comune di Cremosano e zone limitrofe sono:

- Dati delle stazioni termo-pluviometriche di Cremona nel periodo 2006-2022 reperiti dal sito Internet dell'Istat;
- Velocità e direzione del vento nei mesi di febbraio e marzo 2025, reperiti dal sito Internet di Arpa "LIRIS";
- Coefficienti pluviometrici relativi al territorio del Comune di Cremosano, disponibili sul sito Internet dell'Arpa e così riassumibili:

- Piovosità media per località: 760 mm/anno;
- Coefficienti pluviometrici:
  - A1 – Coefficiente pluviometrico orario: 28.14
  - N – Coefficiente di scala: 0.2817
  - GEV – Parametro alpha: 0.2842
  - GEV – Parametro kappa: -0.0469
  - GEV – Parametro epsilon: 0.8219

I dati disponibili possono essere riassunti come nelle tabelle che seguono:

- Precipitazioni medie annuali (Cremona);

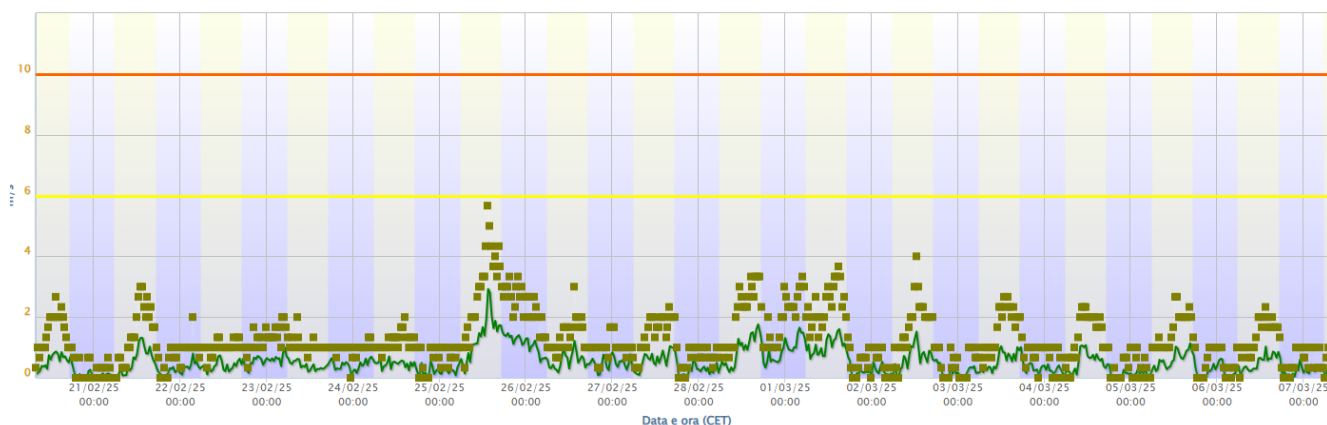
Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
mm	1.256,5	592,3	592,1	1.168,2	995,8	477,4	675,4	551,6	911,2	854,0	542,6	391,4	614,6

- Temperature medie annuali (Cremona);

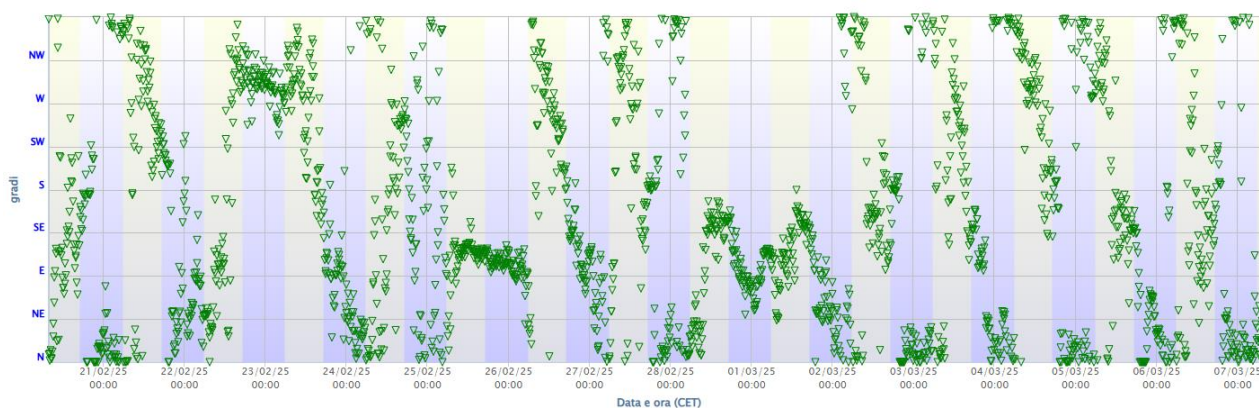
Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
°C	13,4	14,5	14,7	14,1	15,0	14,7	14,4	15,6	15,5	15,5	15,4	14,8	17,0

- Direzione e velocità del vento (Crema);

Stazione CREMA v.XI febbraio – quota 79 slm  
 Velocità del vento



Stazione CREMA v.XI febbraio – quota 79 slm  
 Direzione del vento



L'analisi delle varie serie di dati sopra elencate porta ad esprimere le seguenti conclusioni:

- Le precipitazioni mostrano la distribuzione tipica della Pianura Padana, con due massimi pluviometrici in autunno e primavera e con valori più modesti durante l'estate, fatta eccezione per eventuali episodi temporaleschi nel mese di agosto. Tuttavia, si osserva una notevole variabilità interannuale, con annate caratterizzate da precipitazioni significativamente inferiori alla media storica.
- In generale, le precipitazioni hanno un'intensità relativamente modesta, soprattutto se confrontate con i valori dell'evapotraspirazione potenziale, calcolata con il metodo di Thornthwaite. Quest'ultima rappresenta la quantità di umidità persa dal suolo sia sotto forma di evaporazione che di traspirazione delle piante e delle colture agricole. In particolare, l'evapotraspirazione raggiunge i valori più elevati nei mesi estivi, proprio quando le precipitazioni sono ai minimi, aumentando il rischio di siccità.
- Per quanto riguarda le temperature dell'aria, il valore medio annuo risulta pari a 16,2 °C, con un trend in aumento negli ultimi anni, come evidenziato dal valore registrato nel 2022 (17,0 °C), il più elevato della serie storica recente.
- Per quanto concerne i venti, l'area in esame è caratterizzata da correnti prevalentemente di bassa intensità (inferiore a 2 m/s per la maggior parte del tempo), con frequenti periodi di calma. L'analisi dei dati della stazione di Crema conferma che i venti prevalenti provengono principalmente da Ovest, Ovest-Nordovest ed Est, Est-Sudest. In particolare, durante la stagione invernale si osserva una predominanza di venti da Ovest, mentre in estate ed autunno prevalgono quelli da Est.

## **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLOGICO**

### ***INQUADRAMENTO GEOLOGICO***

Da un punto di vista geologico, l'area si inquadra nel contesto della "media pianura idromorfa", caratterizzata dalla presenza di unità alluvionali sabbioso-ghiaiose (anche se notevolmente variabili da zona a zona, come sarà illustrato in dettaglio nel seguito), a grado di idromorfia (intendendo con questo termine l'interazione dei litotipi con le acque superficiali e/o di falda e le trasformazioni ed alterazioni che ne conseguono) da medio ad elevato.

### **UNITÀ GEOLOGICHE PRINCIPALI**

Secondo quanto riportato dalle Note Illustrative del Foglio n° 46 "Treviglio" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, il territorio comunale è caratterizzato da un'unica unità geologica (vedasi anche Tavola n°1, in allegato):

### ***DEPOSITI FLUVIOGLACIALI***

Sono costituiti dai terreni appartenenti all'Unità litostratigrafia denominata "***Diluvium Recente Auct.***" e che comprendono depositi di natura ghiaioso – sabbioso -argillosa costituenti il livello principale della pianura, di età pleistocenica. Tali depositi mostrano una variabilità litologica notevole, passando da termini più francamente ghiaioso-sabbiosi nella parte settentrionale della provincia di Cremona a termini argilloso - sabbiosi nelle porzioni più meridionali. La distribuzione topografica dei singoli litotipi è quella di una serie di corpi a forma grosso modo lenticolare e dimensioni estremamente variabili, che danno luogo a variazioni litologiche anche repentine. Nel comune di Cremosano tale unità è principalmente rappresentata da sabbie più o meno ghiaiose, a cui si accompagnano di frequente lenticelle metriche di terreni fini ("torbe"), caratterizzate da granulometria decisamente inferiore e caratteristiche geotecniche scadenti.

### ***INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO***

Il comune di Cremosano è caratterizzato da un paesaggio prevalentemente pianeggiante. Storicamente, l'area a Ovest di Crema (che include i comuni Vaiano Cremasco, Trescore Cremasco, Cremosano e le frazioni di Ombriano, Scannabue e Vairano) era nota per la presenza del "Moso". una zona paludosa o di difficile drenaggio caratterizzata dal ristagno d'acqua. Il Moso è una depressione che si estende nella porzione nord-occidentale del territorio comunale di Crema, con forma allungata ed un'estensione di circa 8 km. Si ritiene che la sua origine sia legata alle ampie divagazioni e fasi erosive in epoca post-glaciale da parte dei principali corsi d'acqua naturali, in particolare del fiume Adda. L'estensione, l'orientamento e le caratteristiche dell'area suggeriscono che l'Adda abbia avuto un ruolo predominante nella sua formazione. La depressione raggiunge una profondità fino a 4 metri rispetto al livello della pianura circostante ed era originariamente occupata da un vasto acquitrino. Nella prima metà del XIX secolo, in concomitanza con la costruzione del Canale Vacchelli dopo il 1887, si procedette alla definitiva bonifica dell'area, rendendola adatta all'uso agricolo.

Attualmente, l'area del Moso è caratterizzata da una falda freatica con soggiacenza inferiore a 1,5 metri, rendendo il territorio particolarmente vulnerabile a fenomeni di allagamento. La presenza di terreni argillosi e limoso-argillosi (talora a componente organica, con intercalazioni di depositi torbosi di origine lacustre) contribuisce a determinare una bassa capacità di drenaggio naturale. Queste condizioni richiedono una gestione attenta delle acque superficiali e sotterranee per prevenire ristagni idrici e garantire la stabilità delle infrastrutture presenti.

Il territorio in esame presenta la diffusa presenza di depositi a granulometria fine con un maggiore contenuto organico, indicando la presenza di antiche aree paludose e ristagni d'acqua attualmente bonificate. Essi testimoniano la complessa evoluzione geomorfologica dell'area, influenzata da processi fluviali e glaciali.

## ***INQUADRAMENTO PEDOLOGICO***

Da un punto di vista pedologico, secondo quanto pubblicato da ERSAL (*"I suoli del cremasco"*, 2002) il territorio del Comune di Cremosano è caratterizzato da unica unità fisiografica:

- **LQ:** Porzione centrale della pianura con inclusi elementi di idromorfia, riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda sub-superficiale caratterizzata da variabile presenza di scheletro nel suolo e da pietrosità in superficie ("media pianura idromorfa");

A livello di maggior dettaglio, sempre secondo la pubblicazione di riferimento (ERSAL, 2002, *cit.*) possiamo individuare le seguenti unità cartografiche.

## **SISTEMA LQ**

- **Unità LQ1:** Principali depressioni e testate legate ai fontanili, con drenaggio difficoltoso per la presenza di una falda semipermanente, prossima al piano di campagna.
  - **Sottounità LQ1.1:** Aree lievemente depresse, allungate, talora a reticolo idrografico anastomizzato, legato allo scorrimento superficiale delle acque di risorgiva. Uso del suolo prevalente: seminativo irriguo.
  - **Unità cartografica 9-PTD1:** Suoli poco profondi, limitati da falda o gley, scheletro da assente ad abbondante, tessitura da moderatamente fine a fine, reazione alcalina, saturazione alta, non calcarei in superficie e moderatamente calcarei in profondità.
    - Classificazione USDA: ENDOAQUEPTS FINE OVER COARSE-SILTY, MIXED (CALCAREOUS), MESIC.
    - Classe di capacità d'uso: III ws (causa profondità utile, drenaggio).
    - Attitudine allo spandimento dei liquami: non adatti (causa falda).
    - Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: non adatti (causa falda).

Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: moderata.

Valore naturalistico: moderato.

- **Unità LQ2:** Depressioni e superfici a drenaggio lento, prive di scolo naturale delle acque eccedenti, spesso con presenza di dreni artificiali.
  - **Sottounità LQ2.1:** Superfici modali appartenenti al “Moso di Crema”, caratterizzate da drenaggio lento ed utilizzate a seminativo irriguo o pioppeto.
  - **Unità cartografica 15-CBC1:** Suoli da moderatamente profondi a profondi, limitati da falda o gley, scheletro da assente ad abbondante, tessitura da media a moderatamente fine, reazione subalcalina in superficie e alcalina in profondità, saturazione alta, moderatamente calcarei, drenaggio lento.
    - Classificazione USDA: FLUVAQUENTS FINE-SILTY OVER COARSE-LOAMY, MIXED (CALCAREOUS), MESIC.
    - Classe di capacità d’uso: III ws (causa drenaggio).
    - Attitudine allo spandimento dei liquami: poco adatti (causa falda).
    - Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: non adatti (causa drenaggio, falda).
    - Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.
    - Capacità qualitativa delle acque superficiali: moderata.
    - Valore naturalistico: moderato.
  - **Sottounità LQ2.2:** Porzione meridionale e maggiormente ribassate del “Moso di Crema”, caratterizzata da drenaggio molto lento o impedito e dalla diffusa presenza di orizzonti organici nel suolo. Uso del suolo prevalente: seminativo irriguo o pioppeto.
  - **Unità cartografica 16-OMO1:** Suoli fini, limitati da falda o gley, scheletro da assente ad abbondante, tessitura da media a moderatamente fine,

reazione subalcalina in superficie ed alcalina in profondità, saturazione alta, moderatamente calcarei, drenaggio lento.

- Classificazione USDA: FLUVAQUENTS HUMAQUEPTS FINE-LOAMY, MIXED, MESIC.

Classe di capacità d'uso: IV w (causa drenaggio).

Attitudine allo spandimento dei liquami: non adatti (causa falda).

Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: non adatti (causa drenaggio, falda).

Capacità qualitativa delle acque profonde: bassa.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: bassa.

Valore naturalistico: moderato.

- **Unità LQ3**: Superfici sub-pianeggianti interposte tra le principali linee di flusso e le zone più stabili, a drenaggio mediocre o lento. Comprendono anche le aree di transizione con l'alta pianura ghiaiosa.
  - **Sottounità LQ3.1**: Aree interessate dalla presenza di fontanili attivi e da fenomeni idromorfici di intensità moderata, di granulometria variabile, talora con substrati fortemente ghiaiosi o ghiaioso-sabbiosi. Uso del suolo prevalente: seminativo irriguo.
  - **Unità cartografica 18-FMA1**: Suoli profondi, scheletro assente, tessitura media, reazione subalcalina in superficie e alcalina in profondità, saturazione alta, molto calcarei, drenaggio da buono a mediocre.
    - Classificazione USDA: FLUVENTIC USTOCHREPTS COARSE-SILTY, MIXED (CALCAREOUS), MESIC.
    - Classe di capacità d'uso: III s (causa tessitura orizzonte superficiale).
    - Attitudine allo spandimento dei liquami: moderatamente adatti (causa falda).
    - Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: moderatamente (causa falda).
    - Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: moderata.

Valore naturalistico: basso.

- **Unità LQ4**: Superfici modali stabili meglio conservate con morfologia sub-pianeggiante ed ondulata, dotate di drenaggio da mediocre o buono.
  - **Sottounità LQ4.1**: Si tratta di aree stabili, interessate da fenomeni idromorfici di lieve intensità a carico degli orizzonti profondi o molto profondi.
  - **Unità cartografica 20-BCU1**: Suoli molto profondi, scheletro assente, tessitura moderatamente fine, reazione subalcalina in superficie ed alcalina in profondità, saturazione alta, moderatamente calcarei in superficie e molto calcarei in profondità, drenaggio da mediocre ad alto.
    - Classificazione USDA: AQUIC HAPLUSTALFS FINE SILTY, MIXED, M ESIC.

Classe di capacità d'uso: II ws (causa tessitura orizzonte superficiale, drenaggio).

Attitudine allo spandimento dei liquami: moderatamente adatti (causa falda).

Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: moderatamente adatti (causa falda).

Capacità qualitativa delle acque profonde: elevata.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: moderata.

Valore naturalistico: basso.

### ***CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE***

Da un punto di vista geomorfologico il territorio del comune di Cremosano è conseguente all'evoluzione geologica dello stesso, come più sopra delineata.

È riconoscibile un'unica unità geomorfologica sul territorio comunale: il Livello fondamentale della pianura (l.f.d.p.), i cui dislivelli sono stati sensibilmente levigati dall'attività antropica.

L'abitato è prevalentemente nella parte settentrionale, mentre il restante edificato di carattere industriale sorge nella parte meridionale del territorio comunale. Entrambi sono impostati sul l.f.d.p.

Gli elementi riportati nella Tavola 1 sono stati desunti dalla letteratura (Studio geologico di PGT previgente, PTCP della Provincia di Cremona, Basi dati vettoriali della Regione Lombardia) e successivamente verificati sul terreno.

## **5. IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

Il comune di Cremosano (come accade frequentemente nella pianura padana) è interessato dalla presenza di una diffusa rete idrografica, costituita da corsi d'acqua sia di origine naturale sia artificiale e che ha subito in alcuni casi importanti modifiche e variazioni, le quali ne hanno modificato pesantemente l'andamento e l'assetto piano altimetrico.

I corsi d'acqua principali presenti sul territorio comunale sono i seguenti:

- Roggia Ora
- Roggia Alchina
- Roggia Remerla
- Canale Vacchelli

L'intero territorio comunale si trova al di fuori dalle aree esondabili individuate dalla competente Autorità di Bacino, dato che storicamente i corsi d'acqua non hanno mai presentato alcuna criticità idraulica rilevante. Questo perché o traggono origine dai fontanili oppure sono totalmente regolati a monte in modo artificiale (es. Canale Vacchelli).

Per una descrizione dettagliata dei corsi d'acqua sopra elencati si rimanda allo Studio per la definizione del reticolo idrico minore, predisposto dal comune di Cremosano od alla copiosa letteratura disponibile (ad esempio BASSI, 1983 LE ACQUE DI SUPERFICIE DELLA PROVINCIA DI CREMONA; PROVINCIA DI CREMONA 2025 - ATLANTE AMBIENTALE).

## **6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI**

È noto come la Pianura Padana sia particolarmente ricca di acque (sia superficiali che sotterranee) utilizzate a vario titolo fin dai tempi più remoti.

È altrettanto noto come la consistente produzione agricola (che ne fa il maggior distretto agro-zootecnico a livello nazionale) sia vincolata in modo imprescindibile alla disponibilità di risorsa idrica per uso irriguo e zootecnico, così come gli agglomerati urbani e quelli industriali richiedano acqua per gli usi potabili e produttivi.

Gran parte di tale fabbisogno viene derivato dal sottosuolo tramite perforazioni, che in alcuni casi arrivano a diverse centinaia di metri e che vanno ad interessare una serie di "acquiferi" tra di loro variamente sovrapposti.

In particolare, in questa sede verrà illustrata in dettaglio la struttura idrogeologica della Provincia di Cremona, che tuttavia non può essere considerata isolatamente rispetto ai territori circostanti.

Tale area risulta inoltre particolarmente interessante in quanto è stata oggetto, in tempi relativamente recenti, di uno studio promosso dalla amministrazione Provinciale, volto a stabilirne un «modello» ed un conseguente "regolamento" di gestione, per un suo uso sostenibile a medio-lungo termine.

Sulla base dei dati relativi a parecchie migliaia di pozzi e perforazioni di cui si dispone, possiamo suddividere il sottosuolo in una serie di acquiferi, tra di loro separati da orizzonti meno permeabili. Tali acquiferi hanno spessori e potenzialità tra loro molto diverse e subiscono un'analogia variazione anche in senso areale.

Possiamo pertanto individuare:

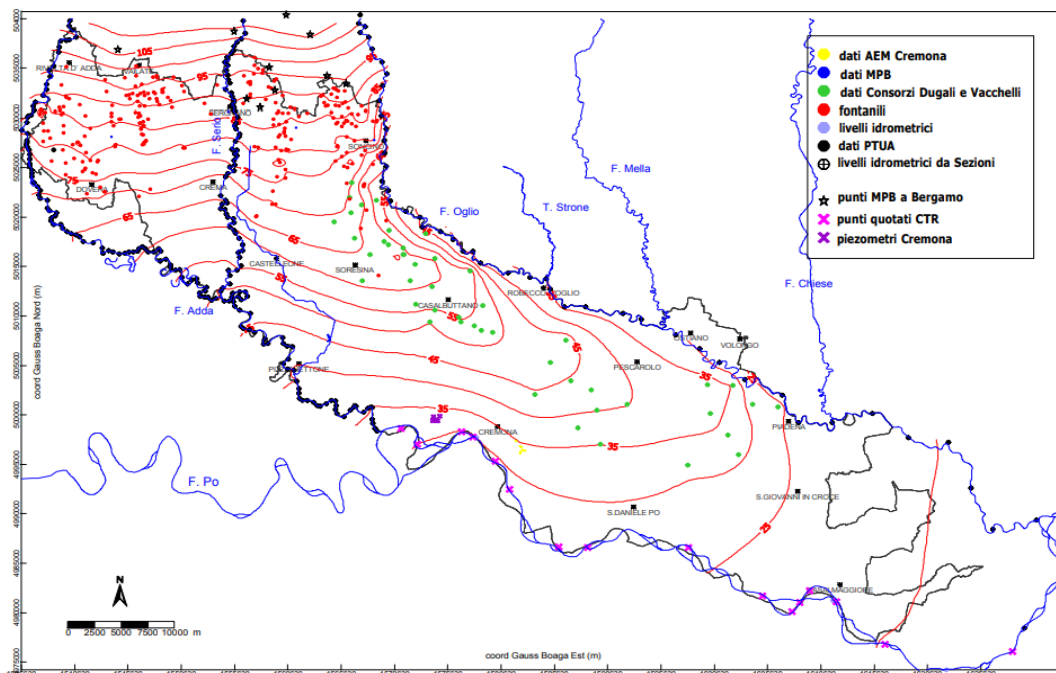
- Un acquifero superficiale (c.d. "prima falda");
- Un acquifero intermedio;
- Un acquifero profondo.

La quota alla quale sono presenti acque salmastre si aggira attorno ai 500 metri e costituisce il limite idrogeologico entro il quale è possibile reperire acque adatte per il consumo umano.

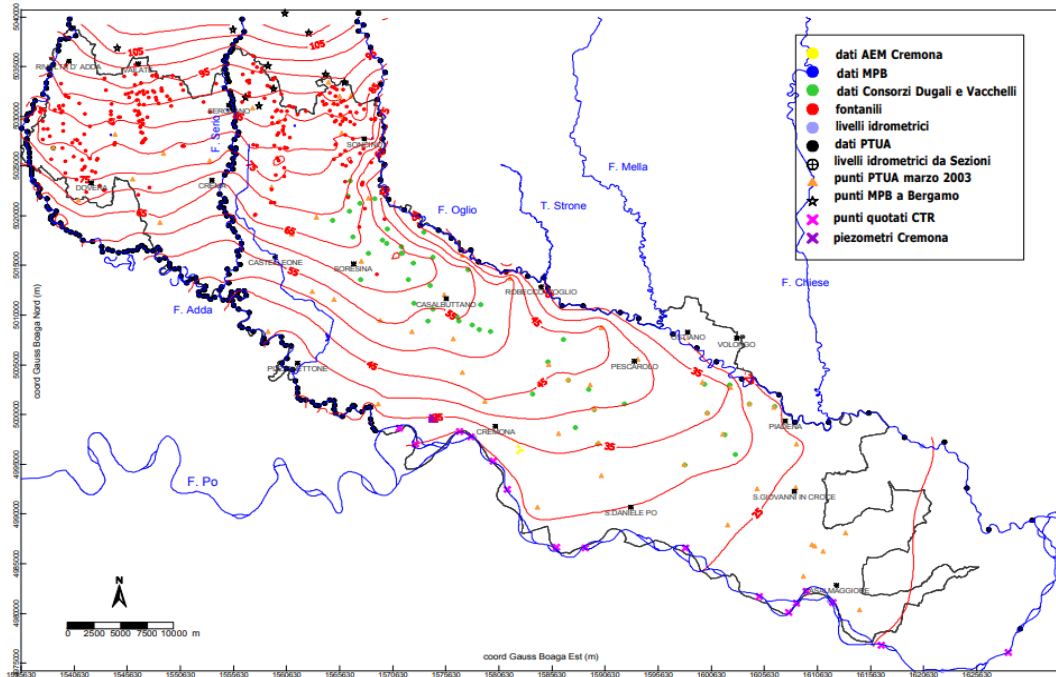
Esistono due tipi principali di acquiferi:

- Acquifero freatico (o non confinato). Il livello dell'acqua è in equilibrio con la pressione atmosferica e l'acquifero è limitato solo inferiormente da uno strato impermeabile;
- Acquifero artesiano (o confinato): la falda è in pressione ed il livello può raggiungere o addirittura superare il piano di campagna. L'acquifero è delimitato sia superiormente che inferiormente da strati impermeabili.

