

COMUNE DI URGNANO

(PROVINCIA DI BERGAMO)

COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

in attuazione dell'Art. 57 L.R. 11 marzo 2005, n.12



AGGIORNAMENTO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL P.G.T.

*ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e
della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017.*

RELAZIONE TECNICA

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	7
3.1. GEOLOGIA	7
3.2. ASSETTO STRUTTURALE	11
3.3. GEOMORFOLOGIA	12
4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA	17
4.1 IDROGRAFIA	18
4.2 IDROGEOLOGIA	44
4.2.1. Conducibilità idraulica degli acquiferi	44
4.2.2. Struttura idrogeologica	47
4.2.3. Caratteristiche geometriche della falda	50
4.2.4. Carta idrogeologica	54
4.2.5. Vulnerabilità degli acquiferi	57
4.3 AREE POTENZIALMENTE CONTAMINATE	59
5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI	61
6. COMPONENTE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE	64
6.1. TERREMOTO DI RIFERIMENTO (INPUT SISMICO)	65
6.2. ANALISI DI PRIMO LIVELLO	75
6.2.1. Metodologia analisi verifiche di primo livello	76
6.2.2. Risultati analisi verifiche di primo livello	78
6.3 VERIFICHE DI SECONDO LIVELLO	84
6.3.1. Metodologia di analisi delle verifiche di secondo livello	84
6.3.2. Risultati analisi verifiche di secondo livello	90
6.3.3. Verifica di secondo livello - effetti litologici	92
7. CARTA PAI - PGRA	97

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO CARTOGRAFICO

Nel dettaglio, le cartografie prodotte sinora sono le seguenti:

<i>Tav. 1 Carta d'inquadramento geografico (dicembre 2003)</i>	<i>scala 1:10.000;</i>
<i>Tav. 2 Carta geologica (dicembre 2003)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 3 Carta geomorfologica (dicembre 2003)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 4 Carta idrologica ed idrogeologica (dicembre 2003)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 5 Sezione idrogeologica (dicembre 2003)</i>	<i>scala 1:1000 - 1:5000;</i>
<i>Tav. 6 Carta geologico-applicativa di caratterizzazione (dicembre 2003)</i> <i>del suolo e primo sottosuolo</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 7 Carta della Pericolosità Sismica locale (aggiorn. 2025)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 8 Carta della Classe di pericolosità sismica locale (aggiorn. 2025)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 9 Carta dei Vincoli (aggiorn. 2025)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 10 Carta di Sintesi o della pericolosità (aggiorn. 2025)</i>	<i>scala 1:5.000;</i>
<i>Tav. 11 Carta della Fattibilità geologica per le azioni di piano (aggiorn. 2025)</i>	<i>scala 1:2.000;</i>
<i>Tav. 12 Carta PAI – PGRA (2025)</i>	<i>scala 1:5.000.</i>

Il presente documento è composto da **96** pagine di testo e da **due allegati** al testo.

Proprietà degli elaborati

Gli elaborati dello studio resteranno di proprietà piena ed assoluta dell'Amministrazione comunale, fatti salvi i diritti d'autore (proprietà intellettuale – D.P.R. 184 del 12/04/2006) del professionista.

Bergamo, ottobre 2025

Revisione a seguito parere regionale aprile 2026

Dott. Geol. Carlo Pedrali

(O.G.L. 860)



COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

1. PREMESSA

Il primo studio geologico comunale prodotto nel dicembre 2003 è stato redatto sulla base di quanto stabilito dalla Legge Regionale 24 novembre 1997 n.41 “Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti”. La metodologia adottata ed i contenuti dello studio seguono quando allora stabilito dalla Delibera della Giunta Regionale 6 agosto 1998, n. 6/37918 “Criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica nella pianificazione comunale”; Delibera della Giunta Regionale n.7/6645 del 29 ottobre 2001 “Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell’art.3 della l.r. 41/97”.

Al primo studio è seguita la redazione della “Componente Sismica del Piano di Governo del Territorio” (giugno 2008) con analisi della pericolosità sismica locale ai sensi della D.G.R. 8/7374 del 28/05/2008.

Il presente aggiornamento è stato redatto per recepire in particolare le nuove aree allagabili stabilite dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A., D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017 ed aggiornamento del 12/2019) oltre alle prescrizioni in materia di Invarianza Idrologica ed Idraulica fornite dal Regolamento Regionale n. 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i..

Nell'ambito del presente aggiornamento si fa riferimento alla proposta di ripermimetrazione delle aree allagabili PGRA relative allo scenario RSP - RIB. Tale proposta deriva dai risultati dello "**Studio Idrologico-Idraulico Roggia Urgnana nei comuni di Ugnano e di Cologno al Serio**" (dicembre 2024) a cura dell'Dott. Ing. Simone Circosta per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e dei due Comuni di Ugnano e Cologno al Serio che hanno aderito alla convenzione. Il professionista ha effettuato, tra l'altro, una modellazione idraulica in moto vario con schema geometrico bidimensionale che ha consentito la valutazione di aree di potenziale esondazione con vari tempi di ritorno e la definizione della pericolosità secondo quanto stabilito dall'Allegato 4 della D.G.R. 2616/2011, a partire dall'abitato sino a comprendere l'area perimetrata dal PGRA.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Rispetto alla documentazione del 2003, è stata aggiornata la cartografia dei Vincoli e di quella di Sintesi. [La base topografica utilizzata deriva dal database topografico comunale realizzato nel 2015.](#)

Conseguentemente per quanto riguarda la fase di proposta è stata aggiornata anche la carta di Fattibilità Geologica e le Norme geologiche di Piano; quest'ultime ora costituiscono un elaborato a parte e contengono in allegato, gli estratti delle normative più recenti sopracitate.

Resta comunque in vigore la cartografia d'inquadramento ([da Tavola 1 a Tavola 6](#)) e la parte di relazione tecnica relativa alla fase di analisi prodotta nel dicembre 2003.

Gli elaborati dello studio geologico devono far parte del Documento di Piano e del Piano delle Regole; tali elaborati inoltre dovranno essere citati nelle delibere di adozione e di approvazione del P.G.T.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio comunale di Urgnano si sviluppa in sponda destra al fiume Serio, possiede una superficie di circa 14,6 kmq e si colloca nella parte intermedia della pianura bergamasca in corrispondenza dell'estremità meridionale del conoide del fiume Serio. Il dislivello topografico massimo, nell'ambito del territorio comunale, è di 37 metri ed è stato valutato tra i 193 metri s.l.m. di C.na Bettolino (estremità nord est) e i 156 metri s.l.m. Il gradiente topografico principale è diretto verso sud, sud-sud-ovest con pendenze comprese tra il 7,5 e l'8,8‰.

Gran parte della superficie topografica comunale si estende sul Livello Fondamentale della Pianura ed è caratterizzata prevalentemente dall'attività agricola e dall'allevamento di bovini. I nuclei abitati antichi sono due: il capoluogo sorto attorno al castello medioevale e che successivamente si è esteso verso est; il secondo abitato è quello della frazione Basella, sorta attorno al santuario omonimo.

A partire dal dopoguerra, si sono sviluppati due poli industriali: uno posto a confine nord del comune in località Casc. Battaina - Casc. Spina; il secondo è presente a sud dell'abitato, lungo la strada provinciale Francesca.

Il territorio comunale è solcato da due vie di comunicazione principali: la S.S.591 "Cremasca" che lo attraversa all'incirca in direzione N-S e la S.P. 122 "Francesca" con direzione E-W.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

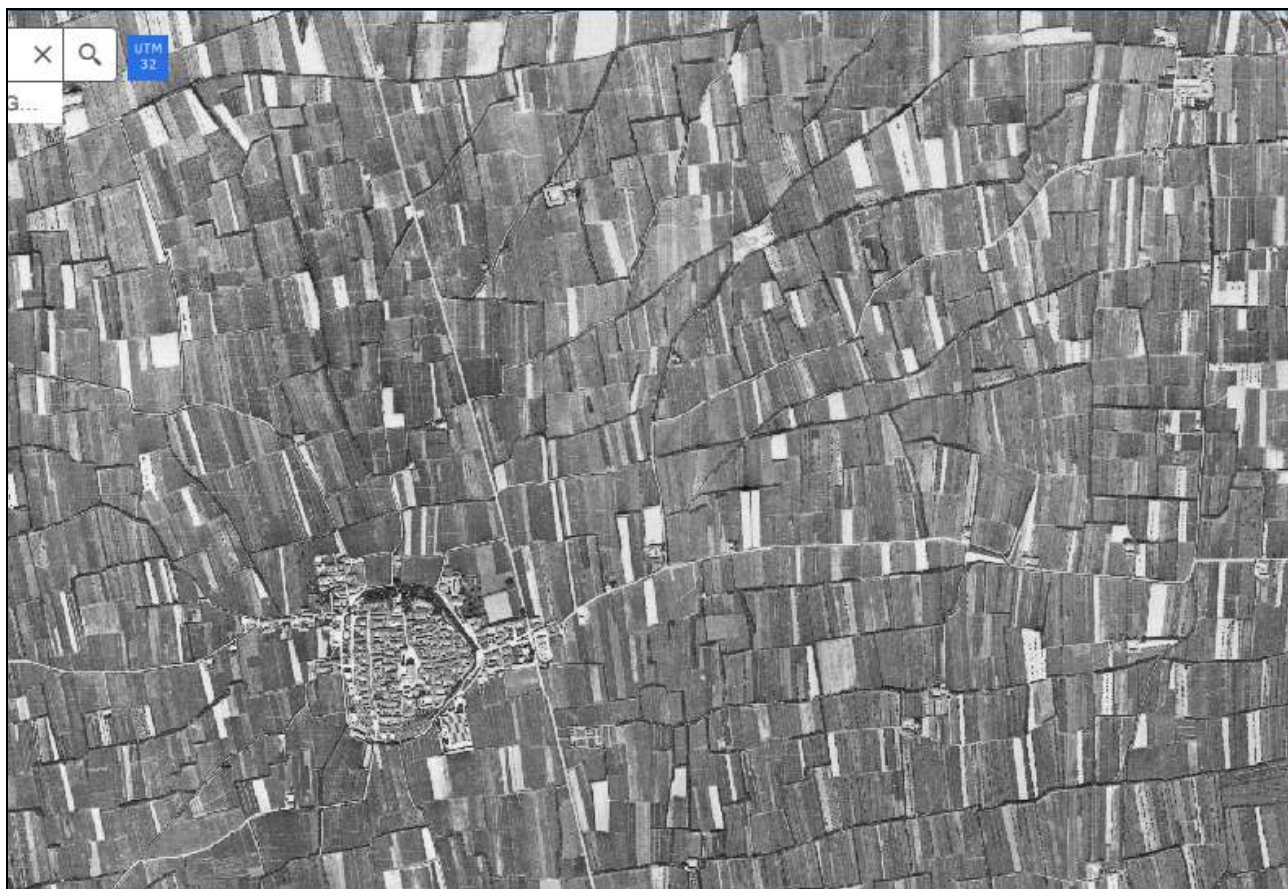


Figura n.1 Aereofotogramma del 1954, attorno al Santuario della Basella non c'è edificato ed il capoluogo è racchiuso all'interno della Circonvallazione.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Figura n.2 Aereofotogramma del 1975. Si sono sviluppati sia il capoluogo che l'abitato della Basella

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

3.1. GEOLOGIA

Le caratteristiche geologiche del territorio comunale sono state oggetto in passato di diversi studi, tra cui il principale è la Carta Geologica della Provincia di Bergamo, in scala 1:50.000, curata dall'Amministrazione Provinciale di Bergamo (AAVV, 2000).

In tale documento viene proposta una suddivisione dei depositi quaternari in unità geolitologiche. Il nome di ciascuna unità risulta legato al toponimo della località nella quale essa affiora più diffusamente.

Successivamente è stato pubblicato il foglio n.98 Bergamo della Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG - scala 1:50000) che comprende però solo la parte settentrionale del territorio comunale. Non

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

sono stati ancora pubblicati i 2 fogli geologici il **n. 119 Treviglio** e il **n.120 Chiari**.

Tale cartografia rinominerà/riclassificherà i depositi di pianura precedentemente classificati dalla Carta Geologica della Provincia di Bergamo.

Nella Carta Geologica della Provincia di Bergamo viene proposta una suddivisione dei depositi quaternari in Unità geolitologiche.

Il nome di ciascuna unità risulta legato al toponimo della località nella quale essa affiora più diffusamente. Ciascuna unità del quaternario risulta generalmente costituita da un deposito limitato, sia alla base che alla sommità, da superfici di discontinuità corrispondenti a lacune stratigrafiche create dall'erosione o dalla mancata deposizione.

Le unità affioranti nell'area di studio sono state deposte in ambiente continentale e non sono litificate ad esclusione dei Conglomerati di Seriate (ghiaie e ciottoli a matrice arenacea cementati), riconosciuti esclusivamente sulle stratigrafie dei pozzi della zona.

Per quanto riguarda le caratteristiche litologiche di questi depositi si fa riferimento a quanto visto in corrispondenza di scavi aperti o riportato sulle note illustrative della “Carta Geologica della Provincia di Bergamo”.

Secondo tale cartografia, nella zona di studio affiorano depositi fluvioglaciali appartenenti all'Unità di Cologno e depositi fluviali appartenenti all'Unità Postglaciale. Tali depositi costituiscono il Livello Fondamentale della Pianura.

In ordine temporale a partire dal deposito più recente e superficiale, a quello più antico, affiorano i seguenti depositi quaternari:

Depositi quaternari

I depositi quaternari affioranti nell'area di studio sono stati così distinti:

depositi postglaciali

- depositi alluvionali attuali (al)
- depositi alluvionali terrazzati recenti (atr);

depositi fluvioglaciali

- **Unità di Cologno**, Complesso del Serio - **COL** (Pleistocene Superiore);

DEPOSITI POSTGLACIALI

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Depositi alluvionali attuali

In corrispondenza dell'alveo del fiume Serio sono presenti alluvioni grossolane costituite da blocchi, ciottoli e ghiaie sabbiose, da sub arrotondati ad arrotondati, con disposizione embricata e natura litologica eterogenea. .

Depositi alluvionali terrazzati più antichi

Sono presenti esclusivamente ai lati dell'alveo ordinario e sono costituiti dagli stessi depositi alluvionali attuali presenti in alveo.

Queste alluvioni si sono sviluppate sia in adiacenza che a scapito dei depositi fluvioglaciali pleistocenici dell'Unità di Cologno che risultano incisi, erosi e/o ricoperti.

I materiali che costituiscono tali depositi sono ghiaie e ciottoli con sabbie alternate a lenti di sabbie di spessore massimo fino al metro; più raramente limi sabbiosi, in lenti poco estese, legati ad episodi di esondazione.

Il colore generale è grigio – nocciola, la natura litologica eterogenea e la struttura embricata per i depositi grossolani e laminata per quelli più fini.

La carta geologica d'Italia riclassifica tale unità come appartenente al Supersintema della Selva di Clusone (Pleistocene Superiore). Tale unità alluvionale è costituita da ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi con profilo di alterazione poco evoluto colore 10YR. Sono presenti ghiaie stratificate a supporto di matrice sabbiosa con clasti fino a decimetrici, arrotondati; ghiaie in corpi stratoidi o lenticolari a supporto clastico, matrice assente, clasti da centimetrici a decimetrici ben selezionati localmente parzialmente cementate con pellicole di cemento calcitico che rivestono e aggregano i clasti, vi sono intercalati livelli sabbiosi privi di strutture. Clasti prevalentemente carbonatici subordinati silicoclasti dell'alta valle Seriana. Al di sotto di tale unità affiorano i "Conglomerati di Seriate".

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

DEPOSITI FLUVIOGLACIALI

Complesso del Serio - Unità di Cologno (Bacino del Serio, Pleistocene Superiore).

Unità di Cologno

L'unità di Cologno, che caratterizza gran parte del territorio comunale, è costituita da ghiaie poligeniche a supporto clastico e matrice sabbiosa calcarea. La cementazione è diffusa ma scarsa. La superficie limite superiore è caratterizzata da Alfisuoli da mediamente a poco espressi, di spessore massimo di circa 1 metro, colore 7.5YR e 10YR o localmente 5YR. La copertura loessica è assente.

Dal punto di vista litologico questa unità è costituita da ghiaie sabbiose a supporto clastico, da medio grossolane a molto grossolane (con blocchi), da arrotondate a sub arrotondate e discoidali. L'ambiente di deposizione è quello tipico di fiumi di tipo "Braided" con strutture deposizionali a barre longitudinali e depositi fini intercalati relativi a fasi di riempimento di canali minori o legati ad episodi di esondazione. La stratificazione pertanto è suborizzontale grossolana e subordinatamente incrociata concava; è presente una gradazione diretta ed un'embricatura a basso angolo.

Compaiono strati o lenti sabbiose (di spessore massimo decimetrico) a laminazione orizzontale o incrociata a basso angolo o locali lenti sottili di limi.

La cementazione è assente o scarsa, localizzata in sottili livelli discontinui.

Dal punto di vista litologico le ghiaie sono costituite percentualmente da: rocce carbonatiche (50-78%); da rocce endogeno-metamorfiche (7-28%) e da rocce terrigene (12-33%).

La litologia prevalente dei clasti è rappresentata da: rocce carbonatiche, conglomerati ed arenarie permiane (Verrucano e Collio) e secondariamente da rocce cristalline (metamorfiti prevalenti: gneiss e quarziti).

Alla sommità delle ghiaie è sviluppato un orizzonte argillitico di spessore variabile da 20 a 60 centimetri, mentre il fronte di decarbonatazione (riferito alla matrice) raggiunge la profondità massima di circa 1 metro.

Tale unità affiora sia in destra che in sinistra al Serio. In sponda destra affiora a partire da Ranica – Alzano Lombardo sino a Pagazzano, mentre in sinistra da Villa di Serio sino ad Antegnate.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Il limite inferiore di tale unità è marcato dalla presenza di un paleosuolo sepolto e localmente dalla sommità articolata dei Conglomerati di Seriate.

La carta geologica d'Italia attribuisce questi terreni al Supersintema di Grassobbio (Pleistocene Medio – Superiore), le definisce come: ghiaie a clasti arrotondati, sabbie e limi (depositi alluvionali). La cementazione è assente o buona. Litologicamente si tratta di ghiaie in corpi stratoidi o lenticolari, a supporto clastico o a supporto di matrice sabbiosa con clasti sino a decimetrici arrotondati. Vi sono raramente intercalati orizzonti sottili di sabbie e limi in sequenze laminate e gradate. I clasti sono prevalentemente carbonatici, con subordinati silicoclasti dell'alta valle Seriana. Il profilo di alterazione presenta spessore è variabile in genere troncato o rimaneggiato alla sommità dall'attività agricola. Al di sotto di tale unità affiorano i "Conglomerati di Seriate".

3.2. ASSETTO STRUTTURALE

La struttura sedimentaria presente nell'area, secondo quanto riportato sul vecchio foglio n.46 "Treviglio" della Carta geologica d'Italia (Pieri e Groppi, 1981, Cassano et alii, 1986), è rappresentata da una successione monoclinale pliocenico-quadernaria che appare sostanzialmente indisturbata, con spessori crescenti procedendo da nord verso sud.

La monoclinale seppellisce la sequenza sedimentaria più antica del Sudalpino Orobico; quest'ultima risulta interessata da fronti di scorrimento sud-vergenti scomposti da piani di discontinuità perpendicolari ad essi che consentono lo svincolo laterale dei vari fronti. Il modello strutturale evidenzia una tettonica di sovrascorrimento e di ripetizione della serie.

In relazione a quanto riportato sulla "Neotectonic Map of Italy" (Bosi et alii, 1983) si differenziano due grandi aree separate da una linea immaginaria decorrente da Trezzo d'Adda a Chiari e passante per Verdello.

Nel Pliocene Medio - Superiore e nel Quadernario la zona posta a nord di questa linea è stata sottoposta ad un generale sollevamento.

L'area posta a sud di tale linea invece è stata soggetta, ad un'alternanza di movimenti di sollevamento e di abbassamento. Sempre questi autori segnalano sulla "Neotectonic Map of Italy" la

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

presenza di alcune anticlinali sepolte, attive in epoca oligo-miocenica, tra cui una localizzata nell'area trevigliese, con asse diretto all'incirca WNW-ESE.

Ricostruzioni stratigrafiche effettuate nella zona da Beretta ed altri (1989), hanno confermato la presenza di una “**dorsale**” sepolta con sviluppo est-ovest nella zona compresa tra **Arcene – Treviglio e Ghisalba - Martinengo**. Tale struttura determina:

- il sollevamento e quindi l'avvicinamento alla superficie topografica (in un intervallo di quote compreso tra i 60 e i 110 m s.l.m.) delle formazioni argillose del Pliocene – Pleistocene inferiore;
- la conseguente riduzione, talora anche marcata, dello spessore dei depositi continentali del Pleistocene medio e inferiore;
- la conseguente modificazione locale della struttura idrogeologica regionale con riflessi sulla circolazione idrica sotterranea.

3.3. GEOMORFOLOGIA

Nella zona in questione, i processi geomorfologici in grado di modificare la superficie topografica risultano essere esclusivamente quelli legati all'attività fluviale, connessi sia al reticolo idrico principale (fiume Serio) che secondario, costituito dai canali irrigui (le rogge). In passato vi erano acque che fuoriuscivano dai fontanili ed andavano ad alimentare alcuni canali.

Le forme fluviali più recenti e meglio riconoscibili sul territorio comunale sono quelle connesse all'azione di erosione, di scorrimento e di deposito delle acque superficiali.

L'esame foto interpretativo dell'area di studio ha consentito di riconoscere i seguenti sistemi morfogenetici caratterizzati ognuno da un diverso colore:

- **fluviale** (verde scuro – verde chiaro) con forme legate all'azione di erosione, allo scorrimento e al deposito dei materiali alluvionali ad opera delle acque superficiali;
- **antropico** (nero).

Le diverse tonalità dello stesso colore consentono invece di distinguere il grado di attività delle forme riconosciute e riportate sulla tavola n.2.

- **attive**: tutte le forme e i depositi legati a processi in atto che ne determinano una continua evoluzione;

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- **quiescenti:** tutte le forme e i depositi che mostrano evidenze geomorfologiche particolarmente marcate legate ad una recente attività (anche storica) e che non hanno ancora esaurito la loro capacità di riattivarsi ed evolvere ulteriormente;
- **inattive:** tutte le forme ed i depositi che nelle attuali condizioni climatiche non evolvono più o per l'assenza dell'agente morfogenetico che le ha prodotte oppure perché hanno esaurito la loro capacità evolutiva.

Nell'area di studio sono state riconosciute:

Forme dovute all'azione fluviale

- orlo di scarpata di erosione fluviale con datazione storica (tratta dalla cartografia ufficiale I.G.M 1889, 1954, 1971) distinto in: attivo o quiescente/inattivo all'epoca (riquadro angolo inferiore);
- orlo di scarpata di erosione fluviale attuale con dislivello inferiore a 5 metri, distinto in: attivo o quiescente/inattivo all'epoca;
- testata e asta di fontanili ormai inattivi;
- dossi fluviali;
- tracce di canali fluviali;
- paleoincisioni (ampie depressioni topografiche allungate).

Forme dovute all'azione antropica

- orlo di scarpata artificiale e/o di cava;
- protezione spondale (argini in terra/pietrame);

Le Unità fisiografiche omogenee che caratterizzano il paesaggio del territorio comunale sono:

- * il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.);
- * la Valle Attuale del Fiume Serio;
 - la Piana Fluviale Attuale

Unità del Livello Fondamentale della Pianura

L'unità fisiografica principale che caratterizza gran parte del territorio comunale è il Livello Fondamentale della Pianura (L.F.d.P.). Essa rappresenta la superficie topografica principale che si estende su gran parte della pianura. Questa superficie, che degrada dolcemente verso sud - sudovest con pendenze comprese tra il 7,5 e l'8,8‰, deriva dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, di età diversa, formati da depositi fluviali-fluvioglaciali sviluppatasi a partire dai piedi delle Orobie e che progradano verso sud. L'ambiente di deposizione di quest'unità è riferibile all'attività di corsi d'acqua pluricursali (braided), a basso indice di sinuosità ed elevata energia. Sulla superficie del

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

L.F.d.P. sono state riconosciute deboli depressioni dal fondo arrotondato o dossi allungati con direzione variabile, attribuibili all'evoluzione fluviale di tali corsi d'acqua. Barre longitudinali e canali intrecciati sono ancora ben riconoscibili sullo stralcio di foto aerea della figura sottostante. In concomitanza della fase di fusione glaciale tali corsi d'acqua erano caratterizzati da elevate portate sia liquide che solide.

Unità della "Valle Attuale del fiume Serio"

Al termine della fase di de-glaciazione, le grandi paleofiumare (es: Paleo Serio) ridussero gradualmente la loro portata liquida e ancora più sensibilmente quella solida; il reticolo fluviale si adattò quindi al diverso regime climatico, in conseguenza a ciò si è determinata:

- la notevole riduzione di ampiezza della zona d'influenza fluviale;
- la notevole riduzione della capacità di trasporto;
- l'inizio della fase di erosione con l'incisione della piana alluvionale appena abbandonata;
- l'innescio del processo pedogenetico sulle aree non più interessate dall'attività fluviale.

In questo tratto di pianura, il fiume Serio presenta ancora i caratteri tipici di un corso d'acqua a "Canali intrecciati (Braided)", caratterizzato da aree debolmente rilevate a pietrosità superficiale elevata, le **barre longitudinali** alternate ad aree sinuose leggermente depresse, con prevalenza di terreni fini sabbioso ghiaiosi, corrispondenti a **canali fluviali**.

Queste forme sono riconoscibili sia nella piana alluvionale attuale che in corrispondenza dei depositi fluviali terrazzati ormai abbandonati ai lati dal fiume (figura sotto).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Figura n.3. Scorcio di un'area immediatamente adiacente al fiume Serio al limite nordest del territorio comunale. Depositi fluviali recenti legati alla dinamica tipica di un corso d'acqua di tipo Braided (estremità settentrionale territorio comunale, anno 2000, su concessione Parco Regionale Serio).

I sedimenti fluviali recenti del Serio si trovano alla stessa quota di quelli fluvio-glaciali più esterni, mentre quelli attuali si trovano qualche metro più in basso; ciò, secondo quanto riferito dai locali, sarebbe imputabile alla passata attività di estrazione di inerti dall'alveo.

Attualmente l'attività del fiume è limitata alla rielaborazione dei materiali in alveo e all'erosione delle sponde con lento ma continuo spostamento laterale del corso del fiume.

L'unità delle “**Valli Attuali**” comprende la fascia di territorio che si estende ai lati dell'alveo attuale. Appartengono ad essa i terrazzi fluviali da quelli più antichi via via a quelli più recenti sino all'alveo attuale del fiume.

Piana Fluviale Attuale

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

In posizione assiale è presente la piana alluvionale attuale che è situata a quota inferiore di qualche metro (2-4 metri) rispetto a quella dei terrazzi fluviali recenti che la limitano esternamente.

Gli orli di scarpata presenti ai due lati appaiono attivi e interessati da vistosi fenomeni di erosione e di franamenti di sponda. Analizzando la posizione della sponda riportata sulla cartografia I.G.M a partire dal 1889 (vedi figura sottostante), si vede come si sia verificato un marcato spostamento laterale del corso d'acqua nel corso di un centinaio di anni circa.

In corrispondenza della **piana alluvionale attuale** si possono riconoscere:

- *alveo attuale*

L'alveo attuale del fiume Serio, in questo tratto, ha divagato e traslato lateralmente nella sua piana impostandosi con nuovi tracciati dopo ogni importante evento di piena.

- *terrazzi fluviali attuali*

Si tratta di piccoli terrazzi o isole fluviali, per lo più a carattere temporaneo, che si estendono in maniera discontinua esclusivamente a lato o tra i canali attivi. Essi vengono allagati, elisi, incisi od erosi al passaggio di ogni evento di piena.

Tali superfici risultano di poco rilevate sull'alveo attuale (1-1,5 metri). Sulla loro superficie, si possono talora riconoscere ondulazioni imputabili a dossi e a canali secondari.

Terrazzi alluvionali recenti

Nell'area in questione, all'esterno della piana alluvionale attuale non sono riconoscibili terrazzi di diverso ordine ma solamente una piana ondulata caratterizzata da piccoli orli di erosione inattivi che limitano un episodio alluvionale dall'altro, canali o dossi fluviali, il tutto con piccole differenze di quota.

Il tracciato del fiume Serio ha subito numerosi spostamenti planimetrici. Un'analisi condotta sui documenti cartografici (IGM) a partire dal 1889 ha potuto dimostrare come il suo corso abbia subito importanti modificazioni nel tempo, ciò è testimoniato da quanto riportato sulla carta geomorfologia

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

di tavola n.3 (2003) e dall'estratto della "Carta ambientale della pianura" (ERSAL, 1999) di seguito allegato.

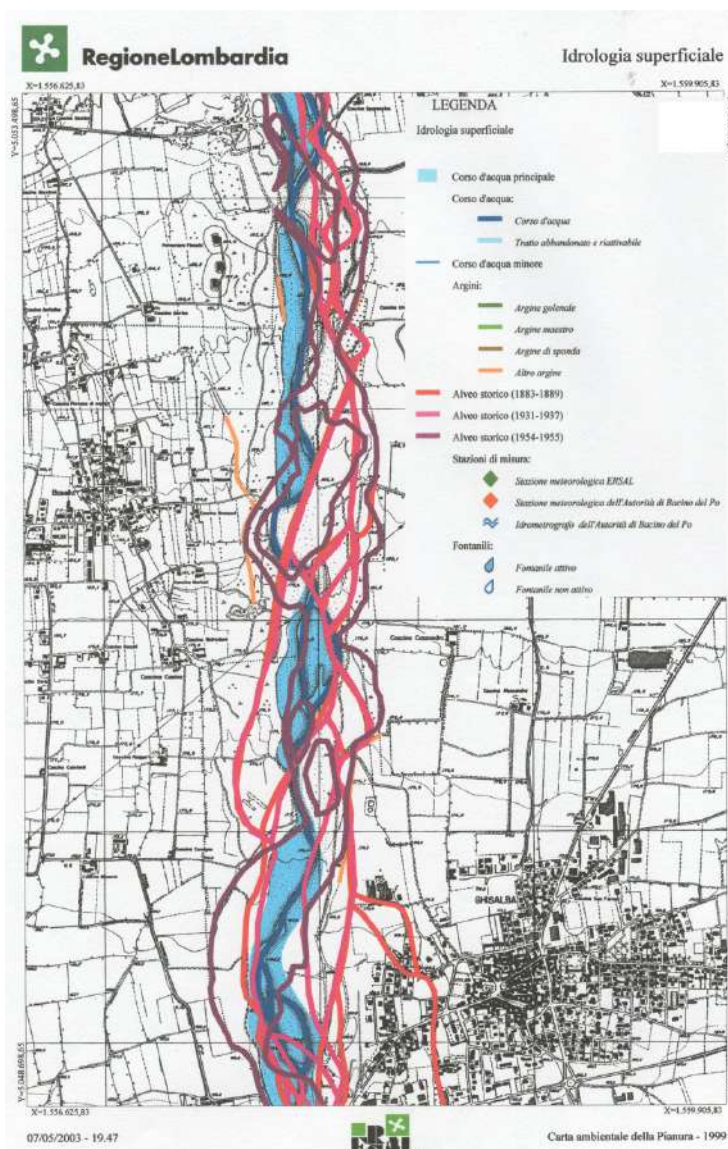


Figura n.4 Stralcio cartografico tratto dalla "Carta della Pianura" (ERSAL, 1999).

4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

In questo capitolo sono raccolte le conoscenze riguardanti il reticolo idrografico superficiale e la circolazione idrica sotterranea. Tali informazioni possono essere utilizzate per la localizzazione, la gestione e la difesa, dal punto di vista della vulnerabilità, della risorsa idrica.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Tali conoscenze sono riassunte nella **Carta idrologica ed idrogeologica** (tavola n. 4, 2003) e nelle sezioni idrogeologiche di tavola n.5 (2003).

La carta idrologica ed idrogeologica distingue: il reticolo idrico principale (RP) da quello minore (RSP – Reticolo idrico consortile); segnala i pozzi per acqua; evidenzia le diverse caratteristiche di permeabilità dei terreni presenti nell'area di studio; riporta le isofreatiche relative all'acquifero principale; la direzione preferenziale della circolazione idrica sotterranea.

Nell'ambito del comune di Urgnano vi sono 2 opere di captazione (pozzi) destinate all'uso idropotabile. Il pozzo in località Basella è fermo da diverse decine di anni e non viene più utilizzato.

Sulla carta idrogeologica, per pozzi destinati ad uso potabile, sono state tracciate le zone di tutela assoluta e le zone di rispetto che insistono sul territorio così come definite dal DPR n.236/88 e successivamente dall'Art. 94 del D. Lgs.152/2006 .

4.1 IDROGRAFIA

Il **reticolo idrografico principale** è costituito dal fiume Serio (n. iscr. elenco acque pubbliche: 223), che limita ad est il territorio comunale. E' presente inoltre il reticolo artificiale irriguo ed il Canale sotterraneo Adda - Serio.

Per quanto riguarda gli eventi storici riferiti alle **piene del fiume Serio**, una ricerca storica sui testi disponibili ha consentito di ricostruire la successione di eventi riportata di seguito.

Il Belotti, ne "La storia di Bergamo", ricorda le più grosse piene del Serio a partire dall'anno 1493, che prese il nome di "**Anno del diluvio**", nel 1646 e nel 1650 anno in cui, nel mese di luglio, una piena talmente impetuosa distrusse il ponte di Seriate.

