

 <b>Comune di Concorezzo</b> Assessorato all'Urbanistica e all'Edilizia Privata	<b>P</b>  <b>G</b>  <b>T</b>	<b>iano</b>  <b>di</b>  <b>overno</b>  <b>del</b>  <b>territorio</b>	<b>Componente Geologica Idrogeologica e Sismica</b>
 <b>Provincia di Monza e Brianza</b>			
 <b>Regione Lombardia</b>			
<b>D.G.R. n. IX/2616 del 30 novembre 2011</b> Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374.			

# RELAZIONE GENERALE

## aggiornamento gennaio 2021

### Professionista incaricato

Dott. Geol. Fabrizio Zambra  
 Ordine dei Geologi della Lombardia n. 602  
 Via Goffredo Mameli, 30 - 20129 Milano

**Determina Dirigenziale**  
 n. 2/REPSETURB del 18/01/2016

**INDICE**

1.	Premessa e Normativa di riferimento .....	2
1.1.	Definizioni .....	7
1.2.	Metodologia di lavoro .....	8
1.2.1.	Fase di analisi .....	8
1.2.2.	Fase di sintesi/valutazione .....	12
1.2.3.	Fase di proposta .....	15
2.	COMPONENTE GEOLOGICA .....	18
2.1.	Caratteri Geomorfologici .....	21
2.2.	Caratteri Pedologici .....	23
2.3.	Cartografia geologica .....	26
3.	COMPONENTE IDROGEOLOGICA .....	27
3.1.	Idrografia superficiale .....	31
3.2.	Meteorologia e Climatologia .....	32
3.3.	Caratteristiche chimiche delle acque ad uso potabile .....	33
3.4.	Cartografia idrogeologica .....	35
4.	COMPONENTE SISMICA .....	37
4.1.	Inquadramento sismico .....	42
4.2.	Definizione della risposta sismica locale .....	47
4.2.1.	Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) del territorio comunale di Concorezzo .....	51
4.2.2.	Pericolosità sismica locale – Analisi di primo livello .....	57
4.2.3.	Pericolosità sismica locale – Analisi di secondo livello .....	58
5.	VINCOLI TERRITORIALI .....	64
5.1.	Cartografia dei vincoli territoriali .....	65
6.	SINTESI DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI .....	66
6.1.	Cartografia di sintesi .....	67
7.	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO .....	68
7.1.	CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI: .....	68
7.2.	CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI: .....	69
7.3.	CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI .....	72
7.4.	Cartografia di fattibilità geologica .....	72
8.	Bibliografia .....	73
9.	Elenco allegati alla Relazione illustrativa .....	76

### **Premessa e Normativa di riferimento**

Con la Determinazione del Coordinatore del Settore Servizi sul Territorio n° 2/REPSETURB del 18/01/2016, il Comune di Concorezzo ha approvato il disciplinare di incarico per l'aggiornamento dello Studio geologico, Idrogeologico e sismico per la redazione della Variante Generale al Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) e della Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) della città di Concorezzo ai sensi delle disposizioni di cui alla legge regionale 11 marzo 2005, n° 12.

La componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio è qui rappresentata dallo studio geologico redatto in conformità con i criteri formulati con DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616 "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con DGR 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con DGR 28 maggio 2008 n. 8/7374", pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012.

Tale studio si compone della fase di analisi, fase di sintesi/valutazione e fase di proposta e rappresenta una delle componenti del quadro conoscitivo del territorio comunale del Documento di Piano e costituisce base per le scelte pianificatorie (art. 8, comma 1, lettera c della l.r.12/05).

Nel Documento di Piano del P.G.T. è quindi stato definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale ai sensi dell' art 57, comma 1, lettera a) della D.G.R.

Le fasi di sintesi/valutazione e di proposta (rappresentate dalle Carte di Sintesi, dei Vincoli, di Fattibilità e delle azioni di piano e dalle relative prescrizioni) costituiscono parte integrante anche del Piano delle Regole nel quale, ai sensi dell'art. 10, comma 1, lettera d) della l.r. 12/05, sono state individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono state assoggettate.

~\*~

Regione Lombardia ha approvato i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica (regolamento regionale n. 7 del 23 novembre 2017), come previsto dall'articolo 58 bis della legge regionale n. 12 del 2005 per il Governo del Territorio. Il regolamento si occupa della gestione delle acque meteoriche non contaminate, al fine di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano e da queste verso i corsi d'acqua già in condizioni critiche, riducendo così l'effetto degli scarichi urbani sulle portate di piena dei corsi d'acqua stessi.

Il regolamento così integrato deve essere applicato su tutto il territorio del Comune di Concorezzo che ricade in Classe A – Alta criticità idraulica.

Brianzacque, quale gestore del ciclo idrico integrato dell'intero comprensorio provinciale di Monza e Brianza – a seguito di accordi con ATO della Provincia di Monza e Brianza - ha assunto in carico il ruolo di soggetto estensore dello "Studio per la Gestione del Rischio Idraulico" di cui al comma 7 dell'art. 14 del Regolamento, per il Comune di Concorezzo, a cui si rimanda integralmente.

~\*~

La legge regionale n. 7/2017 (BURL N. 11 del 13/03/2017) ha promosso il recupero dei vani e locali seminterrati ad uso residenziale, terziario o commerciale allo scopo di incentivare la rigenerazione urbana e contenere il consumo di suolo. La valutazione circa la possibilità di applicazione della legge regionale n.7/2017 sul territorio di Concorezzo impone al soggetto proponente in ogni caso considerare le specifiche esigenze di tutela paesaggistica o igienico-sanitaria, di difesa del suolo, di rischio idrogeologico ed in particolare la presenza sito specifica di fenomeni di risalita della falda acquifera o della presenza di falde sospese che possono determinare situazioni di rischio nell'utilizzo di spazi seminterrati.

~\*~

L'ambito di applicazione della D.G.R. n. IX/2616 specifica, nel caso del Comune di Concorezzo che lo stesso è chiamato a aggiornare il proprio studio geologico e la cartografia a corredo del P.G.T. ai sensi della D.G.R. n. XI/2616, per le tematiche inerenti:

- la componente sismica del proprio territorio;
- la cartografia di sintesi e di fattibilità;

- l'aggiornamento delle carte dei vincoli, di sintesi e di fattibilità, con relativa normativa.

A seguito alla D.G.R. 11 luglio 2014 n. X/2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”, il territorio di Concorezzo è passato da Zona Sismica 4 a Zona Sismica 3. Tale nuova zonazione è divenuta ufficialmente vigente con la DGR 30 marzo 2016 - n. X/5001, recante l’“Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)”.

A valle di tutto ciò si è quindi reso necessario procedere all’aggiornamento del P.G.T. vigente secondo i criteri previsti dalla D.G.R. n. IX/2616. Nello specifico è stato eseguito uno studio di Microzonazione Sismica del territorio di Concorezzo, mediante l’applicazione delle procedure riportate all’Allegato 5 “Analisi e valutazioni degli effetti sismici di sito in Lombardia per la definizione dell’aspetto sismico nei PGT” della D.G.R n. IX/2616.

Come verrà meglio dettagliato nel prosieguo, sono stati applicati i primi due livelli di approfondimento previsti dalla normativa regionale, che recepisce gli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” pubblicati dal Dipartimento della Protezione Civile. Entrambi questi livelli sono afferenti alla fase pianificatoria in capo ai Comuni. Il primo livello è obbligatorio nelle Zone Sismiche 2, 3 e 4, mentre l’analisi di secondo livello si applica invece ai territori in Zona Sismica 2 e 3 e solamente in presenza di potenziali effetti di pericolosità sismica locale dovuti ad amplificazione topografica (scenari Z3) o ad amplificazione litologica/geometrica (scenari Z4) interferenti con l’urbanizzato o l’urbanizzabile.

~\*~

Ai sensi dell’art. 56 della l.r. 12/05, per la parte inerente la difesa del suolo si è fatto riferimento al PTCP della Provincia di Monza e Brianza per la definizione del quadro conoscitivo del territorio comunale identificando cartograficamente le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico, in particolare per le aree suscettibili al fenomeno degli occhi pollini i cui areali sono stati interamente riportati in questo aggiornamento.

~\*~

Per quanto attiene al rischio idraulico, in prima analisi si è proceduto alla consultazione delle cartografie elaborate da Regione Lombardia nell'ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po. Il PGRA – adottato con deliberazione n. 4/2015 del Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, ed approvato sempre con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/2016 in data 3 marzo 2016 – recepisce il D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”. Le cartografie e le relazioni allegate al PGRA consultate (Elaborati di Piano) ne costituiscono parte integrante. Essi sono infatti predisposti in conformità alla Parte A dell'Allegato 1 all'art. 7 comma 4 del D.Lgs. 49/2010, a norma di quanto previsto al comma 3, lettere a) e b) del medesimo articolo.

Il territorio comunale di Concorezzo è completamente pianeggiante e mancante al suo interno (o nelle immediate vicinanze) di corsi d'acqua. La consultazione delle Tavole del PGRA ha messo in evidenza l'assenza di potenziali rischi idraulici e/o idrogeologici legate alle dinamiche fluviale e geomorfologiche per l'area in esame.

Successivamente è stato predisposto lo studio a scala comunale di Gestione del Rischio Idraulico per le attuali condizioni di rischio idraulico derivanti dai contributi sia del reticolo fognario, redatto da Brianzacque, a cui si rimanda integralmente. Lo studio si compone di analisi geologiche, idrauliche e urbanistiche, e definisce le misure strutturali e non strutturali, del masterplan delle infrastrutture verdi e delle linee guida per l'adeguamento degli strumenti urbanistici.

~\*~

Sulla base di quanto premesso, è stato realizzato il presente aggiornamento riguardante i contenuti dello studio geologico del Comune di Concorezzo a corredo del P.G.T. sulla scorta delle modificazioni introdotte dalla normativa regionale in materia.

La componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Concorezzo è formata dai seguenti documenti:

- Relazione Generale Illustrativa con allegati e norme di fattibilità
- TAV1: Carta geologica con elementi geomorfologici
- TAV2: Carta idrogeologica con elementi idrografici
- TAV3: Carta geotecnica Ubicazioni indagini
- TAV4: Carta pericolosità sismica locale; I livello
- TAV5.A: Carta della Microzonazione sismica; II livello
- TAV5.B: Carta della Microzonazione sismica; II livello
- TAV6: Carta dei vincoli
- TAV7: Carta di sintesi
- TAV8: Carta della fattibilità geologica
- Studio Comunale di Gestione del Rischio Idraulico
- Studio Comunale della permeabilità e capacità di infiltrazione del Suolo

### ***Definizioni***

In accordo con quanto riportato nei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale D.G.R.” della D.G.R. XI/2616, si definiscono i seguenti termini utilizzati nel presente studio.