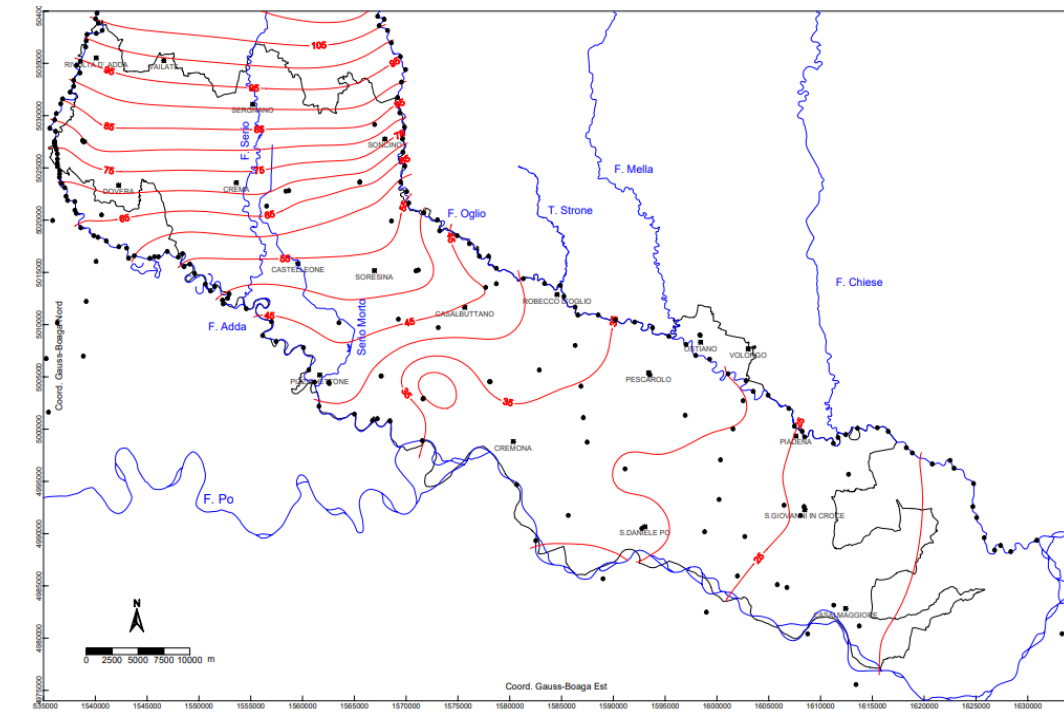
La Provincia di Cremona (PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2023) ha pubblicato mappe con la ricostruzione del livello piezometrico del primo e del secondo acquifero, sulla base di campagne di misura effettuate su di un elevato numero di pozzi a caratteristiche note.



*Curve isopiezometriche dell'acquifero freatico (stagione estiva; equidistanza 5 m)*  
DA: PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2025



*Curve isopiezometriche dell'acquifero freatico (stagione invernale; equidistanza 5 m)*  
 DA: PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2025



*Curve isopiezometriche dell'acquifero semiconfinato (stagione estiva; equidistanza 5 m)*  
 DA: PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2025



Infatti, nel 2007 la Provincia di Cremona ha promosso la predisposizione di un “modello idrogeologico” del suo territorio, al fine di:

- Fornire un bilancio afflussi-deflussi a livello globale;
- Consentire la definizione corretta (a revisione del PTUA regionale) della quota di base degli acquiferi principali presenti sul territorio provinciale;
- Verificare a scala di dettaglio le zone in crisi per eccesso di prelievo e consentire l’adozione di adeguate strategie di gestione della risorsa idrica.

Questo modello ha portato anche alla formulazione di “scenari” ipotetici nei quali è stata simulata:

- L’ assenza di metodi di irrigazione “a scorrimento”;
- L’uso efficiente della risorsa idrica.

Paradossalmente, una delle conclusioni principali a cui è giunta l’applicazione del modello, sopra richiamato è stata che il quadro ambientale “tradizionale” (e quindi anche l’esistenza stessa di un diffuso sistema di fontanili, tipico della pianura padana) è sostenuto fondamentalmente dalla presenza di una capillare rete irrigua superficiale e dall’irrigazione tradizionale “a scorrimento”, che permette in ultima analisi la ricarica dell’acquifero più superficiale.

È evidente come la disponibilità della risorsa idrica per i diversi usi (potabile, industriale, agricolo, etc..) sia legata ad una corretta gestione della domanda, che deve essere commisurata sia alla capacità di ricarica dei diversi acquiferi che alle loro caratteristiche qualitative.

Questo ha portato, dopo un periodo di eccesso di prelievo nel periodo compreso tra il 1950 ed il 1990, ad una stabilizzazione della quantità di acqua prelevata (in particolare per gli usi industriali) ed in alcuni casi (ad es. area di Milano) ad una inversione di tendenza.

Attualmente, sia la Regione Lombardia (con il PTUA) che le singole amministrazioni provinciali hanno emanato degli strumenti normativi (in particolare la Provincia di Cremona)

che hanno permesso di fare un bilancio tra prelievi e capacità degli acquiferi, in modo tale da consentirne la gestione sostenibile a lungo termine.

È evidente (in particolare per la Provincia di Cremona) la stretta connessione tra il quadro ambientale e l'attività antropica, che non necessariamente risultano in contrasto tra di loro, come già sopra sottolineato.

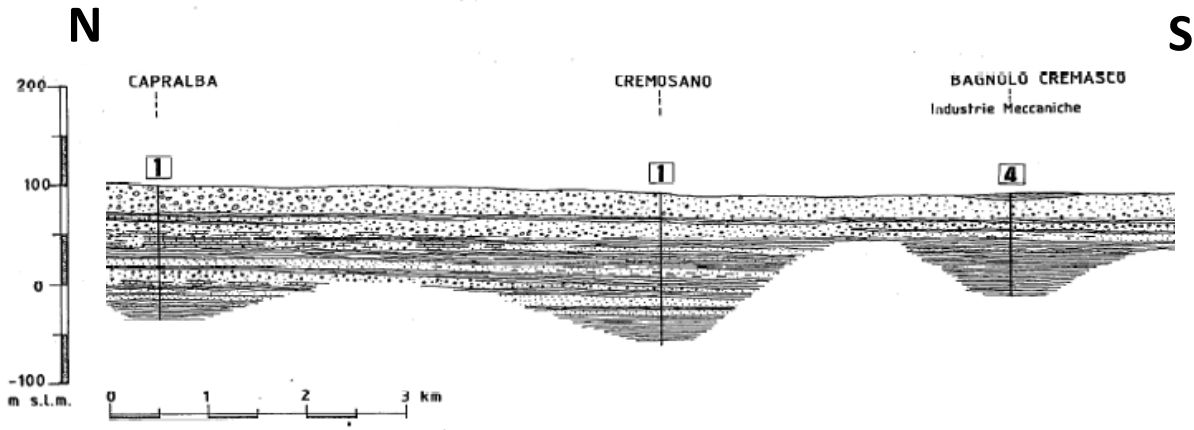
## **7. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA LOCALE**

Nell'insieme la zona oggetto di indagine è caratterizzata da una sequenza di acquiferi sovrapposti, tipica delle aree di pianura, di seguito sommariamente descritta.

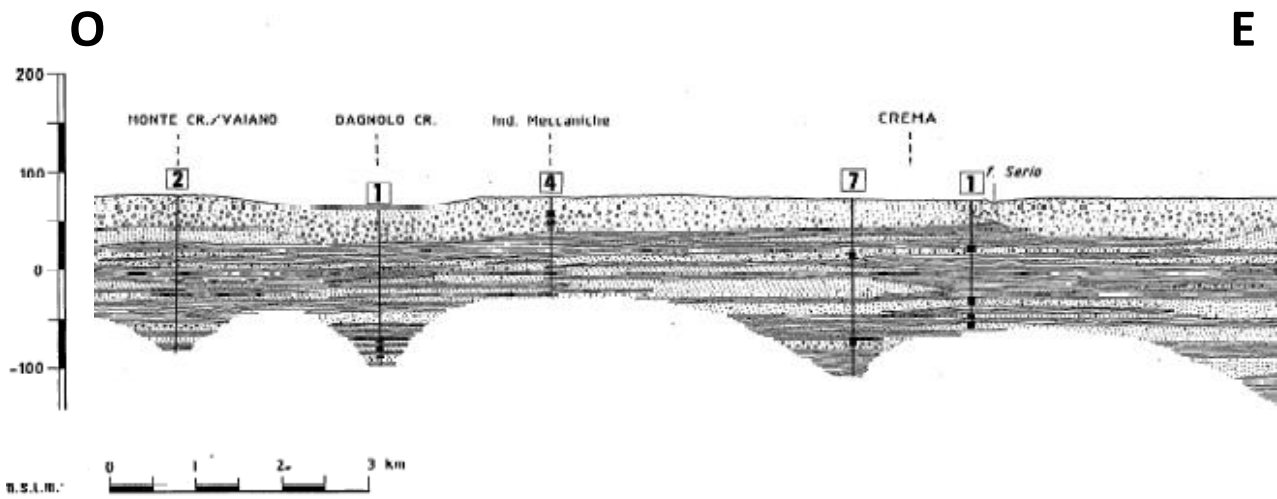
Procedendo dal p.c. verso il basso, possiamo distinguere le seguenti litologie:

- da m -0 a m -80 circa da p.c., ghiaie e ghiaie sabbiose caratterizzate da buoni parametri di permeabilità. Questo strato è generalmente la sede della falda freatica la cui superficie è posta (relativamente all'area in esame) ad una quota compresa tra -2.5 e -1.0 metri da p.c., risentendo in ogni caso di escursioni in relazione all'andamento delle precipitazioni atmosferiche e secondariamente dei periodi di irrigazione. La permeabilità è pari a circa  $2.5 \times 10^{-4}$  m/s;
- da m -80 a m -100 da p.c., limi e limi argillosi ad apprezzabile estensione laterale. Tale strato separa la falda freatica superficiale dagli altri acquiferi, posti a maggiori profondità;
- da m -100 a circa m -110 da p.c., sabbie medio-fini con buoni valori di permeabilità.

L'assetto idrogeologico a grande scala è evidenziato nelle sezioni idrogeologiche esemplificative, riportate sul sito istituzionale della Provincia di Cremona (ATLANTE AMBIENTALE – PROVINCIA DI CREMONA, 2025).



*Sezione idrogeologica esemplificativa Nord – Sud  
 DA: ATLANTE AMBIENTALE – PROVINCIA DI CREMONA, 2025*



*Sezione idrogeologica esemplificativa Ovest – Est  
 DA: ATLANTE AMBIENTALE – PROVINCIA DI CREMONA, 2025*

## **8. BILANCIO IDRICO DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE**

Come in precedenza riportato già la Regione Lombardia, con l'entrata in vigore del Piano Regionale di Tutela ed Uso della Acque (PTUA) nel 2006, ha operato un primo bilancio idrico a livello quantitativo ed un monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque appartenenti ai diversi gruppi acquiferi.