Nell'anno 1738, il Serio ingrossato dalle incessanti piogge, era straripato producendo gravissimi danni nei paesi di Vertova, Albino, Nembro e altri; a Seriate aveva fatto gravi danni al ponte. Altre piene si segnalano negli anni 1882 e 1888, novembre 1927 e 1928, il settembre del 1965 e il novembre del 1966.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Una serie di eventi alluvionali sono citati nell'“Effemeride”, alla voce “Piogge e Inondazioni”, di padre Donato Calvi:

volume n.1

- inizio anno 1280, due mesi di piogge, grandissimi danni dei fiumi;
- inizio anno 1341, inondazione in Lombardia;
- 10 aprile - 7 giugno 1453, caddero piogge continue;
- anno 1640, cinque mesi di piogge;

volume n.2

- 11 ottobre 584, inondazioni del Brembo e del Serio;
- 17 ottobre - 4 novembre 1230, piogge intense e prolungate, alluvione in Lombardia. Piena del Serio e Brembo (le acque hanno invaso più di un miglio ai lati della riva del fiume);
- 26 ottobre 1328, alluvione del Po;
- 30 settembre 1494 Brembo distrugge 4 ponti, il livello cresce di 15 piedi sopra il corso usato;
- anno 1512, terribile inondazione di tutti i fiumi della bergamasca;
- ottobre 1593, piena del Serio e del Brembo. Serio distrugge i ponti da Seriate in su;
- da ottobre 1595 al maggio 1596, piogge continue con alluvione in tutta la Lombardia;
- 13 ottobre 1600, alluvione del Serio;
- ottobre 1614, per tutto il mese pioggia, alluvione del Brembo e del Serio;
- **18 giugno 1646, alluvione disastrosa del Brembo e Serio. Allagate Ponte San Pietro, Seriate e Grassobbio, morti, danni materiali e distrutti molti ponti;**
- 1 novembre 1666, alluvione del Serio Superiore;
- settembre 1676, alluvione del Brembo;

volume n.3

- 31 agosto 1493 piena del Brembo, distrutto parzialmente il ponte di Almenno. Il fiume crebbe di trenta braccia sopra ogni più alto ponte. Distrutti 24 ponti. Da Olmo ad Averara sino alla confluenza nell'Adda. Rimasero in piedi i ponti di Ponte San Pietro e di San Vittore a Brembate di Sotto.

La traccia degli eventi alluvionali più recenti è stata individuata attraverso l'esame dei quotidiani locali quali: il Giornale del Popolo, l'Eco di Bergamo e il Giornale di Bergamo.

- 1793, solo la segnalazione;
- 1830, solo la segnalazione;
- **settembre 1882**, inondazione nella Bergamasca. Il fiume Serio distrugge i ponti di Vertova e **quello in legno di Ghisalba;**
- luglio 1883, Brembo in piena;
- ottobre 1886 Brembo, Serio e Morla in piena;
- 12 settembre 1888, piena del Serio, Brembo e Oglio. Morti e danni gravissimi;
- 2 novembre 1889, i fiumi continuano ad esondare;

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- 30 ottobre 1891, è passata la piena del Brembo;
- novembre 1906, i gravi danni delle piogge. Il fiume Serio ad Alzano Maggiore asporta nuovamente la diga Pesenti;
- 9 dicembre 1910, i danni delle piogge. Brembo e Serio in piena;
- 31 maggio 1920 e 23 settembre 1920, piene del Brembo e del Serio;
- 23 novembre 1926, Brembo, Serio ed Adda in piena;
- 29 settembre 1927, piena memoranda del fiume Brembo;
- **10 novembre 1927 massima piena storica del fiume Serio a Ponte Cene, 547 mc/s** (da: “Le acque nella Bergamasca, Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca, ottobre 2001);
- **2 novembre 1928**, il Serio esce a valle di Cene facendo danni a strada e ferrovia. A **“Mozzanica il livello idrometrico è salito a + 2,13 metri, altezza sinora mai raggiunta”**;
- 20 settembre 1937 piena del Brembo;
- 9-11 novembre 1951, fiumi della bergamasca in piena. Danneggiato il ponte tra Alzano e Villa di Serio. Il Brembo allaga gli abitati di Fornasotto e di Canonica d'Adda;
- 25 aprile 1952, piene del Brembo e del Serio;
- 14 dicembre 1957, piene del Brembo e del Serio;
- 20 settembre 1960, straripamento del torrente Bondione, 10 milioni di danni;
- **2 settembre e 29 settembre 1965**, A Cassinone di Seriate, **Martinengo**, Palosco e Cortenuova, **il Serio e le rogge straripano**;
- **5 novembre 1966, straripamenti del Serio, Cherio, Adda e Brembo. Il Serio straripa ad Albino, Pradalunga, Alzano e Villa di Serio, in alcuni punti la larghezza del fiume raggiunge il chilometro. Ai ponti di Gorle e di Seriate le acque riempiono le arcate**;
- 14 novembre 1969, piena dei fiumi e frane;
- 16 luglio 1973, fiumi in piena. La piena del fiume Serio. Il fiume è rimasto ovunque negli argini. Il livello del fiume a mezzogiorno del 15 luglio, in corrispondenza dell'attraversamento della statale (a Seriate?), ricopriva i piloni del ponte sino a porsi ad un metro al di sotto del colmo delle arcate;
- 4 ottobre 1976, straripano Adda, Cherio ed Oglio;
- 8 novembre 1976, fiumi in piena, allagamenti a Villa di Serio;
- 21 giugno 1977, straripano in più punti Adda, Serio e Oglio;
- 31 agosto 1977, straripamento dello Zerra e del Cherio. Adda e Serio in piena;
- 8 ottobre 1977, piena del Brembo e del Serio;
- 24 settembre 1979, Serio in piena, esonda in sponda destra a monte del ponte di Gorle allagando le aree immediatamente adiacenti;
- 19 luglio 1987, piena del Brembo, gravi danni e allagamenti anche in pianura (aeroporto di Valbrembo allagato).
- piena del 02 ottobre 1993;
- piena del 1997;
- piena del 20 settembre 1999.
- piena del 26-27 novembre 2002.

Il reticolo idrico comunale si differenzia tra: **“Reticolo idrico Principale”** di competenza dell'ente regionale; **“Reticolo idrico consortile”** di competenza del Consorzio Roggia Urgnana consorziata

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

con il Consorzio di Bonifica della Media Pianura (cfr. [**Allegato A della DGR X/7581 del 18/12/2017**](#)).

La corretta e costante gestione del reticolo irriguo di pianura è fondamentale in quanto garantisce il mantenimento della capacità d'irrigazione dei terreni agricoli e in caso di abbondanti piogge la possibilità di allontanare le acque pluviali in ambito urbano (R.R. n.7/2017 e s.m.i.).

Per quanto riguarda i canali e le acque d'irrigazione, esse furono derivate dal fiume Serio già a partire da prima dell'anno mille, molto più a nord del territorio comunale (Roggia Ugnana, Brignana, Vescovada). Alla fine dell'800 la rete irrigua era la seguente: roggia Vescovada, roggia Ponte Perduto e roggia Ugnana.

La roggia Ugnana si origina dalla sponda sinistra della roggia Morlana nel territorio di Gorle e si dirige a sud. Al confine tra Zanica e Ugnano, nei pressi della immissione della roggia Vescovada delle acque del canale Adda-Serio, la roggia Ugnana si ramifica in due rami detti: Brignana e Brignadello che si dirigono verso ovest ed altri due che si dirigono verso sud.

Ad est è presente invece la roggia Vescovada di Valle (che si origina come prosecuzione della roggia Vescovada di Monte, nel punto d'immissione del canale Adda – Serio (nei pressi di C.na Bettolina al confine tra Zanica e Ugnano), il tratto di monte viene tenuto attivo per convogliare acqua nei momenti di particolare abbondanza idrica.

Il canale sotterraneo Adda – Serio e la roggia Vescovada di Valle possiedono uno scaricatore in corrispondenza della sponda destra del fiume Serio.

Al limite occidentale del comune sono presenti i rami secondari della roggia Morla di Comun Nuovo e Spirano.

Un'ultima roggia è la “Fontana di Ugnano” presente a sud del capoluogo, un tempo alimentata da un fontanile posto subito a sud dell'abitato che oggi è stato sostituito da un pozzo irriguo.

Il tracciato delle rogge è stato riportato sulla Carta Idrologica ed idrogeologica ([**tavola n.4, 2003**](#)). Per ulteriori dettagli si rimanda all'aggiornamento dello studio redatto dal Consorzio di Bonifica

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

della Media Pianura Bergamasca in collaborazione con la società EST *"Riedizione con parziale aggiornamento del Reticolo Idrico" - Variante maggio 2015.*

4.1.1. Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Con la Deliberazione n.18 del 26 aprile 2001, l'Autorità di Bacino fiume Po, ha adottato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter. L'approvazione definitiva è avvenuta con il D.P.C.M. del 24 maggio 2001.

Il **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** ha definito e delimitato le aree allagabili dei corsi d'acqua principali del Bacino del Po con vari tempi di ritorno. Lo studio fornisce inoltre i dati di portata, calcolati per vari tempi di ritorno in corrispondenza delle sezioni idrauliche di calcolo tra cui le principali sono la: 110 Alzano Lombardo, 64 Romano di Lombardia e 24 Crema.

Bacino	Corso d'acqua	Progr.(km)	Sezione Cod.	Denom.	Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s
Adda	Serio	54.660	110	Alzano Lombardo	551	410	530	570	630
Adda	Serio	81.600	64	Romano di Lombardia	717	470	570	620	700
Adda	Serio	105.524	24	Crema	1034	530	650	720	800

Tratto da "Tabelle portate PAI, Tabella 5: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino dell'Adda
(Adda, Brembo, Mera, Serio).

Tabella n.1 Dati delle portate di piena lungo il Serio

Sulla base dei dati di livello di piena calcolati in corrispondenza di sezioni idrauliche rilevate, sono state delimitate le aree esondabili lungo il fiume per vari tempi di ritorno (tavole di "Delimitazione delle fasce fluviali").

Nel caso di Urgano sono state realizzate le **"Tavole di delimitazione delle fasce fluviali"** (98_III e 120 IV) del settembre 2001. <https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>.

I comuni i cui territori sono interessati dalle fasce fluviali sono tenuti ad adottare la Normativa di Piano.

Le fasce fluviali nel PAI sono state delimitate seguendo la seguente metodologia:

1. Per la delimitazione della **Fascia A, o Fascia di deflusso della piena**, si assume la delimitazione più ampia tra le seguenti:

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- fissato in 100 o 200 anni il tempo di ritorno (TR) della piena di riferimento e determinato il livello idrico corrispondente, si assume come delimitazione convenzionale della fascia A la porzione ove defluisce almeno l'80% di tale portata. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali);

- limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con TR di 100 o 200 anni (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati).

2. Per la delimitazione della **Fascia B, o Fascia di esondazione**, si assume come portata di riferimento la piena con Tr di 100 o 200 anni.

3. Per la delimitazione della **Fascia C o Area di inondazione per piena catastrofica**, si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un tempo di ritorno superiore a 100 o 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

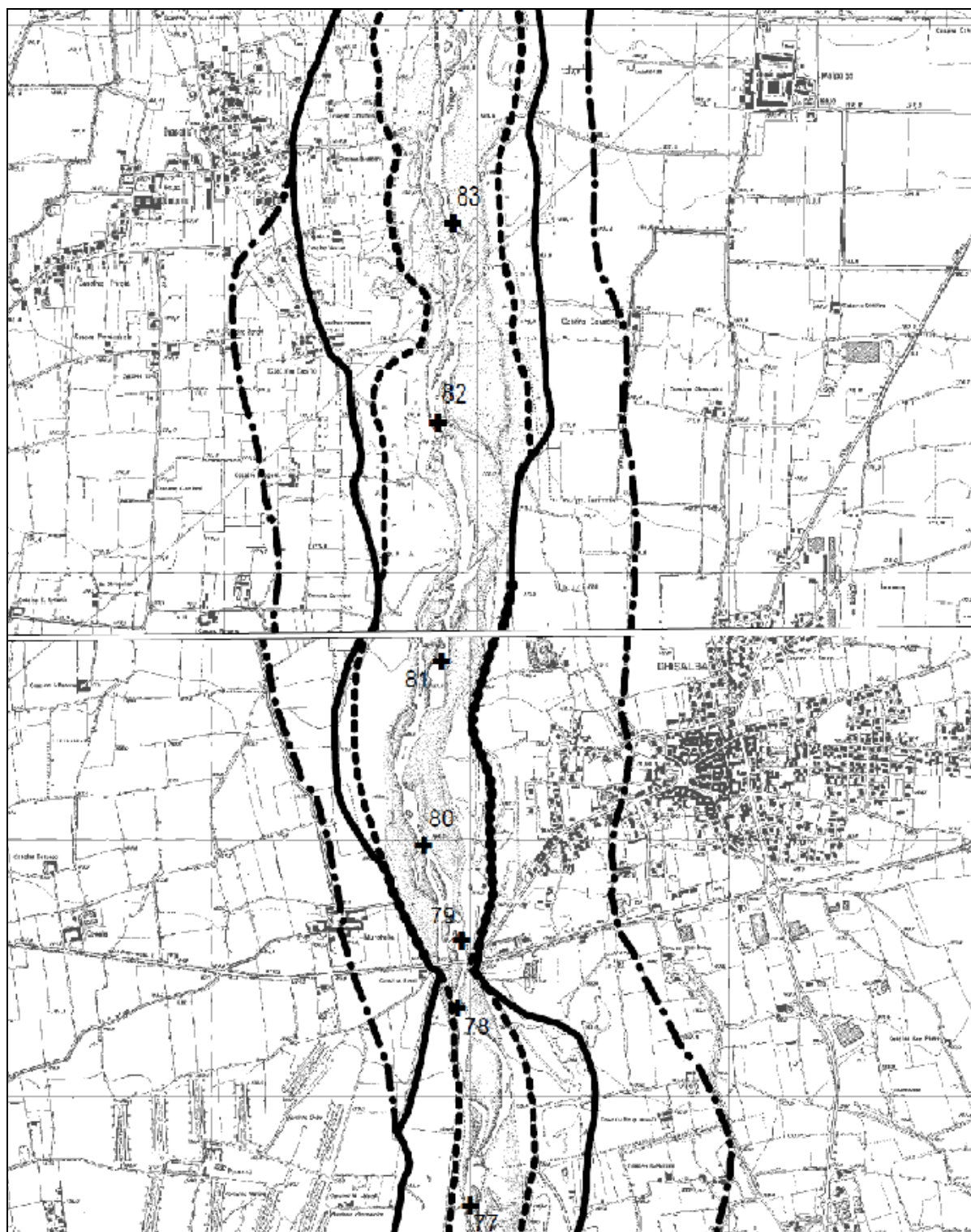


Figura n.5 Stralcio cartografico tratto dalle “Tavole di delimitazione delle fasce fluviali (P.A.I.)” con riportate l’ubicazione delle sezioni di calcolo. (Tavole 098_III e 120_IV)

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

4.1.2. Studio di Fattibilità per la sistemazione del Fiume Adda, fiume Brembo e fiume Serio

Successivamente al PAI, nel 2003-2004 è stato condotto uno studio idraulico di maggior dettaglio su alcuni fiumi, tra cui anche il Fiume Serio, denominato: “**Studio di Fattibilità per la sistemazione del Fiume Adda, fiume Brembo e fiume Serio**”. Tale studio era mirato ad estendere ad altri tratti fluviali la valutazione delle aree allagabili ed a infittire le sezioni di calcolo già esistenti sui corsi d’acqua fasciati, al fine di migliorare l’attendibilità dei risultati relativamente agli eventi di piena ed alla progettazione degli interventi di messa in sicurezza.

Si allega lo stralcio della delimitazione delle aree allagabili ricostruite sulla base dei risultati dello studio sopra indicato.

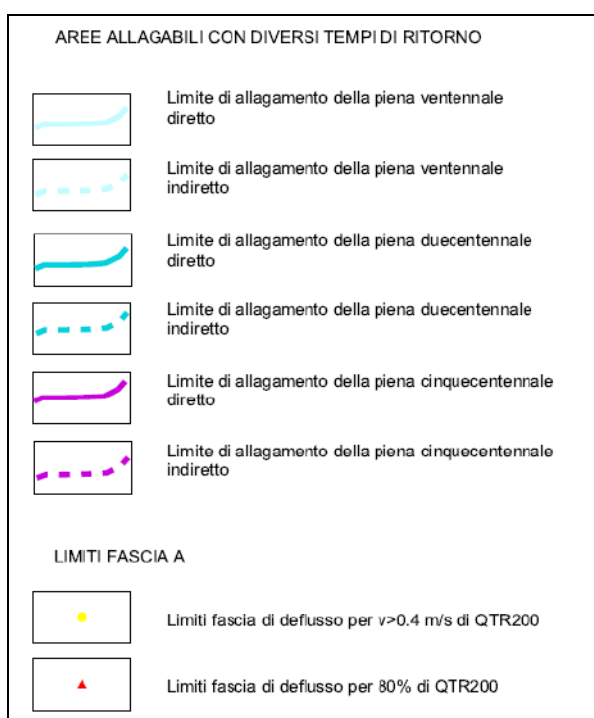


Figura n.6 Legenda cartografia allegata allo Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Figura n.7 Stralcio legenda e cartografia con delimitazione delle aree allagabili come da Studio di Fattibilità per la sistemazione del fiume Serio (SE16).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

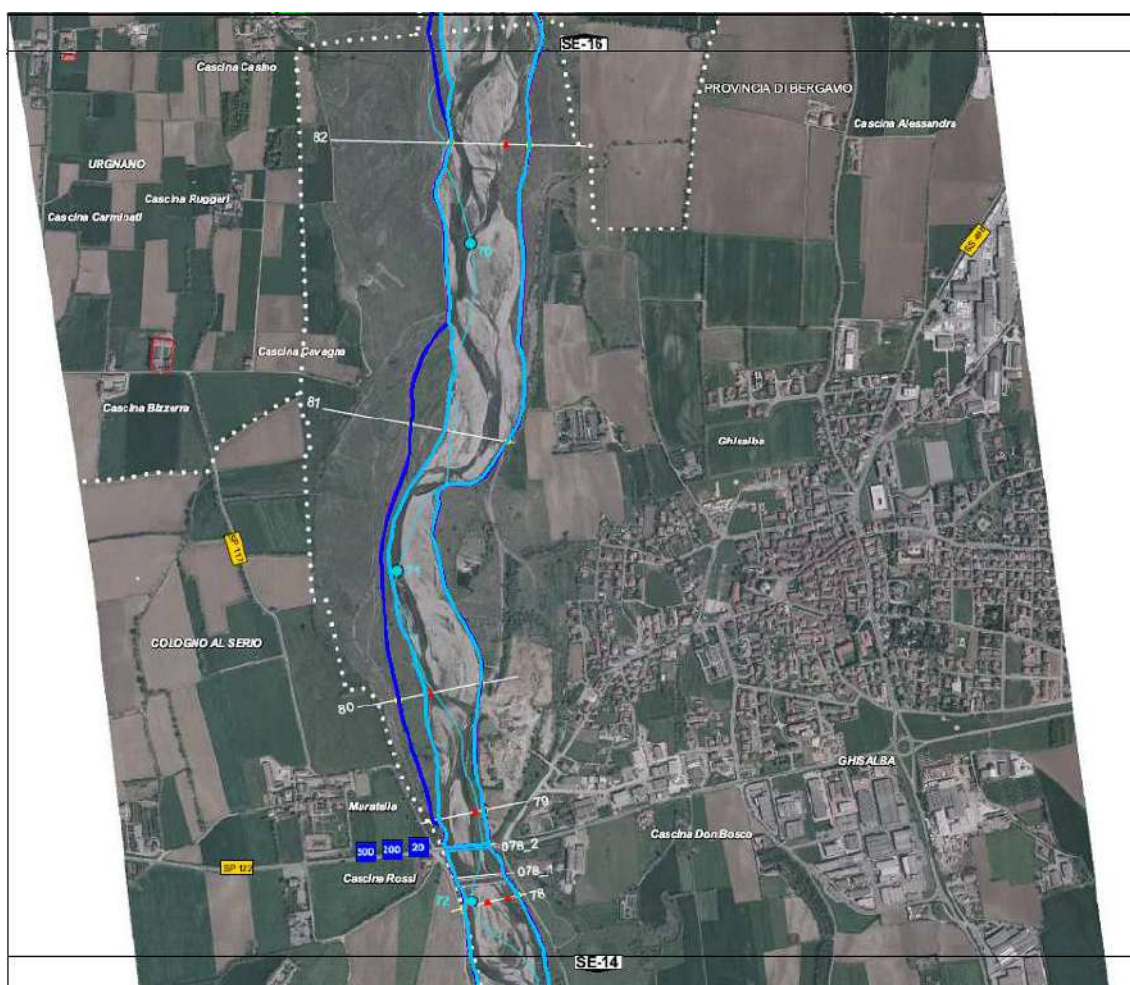


Figura n.8 Stralcio legenda e cartografia con delimitazione delle aree allagabili come da Studio di Fattibilità per la sistemazione del fiume Serio (SE15).

4.1.3. Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Il 19 giugno 2017, con la D.G.R. X/6738, la Regione Lombardia ha recepito il Piano per la valutazione e la Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Fiume Po, in adempimento dell'Art.7 della Direttiva Europea 2007/60/CE e del D.lgs. n.49 del 23.02.2010.

Tale studio, riprende e rielabora i risultati dello Studio di fattibilità precedentemente citato, intersecando la superficie topografica ricostruita con l'ausilio di un rilievo topografico dettagliato (Scanning LIDAR - **Light Detection and Ranging**) e la superficie liquida relativa agli eventi di piena ricostruiti per vari tempi di ritorno, ridisegnando così nuovamente, le aree allagabili.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Tale studio inoltre sulla scorta di nuovi studi idraulici e di allagamenti storici verificatisi su altri corsi d'acqua appartenenti sia al reticolo idrico secondario montano che di quello principale di pianura e di quello irriguo regimato, perimetra tutte le aree potenzialmente allagabili del territorio padano, redigendo quelle che sono le carte della pericolosità.

Gli scenari di pericolosità previsti dal P.G.R.A. sono **3** e più precisamente

- **scenario frequente – pericolosità alta (P3/H)** – Tempo di Ritorno 10-20 anni;
- **scenario poco frequente – pericolosità media (P2/M)** – Tempo di Ritorno 100-200 anni (**piena di riferimento**),
- **scenario raro – pericolosità bassa (P1/L)** – limite area occupata dalla massima piena storicamente registrata, se corrispondente ad un Tempo di ritorno superiore a 100-200 anni, o in assenza di essa, la piena con **Tr** di 500 anni per la piena rara.

Pertanto ai 3 scenari di pericolosità si applica la seguente normativa del PAI:

- a) nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree **P3/H**), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la **Fascia A** dalle norme di cui al “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, Art. 29 delle N.d.A. del PAI;
- b) nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree **P2/M**), si applicano le limitazioni e prescrizioni previste per la **Fascia B** dalle norme del “Titolo II – Norme per le fasce fluviali”, Art. 29 e 30 delle N.d.A. del PAI;
- c) nelle aree interessate da alluvioni rare (aree **P1/L**), si applicano le disposizioni di cui all’Art. 31 delle N.d.A. del PAI

Gli ambiti di studio sono i seguenti:

- 1. Reticolo naturale Principale (RP);**
2. Reticolo naturale Secondario Collinare e Montano (RSCM);
- 3. Reticolo Secondario di Pianura (RSP) distinto in: Reticolo naturale Secondario e Reticolo artificiale secondario o Reticolo Irriguo di Bonifica (RIB);**
4. Aree Costiere Lacuali (ACL),

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Per Urgnano oltre alle aree allagabili riferibili al Reticolo Principale (fiume Serio) sono presenti aree potenzialmente allagabili relative al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) – Reticolo Irriguo di Bonifica (RIB) del Sistema della roggia Urganana e Vescovada.

Intrecciando i dati di pericolosità e di vulnerabilità del territorio (uso del suolo) sono state prodotte anche le carte del rischio riferite alle aree potenzialmente allagabili del PGRA. L'aggiornamento della cartografia disponibile sul Geoportale Lombardia è del 2019 (pubblicato ad aprile del 2020).

Di seguito si allega uno stralcio della cartografia del PGRA. Uno stralcio dell'Allegato A della Delibera Giunta regionale n. X/6738 del 19 giugno 2017 è riportato in allegato alle norme geologiche - (**Allegato 2**).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

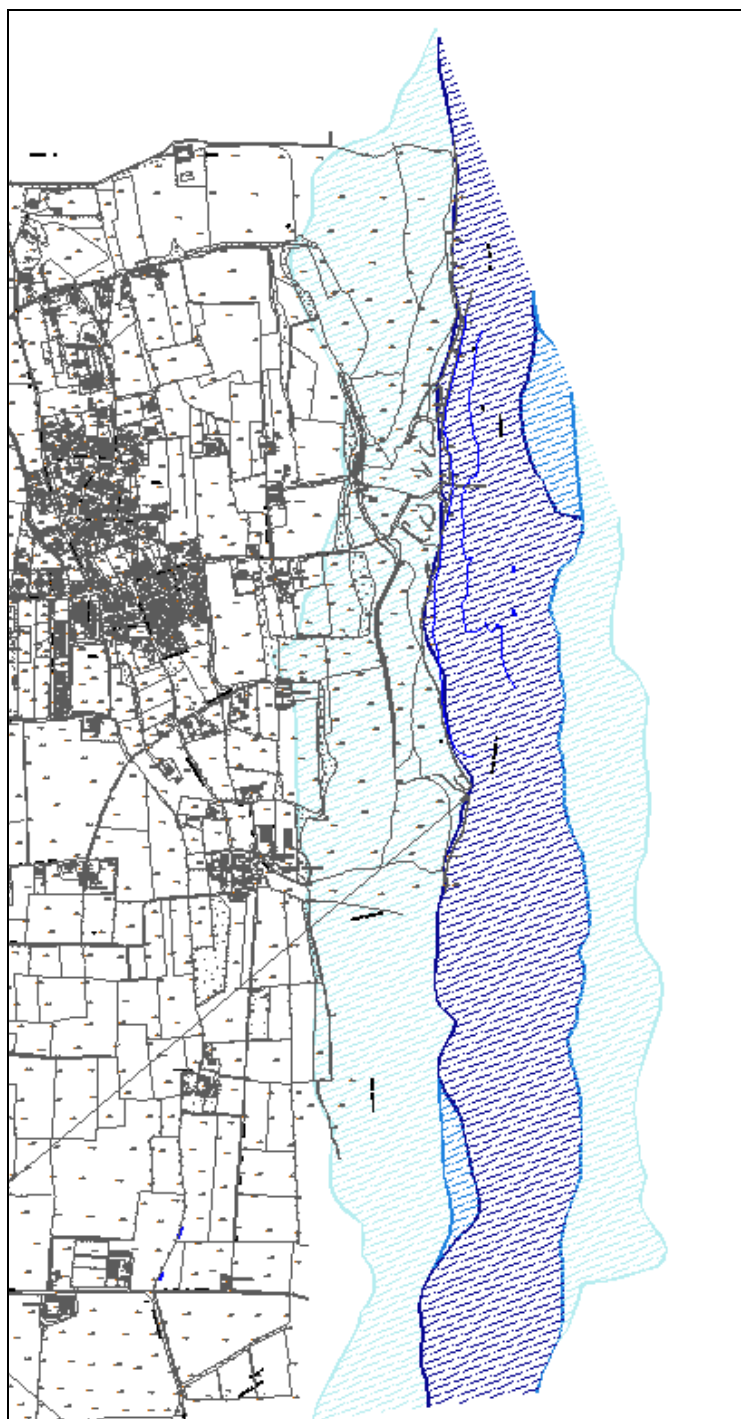


Figura n.9 Stralcio cartografia con delimitazione delle aree allagabili lungo il Reticolo. Principale come da P.G.R.A. (aggiornamento settembre 2019).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Sulla scorta di questi studi, l'Autorità di Bacino del Po, in considerazione di quanto stabilito dalla normativa del P.G.R.A. dove al capitolo 3.1.4. si afferma: "Come descritto nel paragrafo 3.1.2. "Fasce fluviali e aree allagabili – le differenze", le aree allagabili NON sostituiscono le fasce fluviali ma rappresentano un **aggiornamento e una integrazione (Art. 57 delle N.A. del PAI)**, come già detto in premessa, della parte di fascia tracciata principalmente in base ai livelli idrici corrispondenti alle tre piene di riferimento considerate, utilizzando rilievi topografici di dettaglio ed aggiornando i livelli di piena e le portate". Pertanto **"Fino all'adozione delle specifiche varianti PAI a scala di asta fluviale** (con le relative norme di salvaguardia) che porteranno alla revisione delle fasce fluviali vigenti, entrambe le perimetrazioni restano in vigore".

In caso di sovrapposizione di più limiti, deve essere applicata la classificazione e di conseguenza la norma più restrittiva.

Nel caso di Ugnano per il Reticolo Principale, si ha la sovrapposizione dei tre scenari di pericolosità del P.G.R.A. alle tre fasce fluviali del PAI:

- **la fascia A del PAI** adeguata agli elementi morfologici, **comprende integralmente il limite area allagabile P3/H;**
- **la fascia B del PAI** adeguata agli elementi morfologici, **comprende integralmente il limite dell'area allagabile P2/M;**
- **la fascia C del PAI** **comprende integralmente il limite dell'area allagabile P1/L.**

Pertanto sulla scorta del fatto che gli studi idraulici rappresentano il risultato di un'attenta analisi d'insieme via via sempre più dettagliata svolta dell'Autorità di Bacino del Po, il sottoscritto non ritiene necessario rivisitare tali delimitazioni, in relazione anche al fatto che si è in attesa delle varianti specifiche relative a ciascuna asta fluviale. Pertanto, in questa fase si adottano le delimitazioni più cautelative.

4.1.3.1. Problematiche legate a possibili fenomeni di esondazione lungo le rogge

Per quanto riguarda il **Reticolo Secondario di Pianura (RSP) - Reticolo Consortile irriguo (RIB)**, il PGRA riporta la delimitazione di un'area potenzialmente allagabile che si basa su esondazioni storiche della roggia Ugnana verificatisi tra il 1990 e il 2012 (data di completamento della ricognizione a cura del C.B.M.P.B.).

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Le aree allagabili del PGRA si distinguono tra:

- a) aree P3/H - Scenario: alluvioni frequenti;**
- b) aree P2/M - Scenario: alluvioni poco frequenti;**
- c) aree P1/L - Scenario: alluvioni rare.**

Per il caso specifico il limite dell'area allagabile si estende a partire dal limite sud del capoluogo fino ad interessare la parte nord ovest dell'abitato di Cologno al Serio. Tale perimetrazione è stata effettuata come detto sulla base di eventi storici censiti (vedi nella tabella sotto la **segnalazione n.14 del novembre del 2012**).

Nov. 2012

Cod	Area	Frequenza	Causa	altezza	deflusso	reticolo	annotazioni	durata	Comuni
1	Calusco - Solza	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	non consortile	Si sta studiando con il comune la risoluzione del problema	da 0 a 6 ore	Calusco d'Adda, Solza
2	Roggia Curna	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento			da 0 a 6 ore	Bergamo, Curno, Mozzo
3	Roggia Nuova	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento			da 0 a 6 ore	Azzano San Paolo
4	Bagnatica Catanea	alluvioni frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento			da 0 a 6 ore	Bagnatica, Brusaporto
5	Cascina Ronca	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	ristagno/ingurgito			da 0 a 6 ore	Bagnatica
6	Valletta Santo Stefano	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	Lo scarico della "Valletta" e la presenza di molte serre, sovraccarica il reticolo consortile. E' in progetto uno scaricatore	da 0 a 6 ore	Bolgare, Carobbio degli Angeli, Chiuduno
7	Roggia Castrina	alluvioni frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	Lo scarico della "Valletta" e la presenza di molte serre, sovraccarica il reticolo consortile. E' in progetto uno scaricatore	da 0 a 6 ore	Chiuduno
8	Roggia Castrina	alluvioni frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento		E' in progetto uno scaricatore della Roggia Castrina	da 0 a 6 ore	Castelli Calepio, Palazzolo sull'Oglio
9	Rillo	alluvioni poco frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	Reticolo Principale			Palosco
10	Malago	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	nell'area e' presente sia reticolo di bonifica che minore	da 0 a 6 ore	Palosco
11	Cascina Cantone	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	l'area risulta problematica a causa del troppo pieno fognario comunale		Martinengo, Mornico al Serio
12	Zerra	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	Reticolo Principale			Cividate al Piano, Martinengo, Mornico al Serio, Palosco
13	Zerra / Fosso Bergamasco	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	Il Torrente Zerra sovraccarica il Fosso Bergamasco che esonda	da 0 a 6 ore	Corlenova, Covo, Romano di Lombardia
14	Roggia Urgnana	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento	(*) vd note	l'area risulta problematica a causa del troppo pieno fognario comunale		Cologno al Serio, Spirano, Urgnana
15	Roggia Morla di Comun Nuovo e Spirano	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento			da 0 a 6 ore	Spirano
16	Brombilla	alluvioni poco frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento		a seguito della realizzazione del Canale di Gronda Sud la frequenza e' stata indicata come "poco frequente"	da 0 a 6 ore	Brignano Gera d'Adda, Caravaggio, Castel Rozzone
17	Frascatella	alluvioni molto frequenti	insufficienza reticolo	< 0,50	scorrimento			da 0 a 6 ore	Mozzanica

Tabella n.2 Stralcio delle segnalazioni del CBMPB relativamente a problematiche di tipo idraulico.
La n.14 riguarda la roggia Urgnana.