- Rischio: entità del danno atteso in una data area e in un certo intervallo di tempo in seguito al verificarsi di un particolare evento.
- Elemento a rischio: popolazione, proprietà, attività economica, ecc. esposta a rischio in una determinata area.
- Vulnerabilità: attitudine dell’elemento a rischio a subire danni per effetto dell’evento.
- Pericolosità: probabilità di occorrenza di un certo fenomeno di una certa intensità in un determinato intervallo di tempo ed in una certa area.
- Dissesto: processo evolutivo di natura geologica o idraulica che determina condizioni di pericolosità a diversi livelli di intensità.
- Microzonazione sismica: individuazione e delimitazione di zone alle quali vengono attribuiti parametri e prescrizioni finalizzati alla riduzione del rischio sismico, da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nella progettazione di manufatti e in fase di emergenza. L’individuazione di tali zone avviene attraverso la valutazione della pericolosità di base (terremoto di riferimento) e della risposta sismica locale. Il vero significato di uno studio di microzonazione sismica è quello di tradursi in uno strumento di uso del territorio e per questo al suo carattere spiccatamente scientifico, deve affiancarsi l’aspetto politico, inteso come scelte di priorità precise da parte di amministrazioni locali e di attività volte nella direzione della sicurezza, prevenzione, pianificazione territoriale, conoscenza e salvaguardia dei beni fisici ed architettonici.
- Pericolosità sismica di base: previsione deterministica o probabilistica che si possa verificare un evento sismico in una certa area in un determinato intervallo di tempo. L’evento atteso può essere descritto sia in termini di

parametri di scuotimento del suolo (Pga, Pgv, ecc.), sia i termini di Intensità macrosismica (I MCS).

- Terremoto di riferimento: spettro elastico di risposta o accelerogramma relativo ad una formazione rocciosa di base o a un sito di riferimento.
- Pericolosità sismica locale: previsione delle variazioni dei parametri della pericolosità di base e dell'accadimento di fenomeni di instabilità dovute alle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito; è valutata a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito.

### ***Metodologia di lavoro***

Lo studio geologico del territorio comunale di Concorezzo è stato eseguito secondo quanto definito dalla DGR 30 novembre 2011 n. IX/2616 e in particolare si fonda sulle seguenti fasi di lavoro: **fase di analisi** (a sua volta suddivisa in fase di ricerca storica e bibliografica, compilazione della cartografia di inquadramento e fase di approfondimento/integrazione), **fase di sintesi/valutazione** e **fase di proposta**.

#### ***1.1.1. Fase di analisi***

La fase di analisi, in gran parte già affrontata dallo scrivente per la realizzazione dello studio geologico del P.G.T. del 2008 e per l'Aggiornamento del 2012, ha riguardato la ricerca del maggior numero di fonti bibliografiche e documentali inerenti il territorio in esame.

All'epoca, ad una prima fase di raccolta ed analisi critica dei dati esistenti, le cui fonti bibliografiche sono riportate in appendice, ha fatto seguito una seconda fase di rilievo in situ, cui va aggiunta una serie di informazioni raccolte sul posto circa i fenomeni e i processi geomorfici.

In una prima fase sono state consultate le foto aeree del territorio comunale (voli del 16 e 17 aprile 2007) oltre alle foto aeree pregresse (volo del 29 agosto 1954), dell'Istituto Geografico Militare (IGM), per evidenziare eventuali modificazioni geomorfologico-territoriali.

E' stata inoltre consultata la cartografia geologica disponibile e le relative Note Illustrative. Nello specifico il Foglio 45 "Milano" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e la Carta Geologica della Lombardia 1:50.000. Il Foglio 118 "Treviglio" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (Progetto CARG) non è ancora disponibile, pertanto non è stato possibile consultarlo.

Sono state inoltre acquisite la Cartografia geologica-geomorfologica pubblicata sul SIT della Regione Lombardia e la Cartografia dello "Studio Geologico di supporto al P.R.G. del Comune di Concorezzo". Le informazioni e i dati contenuti in quest'ultimo documento sono in gran parte tuttora valide, pertanto il presente lavoro si configura come un aggiornamento e adeguamento di esso alla vigente normativa.

La nomenclatura inerente le unità e formazioni geologiche cartografate per il territorio in esame fa riferimento a quella ufficiale e comunemente utilizzata in ambito scientifico e professionale. In aggiunta, considerando che il territorio di Concorezzo è interessato dalla sola presenza di terreni, con assenza totale di affioramenti del substrato roccioso, sono stati specificati i caratteri tessiturali dei depositi ricadenti nell'area. Informazioni relative al grado di addensamento, cementazione, alterazione, potenziale di rigonfiamento/contrazione, saturazione, presenza di falde sospese, ecc. sono state debitamente evidenziate anche in previsione della stesura delle fasi di sintesi/valutazione e di proposta.

Al fianco della documentazione geologica, la consultazione dei data base dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha messo in evidenza l'assenza di elementi strutturali attivi insistenti sul territorio di Concorezzo. La verifica è stata soprattutto condotta nell'ottica di porre l'attenzione sulla presenza di elementi tettonici sismogenetici (soprattutto faglie sepolte), che hanno generato appunto fenomeni sismici in tempi geologicamente recenti e quindi potenzialmente in grado di ripetersi.

In relazione agli elementi e alla dinamica geomorfologica è stata posta particolare attenzione all'individuazione forme di erosione ed accumulo fluviale, soprattutto legate al reticolo idrico minore. Il territorio di Concorezzo è inserito nell'ambito della medio-alta pianura lombarda, pertanto sono assenti fenomeni legati alle dinamiche di versante o agli effetti della gravità. La consultazione

delle ortofoto storiche, e delle immagini aeree e satellitari dell'area in oggetto, è stata eseguita con lo scopo di individuare forme legate ai processi legati ai corsi d'acqua, benché il contesto territoriale sia caratterizzato da un'intensa pressione antropica e da un'elevata urbanizzazione. Anche la ricerca storica, i sopralluoghi e le interviste realizzate in loco sono state volte all'individuazione di eventuali fenomeni singoli, sporadici e localizzati, o – di contro – più estesi arealmente e protratti nel tempo, che hanno potuto incidere sulle forme del territorio di Concorezzo. A titolo esemplificativo, si anticipa che la ricerca storico-bibliografica e la raccolta dati di terreno ha permesso di individuare e cartografare alcuni paleoalvei dei corsi d'acqua che drenavano il settore in epoche passate.

Sempre in relazione alle dinamiche fluviali, sono stati raccolti i dati relativi agli elementi idrografici, idrologici e idraulici di maggiore rilievo. È da osservare che il territorio in esame è caratterizzato da un reticolo idrografico pressoché nullo o completamente obliterato dall'intervento antropico. Non si rilevano elementi del reticolo idrico principale e del reticolo minore.

Maggiore interesse rivestono invece gli elementi di carattere idrogeologico. La raccolta dati sui terreni presenti nel settore in esame si è concentrata sulla definizione dei parametri che condizionano la vulnerabilità intrinseca dei depositi ricadenti nel territorio comunale di Concorezzo, fondamentale anche per la realizzazione delle cartografie di sintesi/valutazione e proposta. È stata riaggiornato il database relativo ai pozzi – sia pubblici che privati – che quello inerente i piezometri con la consultazione della versione più aggiornata del SIF della Provincia di Monza e Brianza. Sono state raccolte informazioni sia sui punti di captazione/monitoraggio della falda attivi, che su quelli in disuso o cementati. Per quanto concerne i valori della falda superficiale, è stata ricostruita la posizione della superficie piezometrica sulla base dei valori di soggiacenza ricavabili dalle rilevazioni più recenti pubblicate dai SIF delle Province di Monza e Milano, incrociandoli con eventuali misurazioni effettuate in sito direttamente da chi scrive o provenienti da altre fonti quali Enti pubblici o privati. Le direzioni di flusso sono state ricavate sulla base dell'andamento delle isopiezometriche così ricostruite. Oltre alle informazioni desumibili dai sistemi informativi geografici regionali e provinciali, sono state raccolte informazioni

bibliografiche provenienti da studi scientifici o di settore condotti da Enti pubblici, quali Università e CNR, o privati, soprattutto per ciò che concerne la geologia degli acquiferi padani del settore in esame, di fondamentale importanza per la ricostruzione delle sezioni idrogeologiche utili ad ottenere una ricostruzione tridimensionale degli acquiferi. La scala a cui è stata condotta la fase di raccolta ed elaborazione critica dei dati ha tenuto debitamente conto di quelle che sono le dimensioni non solo del territorio di Concorezzo, ma anche dei comuni limitrofi e delle potenziali aree di ricarica e accumulo della risorsa sotterranea, che possono avere ripercussioni sull'assetto idrogeologico, sulla quantità/qualità delle acque sotterranee e dei possibili scenari che possono comportare per l'area oggetto di studio. Le informazioni raccolte di carattere idrogeologico di maggiore interesse sono state opportunamente messe in risalto anche nelle successive fasi dello studio geologico, anche in relazione ai potenziali effetti che le stesse possono rivestire in materia di gestione del territorio.

L'intensa attività antropica che ha interessato il territorio in esame a partire dal secondo dopoguerra fino ai nostri giorni, come detto, ha fortemente condizionato l'aspetto dell'area di studio. Tra gli elementi antropici di maggior rilievo si segnala che, a seguito della fase di analisi, sono state evidenziate la presenza di quelle attività che maggiormente hanno attinenza con i caratteri geologici del settore. Più nel particolare si tratta di due tipologie di attività. La prima è quella legata all'estrazione e lavorazione degli inerti presenti sul territorio di Concorezzo. Per quelle di maggior rilievo e di cui è rimasta memoria storica e/o documentale è stata indicata l'ubicazione e la tipologia merceologica lavorata (principalmente trattasi di sabbie e ghiaie fluvioglaciali appartenenti alle più recenti avanzate quaternarie dei ghiacciai alpini). La seconda tipologia fa riferimento a quel genere attività industriali o artigianali che possono aver lasciato impronte (contaminazioni documentate o potenziali) sulle matrici ambientali.

Per l'analisi della pericolosità sismica, come verrà meglio dettagliato nel capitolo dedicato alla definizione della pericolosità sismica locale e della microzonazione sismica, sono state correlate alcune delle informazioni di cui sopra. Oltre ai database dell'INGV sono stati presi in considerazione tutti gli

aspetti geologici, geomorfologici e geologico-tecnici utili alla definizione della pericolosità sismica dell'area di studio. L'Allegato 5 alla D.G.R. XI/2616, l'“Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio – RAPPORTO” del Politecnico di Milano, gli “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” del Dipartimento della Protezione Civile e la propria esperienza professionale sono state utilizzate come riferimento per l'applicazione dei tre livelli di analisi per la valutazione degli effetti sismici di sito.

La fase di analisi qui descritta ha permesso di ricostruire un quadro aggiornato e dettagliato di tutti gli elementi geologici di rilievo utili ad inquadrare il territorio comunale di Concorezzo. L'elaborazione critica dei dati raccolti ha permesso la realizzazione del presente studio e la redazione di tutti gli elaborati grafici a corredo necessari per descrivere il settore in esame e permettere di guidare le scelte in termini di gestione del territorio stesso.

La cartografia di base utilizzata per la redazione di tutte le carte tematiche del presente studio Carta Tecnica Regionale Sezione B5d5 “Concorezzo” e B5d4 “Vimercate”.

Di seguito vengono elencati gli elaborati realizzati:

### **Cartografia relativa alla fase di analisi ed inquadramento**

- *Carta geologica con elementi geomorfologici (scala 1:5.000);*
- *Carta idrogeologica con elementi idrografici (scala 1:5.000);*
- *Carta geotecnica Ubicazioni indagini (scala 1:5.000);*
- *Carta pericolosità sismica locale (PSL) – Analisi di I livello (scala 1:5.000);*
- *Carta della Microzonazione Sismica (MS) – Analisi di II livello (scala 1:5.000) Tavola A Calcolo periodo Fa 0.1s-0.5s e Tavola B Calcolo periodo Fa 0.5s-1.5 s*

#### **1.1.2. Fase di sintesi/valutazione**

La fase sintesi/valutazione ha comportato una revisione dei dati raccolti durante la fase di analisi riguardanti le principali caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del territorio in esame. Nello specifico sono state evidenziate le

situazioni di criticità, reali e potenziali, necessarie anche per la successiva fase di proposta.