Successivamente la Provincia di Cremona (in occasione dello studio di revisione del PTUA per il territorio di propria competenza) ha rivisto nel dettaglio tale bilancio idrico, suddividendo i comuni del territorio cremonese in diverse categorie.

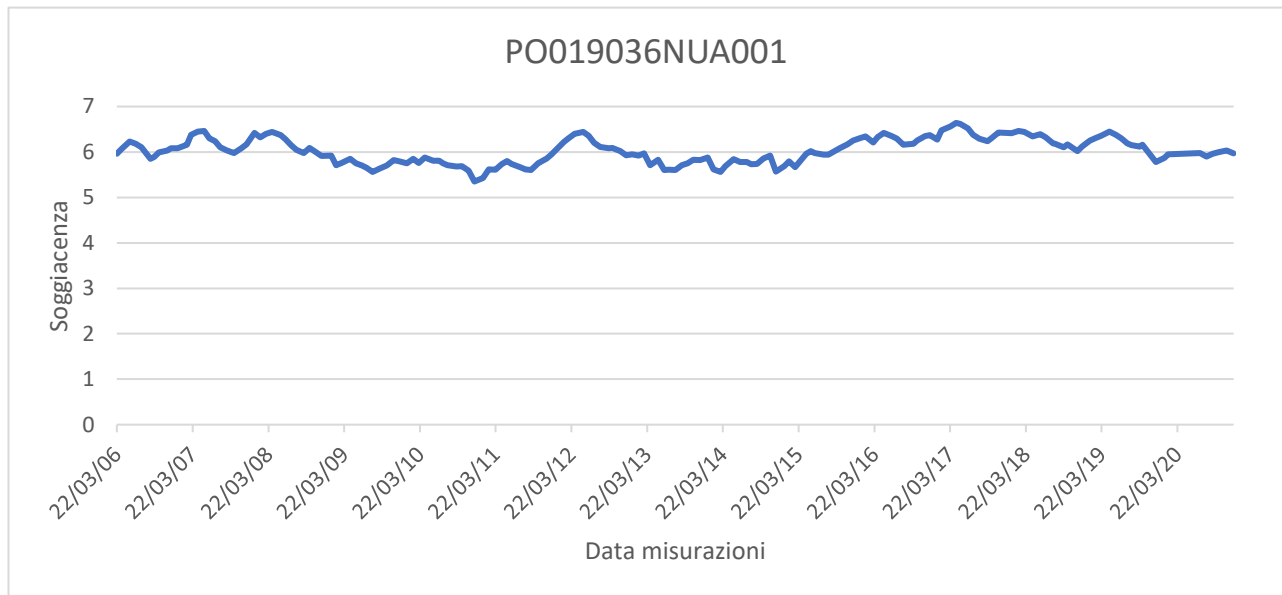
Nello specifico il comune di Cremosano appartiene al settore denominato **ADDA-OGGIO**, dove si assiste ad un significativo squilibrio tra prelievi attuati e volumi idrici prelevabili in condizioni di sostenibilità, per cui nuove concessioni vengono definite ammissibili solo prevedendo efficaci azioni di ricarica artificiale della falda.

Nuove concessioni di derivazione relative a pozzi con portata di concessione superiore o uguale a 10 l/s (per acque sotterranee poste al di sopra della superficie di separazione tra la porzione superficiale e quella profonda del sistema acquifero, come definite nel PTUA vigente) ed a 1 l/s (per acque sotterranee poste al di sotto della superficie di separazione tra la porzione superficiale e quella profonda del sistema acquifero, come sopra definite) da realizzarsi nel Comune di Cremosano sono sostenibili, a condizione che il concessionario attui un prelievo con modalità e tempistica (approvate contestualmente al rilascio della concessione) che consentano la ricarica della falda. Per derivazioni la cui portata superi i limiti sopra richiamati dovrà essere installato quindi almeno un piezometro dotato di misuratore automatico del livello idrico, che consenta di controllare la risposta nel tempo della falda, allo scopo di monitorare l'andamento tendenziale del livello freatico dei vari acquiferi.

La Regione Lombardia ha predisposto una rete di piezometri di monitoraggio, che periodicamente sono oggetto di misure del livello freatico.

Qui di seguito viene riportato l'andamento grafico del livello freatico relativo all'acquifero più superficiale realizzato utilizzando le serie misurate nel vicino comune di Crema (dal 2006 al 2020), in mancanza di punti di controllo specifici presenti sul territorio indagato.

Come si può vedere l'andamento del livello piezometrico negli anni oggetto di monitoraggio risulta in equilibrio.



*Andamento del livello piezometrico negli anni 2006 ÷ 2020 per il comune di Crema.*

## 9. POZZI PUBBLICI E PRIVATI

È stato fatto (sulla base dei dati presenti sull'Atlante Ambientale di Cremona) un censimento dei pozzi dotati di concessione presenti sul territorio del comune di Cremona, graficamente riportati nella Tavola n° 4 allegata al presente studio.

Solamente del pozzo acquedottistico e di 2 pozzi privati è stato possibile reperire la stratigrafia ed i relativi dati tecnico-costruttivi (che sono stati riportati nelle schede dell'Allegato A) mentre dei restanti è nota esclusivamente la posizione, in quanto trattasi di strutture estrattive in genere molto vecchie e quindi prive presso gli archivi provinciali di gran parte delle informazioni salienti.

Un esame dei dati relativi ai pozzi di cui si dispone di informazioni indica che:

- USI: l'uso prevalente (60%) è quello zootecnico, legato alle zone prive di collegamento alla rete di acquedotto consortile. I restanti usi sono del tutto sporadici e legati a situazioni particolari.
- PROFONDITA': anche in questo caso si ha la netta prevalenza di pozzi a moderata profondità (20 ÷ 30 metri da p.c.), che vanno ad interessare solo l'acquifero più superficiale. Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei dati reperiti presso l'Ufficio Derivazioni della Provincia di Cremona, relativamente alle utenze idriche.

<b>N°</b>	<b>Uso</b>
1	Zootecnico
2	Zootecnico
3	Domestico
4	Zootecnico
5	Zootecnico
6	Zootecnico
7	Zootecnico
8	Igienico
9	Altro uso
10	Igienico
11	Industriale
12	Innaffio AV

## **10. PIEZOMETRIA DELLA FALDA SUPERFICIALE**

Allo scopo di ricavare l'andamento della superficie piezometrica relativa all'acquifero più superficiale (in quanto più direttamente interferente con i potenziali interventi sul territorio) si è proceduto come segue:

- recupero presso la competente Provincia di Cremona dei dati relativi alle concessioni di derivazione presenti sul territorio comunale;
- esecuzione di sopralluoghi per la verifica delle caratteristiche dei singoli pozzi;
- esecuzione (quando possibile) di misure di livello all'interno dei pozzi con freatometro portatile (precisione 0.5 cm);

- esecuzione di misure di livello in corrispondenza dei punti di venuta a giorno della falda freatica (es. zone umide, fontanili, ecc...);
- quotatura dei punti di misura mediante apparecchiatura GPS per il calcolo della superficie di interpolazione;
- la superficie così calcolata è stata trasposta in una tavola tematica (Carta idrogeologica, n° 4) in forma di isoipse quotate.

L'esame dei risultati mostra come l'andamento freatico del territorio comunale sia rappresentato da un gradiente regionale ad andamento Nord-Sud, tipico della provincia cremonese in generale (vedasi anche PROVINCIA DI CREMONA, ATLANTE AMBIENTALE 2025).

## **11. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE**

Allo scopo di fornire una valutazione globale del grado di vulnerabilità idrogeologica della falda freatica sull'intero territorio comunale, (da intendersi come "la suscettibilità delle acque sotterranee a subire un peggioramento della loro qualità a causa dell'inquinamento prodotto da attività antropiche" (BACHMAT e COLLIN 1987), si è provveduto a combinare i dati di soggiacenza (determinati con la procedura esposta in precedenza) con quelli relativi alle caratteristiche geologiche dei terreni rilevati.

A questo scopo, si è utilizzato il sistema di valutazione parametrica G.O.D. (FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988 a cui si rimanda per una descrizione dettagliata della metodologia) per il calcolo del relativo indice di vulnerabilità.

Si è preferito tale metodo, in quanto presenta una serie di vantaggi:

- relativa semplicità operativa;
- i dati richiesti sono generalmente di facile reperibilità (tipo di acquifero, litologia della zona insatura, soggiacenza della falda) e disponibili in numero adeguate per quanto attiene all'area in esame;
- i risultati ottenibili sono relativamente accurati, anche se non viene considerato il possibile effetto di attenuazione del suolo (CIVITA, 1994). Per ovviare a tale inconveniente

si è inserito come ulteriore parametro di valutazione la capacità di scambio cationico dei suoli (desunta dalle tabelle analitiche pubblicate sugli studi di carattere pedologico di cui si è parlato in precedenza), distinta qualitativamente in tre categorie (alta, media e bassa). Questo ha permesso di adattare il metodo utilizzato al caso specifico ed allo stesso tempo consentire una valutazione "speditiva" del grado di vulnerabilità del territorio, considerata più confacente allo scopo che ci si prefigge nel presente studio, rispetto ad altri metodi parametrici più complessi (ad es. DRASTIC, per una cui illustrazione dettagliata si rimanda a CIVITA, 1994, *cit.*), ma nei quali l'elevato numero di parametri richiesti spesso non è disponibile o noto solamente in modo approssimativo.

Pertanto, per ogni punto dell'area investigata, sono stati ricavati i valori dei quattro parametri di ingresso:

- tipo di falda acquifera (freatica, non confinata);
- litologia dell'insaturo (inteso come porzione di terreno compresa tra la superficie ed il pelo libero della falda), desunta dai dati di letteratura e dalle indagini geotecniche di cui si dispone relativamente al territorio in esame, che hanno mostrato una litologia relativamente monotona (sabbie e ghiaie), almeno per quanto attiene alle caratteristiche granulometriche dei costituenti;
- tipo di suolo (ricavato dalla pubblicazione ERSAL di riferimento) e relativa capacità di scambio cationico;
- soggiacenza della falda (ricavata dalla Carta Idrogeologica).

Sulla base di tali parametri, è stato calcolato il relativo valore di "*Vulnerabilità Intrinseca dell'acquifero*" e da questo una carta a zone di eguale "Classe di vulnerabilità" (FOSTER e HIRATA, 1988).

Tali zone sono caratterizzate da diversa suscettibilità all'inquinamento della falda freatica sottostante e precisamente (vedi Tavola n°4):

- una zona, posta nella parte nordorientale del territorio comunale, caratterizzata da valori di soggiacenza inferiori al metro a cui si accompagnano suoli di tipo

“idromorfo” ed ai quali è stato attribuito un grado elevato di vulnerabilità. In tale area sussistono significative limitazioni all’uso ed allo spandimento di liquami e reflui zootecnici, data la ridotta profondità della falda freatica e la limitata capacità di protezione dei suoli soprastanti, che favorirebbero una rapida infiltrazione e il potenziale rischio di contaminazione delle acque sotterranee;

Tipologia di falda (G)	Protezione suolo (O)	Soggiacenza (D)	Indice GOD	Classe di Vulnerabilità
1.0	0.2	0.2	0.04	Elevata

- una zona, la quale occupa gran parte del territorio, in cui la vulnerabilità idrogeologica è alta, sia a causa della limitata soggiacenza che della scarsa capacità di protezione dei suoli. In queste aree è consigliabile uno stretto controllo sull’uso dei reflui zootecnici, in ragione della loro possibile ripercussione negativa sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee;

Tipologia di falda (G)	Protezione suolo (O)	Soggiacenza (D)	Indice GOD	Classe di Vulnerabilità
1.0	0.4	0.3	0.12	Alta

Nel complesso appare quindi come il territorio in esame risulti caratterizzato da un grado di vulnerabilità nel complesso alto, in accordo con i dati di letteratura (ad es. ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992; ATLANTE AMBIENTALE PROVINCIA DI CREMONA, 2025).