Come si può leggere sulla tabella sopra, il fenomeno (allagamento) è classificato **molto frequente**, la causa è da imputare **all'insufficienza del reticolo idrico nel quale si gettano i troppo pieni della fognatura comunale, i battenti idrici risultano inferiori a 0,5 m.**

Nella relazione idraulica del progetto esecutivo **“Intervento di ripristino della roggia Urgnana e**

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Vescovada e fontane Frera, Duretto e Mormorola LOTTO 1 - RIPRISTINO ROGGIA URGANA (ottobre 2023) si conferma che “l’area risulta problematica a causa del troppo pieno fognario comunale”.

Tale problematica è stata considerata nel quadro programmatico degli interventi previsti dal Consorzio ed è riportato nel **PIANO COMPRENSORIALE DI BONIFICA, DI IRRIGAZIONE E DI TUTELA DEL TERRITORIO RURALE** (settembre 2018) a cui si riferisce la seguente “[Scheda Progetto](#)”.

Pag.	ID	Titolo	Livello progettuale	Fonte	Bergamo Sicura	Italia Sicura
173	24	Ripristino delle dorsali idrauliche sino al canale di Gronda Sud, costituite dai canali delle rogge Urgnana e Vescovada e dalle fontane Frera, Duretto e Mormorola, nei comuni di Urgnana e Cologno al Serio	Preliminare		11	3

24 Area omogenea: **3** Tra Brembo e Serio centro

Ripristino delle dorsali idrauliche sino al canale di Gronda Sud, costituite dai canali delle rogge Urgnana e Vescovada e dalle fontane Frera, Duretto e Mormorola, nei comuni di Urgnana e Cologno al Serio

Criticità riscontrate

A sud di Urgnana e nel comune di Cologno al Serio la rete di bonifica allontana gli sfiori del sistema fognario di Urgnana. Il sovraccarico idraulico che ne deriva, unito alla presenza di canali di ridotte dimensioni, determina allagamenti principalmente in aree agricole.

Comuni interessati

COLOGNO AL SERIO
SPIRANO
URGNANO
COLOGNO AL SERIO
MORENGO
COLOGNO AL SERIO

L'azione risponde ai seguenti obiettivi generali:

Razionalizzazione delle interconnessioni tra reti di fognatura e rete di bonifica

Ripristino o adeguamento dei collettori ad uso promiscuo, con particolare riferimento ai canali e alle rogge posti a valle dei comprensori irrigui, chiamati a raccogliere gli apporti di piena e a recapitarli nelle rete principale

Risoluzione di criticità localizzate della rete di col, dovute a sezioni di deflusso localmente insufficienti, quote spondali irregolari, manufatti non adeguati, instabilità delle sponde

Tipologie di azione:

Ripristini, risezionamenti, adeguamenti

Scolinatori, deviatori, gronde

Recapito nel Canale Gronda Sud ed in fiume Serio dei colli mediante: ripristino della funzionalità idraulica di canali ad aste di fontanili; adeguamento delle sezioni dei canali; consolidamenti spondali; realizzazione di una gronda a nord-ovest di Cologno per impedire le immissioni in fognatura dei colli della rogge Urgnana

L'azione contribuisce al seguente scopo:

Soluzione delle problematiche idrauliche, per eventi con TR ≤ 50 anni, relative ad allagamenti tra Urgnana e Cologno al Serio	162.6778 ha
Soluzione delle problematiche idrauliche, per eventi con TR ≤ 50 anni, relative ad allagamenti della fontana Duretto e dalla rogge Frera	28.2850 ha
Soluzione delle problematiche idrauliche, per eventi con TR ≤ 50 anni, relative ad allagamenti dalle rogge Mormorola e Refreddo	64.3710 ha

Figura n.10 Stralcio della Scheda Progetto intervento programmato.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Gli scenari P.G.R.A. ad essa collegati sono: lo scenario frequente – pericolosità alta (**P3/H**) e lo scenario poco frequente – pericolosità media (**P2/M**).

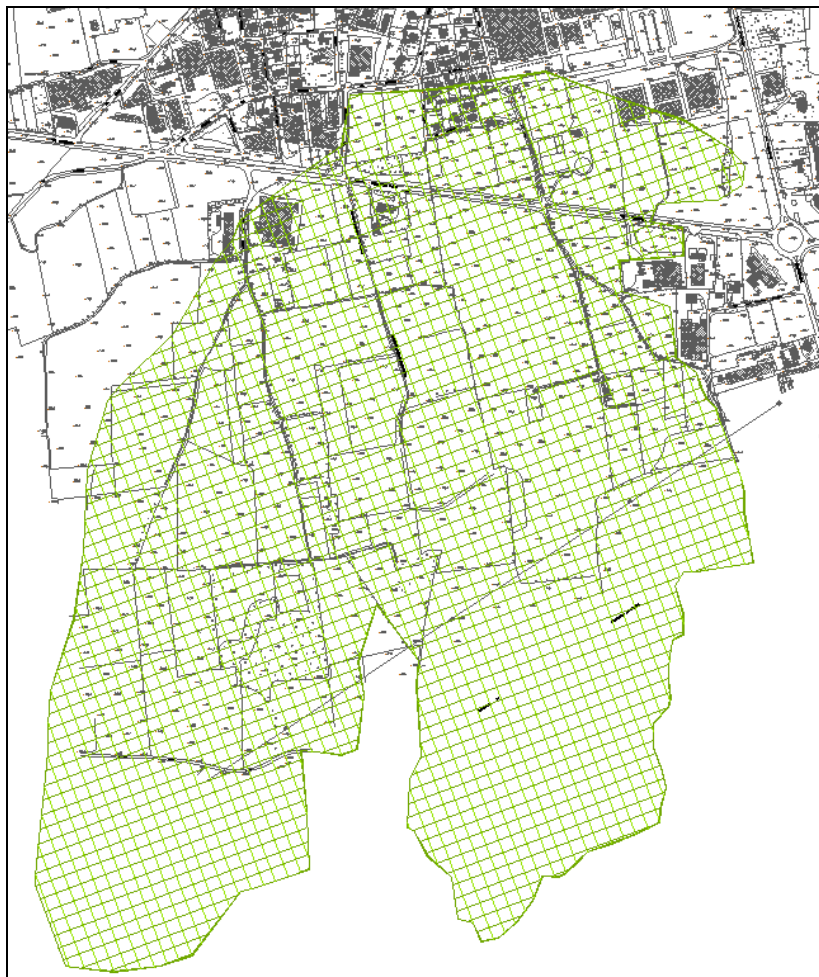


Figura n.11 Stralcio cartografia P.G.R.A. con delimitazione delle aree allagabili lungo il RSP - RIB.

Nell'Ottobre 2023, **il Ramo M** della Roggia Ugnana era stato oggetto di studio per il "PROGETTO DEFINITIVO - REV4 relativo all' **"Intervento di ripristino della roggia Ugnana e Vescovada e fontane Frera, Duretto e Mormorola LOTTO 1 - RIPRISTINO ROGGIA UGNANA"**.

Tale progetto prevede la realizzazione di un bacino (volume) di laminazione a sud della strada Francesca (S.P. n.122). "Tale volume verrà realizzato fuori linea lungo il tratto iniziale del ramo M della Roggia Ugnana, immediatamente a valle del recapito dello **sfioratore S8**, così da dotare il

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

canale di un sistema di invaso, atto a volanizzare le acque di piena della roggia (provenienti dagli sfioratori del centro abitato di Ugnano e dallo scaricatore terminale di via San Rocco)".

A fronte della estesa perimetrazione delle aree allagabili del PGRA, i comuni di Ugnano e Cologno al Serio hanno chiesto al Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca di fare da capofila per l'effettuazione di uno studio idraulico di dettaglio sulla Roggia Ugnana secondo quanto previsto dalla **normativa del PGRA** ed una valutazione della pericolosità secondo quanto dettato dall'**Allegato 4 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione"** della DGR. IX/2616 del 30/11/2011. Sempre secondo tale normativa, **l'analisi idrologica per la definizione della pericolosità e del rischio idraulico da considerare deve far riferimento alla portata con tempo di ritorno $Tr=100$ anni.**

Tale studio, secondo i dettami della normativa regionale, deve essere finalizzato *"alla valutazione e alla zonazione della pericolosità e del rischio di esondazione nonché a valutare la compatibilità idraulica delle previsioni degli strumenti urbanistici e territoriali o più in generale delle proposte di uso del suolo, ricadenti in aree che risultino soggette a possibile esondazione"*.

Nello **"Studio Idrologico-Idraulico Roggia Ugnana nei comuni di Ugnano e di Cologno al Serio"** (dicembre 2024) effettuato dall' Ing. Simone Circosta sono contenute le valutazioni circa i battenti, le velocità e la pericolosità da allagamento (**Capitolo 3.5.1. Mappe Aree Allagabili Relazione idrologico-idraulica Ugnana**) per vari tempi di ritorno ($Tr=10, 50$ e 100 anni). Lo studio in questione viene allegato alla documentazione prodotta. Vi è contenuta anche la cartografia utilizzata per la proposta di ripermetrazione dell'area allagabile del PGRA:

- figura 48 Aree Allagabili TR 100 – Mappa Battenti;
- figura 49 Aree Allagabili TR 100 – Mappa Velocità;
- figura 50 Aree Allagabili TR 50 – Mappa Battenti;
- figura 51 Aree Allagabili TR 50 – Mappa Velocità;
- figura 52 Aree Allagabili TR 10 – Mappa Battenti;
- figura 53 Aree Allagabili TR 10 – Mappa Velocità;
- **figura 55 Mappa pericolosità TR100 anni;**
- **figura 56 Mappa pericolosità TR50 anni;**
- **figura 57 Mappa pericolosità TR10 anni.**

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Lo studio prende in considerazione tutto il bacino di alimentazione della roggia Urgnana e per il perimetro oggetto di studio e modellazione idraulica 2D, valuta la pericolosità idraulica relativa a fenomeni di allagamento s.l.. per diversi tempi di ritorno. Tale valutazione consente di proporre una ripermimetrazione delle aree potenzialmente allagabili a partire dall'abitato.

L'area di studio oggetto di perimetrazione PGRA, coinvolge i 3 rami della roggia Urgnana ricadenti nella perimetrazione del PGRA. Procedendo da ovest verso est sono:

- **il ramo M;**
- **il ramo L;**
- **il ramo A.**

Restano pertanto esclusi dallo studio i rami H più a ovest, e i rami D ed E più a est, oltre al ramo Urgnana-Brignana Ramo D, parallelo alla S.S. Cremasca che risulta **interrotto** verso sud, in corrispondenza dell'intersezione con la S.P. n.122 Francesca.

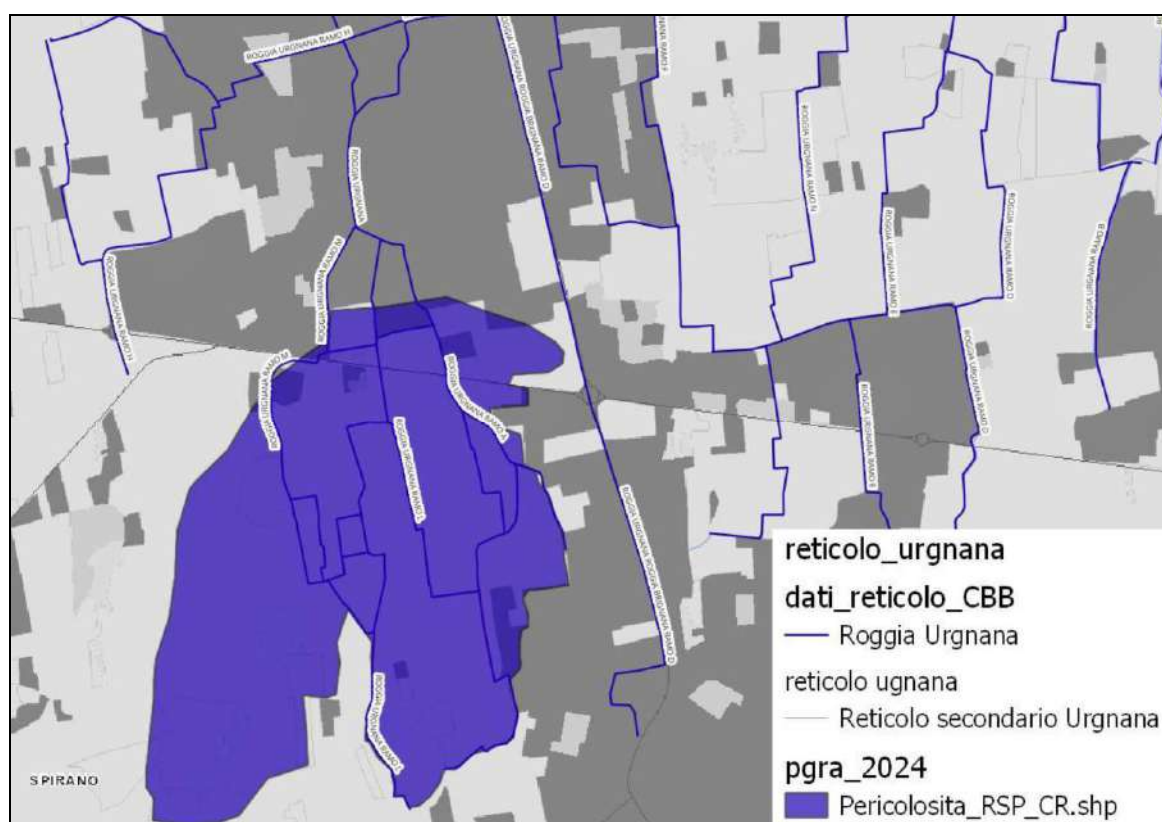


Figura n.12 Area PGRA tratta dallo "Studio Idrologico-Idraulico Roggia Urgnana nei comuni di Ugnano e di Cologno al Serio"

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Nello studio in questione, l'analisi idrologica è stata estesa all'intero bacino idrografico della Roggia Ugnana sotteso all'area di interesse, mentre, la modellazione idraulica in moto vario con schema geometrico bidimensionale è stata estesa ad un'area che comprende quella perimetrata dal PGRA opportunamente estesa al fine di comprendere alcuni sottobacini idrografici afferenti alla Roggia Ugnana. La modellazione idraulica è stata effettuata in modo tale da tenere conto sia dei deflussi provenienti da monte, utilizzando gli idrogrammi di piena derivati dalla modellazione idrologica, sia della propagazione della piena dovuto alla precipitazione distribuita nel dominio includendo in maniera opportuna nel dominio le aree scolanti. Sulla base di tali considerazioni è stato individuato il **dominio di calcolo** rappresentato nella figura sotto.

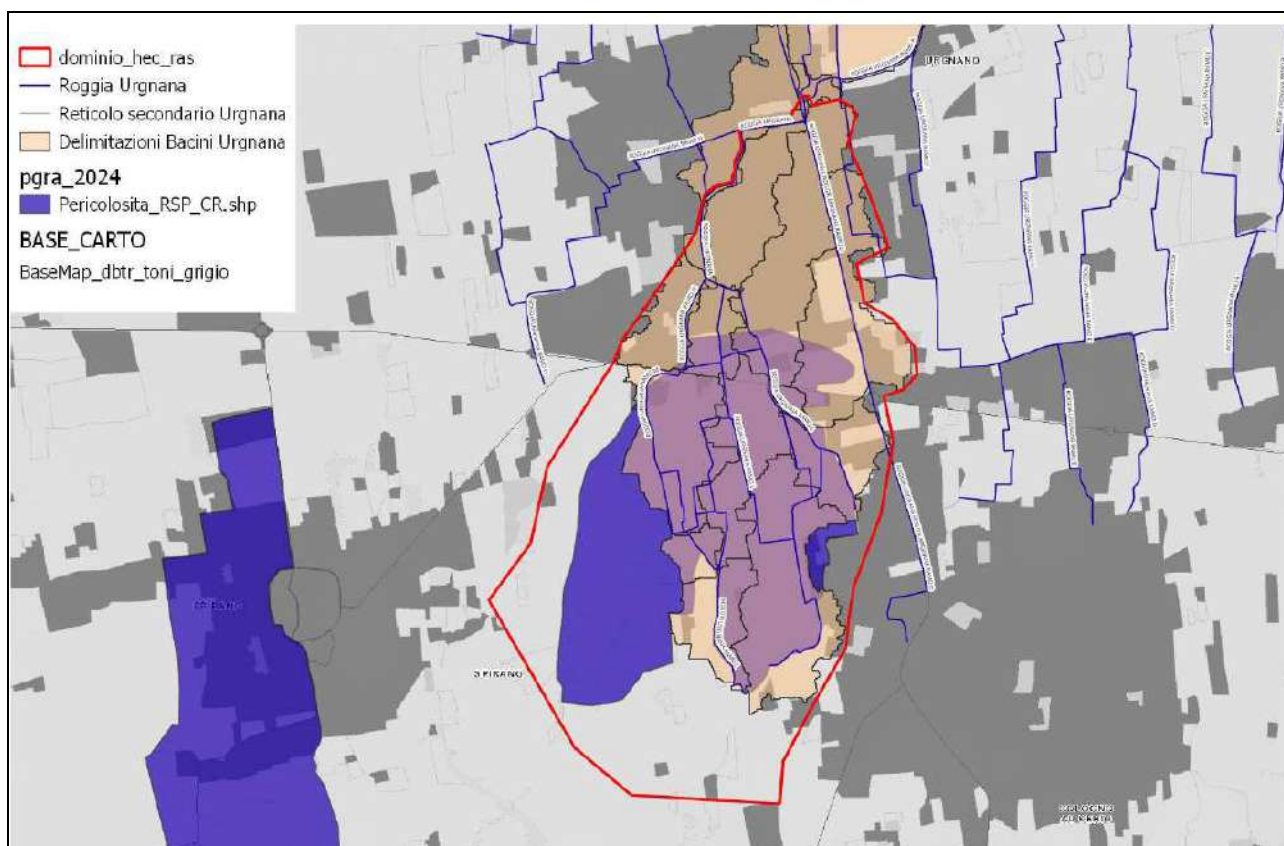


Figura n.13 Perimetro del dominio di calcolo e di proposta ripermimetrazione aree allagabili.

All'interno del perimetro del dominio di calcolo è stata prodotta la mappatura delle aree allagabili in corrispondenza dei territori attraversati dai rami oggetto di studio.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Il professionista riferisce che "nella lettura dei risultati ottenuti dalle modellazioni effettuate occorre considerare che, per quanto si sia fatta la massima attenzione nell'implementazione della modellistica idraulica, tutte le valutazioni idrauliche sono state fatte sulla base del Modello Digitale del Terreno a risoluzione 2 m elaborato a partire dai dati del DBTR della Regione Lombardia integrato in alcuni tratti e aree della zona di interesse con rilievo topografico di dettaglio. A questo proposito però, come in precedenza accennato, le condizioni di manutenzione dell'alveo della Roggia, spesso pieno di fitta vegetazione, non ha sempre permesso di rilevare con precisione le sezioni, questo costituisce un possibile elemento di miglioramento della modellistica utilizzata. Un ulteriore elemento di miglioramento è quello relativo all'utilizzo di un modello digitale del terreno di maggiore dettaglio".

A seguito della modellazione idraulica bidimensionale condotta utilizzando come input gli idrogrammi calcolati per diversi sezioni di interesse mediante lo studio idrologico condotto (vedi paragrafo 3.3 della relazione idraulica), inseriti come condizioni interne al dominio di calcolo, è **stato possibile definire le mappe delle aree allagabili sia in termini di battenti che in termini di velocità del deflusso per tutti gli scenari idrologici considerati aventi tempi di ritorno di 10, 50 e 100 anni.**

Per quanto riguarda i tiranti idrici, la maggiore incidenza è costituita da altezze comprese entro i 50 cm mentre l'incidenza minore è relativa ai battenti idrici maggiori di 1.50 m.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

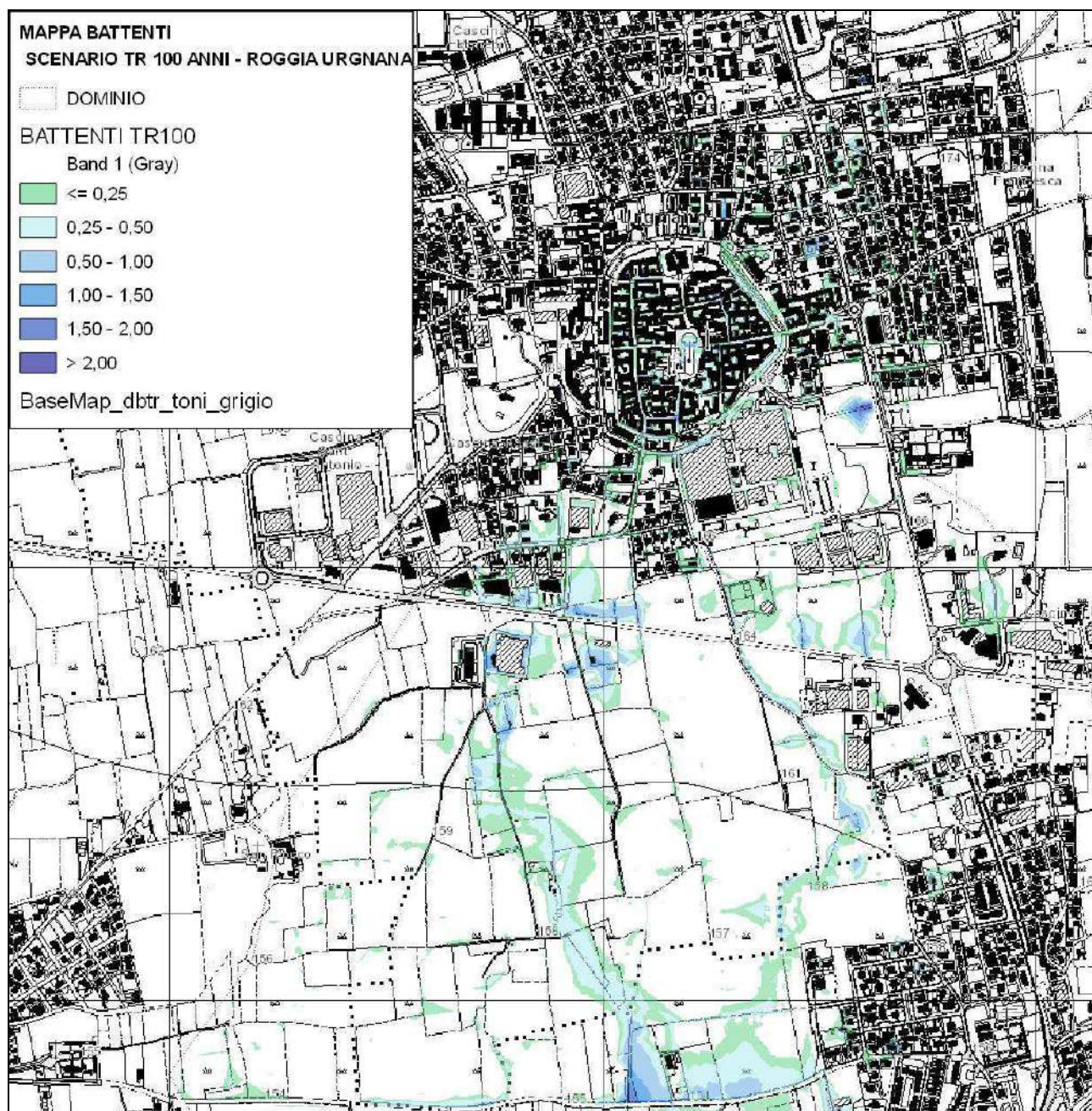


Figura n.14: Aree Allagabili TR 100 – Mappa Battenti

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

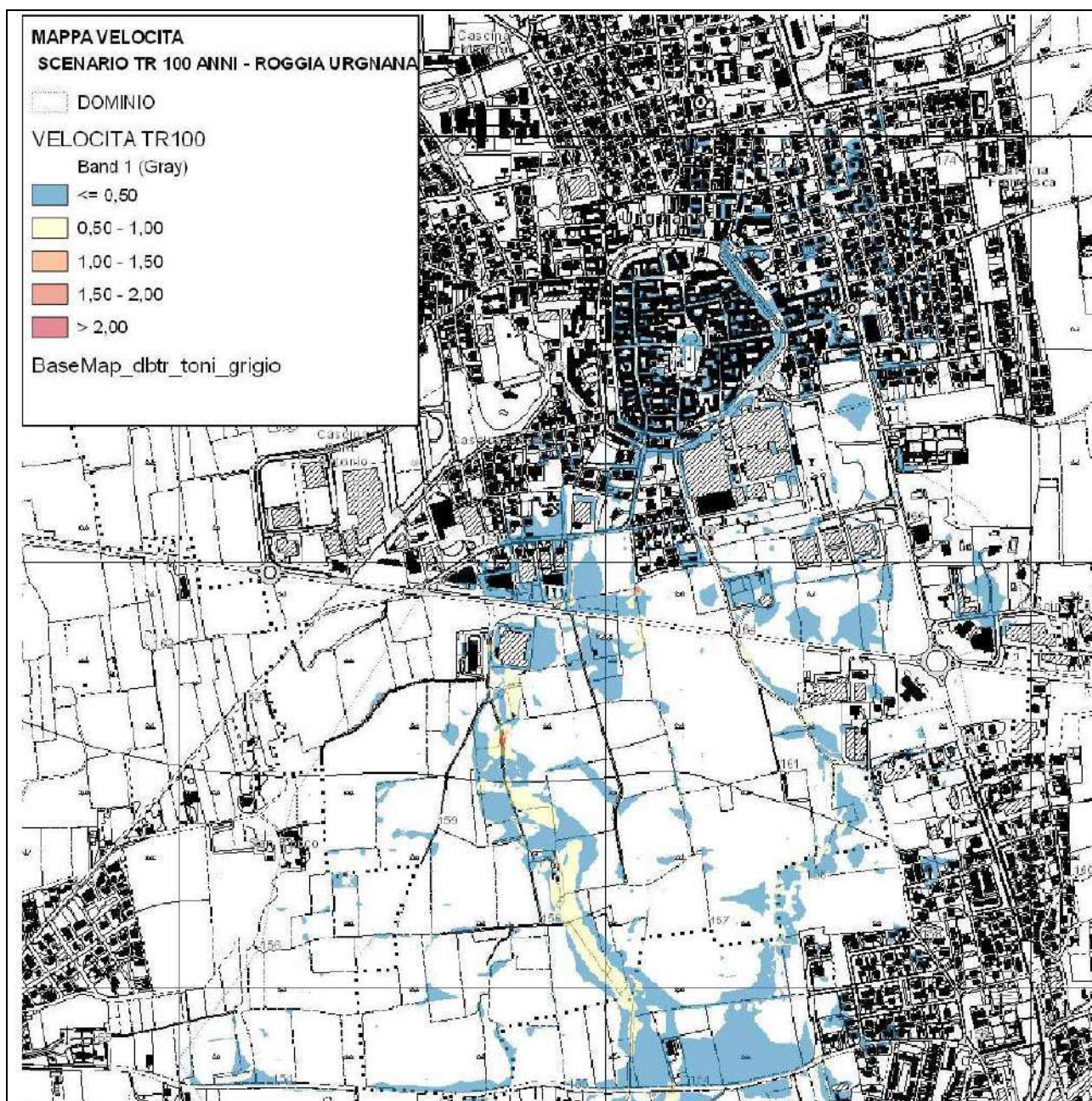


Figura n.15 Aree Allagabili TR 100 – Mappa Velocità

Per quanto riguarda i valori della velocità della corrente idrica, sempre riferendosi ad eventi con Tr 100, la maggiore incidenza è rappresentata da velocità inferiori/uguali a 0,5 m/s, e secondariamente da velocità comprese tra 0,5 e 1 m/s. Valori superiori di velocità sono praticamente assenti ad esclusione di piccoli punti lungo gli alvei delle rogge.

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

In merito **ad altri eventi alluvionali verificatisi sul territorio comunale**, si può far riferimento a quanto verificatosi in data **10-09-2025**. In tale data si è determinato allagamento ad opera delle acque del reticolo idrico irriguo. L'area allagata è stata situata nell'angolo nord-ovest dell'abitato a monte dell'intersezione tra via Comunuovo e via Maffiola; in tale data e secondo quanto riscontrato dall'UTC si è estesa su circa 53695 mq, interessando oltre a campi coltivati, gli interrati di alcuni edifici isolati unifamiliari e gli interrati di due palazzine plurifamiliari. La causa dell'allagamento è da imputare probabilmente all'ostruzione della griglia d'imbocco del tratto tombinato della roggia Urgnana "Ramo F".

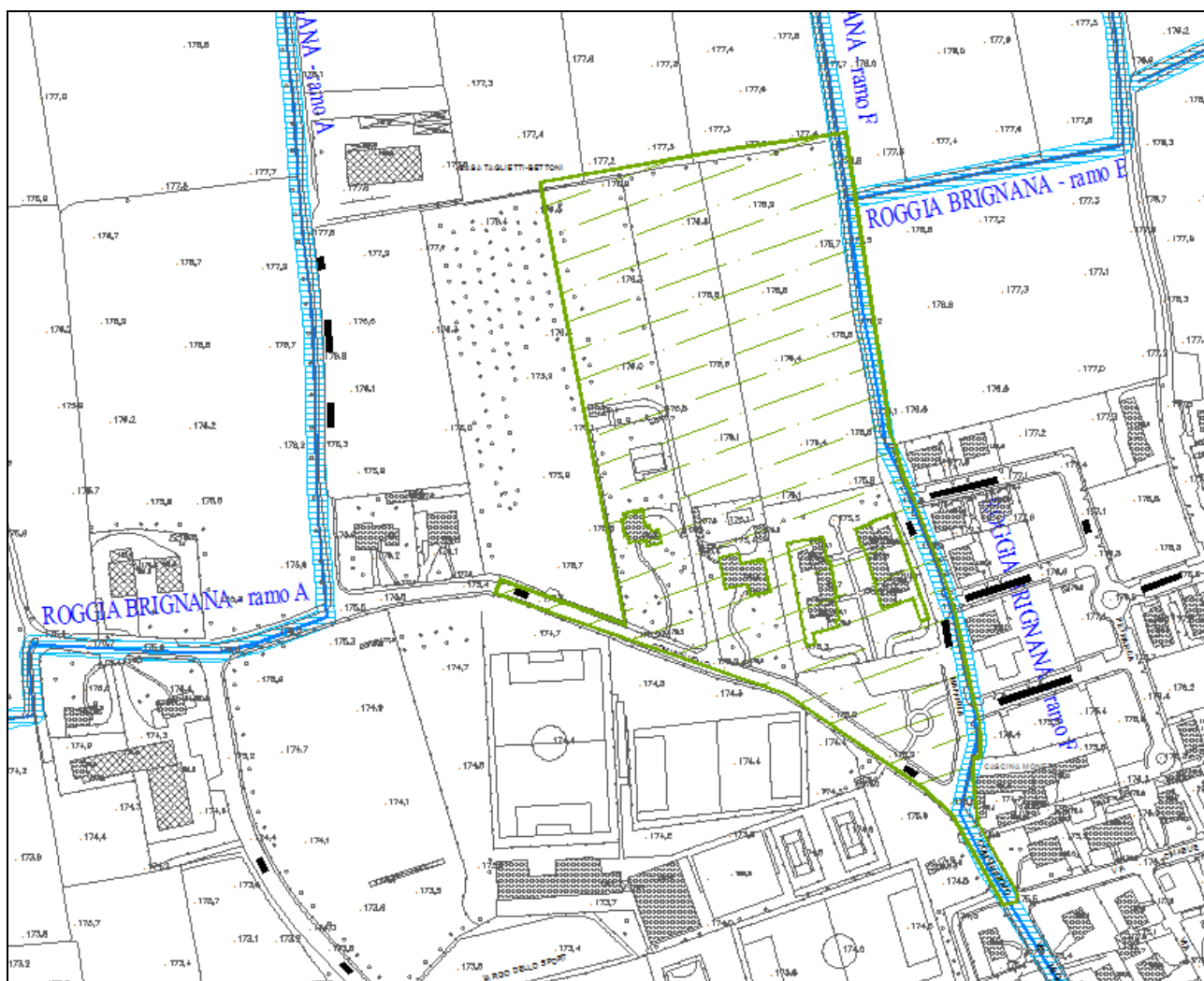


Figura n.16 Area Allagata in data 10-09-2025

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

4.1.3.1. Definizione della pericolosità idraulica legata a possibili fenomeni di allagamento

Al **Capitolo 3.4 Zonazione della pericolosità** dell'**Allegato 4** della **DGR 2616/2011** si afferma che:
"All'interno delle aree esondabili individuate devono essere delimitate zone a diverso livello di pericolosità idraulica, sulla base, in particolare, dei tiranti idrici e delle velocità di scorrimento. Per la classificazione dei diversi livelli di pericolosità idraulica si fa riferimento al grafico seguente:"

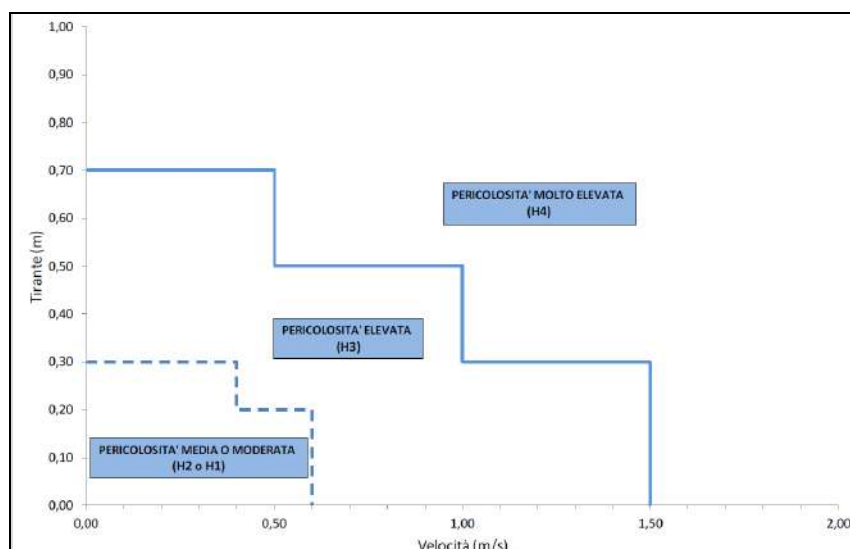


Figura n.17 Zonazione della pericolosità in funzione del tirante idrico e della velocità del flusso

Al **Capitolo 3.6 Pericolosità** della relazione dell'Ing. Simone Circosta, viene definito il grado di pericolosità e le superfici interessate dalla perimetrazione della pericolosità idraulica ottenute dalle valutazioni del professionista secondo quanto prevede la normativa regionale sopracitata.