Il lavoro ha portato alla realizzazione dei due elaborati principe della fase in oggetto: la carta dei vincoli e la carta di sintesi.

Nella “Parte I – Aspetti metodologici” dei “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale D.G.R.” aggiornati dalla D.G.R. XI/2616, i due elaborati di cui sopra vengono così definiti:

- la carta dei vincoli, individua le limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative in vigore di contenuto prettamente geologico;
- la carta di sintesi, propone una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-geotecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

La carta dei vincoli ha pertanto preso in considerazione tutte le limitazioni d’uso del territorio dettate da normative e piani sovraordinati attinenti alla geologia del settore in esame.

La cartografia è estesa a tutto il territorio comunale e ha tenuto in principalmente in considerazione:

- Studio, a scala comunale della Gestione del Rischio Idraulico (Brianzacque 2020)
- del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell’Autorità di Bacino del Fiume Po. Il PGRA – adottato con deliberazione n. 4/2015 del Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, ed approvato sempre con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/2016 in data 3 marzo 2016 – recepisce il D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;
- dei vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della legge n. 183/89, in particolare:
  - Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico, approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001 (Elaborato 8 – Tavola di delimitazione delle Fasce Fluviali);

- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998 (in particolare per quanto riguarda la perimetrazione delle fasce fluviali del Fiume Po);
- delle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, con individuazione delle aree di tutela assoluta e di rispetto (comprese le porzioni di aree di salvaguardia relative ai pozzi dei comuni limitrofi, ricadenti all'interno del territorio di Concorezzo), ai sensi del d.lgs. 258/2000, art. 5, comma, ed in ottemperanza della D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del d.lgs. 152/99 e successive modificazioni";
- dei vincoli derivanti dai PTCP e PTR.

La carta di sintesi ha individuato le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera. In particolare sono state individuate le porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idraulica e idrogeologica omogenee.

La cartografia è estesa a tutto il territorio comunale e ha tenuto in principalmente in considerazione:

- delle aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico:
  - Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d. lgs. 258/2000; con particolare attenzione rivolta all'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e quello superficiale in considerazione della potenziale connessione e necessità di tutela;
  - Aree a bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese;
  - Aree a bassa capacità protettiva dei suoli;
- delle aree vulnerabili dal punto di vista idraulico:
  - aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezza delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità ecc.;
- delle aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche:

- aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;
- aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali;
- aree con riporti di materiale, aree colmate;
- altro.

La cartografia di base utilizzata per la redazione di tutte le carte tematiche del presente studio Carta Tecnica Regionale Sezione B5d5 “Concorezzo” e B5d4 “Vimercate”.

Di seguito vengono elencati gli elaborati realizzati:

### **Cartografia relativa alla fase di sintesi/valutazione**

- *Carta dei vincoli (scala 1:5.000);*
- *Carta di sintesi (scala 1:5.000).*

#### **1.1.3. Fase di proposta**

La fase di proposta si esplica attraverso la realizzazione di due elaborati: la “Carta della fattibilità geologica” e le “Norme geologiche di Piano”.

La carta di fattibilità geologica viene desunta dalle precedenti carte di sintesi e dei vincoli realizzate durante la fase di sintesi/valutazione. Sono state inoltre specificate anche le aree soggette ad amplificazione sismica locale individuate durante la fase di analisi, in conformità con quanto previsto dalla D.G.R. IX/2616. La norma regionale specifica che tali aree “*non concorrono a definire la classe di fattibilità*”, ma ad esse è tuttavia “*associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.*”. In sintesi, lo scopo della carta di fattibilità è quello di fornire delle indicazioni in merito alle possibili limitazioni all’uso del territorio dovute alle situazioni di pericolo rilevate nel territorio in esame e messe in evidenza nelle prime due fasi della stesura dello studio geologico. In altre parole, la carta di fattibilità si delinea come una carta della pericolosità intrinseca del territorio comunale, che il pianificatore deve tenere in considerazione nella gestione del territorio stesso.

La normativa regionale prevede quattro tipologie di classi di fattibilità, attribuite dal professionista per mezzo di una procedura standardizzata, con la possibilità di suddividerle ulteriormente in sottoclassi per tenere in considerazione la possibilità di zone soggette a diverse o particolari normative.

Di seguito vengono riportate le classi di fattibilità così come definite dalla D.G.R. IX/2616 applicate al territorio del Comune di Concorezzo.

Classe 2 (gialla) – Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa. Per gli ambiti assegnati a questa classe devono essere indicati, nelle norme geologiche di piano, gli approfondimenti da effettuare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori.

Classe 3 (arancione) – Fattibilità con consistenti limitazioni

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

- se dispone fin da subito di elementi sufficienti, definire puntualmente per le eventuali previsioni urbanistiche le opere di mitigazione del rischio da realizzare e le specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione della tipologia del fenomeno che ha generato la pericolosità/vulnerabilità del comparto;
- se non dispone di elementi sufficienti, definire puntualmente i supplementi di indagine relativi alle problematiche da approfondire, la scala e l'ambito di territoriale di riferimento (puntuale, quali caduta massi, o relativo ad ambiti più estesi coinvolti dal medesimo fenomeno quali ad es. conoidi, interi corsi d'acqua ecc.) e la finalità degli stessi al fine di accertare la compatibilità tecnico-economica degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziale e individuare di conseguenza le prescrizioni di dettaglio per poter procedere o meno all'edificazione.

Classe 4 (rossa) – Fattibilità con gravi limitazioni

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Il professionista deve fornire indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e, per i nuclei abitati esistenti, quando non è strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di emergenza; deve inoltre essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea. A tal fine, alle istanze per l'approvazione da parte dell'autorità comunale, deve essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

La cartografia di base utilizzata per la redazione di tutte le carte tematiche del presente studio Carta Tecnica Regionale Sezione B5d5 "Concorezzo" e B5d4 "Vimercate".

Di seguito vengono elencati gli elaborati realizzati:

**Cartografia relativa alla fase di proposta** (Allegata alle Norme Geologiche di Piano)

- - *Carta della fattibilità geologica (scala 1:5.000/2.000).*

## COMPONENTE GEOLOGICA

Il comune di Concorezzo, situato nel settore settentrionale della Pianura Padana, in provincia di Monza e Brianza, si estende su di una superficie di circa 8,5 Km<sup>2</sup> ed è localizzato alle Sezioni B5d5 e B5d4 della Carta Tecnica della Regione Lombardia a scala 1:10.000

Nel dettaglio il limite Comunale, partendo da ovest in senso orario, decorre al confine con i comuni di Monza, Villasanta, Arcore, Vimercate e Agrate Brianza (Fig. 1).



Figura 1 Inquadramento geografico del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico, il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 184 m s.l.m., corrispondente all'estrema fascia settentrionale del comune, e la quota minima di circa 158 m s.l.m. in prossimità dell'estremo settore meridionale del territorio comunale.

La geologia del territorio comunale di Concorezzo è caratterizzata dall'affioramento di depositi sciolti di età quaternaria e di origine fluvio-glaciale e attribuibili al Fluvioglaciale Riss (Diluvium medio Auct.) e al Fluvioglaciale Würm "livello fondamentale della pianura (Diluvium recente Auct.), originariamente

disposti su due ordini di terrazzi, ormai completamente obliterati dall'intervento antropico (Fig. 2).

La composizione litologica dei depositi è la seguente, dal termine più antico al più recente (“Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, F. 45 –Milano”):

#### Diluvium medio

Il nome individua i terreni costituenti quei ripiani terrazzati che occupano una posizione altimetricamente intermedia tra quella del “Diluvium antico” - Fluvioglaciale Mindel (non affiorante nel territorio in esame) e il livello principale della pianura.

Si tratta di un deposito di natura essenzialmente ghiaiosa, coperto da uno strato superficiale di natura limoso-argillosa (loess), quasi completamente obliterato dall'intervento antropico. Nelle ghiaie, prevalgono litologie provenienti da rocce cristalline: graniti, dioriti, porfidi quarziferi, porfiriti, gneiss micacei, quarziti. Meno frequenti le filladi ed i micascisti; molto scarsi i calcari. La provenienza dei clasti, molto arrotondati e di dimensioni generalmente inferiori a 10 cm, è da ascrivere soprattutto ai massicci intrusivi dell’alto Lario, della Valtellina, dell’Adamello, delle metamorfite del basamento cristallino sudalpino e delle vulcaniti del Lago di Lugano e della Valsassina. I ciottoli sono inclusi in matrice argilloso-sabbiosa che conferisce al deposito, talora, una colorazione giallo-marroncina.

Nella zona di Concorezzo-Vimercate i depositi del Diluvium medio si immergono al di sotto di quelli del “Diluvium recente”, lo spessore di questa unità, misurata in perforazioni eseguite a nord di Vimercate, si aggira sui 15-20 m.

#### Diluvium recente

Costituisce tutta l’estesa fascia di pianura che, dalle zone altimetricamente più basse della porzione settentrionale, comprese tra i terrazzamenti dei depositi più antichi, occupa la maggior parte della porzione centrale e meridionale della regione, interrotta solo dalle strette fasce alluvionali e di “Diluvium tardivo” che si localizzano lungo i corsi d’acqua principali.