Il comune di Cremosano rientra nelle Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola (ZVN), come risulta dagli elenchi regionali dei Comuni ricadenti in ZVN (in cui compare “CR CREMOSANO 19037”) e dai successivi aggiornamenti/adequamenti della designazione ZVN. Tale condizione discende dal quadro di pianificazione regionale definito dal PTUA 2016, approvato con D.G.R. X/6990 del 31 luglio 2017 (Programma di Tutela e Uso delle Acque), adottato ai sensi dell’art. 45 della L.R. 26/2003. In ragione dell’efficacia immediatamente vincolante del PTA/PTUA per le amministrazioni e dell’obbligo di adeguamento degli strumenti urbanistici previsto dal citato art. 45, il PGT integra nelle NTA e negli

indirizzi attuativi specifiche cautele per le trasformazioni e le attività potenzialmente impattanti, imponendo il rispetto della normativa nitrati e del Programma d’Azione Nitrati vigente per le ZVN.

In particolare, per garantire la riduzione del rischio di contaminazione da azoto:

- Per le attività agricole/zootecniche e per l’utilizzazione agronomica di effluenti/digestati/fertilizzanti azotati si richiama l’obbligo di rispettare le dosi massime previste, incluso il limite di 170 kg/ha di azoto al campo da effluenti di allevamento nelle aree vulnerabili, nonché gli adempimenti gestionali (pianificazione della fertilizzazione, registrazioni e adeguata gestione/stoccaggio) previsti dal Programma d’Azione;
- Si recepiscono i divieti temporali di spandimento nella stagione autunno-vernina stabiliti a livello regionale (periodi di divieto definiti tra 1° novembre e fine febbraio, secondo il sistema regionale e il “Bollettino Nitrati”);
- Per nuove previsioni insediative, infrastrutture e cambi d’uso, si introducono criteri di compatibilità e prescrizioni di progetto finalizzate a non aumentare i carichi inquinanti (priorità all’allacciamento alla rete fognaria/depurazione dove presente, corretta gestione delle acque meteoriche e delle acque “di prima pioggia” quando pertinenti, prevenzione di dispersioni nel sottosuolo, e valutazioni specifiche in sede attuativa/abilitativa per interventi che possano interferire con falda e drenaggi).

## **12. FONTANILI**

Il fenomeno delle “risorgive” o “Fontanili” è caratterizzante l’intera pianura lombarda, essendo evidenziato da una fascia (denominata in letteratura “fascia dei fontanili”) che decorre in senso E-W dal Piemonte al Trentino.

Tale fascia è contraddistinta dalla venuta a giorno di acque sorgive a temperatura più o meno costante, dovuta all’assetto idrogeologico regionale nel quale si registra il passaggio da termini più grossolani a Nord fino a litotipi più fini a Sud. Tale variazione comporta una diminuzione sostanziale della permeabilità dei terreni attraversati, con la conseguente venuta a giorno dell’acquifero sotterraneo.

Nel complesso sono stati individuati i seguenti “sistemi” (intesi come complessi di manufatti per l’emungimento delle acque sotterranee) di fontanili (vedi planimetria in allegato), identificati mediante sopralluoghi sul terreno:

Identificazione	Fontanile di CREMOSANO OVEST
Quota piezometrica	81 m s.l.m.
Stato di conservazione	Buono
Tipo di opere di presa	n. 6 tubi in ferro
Tipo di fondo	Sabbioso - ghiaioso
Note	Situato ad est di Cremosano nei pressi del cimitero, inserito in aree depresse legate allo scorrimento superficiale delle acque di risorgiva nel bacino idrico del fiume Serio.

Identificazione	Fontanile di CREMOSANO EST
Quota piezometrica	81 m s.l.m.
Stato di conservazione	Buono ÷ Ottimo
Tipo di opere di presa	n. 2 tubi in ferro
Tipo di fondo	Sabbioso - ghiaioso
Note	Situato ad est di Cremosano nei pressi del cimitero, inserito in aree depresse legate allo scorrimento superficiale delle acque di risorgiva nel bacino idrico del fiume Serio.

### **13. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

Allo scopo di fornire una prima caratterizzazione da un punto di vista geotecnico del territorio in argomento sono stati reperiti i risultati di indagini geotecniche pregresse, eseguite dallo scrivente sul territorio comunale. La posizione delle indagini è riportata nella Tavola 5 ed i diagrammi relativi alle prove (principalmente indagini penetrometriche di tipo dinamico DPSH) allegati alla presente relazione (vedasi Allegato B).

Con l'eccezione dei primi metri di terreno di alterazione e/o di tipo torbosi si tratta in generale di materiale ghiaioso-sabbiosi nel complesso ben addensati, con discrete caratteristiche geotecniche.

## **14. SINTESI DEGLI ELEMENTI VALUTATIVI TERRITORIALI**

Riassumendo gli elementi di rilevanza ambientale fino ad ora individuati, possiamo affermare quanto segue:

- Da un punto di vista geologico i terreni presenti nel territorio del comune di Cremosano sono di tipo ghiaioso-sabbioso ben addensato.
- La soggiacenza della falda superficiale è generalmente limitata a  $-1.0 \div 1.5$  metri dal p.c. Di conseguenza la vulnerabilità idrogeologica del primo acquifero è generalmente compresa tra un valore "alto" ed "elevato", anche se la presenza in superficie di suoli aventi caratteristiche pedologiche adatte può costituire un elemento di protezione non trascurabile.
- I pozzi presenti sul territorio comunale emungono quasi tutti dall'acquifero più superficiale, se si eccettua quello a servizio dell'acquedotto consortile.
- I corsi d'acqua presenti sul territorio sono quasi tutti di origine antropica o comunque rettificati, arginati e regolati a monte del Comune di Cremosano.

## **15. VINCOLI ESISTENTI**

### ***SINTESI VINCOLI COMUNALI***

Sul territorio del comune di Cremosano (come riportato graficamente nella Tavola n° 7) sono presenti i seguenti elementi di vincolo, derivanti dalle norme sovra ordinate nazionali, regionali e provinciali:

- **Zona di tutela assoluta delle captazioni idropotabili** (D.Lgs 152/2006). Estesa per un raggio di 10 metri dalla testata del pozzo a servizio dell'acquedotto consortile.

In questa area sono vietati:

- La dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- L'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;

- Lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- La dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- Le aree cimiteriali;
- L'apertura di cave che possano essere in connessione idrogeologica con la falda;
- L'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
- La gestione di rifiuti;
- Lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e di sostanze radioattive;
- I centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- I pozzi perdenti;
- Il pascolo e la stabulazione del bestiame.

Per gli insediamenti o le attività preesistenti (ad eccezione delle aree cimiteriali) sono adottate le misure per il loro allontanamento ed in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

- **Aree adiacenti ai corsi d'acqua soggette a vincolo idrogeologico** ai sensi del R.D. n° 523/1904 per un'estensione di 10 metri dalle sponde, ridotta a 5 metri per i tratti compresi nei centri abitati o tombinati. Per tali aree la norma prevede un elenco di attività vietate, consentite o soggette ad autorizzazione preventiva, così riassumibili:

- **Attività soggette a semplice nulla osta:**

Le attività consentite, soggette a semplice nulla osta, sono quelle che utilizzano la zona di argine pubblico esclusivamente per la viabilità pubblica o privata. È necessario verificare in questo caso che non siano introdotte alterazioni al regime dell'alveo (art. 59 R.D. n° 523/1904).

Sono inoltre consentite le seguenti attività:

- interventi di manutenzione dell'alveo intesi come rimozione di tutto ciò che ostacola il regolare deflusso delle piene, rimozione dei rifiuti solidi o di materiale non naturale e delle ramaglie trasportate dalla corrente;
- taglio di vegetazione arbustiva ed arborea a rischio di sradicamento;
- interventi di ripristino della capacità idraulica nei tratti canalizzati ed in corrispondenza delle opere di attraversamento, taglio di vegetazione arbustiva ed arborea, pulizia dell'alveo a seguito dell'accumulo di materiale solido che ostacoli il regolare deflusso, protezione delle fondazioni delle pile dai fenomeni di scalzamento;
- pulizia dei tratti tombinati, con eliminazione dei materiali litoidi e vegetali ostacolanti o paralizzanti il regolare deflusso delle acque;
- mantenimento/manutenzione delle sponde ed argini mediante taglio delle ramaglie per l'alleggerimento della copertura vegetale, al fine di evitare l'ostruzione dell'alveo per crollo e di consentire la formazione di sottobosco;
- cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree coltivate;
- interventi di manutenzione delle sponde, dei versanti direttamente correlati agli alvei e delle opere di consolidamento per il mantenimento delle condizioni di stabilità e di protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata, tramite interventi di ingegneria naturalistica;
- interventi di rinaturazione, intesi come ripristino ed ampliamento delle aree a vegetazione spontanea autoctona.

**- Attività soggette a specifico permesso o autorizzazione**

Sono le attività previste dagli art.97 e 98 del R.D. n° 523/1904 ed in particolare:

- la formazione di pennelli, chiuse ed opere similari all'interno dell'alveo dei fiumi e delle rogge allo scopo di facilitare l'accesso e l'esercizio dei porti natanti e dei ponti di barche;
- la formazione di ripari a difesa delle sponde che si avanzano entro gli alvei, oltre le linee che fissano la normale larghezza;
- i dissodamenti dei terreni boscati e cespugliati laterali ai fiumi e corsi d'acqua a distanza inferiore a 10 metri dal ciglio di sponda (od in alternativa dalla linea a cui

giungono le acque in regime ordinario), ferme restando le disposizioni di cui all'art.95 R.D. 523/1904;

- le piantagioni dei territori soggetti ad esondazione, quando si trovino di fronte ad un abitato minacciato da fenomeni di erosione, ovvero in un territorio esposto al pericolo di disalveamenti;
- la formazione di rilevati di salita o discesa sul corpo degli argini, allo scopo di garantire accesso a beni, abbeveratoi, guadi e passaggi di fiumi e corsi d'acqua;
- la ricostruzione (anche senza variazione di posizione e di forma) delle chiuse stabili e degli incili delle derivazioni, di ponti, ponti-canali, botti sotterranee ed opere similari esistenti negli alvei dei fiumi e corsi d'acqua, scolatori pubblici e canali demaniali;
- l'estrazione di ciottoli, ghiaia, sabbia ed altre materie del letto dei fiumi, corsi d'acqua e canali, fatti salvi i casi previsti dalla normativa vigente;
- nuove costruzioni nell'alveo dei corsi d'acqua od altre opere stabili, finalizzate alla derivazione da ponti, ponti-canali e botti sotterranee, ivi comprese le modifiche di quelle già esistenti;
- la costruzione di nuove chiaviche di scolo che intersechino gli argini e la demolizione delle esistenti.

**- Attività consentite:**

- ripristino di protezioni spondali e/o di difesa in alveo deteriorate;
- ripristino e manutenzione di reti di scolo e di drenaggio superficiale;
- realizzazione di recinzioni discontinue e non permanenti, con modalità tali da garantire l'accessibilità al corso d'acqua;
- realizzazione di nuovi attraversamenti infrastrutturali che non comportino ostacolo al normale deflusso delle acque e comunque corredati da uno studio di compatibilità idraulica per portate con tempi di ritorno 100 anni;
- livellamento di terreni esclusivamente a fini agricoli.