TR100		
Pericolosità	Superficie [mq]	Superficie [ha]
H1 o H2	378148	37.81
H3	218652	21.87
H4	41668	4.17
TOTALE	638468	63.85

Tabella n.3: Estensione aree soggette a pericolosità idraulica TR 100 anni

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

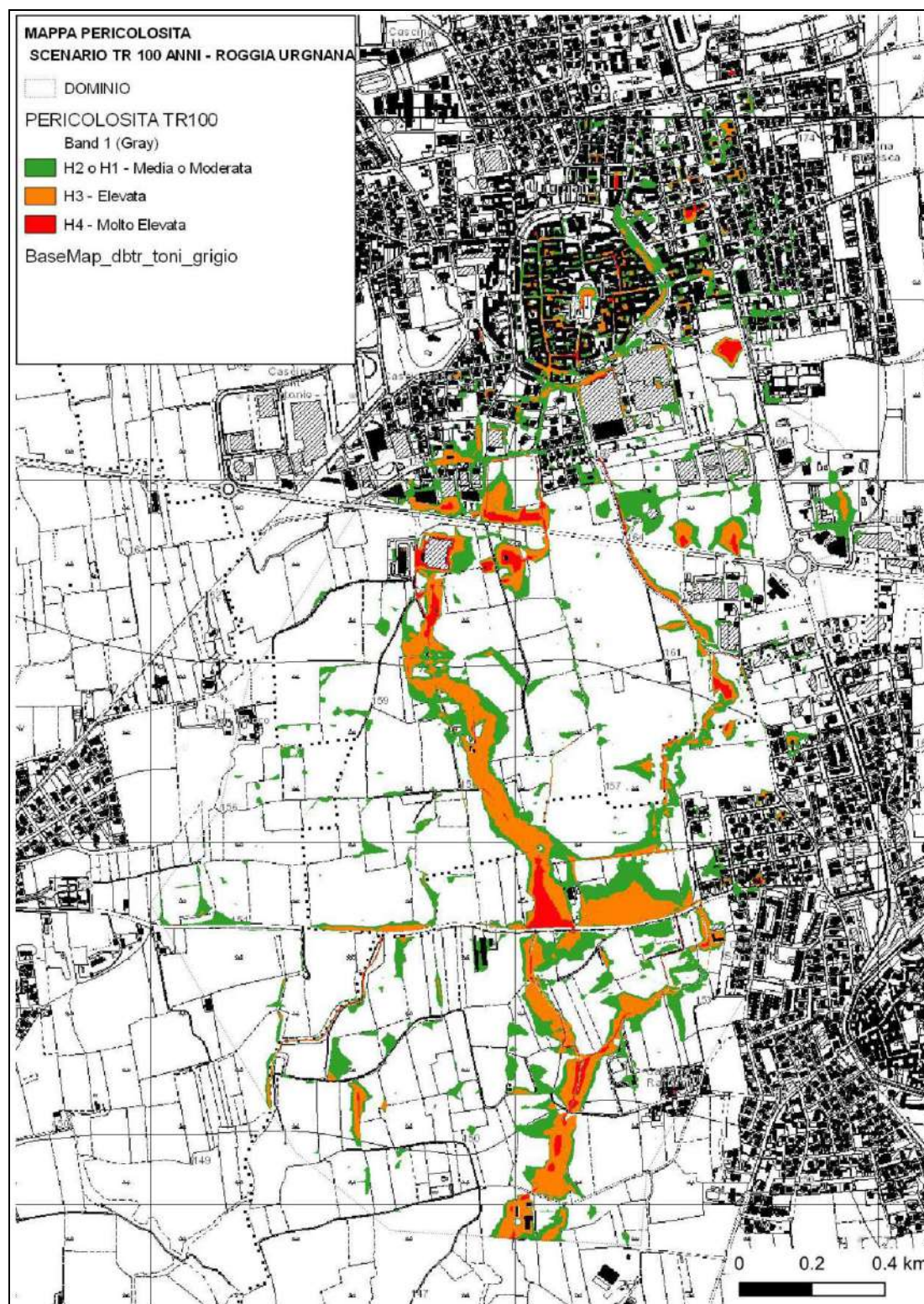


Figura n.18. Mappa della pericolosità idraulica $Tr=100$ anni

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Il professionista mette in evidenza che "Tuttavia, nelle mappe delle aree allagabili si osservano accumuli d'acqua nelle corti interne degli edifici, dovuti all'inserimento di quest'ultimi nel DTM e alla precipitazione come dato di ingresso. Questi accumuli, non avendo possibilità di deflusso restano confinati in questa porzione di DTM accumulandosi, pertanto, non devono essere considerati nella valutazione della pericolosità."

4.2 IDROGEOLOGIA

Sulla carta idrogeologica di tavola n.4 (2003) sono stati riportati i pozzi individuati in corrispondenza del territorio comunale. Si è distinto tra: pozzi privati destinati a usi vari, piezometri di controllo, pozzi non in uso, pozzi pubblici destinati a scopo idropotabile e quindi soggetti al rispetto di quanto espresso della normativa relativamente alle fasce di protezione idrogeologica (D.P.R. 236/88 e D. lgs 152/2006).

Sulla base di misurazioni di livello statico condotte dal sottoscritto, sono state ricostruite le isofreatiche e la relativa soggiacenza della falda freatica.

4.2.1. Conducibilità idraulica degli acquiferi

In relazione a dati acquisiti direttamente dallo scrivente, il territorio comunale è stato suddiviso inoltre in aree omogenee dal punto di vista della permeabilità superficiale.

I depositi superficiali del territorio comunale sono costituiti prevalentemente da depositi granulari sciolti. La coltre superficiale che li ricopre è essenzialmente limo sabbiosa di colore da nocciola a bruno chiaro e presenta generalmente uno spessore ridotto.

Orizzonti con depositi cementati grossolani (conglomerati) sono presenti nel sottosuolo a diversa profondità e con spessori che diventano considerevoli soprattutto nel settore nord.

La permeabilità che caratterizza un acquifero costituito da terreni sciolti è legata alla porosità intergranulare del deposito ed è definita "[permeabilità di tipo primario](#)".

Di seguito si riportano, a titolo puramente esemplificativo, i range dei valori di permeabilità che caratterizzano i depositi superficiali più frequenti:

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- $10^{-1} \div 10^{-3}$ m/s: range valido per ghiaie e sabbie con ciottoli oppure ghiaie con sabbie, da sciolte a poco addensate, alle quali si possono intercalare sottili livelli di conglomerati poco cementati;
- $10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s: permeabilità primaria di conglomerati porosi poco cementati, valori notevolmente più bassi sono riconducibili a conglomerati o ad arenarie ben cementate. Viceversa questi litotipi presentano una permeabilità di tipo secondario, elevata sviluppata lungo superfici di discontinuità quali: quelle suborizzontali di stratificazione o quelle subverticali di fratturazione interessate da processi di percolazione e dissoluzione carsica;
- $10^{-4} \div 10^{-6}$ m/s: valore indicativo per ghiaie sabbiose debolmente limoso-argillose;
- $10^{-7} \div 10^{-8}$ m/s: valore indicativo per sabbie ghiaiose-limoso-argillose.
- $10^{-8} \div 10^{-10}$ m/s: valore indicativo per limi e argille, sabbie con limo ghiaioso-argillose o ghiaie con limo argilloso-sabbiose.

Per quanto riguarda le informazioni relative ai valori di conducibilità idraulica sito-specifici, si fa' riferimento alle indagini di dettaglio effettuate in zona:

1) nel 1994 sono state effettuate, per conto dell'Amministrazione Provinciale di Bergamo, le “Indagini per l'individuazione delle aree idonee allo smaltimento di R.S.U. nell'ambito del comparto territoriale denominato “Alta Pianura Centrale” – 2.a Fase (a cura del Dott. Diego Marsetti e Dott. Sergio Ghilardi). Nel corso delle perforazioni esplorative, sono state condotte numerose prove di permeabilità. I risultati ottenuti sono riportati nella sottostante tabella:

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Prove Lefranc effettuate nei fori di sondaggio, in corrispondenza dei litotipi ghiaioso- sabbiosi		
sondaggio	profondità inizio prova	permeabilità media
n.	m	10-3 cm/s
1	-10,7	3,41
1	-21,2	2,56
2	-10,7	2,2
2	-19,5	1,09
3	-10,5	4,58
3	-24	5,78
4	-10,5	4,5
4	-22,7	0,81
5	-10,5	50,3
5	-21,2	2,85
6	-9,5	3,03
6	-21,2	1,68
7	-9,6	5,89
7	-19,7	1,31
8	-10,7	4,77
8	-19,7	0,389
9	-10,7	1,36
9	-19,7	1,87
10	-9,2	22,7
10	-21,2	2,18
11	-10,6	1,42
11	-21,2	0,589
12	-9,3	2,47
12	-21,2	0,6
13	-9,2	1,42
13	-19,6	1,67
14	-9,2	1,88
14	-19,7	1

Tabella n.4 Risultati delle prove di permeabilità condotte durante l'avanzamento della perforazione.

I risultati emersi consentono di verificare la grande omogeneità che caratterizza l'orizzonte superficiale di ghiaie e sabbie limose anche in profondità.

2) le prove di permeabilità effettuate in corrispondenza di pozzetti di scavo superficiali, hanno consentito di determinare valori di permeabilità compresi tra 10^{-4} e 10^{-5} m/s. Ciò concorda con quanto ottenuto nelle indagini del punto 1.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

L'analisi dei dati disponibili oltre ai risultati delle indagini e delle prove di permeabilità effettuate nella zona hanno consentito d'inquadrare i terreni comunali in 4 classi omogenee di permeabilità:

Classe di permeabilità	Valori di permeabilità (m/s)	Tipologia dei depositi superficiali
Media	$10^{-6} < k < 10^{-5}$	dep. fluvioglaciali recenti – zona dei fontanili (Unità 37 ERSAL)
Medio-elevata	$10^{-5} < k < 10^{-4}$	dep. fluvioglaciali recenti (Unità Cologno)
Elevata	$10^{-4} < k < 10^{-3}$	dep. alluvionali terrazzati antichi-recenti
Molto elevata	$k > 10^{-3}$	dep. alluvionali attuali e terrazzati recenti (alvei storici)

Tabella n.5. Valori di permeabilità per i diversi tipi di terreno.

4.2.2. Struttura idrogeologica

L'esame delle descrizioni stratigrafiche redatte durante la perforazione di sondaggi geognostici o dei pozzi della zona, unitamente all'esame degli studi esistenti, delle caratteristiche litologiche e granulometriche dei terreni affioranti in corrispondenza dei fronti di scavo per la realizzazione di edifici, ha consentito di caratterizzare sommariamente i terreni dal punto di vista granulometrico, di operare correlazioni, ed individuare le diverse unità ricostruendo la serie idrogeologica locale.

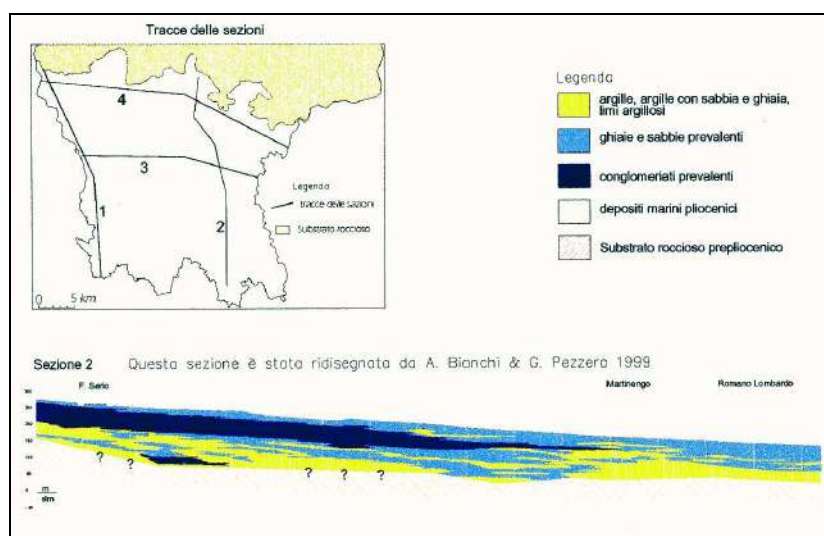


Figura n.19 Sezione ridisegnata da A. Bianchi & G. Pezzera, 1999. (Tratta dalla Relazione sul Monitoraggio delle acque sotterranee della Provincia di Bergamo)

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Al fine di evidenziare i rapporti tra le diverse unità idrogeologiche, sono state ricostruite due sezioni idrogeologiche (**tavola n.5 del 2003**) orientate all'incirca N-S la prima e NE-SW_ENE-WSW la seconda. La loro traccia è stata riportata sulla tavola n.4 del 2003.

Relativamente ai depositi continentali Pleistocenico-Olocenici, che costituiscono il Livello Fondamentale della Pianura, sono state individuate **5 unità idrogeologiche principali** (omogenee dal punto di vista del comportamento idrogeologico) a costituire la successione stratigrafica locale. In sequenza a partire dal piano campagna verso il basso:

1. Unità ghiaioso-sabbiosa

Presente nelle aree di affioramento dei depositi fluvioglaciali più recenti (Unità di Cologno) e dei terreni alluvionali del fiume Serio.

I depositi sono generalmente sciolti e costituiti per lo più da ghiaie poligeniche anche grossolane, ghiaie e sabbie limose con intercalate lenti (livelli) di sabbie o sabbie limose. Lo spessore medio di quest'unità sembra essere contenuto entro la ventina (15-25) di metri, con riduzione degli spessori sino a meno di 10 metri rispettivamente all'estremità est e ovest del comune.

Nella parte settentrionale e centrale del territorio comunale, tale unità costituisce il “**non saturo**”.

Come evidenziato dalle prove di permeabilità condotte in passato, la permeabilità di tali depositi risulta mediamente elevata, si ha quindi sia una facile ricarica della falda ad opera delle acque d'infiltrazione, conseguentemente anche un'elevata vulnerabilità alle sostanze inquinanti.

2. Litozona a prevalente componente limosa

Tale litozona è stata segnalata nello studio geologico del territorio comunale di Zanica (redatto dal Dott. Ezio Granata). Per quanto riguarda invece il territorio di Urgnano, in relazione agli elementi a disposizione, tale litozona è confinata nel settore nord e centro-orientale del territorio comunale e sembra scomparire sia spostandosi verso il Serio che verso l'estremità occidentale e meridionale del territorio comunale.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Si tratta di livelli più o meno spessi ed estesi di limi, limi sabbioso-argillosi di spessore anche plurimetrico che si intercalano agli orizzonti ghiaioso, ghiaioso-argillosi. Tali orizzonti costituiscono barriere locali all'infiltrazione verticale e se estesi planimetricamente (raramente) degli **aquitard in grado di differenziare l'acquifero freatico**. Lo spessore di questa litozona varia notevolmente tra i 5 e i 20 metri. In relazione a prove di laboratorio effettuate su campioni di **limi argillosi** prelevati nei fori di sondaggio, i valori di permeabilità ricavati si aggirano mediamente sui 10^{-9} – 10^{-10} m/s. La presenza di questa litozona determina la **locale** separazione di un primo acquifero più superficiale di spessore limitato e di uno sottostante, più potente, di tipo semiconfinato. Laddove tale litozona non è presente invece l'acquifero è unico e di tipo libero. .

3. Unità ad alternanze di potenti orizzonti ghiaioso – conglomeratici con strati sottili limoso-argillosi.

E' costituita dall'alternanza ripetuta di ghiaie poligeniche (anche grossolane) interessate da fenomeni di cementazione (Conglomerati di Seriate), lenti sabbiose talora cementate (arenarie), in banchi spessi sino a 2-3 metri e lenti sottili di limi argilloso-sabbiosi giallastri. Tale unità ospita l'acquifero principale e più produttivo dell'area.

A differenza di quanto presente nel settore più settentrionale di pianura, i livelli cementati appaiono meno frequenti e meno spessi (vedi sezioni di tavola 5). Spostandosi verso Cologno al Serio i termini grossolani vengono sostituiti rapidamente da litotipi più fini (sabbie e limi). Attorno ai 70-90 metri di profondità, sono stati riconosciuti in diverse stratigrafie, due livelli di spessore metrico costituiti da **"argille grigie cineree con torba"** .

4. Unità ad alternanze limoso-argillose – ghiaioso-conglomeratiche

Spostandosi sia verso il basso stratigrafico che procedendo verso sud, gli orizzonti fini tendono ad ispessirsi e ad estendersi lateralmente sino a prevalere in rapporto ai conglomerati/ghiaie. Questa modificazione determina la differenziazione in diversi acquiferi separati (acquiferi semiconfinati o confinati) in corrispondenza dei quali sono presenti falde in

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

pressione. Tale alternanza è stata osservata sino alla profondità massima di circa duecentocinquanta metri.

5. Unità limoso argillosa: costituita da limi argillosi o argille limose con sottili intercalazioni di livelli di ghiaie e sabbie.

Tale unità è stata incontrata nel pozzo Galose 3 di Cologno al Serio, alla profondità di -152 metri dal piano campagna.

All'interno delle unità idrogeologiche sopradescritte sono stati riconosciuti essenzialmente due acquiferi principali, uno superficiale freatico che si estende sino alla profondità di 100-150 metri, quindi un acquifero complesso multistrato che ospita falde in pressione (vedi tavola n.5-2003).

Nell'ambito del rilievo del livello di falda freatica, effettuato dallo scrivente, è stata accertata in corrispondenza di alcuni pozzi/piezometri poco profondi, l'esistenza di una falda locale superficiale di tipo sospeso; ciò è da imputare probabilmente alla locale presenza dell'aquitard precedentemente descritto.

Il livello della falda di tipo sospeso appare sempre più elevato di quello che s'instaura nell'acquifero principale sottostante, ciò presuppone un lento ma costante drenaggio delle acque meno profonde ad alimentare gli acquiferi sottostanti.

In corrispondenza dei pozzi più vecchi dotati di un unico dreno attorno alla tubazione di rivestimento, le acque appartenenti a falde diverse vengono miscelate lungo l'unica colonna filtrante, in questo modo vengono messi in comunicazione acquiferi diversi con acque qualitativamente diverse. .

4.2.3. Caratteristiche geometriche della falda

4.2.3.1. Ricostruzione della superficie della falda freatica e delle sue oscillazioni

Per una ricostruzione dettagliata dell'andamento della superficie della falda freatica, è stata effettuata, nell'**aprile 2003**, una campagna di misurazione del livello di falda che ha interessato una ventina di pozzi della zona. Tale misurazione è stata effettuata al termine di un periodo di 4 mesi di precipitazioni molto scarse preceduto da un anno, il 2002, particolarmente piovoso.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Per effettuare tale ricostruzione sono state utilizzate esclusivamente letture di livello statico di pozzi situati al di fuori, per quanto possibile, dal raggio d'influenza dei pozzi attivi vicini.

Successivamente si è proceduto ad unire i punti posti ad uguale quota piezometrica con linee denominate isofreatiche.

Per fare ciò le misure di livello sono state elaborate utilizzando un metodo di interpolazione areale dei dati (kriging) che ha consentito la ricostruzione della superficie della falda freatica. L'elaborazione appare chiaramente più dettagliata laddove la densità dei punti di misura è più elevata.

Le rilevazioni effettuate hanno posto in evidenza che la superficie della falda freatica è posta ad una quota compresa tra i 158 metri in corrispondenza della porzione settentrionale del territorio comunale e i 150 metri s.l.m., in corrispondenza del confine con Cologno al Serio e Spirano.

L'esame dell'andamento della superficie della falda freatica ([vedi tavola n.4 - 2003](#)) consente di definirne le principali caratteristiche:

- in corrispondenza del territorio comunale il flusso idrico sotterraneo è diretto mediamente da N verso S, con limitate variazioni locali;
- il gradiente idraulico risulta variare tra lo 0,9‰ nel settore orientale, e l'1,5‰ nel settore occidentale. Nella parte meridionale del territorio comunale, in prossimità dell'antico allineamento dei fontanili e quindi del confine con Cologno e Spirano, il gradiente aumenta sensibilmente sino ad un 3÷3,5‰;
- la soggiacenza è compresa tra i 32 metri e i 23,5 metri del settore settentrionale-centrale e i 10 metri o meno del settore meridionale, a partire dall'abitato verso sud;
- i dati non pongono in particolare evidenza la zona di alimentazione preferenziale del Serio (segnalata negli studi precedenti), ciò potrebbe essere imputato al fatto che le rilevazioni sono state effettuate in un periodo di magra, con il Serio praticamente in secca.

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

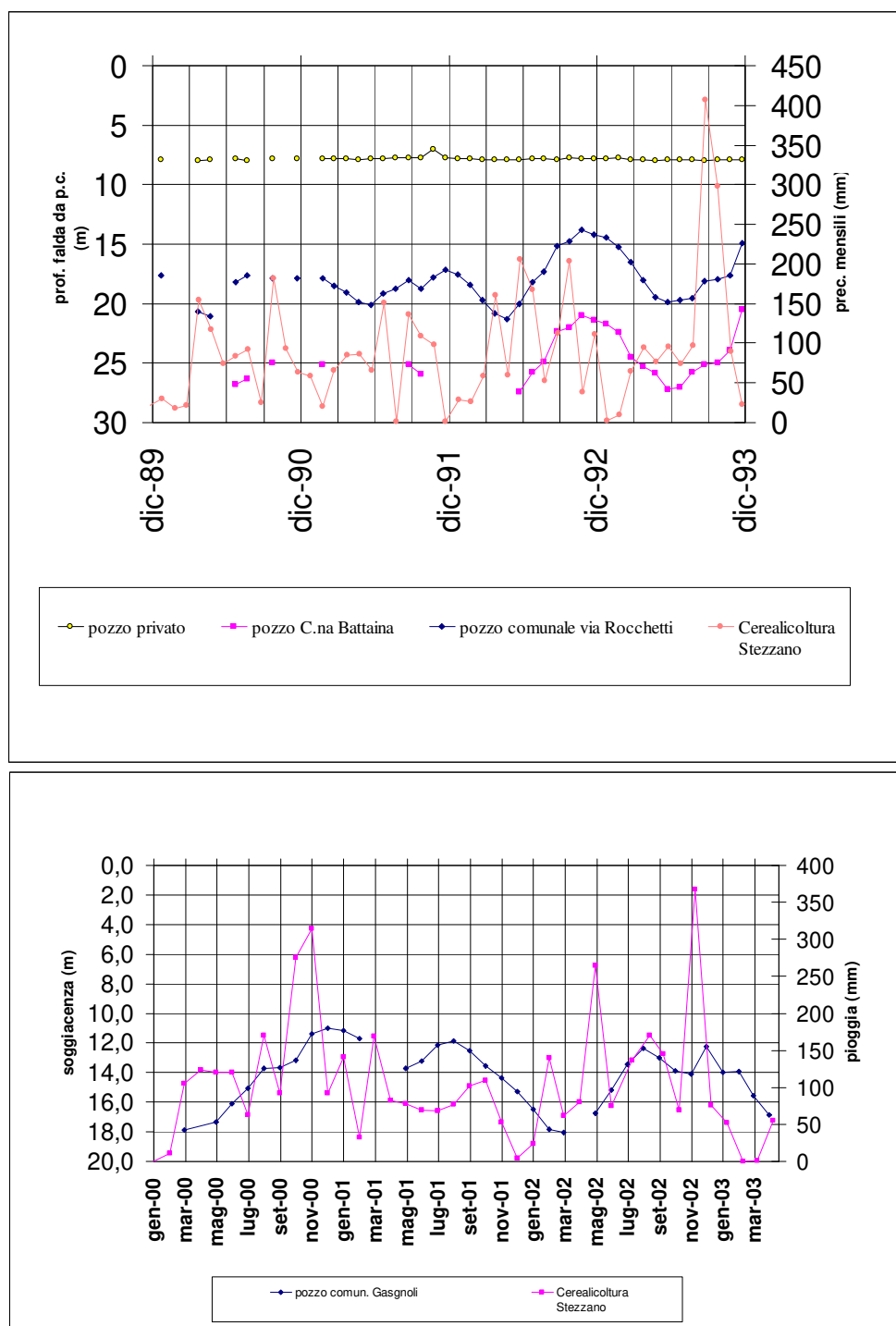


Figura n.20 e 21. Andamento storico dei livelli della falda in alcuni pozzi posti in comune di Urgnano (a cura del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca / ARPA) correlati con le precipitazioni mensili, rilevate nello stesso periodo in corrispondenza della stazione meteo dell'Ist. Sperimentale di cerealicoltura di Bergamo – Sezione Stezzano.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

La continuità dei dati raccolti consente di affermare che i livelli di falda risentono dell'andamento delle precipitazioni meteoriche e che, relativamente al periodo monitorato, lo sfasamento temporale tra i massimi di precipitazione e i picchi d'innalzamento del livello di falda risulta compreso tra 1 e 2 mesi. Nell'arco di tempo in cui è stato effettuato il monitoraggio, l'oscillazione freatica massima pluriennale risulta superiore ai 5 metri.

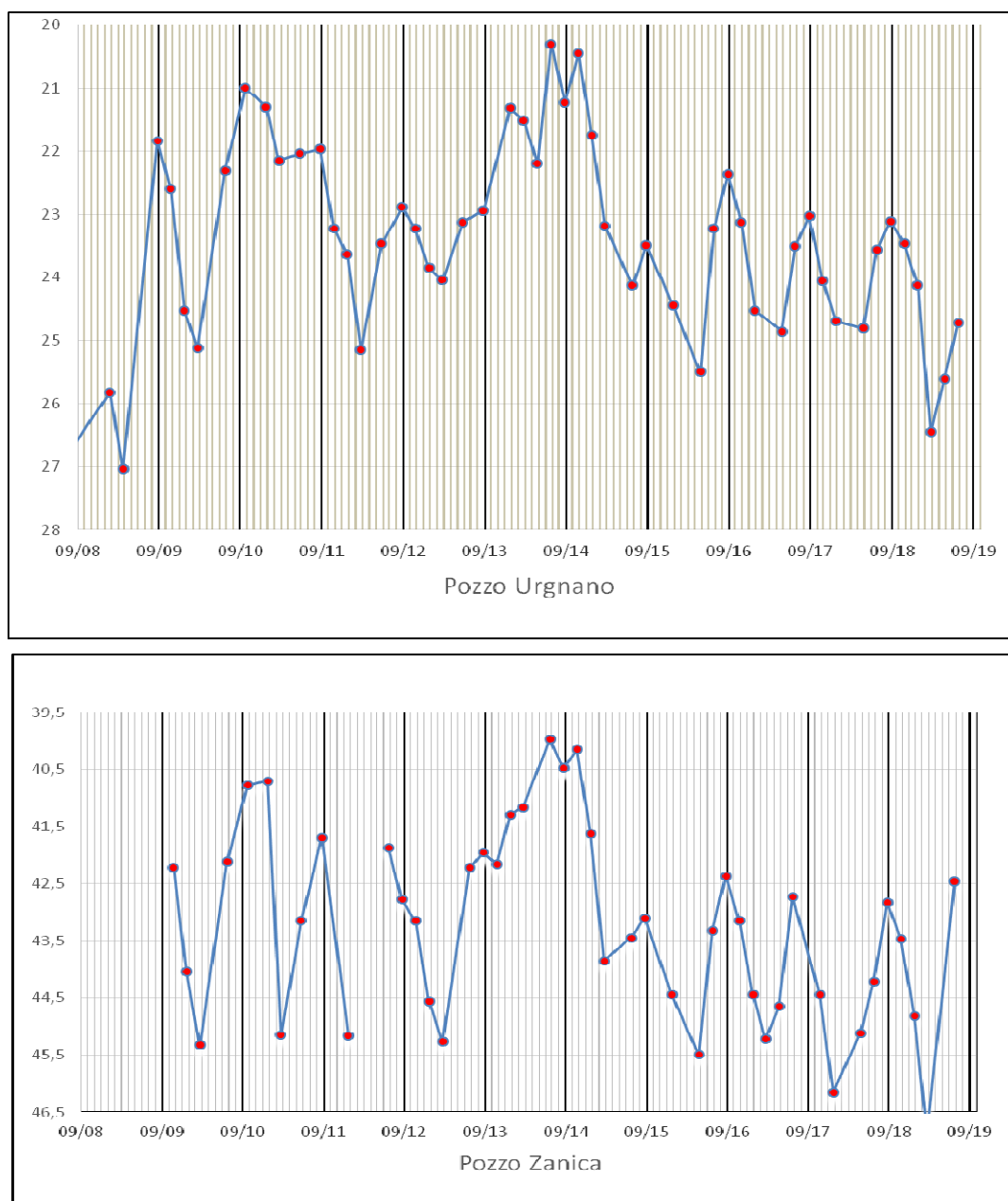


Figura n.22 e 23 Andamento livello freatico in corrispondenza di due pozzi della zona.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

E' visibile il netto innalzamento di livello verificatosi nel 2010 (un metro) e nel 2014 (2 metri) che non si è riverificato negli anni successivi. L'andamento annuale dei livelli presenta valori massimi di soggiacenza all'inizio della primavera (**marzo-aprile**) e minimi a **settembre-novembre**. Le oscillazioni più elevate del livello di falda si riscontrano nella zona settentrionale-centrale del territorio comunale, mentre nella fascia meridionale le escursioni sono molto più contenute.

4.2.4. Carta idrogeologica

Sulla carta idrogeologica e della vulnerabilità di **tavola n.4** (2003) sono stati riportati, oltre alle zone a diversa permeabilità anche i seguenti elementi:

- i due pozzi pubblici le cui acque sono destinate a scopi idropotabili (**via Gasgnoli e via Raffaello Sanzio**);
- pozzi privati;
- piezometri di controllo della falda (alcuni dei quali ancora esistenti);
- corsi d'acqua a carattere permanente (appartenenti al reticolo idrografico principale);
- rogge o canali artificiali (distinti tra canali a cielo aperto e tratti di canali tombati o canali artificiali in cls);
- isofreatiche (con indicazione della quota in metri s.l.m.);
- direzione del flusso idrico sotterraneo per la falda superficiale;
- zona di tutela assoluta e zona di rispetto attorno alle opere di captazione destinate ad uso potabile (come previsto dal Dlgs. n.258/2000).
- fontanili non più attivi o attivi solo temporaneamente
- traccia delle sezioni idrogeologiche;

Per quanto riguarda i fontanili, essi rappresentano le emergenze idriche della falda.

Essi sono situati laddove la superficie della falda interseca la superficie topografica. La venuta a giorno della superficie freatica è favorita da una diminuzione generale, man mano che ci spostiamo verso sud, dei valori di conducibilità idraulica dei sedimenti alluvionali che costituiscono la pianura. I fontanili pertanto si allineano in corrispondenza di tale cambiamento di permeabilità.

In corrispondenza della pianura bergamasca sono stati riconosciuti due allineamenti di fontanili. Sulla "Carta Idrologica d'Italia" del Goltara (III.a Edizione, anno 1960) l'affioramento della prima falda veniva segnalato proprio appena a sud di Urgnano e in passato decorreva all'incirca Est-Ovest.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Attualmente tale limite, a causa del sovrasfruttamento della falda, ha subito pesanti modificazioni, con spostamento verso sud.

Sulla “Carta Idrogeologica e dei principali elementi di impatto ambientale della fascia dei fontanili compresa tra Adda e Oglio (Bergamo1999, a cura degli Univ.tà degli Studi di Milano, C.N.R. e Provincia di Bergamo), viene annotato come la prima fascia dei fontanili, nel settore centrale, si sia spostata verso sud di circa 13 chilometri.

Nella zona l’unico fontanile che mostra un certo grado di attività, anche se limitata al periodo di massimo innalzamento della falda (es: estate – autunno 2002), è il fontanile di San Rocco, posto in comune di Spirano.