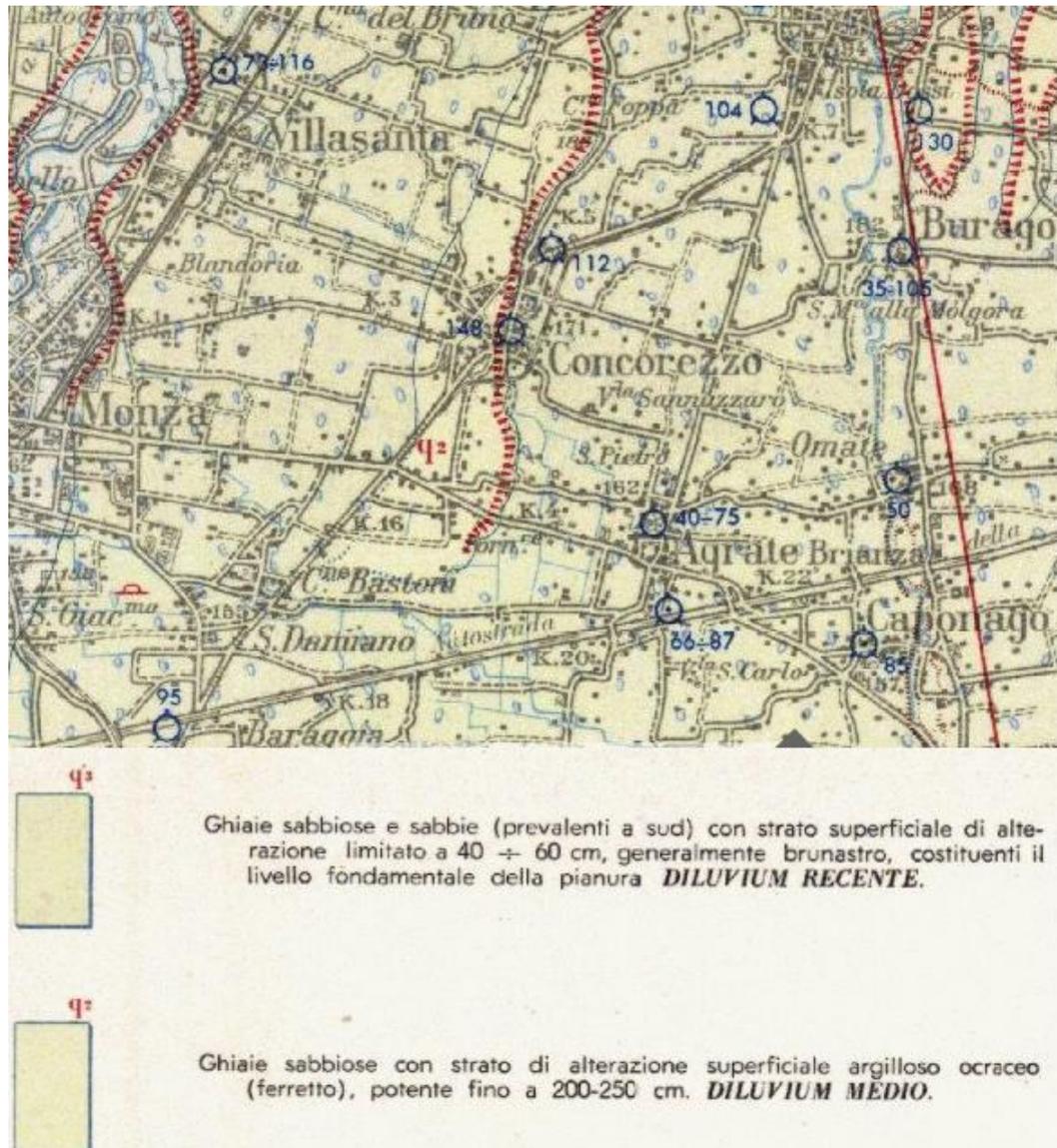


Figura 2 Inquadramento geologico F. 45 “Milano” della Carta Geologica d’Italia

La composizione del Diluvium recente è meno uniforme di quella del Diluvium medio ed è quasi costantemente caratterizzata dalla presenza di uno strato superficiale di alterazione, di natura sabbioso-argillosa e dello spessore di 25-70 cm, ormai completamente obliterato dall’attività antropica che l’ha rimescolato con l’humus superficiale e con le sottostanti sabbie e ghiaie.

Per quanto riguarda la natura litologica di questo deposito, sotto lo strato di alterazione superficiale, si rinvencono ghiaie, sabbie, argille e limi. Le ghiaie, più o meno sabbiose, prevalgono nella parte settentrionale, le sabbie, i limi e le argille in quella meridionale e il passaggio tra le diverse litologie è per lo più graduale.

Nella zona di studio, identificabile con la “zona a ghiaie prevalenti”, (cfr. Allegato 2-3-5) si hanno ghiaie sabbiose con ciottoli con intercalazioni di straterelli decisamente sabbiosi, sono presenti anche livelli argillosi nella porzione più superficiale.

L'esatta delimitazione dello spessore del Diluvium recente è possibile solo in perforazione, ove le ghiaie appoggiano direttamente su livelli ben identificabili (“Ceppo”, argille superficiali del Diluvium antico, argille fluvio-lacustri del Villafranchiano).

### ***Caratteri Geomorfologici***

Le caratteristiche geomorfologiche del territorio comunale risentono della storia geologica del territorio e degli avvenimenti succedutesi nella regione in esame dal tardo Miocene fino a tutto il Quaternario.

La dinamica evolutiva che ha caratterizzato questa porzione della pianura Padana è infatti determinata dall'inizio della fase erosiva di tutto l'arco alpino a partire dal Messiniano (5.2 milioni di anni fa, Ma), in cui si è verificata l'essiccazione del Mediterraneo.

E' iniziata così la deposizione dell'estesa copertura sedimentaria di depositi fluviali e in seguito fluvioglaciali che ha portato alla creazione dell'attuale pianura.

Sulla pianura in formazione si sono formati gli apparati fluviali di smaltimento delle acque alpine.

A partire dal Pliocene si assiste ad una fase di ritiro del mare e della sedimentazione di depositi continentali fluvio-lacustri, deltizi e di piana costiera caratterizzati in prevalenza da granulometrie medio-fini (sabbie, sabbie fini, limi, argille). Questa unità attribuita al “Villafranchiano”, a cavallo del limite Plio-pleistocenico continentale è stata sottoposta ad un sollevamento dopo la sua deposizione e quindi la sua parte superiore risulta erosa e profondamente incisa. Contemporaneamente alla fase di sollevamento, si sono succedute diverse fasi trasgressive, i cui depositi marini e continentali hanno riempito tali incisioni e sono stati a loro volta successivamente erosi. Nei solchi vallivi venivano a depositarsi ghiaie e sabbie, anche con elevato spessore, che nel

corso del tempo hanno subito fenomeni di cementazione. Attualmente questi depositi affiorano o si rinvencono nel sottosuolo in modo discontinuo.

Con il Pleistocene l'area viene interessata dagli episodi glaciali, convenzionalmente raggruppati nelle tre fasi (dalla più antica alla più recente) Mindel, Riss e Würm, che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti fluvioglaciali nell'alta Pianura e di sedimenti glaciali nelle aree montane e pedemontane. Alla deposizione fece seguito, nei periodi interglaciali, l'erosione dei sedimenti. Questo ciclo di sedimentazione e di erosione da parte dei corsi d'acqua pleistocenici, e ripetutosi più volte, ha portato alla formazione di un sistema di terrazzi che attualmente occupa la porzione più alta della pianura, a valle degli anfiteatri morenici.

Per quanto riguarda gli elementi geomorfologici che più da vicino interessano il territorio in oggetto si possono esprimere le seguenti considerazioni generali.

I terrazzi del Diluvium medio sono caratterizzati da una configurazione superficiale piuttosto piatta e uniforme, con leggera pendenza verso sud. I livelli terrazzati sono separati l'uno dall'altro, nella maggior parte dei casi, da una scarpata morfologica ripida, soprattutto nella porzione nord della regione.

Nella zona di studio, al contrario, il passaggio dal Diluvium medio al Diluvium recente, si realizza attraverso un piano inclinato talora appena percettibile. In ogni caso si specifica che la morfologia a cui ci si riferisce è attualmente relitta ed obliterata dall'azione antropica per cui si ritiene di non doverla sottoporre alla disciplina dell'art. 11 del PTCP della Provincia di Monza e Brianza.

La morfologia del Diluvium recente, al contrario, è molto uniforme; si tratta infatti di una pianura che si insinua a nord tra i lembi diluviali più antichi, mantenendosi ad una quota sensibilmente inferiore. La distribuzione delle ghiaie del Diluvium recente contrassegna gli alvei degli antichi corsi d'acqua incisi nei pianalti più elevati e testimoniati dalla presenza di paleoalvei.

La sintesi degli elementi cartografati, ai fini dell'analisi geomorfologica del territorio comunale di Concorezzo, può essere descritta secondo lo schema di legenda che qui di seguito si riporta, nella suddivisione di forme del territorio derivate, e dei relativi meccanismi generatori. Sono stati cartografati i seguenti elementi:

- *Forma: Terrazzo - depositi: fluvioglaciali del Riss*

Si tratta di depositi costituiti da ciottoli grossolani arrotondati con ghiaie in matrice sabbiosa giallo-ocracea, con locale presenza di lenti conglomeratiche. Sono comunque difficilmente distinguibili perché sono soggetti ad alterazione superficiale con caratteristiche analoghe a quelle del "Ferretto". Sono rialzati di qualche metro rispetto il livello della pianura.

- *Forma: aree di pianura alla base del terrazzo - depositi: fluvioglaciali del Würm*

I depositi sono caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti d'argilla. Costituiscono il cosiddetto "livello fondamentale della pianura". In essi è rilevabile l'aumento dei termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale: questa variazione è da collegare alla riduzione verso sud dell'energia dell'agente di trasporto e deposizione.

I depositi würmiani a differenza di quelli rissiani presentano superiormente un livello di natura prevalentemente sabbiosa che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti che, data l'elevata porosità, costituiscono un ottimo serbatoio per l'acqua di falda.

- *Paleolvei*

Nel territorio comunale sono presenti alcuni paleoalvei, il cui andamento è riportato nell' Allegato 1. *Carta geologica con elementi geomorfologici (scala 1:5.000)*, corrispondenti agli antichi letti di corsi d'acqua e delle loro divagazioni, ormai sepolti e riempiti da materiali fini, probabilmente attribuibili agli antichi alvei del Torrente Molgora e del Fiume Lambro.

### ***Caratteri Pedologici***

#### Osservazioni litostratigrafiche sulle Unità affioranti

Di seguito si propone una descrizione, in successione cronologica dalla più antica alla più recente, delle diverse Unità che compaiono nell'area di studio come descritte da vari Autori tra cui Riva (1957), Comizzoli et al. (1969), Cavallin et al. (1983), Francani, (1985).

I sedimenti hanno origine alluvionale, per deposizione dai corsi d'acqua, e glaciale (dove sono presenti colline moreniche); con il termine "fluvioglaciale",

gli Autori intendono depositi alluvionali pleistocenici, contemporanei alle fasi di avanzata e ritiro dei ghiacciai.

Diluvium Antico (fluvioglaciale Mindel Auct.)

È costituita da ghiaie a supporto di matrice, caratterizzate da un alto grado di selezione, disposte in letti suborizzontali o leggermente inclinati, con ciottoli poligenici generalmente arrotondati di diametro medio di circa 10 cm. La matrice, abbondante, è prevalentemente sabbioso – argillosa di colore giallo – ocraceo. Superficialmente è presente un orizzonte di alterazione dal tipico colore rossastro avente spessore di alcuni metri prodotto da fenomeni di ossidazione, decalcificazione e argillificazione.

Questa Unità affiora marginalmente a Nord del territorio comunale dove è rappresentata dai depositi ghiaioso sabbiosi.

Verso Ovest è a contatto con i depositi del Diluvium Medio (Auct.) mentre a Sud e a Est questa Unità è rilevabile al di sotto delle alluvioni del Diluvium Recente.

I depositi che caratterizzano il Diluvium Antico sono riferibili ad un ambiente deposizionale alluvionale di piana fluvioglaciale caratterizzata dalla presenza di corsi d'acqua a canali intrecciati (braided rivers). Dal punto di vista cronostratigrafico, sulla base di considerazioni geometriche e del grado di alterazione, sono stati associati a età contemporanee o immediatamente successive alle fasi glaciali quaternarie più antiche (Mindel Auct.). Alla sommità dei depositi grossolani si rinviene ovunque un livello di 2 – 3 m di spessore, costituito da più coltri (almeno due) di limi, presumibilmente eolici, profondamente pedogenizzati (ERSAL, 1999). L'insieme dei depositi fluvioglaciali alterati e dei limi pedogenizzati di copertura viene definito tradizionalmente "ferretto", anche se a volte questo termine è attribuito solo alla parte più superficiale dell'unità, che affiora in territorio geograficamente più a Nord rispetto all'area rilevata. Questa denominazione, che per anni è stata utilizzata come definizione del marker dell'interglaciale Mindel – Riss, diventando tradizionale nella letteratura geologica, è attualmente considerata ambigua. È stato infatti dimostrato che il "ferretto", potendo derivare da processi paleopedologici instauratisi in età diverse, non può essere utilizzato come elemento di correlazione temporale (Cremaschi & Orombelli, 1982; Cremaschi, 1987).