**- Attività vietate**

Le attività vietate sono quelle previste nell'art. 96 R.D. n° 523/1904 e nello specifico riguardano le seguenti tipologie di opere:

- la formazione di pescaie, chiuse, pietraie ed altre opere per l'esercizio della pesca con le quali si alteri il corso naturale delle acque, quando non già autorizzate mediante apposita concessione;
- le piantagioni che si inoltrino entro l'alveo dei fiumi e corsi d'acqua in modo tale da restringere la sezione e creare ostacolo al libero deflusso delle acque;
- lo sradicamento e/o la distruzione delle ceppaie degli alberi che sostengono le rive dei corsi d'acqua per una distanza orizzontale non inferiore e a 10 metri dalla linea a cui arrivano di norma le acque. Questa prescrizione vale solo per il reticolo primario, mentre per quello secondario la proibizione è relativa esclusivamente alla vegetazione presente sulle sponde dei corsi d'acqua;
- la piantagione di essenze vegetali sulle sponde e sugli argini dei corsi d'acqua ad una distanza inferiore a 4 metri dal ciglio di sponda stesso, nonché i movimenti di terreno;
- lo scavo di terreno e la realizzazione di edifici a meno di 10 metri dal ciglio di sponda degli argini. Tale distanza può essere ridotta fino a 5 metri in zone individuate come urbanizzate od urbanizzabili all'interno del Piano di Governo del Territorio;
- qualunque opera od attività che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e le caratteristiche prestazionali a cui sono destinati gli argini, sponde, loro accessori e relativi manufatti attinenti (ad es. opere di regolazione idraulica);
- variazioni ed alterazioni delle difese di sponde ed argini dei corsi d'acqua ed ai manufatti attinenti;
- il pascolo e la permanenza di bestiame sugli argini, scarpate e sponde dei corsi d'acqua;
- l'apertura di cave, fontanili e la terebrazione di pozzi ad una distanza tale da recare danno o diminuzione delle acque scorrenti o che costituiscano indebita sottrazione di acque;

- qualunque opera in alveo o sulle sponde dei corsi d'acqua, tale che possa nuocere alla sicurezza ed all'esercizio dei porti natanti e dei ponti di barche;
- lo stabilimento di molini natanti e/o pontoni galleggianti nei corsi d'acqua.

È vietata la copertura dei corsi d'acqua, ai sensi del D. Lgs. n° 152/2006, a meno che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità. In ogni caso la proposta dovrà essere corredata da studio idraulico-geologico che ne attesti la compatibilità ed il corretto dimensionamento nei confronti delle portate scorrenti nello specifico tratto di corso d'acqua interessato.

Inoltre, non sono consentiti, entro una fascia di 10 metri dalle sponde come sopra definite (ridotta a 5 metri nelle zone urbanizzate od urbanizzabili individuate nel Piano di Governo del Territorio), ai sensi del R.D. n° 523/1904:

- la realizzazione di strutture trasversali (recinzioni permanenti e continue, muretti di contenimento) che possano ridurre od ostacolare il deflusso delle acque;
- la realizzazione di strutture interrato (box, cantine, ecc...), in quanto a rischio di allagamento;
- la realizzazione di pozzi disperdenti, serbatoi sopraterro ed interrati di carburante;
- l'effettuazione di scavi e riporti, se non finalizzati al mantenimento e miglioramento del regime idrico locale;
- i nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché ampliamento degli impianti esistenti, fatto salvo l'adeguamento degli stessi alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali;
- i nuovi impianti di smaltimento, recupero e raccolta rifiuti;
- la realizzazione di pozzi idrici.

**- Fascia di rispetto dei fontanili**, estesa per 50 metri attorno al capofonte e per i primi 200 metri di canale, come disposto dall'art. 16 delle Norme Tecniche del Piano Territoriale di Coordinamento Paesaggistico della Provincia di Cremona.

In queste aree non sono consentite opere di urbanizzazione e di nuova edificazione per un raggio di 50 metri dalla testa del fontanile e su entrambi i lati lungo i primi 200 metri dell'asta ad esclusione (per gli edifici esistenti) degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di ristrutturazione edilizia, di restauro, di risanamento conservativo e di adeguamento funzionale. Gli eventuali ampliamenti potranno essere effettuati esclusivamente nella direzione opposta rispetto a quella della testa del fontanile. Non è ammesso comunque prevedere urbanizzazioni che isolino completamente l'elemento di tutela. Di conseguenza è vietata l'edificazione lungo tutti i lati (anche se vengano mantenute le distanze di tutela previste), onde mantenerne la percezione visiva attraverso un cono ottico oltre che la continuità ecologica nell'intorno di 300 metri dal capofonte.

Non sono altresì consentite azioni ed interventi che possano compromettere o ridurre le risorse idriche superficiali e sotterranee, in particolare le alterazioni del sistema idraulico del capofonte e del relativo microambiente, ad eccezione delle normali operazioni di manutenzione.

In linea generale dovranno essere tenute in considerazione le seguenti indicazioni programmatiche:

- Dovranno essere promosse tutte le azioni atte a mantenere in efficienza la funzionalità idraulica, irrigua e produttiva dei singoli fontanili, nel rispetto del loro valore ambientale, ecologico, naturalistico, storico, paesaggistico, ricreativo e didattico, in ossequio anche a quanto previsto dal D.lgs. 152/2006;
- Le fasce vegetali cresciute attorno al capofonte ed ai primi 200 metri dall'asta o canale defluente dovranno essere mantenute nel migliore stato di conservazione (anche con funzione di fasce tampone), ristabilendone la continuità fisica e ripristinando o sostituendo le eventuali utilizzazioni legnose con specie arboreo-arbustive autoctone adatte alla stagionalità dei siti, applicando anche gli incentivi o le specifiche misure previste dalla normativa vigente;
- Gli eventuali progetti di riqualificazione, ristrutturazione o restauro dei fontanili (abbandonati, degradati, interrati od in altro modo compromessi) dovranno tendere

al ripristino dei caratteri tradizionali e tipici dei fontanili della zona, ponendo particolare attenzione anche alla scelta dei materiali da impiegare nei lavori richiesti e delle modalità di utilizzo degli stessi;

- Il consolidamento delle sponde potrà essere attuato esclusivamente con interventi di ingegneria naturalistica e limitando le opere di sostegno (come palizzate, fascinate ed eventualmente palificate) ai soli punti di effettiva necessità;

- Per il rispetto della funzionalità ecologica del fontanile, le operazioni di spurgo dovranno prevedere il mantenimento delle "isole" di vegetazione emersa e sommersa, (anche in adiacenza alle rive) quali luogo di rifugio e di riproduzione per la fauna acquatica. L'eventuale pulizia del fondo dovrà essere limitata alla sola asportazione dei sedimenti superficiali più fini (principalmente organici), senza interessare gli strati sottostanti.

- **Vincoli ambientali derivanti da pianificazioni sovraordinate** (P.T.P.R. Regione Lombardia, P.T.C.P. della Provincia di Cremona, L.R. 86/83, L.R. 14/98, direttiva 92/43/CEE e smi, D.Lgs. 42/2004). Nel dettaglio si fa riferimento ai seguenti strumenti di pianificazione:

- **Fascia di tutela paesaggistica dei fiumi e dei corsi d'acqua:** limite geometrico di rispetto di 150 m per il Canale Vacchelli (ai sensi dell'art.142, comma 1, lettera c del D.Lgs. 42/2004; r.d. 1933 N.1775; D.G.R. n.4/12028 del 25 luglio 1986 così come recepiti nell' art 22 comma c) del PTPR) e limite di tutela assoluta di 10 metri da PTCP (art. 16.4 NTA del PTCP e art. 22 comma c) del PTPR) in questa fascia:

*"[...] non sono consentite attività od azioni che comportino in modo diretto o indiretto l'alterazione od il degrado dei caratteri paesistici e ambientali dei beni oggetto di tutela. In tali ambiti il Comune applica i regimi autorizzatori già previsti per legge accertando (per la realizzazione di eventuali interventi edificatori, oltre al rispetto degli elementi di interesse paesistico) la presenza di opportune forme di mitigazione e compensazione alla luce dei criteri espressi nel Documento direttore al capitolo 4.1" (art. 16 comma 2 della Normativa del P.T.C.P.).*

- **Parco locale di interesse sovracomunale (PLIS del Moso)**, istituito ai sensi della LR 86/83, con Deliberazione della Giunta Provinciale n. 146 del 17/03/09); Interessa il settore sudoccidentale del territorio comunale: all'interno del proprio ambito valgono le norme di attuazione dello stesso Parco, qualora non siano in contrasto con disposizioni legislative superiori.
- **Geositi**, definiti come aree oggetto di tutela ai sensi del Piano Territoriale di Coordinamento Paesaggistico della Provincia di Cremona.

In particolare, nel comune di Cremosano risulta presente il seguente Geosito:

N° geosito Rif. All. f	Rif. Num. PTPR repertori	Geosito	Localizzazione	Valore prevalente da PPR	Art. normativa PPR	Giudizio tecnico espresso	Lvl di tutela da Art. 16 comma 1
2	95	Moso di Bagnolo, Trescore e Vaiano	Torlino Vimercati, Trescore Cremasco, Cremosano, Campagnola Cremasca, Crema, Palazzo Pignano, Vaiano Cremasco, Bagnolo Cremasco	Non presente	Art. 22	Geomorfologico	1

Per queste aree si applicano i divieti e le salvaguardie di carattere generale previsti dal Piano Paesaggistico Provinciale, che possono essere riassunte come segue:

- La Regione riconosce il valore paesaggistico dei geositi quali località, area o territorio dove sia possibile definire un interesse geologico e/o geomorfologico per la conservazione associabile ad un valore scientifico, ai fini della comprensione dei processi geologici in atto e/o nei termini dell'esemplarità didattica riferita alla dinamica del nostro pianeta, alla ricostruzione dell'evoluzione biologica e delle fluttuazioni climatiche durante il passato geologico, come alla costruzione della conformazione geomorfologica attuale e della percezione sociale consolidata di un territorio, correlata alle sue specificità naturalistiche e geologiche.

- I geositi di prevalente interesse geografico, geomorfologico, paesistico, naturalistico, idrogeologico e sedimentologico sono oggetto di attenta e specifica salvaguardia, al fine di preservarne la specifica conformazione e connotazione. Sono pertanto da escludersi tutti gli interventi che possano alterarne o comprometterne l'integrità e la riconoscibilità, causando sbancamenti o movimenti di terra che ne modificano in modo permanente l'assetto geomorfologico, nonché l'introduzione di elementi di interferenza visuale e/o la cancellazione dei caratteri specifici. Le Province ed i Parchi territorialmente competenti promuovono la valorizzazione museale e/o didattica dei siti suddetti (anche tramite la proposta di geoparchi), in sinergia con la definizione delle reti di percorsi e di itinerari di fruizione paesaggistica del proprio territorio.

- I geositi di prevalente interesse geologico-stratigrafico, geominerario, geologico-strutturale, vulcanologico e petrografico devono essere salvaguardati nelle loro potenzialità scientifiche e didattiche, garantendo l'accessibilità e la visibilità delle esposizioni esistenti. Sono pertanto da escludersi gli interventi sullo stato dei luoghi che possano nascondere alla vista le esposizioni od impedire di fatto la possibilità di accedervi e visitarli. Le Province ed i Parchi territorialmente competenti individuano le eventuali azioni di valorizzazione museale e/o didattica dei siti suddetti, anche in sinergia con la definizione delle reti di percorsi e degli itinerari di fruizione paesaggistica del proprio territorio.

- I geositi di prevalente interesse paleontologico (fatte salve eventuali disposizioni vigenti in forza della Parte II del D. Lgs. 42/2004) e mineralogico rivestono rilevante valore scientifico. Sono pertanto oggetto di assoluto divieto di manomissione e richiedono la predisposizione di efficaci misure di limitazione all'accesso e di vigilanza per garantirne l'integrità, impedendo sottrazioni di materiale che possano depauperarne il valore. La loro più precisa localizzazione cartografica e l'apposizione di segnaletica informativa e didattica è assolutamente subordinata all'effettiva messa in atto delle azioni di controllo suddette da parte degli enti locali e dei gestori dei siti

(fatte salve situazioni motivatamente escluse), in quanto non a rischio di compromissione dello specifico valore scientifico.

Nel caso specifico per quanto riguarda i geositi presenti sul territorio del comune di Cremosano:

- Il "Moso di Bagnolo, Trescore e Vaiano" rientra totalmente in classe di tutela 1. Esso infatti presenta un livello percettivo medio basso, quindi scarsamente fruibile dal punto di vista didattico culturale

## **16. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO**

### ***INQUADRAMENTO SISMICO***

L'analisi della sismicità (intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti avvenuti nel tempo in una determinata area) costituisce il primo tassello negli studi di valutazione della pericolosità sismica di base. Infatti, trattandosi di modelli probabilistici, le caratteristiche sismo-tettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica registrate in passato consentono la messa a punto di modelli che descrivano l'attività sismica futura e dunque permettano di stimare i livelli di accelerazione attesi.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che l'area di Cremosano è stata caratterizzata da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima NF "non avvertito" ovvero, secondo il Catalogo dei Terremoti Forti in Italia (CFTI5Med), non ci sono state evidenze che il terremoto sia stato avvertito dalla popolazione.