A testimonianza dell’esistenza, fino al primo ventennio del 1900, di fontanili nella zona sud di Ugnano, si segnala la “**Fontana di Ugnano**”, dove in corrispondenza della testata del fontanile, è stato realizzato il ***pozzo del Consorzio Irriguo di Ugnano***. Un secondo fontanile anonimo è situato all’estremità sudoccidentale.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

N°	Comune	data	quota p.c. da C.T.comunale. (m. s.l.m)	profondità da p.c. (m)	quota falda in metri s.l.m.
				apr-03	
1	Urgnano	11/04/2003	186,7	21,44	165,26
2	Urgnano	16/04/2003	176,5	20,79	155,71
3	Zanica	16/04/2003	192		
4	Urgnano	11/04/2003	192,55	34,52	158,03
5	Urgnano	14/04/2003	168,5		
6	Urgnano	14/04/2003	163,5	8,74	154,76
7	Urgnano	14/04/2003	170,5		
8	Urgnano	14/04/2003	185,3	28,24	157,06
9	Spirano	14/04/2003	161,5	7,27	154,23
10	Zanica	11/04/2003	189,5	31,94	157,56
11	Urgnano	10/04/2003	176,2	20,49	155,71
12	Urgnano	10/04/2003	181	24,24	156,76
13	Urgnano	14/04/2003	174,4	18,8	155,6
14	Urgnano	11/04/2003	165,1	9,34	155,76
15	Urgnano	14/04/2003	185		
16	Urgnano	11/04/2003	188	30,99	157,01
17	Urgnano	15/04/2003	178,2	21,67	156,53
18	Cologno al Serio	14/04/2003	169	13,99	155,01
19	Urgnano	14/04/2003	167	12,43	154,57
20	Urgnano	14/04/2003	165,7	10,22	155,48
21	Cologno al Serio	15/04/2003	171,5	10,47	161,03
22	Urgnano	15/04/2003	172,4	18,14	154,26
23	Urgnano	15/04/2003	175,7	19,54	156,16
24	Urgnano	11/04/2003	180,3	23,34	156,96
25	Urgnano	15/04/2003	172,5		
26	Urgnano	08/05/2003	184,8	28,34	156,46
27	Urgnano	15/04/2003	177,2	20,87	156,33
28	Urgnano	29/04/2003	166,1	11,41	154,69
29	Urgnano	30/04/2003	167,8	12,84	154,96
30	Urgnano	30/04/2003	186	29,98	156,02
31	Urgnano		176,2		
32	Spirano	28/04/2003	153,7	4,16	149,54
33	Cologno al Serio	29/04/2003	154,6	4,47	150,13
34	Cologno al Serio	22/04/2003	164,2	10,7	153,5

Tabella n.5 Livelli di falda rilevati durante la campagna di rilievo dell'aprile 2003 (condizione di magra).

RELAZIONE TECNICA

4.2.5 Vulnerabilità degli acquiferi

Per vulnerabilità all'inquinamento s'intende la facilità o meno con cui le sostanze inquinanti possono penetrare nel sottosuolo, si possono propagare, e persistere in un determinato acquifero.

Si distingue tra vulnerabilità intrinseca quella legata alle caratteristiche naturali dell'acquifero e che definisce il grado di protezione dell'acquifero, e vulnerabilità integrata che considera anche la pericolosità teorica all'inquinamento connessa alla presenza di attività produttive.

I fattori principali che controllano la vulnerabilità intrinseca di un acquifero alluvionale superficiale sono:

- la percentuale di frazione organica presente nei suoli;
- la velocità del flusso idrico sotterraneo ;
- la profondità alla quale è posta la superficie della falda (soggiacenza) e quindi conseguentemente allo spessore dell'aerato;
- la presenza o meno di un livello impermeabile continuo che isoli la sommità dell'acquifero;
- la diffusione molecolare e la dispersione meccanica .

La zona in questione è caratterizzata da: suoli a basso contenuto organico e di limitato spessore (spessore inferiore al metro), terreni con permeabilità vert./orizz.le generalmente elevata, dalla discontinuità (a scala regionale) dei livelli poco permeabili presenti a tetto e a letto dell'acquifero principale.

Solamente in una parte del territorio comunale è presente un elemento in grado di rallentare la possibile migrazione in profondità degli inquinanti, questo è rappresentato dalla litozona fine limoso-ghiaiosa presente, in maniera discontinua, alla profondità di una ventina di metri.

L'efficacia isolante di tale livello viene ridotta dal gran numero di vecchi pozzi che lo attraversano per captare le acque dell'acquifero sottostante attraverso una colonna di produzione dotata di un dreno continuo senza livelli isolanti di separazione.

Nel complesso quindi, solamente la soggiacenza dell'acquifero principale è in grado di offrire una certa protezione nei confronti degli episodi d'inquinamento di tipo accidentale. Ciò non vale però nel caso di inquinamenti che si protraggono a lungo nel tempo o che provengono da aree situate idrogeologicamente più a monte.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Da un'analisi complessiva della zona, effettuata nello studio "Piano di Bonifica della falda sotterranea interessata da atrazina nella provincia di Bergamo" (L.R. n.62 del 27/05/1985), effettuata dallo Studio Idrogeotecnico del Dott. Ghezzi per conto della Provincia di Bergamo, l'area si colloca nel settore delle **ghiaie** (permeabilità elevata) a **vulnerabilità molto elevata**.

Per quanto riguarda invece la **vulnerabilità integrata**, si riprendono le considerazioni riportate nello studio: **Studio della vulnerabilità del territorio comunale di Ugnano a cura della Water & Waste - luglio 1994**.

Lo studio suddivide il territorio comunale in maglie quadrate ed analizza per ciascuna maglia il grado di vulnerabilità che deriva dalla sovrapposizione dei fattori naturali, che determinano la vulnerabilità intrinseca, con i centri di pericolo potenziali.

Il grado di vulnerabilità idrogeologica che ne è derivata è risultato alto per quasi tutto il territorio comunale.

Per quanto riguarda la protezione idrogeologica, prevista dalla normativa vigente (D.lgs.152/2006), attorno alle risorse idriche destinate ad uso idropotabile, la normativa prevede l'istituzione di tre aree di salvaguardia, concentriche e a diverso grado di tutela:

Zona di tutela assoluta: è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o le derivazioni; essa deve avere un'estensione in caso di acque sotterranee e, ove possibile anche per le acque superficiali, di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e a infrastrutture di servizio.

Zona di rispetto: è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in **zona di rispetto ristretta** e **zona di rispetto allargata** in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa. In assenza dell'individuazione da parte della regione della zona di rispetto, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione (criterio geometrico).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Zone di protezione: devono essere delimitate secondo le indicazioni della regione per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

Le regioni, al fine della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricaduta della falda;
- b) emergenze naturali e artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

4.3 AREE POTENZIALMENTE CONTAMINATE

In base alla documentazione resa disponibile dal Comune Ugnano o individuata dal censimento regionale delle aree con presenza di passibilità ambientali, si sono tratte le informazioni relative all'ubicazione dei siti potenzialmente contaminati/contaminati presenti in corrispondenza del territorio comunale. Tali aree sono riportate sulla **cartografia di Sintesi (tavola n.10)**.

Inoltre secondo quanto riportato nel "CONTRIBUTO TECNICO PER VAS - RAPPORTO In questi siti non è stata ancora accertata la contaminazione dei suoli e/o in alcuni casi delle acque sotterranee. Qualora dalle indagini ambientali preliminari e di caratterizzazione, dovesse emergere la presenza di contaminazione dei suoli e/o di inquinamento delle acque sotterranee e conseguentemente della necessità della bonifica delle aree, ai sensi della normativa vigente, si dovranno considerare le relative criticità in merito alle scelte pianificatorie.

Occorre ricordare che oltre alle attività industriali chiaramente a rischio contaminazione, esistono altre fonti d'inquinamento potenziali quali ad esempio: le discariche abusive, i serbatoi interrati e non destinati allo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose, i pozzi perdenti, etc.

E' importante sottolineare inoltre che la tutela della risorsa idrica è un aspetto che investe tutti; solo un'attenta sorveglianza del territorio con frequenti controlli sullo stato qualitativo delle acque (effettuata anche a scala sovracomunale) è in grado di accertare tempestivamente l'avvenuta

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

alterazione qualitativa limitando così sia l'entità che l'estensione areale del fenomeno di contaminazione.

Il disinquinamento degli acquiferi o la decontaminazione dei suoli comporta la necessità d'intervenire con lunghi e costosissimi interventi che spesso risultano a carico della collettività.

RELAZIONE TECNICA

5. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEI TERRENI

Per una prima valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area di studio, sono state raccolte ed analizzate tutte le informazioni di tipo puntuale rese disponibili dall'ufficio tecnico comunale. Tali informazioni sono state ubicate sulla **Carta geologico-applicativa (tavola n.6-2003)**

Entrando più in dettaglio per quanto riguarda la sequenza stratigrafica del sottosuolo si possono distinguere tre settori.

- **Settore nord:** nei primi 70-80 metri prevalgono nell'ordine a partire dalla superficie: **ghiaie grossolane e ciottoli con sabbie/sabbiose (con spessore dai 7 ai 25 metri max) che poggiano su conglomerati con rari livelli intercalati limo argillosi di 4-5 metri di spessore massimo;**
- **Settore centrale con il capoluogo:** a partire dalla superficie prevalgono sempre: le **litologie ghiaiose (ghiaie e sabbie limose ciottolose, ghiaie sabbiose ciottolose) poggianti su alternanze di conglomerati con livelli di limi argillosi (rapporto di spessore circa 2:1 e 1:1 in zona capoluogo) sino a profondità superiori ai 100 metri;**
- **Settore meridionale:** le **ghiaie m/g e le sabbie sommitali sono** sempre presenti ma di spessore leggermente inferiore; ad esse **soggiacciono fitte alternanze ritmiche di conglomerati/limi argillosi/ghiaie e sabbie;**
- **non sembrano essere presenti spessi orizzonti di sabbie pulite;**
- **la profondità minima alla quale si incontrano i primi orizzonti costituiti da argille grigie, è estremamente variabile dai 60-85 metri fino ai 150-220 metri nei pozzi più profondi.**

Sulla scorta di dati a disposizione del professionista, per quanto riguarda il grado di addensamento dei terreni si effettua una distinzione tra 2 settori:

- **Settore nord, centrale e del capoluogo, zona della Basella:** le prove penetrometriche generalmente vanno a rifiuto nei primi 3-5 metri;
- **Settore meridionale** a sud dell'abitato e in particolare a sud dalla S.P. Cremasca. In questa zona la superficie freatica è posta ad una profondità inferiore agli 8-10 metri. Le indagini penetrometriche hanno evidenziato l'esistenza di uno strato sommitale a ridotta resistenza che si estende fino a 5-6 metri di profondità; più in profondità è presente un orizzonte addensato più resistente fino a circa 8-10 metri, e ancor più profondi, si possono ancora rappresentare orizzonti poco addensati.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

In relazione a quanto emerso, si è suddiviso il territorio comunale in **aree omogenee** dal punto di vista dei parametri di resistenza meccanica dei terreni presenti al di sotto la coltre pedogenetica superficiale. Il suolo, se naturale, presenta sempre spessori inferiori a **0,5 metri** e più raramente di **1 metro**.

I valori di tali parametri sono da considerare puramente indicativi e non devono risultare sostitutivi dei risultati puntuali ottenibili con indagini in sito ai sensi delle NTC 2018.

Di seguito si riporta la sintesi delle informazioni tratte dalle indagini puntuali effettuate sul territorio comunale:

- alluvioni attuali e terrazzate tardiglaciali o postglaciali: peso di volume 1.7-1.9 t/mc, il loro grado di addensamento risulta variare notevolmente pertanto: angolo di attrito $\phi'=25-30^\circ$ se poco addensato, $\phi'=30-35^\circ$ se addensato, coesione $c'=0$, spessore del suolo da 0 a 0,5 metri;
- depositi fluviali postglaciali o tardiglaciali (Unità di Cologno) distinta tra:
 - **litozona A:** terreni ghiaioso-sabbiosi da addensati a molto addensati, peso di volume 2.0.-2.0 t/mc e angolo di attrito $\phi'=35-40^\circ$. Coesione $c'=0$;
 - **litozona B:** terreni sabbioso-ghiaioso da sciolti a poco addensati, peso di volume 1.7-1.8 t/mc e angolo di attrito $30-35^\circ$; Coesione $c'=0$;

Sulla parte nord orientale del territorio comunale nel corso del 1994-1995 sono stati effettuati, per conto dell'Amm. Provinciale, sondaggi, prove penetrometriche e prove di laboratorio mirate all'acquisizione dei parametri geotecnici necessari ad accertare l'idoneità del sito all'insediamento di un impianto di smaltimento R.S.U. ("Indagini per l'individuazione delle aree idonee allo smaltimento di R.S.U. nell'ambito del comparto territoriale denominato "Alta Pianura Centrale" – 2.a Fase). La sintesi dei risultati ottenuti è riassunta nella sottostante tabella.

L'ubicazione dei sondaggi è riportata sulla **tavola n.6** (2003).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

sondaggio	livello sup.di ghiaie e sabbie nel sondaggio a partire da p.c.	profondità campione	Umidità nat.	peso di volume	ghiaia	sabbia	limo	argilla	Wl	Wp	Wr	Ip
n.		m	%		%	%	%	%	%	%	%	%
6	fino a 24,2	8,6	8,6		61,5	21	13	4,5				
6	fino a 24,2	19,1	10,3		57,5	25,5	12,5	4,5				
7	fino a 19,8	21,8	10,3		33	31,5	23,5	12	26,6	20		6,6
7	fino a 19,8	25,3	17,8		18,5	22	34,5	25	29,7	20,9		8,8
8	fino a 15,6	16,5	26	2,1	0	16,5	46,5	37	35,5	19,5		16
8	fino a 15,6	8	9,6		55	31	11	3				
9	fino a 27,6	28	21	2,16	1,5	38,5	37	23	31,2	21,8		9,4
9	fino a 27,6	32	14	2,08	0	22	43,5	34,5	33,1	22,6		10,5
10	fino a 21,5	7,5	12,7		56	24,5	16	3,5				
10	fino a 21,5	15	8,7		52,5	23,5	20	4				
11	fino a 35	5	9,8		47	38,5	11,5	3				
11	fino a 35	17,8	10,5		44	25	21	10				
12	fino a 19,5	8	11,1		41,5	31,5	19,5	7,5				
12	fino a 19,5	20	21,9	2,07	2	21	48	30	35,7	22,6		13,1
13	fino a 21	22	9,4	1,99	46	24	21,5	8,5	27,1	19,1		8
13	fino a 21	24,2	18,1	2,03	54,5	23	15,5	7	27,3	18,8		8,3
14	fino a 22,5	23,1	13,5	2,1	51	22,5	16	10,5	27,6	21,7		5,9
14	fino a 22,5	25	23,9	1,97	9	10	48,5	32,5	29,9	18,9		11

Tabella n.6 Risultati delle classificazioni dei terreni campionati durante l'indagine provinciale

ZONE OMOGENEE	UNITÀ GEOLOGICHE	SPESSORE COLTRE SUPERF.	MASSA DI VOLUME	ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE (ϕ')	COESIONE NON DRENATA (Cu)	COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ (K)
		(m)	(t/mc)	(°)	(Kg/cmq)	(m/s)
Zona 1	Alluvioni attuali postglaciali o tardiglaciali Terreni poco o non addensati Terreni addensati	0.0 -0.5	1.7-1.9	 25-30° 30-35°	0	10 ⁻¹ -10 ⁻⁴
Zona 2	Fluvioglaciale recente (Unità di Cologno) litofacies A – addensata	0.5-1.0	1.9-2.0	35-40°	0	10 ⁻³ -10 ⁻⁵
Zona 3	Fluvioglaciale recente (Unità di Cologno) litofacies B - poco addensata	0.5-1.0	1.7-1.8	30-35°	0	10 ⁻³ -10 ⁻⁶
	Ripiene o riporti	Non caratterizzabili per l'eterogeneità dei materiali presenti e/o per l'intenso rimaneggiamento subito				

Tabella n.7 Sintesi delle caratteristiche geotecniche medie dei terreni presenti sul territorio.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

6. COMPONENTE SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

La metodologia proposta per la valutazione della pericolosità sismica locale è descritta nell'**Allegato 5** della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011, essa consente di affrontare una prima valutazione degli effetti di sito e del fenomeno di amplificazione sismica locale.

La metodologia regionale prevede 3 livelli di studio a crescente grado di approfondimento, si passa rispettivamente dal 1° livello, dove ci si limita all'individuazione delle aree potenzialmente sensibili dal punto di vista dell'aspetto sismico, al 2° e 3° livello, dove viene effettuata una valutazione dell'effetto di amplificazione sismica (risposta sismica locale) in corrispondenza delle aree sensibili individuate nella prima fase d'indagine; la valutazione del fattore di amplificazione è di tipo semi-quantitativo per il secondo livello e di tipo quantitativo per il terzo.

La D.G.R. n. X/2129 del 11/07/2014 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)" ha riclassificato il comune di **Urgnano** in **zona sismica 3** con valore di riferimento dell'accelerazione di picco $a_{g_{max}}=0,127$

La normativa regionale prevede in fase di pianificazione, l'effettuazione di un **1° livello** d'indagine in corrispondenza di tutto il territorio comunale con individuazione delle aree sensibili potenzialmente soggette a fenomeni di amplificazione sismica oppure a fenomeni indotti dall'evento (effetti cosismici). Tali aree sono riportate sulla Carta di Pericolosità Sismica Locale (**tavola n.7**).

La normativa richiede inoltre, per i comuni in zona sismica 3, l'effettuazione delle analisi di **2° livello** di approfondimento per le aree edificate o di prossima edificazione che l'analisi di primo livello ha identificato come "**aree instabili**" per effetto di un input sismico oppure "**aree stabili**" ma che per effetto di un input sismico, possono risultare soggette a fenomeni di amplificazione di tipo topografico e/o morfologico oppure di tipo litologico-stratigrafici tali da indurre danni agli edifici esistenti.

Per Urgnano sono state effettuate verifiche di secondo livello in corrispondenza di **tre** siti campione in accordo con i competenti uffici tecnici comunali. I risultati ottenuti sono riportati sulla carta di **tavola n.8 (Carta della Classe di Pericolosità Sismica locale)**.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Lo studio in questione, mira quindi esclusivamente ad una **prima valutazione della pericolosità sismica locale** che rappresenta uno dei tre fattori indispensabili per la valutazione del rischio sismico.

$$\text{Rischio} = \text{Valore Esposto} * (\text{Pericolosità} * \text{Vulnerabilità})$$

dove:

- Pericolosità (hazard) è la probabilità che il sito di studio ha di essere epicentro di un terremoto di una data magnitudo in un certo intervallo di tempo;
- Valore Esposto è il valore dell'insieme di persone e di cose presenti nell'area di studio;
- Vulnerabilità indica la capacità di resistenza all'input sismico delle strutture esistenti. La vulnerabilità è la variabile più difficilmente quantificabile. Gli elementi fondamentali che condizionano la vulnerabilità sono principalmente l'instabilità dei suoli (frane e fenomeni di liquefazione) e gli effetti di sito e, secondariamente, la qualità intrinseca dell'edificio. Per effetti di sito si intende le possibili amplificazioni locali (fenomeni di risonanza dei terreni e di doppia risonanza terreno-edifici) delle onde sismiche dovute principalmente a condizioni locali di tipo geologico-geotecnico e di tipo topografico.

6.1. TERREMOTO DI RIFERIMENTO (INPUT SISMICO)

Per effettuare valutazioni relativamente agli effetti indotti da un sisma in un'area, occorre ipotizzare il verificarsi di un evento sismico con caratteristiche tali da essere statisticamente rappresentativo di quanto si è verificato in passato nell'area stessa e nel suo immediato intorno, occorre pertanto individuare il cosiddetto “**terremoto di riferimento**”.

Per quanto riguarda l'inquadramento della sismicità del territorio bergamasco, si riprende le considerazioni riportate al "Capitolo VI - 1 Sismicità" del foglio 098 Bergamo del Progetto CARG (agosto 2010) e al "Capitolo VII - 1 Sismicità" del foglio 097 Vimercate del Progetto CARG (marzo 2014). “La sismicità della Lombardia è caratterizzata da pochi terremoti di magnitudo da bassa a media. In generale si osserva una diminuzione sia dell'energia rilasciata sia del numero di eventi procedendo da E verso W, con la quasi assenza di terremoti a W di Milano.

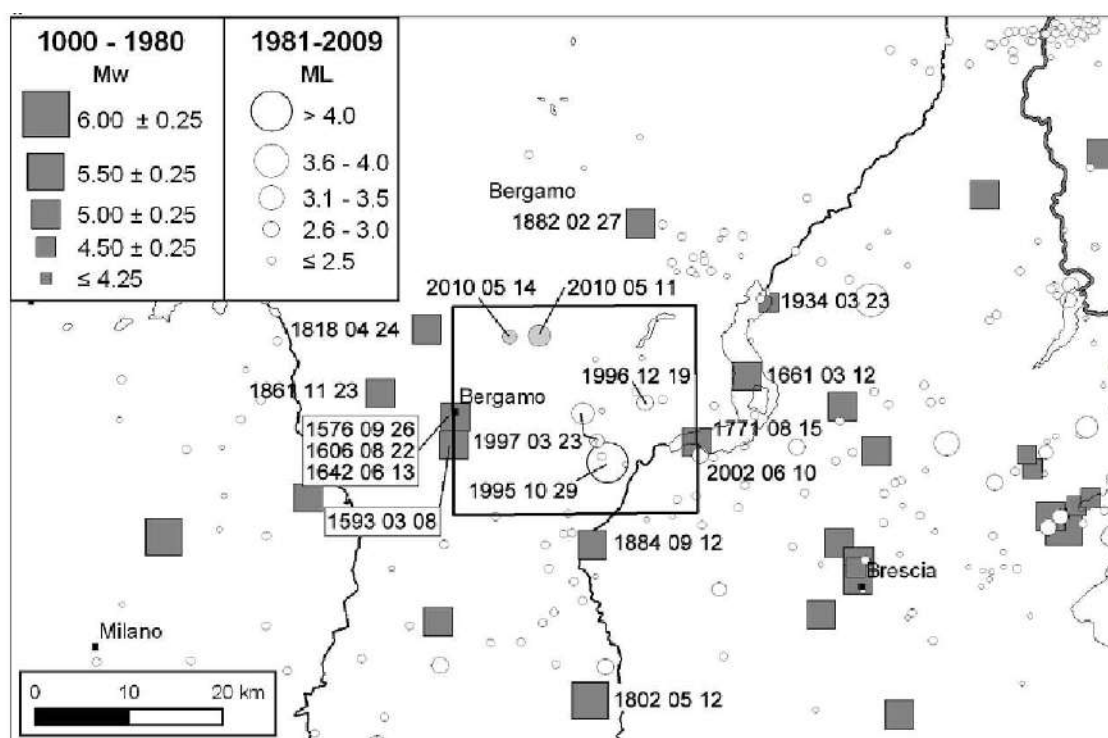
COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Secondo il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15; GRUPPO DI LAVORO CPTI, 2015 <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), che riporta eventi con Magnitudo Momento $M_w \geq 4/5$ e/o intensità epicentrale $I_o > 5$ dall'anno 1000 al 2014, l'attività sismica si localizza principalmente lungo il margine delle Alpi tra i laghi di Garda e Iseo".

I terremoti più recenti, registrati strumentalmente e quindi anche di magnitudo molto bassa, risultano più sparsi, in particolare verso S e verso W.



COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

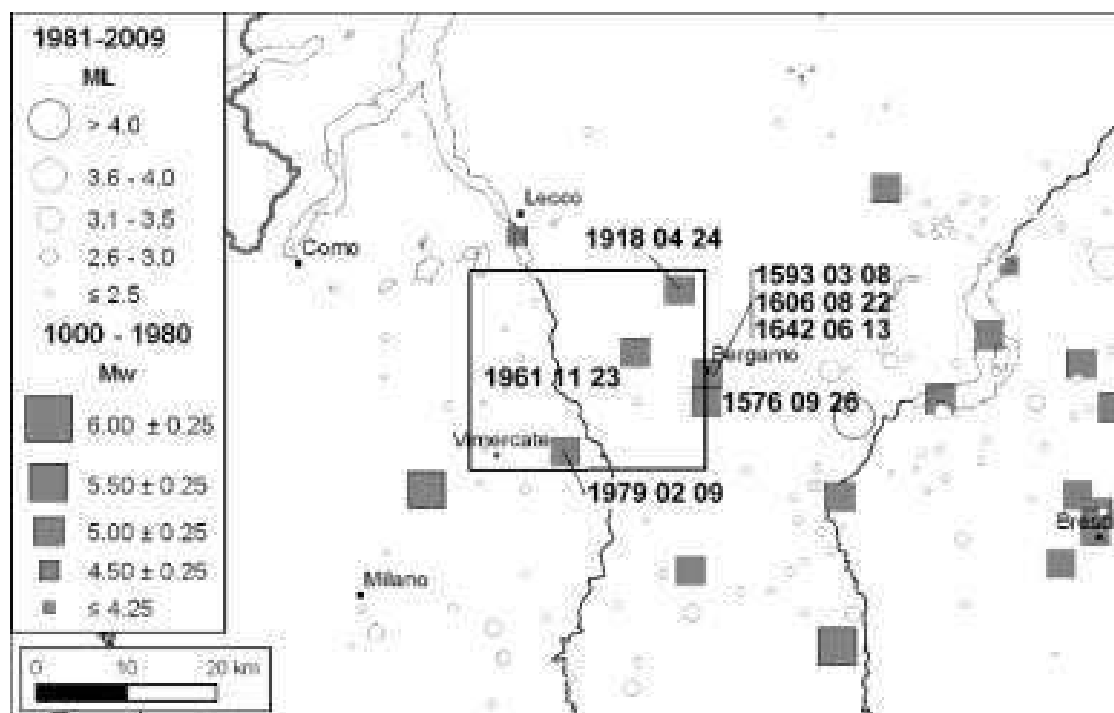


Figura n.24 e 25 – Sismicità relativa all'intervallo temporale di 980 anni tra il 1000 e il 1980 da CPTI04 (GRUPPO DI LAVORO CPTI, 2004) e all'intervallo tra il 1981 e il 2009 da CSI 1.1 (CASTELLO et alii, e Bollettino Strumentale INGV). (*Mw*= *magnitudo momento*, *ML*=*magnitudo locale*). Il rettangolo grande evidenzia l'area del foglio 098-Bergamo (sopra) e foglio 097-Vimercate (sotto). CARG. Foglio Bergamo a cura di A. Rovida.

Per quanto riguarda la Magnitudo tra gli eventi sismici riportati negli annali, risulta importante il sisma che ha colpito Monza il 26 novembre 1396 con $Mw \sim 5.35$.

In corrispondenza della zona attorno a Bergamo, il catasto localizza i terremoti del 26 settembre 1576, del 8 marzo 1593 e del 22 agosto 1606 tutti con $Mw \sim 5.03 \pm 0.33$.

Il sisma del 12 settembre 1884 verificatosi nella zona compresa tra Martinengo e Romano di Lombardia, con $Mw \sim 4.85$.

Più recentemente, il 24 aprile 1918, si segnala il sisma con **$Mw=5.7$** verificatosi a Sedrina, in Val Brembana.

Il terremoto del 23 novembre 1961 (Mw 4.83) localizzato a Caprino Bergamasco.

Il sisma del 09 febbraio 1979, con una Mw 5.03, localizzato a Capriate San Gervasio, secondo lo studio di GUIDOBONI et alii (2007), ha determinato i massimi risentimenti lungo l'Adda; in

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

particolare I=6° MCS è assegnata a Bottanuco, Capriate San Gervasio, Dalmine, Filago, Sabbio, Solza, Suisio, Treviglio e Zingonia.

Il sisma del 29 ottobre 1995, con una $M_w \sim 4.54$ è stato localizzato a nord di Trescore Balneario.

Di seguito si allega un estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani che contiene gli eventi sismici verificatisi a partire dal 217 a.C. e fino al 2002 d.C. per gli eventi ad un raggio di 100 km di distanza da Urgano.

Estratto dal Catalogo degli eventi sismici CPT104, maggio 2004 in bergamasca e nelle vicinanze (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>)

Legenda

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Codice CPTI04	descrizione	contenuto	Codice CPTI99	descrizione
N	numero d'ordine del record		N	numero d'ordine del record
Tr	tipo di record	DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici	Tr	tipo di record
Anno	tempo origine: anno		Anno	tempo origine: anno
Me	tempo origine: mese		Me	tempo origine: mese
Gi	tempo origine: giorno		Gi	tempo origine: giorno
Or	tempo origine: ora		Or	tempo origine: ora
Mi	tempo origine: minuto		Mi	tempo origine: minuto
Se	tempo origine: secondo		Se	tempo origine: secondo
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti		AE	denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt	codice dell'elaborato di riferimento	vedi tabella 1	Rt	codice dell'elaborato di riferimento
Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili		Np	numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)		Imx	intensità massima x 10 (scala MCS)
Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)		Io	intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
TI	codice di determinazione di Io	M: valore assegnato manualmente	TI	codice di determinazione di Io
Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali		Lat	localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali		Lon	localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimali-decimali
TL	codice di localizzazione	A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale	TL	codice di localizzazione
--			Me	Magnitudo equivalente
--			De	Errore associato alla stima di Me
--			Mm	Magnitudo macrosismica (calibrata a Ms)
--			Dm	Errore associato alla stima di Mm
--			Tm	Codice di determinazione di Mm
--			Ms	magnitudo calcolata sulle onde di superficie
--			Ds	errore associato alla stima di Ms
--			Ts	codice di determinazione di Ms
Maw	Magnitudo momento		--	
Daw	Errore associato alla stima di Maw		--	
TW	codice di determinazione di Maw	O valore osservato	--	
Mas	Magnitudo calcolata sulle onde di superficie	fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99	Ma	Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das	Errore associato alla stima di Mas	fino al 1980 coincide con Da di CPTI99	Da	Errore associato alla stima di Ma
TS	Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea	En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)	--	
Msp	Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996)	per $Ms > 5.5$: $Msp = Ms$ per $Ms \leq 5.5$: $Msp = (Ms + 0.584) / 1.079$	--	
Dsp	Errore associato alla stima di Msp		--	
ZS9	Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato		--	
TZ	Codice di assegnazione alla zona sorgente	G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa	--	
Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2		Ncft	Numero progressivo dei record nel catalogo CFTI2
Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1		Nnt	Numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1
Ncpt	Numero d'ordine dei record nel catalogo CPTI99		--	

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	lo	Ti	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
27	DI	1065	3	27	6			Brescia	CFTI	6	80	70	M	45,55	10,22	A	5,17	0,3		4,8	0,45	4,99	0,42	907	G	90	248	27	
43	DI	1197						Brescia	CFTI	8	65	65		45,55	10,22	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	907	G	107		43	
47	DI	1222	12	25	11			Basso bresciano	CFTI	40	90	85	M	45,48	10,68	A	6,05	0,13		6,05	0,13	6,05	0,13	906	G	109	249	47	
59	DI	1276	7	28	18	30		Italia settent.	CFTI	10	55	60	M	45,08	9,55	A	5,11	0,12		4,71	0,18	4,91	0,17	911	G	119	516	59	
74	DI	1303	3	22	23			PIACENZA	DOM	1	55	55		45,052	9,693	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	911	G		517	74	
113	DI	1383	7	24	20			PARMA	DOM	7	55	55		45,058	9,915	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	911	A		597	113	
121	DI	1396	11	26				Monza	CFTI	2	75	75		45,58	9,27	A	5,37	0,3		5,1	0,45	5,27	0,42	907	A	168	281	121	
144	DI	1438	6	11	20			Parmense	CFTI	12	80	80		44,85	10,23	A	5,62	0,17		5,47	0,26	5,61	0,26	913	G	181	599	144	
159	DI	1465	4	6	21	30		VERONA	DOM	11	55	55		45,12	10,661	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19				238	159	
165	DI	1471						BRESCIA	DOM	1	55	55		45,544	10,214	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	907	G		250	165	
212	CP	1512	2	8				CHIAVENNA	VGL91			60		46,3	9,367	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36				2008	212	
219	DI	1521	1	26	10	30		BRESCIANO	DOM	1		60		45,55	10,217	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		251	219	
221	DI	1522	10	5	8			CREMONA	DOM	7	55	55		45,136	10,024	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19				2011	221	
235	CP	1540	9	1				BRESCIA	POS85			60		45,533	10,217	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		252	235	
271	CP	1576	9	26	6			BERGAMO	POS85			60		45,667	9,667	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		282	271	
284	DI	1593	3	8				BERGAMO	DOM	1	65	65		45,694	9,67	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	907	G		283	284	
302	DI	1606	8	22				BERGAMO	DOM	1	65	65		45,694	9,67	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	907	G		284	302	
322	CP	1623	2	20				CHIESA	VGL91			60		46,3	9,767	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	903	G		2014	322	
346	DI	1642	6	13	22			BERGAMO	DOM	1	65	65		45,694	9,67	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	907	G		285	346	
365	DI	1661	3	12				Montecchio	CFTI	8	75	70		45,73	10,07	A	5,17	0,3		4,8	0,45	4,99	0,42	907	G	261	286	365	
411	DI	1693	7	6	9	15		GOITO	DOM	13	70	70		45,28	10,644	A	5,27	0,14		4,95	0,21	5,13	0,19	906	G		254	411	
511	DI	1738	11	5		30		PARMA	DOM	10	70	70		44,906	10,028	A	5,4	0,2		5,15	0,3	5,31	0,28	913	G		612	511	
583	CP	1771	8	15				SARNICO	POS85			60		45,667	10	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		287	583	
620	DI	1781	9	10				CARAVAGGIO	DOM	1	65	65		45,497	9,644	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	907	G		288	620	
631	DI	1783	7	28				VAL DI LEDRO	DOM	4	65	65		45,878	10,808	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	906	G		255	631	
647	DI	1786	4	7				PIACENZA	DOM	8	70	65		45,298	9,595	A	5,31	0,16		5,01	0,24	5,18	0,22	911	A		522	647	
686	DI	1799	5	29	19			CASTENEDOLO	DOM	12	65	65		45,403	10,271	A	5,06	0,18		4,64	0,27	4,84	0,25	906	G		256	686	
694	DI	1802	5	12	9	30		Valle dell'Oglio	CFTI	66	85	80		45,42	9,85	A	5,67	0,09		5,54	0,13	5,54	0,13	907	G	355	289	694	
714	DI	1810	5	1				MALCESINE	DOM	1	60	60		45,764	10,809	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	906	G		257	714	
761	DI	1826	6	24	12	15		SALO'	DOM	19	55	55		45,6	10,517	M	4,74	0,11		4,16	0,17	4,4	0,16	906	G		258	761	
780	DI	1829	9	6	19	30		CREMONA	DOM	2	65	65		45,136	10,024	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45				2034	780	
827	CP	1839	8	9	8	45		BAGNOLO MELLA	POS85			60		45,5	10,167	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		259	827	
877	DI	1851	8	3				GIUDICARIE	DOM	15	60	60		45,938	10,561	A	4,96	0,17		4,49	0,26	4,7	0,24				260	877	
882	CP	1852	7	29	12	40		PIZ BERNINA	VGL91			60		46,417	9,85	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	903	G		360	882	
950	DI	1866	8	11	23			MONT BALDO	DOM	33	70	70		45,727	10,783	A	5,17	0,3		4,8	0,45	4,99	0,42	906	G		261	950	
956	DI	1868	2	20	20			GARDA OR.	DOM	3	65	60		45,709	10,774	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	906	G		262	956	
957	DI	1868	5	22	21			ROVERETO	DOM	8	55	55		45,888	10,869	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19				241	957	
1005	DI	1876	4	29	10	49		Monte Baldo	CFTI	25	75	70		45,75	10,78	A	4,99	0,13		4,53	0,19	4,74	0,18	906	G	424	263	1005	
1021	DI	1877	10	1	7	27		MALCESINE	DOM	4	70	65		45,764	10,809	A	5,03	0,33		4,6	0,49	4,8	0,45	906	G		264	1021	
1040	DI	1879	2	14				MARGNANO	DOM	6	55	55		45,607	10,536	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	906	G		265	1040	
1076	DI	1882	2	27	6	30		ROVETTA	DOM	37	65	65		45,878	9,926	A	4,96	0,13		4,49	0,2	4,7	0,19	907	A		290	1076	
1082	DI	1882	9	18	19	25		Monte Baldo	CFTI	7	70	70		45,72	10,77	A	5,17	0,3		4,8	0,45	4,99	0,42	906	G	433		1082	
1099	DI	1884	9	12				PONTOGLIO	DOM	24	60	60		45,57	9,856	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	907	G		291	1099	
1103	DI	1885	2	26	20	48		SCANDIANO	DOM	78	60	60		45,208	10,169	A	5,22	0,1		4,88	0,15	5,06	0,14				622	1103	
1131	CP	1887	5	20	4	12		OGGIONO	POS85			55		45,833	9,4	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19				301	1131	
1171	DI	1891	6	15				PESCHIERA	DOM	35	60	60		45,43	10,767	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	906	G		266	1171	
1180	DI	1891	12	22				SONDRIO	DOM	7	55	55		46,139	9,829	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	903	A		2050	1180	
1181	DI	1892	1	5				GARDA OCC.	DOM	100	75	65		45,591	10,482	A	4,96	0,12		4,49	0,18	4,7	0,17	906	G		267	1181	
1217	DI	1894	11	27				FRANCIACORTA	DOM	168	65	65		45,568	10,192	A	4,95	0,08		4,48	0,12	4,69	0,11	907	G		292	1217	
1241	CP	1895	10	12	1	45		M. ALTISSIMO NAGO	POS85			60		45,767	10,833	A	4,83	0,26		4,3	0,39	4,53	0,36	906	G		268	1241	
1245	CP	1895	11	2	6	30		SOMMA LOMBARDO	POS85			55		45,667	8,75	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19				2057	1245	
1305	DI	1898	11	16				SALO'	DOM	23	60	55		45,636	10,458	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	906	G		269	1305	
1353	DI	1901	10	30	14	49	58	Salò	CFTI	191	80	80		45,58	10,5	A	5,67	0,07		5,55	0,11	5,55	0,11	906	G	457	270	1353	
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POS85			55		44,9	9,633	A	4,63	0,13		4	0,2	4,25	0,19	911	G		525	1523	
1664	CP	1918	1	13	12			LODI	POS85			45		45,333	9,5	A	4,86	0,14		4,34	0,21	4,56	0,19	911	A		2086	1664	
1672	DI	1918	4	24	14	21		LECCESE	DOM	34	60	60		45,778	9,631	A	5,07	0,07		4,66	0,11	4,86	0,1	907	A		293	1672	
1674	DI	1918	7	19	19	3		SALO'	DOM	8	40	40		45,326	10,438	A	4,58	0,14		3,92	0,21	4,17	0,19	906	G		271	1674	
1688	CP	1919	9	16	2	18	37	SVIZZERA	POS85																				

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Fisicamente un evento sismico, viene rappresentato mediante grafici che prendono il nome di **spettri di risposta** (accelerazione/periodo di vibrazione) o di **accelerogrammi**, (oscillazione del suolo in accelerazione/velocità e durata dell'evento sismico). L'individuazione del **terremoto di riferimento** per ogni comune della Lombardia è già stata effettuata dal Politecnico di Milano (p.c. della Regione Lombardia).