Diluvium Medio (fluvioglaciale Riss Auct.)

Le aree di affioramento di questa Unità si trovano sempre nella porzione settentrionale dell'area studiata. I sedimenti sono essenzialmente di natura ghiaiosa con ciottoli molto arrotondati aventi diametro medio di circa 10 cm, immersi in una matrice abbondante di colore giallo – marrone, a tessitura argilloso – sabbiosa. La natura litologica dei ciottoli è varia, ma raramente si hanno elementi clastici calcarei. Il grado di alterazione dei sedimenti varia da medio ad elevato.

Questa tipologia di deposito è stata associata ad un ambiente deposizionale simile a quello del Diluvium Antico, ma cronologicamente posteriore, attribuibile al Riss Auct.

Localmente le ghiaie sono ricoperte da un orizzonte di depositi limosi e più frequentemente limoso - sabbiosi, lo spessore risulta di difficile individuazione, comunque compreso tra 1 e 1.5 metri. I caratteri litologici peculiari di questo deposito sommitale sono l'estrema omogeneità e l'elevato grado di assortimento granulometrico.

Diluvium Recente (fluvioglaciale Würm Auct.)

Vengono così definiti quei depositi di natura ghiaioso – sabbiosa, tradizionalmente interpretati come frutto di episodi di sedimentazione fluvioglaciale e fluviale delle ultime fasi glaciali (Würm Auct.). Questa Unità, che costituisce il cosiddetto “livello fondamentale della pianura”, affiora con continuità in tutta l'area di studio, interrompendosi solo in corrispondenza del terrazzo pleistocenico della valle del fiume Lambro. Nelle aree meridionali del territorio del comune di Concorezzo è presente in superficie anche un orizzonte limoso – sabbioso di alterazione, dello spessore di 70/100 cm circa, spesso rimaneggiato per intervento antropico. Su scala regionale, le caratteristiche litologiche evidenziano una natura meno uniforme di quelle precedentemente descritte.

Da un punto di vista tessiturale è infatti possibile distinguere tre fasce, denominate zona a ghiaie prevalenti, zona a ghiaie e sabbie e zona a sabbie prevalenti, con progressivo aumento delle componenti granulometriche fini da Nord a Sud. In riferimento a questa Suddivisione, l'area di studio si inquadra nella zona a ghiaie e sabbie. I depositi, che presentano spesso una pseudo

stratificazione, sono costituiti da ghiaie e sabbie mal selezionate caratterizzati, come tutti gli elementi clastici, da un elevato grado di arrotondamento. La tessitura della matrice è generalmente sabbiosa, anche se non raramente si ha un aumento della componente limoso – argillosa. Questo carattere è tipico delle porzioni più superficiali del deposito e sembra essere legato a fenomeni di liscivazione dagli orizzonti pedogenizzati ad opera delle acque di infiltrazione.

#### Alluvioni recenti e attuali

A questa Unità sono attribuiti i depositi che affiorano in corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua. Sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con locali intercalazioni di livelli sabbioso – limosi legati a fenomeni di esondazione.

L'elevata attività delle dinamiche deposizionali e le continue trasformazioni antropiche non consentono la formazione di un orizzonte di alterazione superficiale significativo.

#### ***Cartografia geologica***

La Carta geologica con elementi geomorfologici di inquadramento alla scala 1:5.000 redatta per l'intero territorio comunale, riporta con colori differenti, le Unità litologiche presenti nel territorio comunale ed è stata ricavata dalla cartografia geologica ufficiale pubblicata, dalla letteratura scientifica e/o da sopralluoghi.

Per ogni unità è riportata in legenda una breve descrizione (litologia, facies, caratteri peculiari evidenziati nell'area esaminata).

Gli elementi geomorfologici indicati sono le forme di erosione e di accumulo presenti.

Ne viene interpretata la genesi in funzione dei processi geomorfologici attuali e passati, stabilendone la sequenza cronologica.

## **COMPONENTE IDROGEOLOGICA**

L'area del comune di Concorezzo, si localizza interamente all'interno della pianura alluvionale della Pianura Padana, caratterizzata dalla presenza di "Unità Idrogeologiche" che, analogamente a quanto avviene per le formazioni geologiche, compongono una "serie idrogeologica".

Le "unità idrogeologiche" sono quindi da considerarsi l'equivalente delle unità litostratigrafiche, in quanto riuniscono queste ultime (formazioni, membri, ecc.) che presentano comportamento idrogeologico omogeneo e caratteristiche di permeabilità, trasmissività, porosità e modalità di circolazione idrica simili.

Nel caso della Pianura Padana, i dati stratigrafici ricavabili dai pozzi per acqua, sono sempre stati molto scarsi e non sempre sufficienti a caratterizzare in modo preciso sotto l'aspetto stratigrafico i depositi continentali.

Si ritiene opportuno esporre dapprima la struttura idrogeologica come risulta dagli studi fino ad ora pubblicati, e successivamente lo schema semplificato adottato per il seguente lavoro. In tutti questi studi, sono state proposte classificazioni essenzialmente analoghe, ma di difficile comprensione perché si sono utilizzate denominazioni differenti per indicare le medesime unità.

Nel presente lavoro, allo scopo di facilitare la comprensione della letteratura precedente, molto ricca di informazioni ma altrimenti non utilizzabile, vengono riportate ove possibile le varie denominazioni delle Unità così da agevolare la lettura dei documenti meno recenti.

Nella tabella 3.1 sono riportate le denominazioni delle diverse Unità secondo gli Autori che hanno trattato l'argomento.

Le motivazioni delle diverse denominazioni, ai fini di una migliore comprensione delle documentazioni tecniche e scientifiche, necessitano di una breve descrizione.

Il metodo proposto da Martinis B. e Mazzarella S., elaborato in un'epoca in cui la cartografia geologica di superficie era ancora poco nota, ricostruisce l'età delle Unità sulla base della paleontologia e micropaleontologia più profonde. Mentre le Unità superiori corrispondono alle Unità fluvioglaciali affioranti nella media e alta pianura lombarda; tra i depositi più recenti e quelli più antichi è riconoscibile un livello discontinuo di sedimenti fini che separa la falda libera da quella semiconfinata sottostante.

UNITA' LITOLOGICHE (MARTINIS B. & MAZZARELLA S., 1971)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE (FRANCANI & POZZI, 1981),	UNITA' STRATIGRAFICHE (PIERI & GROPPI, 1981)	UNITA' IDROGEOLOGICHE (AVANZINI, BERETTA, FRANCANI et Al., 1995)	GRUPPI ACQUIFERI (REGIONE LOM-BARDIA & AGIP, 2002)
LITAZONA GHIAIOSO - SABBIOSA	FLUVIOGLACIALE WÜRM AUCT. (Dil. Recente)	ALLUVIONE	UNITA' GHIAIOSO - SABBIOSA	A
	FLUVIOGLACIALE RISS - MINDEL AUCT. (Dil. Medio - Antico)		UNITA' SABBIOSO - GHIAIOSA	B
	CEPPO AUCT.		UNITA' A CONGLOMERATI E ARENARIE BASALI	
LITAZONA SABBIOSO - ARGILLOSA	VILLAFRANCIANO	SABBIE DI ASTI	UNITA' SABBIOSO - ARGILLOSA (facies continentali e di transizione)	C
LITAZONA ARGILLOSA			UNITA' ARGILLOSA (facies marine)	D

**Tabella 1** Unità idrogeologiche presenti nel sottosuolo della Provincia di Monza e Brianza e hinterland secondo le denominazioni dei diversi Autori (Regione Lombardia & ENI – Divisione AGIP, 2002; modificata).

Il criterio idrostratigrafico adottato da Francani V. & Pozzi R. (1981) assume una relazione diretta tra le caratteristiche litologiche e stratigrafiche e le proprietà idrauliche, sulla base della tradizione della cartografia idrogeologica internazionale (Castany 1968, Margat 1962) che consente un approccio pratico alla comprensione della circolazione idrica sotterranea per la soluzione dei problemi di idrogeologia regionale.

Questo metodo consiste sostanzialmente nel seguire in profondità le Unità geologiche di superficie riportate nelle cartografie geologiche nazionali attraverso i numerosi dati ricavati dalla prospezioni geognostiche e dai pozzi per acqua.

Le denominazioni delle Unità idrogeologiche vengono quindi fatte corrispondere a quelle delle Unità di superficie.

La Suddivisione in Unità idrogeologiche, proposta dallo studio sulle falde profonde della Provincia di Milano curato da Avanzini M., Beretta G.P., Francani V. et Al. (1995), si basa invece sul riconoscimento di associazioni di litotipi che presentano le seguenti caratteristiche:

- analoghe condizioni di circolazione idrica sotterranea;
- rapporti comparabili di alimentazione - deflusso delle falde;
- disposizione geometricamente conforme rispetto agli altri acquiferi.

Questo criterio essenzialmente idrogeologico mette in relazione le caratteristiche litologico - stratigrafiche con le modalità di circolazione idrica e consente, rispetto ai criteri precedentemente illustrati, una maggiore razionalizzazione del modello stratigrafico del sottosuolo a vantaggio di una maggiore corrispondenza tra i livelli acquiferi e le falde presenti.

I criteri utilizzati da ENI – Divisione Agip e Regione Lombardia (2002) fanno riferimento ai risultati di un'indagine multidisciplinare, compiuta utilizzando diverse fonti di dati (stratigrafie di pozzo, linee sismiche e log elettrici); tale indagine propone un modello stratigrafico basato sul riconoscimento e la definizione di 4 Unità idrostratigrafiche, definite informalmente Gruppi Acquiferi A, B, C, D.

Il Gruppo Acquifero D, il più profondo, è costituito da una sequenza in facies negativa, o a granulometria inversamente crescente (Coarsening Upward) di età pleistocenica inferiore, caratterizzata da argilla siltosa e silt con intercalazioni di sabbia fine e finissima in strati sottili alla base, sabbia grigia fine e media nella porzione intermedia, e ghiaia poligenica alternata a sabbia nella parte alta.

La successione sedimentaria è interpretata come un sistema deposizionale di delta - conoide progradante da Nord verso Sud.

Il soprastante Gruppo Acquifero C, attribuito al Pleistocene Medio, è ripartito in due distinti cicli regressivi: il ciclo inferiore è costituito, alla base, da sedimenti marini di piattaforma, rappresentati in prevalenza da argilla siltoso - sabbiosa che passano superiormente a depositi prevalentemente sabbiosi di ambiente transizionale; la parte alta del ciclo è invece rappresentata da depositi continentali di piana alluvionale con sabbia grigia da finissima a media, laminata, alternata ad argilla siltosa e argilla palustre scura, ricca in sostanza organica.

Il ciclo regressivo inferiore è interrotto da una fase trasgressiva che ha coinciso con la deposizione di facies transizionali di un sistema litorale a prevalenti sabbie finissime passanti superiormente ad argille marine di piattaforma.