Dal catalogo DBMI15 - database utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) aggiornato al maggio 2015 (a cura di M. LOCATI *et al.*) - sono state estrapolate le osservazioni macrosismiche relative al comune di interesse tramite risultati strumentali.

Per il territorio in esame le località epicentrali, per eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche), provengono da zone appartenenti alle

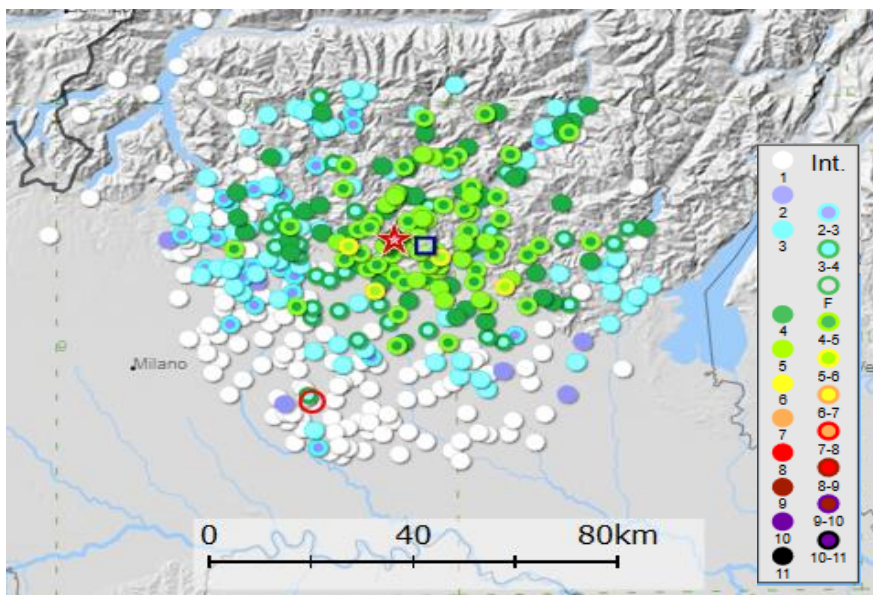
province limitrofe (Bresciano, Bergamasco) come evidenziato nelle due tavole riportate di seguito, tratte dal CPTI15 presente sul sito Internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

**1995 ottobre 29 13:00:27.69**  
**Lago d'Iseo**  
 EqID 19951029\_1300\_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	45.723	9.849		5-6	4.35 ± 0.08		Wmim	32.5
▣ Macro	45.709	9.927	bx0	5-6	4.35 ± 0.10		bxn	
◇ Instr	45.723	9.849	CSTI1.1		4.36 ± 0.15		Pry_mlmsmb	32.5

MDP set di **BMING999d** [↗](#)  
 NMDP 408 Imax 5-6 MCS

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_16076	Corte Franca (Nigoline B.)	MS	45.628	9.987	4
IT_14715	Cortenuova		45.538	9.789	NF
IT_16090	Corzano		45.444	10.008	3
IT_14719	Costa di Mezzate		45.663	9.793	3-4
IT_14727	Costa di Serina		45.830	9.743	3
IT_14735	Costa Valle Imagna		45.801	9.505	NF
IT_14749	Covo		45.500	9.771	3
IT_18722	Credera Rubbiano (Credera)	MS	45.302	9.653	2-3
IT_18743	Crema		45.362	9.686	NF
IT_18817	Cremona		45.395	9.639	NF
IT_13099	Crespiatica		45.356	9.575	NF
IT_18823	Cumignano sul Naviglio		45.354	9.836	NF
IT_14765	Curno		45.691	9.607	3-4
IT_14766	Cusio		45.990	9.603	3
IT_14767	Dalmine		45.650	9.597	2-3
IT_16098	Darfo Boario Terme (Darfo)	MS	45.880	10.183	3
IT_16110	Dello		45.417	10.076	3
IT_11139	Dervio		46.076	9.307	NF
IT_14772	Dossena		45.879	9.698	3-4



CPTI15 – sito Internet INGV, 2025.

**1987 maggio 02 20:43:53.32**  
**Reggiano**

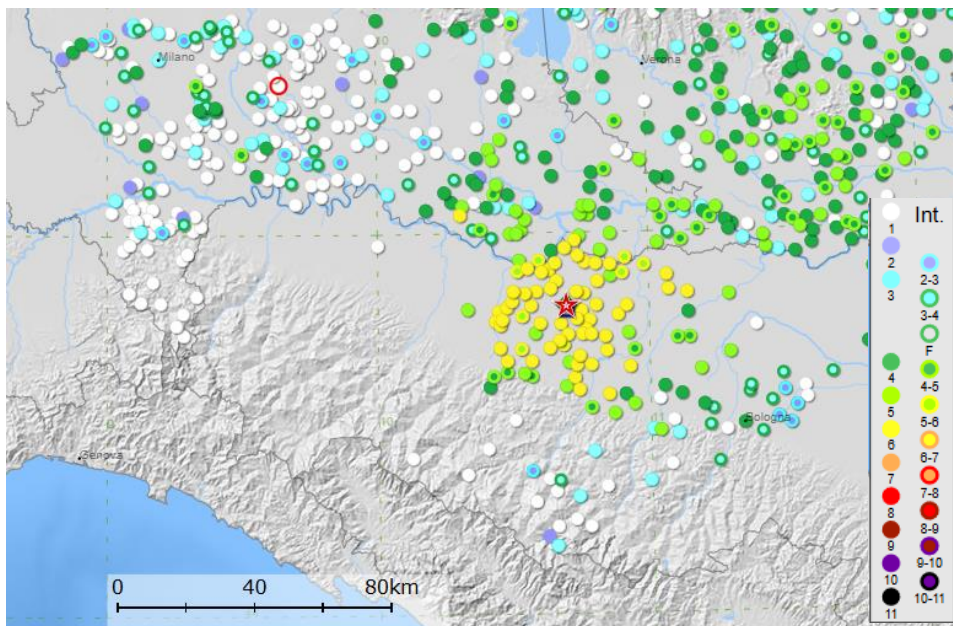
EqID 19870502\_2043\_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	44.810	10.694		6	4.71 ± 0.10		InsO	0.1
▣ Macro	44.797	10.697	bx0	6	4.91 ± 0.10		bxn	
◇ Instr	44.810	10.694	CSTI1.1		4.71 ± 0.10		MwMT	0.0

MDP set di **AMGNDT995** [↗](#)

NMDP 802 Imax 6 MCS

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_24391	Costabissara		45.582	11.484	4
IT_22596	Costermano		45.587	10.744	3
IT_14749	Covo		45.500	9.771	NF
IT_24403	Creazzo		45.531	11.483	4-5
IT_18817	Cremona		45.395	9.639	NF
IT_24413	Crespadoro		45.619	11.227	NF
IT_26929	Crespano del Grappa		45.827	11.838	NF
IT_13099	Crespiatica		45.356	9.575	2-3
IT_29820	Crespino		44.982	11.885	5
IT_39625	Crevalcore		44.722	11.147	4-5
IT_26945	Crocetta d. M. (P. dei Romani)	MS	45.832	12.035	2-3
IT_18831	Derovere		45.109	10.249	4
IT_22600	Dolcè		45.600	10.853	4-5
IT_26075	Domegge di Cadore		46.461	12.416	NF
IT_19577	Dosolo		44.954	10.641	4
IT_18835	Dovera		45.366	9.542	3-4
IT_13124	Dressano		45.372	9.361	3-4
IT_18846	Drizzona		45.141	10.353	4
IT_24435	Dueville		45.634	11.549	4-5
IT_24460	Eneano		45.941	11.709	NF



CPTI15 – sito Internet INGV, 2025.

La "Carta della Pericolosità Sismica" del territorio nazionale riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $A_g$ ) che ha la probabilità di essere superata almeno una volta nei prossimi 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) e secondo la quale il territorio del Comune di Cremosano ricade in **zona 3**, così come anche riportato nella DGR X/2129 dell'11 luglio 2014.

I parametri sismici significativi previsti dalla norma per le diverse zone sismiche sono sinteticamente riportati nella tabella seguente.

<b>ZONA SISMICA</b>	<b>ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (<math>A_G/G</math>)</b>	<b>ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (<math>A_G/G</math>)</b>
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

### ***ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA***

L'analisi della pericolosità sismica locale è basata sui contenuti della Deliberazione di Giunta Regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 "Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con D.G.R. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012.

In sostanza la D.G.R. afferma che le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (effetti locali) possano influenzare (in occasione di eventi sismici) la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti. Da qui la necessità di giungere ad una

corretta identificazione della categoria sismica a cui appartiene il terreno presente in una determinata area.

In funzione delle caratteristiche del terreno presente si distinguono due grandi gruppi di effetti locali:

- quelli di sito o di amplificazione sismica locale;
- quelli dovuti ad instabilità (la descrizione di questi ultimi viene tralasciata, perché non pertinente al territorio indagato).

Gli *effetti di sito* o di *amplificazione sismica locale* interessano tutti tipi di terreno in quanto inducono modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento, relativo ad una formazione rocciosa di base chiamata " *bedrock*"), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il *bedrock* stesso, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Essi si distinguono in due gruppi, che possono essere anche contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **effetti di amplificazione topografica**, si verificano quando le condizioni locali siano rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale. Tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo, a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Se l'irregolarità topografica è rappresentata dal substrato roccioso (*bedrock*, senza la presenza al tetto di terreno) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;
- **effetti di amplificazione litologica**: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia, etc.) e da particolari profili

stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura. A livello pratico questo comporta il fatto che un sisma della medesima intensità strumentale (registrata in corrispondenza del *bedrock*) possa in realtà caratterizzarsi nel suo percorso verso la superficie per effetti più o meno distruttivi, a seconda che l'evento sismico subisca più o meno effetti di amplificazione locale.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. Secondo l'O.P.C.M. n. 3274/2003 il comune di Cremosano è classificato in zona sismica 3 come già sottolineato in precedenza. Tale Ordinanza è in vigore dal 23 ottobre 2005 per gli aspetti inerenti alla classificazione sismica, e di tale classificazione la Regione Lombardia ha preso atto con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005. Successivamente il D.M. è stato aggiornato per alcuni aspetti con il Decreto del 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*".

### ***ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO***

Nell'Allegato 5 della Suddetta D.G.R. 30.11.2011 n. IX/2616 è riportata la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, dal D.M 17.01.2018, dalla D.G.R. n. 14964 del 7.11.2003 e dal D.D.U.O. n. 19904 del 21.11.2003. Essa si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali

effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, disponibile sul Portale istituzionale della Regione Lombardia ([www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)) nella sezione Territorio e urbanistica – Difesa del Territorio – Componente geologica nella pianificazione.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale, di seguito definiti. Si specifica a questo proposito che, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato Decreto Ministeriale.

La Suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento da attuare in fase pianificatoria, ulteriormente disciplinato con la D.G.R. 30 marzo 2016 n. X/5001, che approva le linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni dalla L.R. 33/2015, in coerenza con l'entrata in vigore della nuova zonazione sismica regionale (D.G.R. X/2129/2014).

I livelli di approfondimento sono come di seguito definiti:

- **1° livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) che di dati di letteratura. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della "*Carta della pericolosità sismica locale*", nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli eventuali scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni-tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL) di cui alla tabella seguente:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITÀ SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – Livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazioni particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – Livello di approfondimento 3°
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – Livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite-arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – Livello di approfondimento 2°
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	H2 – Livello di approfondimento 3°

- **2° livello:** prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi per gli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, in grado di fornire una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del **Fattore di Amplificazione** (Fa). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (*Fa*: calcolato superiore ai valori di soglia forniti dal Politecnico di Milano) per ogni Comune della Lombardia. Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello ovvero, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Il 2° livello è obbligatorio (per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3), negli scenari PSL individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della

Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello. Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali, atti a garantire la sicurezza dell'edificio in progetto.