Sono stati individuati gli eventi relativi a sorgenti sismiche compatibili con le caratteristiche sismogenetiche del territorio lombardo (ZS9), che prevedono un meccanismo prevalentemente compressivo, con profondità dell'ipocentro comprese tra 8-12 km (mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003, Gruppo di Lavoro, 2004), caratterizzati da una magnitudo massima attesa di 5,5 e distanze comprese tra 5 e 80 km (Spallarossa e Barani, 2007).

Il territorio regionale è stato suddiviso in fasce omogenee caratterizzate da diversa severità sismica. In particolare sono state individuate 8 fasce caratterizzate da un diverso valore di accelerazione massima attesa al suolo, il comune di Urgnano ricade in **fascia 6** (Gruppo di Lavoro, 2004) e valori dell'ordinata spettrale massima (NTC 2008) compresi in un range del $\pm 10\%$ rispetto al valore medio del valore di accelerazione di riferimento ($A_{0rif.}$).

Per la scelta degli accelerogrammi relativi agli eventi sismici il Politecnico di Milano si è avvalso della banca dati accelerometrica degli eventi italiani "ITACA" (Luzi L., Sabetta F., 2006). Utilizzando gli accelerogrammi presenti in tale banca dati, sono state selezionate le registrazioni caratterizzate da picchi di accelerazione più simili alle massime accelerazioni orizzontali attese in sito in modo da limitare al massimo l'operazione di scalatura degli accelerogrammi stessi.

Per ogni fascia di severità sismica sono stati estratti pertanto **5 accelerogrammi naturali** (o registrati) spettro-compatibili come previsto dalla normativa (D.M. 17/01/2018).

Nella banca dati regionale per ogni fascia sono disponibili rispettivamente:

- **5 accelerogrammi naturali** relativi ad eventi caratterizzati da un periodo di ritorno di 475 anni e riferiti alla categoria di sottosuolo tipo A (bedrock o bedrock-like). Essi sono

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

compatibili con il valore di accelerazione atteso nell'area di studio;

- i **valori di soglia (S)** relativi ad ogni comune lombardo valutati, rispetto allo spettro di norma, per i due intervalli di periodo fondamentale rappresentativi delle tipologie costruttive più diffuse nella regione (periodo fondamentale di oscillazione $0,1 \leq T \leq 0,5$ sec e $0,5 \leq T \leq 1,5$ sec, il primo riguarda gli edifici più bassi e regolari, mentre il secondo riguarda gli edifici oltre i 5 piani) e per ogni Categoria di Sottosuolo. Essi sono contenuti nel file **soglie_lomb.xls**. Tali valori di soglia devono essere confrontati con il valore del Fattore di Amplificazione (F.a.) determinato effettuando le analisi di secondo o di terzo livello.

VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.5-1.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Urgnano	3	1.7	2.4	4.3	3.1
VALORI DI SOGLIA PER IL PERIODO COMPRESO TRA 0.1-0.5 s					
		Valori soglia			
COMUNE	Classificazione	Suolo tipo B	Suolo tipo C	Suolo tipo D	Suolo tipo E
Urgnano	3	1.5	1.9	2.3	2.0

Tabella n.9 Valori di soglia (S) (dgr. n.8/7374 del 28 maggio 2008 e s.m.i., Regione Lombardia, 2008).

- i **valori del modulo di taglio normalizzato (G/Go)** e del **rapporto di smorzamento (D)** in funzione dell'entità della deformazione tangenziale (γ) (vedi il file: curve_lomb.xls) per vari tipi di sottosuolo presente nel sito campione.

La normativa tecnica nazionale indica come rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica, lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione $T \leq 4$ sec ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terrenola **successione stratigrafica del sottosuolo** presente nel sito d'indagine.

Le Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008, riprese dalle NTC 2018, forniscono i parametri di spettro di risposta elastico (riferiti al bedrock) relativi ad ogni località del territorio italiano (**Norme**

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Tecniche Costruzioni D.M. 14/01/2008; tabella n.1). Di seguito si riportano i dati relativi al comune di **Urgnano** nei 3 punti oggetto d'indagine sismica (per la Classe d'uso riferita a normali edifici residenziali).

In tali siti sono state effettuate indagini sismiche di tipo attivo e passivo mediante rispettivamente le tecniche MASW e Remi:

Comune di Urgnano Sito A - Polo scolastico da Spettri - NTC (vers. 1.0.3) Consiglio Superiore Lavori Pubblici per opere in Classe II con Vn=50 anni e Cu=1,0				
	Coordinate ED50			
	latit.	45,60443	long.	9,687158
	Tr (anni)	Ag [g]	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0,032	2,428	0,199
Danno (SLD)	50	0,041	2,451	0,218
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,119	2,417	0,269
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,155	2,471	0,275

Comune di Urgnano Sito B - Area industriale sud Spettri - NTC (vers. 1.0.3) Consiglio Superiore Lavori Pubblici per opere in Classe II con Vn=50 anni e Cu=1,0				
	Coordinate ED50			
	latit.	45,59465	long.	9,684679
	Tr (anni)	Ag [g]	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0,032	2,428	0,199
Danno (SLD)	50	0,041	2,452	0,218
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,119	2,417	0,269
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,155	2,471	0,275

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Comune di Ugnano Sito C - Santuario della Basella Spettri - NTC (vers. 1.0.3) Consiglio Superiore Lavori Pubblici per opere in Classe II con Vn=50 anni e Cu=1,0				
	Coordinate ED50			
	latit.	45,61309	long.	9,727605
	Tr (anni)	Ag [g]	Fo (-)	Tc* (s)
Operatività (SLO)	30	0,03	2,421	0,202
Danno (SLD)	50	0,04	2,420	0,224
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,13	2,425	0,269
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,16	2,477	0,275

Tabella n.10 Parametri di spettro (NTC). Con Tr= tempo di ritorno; Ag=accelerazione orizzontale massima in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido orizzontale; Fo= valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, ha valore minimo pari a 2,2; T_c* = periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale .

L'effetto sulla superficie topografica di un input sismico nel sottosuolo (ipocentro), può essere esaltato da **fenomeni di amplificazione sismica locale**. Per la valutazione della Risposta Sismica Locale del sito è necessario calcolare la “**funzione di trasferimento**” che individua quali componenti del moto sismico sono amplificate o smorzate e in che rapporto dall'interazione delle onde sismiche con la situazione morfologico-litologico-stratigrafica locale.

Durante la propagazione della sollecitazione dinamica dal “bedrock” verso la superficie, si verificano infatti una serie di modifiche (riflessioni e rifrazioni) del moto sismico originario (terremoto di riferimento – input sismico in corrispondenza del bedrock), in termini di ampiezza, durata e contenuto in frequenza. Tali modificazioni dell'input possono indurre effetti di superficie (**effetti di sito – definizione risposta sismica locale**) tali da risultare inaspettatamente più elevati rispetto all'energia rilasciata alla sorgente (ipocentro) generando un fenomeno di amplificazione sismica.

E' possibile riconoscere due tipologie di amplificazione sismica, una legata alla conformazione topografica superficiale, l'altra alla sequenza litostratigrafica del sottosuolo:

- **fenomeni di amplificazione sismica locale legati alla topografia**: si verificano in terreni stabili quando sono presenti morfologie superficiali più o meno articolate e/o irregolarità topografiche in generale. Queste particolari condizioni geometriche favoriscono la focalizzazione delle onde

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

sismiche sulla superficie topografica a causa della convergenza dei fenomeni di riflessione in particolari punti della superficie libera legati all'interazione fra il campo d'onda incidente con fenomeni di diffrazione; in questi punti si determina l'amplificazione degli effetti. Tali condizioni si verificano in corrispondenza ad esempio di: creste, crinali o scarpate morfologiche;

- **fenomeni di amplificazione sismica locale legati alla litologia**: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte particolari del bedrock (bacini sedimentari vallivi, chiusure laterali di corpi sedimentari lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia, etc..) oppure laddove sono presenti profili stratigrafici costituiti da litologie **con forti contrasti d'impedenza** ($\rho \cdot V_s$) o in terreni di copertura che presentano marcate differenze di proprietà meccaniche rispetto a quelle del sottostante bedrock.

Si possono così generare fenomeni d'intrappolamento delle onde (riflessioni multiple) all'interno dei depositi con esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse in superficie (amplificazione).

Il fenomeno di amplificazione sismica non avviene in maniera uniforme per ogni periodo di vibrazione, i suoi effetti distruttivi possono essere ulteriormente esaltati quanto si ha la similitudine tra il periodo di propagazione del moto sismico incidente e il periodo naturale di vibrazione del terreno (T_0), questo fenomeno è detto di risonanza. Quando gli edifici soprastanti hanno periodo di vibrazione principale (T_1) simile a quello del terreno, si può generare il fenomeno della doppia risonanza.

Un evento sismico può indurre oltre a fenomeni di amplificazione sismica locale, effetti collaterali d'instabilità (**fenomeni cosismici**) quali: **frane, crolli e liquefazioni**.

6.2. ANALISI DI PRIMO LIVELLO

Come detto al capitolo precedente la metodologia regionale prevede tre livelli di studio a crescente grado di approfondimento, si passa rispettivamente dal 1° livello, dove ci si limita all'individuazione delle aree potenzialmente sensibili dal punto di vista sismico, al 2° e 3° livello, dove viene effettuata una valutazione dell'effetto di amplificazione sismica (risposta sismica locale) in corrispondenza delle aree sensibili individuate con il primo livello d'indagine. La valutazione del

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

fattore di amplificazione riferita al piano campagna e legata ad **effetti topografici-morfologici e stratigrafici**. La determinazione del f.a. con le analisi di secondo livello, è di tipo **semi-quantitativo** mentre è di tipo **quantitativo** con quelle di terzo livello (fase progettuale edificatoria).

6.2.1. Metodologia analisi verifiche di primo livello

La **verifica di 1° livello** consiste nell'esaminare dal punto di vista geo-litologico, geomorfologico e geotecnico il territorio comunale, consultando la cartografia e la documentazione bibliografica disponibile. Lo scopo è quello di accertare l'esistenza o meno di scenari come quelli riassunti nella sottostante tabella allegata alla normativa regionale ed attribuire tali scenari di pericolosità sismica alle zone omogenee individuate, sia che si tratti di zone potenzialmente soggette a fenomeni d'instabilità o che si tratti di zone soggette a possibili fenomeni di amplificazione sismica locale.

<i>Sigla</i>	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite – arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali
----	---	-----------------------------

Tabella n.11 Scenari di pericolosità sismica locale tratti dalla normativa regionale

Per ogni scenario di pericolosità sismica locale così individuato la normativa regionale prevede la sua ubicazione e la delimitazione sulla carta della pericolosità sismica locale (Tavola di PSL, vedi **tavola n.7** estesa a tutto il territorio comunale), e il confronto con la **Carta di Fattibilità Geologica delle Azioni di Piano (tavola n.11)** allegata al presente studio.

La carta della pericolosità sismica locale rappresenta il punto di partenza attuale per le analisi di livello superiore.

Il riconoscimento degli scenari consente di definire per ogni area omogenea identificata, la relativa classe di pericolosità e la necessità o meno dell'effettuazione del successivo livello d'indagine (vedi tabella n.12.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

<i>Sigla</i>	SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	<i>CLASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Classe H2
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	Classe H2-Livello 3 di approfondimento
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili ecc.)	Classe H2-Livello 3 di approfondimento
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Classe H2-Livello 3 di approfondimento
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, etc..)	Classe H2-Livello 2 di approfondimento
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	Classe H2-Livello 2 di approfondimento
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	Classe H2-Livello 3 di approfondimento

Tabella n.12 Classi di pericolosità relative agli scenari di pericolosità sismica locale.

6.2.2. Risultati analisi verifiche di primo livello

Come detto sopra la **Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL)** del comune di Ugnano, prodotta in scala 1:5000 (**tavola n.7**), individua e delimita le zone omogenee che possono essere sede di fenomeni d'instabilità o soggette ad effetti di amplificazione sismica per i quali si rende

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

necessaria la verifica di secondo e/o di terzo livello.

Il territorio comunale è pianeggiante, non sono state individuate estese aree ove sono presenti terreni di riporto ed è privo di scarpate con altezza maggiore di 10 metri pertanto gli scenari presi in considerazione risultano essere esclusivamente:

- **Zone Z2b:** relativamente al fenomeno della liquefazione si riprende quanto riportato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni D.M. 17/01/2018 al “Capitolo 7.11.3.4.2 *Esclusione della verifica a liquefazione*”.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) **minori di 0,1g**;
2. profondità media stagionale della falda **superiore a 15 m** dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cin} > 180$, dove: $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata con prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cin} è il valore della resistenza determinata con prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1.(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in figura 7.11.1.(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

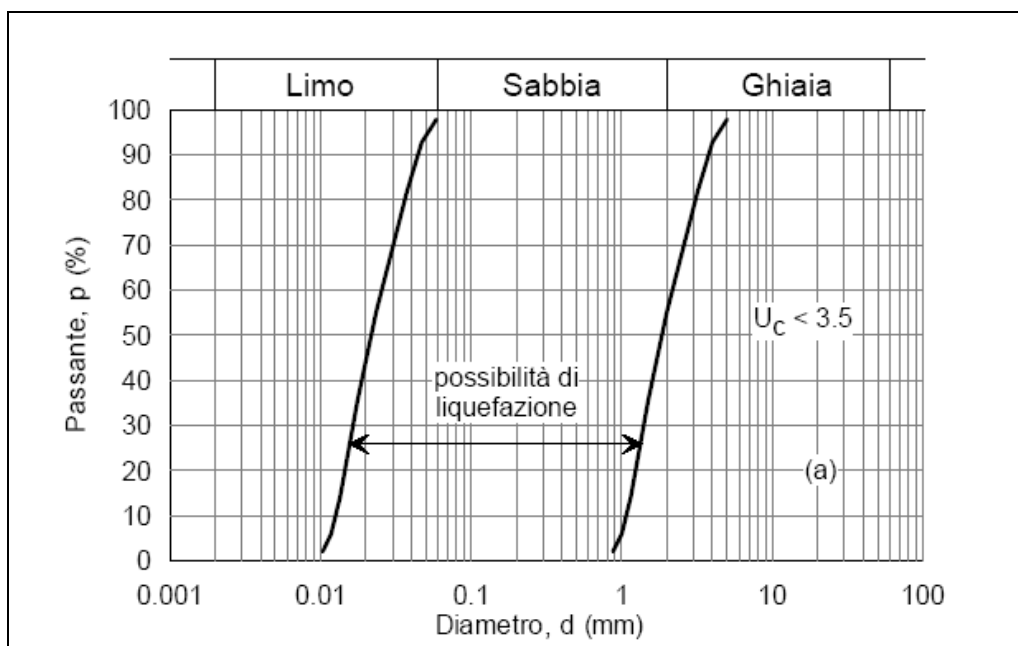


Figura n.26 - 7.11.1.(a)

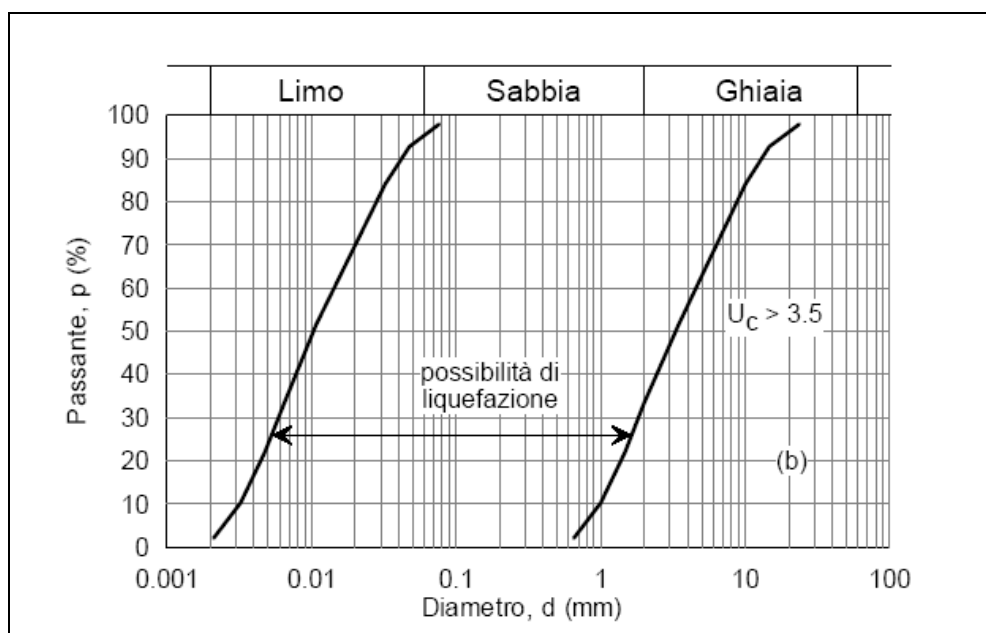


Figura n.27 - 7.11.1.(b)

Se si esclude il fattore legato alle caratteristiche di **magnitudo e di durata del sisma**, quando la **condizione n.1 non risulti soddisfatta**, le indagini geotecniche/laboratorio devono essere finalizzate alla determinazione almeno dei parametri necessari per la verifica delle **condizioni n.2, 3 e 4**.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Quando ad esempio nessuna delle condizioni sopra esposte risulti soddisfatta e il terreno di fondazione comprenda strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sature, occorre valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione dei terreni potenzialmente liquefacibili presenti nel sottosuolo.

Salvo utilizzare procedure di analisi avanzata, la verifica può essere effettuata con metodologie di tipo storico-empirico in cui il coefficiente di sicurezza viene definito dal rapporto tra la resistenza disponibile alla liquefazione e sollecitazione indotta dal terremoto di progetto.

La resistenza alla liquefazione può essere valutata sulla base dei risultati di prove in sito o di prove cicliche di laboratorio. La sollecitazione indotta dall'azione sismica è stimata attraverso la conoscenza dell'accelerazione massima attesa alla profondità d'interesse.

L'adeguatezza del margine di sicurezza nei confronti della liquefazione deve essere valutata e motivata dal progettista.

Per quanto riguarda la condizione 2 essa è soddisfatta per la parte settentrionale del territorio a monte dell'abitato dove la superficie freatica è situata generalmente ad una profondità superiore ai 15 metri.

Per la porzione centrale del territorio, salvo casi particolari, oltre ad una buona resistenza penetrometrica, utilizzando i dati bibliografici ed in particolare le curve granulometriche di terreni campionati a diversa profondità durante la campagna d'indagine condotta dall'Amm. Provinciale, si vede come tali curve generalmente fuoriescono dal fuso della figura 7.11.1.(b) per il caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$ (**condizione 4**).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

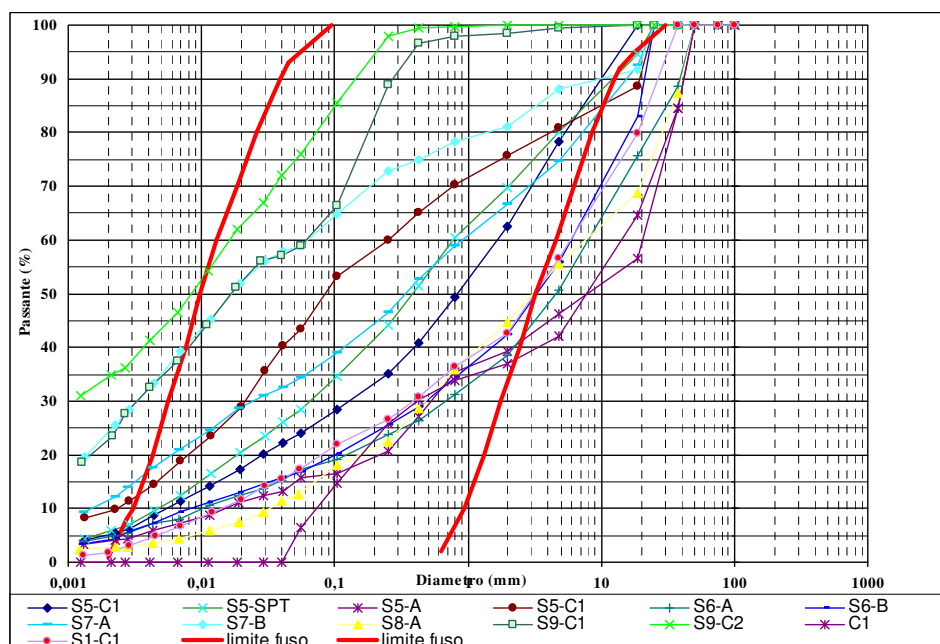


Figura n.28 Curve granulometrie dei terreni di Urgnano confrontate con il fuso granulometrico con $U_c > 3,5$

Cio' non è vero nel settore di territorio che si estende dall'abitato verso sud e delimitato sulle tavole PSL (tavola n.7) e Classe di PSL (tavola n.8) ove, chiaramente la soggiacenza è inferiore a 15 metri e la resistenza penetrometrica talora è bassa fino a profondità elevate. A **sfavore** comunque dell'innesco di tale fenomeno, gioca un ruolo essenziale, l'assenza pressoché totale, nei primi 15 metri, di spessi ed estesi livelli sabbiosi; anche se presenti comunque, tali livelli si troverebbero confinati all'interno di orizzonti permeabili capaci di consentire il rapido drenaggio dell'orizzonte potenzialmente liquefacibile ed impedire così la generazione delle sovrappressioni neutre responsabili dell'innesco del fenomeno durante uno scuotimento sismico.

Si ritiene comunque che in tale porzione di territorio sia necessario effettuare le verifiche previste dalla normativa nazionale (NTC 2018).

Zone Z4a: tutto il territorio comunale ricade in questo scenario per la costante presenza di depositi superficiali sciolti di origine alluvionale prevalentemente granulari. All'interno del territorio comunale si possono riconoscere **tre “sottozone tipo”** diverse tra loro per quanto riguarda le prevalenti caratteristiche granulometriche che caratterizzano i terreni superficiali

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

(compresi tra il p.c. e i primi 3-5 metri). La distribuzione areale di tali sottozone è riportata sulle tavole n.7 e n.8:

- **Zona a prevalente componente ghiaioso-limosa:**

Nella porzione settentrionale/centrale del comune, nei primi metri a partire dal p.c. prevale la frazione sabbiosa sulla frazione ghiaiosa o su quella coesiva limoso-argillosa. Si tratta più comunemente di sabbie limose associate a ghiaie medio-fini; al di sotto di queste prevalgono le ghiaie e sabbie addensate;

- **Zona a prevalente componente sabbiosa:**

In quest'area prevale la componente sabbiosa con minor grado di addensamento. La dimensione media dei depositi si riduce e si aggiunge la presenza della superficie freatica a ridotta profondità. Presenza di piccole lenti di sabbie/sabbie limose;

- **Zona a prevalente componente ghiaioso-sabbiosa:**

In corrispondenza della zona più orientale sono presenti i depositi fluviali più recenti soggetti da minor tempo ai processi di alterazione pedogenetici e anche a possibili fenomeni di ringiovanimento legati ad eventi alluvionali del Serio.

Per le aree a pericolosità sismica locale (PSL) tipo Z4 interferenti con l'urbanizzato e/o con aree di prevista espansione urbanistica, si è proceduto come indicato dalla normativa regionale (vedi Allegato 5), ad effettuare indagini simiche e condurre analisi di secondo livello.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

6.3 VERIFICHE DI SECONDO LIVELLO

6.3.1. Metodologia di analisi delle verifiche di secondo livello

La procedura utilizzata è quella messa a punto dalla Regione Lombardia e fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Occorre premettere che gli approfondimenti di 2° e 3° livello **non devono essere effettuati** in quelle aree che per situazione geologica, geomorfologica ed ambientale, o perché sottoposte a particolare vincolo normativo, siano già state considerate inedificabili (ad esempio che ricadono in **classe di fattibilità 4**).

Inoltre per le aree classificate a pericolosità sismica locale (PSL) Z1, Z2 e Z5 non è prevista l'analisi di 2° livello ma si devono effettuare direttamente analisi di 3° livello da attuarsi in fase progettuale.

Per la stima dei fattori di amplificazione (F.a.) legati agli effetti locali di tipo **morfologico** e **litologico**, si devono utilizzare le schede tipo più appropriate ai terreni presenti in loco tra quelle predisposte dal Politecnico di Milano (**vedi Allegato 5** della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011):

- scheda effetti morfologici – Scarpate – Scenario Z3a;
- scheda effetti morfologici – Creste – Scenario Z3b;
- scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Ghiaiosa;
- scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Sabbiosa;
- scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Limoso-Sabbiosa Tipo 1 e Tipo 2;
- scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Limoso-Argillosa Tipo 1 e Tipo 2;

Per il caso di Ugnano, che presenta territorio pianeggiante privo di scarpate morfologiche o rilievi, le schede utilizzate sono esclusivamente quelle che riguardano gli effetti litologici.

Per individuare la “scheda effetti litologici” più adatta ai terreni presenti, è necessario disporre:

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- delle caratteristiche granulometriche e delle proprietà indice dei terreni presenti nel sottosuolo in esame. Tali caratteristiche devono essere confrontate con quelle indicate nelle schede disponibili ;
- del profilo della velocità delle onde di taglio V_s (m/s) con la profondità z (m) determinato sperimentalmente. Quest'ultimo deve essere sovrapposto e confrontato con il grafico omonimo riportato sulla scheda scelta. Più precisamente occorre verificare che il profilo sperimentale cada nel **campo di validità** delimitato dalla curva di riferimento V_s/z riportata sulla scheda scelta, per valori di V_s inferiori a 600-800 m/s;

Per quanto riguarda l'utilizzo di una scheda litologia piuttosto che di un'altra, una volta individuata la granulometria prevalente dei depositi, la scelta va effettuata sulla base della rispondenza dell'andamento dei valori di velocità delle onde di taglio (V_s in m/s) in funzione della profondità. L'adeguatezza della scheda è accertata solamente se il profilo sperimentale di V_s/z si mantiene nella parte superiore del grafico (nel **campo di validità** applicativa della curva teorica) per la litologia in esame.

Per quanto riguarda le caratteristiche granulometriche dei terreni presenti nel territorio comunale, sulla base delle indagini di classificazione effettuate in passato, si deve far riferimento essenzialmente alle schede:

- **scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Ghiaiosa;**
- **scheda effetti litologici – Scenario Z4a - Litologia Sabbiosa**

Secondo quanto previsto dalla normativa regionale per i comuni ricadenti in zona 3, le verifiche di 2° livello sono obbligatorie, in fase pianificatoria, nelle zone a PSL **Z3 e Z4** per tutti gli edifici.

La verifica di secondo livello consente, attraverso l'utilizzo delle schede sopracitate, una valutazione semiquantitativa del valore di amplificazione sismica atteso in corrispondenza del sito sottoposto a verifica (Z3 e Z4).

Il valore del fattore di amplificazione (**F.a.**) determinato mediante l'uso delle schede citate, incrementato di una cifra decimale (**+0,1**) in relazione al grado d'incertezza legato all'impiego di un metodo semplificato, viene confrontato con il **Valore di Soglia (S)** fornito dalla Regione Lombardia e calcolato dal Politecnico di Milano per ogni comune; ciò consente di poter valutare il grado di protezione che viene ottenuto utilizzando i parametri dello spettro forniti per la categoria di sottosuolo di appartenenza dalla normativa nazionale per la zona sismica in questione.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Il valore di soglia, per tutte le “**Categorie di Sottosuolo**” stabilite dalla normativa nazionale, è fornito nell'Allegato 5 della normativa regionale per i due intervalli dei periodi di oscillazione che caratterizzano le tipologie edilizie più diffuse presenti in Lombardia ($0,1 \leq T \leq 0,5$ sec e $0,5 \leq T \leq 1,5$ sec) è riportato in **tabella n.8**.

Il **valore di soglia (S)** rappresenta il numero limite oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficientemente cautelativo nei riguardi dell'amplificazione sismica realmente presente nel sito di studio.

Si possono presentare due situazioni:

- il valore di Fa determinato tramite scheda, risulta **inferiore** al valore di soglia corrispondente per la categoria di sottosuolo in questione, lo spettro di normativa è da considerarsi sufficientemente cautelativo e tale da poter comprendere gli effetti di amplificazione sismica locale.

Si applica quindi lo spettro previsto dalle norme sulle costruzioni per la categoria di sottosuolo individuato e si attribuisce all'area **Classe di pericolosità sismica H1**;

- il valore di Fa determinato risulta **superiore** al valore di soglia corrispondente per la categoria di sottosuolo in questione, lo spettro di normativa è da considerarsi insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale, quindi in fase di progettazione edilizia è necessario effettuare o analisi più approfondite di 3° livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro della norma (normativa nazionale) caratteristico della categoria di sottosuolo più scadente.

Alla zona viene quindi attribuita la **Classe di pericolosità sismica H2**.

Lo spettro di norma da utilizzare dovrà essere individuato scegliendo tra le seguenti possibilità:

- anziché lo spettro di **Categoria di Sottosuolo B** determinato sperimentalmente, si utilizzerà quello della categoria di sottosuolo inferiore, la **Categoria C**, solo se il valore di Soglia risulti superiore al valore del F.a. sperimentale. Nel caso vi sia ancora il supero del valore di soglia, si adotterà i parametri dello spettro della **Categoria di Sottosuolo D**;
- anziché lo spettro della **Categoria di Sottosuolo C** determinato sperimentalmente, in caso del supero del valore di Soglia si utilizzerà quello della **Categoria di Sottosuolo D**;
- anziché lo spettro della **Categoria di Sottosuolo E** determinato sperimentalmente, in caso del supero del valore di Soglia si utilizzerà quello della **Categoria di Sottosuolo D**.