La porzione basale del ciclo superiore è rappresentata da una sequenza di facies negativa di progradazione di sistemi deltizi (ambiente transizionale), con prevalente sabbia grigia fine e media in strati gradati. Segue una sedimentazione in ambiente continentale di piana alluvionale con sabbia grigia, da finissima a media, alternata ad argilla siltosa ed argilla nerastra.

Nel suo complesso il Gruppo Acquifero C corrisponde ad una fase di progradazione da Ovest verso Est dei sistemi deposizionali padani, la quale determina il rapido colmamento dei bacini profondi a sedimentazione torbida, ancora presenti nella parte orientale e Sud - orientale della Lombardia.

La notevole variabilità sedimentaria ha importanti conseguenze di natura idrogeologica; gli intervalli sabbiosi rappresentano infatti dei serbatoi caratterizzati da spessori significativi (10 - 30 m), buona continuità laterale e valori dei parametri idrogeologici (porosità e permeabilità) favorevoli allo sfruttamento idrico, mentre i livelli argillosi garantiscono una sufficiente protezione e confinamento delle falde idriche presenti.

Il Gruppo Acquifero B è suddivisibile in due distinti cicli positivi (fining upward) di spessore pari a circa 20 m. Nel ciclo inferiore prevalgono i litotipi sabbiosi, con sabbia grigia da fine a grossolana, raramente ciottolosa, massiva o laminata, in strati gradati da sottili a molto spessi. Il ciclo superiore è invece caratterizzato da granulometrie più grossolane, con chiara prevalenza delle ghiaie, nelle aree più prossime alle aree alpine di alimentazione, e delle sabbie in quelle meridionali più distali.

Il limite di base del Gruppo Acquifero B coincide con una fase molto importante nell'evoluzione sedimentaria della pianura lombarda per quanto attiene a litologie, facies sedimentarie, ambienti e sistemi deposizionali e direzione degli apporti. Esso segna infatti il passaggio alla deposizione generalizzata di sedimenti grossolani, rappresentati da sabbie medio - grossolane, sabbie ciottolose e ghiaie a matrice sabbiosa.

L'ambiente di deposizione è esclusivamente continentale con sistemi deposizionali di piana alluvionale dominata da sistemi fluviali braided ad alta energia, caratterizzati da sedimenti sabbioso - ghiaiosi poco classati organizzati in strati molto spessi, per lo più amalgamati.

Il Gruppo Acquifero A presenta forti analogie con il sottostante Gruppo B in termini di litofacies, ambienti e sistemi deposizionali.

I depositi sono costituiti da ghiaie e ghiaie ciottolose poligeniche a matrice sabbiosa da media a molto grossolana; l'ambiente deposizionale è continentale e dominano, in particolare, le piane alluvionali con sistemi fluviali di tipo braided. Ai fini della classificazione delle Unità idrogeologiche, si osserva che la classificazione della Regione Lombardia e di ENI del 2002 presenta indubbi vantaggi per il fatto di essere basata su un numero di dati molto maggior rispetto a quelle precedenti.

Questa classificazione risulta ancora suscettibile di miglioramenti che la rendano idonea ad affrontare i problemi geologico-applicativi di dettaglio .

Per tale motivo è da accogliere con favore l'iniziativa di procedere a classificazioni più vicine a questa esigenza, utilizzando il criterio delle Unità dette alloformazioni (Bini A. et al.) che potrà fornire, una volta estesa all'area regionale, importanti contributi.

Come riportato sulla cartografia specifica (*Carta idrogeologica con elementi idrografici (scala 1:5.000)*) è possibile indicare che alla data del rilevamento la soggiacenza della falda superficiale nel territorio del Comune di Concorezzo si attesta tra i 15 ed i 18 metri da piano campagna con escursioni annue di  $\pm 2$  metri.

Questo dato non può essere utilizzato a fini progettuali ma deve essere verificato mediante indagini od acquisizione di dati aggiornati.

### ***Idrografia superficiale***

Il reticolo idrografico che caratterizza il territorio del comune di Concorezzo, data l'esigua pendenza del piano campagna, risulta pressoché inesistente e ricollegabile unicamente ai pochi fossi scolmatori presenti al bordo dei campi e ciò, malgrado la presenza di due importanti aste principali con decorso N-S quali il Fiume Lambro e il Torrente Molgora, che scorrono rispettivamente a circa 5 km ad ovest e a circa 3 km a est del territorio comunale.

A circa 500 m a sud del confine comunale meridionale è presente il canale Villorosi che decorre con andamento E-W.

Si segnala infine la presenza della “Roggia Ghiringhella” che attraversa il centro abitato con direzione N-S.

La roggia ha perso attualmente ogni aspetto di naturalità; si originava da un fontanile ora estinto ed è oggi parte integrante del sistema di collettamento delle acque reflue del Comune di Concorezzo.

Non essendo più un corso d’acqua naturalmente alimentato e quindi non essendo la “roggia” dotata di un regime idrografico proprio, non genera rischi idraulici propri della componente geologica, idrogeologica e sismica.

### ***Meteorologia e Climatologia***

Non esistendo a Concorezzo una stazione meteorologica di riferimento, ci si è basati sulle informazioni derivate da stazioni vicine, pubblicate sugli annali di settore.

Data la vicinanza, ci si è riferiti alle stazioni meteorologiche di Monza e Cremella, di cui sono disponibili una serie centennale di dati pluviometrici per la stazione di Monza (1880-1994) e trentennale per la stazione di Cremella (1964-1994).

Entrambe le stazioni sono caratterizzate da precipitazioni annue relativamente elevate e ben distribuite nell'arco dell'anno, con due massimi in corrispondenza del periodo tardo primaverile (maggio-giugno) ed autunnale (settembre-ottobre). Con riferimento ai dati termici di Monza, il clima risulta essere moderatamente continentale, con temperatura media invernale piuttosto elevata (3° C).

Le condizioni climatiche sono sostanzialmente di tipo continentale, con inverni rigidi ed estati calde, elevata umidità, nebbie frequenti specie in inverno, piogge comprese tra 1200-1500 mm/anno e relativamente ben distribuite durante tutto l'anno. La ventosità è ridotta e frequenti sono gli episodi temporaleschi estivi.

	<b>GEN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAG</b>	<b>GIU</b>	<b>LUG</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OTT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOT</b>
<b>CREMELLA</b> <i>1964-1994</i>	85	75	115	135	202	157	120	124	145	164	86	85	1493
<b>MONZA</b> <i>1880-1999</i>	72	65	84	111	136	85	84	116	104	136	78	69	1140

**Tabella 2** Precipitazioni medie mensili espresse in mm per le stazioni di Cremella e Monza, ricavate dalle relative serie storiche degli annali.

In inverno l'area risulta sovente coperta da uno strato piuttosto spesso d'aria fredda che, in situazioni di scarsa ventilazione, determina la persistenza di formazioni nebbiose che tendono a diradarsi solo nelle ore pomeridiane.

In tale periodo le fasi perturbate sono poco frequenti anche se in taluni casi le masse d'aria umida ed instabile associate alle perturbazioni danno luogo a precipitazioni abbondanti, anche nevose.

Il passaggio alla primavera risulta piuttosto brusco e nella stagione primaverile possiamo assistere ad episodi piovosi di una certa entità che, man mano che la primavera avanza, tendono ad assumere carattere temporalesco.

In estate le temperature elevate associate all'alta umidità relativa ed alla scarsa ventilazione danno luogo a prolungati periodi di afa. Le precipitazioni estive risultano relativamente frequenti ed a prevalente carattere temporalesco.

In autunno il tempo è caratterizzato dall'ingresso, sull'area in oggetto, di intense perturbazioni, e le piogge che ne derivano sono in genere di rilevante entità.

In complesso dunque la distribuzione annuale delle precipitazioni nell'area a clima padano presenta due massimi, uno principale in autunno (intorno a ottobre-novembre) ed uno secondario in primavera (intorno a maggio-giugno).

### ***Caratteristiche chimiche delle acque ad uso potabile***

Per la determinazione del livello di potenziale inquinamento delle acque sotterranee all'interno del territorio comunale, già oggetto in passato di fenomeni di contaminazione, sono stati consultati gli studi e le analisi effettuate dalla Provincia di Milano negli anni 1992-1995 e successivamente nel 2002 (Fenomeni di contaminazione delle acque sotterranee nella provincia di Milano-Indagini per l'individuazione di focolai Titolo IV L.R. 62/85).

#### ***- Distribuzione dei composti organo-alogenati***

Vengono indicati come composti organo-alogenati i composti organici che contengono nella loro molecola almeno un atomo di alogeno (bromo, cloro, fluoro, iodio).

Essendo largamente utilizzati nell'industria come solventi, sgrassanti e plastificanti, e in agricoltura come pesticidi, la loro presenza nei rifiuti è una delle principali cause di inquinamento delle acque.

Fanno parte delle sostanze considerate tali da rendere tossici e nocivi tutti i rifiuti che le contengono.

Per lo smaltimento delle acque di scarico il valore limite è di 1 mg/l.

Il loro comportamento nel sottosuolo è influenzato dai parametri: volatilità, densità e solubilità.

Il territorio comunale di Concorezzo è stato caratterizzato da un'alta concentrazione di questi inquinanti. Gli studi effettuati dall'Asl di Monza (dati 1991), con monitoraggio della falda dal 1981 al 1989, hanno evidenziato la presenza di questi inquinanti in corrispondenza del settore meridionale, comprendente l'area ospitante il pozzo di Malcantone. In passato tale area è risultata inquinata per un lasso di tempo compreso tra il 1984 e il 1989. Attualmente l'area non è più interessata da fonti di inquinamento, malgrado le acque risultino ancora contaminate.

- *Distribuzione dei nitrati*

I nitrati costituiscono il prodotto finale della trasformazione dei composti metastabili dell'azoto presenti ad esempio nella sostanza organica (ammoniaca e nitriti). Dai rilievi effettuati dalla Provincia di Milano si evince che le acque soggiacenti il territorio comunale di Concorezzo presentano una concentrazione elevata di nitrati che negli anni scorsi ha sfiorato i 50 µg/l, valore limite per le acque di falda ai sensi del D.lgs 152/2006.

- *Distribuzione dei fitofarmaci*

Si tratta di una classe numerosissima di sostanze usate nelle pratiche agricole. La concentrazione massima ammissibile per le acque potabili secondo il D.lgs 152/06 è di 0.1 µg/l. Anche in questo caso la concentrazione in alcuni di questi inquinanti si avvicina a quella limite.

Negli ultimi anni la situazione idrochimica ha presentato elementi di notevole miglioramento: lo schema con riportati alcuni dei parametri rilevati è riferito ad analisi degli anni 1998-1999.

Le analisi di potabilità complete delle acque estratte dai pozzi idrici presenti all'interno del territorio comunale sono riportate nell'Allegato 4 (Analisi chimiche e microbiologiche). Queste analisi datate da settembre a dicembre del 1999 hanno rilevato che i campioni di acqua estratti sono conformi ai sensi del D.lgs

152/06 tranne il caso del pozzo Malcantone, che nel febbraio 1999 presentava concentrazioni in solventi organoalogenati tre volte superiori alla Concentrazione Massima Ammissibile.

Naturalmente l'impianto di potabilizzazione fa in modo che in rete le concentrazioni in solventi siano compatibili con le norme di legge.

Più in generale si può affermare che la qualità dell'acqua estratta dai pozzi ubicati a nord dell'abitato è di buona qualità, e ciò è dovuto anche alle capacità di protezione della falda da parte dei terreni sovrastanti.