- **3° livello:** prevede la definizione degli effetti di amplificazione tramite indagini ed analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello, la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati (rese disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia), il cui utilizzo è dettagliato nell'Allegato 5 della D.G.R. di riferimento. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostri l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);

- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1e Z2) per tutte le tipologie di edifici nelle zone sismiche 2 e 3, mentre in zona sismica 4 solo nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003. Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che (per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative) siano considerate inedificabili, fermi restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica. Le aree a pericolosità sismica locale

individuare devono essere riportate nella carta di fattibilità con appositi retini “trasparenti”, distinguendo quelle con Fa maggiore al valore soglia comunale da quelle con Fa minore.

Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di classe di fattibilità, ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare (in fase di progettazione) lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 17 gennaio 2018, oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° livello, ferma restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la categoria di suolo superiore.

### ***RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA LOCALE***

**Analisi di 1° livello:** L'esame dei caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrografici, idrogeologici, idraulici e geotecnici relativi al territorio comunale di Cremona ha permesso di evidenziare sulla CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (Tavola 6) gli scenari di pericolosità sismica locale.

La maggior parte del territorio comunale rientra nello scenario Z4a “*zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*”, che implica effetti di amplificazioni litologica e geometrica. Una porzione a Sudovest del territorio comunale rientra nello scenario Z2b “*Zone con depositi granulari fini saturi*” che implica possibili effetti di liquefazione.

Sulla stessa CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE in scala 1:10.000 (Tavola. 6) sono stati evidenziati con appositi retini gli scenari di PSL (suddetti Z4a e Z2), ovvero eventuali zone critiche da un punto di vista della risposta sismica ed in particolare:

- presenza di materiali potenzialmente soggetti a liquefazione sismica, nei quali si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo. Per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi d'acqua sono possibili fluimenti, colamenti parziali o generalizzati a causa di fenomeni di liquefazione;

- presenza di materiali potenzialmente soggetti a fenomeni di amplificazione litologica, che si verificano quando particolari litologie (prevalentemente di tipo sedimentario) possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente, modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

**Analisi di 2° livello:** L'analisi di 2° livello consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi per l'area in oggetto e si concretizza nella stima della risposta sismica dei terreni in termini di *Fattore di amplificazione* (Fa). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati (validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche) e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

La valutazione del fattore Fa, tenuto conto delle caratteristiche dell'area in esame (zona sub-pianeggiante), viene condotta per uno scenario suscettibile di amplificazione di tipo litologico o stratigrafico. In pratica viene "quantificato" l'effetto delle condizioni litostratigrafiche locali in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto. La procedura prevede il confronto del valore di Fa caratteristico del sito rispetto al valore di Fa caratteristico del territorio comunale in cui l'area è inserita. Tale valore (detto "di soglia") è contenuto in un apposito elenco redatto dalla Regione Lombardia, come illustrato nel seguito.

Il procedimento per la determinazione dei valori di Fa si riferisce a quanto contenuto ed indicato nell'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616.

Per il comune di Cremosano, i valori di Fa di soglia riferiti all'intervallo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D e E) sono i seguenti, mutuandoli dai valori forniti dalla Regione Lombardia nelle pubblicazioni sopra citate:

COMUNE	INTERVALLO	Valori soglia				
		A	B	C	D	E
CREMOSANO	0.1 - 0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	0.8
CREMOSANO	0.5 – 1.5	0.9	1.3	1.3	2.2	1.3

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

La stima degli effetti litologici specifici (Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) prevede l'impiego di abachi di riferimento e richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle  $V_s$  con la profondità fino a valori  $\geq 800$  m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche.

Questo consente la predisposizione di un modello geofisico-geotecnico del sottosuolo e l'identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

## **17. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

In considerazione degli elementi precedentemente riportati ed in ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera Regionale di riferimento, il territorio del Comune di Cremosano può essere suddiviso in diverse **Classi di fattibilità geologica** (trasposte graficamente nella Tavola n° 9 a cui si rimanda), dove con tale definizione si intendono delle porzioni omogenee (per caratteristiche e problematiche geologiche) di territorio, sottoposte a specifici vincoli di natura geologica, idrogeologica, geotecnica e/o sismica che ne condizionano le possibilità di utilizzo e ne descrivono puntualmente le criticità e gli elementi da valutare in ordine ad una loro eventuale trasformazione urbanistica.

Pertanto, sono state definite le seguenti classi di fattibilità:

**- Classe 1 – Fattibilità geologica senza particolari limitazioni**

Zone quali non sussistono specifiche controindicazioni di carattere geologico relativamente all'urbanizzazione od alla modifica di destinazione d'uso delle particelle. In queste aree il terreno possiede buone caratteristiche geotecniche e la presenza della falda idrica è tale da non interferire con il suolo ed il primo sottosuolo.

Tale classe di fattibilità non è presente sul territorio in esame.

**- Classe 2 – Fattibilità geologica con modeste limitazioni**

Zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, in particolare per quanto riguarda la soggiacenza non elevata della falda freatica ( $\geq 2.0$  metri da p.c.). Per gli interventi edilizi sono necessari approfondimenti di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico in fase esecutiva sulla base delle norme vigenti, finalizzati alla realizzazione di opere di fondazione ed uso del suolo e del sottosuolo (ad es. sistema fognario e di regimazione degli scarichi), che tengano conto delle condizioni rilevate.

**- Classe 3 – Fattibilità geologica con consistenti limitazioni**

Zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate. In queste aree l'edificazione non può in alcun modo prescindere dall'acquisizione dei dati di cui sopra, che debbono essere i presupposti per una corretta progettazione. Sono individuabili le seguenti sottocategorie:

**Classe 3A - Zona con falda subaffiorante.** In questa zona sono state evidenziate consistenti limitazioni, legate alla ridotta soggiacenza della falda freatica (inferiore a -1.5 m da p.c.). Pertanto, in caso di edificazione che preveda la formazione di piani interrati o parzialmente interrati dovrà essere puntualmente verificata la soggiacenza delle acque sotterranee, secondo quanto prescritto dalle leggi e regolamenti vigenti.

Nel caso in cui (nonostante le indagini preliminari sito-specifiche abbiano puntualmente confermato la potenziale interferenza tra il livello di falda e le opere in progetto) si decida comunque la realizzazione di opere al di sotto di tale quota, il richiedente dovrà sottoscrivere apposita dichiarazione di responsabilità, nel quale attesta di avere adeguatamente tenuto in conto di tale problematica.

**Classe 3B- Zona di rispetto dei pozzi idropotabili.** L'area rientra in una fascia di 200 metri in cui sono previste limitazioni alla destinazione d'uso delle zone incluse, così come definito dal DGR n. 7/12693 del 2003 e dall'art. 94 del D.Lgs. 152/06.

Sono vietati:

- La dispersione di fanghi ed acque reflue anche se sottoposti a previa depurazione;
- L'accumulo e spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi salvo verifica della compatibilità in seguito ad uno specifico piano di utilizzo che tenga conto della natura dei suoli e della vulnerabilità della risorsa idrica;
- La dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche;
- La realizzazione di aree cimiteriali;
- L'apertura di cave che mettano in connessione la superficie con la falda acquifera;
- L'apertura di pozzi ad eccezione di quelli destinati al consumo umano o finalizzati alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- L'utilizzo di pozzi perdenti;
- Lo stoccaggio di prodotti chimici pericolosi;
- L'apertura di centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- L'apertura di aree per la gestione dei rifiuti;
- La realizzazione di nuovi insediamenti residenziali o industriali;
- La stabulazione e pascolo di bestiame che ecceda i 170 Kg/h di azoto presente negli effluenti.

Sono consentite attività che non compromettano la qualità dell'acqua:

- La manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere di captazione sugli impianti idropotabili e strutture associate;

- L'attività agricola a basso impatto ambientale che non preveda l'utilizzo di fertilizzanti, pesticidi o fitofarmaci;
- La manutenzione delle aree verdi, purché non preveda l'uso di sostanze inquinanti;
- Gli interventi di riforestazione e tutela della vegetazione autoctona;
- La ristrutturazione e manutenzione degli edifici residenziali preesistenti, purché non abbiano impatti negativi sulla qualità dell'acqua;
- La manutenzione di strade ed altre infrastrutture preesistenti, previa adozione di misure che evitino la contaminazione della falda come sistemi di drenaggio e filtrazione delle acque meteoriche.

**Classe 3C- Zona di rispetto dei corsi d'acqua superficiali.** In questa zona sono state evidenziate consistenti limitazioni, legate alla vicinanza dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore, così come definito ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n°7/7868 e successive modificazioni. In questa zona, oltre a quanto previsto dallo studio di identificazione del reticolo idrico minore da parte dell'Autorità comunale, valgono i vincoli disposti dall'art. 96 del R.D. 25 luglio 1904 n°523 fino ad una distanza di metri 10 dall'argine ridotto a 5 metri all'interno del centro abitato.

**Classe 4 – Fattibilità geologica con gravi limitazioni.** In questa zona, l'alta pericolosità/vulnerabilità individuata comporta gravi limitazioni relativamente alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree. In queste aree non è consentita la nuova edificazione, se non per opere tese al consolidamento od alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n°457/1978. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica. Per i nuclei abitati esistenti, quando non sia strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi

di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'Autorità Comunale, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica redatta ai sensi delle norme vigenti che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Nel complesso, il territorio comunale si è mostrato in media come a "fattibilità geologica con modeste limitazioni", anche se con alcune importanti eccezioni.

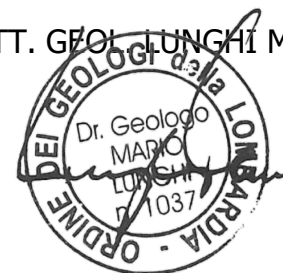
Tali limitazioni, sulla base di quanto esposto in precedenza, sono dovute essenzialmente a:

- Elevata vulnerabilità idrogeologica, condizionata a sua volta dalla presenza di suoli poco "ricettivi" (zone di origine fluviale) o dalla falda freatica sub-affiorante (zone depresse).

La presenza di uno o di entrambe questi fattori limitanti può condizionare fortemente le possibilità di modificare la destinazione d'uso di porzioni di territorio comunale, arrivando in alcuni casi ad imporre il divieto di alterare lo "status quo" (classe a fattibilità con gravi limitazioni).

Crema (CR), 31/03/2025

DOTT. GEOL. LUNGI MARIO



## **BIBLIOGRAFIA**

- ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE (1992) – Studio idrogeologico della provincia di Cremona.
- PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2025.
- CESTARI (1990) – Prove geotecniche in sito.
- CIVITA (1994) – Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria & pratica.
- ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO (2002) – I suoli della pianura cremasca.
- FOSTER (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Atti Int. Conf. Vulnerability of Soil and Grounwaters to pollutants. RIVM Proc. and Int. 38, 68-86.
- FOSTER - HIRATA (1988) Groundwater pollution risk assessment. A Methodology using available data. Pan American Center for Sanit. Engin and Envir. Scienc.
- INGV – sito Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2025.
- IRIS – ARPA LOMBARDIA (webgis 2025).
- ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (1994) – Statistiche meteorologiche. Anni 1984-1991.
- MAIONE – BRATH (1998) – La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati. Atti corso DIIARS Milano.
- BASSI (1983) – Le acque di superficie del territorio cremasco.
- PROVINCIA DI CREMONA (1994) – Aspetti idrogeologici del problema della presenza di azoto ammoniacale nelle acque sotterranee della provincia di Cremona.
- PROVINCIA DI CREMONA (1996) – Contributo allo studio delle acque della provincia di Cremona.
- PROVINCIA DI CREMONA (1997) – Carta delle componenti geo-ambientali del territorio cremasco.
- PROVINCIA DI CREMONA (1998) – Catalogo dei suoli cremonesi. Quaderno agro-ambientale n°3.
- PROVINCIA DI CREMONA (2010) – Atlante Ambientale – Sito Internet della Provincia di Cremona.

- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) – Foglio n°46 (Treviglio). Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1992) Keys to soil taxonomy.