Al termine della fase di analisi di secondo livello, in relazione ai risultati ottenuti dalle verifiche, nei siti campione, scelti fra quelli individuati sulla Carta di Pericolosità Sismica Locale (**tavola n.7**), viene attribuito il grado di pericolosità sismica (cfr. **tabella n.12**) e per la zona indagata viene

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

individuata la relativa **Classe di Pericolosità Sismica** sulla **tavola n.8**.

In carta infatti si distingue tra i casi ove è avvenuto il supero del valore di soglia per la categoria di sottosuolo di appartenenza (**indicati in rosso**) e quelli ove non si è verificato (**indicati in verde**), rispettivamente per i due intervalli di periodo di vibrazione considerati.

Per intervalli del periodo di oscillazione diversi da quelli considerati dal metodo di valutazione regionale, sono necessarie indagini più specifiche.

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

SCHEDA EFFETTI LITOLOGICI – SCENARIO Z4a – LITOLOGIA GHIAIOSA

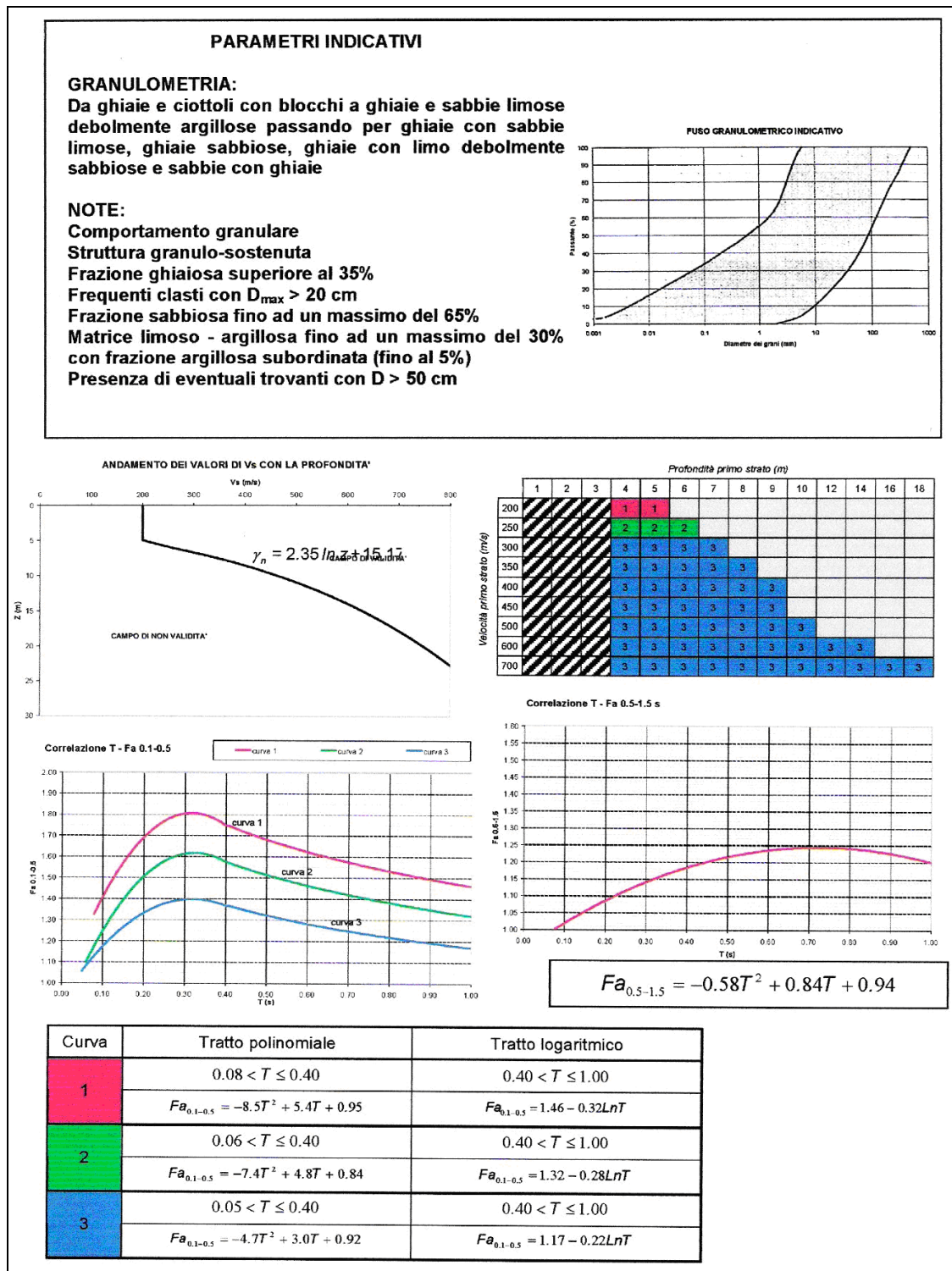


Figura n.29 Scheda litologia ghiaiosa

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

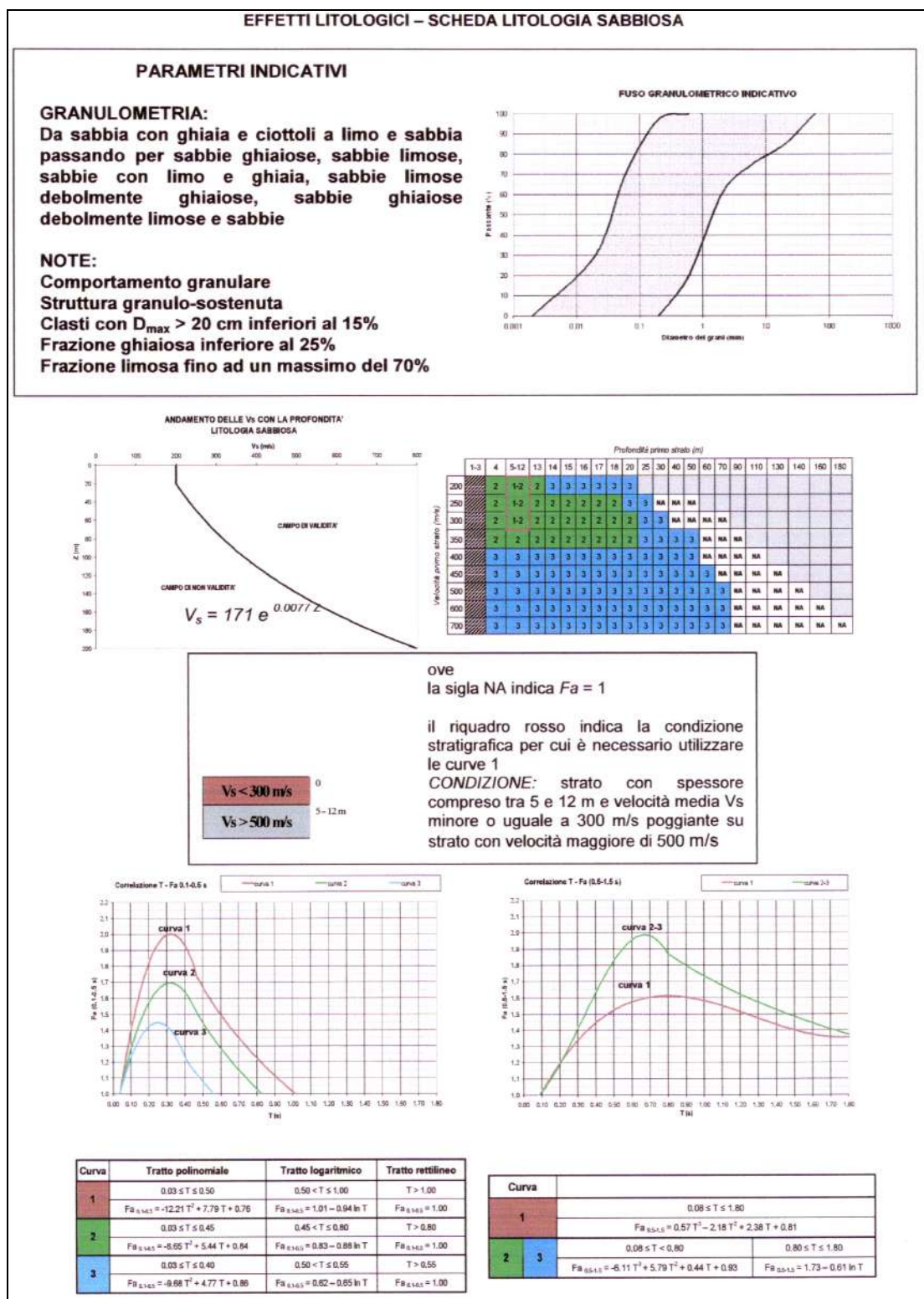


Figura n.30 Scheda litologia sabbiosa

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

6.3.2. Risultati analisi verifiche di secondo livello

6.3.2.1. Indagini geofisiche

In accordo con l'Ufficio Tecnico comunale nel 2008 sono stati individuati in corrispondenza del territorio comunale **tre siti** ove effettuare indagini geofisiche di tipo indiretto. Lo scopo delle indagini era quello di poter effettuare verifiche di secondo livello secondo quanto previsto dalla normativa regionale. La normativa richiede la conoscenza dell'andamento del valore della velocità delle onde di taglio nel sottosuolo (V_s) sino al raggiungimento, per quanto possibile, del bedrock sismico (terreni/rocce con $V_s \geq 800$ m/s).

L'ubicazione dei siti d'indagine è stata condizionata dall'attuale sviluppo dell'edificato e considerando le aree di prossima possibile espansione urbanistica.

I siti d'indagine sono stati localizzati sulla carta di Pericolosità Sismica Locale (**tavola 7**).

Per ognuna delle aree investigate sono state effettuate indagini indirette sia di tipo passivo (metodo dei Microtremori) che di tipo attivo (metodo MASW - Multi Channel Analysis Surface Waves).

I due metodi si basano sulla registrazione e l'analisi della propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh) e l'analisi del fenomeno della dispersione delle stesse negli strati di terreno sovrapposti e supposti a spessore costante oltre che estesi lateralmente all'infinito.

Il metodo dei Microtremori sfrutta il rumore "naturale" di fondo registrabile da una catena di geofoni, viceversa, il metodo MASW registra le vibrazioni indotte artificialmente da una sorgente "attiva" rappresentata da una massa battente o da un fucile sismico posti in corrispondenza delle estremità della catena di geofoni verticali.

I due metodi, grazie all'impiego di un software dedicato, vengono utilizzati congiuntamente incrementando così l'affidabilità del modello interpretativo finale del sottosuolo.

Le registrazioni in campo consentono di calcolare l'andamento delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza ($V(\text{fase})/\text{frequenza}$) successivamente, attraverso un'elaborazione per "step", si ricava l'andamento delle velocità delle onde di taglio con la profondità a partire dalla superficie.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Il modello d'interpretazione si basa sul presupposto teorico ideale della presenza nel sottosuolo di strati orizzontali continui e sovrapposti di spessore costante.

Il risultato al quale si giunge è rappresentato da un profilo verticale dell'andamento medio del valore della velocità delle onde di taglio in funzione della profondità; il profilo è localizzabile all'incirca nella zona centrale della linea sismica.

Il modello teorico che si può ottenere non è univoco, è quindi necessario confrontarlo e tararlo con le conoscenze geologiche del sito (ad esempio: sondaggi meccanici o prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi, down hole, indagini a rifrazione, etc..) onde poter passare all'identificazione di un modello reale definitivo.

6.3.2.2. Modalità esecutive indagini e risultati

La registrazione delle onde di superficie avviene con l'impiego di una classica strumentazione per l'effettuazione di indagini sismiche a rifrazione; viene utilizzato preferibilmente un sismografo ad elevata dinamica, con geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz).

Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo GEODE a 24 bits e 24 canali.

Per quanto concerne la configurazione geometrica delle linee sismiche, laddove era disponibile spazio sufficiente, sono state realizzate due catene geofoniche lineari intersecatesi tra loro all'incirca a 90°; per ognuna di esse sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 4 o 5 metri.

Per quanto riguarda il metodo dei Microtremori, per ogni stendimento, sono state effettuate almeno 20 registrazioni, mentre per il metodo MASW sono state effettuate 2-3 registrazioni per ognuno dei punti di scoppio situati esternamente alle due estremità della linea.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati con un software dedicato che ha reso possibile la ricostruzione, per ogni sito, di un profilo di Vs/profondità sufficientemente attendibile.

L'**Allegato n.1** riporta i risultati sperimentali relativi ai tre siti d'indagine che hanno consentito di condurre le verifiche di 2° livello.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

6.3.3. Verifica di secondo livello - effetti litologici

Per poter procedere alla verifica di secondo livello, relativamente ai soli aspetti legati alla litologia, in relazione a quanto indicato nella procedura regionale di tipo semplificato, si è proceduto:

- ad acquisire tutte le informazioni disponibili di carattere stratigrafico disponibili, quali stratigrafie di sondaggi e pozzi della zona;
- ad acquisire i risultati delle indagini geognostiche effettuate in zona;
- a recuperare le analisi di laboratorio effettuate su campioni di terreno prelevati in zona;
- ad effettuare indagini sismiche in **3 siti campione** di tipo indiretto sia di tipo attivo (MASW) che di tipo passivo (Microtremori) ubicate in corrispondenza dell'area edificata o di possibile futura espansione urbanistica.

Per quanto riguarda l'ubicazione dei siti campione occorre premettere che la loro localizzazione sul territorio comunale è stata puntualizzata, in accordo con l'Ufficio Tecnico Comunale, sulla base dell'analisi delle diverse situazioni geologico-stratigrafico riconosciute come rappresentative della situazione locale.

In corrispondenza del territorio comunale, si distinguono infatti:

- un **settore Settentrionale** ed uno **Orientale**, simili tra loro, caratterizzati entrambi dalla presenza di un sottosuolo costituito prevalentemente da terreni incoerenti ghiaioso-sabbiosi prima addensati, poi cementati (Ceppo) che si estendono almeno sino ad una profondità di circa 50-80 metri dal p.c.. Più in profondità i litotipi cementati vengono progressivamente sostituiti da intercalazioni limoso-argillose con livelli di torba che oltre i 100-140 metri diventano via via più importanti in termini di spessore, sino alle profondità massime indagate (250 metri);
- un **settore Meridionale a partire dal bordo meridionale del capoluogo** caratterizzato dalla presenza di un sottosuolo costituito, da terreni incoerenti ghiaioso-sabbiosi poco addensati fino alla profondità di 6-8 metri che passano ad orizzonti cementati più in profondità (Ceppo) con intercalazioni limo-argillose. Più in profondità i limi argillosi appaiono via via aumentare sino a prevalere, in termini di spessore, sui livelli conglomeratici sino alla profondità massima indagata (250 metri);

I dati sismici acquisiti sinora hanno consentito di avere informazioni sufficienti per poter attribuire la categoria di sottosuolo ai terreni indagati ($V_{s_{equiv}}$). Essi sono inquadrabili nelle seguenti

Categorie di Sottosuolo ai sensi delle NTC 2018:

- Sito A Categoria sperim. sottosuolo **B**;

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

- Sito B Categoria sperim. sottosuolo **B**;
- Sito C Categoria sperim. sottosuolo **B**.

Correlando le informazioni bibliografiche di tipo geotecnico acquisite è stato possibile ricostruire i **3 schemi geotecnico-stratigrafici semplificati** relativi ai siti d'indagine geofisica.

Successivamente ad ogni modello stratigrafico-geotecnico interpretativo è stato associato, in relazione ai dati acquisiti con le indagini sismiche, un modello geofisico (litologia/velocità onde di taglio/profondità) di cui gli elementi salienti sono riportati in allegato.

Settore Settentrionale – Sito A (Campus scolastico)

UNITA'	profondità m	litologia prevalente Sito A	Nspt	Peso volume t/mc	Dr%	ϕ °	Cu kg/cmq	E' kg/cmq	Eed kg/cmq	Vs m/s
1	0 - 20/35	ghiaie e sabbie, sabbie con ghiaie limose oltre i 16 metri sottili intercalazioni di limi sabbiosi debil. argillosi	15-70/ 4-15	1,8 - 2,1	30-90/ 15-30	32-43/ 25-31	0/ 0,15-0,8	150-350/ 20-70	25-80	300-700
2	20/35 - 50/80	ghiaie cementate con rare intercalazioni metriche di limi sabbiosi argillosi	50 - rifiuto	2,1	>60	>35		>400		700-1000
3	oltre 50/80	limi con argilla sabbioso, limi argilloso ghiaiosi con intercalati livelli di ghiaie cementate/ghiaie in rapporto di spessore 3:1								?

Settore Meridionale e Capoluogo – Sito B (area industriale)

UNITA'	profondità m	litologia prevalente Sito B	Nspt	Peso volume t/mc	Dr%	ϕ °	Cu kg/cmq	E' kg/cmq	Eed kg/cmq	Vs m/s
1	0 - 8/20	ghiaie e sabbie, sabbie con ghiaie limose con sottili intercalazioni di limi sabbiosi debil. argillosi	10-40/ 2-10	1,8	30-60/ 20-29	31-36/ 25-30	0/ 0,1-0,7	150-250/ 20-130	20-60	200-600
2	8/20 - 25/45	ghiaie cementate con intercalazioni metriche di limi sabbiosi argillosi	50 - rifiuto /	2,1	>60	>35		>400		600-880
3	oltre 25/45	limi con argilla sabbioso, limi argilloso ghiaiosi con intercalati livelli di ghiaie cementate/ghiaie in rapporto di spessore 2:1 e graduale incremento a favore dei limi								?

Settore Orientale – Sito C (frazione Basella)

UNITA'	profondità m	litologia prevalente Sito C	Nspt	Peso volume t/mc	Dr%	ϕ °	Cu kg/cmq	E' kg/cmq	Eed kg/cmq	Vs m/s
1	0 - 20/35	ghiaie e sabbie, sabbie con ghiaie limose oltre i 16 metri sottili intercalazioni di limi sabbiosi debil. argillosi	25-35 (rifiuto) / 4-15	1,8-2,1	50-70/ 15-30	30-43/ 25-31	0 - 2,5/ 0,15-0,8	170-400/ 20-70	25-80	250-600
2	20/35 - 50/80	ghiaie cementate con rare intercalazioni metriche di limi sabbiosi argillosi	50 - rifiuto /	2,1	>60	>35		>400		600-1000
3	oltre 50/80	limi con argilla sabbioso, limi argilloso ghiaiosi con intercalati livelli di ghiaie cementate/ghiaie in rapporto di spessore 3:1								?

Tabelle n.12 Proprietà meccaniche dei terreni individuati.

Per ogni sito è stato calcolato il valore del periodo fondamentale di risonanza del terreno (**To**) (vedi formula [2] riportata nell'**Allegato 2**) partendo dal valore di velocità delle onde di taglio e di spessore di ciascun strato individuato dal modello geofisico ricostruito.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Punto di verifica	Periodo di vibrazione fondamentale (To)
Zona A - campus scolastico	0,17 sec
Zona B - zona industriale sud	0,22 sec
Zona C - frazione Basella	0,343 sec

Tabella n.13 Valori del periodo di vibrazione fondamentale (To) calcolato per i siti campione.

Il valore del fattore di amplificazione è stato valutato (con **T=475 anni**), relativamente a due range di periodi fondamentali di oscillazione tipici delle tipologie edilizie più frequenti in Lombardia (**$0,1 \leq T \leq 0,5$ sec e $0,5 \leq T \leq 1,5$ sec (cfr. tabella n.8)**).

In relazione ai dati bibliografici resisi disponibili tra cui: le caratteristiche stratigrafiche dei terreni nei siti di indagine, delle loro caratteristiche granulometriche e proprietà indice, dell'andamento della velocità delle onde di taglio con la profondità e dello spessore del primo strato significativo a partire dalla superficie, è stato possibile valutare mediante le “**schede effetti litologici**” il valore di Fa che caratterizza tali sequenze.

Di seguito si riporta il valore del fattore di amplificazione stimato con l'impiego delle schede litologia:

Punto di verifica		0,1-0,5 sec			0,5-1,5 sec	
		Fa da scheda	Valore di Soglia (S)		Fa da scheda	Valore di Soglia (S)
Zona A		1,29+0,1	1,5		1,07+0,1	1,7
Zona B		1,62+0,1	1,5		1,24+0,1	1,7
Zona C		1,69+0,1	1,5		1,52+0,1	1,7

Tabella n.14 Confronto tra i Valori di Soglia riferiti alla categoria di sottosuolo B (NTC2018) di appartenenza (Regione Lombardia-vedi tabella n.1) e quelli ottenuti attraverso l'uso delle schede effetti litologici. **In rosso** i superiori del valore di soglia

E' quindi possibile valutare l'effettivo grado di protezione offerto dall'applicazione dei parametri di norma per la **Categoria di Sottosuolo B** attraverso la verifica della condizione **F.a.+0,1 < S (Valore di Soglia)** valutato rispetto allo spettro di normativa fornito per ciascun comune della Lombardia e

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

per ogni categoria di sottosuolo, dal Politecnico di Milano p.c. della Regione Lombardia) come indicato nel paragrafo precedente.

I risultati ottenuti dimostrano che solo per una delle tre zone d'indagine (sito campione) i valori di F.a. stimati con la metodologia regionale risultano inferiori al valore di soglia, conseguentemente solo la **Zona A** ricade in **Classe di pericolosità sismica H₁** sia per il periodo di oscillazione compreso tra 0,1 e 0,5 sec che per quello compreso tra 0,5 e 1,5 sec; conseguentemente viene “**verificata**” l'adeguatezza del grado di protezione offerto dall'applicazione dello spettro di normativa per la tipologia di sottosuolo B.

Per le **Zone B e C**, relativamente al solo intervallo di periodi compreso tra 0,1 e 0,5 sec, il valore di F.a. stimato risulta superiore a quello offerto dalla normativa (**Classe di pericolosità sismica H₂**) per la categoria di sottosuolo B e quindi occorre adottare la **Categoria di sottosuolo C**.

Pertanto nelle nuove aree oggetto di edificazione, a seconda dell'appartenenza ad una o all'altra delle tre zone omogenee, si effettuerà: un'indagine geofisica; una verifica di secondo livello con la normativa regionale e a secondo dei risultati dell'analisi:

- **se non vi è il supero del fattore di soglia** sarà sufficiente l'adozione dei parametri di norma (NTC 2018) per la categoria di sottosuolo di appartenenza;
- **in caso di supero del fattore di soglia** sarà invece necessario effettuare analisi di 3° livello oppure in alternativa adottare i parametri di spettro di normativa relativi alla tipologia di sottosuolo C.

A titolo conoscitivo si allegano anche i risultati delle analisi di secondo livello effettuate in altri due siti per il Piano cimiteriale comunale.

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Zona Cimitero del Capoluogo

Si ha il supero se: ($S < F.a. + 0.1$)	Fa stimato con la scheda litologia ghiaiosa a p.c	S (fattore di soglia per la categoria di sottosuolo B)
Valore fattore di amplificazione.	1,23+0,1 per il periodo di vibrazione struttura compreso tra 0,1÷0,5 sec	1,5
Valore fattore di amplificazione	1,04+0,1 per il periodo di vibrazione struttura compreso tra 0,5÷1,5 sec	1,7

Zona Cimitero frazione Basella

Si ha il supero se: ($S < F.a. + 0.1$)	Fa stimato con la scheda litologia sabbiosa a p.c.	S (fattore di soglia per la categoria di sottosuolo B)
Valore fattore di amplificazione	1,62+0,1 per il periodo di vibrazione struttura compreso tra 0,1÷0,5 sec	1,5
Valore fattore di amplificazione	1,23+0,1 per il periodo di vibrazione struttura compreso tra 0,5÷1,5 sec	1,7

Tabella n.15 Valore del f.a. stimato con l'analisi di secondo livello (in verde i valori di non supero, **in rosso** i superi ed in arancione i valori incerti).

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

7. CARTA PAI - PGRA

Secondo quanto richiesto dalla normativa del Piano Gestione Rischio Alluvione è stata prodotta la carta PAI – PGRA sul database cartografico comunale (2015). La legenda utilizzata è quella riportata nell'**Allegato 5** della d.g.r. 6738 del 19/06/2017 (**Tavola n.12, scala 1:5000**).

Sulla carta PAI – PGRA sono state rappresentate:

- le **fasce fluviali** stabilite dal PAI tracciate lungo il fiume Serio con gli aggiustamenti morfologici eventualmente operati ai sensi dell'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del PAI;
- le **aree potenzialmente allagabili del P.G.R.A:**
 - i limiti riferiti al **reticolo principale (RP)**. Le perimetrazioni delle aree allagabili sono state recepite tali e quali; esse appaiono contenute completamente all'interno delle fasce fluviali;
 - i limiti riferiti al **reticolo secondario di pianura (RSP) - reticolo consortile irriguo (RIB)** sono stati ridefiniti ed estesi in relazione ai risultati dello **studio idrologico-idraulico di dettaglio "Studio Idrologico-Idraulico Roggia Urgnana nei comuni di Urgnano e di Cologno al Serio"** a cura dell'Dott. Ing. Simone Circosta, per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e dei due Comuni di Urgnano e Cologno al Serio che hanno aderito alla convenzione (**dicembre 2024**).

Conseguentemente viene proposto l'aggiornamento della cartografia PAI-PGRA.

Ottobre 2025

Revisione a seguito parere regionale aprile 2026

Dott. Geol. Pedrali Carlo

O.G.L. 860



COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Allegato n. 1

Indagini geofisiche

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

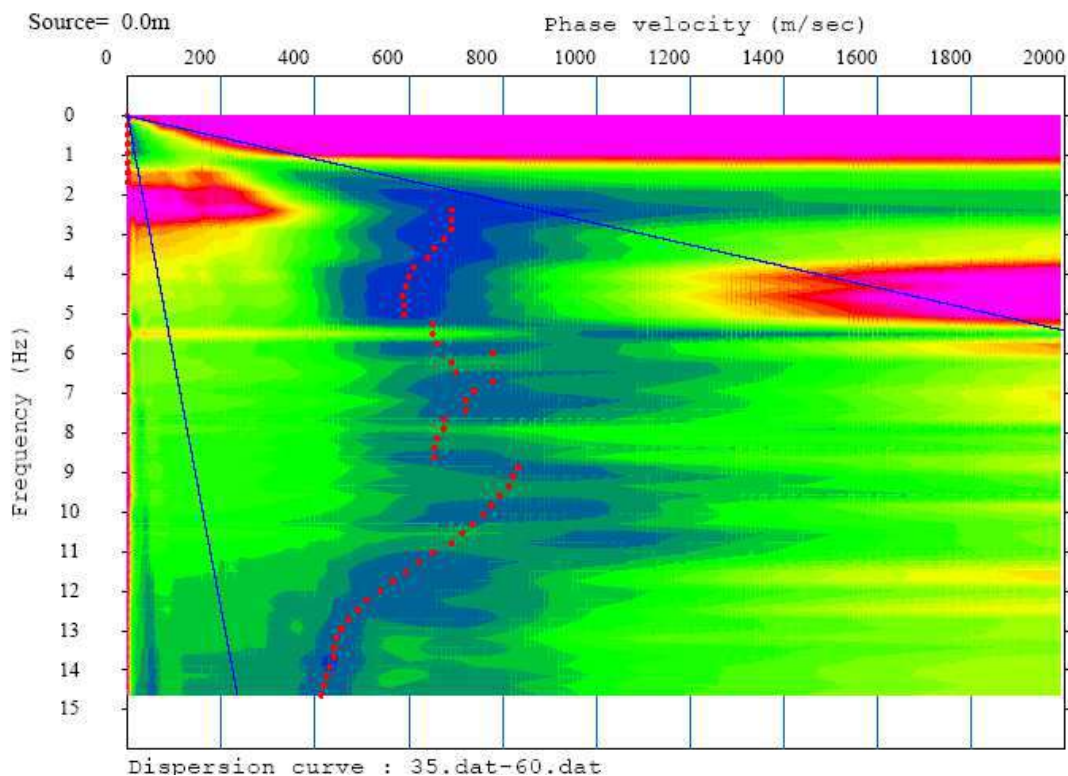
(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Di seguito vengono illustrati i risultati sperimentali relativi ai siti campione che hanno consentito di condurre le verifiche di 2° livello descritte in relazione.

I profili delle onde Vs con la profondità di seguito riportati, sono stati ricavati sovrapponendo i risultati ottenuti dall'utilizzo di entrambe le tecniche d'investigazione (MASW e REMI).