### ***Cartografia idrogeologica***

La cartografia idrogeologica presenta gli elementi relativi alla prima falda acquifera oltre all'ubicazione dei punti di prelievo e delle anomalie riscontrate sul territorio di Concorezzo in termini di soggiacenza.

Le principali caratteristiche idrauliche dei depositi sono state definite sulla base delle caratteristiche litologiche e pedologiche dei depositi presenti nel territorio comunale; non sono state eseguite prove specifiche infiltrometriche per determinare con precisione tali valori.

La valutazione è stata eseguita attribuendo una propria permeabilità ad ogni deposito detritico (terreni) in base alla porosità, granulometria e grado di addensamento, nonché utilizzando i dati provenienti dalle analisi granulometriche eseguite. Le informazioni così fornite sono dunque da considerarsi di tipo qualitativo, rimandando a studi di dettaglio per le precise misurazioni.

I terreni presenti nell'area sono stati suddivisi nelle tre seguenti unità:

#### *I Unità: terreni a bassa permeabilità*

Comprende depositi fluvioglaciali caratterizzati da una granulometria fine con valori di permeabilità  $K = 10^{-4}$ -  $10^{-6}$  m/s.

#### *II Unità: terreni a medio- bassa permeabilità*

Comprende depositi fluvioglaciali caratterizzati da una granulometria fine aventi valori di permeabilità  $K = 10^{-2}$  –  $10^{-4}$  m/s.

#### *III Unità: terreni a medio-elevata permeabilità*

Comprende depositi fluvio-glaciali con scarsa matrice fine caratterizzanti la successione quaternaria aventi valori di permeabilità  $K = 10^1-10^{-2}$  m/s.

I punti di captazione (pozzi) e di monitoraggio della falda (piezometri) riportati nella Carta idrogeologica sono stati ricavati dal data base del catasto utenze idriche della Provincia di Monza e Brianza. Il Sistema Informativo Falda (SIF) provinciale mette infatti a disposizione un elenco aggiornato dei pozzi e piezometri pubblici o privato periodicamente aggiornato. I dati scaricati dal portale della Provincia (in formato .csv e .shp) sono stati verificati nel corso dei sopralluoghi in situ e confrontandoli con quelli a disposizione dell'Ufficio Tecnico comunale, al fine di valutarne la corrispondenza con quanto attualmente esistente. L'ultimo aggiornamento del catasto è datato aprile 2016. Nella Carta idrogeologica prodotta, sono riportate le delimitazioni delle fasce di rispetto e di tutela assoluta dei pozzi pubblici ad uso idropotabile, ricavate con applicazione del criterio geometrico ai sensi del D.Lgs. 258/2000, art. 5, comma, ed in ottemperanza della D.G.R. 10 aprile 2003, n. 7/12693: "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle aree di rispetto, art. 21, comma 6, del D.Lgs. 152/99 e successive modificazioni" e del sistema idrografico.

La Carta fornisce l'indicazione dell'andamento della piezometria della falda più superficiale è stata anch'essa desunta dai SIF della Città Metropolitana di Milano e dalla Provincia di Monza e Brianza, sulla base dei valori di soggiacenza e della quota della superficie piezometrica più aggiornati. Le linee di flusso sono state tracciate in Carta a partire dall'andamento delle isopieze e confrontandole con i dati dei sistemi informativi provinciali, regionali e dei dati di bibliografia.

## COMPONENTE SISMICA<sup>1</sup>

La normativa antisismica, ed in particolare la zonazione sismica del territorio nazionale, è di relativa recente creazione.

A seguito del terremoto di Messina e Reggio Calabria del 1908 i comuni venivano dichiarati sismici solo dopo essere stati interessati e danneggiati da eventi sismici. Tale approccio fu mantenuto fino all'entrata in vigore della legge n. 64 del 2 febbraio 1974, nella quale si stabiliva che alla base della classificazione sismica dei territori comunali fosse realizzata sulla base di comprovate conoscenze e motivazioni tecnico-scientifiche, e doveva attuarsi attraverso l'emanazione di appositi decreti del Ministero dei Lavori Pubblici. La classificazione doveva basarsi su appositi studi condotti dal CNR, i quali individuavano tre categorie sismiche a crescente severità.

Nel periodo 1981-1984 si assiste ad un primo tentativo di classificazione estesa al territorio nazionale. Con l'emanazione del D.M. del 14 luglio 1984 del Ministero dei Lavori Pubblici poco meno della metà della penisola era stata classificata, e vaste aree del paese rimanevano senza alcuna classe assegnata (Figura 3, pagina seguente).

La classificazione del 1984 è stata oggetto di revisione nell'ambito della Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN costituito dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi del 1998. La zonazione proposta – che si basa sui medesimi principi dell'antecedente – include nuove aree in precedenza non classificate o definite non sismiche, ed aggiorna la precedente perimetrazione (Figura 4, pagina seguente).

Tale classificazione è rimasta in vigore fino al 2003, quando sono stati introdotti nuovi criteri per la definizione della sismicità di base del territorio nazionale. Rispetto ai D.M. del periodo 1981-1984 le nuove metodologie di classificazione hanno introdotto il concetto di pericolosità sismica del territorio basata sulla probabilità di superamento di una data soglia di intensità o magnitudo in un certo intervallo di tempo. È stata così emanata l'Ordinanza del Presidente del

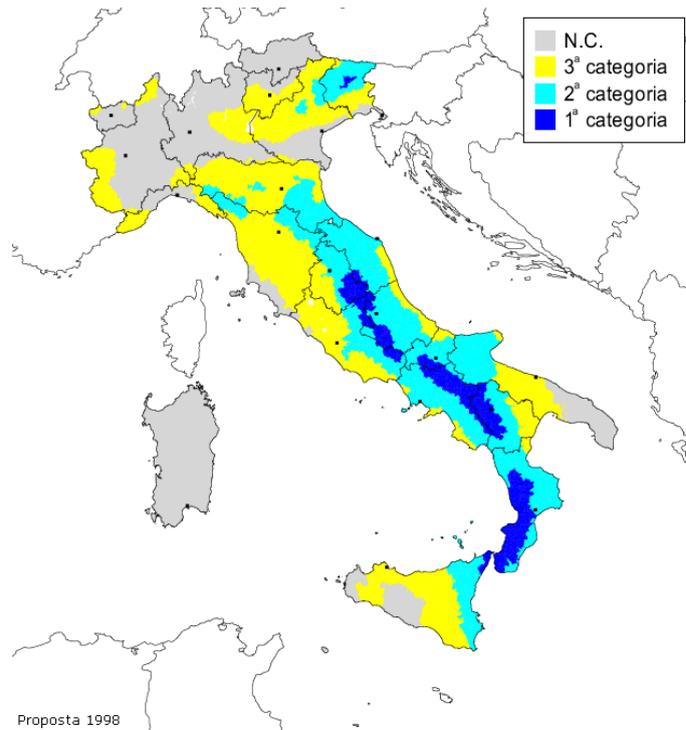
---

<sup>1</sup> Le informazioni riportate nella seguente premessa sono tratte dal sito internet istituzionale della Protezione Civile: <http://www.protezionecivile.gov.it>

Consiglio dei Ministri (OPCM) n. 3274 del 20 marzo 2003, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.



Figura 3 Classificazione sismica del territorio italiano (1984), Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14/07/1984 e successive modifiche e integrazioni (fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class1984.html>).



**Figura 4 Proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano (1998) del Gruppo di Lavoro ING-GNDT-SSN (fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/proclass1998.html>)**

L'OPCM riporta i principi generali con cui le Regioni, su delega dello Stato, sono chiamate ad adottare la classificazione sismica del proprio territorio, ed a compilare l'elenco dei propri comuni con la relativa attribuzione della classe di pericolosità sismica. Con tale provvedimento è stato quindi possibile creare una mappa delle zone sismiche del territorio italiano estesa a tutta la penisola. I singoli territori comunali vengono catalogati sulla base di quattro classi a pericolosità decrescente dalla Zona sismica 1 (la più pericolosa) alla Zona sismica 4 (la meno pericolosa)<sup>2</sup>. Nell'Allegato 1 vengono riportati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". L'attribuzione della pericolosità sismica di base viene effettuata sulla base dell'accelerazione orizzontale  $a_g$  calcolata su sito di riferimento rigido e pianeggiante, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Per ogni classe viene inoltre specificata l'accelerazione massima orizzontale  $a_g$  per l'ancoraggio dello spettro

<sup>2</sup> I principi generali utilizzati dalle Regioni per la classificazione sismica del proprio territorio richiamano quanto previsto dal Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia".

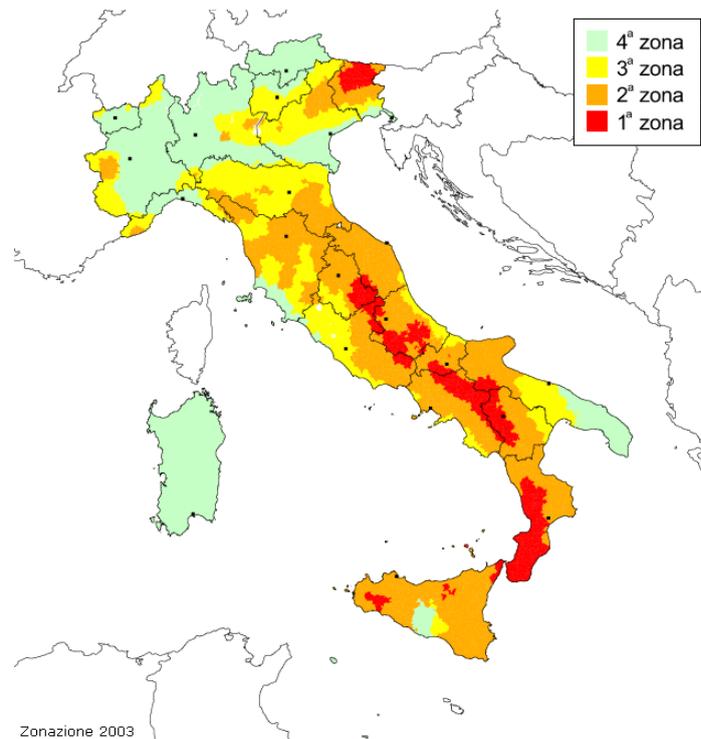
di risposta elastico, utile in fase di progettazione, come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g$ )
1	$0.25 < a_g$	0.35g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15g
4	$0.05 > a_g$	0.05g

Figura 5, pagina seguente).