SITO A (Campus Scolastico)

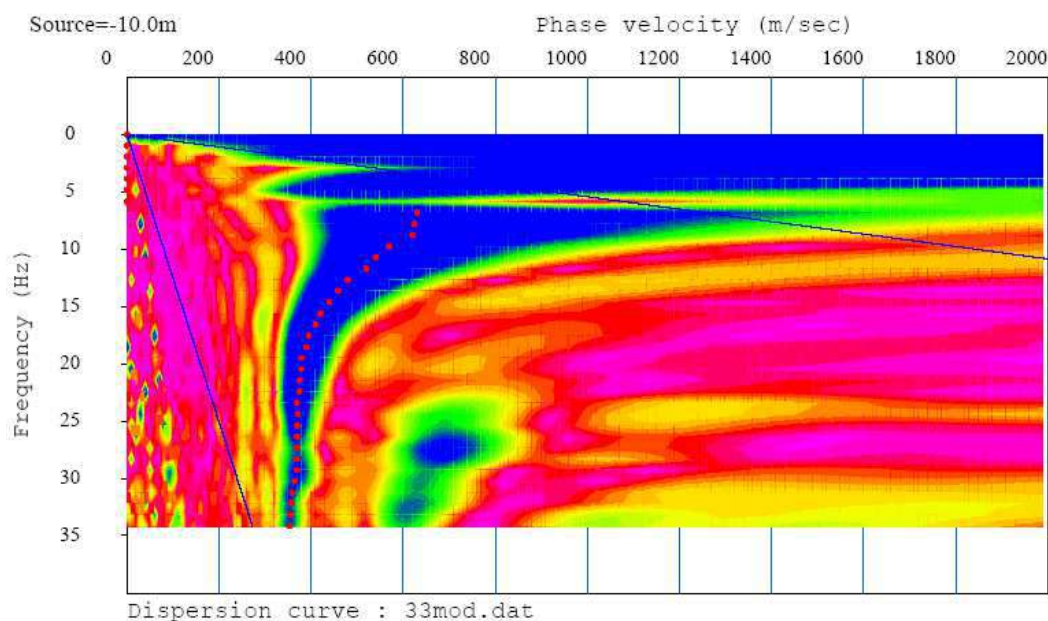


Curva di dispersione REMI

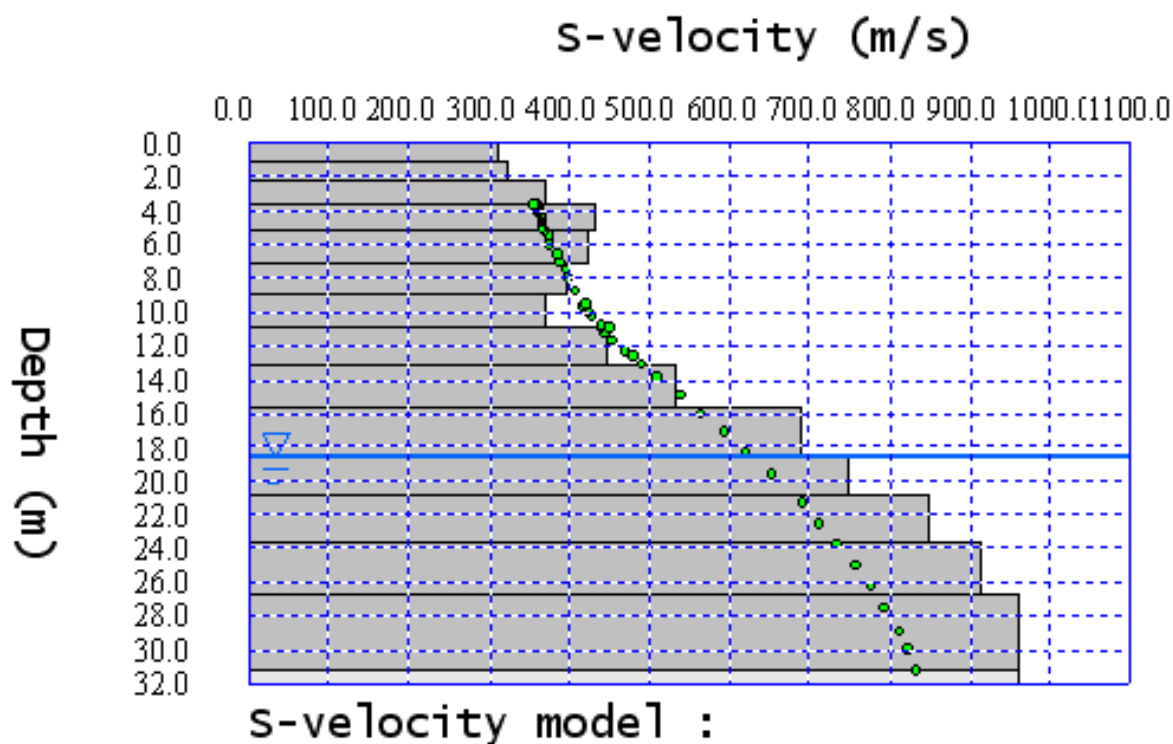
COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Curva di dispersione MASW



Profilo interpretativo più rappresentativo

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

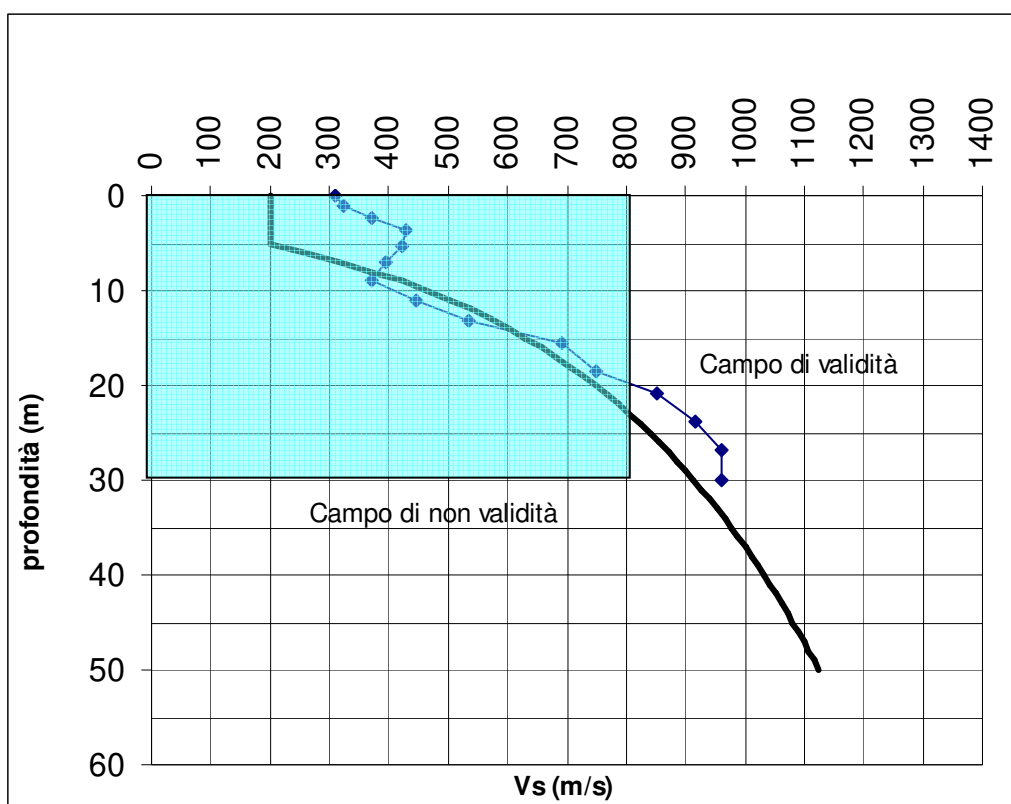
RELAZIONE TECNICA

Profondità sommità strato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
0,00	310,17
1,07	323,66
2,31	370,11
3,71	430,15
5,27	422,28
7,01	394,17
8,90	369,96
10,96	447,60
13,19	533,48
15,58	690,76
18,50	748,21
20,85	850,07
23,74	915,57
26,78	961,70

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

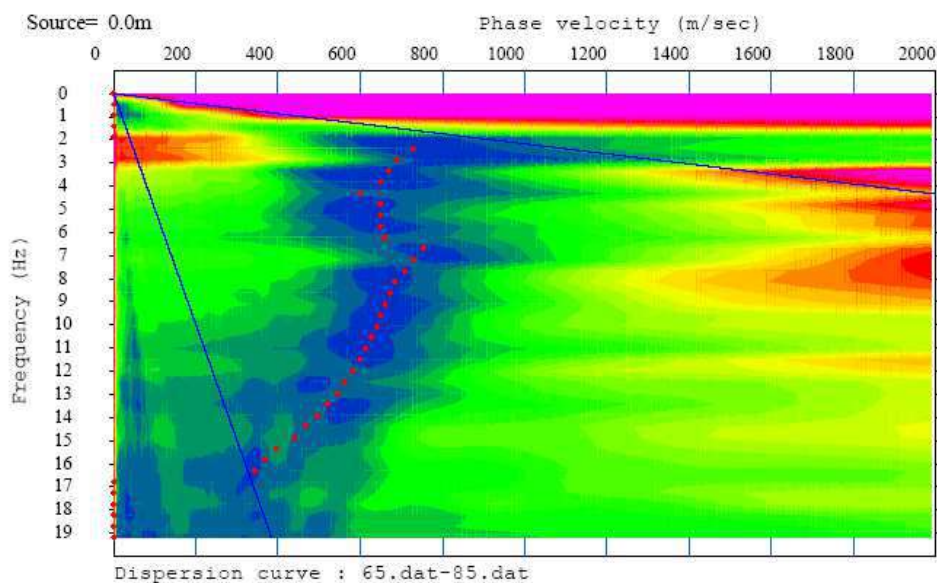


COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

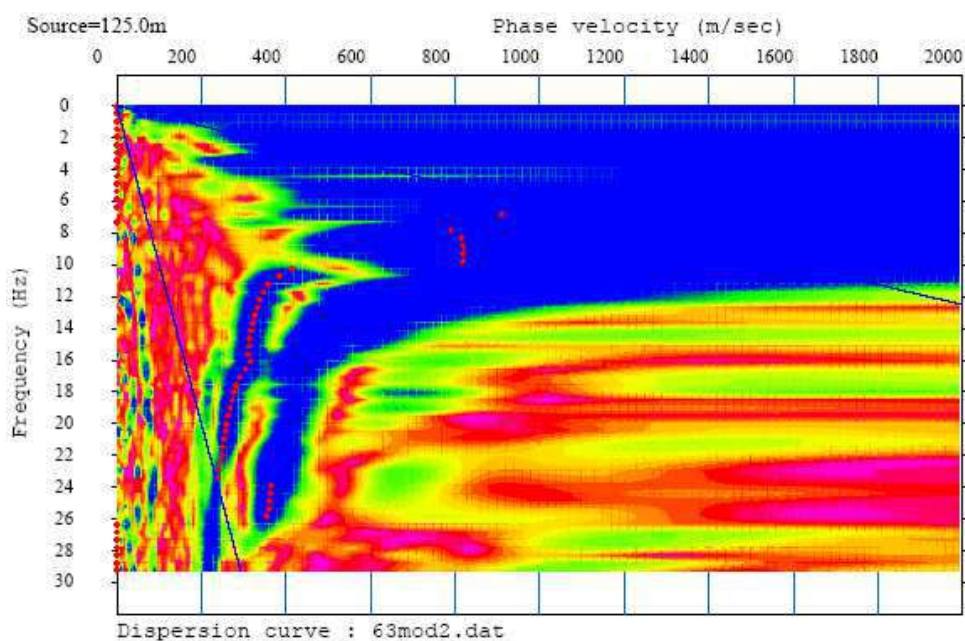
(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

SITO B (area industriale a sud dell'abitato)



Curva di dispersione REMI

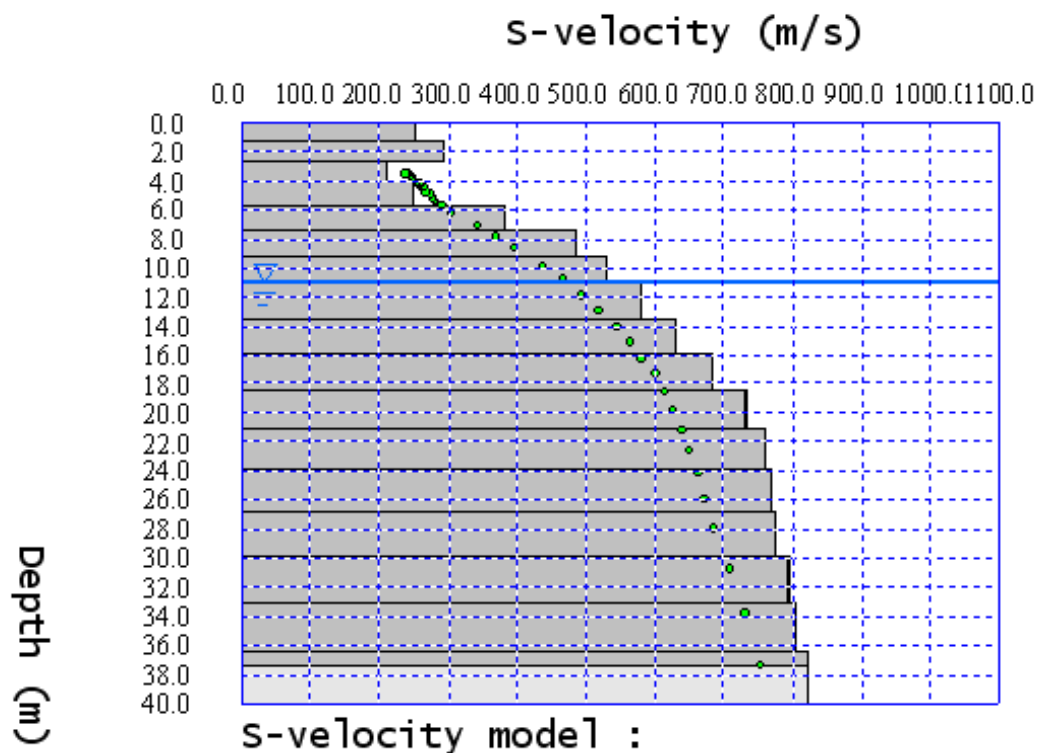


Curva di dispersione MASW

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Profilo interpretativo più rappresentativo

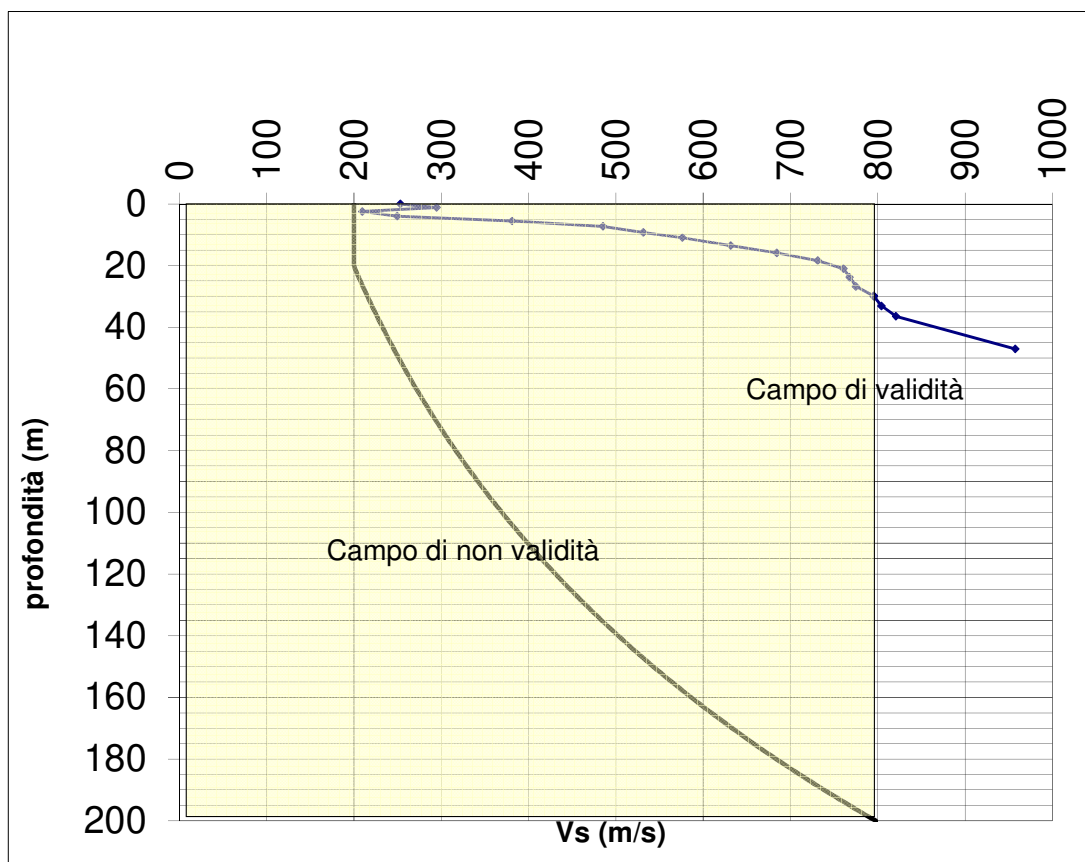
Profondità sommità strato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
0,00	253,28
1,18	294,76
2,50	209,58
3,97	249,51
5,59	381,07
7,35	485,18
9,27	531,54
11,00	576,46
13,53	631,73

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

15,88	684,13
18,38	731,24
21,03	760,55
23,82	767,83
26,76	775,11
29,85	795,49
30,00	795,49
33,09	804,22
36,47	820,96
47,06	957,74

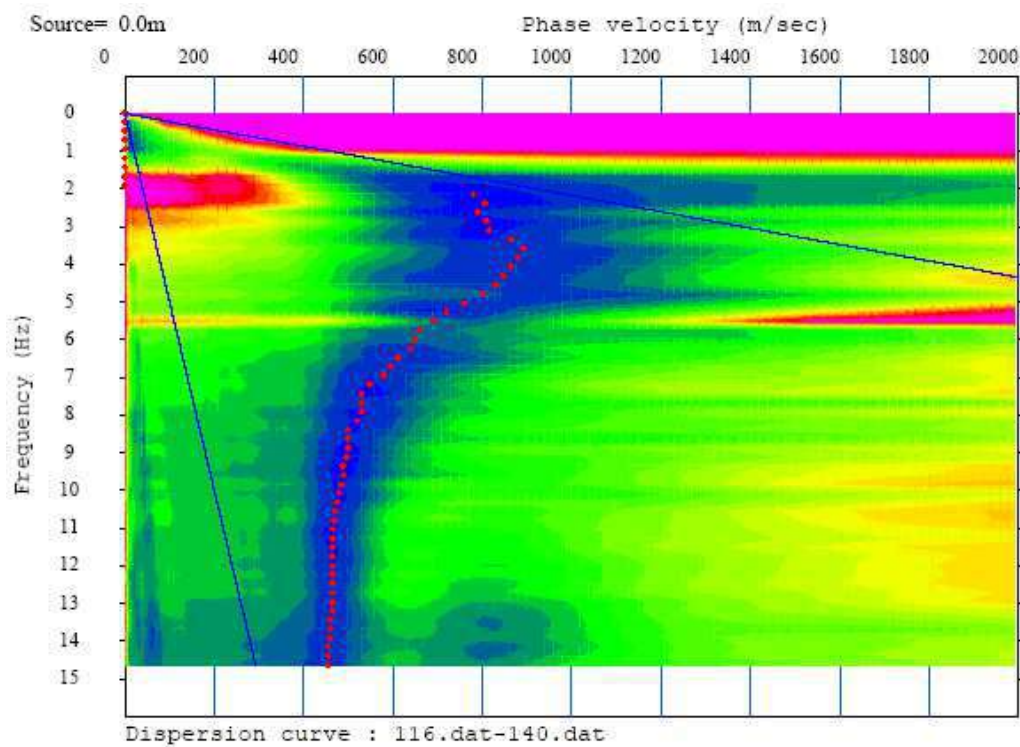


COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

SITO C (frazione Basella Convento Frati Passionisti)

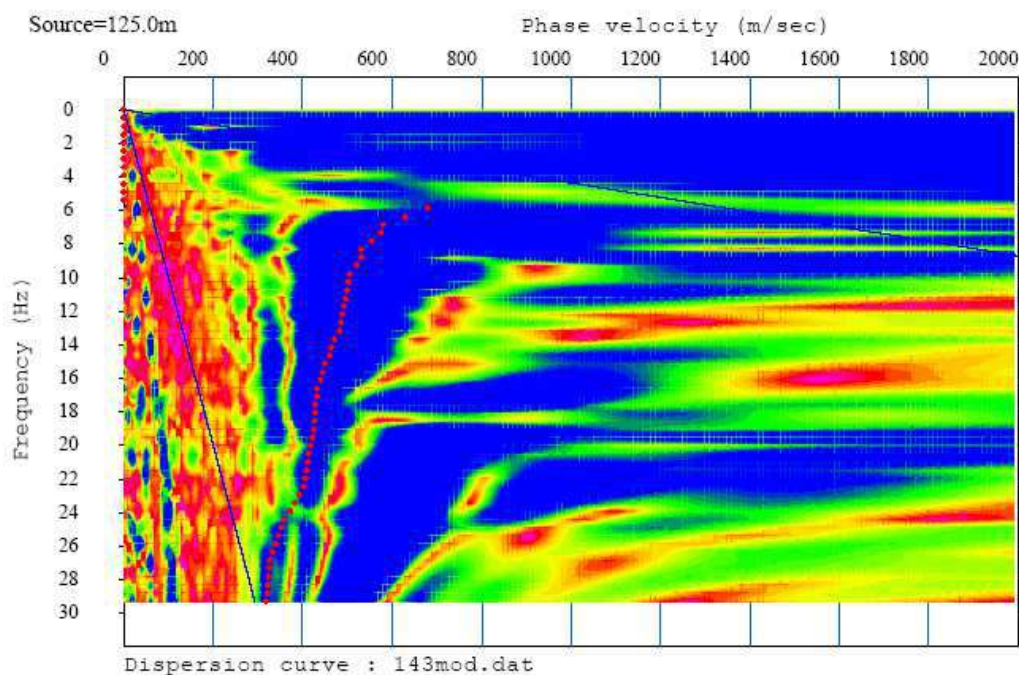


Curva di dispersione REMI

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

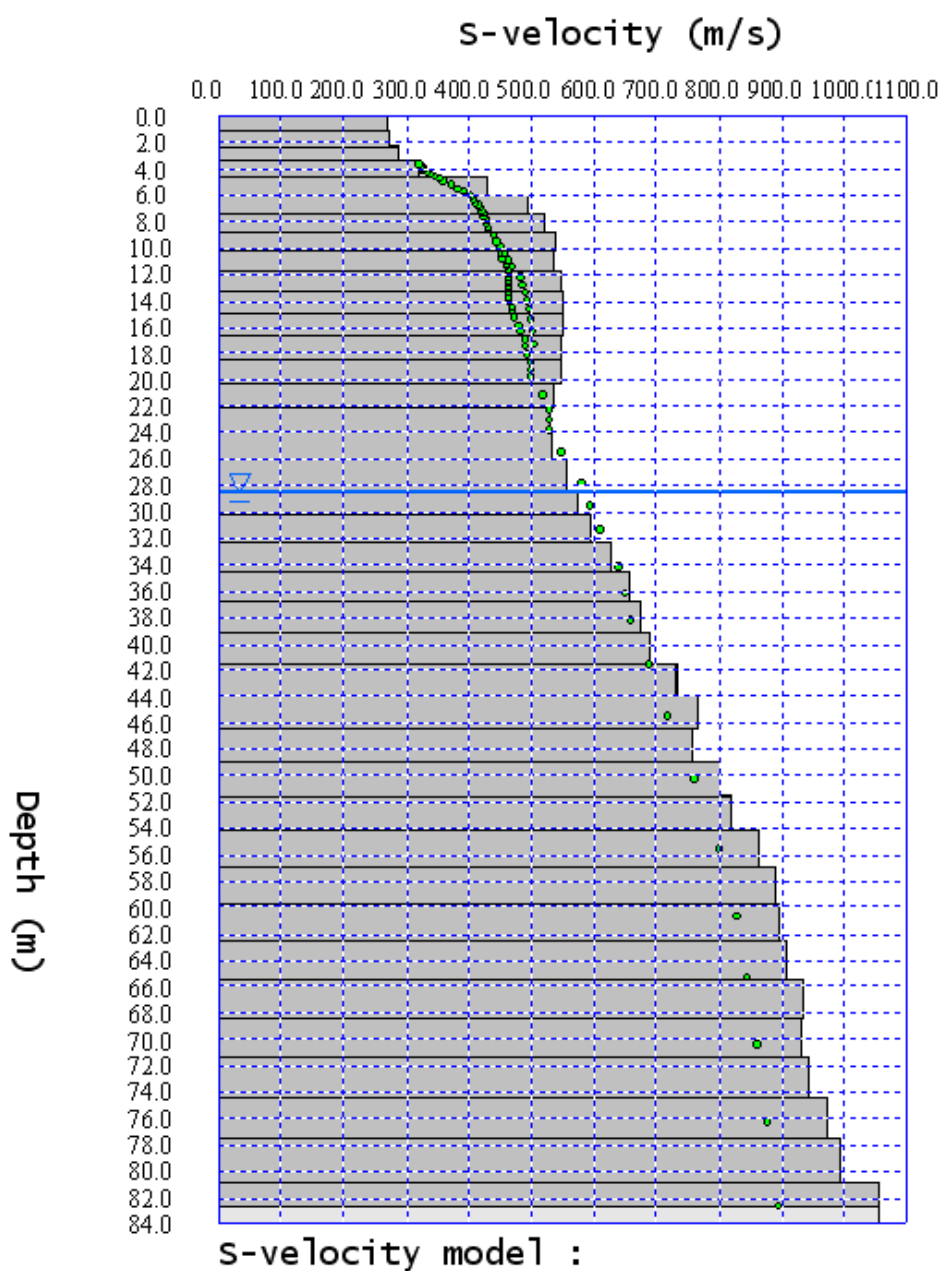


Curva di dispersione MASW

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Profilo interpretativo più rappresentativo

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Profondità sommità strato (m)	Velocità onde di taglio (m/s)
0,00	268,93
1,08	271,24
2,21	289,09
3,40	320,68
4,65	427,69
5,95	494,78
7,31	518,58
8,73	540,05
10,20	535,97
11,73	544,78
13,32	548,97
14,96	548,44
16,66	544,72
18,42	546,46
20,24	536,08
22,11	529,77
24,03	534,82
26,02	554,22
28,50	574,61
30,00	574,61
30,15	594,73
32,31	628,49
34,52	655,63
36,79	674,16
39,11	690,15

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

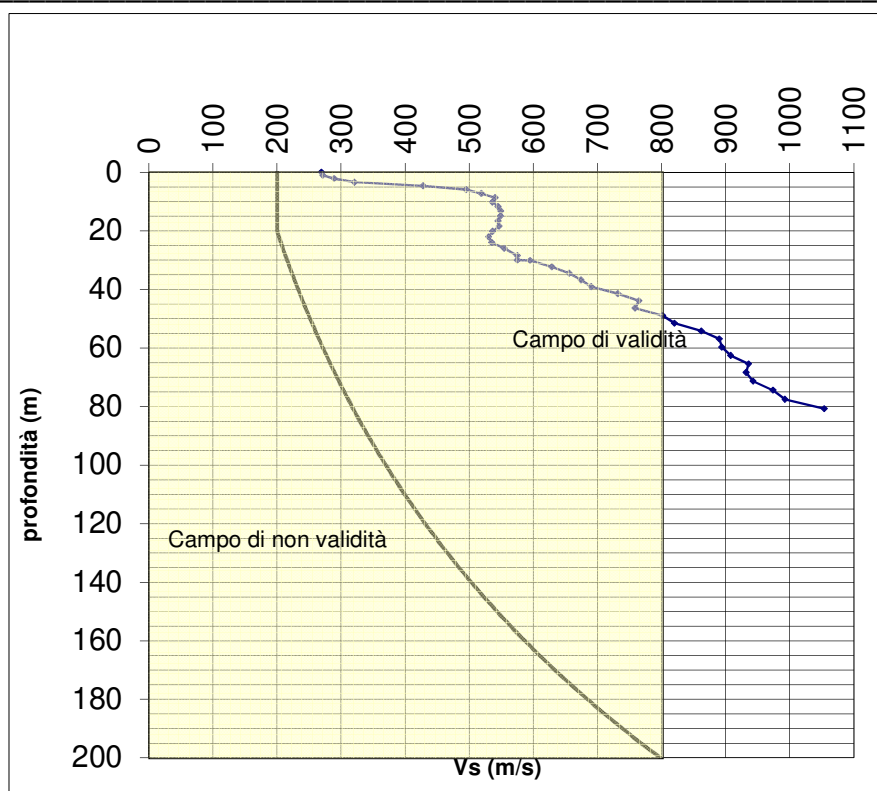
RELAZIONE TECNICA

41,49	731,50
43,93	764,55
46,42	758,38
48,97	801,29
51,58	819,87
54,24	861,79
56,97	889,71
59,74	893,64
62,58	907,49
65,47	935,48
68,41	931,73
71,42	942,52
74,48	973,41
77,60	992,36
80,77	1053,53

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Allegato n.2

Ubicazione fotografica dei siti d'indagine sismica

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Foto n.1. Panoramica Sito A (Campus scolastico - sportivo a nord dell'abitato)

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Foto n.2. Panoramica Sito B (nuova area industriale a sud abitato)

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA



Foto n.3. Panoramica Sito C (interno area verde nel perimetro del Santuario della Basella)

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Allegato n.3

Definizione della categoria sismica del sottosuolo

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008 e s.m.i. – vedi tabella n.1) forniscono accelerazioni e relative forme spettrali per la valutazione delle azioni sismica di progetto (per vari tempi di ritorno) di ogni sito in funzione della sua longitudine e della sua latitudine (**vedi tabella n.10 in relazione**). Tali valori sono riportati sulle schede di classificazione sottosuolo dei siti d'indagine e di seguito allegate.

Per la valutazione della categoria sismica del sottosuolo è necessario il calcolo del valore di V_{seq} , o V_{s30} che è stato ottenuto mediante la seguente espressione:

$$V_{seq} = \frac{H}{\sum_{(i=1, N)} h_i / V_{si}} \quad [1]$$

dove: $H = (\sum_{(i=1, N)} h_i)$ è lo spessore complessivo della coltre detritica sciolta soprastante la sommità del debrock/bedrock-like ($V_s < 800$ m/s); h_i e V_{si} che indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per il totale degli N strati che costituiscono la successione. In caso la successione detritica presenti uno spessore superiore a 30 metri la formula sopra si modifica nel seguente modo:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{(i=1, N)} h_i / V_{si}} \quad [2]$$

Il valore del periodo fondamentale T_0 di vibrazione del terreno è stato calcolato mediante la seguente espressione:

$$T_0 = \frac{4 * \sum_{(i=1, N)} h_i}{\sum_{(i=1, N)} (V_{si} * h_i) / (\sum_{(i=1, N)} h_i)} \quad [3]$$

Come visibile sulle tre schede allegate, tutti i tre siti d'indagine appartengono alla categoria B a meno della valutazione dell'amplificazione sismica locale.

Come è possibile constatare, in base ai valori di V_s desunti dalle indagini geofisiche effettuate, il terreno rientra nella **categoria B** secondo quanto disposto dalle N.T.C. 2018 per tutti i siti

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

d'indagine (da rivalutare con la procedura di secondo livello per la stima del valore del Fattore di amplificazione sito specifico).

Schede Categoria del Sottosuolo secondo la normativa tecnica nazionale (NTC 2018).

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

CLASSIFICAZIONE DEL SITO							
secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D. M. 17/01/2018)							
Località:		Urgnano (Bg) Sito A (nord abitato - polo scolastico)					
Metodo di indagine:		RISULTATI INDAGINE GEORFISICA					
VELOCITA' SISMICA ONDE DI TAGLIO $V_{s_{eq}} / V_{s_{30}}$ (m/s)						453.3	
Dati i risultati, il sito in esame risulta rispondere alla categoria di suolo di tipo: (si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori di a_g e del coeff. S_s)						B	
Classificazione sismica della zona						3	
Vita nominale (V_N)		50					
Classe d'uso / (C_U)		2	1				
Periodo di riferimento (V_R)		$(V_R = C_U \cdot V_N)$		50			
Probabilità di superamento (P_{VR})		allo	SLV	0.1			
Periodo di ritorno (T_{VR}), valori $30 \leq T_{VR} \leq 2475$ ann		$T_{VR} = -V_R / (\ln(1 - P_{VR}))$		475			
vedi tabella n.1 (allegato b) - T_r (anni)		30	50	101	475	975	2475
accel. orizz.le max di norma per il sito in questione a_g (in frazioni di g (m/sq)/		0.032	0.041	0.059	0.119	0.155	0.210
val. max del fattore ampl.ne spettro in accel.ne orizz.le F_0 (-)		2.428	2.452	2.419	2.417	2.471	2.515
periodo di inizio tratto a vel.tà costante spettro in accel.ne orizz.le T_c^* (sec)		0.199	0.218	0.245	0.269	0.275	0.288
Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II)			coefficienti spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali				
			S_s		C_c		
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.		1		1		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.		$1,0 \leq 1,4 - 0,4 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,2$		$1,1 \bullet (T_c^*)^{-0,2}$		
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.		$1,0 \leq 1,7 - 0,6 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,5$		$1,05 \bullet (T_c^*)^{-0,33}$		
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.		$0,9 \leq 2,4 - 1,5 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,8$		$1,25 \bullet (T_c^*)^{-0,5}$		
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.		$1,0 \leq 2,0 - 1,1 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,6$		$1,15 \bullet (T_c^*)^{-0,4}$		

con S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica e C_c = coefficiente in funzione della categoria del sottosuolo

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

CLASSIFICAZIONE DEL SITO							
secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D. M. 17/01/2018)							
Località:		Urgnano (Bg) Sito B (area industriale sud)					
Metodo di indagine:		RISULTATI INDAGINE GEOFISICA					
VELOCITA' SISMICA ONDE DI TAGLIO $V_{s_{eq}} / V_{s_{30}}$ (m/s)						458.6	
Dati i risultati, il sito in esame risulta rispondere alla categoria di suolo di tipo: (si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori di a_g e del coeff. S_s)						B	
Classificazione sismica della zona						3	
Vita nominale (V_N)		50					
Classe d'uso / (C_U)		2	1				
Periodo di riferimento (V_R)		$(V_R = C_U \cdot V_N)$		50			
Probabilità di superamento (P_{VR})		allo	SLV	0.1			
Periodo di ritorno (T_{VR}), valori $30 \leq T_{VR} \leq 2475$ ann		$T_{VR} = -V_R / (\ln(1 - P_{VR}))$		475			
vedi tabella n.1 (allegato b) - T_r (anni)		30	50	101	475	975	2475
accel. orizz.le max di norma per il sito in questione a_g (in frazioni di g (m/sq)/		0.032	0.041	0.059	0.119	0.155	0.210
val. max del fattore ampl.ne spettro in accel.ne orizz.le F_0 (-)		2.428	2.453	2.419	2.417	2.471	2.515
periodo di inizio tratto a vel.tà costante spettro in accel.ne orizz.le T_c^* (sec)		0.199	0.218	0.245	0.269	0.275	0.288
Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II)		coefficienti spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali					
		S_s			C_c		
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.	1			1		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	$1,0 \leq 1,4 - 0,4 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,2$			$1,1 \bullet (T_c^*)^{-0,2}$		
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	$1,0 \leq 1,7 - 0,6 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,5$			$1,05 \bullet (T_c^*)^{-0,33}$		
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.	$0,9 \leq 2,4 - 1,5 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,8$			$1,25 \bullet (T_c^*)^{-0,5}$		
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	$1,0 \leq 2,0 - 1,1 \bullet F_0 \bullet (a_g/g) \leq 1,6$			$1,15 \bullet (T_c^*)^{-0,4}$		

con S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica e C_c = coefficiente in funzione della categoria del sottosuolo

COMUNE DI URGANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA

CLASSIFICAZIONE DEL SITO						
secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D. M. 17/01/2018)						
Località:		Urgnano (Bg) Sito C (Santuario della Basella)				
Metodo di indagine:		RISULTATI INDAGINE GEORSICA				
VELOCITA' SISMICA ONDE DI TAGLIO $V_{s_{eq}} / V_{s_{30}}$ (m/s)						468.4
Dati i risultati, il sito in esame risulta rispondere alla categoria di suolo di tipo: (si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori di a_g e del coeff. S_s)						B
Classificazione sismica della zona						3
Vita nominale (V_N)		50				
Classe d'uso / (C_U)		2	1			
Periodo di riferimento (V_R)		$(V_R=C_U \bullet V_N)$		50		
Probabilità di superamento (P_{VR})		allo	SLV	0.1		
Periodo di ritorno (T_{VR}), valori $30 \leq T_{VR} \leq 2475$ ann		$T_{VR}=-V_R/(\ln(1-P_{VR}))$		475		
vedi tabella n.1 (allegato b) - T_r (anni)		30	50	101	475	975 2475
accel. orizz.le max di norma per il sito in questione a_g (in frazioni di g (m/sq/)		0.033	0.044	0.063	0.125	0.162 0.219
val. max del fattore ampl.ne spettro in accel.ne orizz.le F_o (-)		2.421	2.420	2.404	2.425	2.477 2.519
periodo di inizio tratto a vel.tà costante spettro in accel.ne orizz.le T_c^* (sec)		0.202	0.223	0.249	0.269	0.275 0.290
Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II)		coefficienti spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali				
		S_s		C_c		
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.	1		1		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	$1,0 \leq 1,4 - 0,4 \bullet F_o \bullet (a_g/g) \leq 1,2$		$1,1 \bullet (T_c^*)^{-0,2}$		
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	$1,0 \leq 1,7 - 0,6 \bullet F_o \bullet (a_g/g) \leq 1,5$		$1,05 \bullet (T_c^*)^{-0,33}$		
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.	$0,9 \leq 2,4 - 1,5 \bullet F_o \bullet (a_g/g) \leq 1,8$		$1,25 \bullet (T_c^*)^{-0,5}$		
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	$1,0 \leq 2,0 - 1,1 \bullet F_o \bullet (a_g/g) \leq 1,6$		$1,15 \bullet (T_c^*)^{-0,4}$		

con S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica e C_c = coefficiente in funzione della categoria del sottosuolo

COMUNE DI URGNANO
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL PIANO DI GOVERNO
DEL TERRITORIO

(ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 e della D.G.R. X/6738 del 19 giugno 2017)

RELAZIONE TECNICA