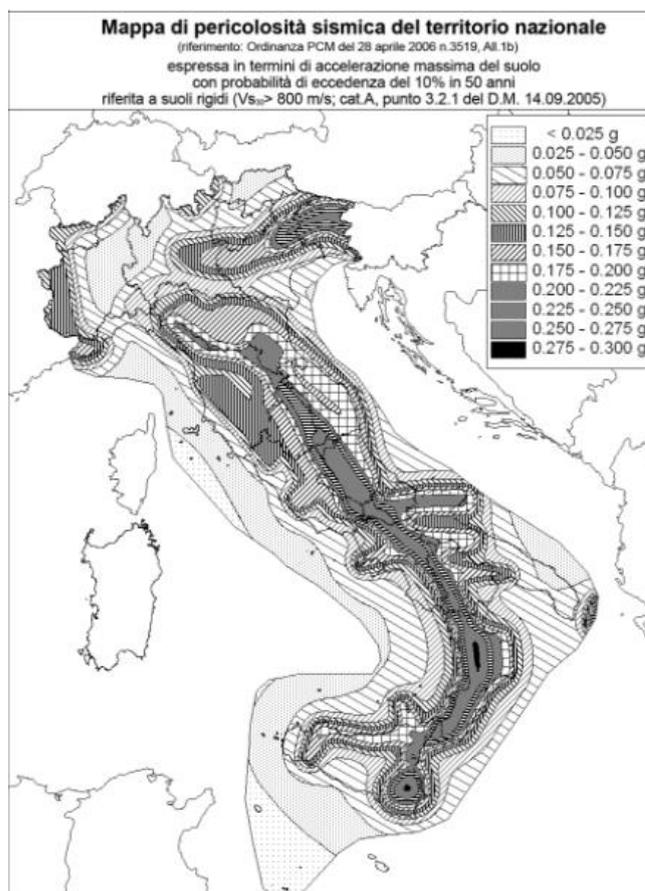
L'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone" è una revisione della classificazione sismica riportata nella precedente Ordinanza n. 3274/03. L'adeguamento apportato si allinea con quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni approvate con Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 settembre 2005 (Figura 6, pagine a seguire).

Il Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche delle Costruzioni" (NTC 2018) specifica che ogni costruzione va indicata l'accelerazione di riferimento propria del sito, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto, oltre che dalla vita nominale dell'opera. La novità introdotta dalle NTC è il valore della pericolosità sismica di base ai fini della progettazione, che viene definita per ogni punto del territorio nazionale basandosi su una rete a maglia quadrata di 5 km di lato, senza tenere in considerazione i limiti amministrativi dei singoli comuni. Per quanto concerne la classificazione sismica dei territori comunali così come prevista dall'OPCM n. 3519/06, rimane invece invariata per i fini relativi alla gestione, pianificazione e controllo del territorio.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0.25 < a_g$	0.35g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15g
4	$0.05 > a_g$	0.05g

Figura 5 Zone sismiche del territorio italiano (2003), OPCM n. 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”. (fonte: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/class2003.html>). A fianco: valore dell'azione sismica di riferimento utile in fase di progettazione per ciascuna zona sismica.



Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g$ )	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (ag)
1	$0.25 < a_g \leq 0.35$	0.35g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15g
4	$0.05 \leq a_g$	0.05g

Figura 6. Sopra: mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 (fonte: [http://zonesismiche.mi.ingv.it/images/mappa\\_GU108bn.gif](http://zonesismiche.mi.ingv.it/images/mappa_GU108bn.gif)). Sotto: tabella riportante i valori caratteristici di  $a_g$  per ciascuna delle quattro zone sismiche in cui è suddiviso il territorio nazionale.

### *Inquadramento sismico*

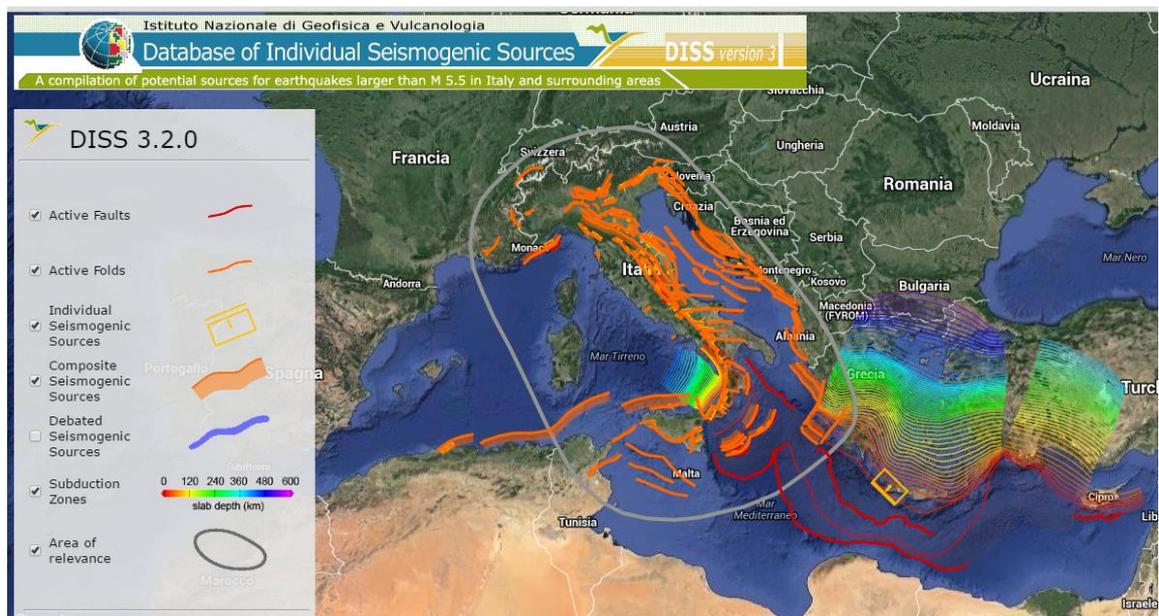
L'ultimo "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", emesso con la D.G.R. dell'11 luglio 2014 – n X/2129, classifica il territorio comunale di Concorezzo in Zona sismica 3. L'accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni è compresa tra 0.05 g e 0.15 g (sismicità bassa), con un valore di  $a_{g,max}$  pari a 0.062141 g.

Tale nuova zonazione è divenuta ufficialmente vigente con la DGR 30 marzo 2016 - n. X/5001, recante l'“Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)”.

La sismicità di un territorio è legata alla sola presenza di attività neotettonica, intendendo con questo termine i movimenti tettonogenetici relativi al periodo compreso tra il Pliocene e l'attuale (cioè negli ultimi 5,2 Ma). I movimenti neotettonici sono di tipo sia lineare, ovvero che si sviluppano lungo superfici di discontinuità preesistenti (faglie o superfici di sovrascorrimento) sia di tipo areale ovvero che determinano sollevamenti e/o abbassamenti differenziali.

Nella Carta neotettonica dell'Italia (Ambrosetti et al., 1987) il territorio del comune di Concorezzo appartiene interamente ad un'area interessata da movimenti alterni di sollevamento e abbassamento, con tendenza al sollevamento durante il Pliocene ed il Quaternario.

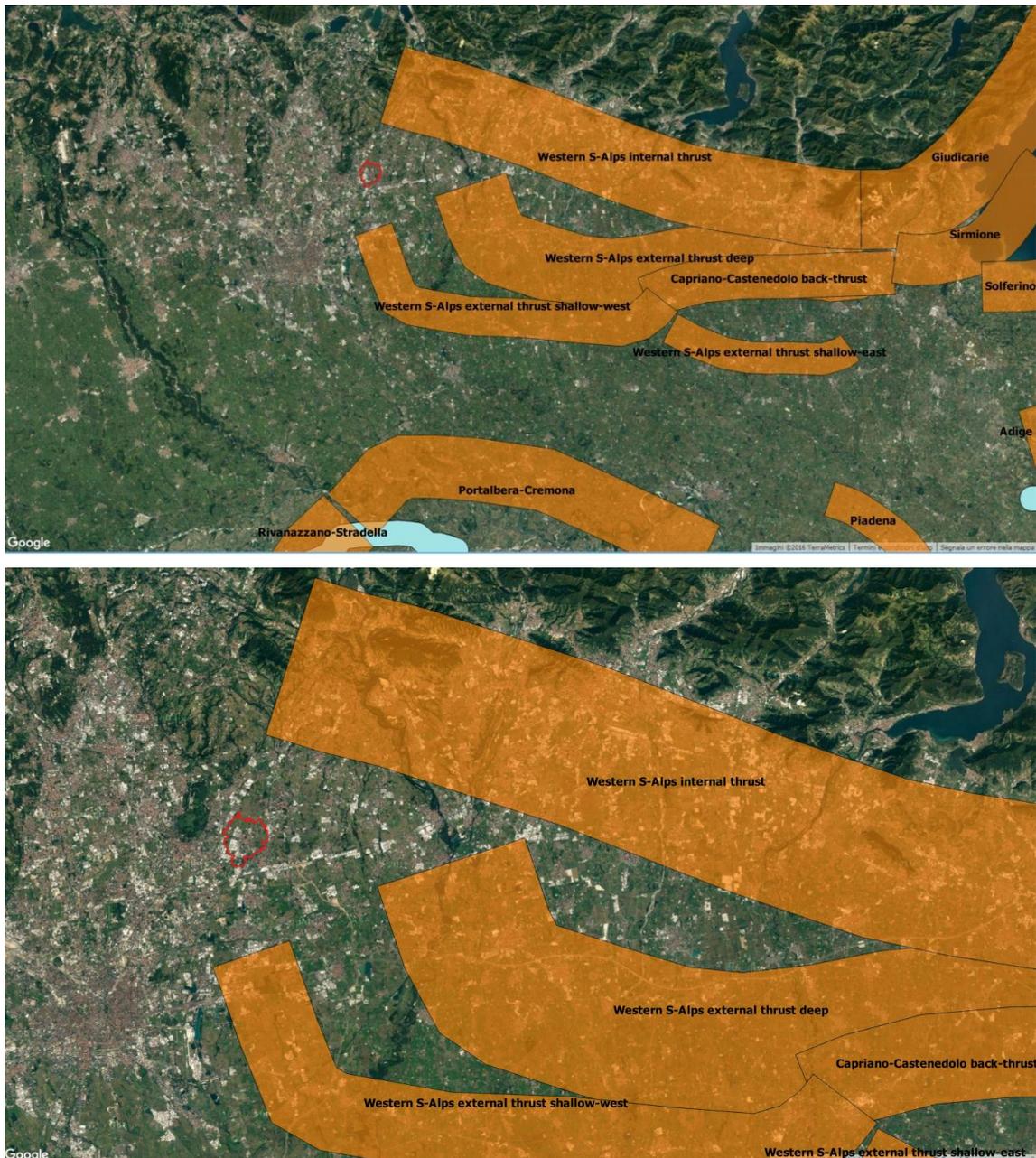
L'inventario delle sorgenti sismogenetiche in Italia dell'INGV (Database of Individual Seismogenic Sources – DISS), versione aggiornata al giugno 2015, è un catalogo delle sorgenti in grado di generare terremoti di magnitudo 5.5 e gradi superiori sul territorio nazionale e nelle aree circostanti (Figura 7).



**Figura 7** Istantanea dell'applicativo webgis del DISS a cura dell'INGV riportante l'ubicazione e la tipologia di sorgenti sismogenetiche in Italia e aree limitrofe.

Sul territorio comunale di Concorezzo non insistono sorgenti sismogenetiche potenzialmente attive. È comunque da rilevare che in prossimità dell'area in

esame il DISS segnala la presenza di alcuni piani immergenti di sorgenti sismogenetiche composite. Si tratta di thrust interni ed esterni sepolti, relativi al margine meridionale delle Alpi occidentali. L'inclinazione di tali superfici è compresa tra 25° e 50°; la profondità minima va dai 2 Km del settore più superficiale del thrust esterno del margine meridionale delle Alpi occidentali, ad un massimo di 13 Km del thrust esterno profondo sempre per il margine meridionale delle Alpi occidentali.



**Figura 8** Sorgenti sismogenetiche in prossimità del territorio di Concorezzo. In rosso il limite amministrativo del comune, in arancione – e relativa etichetta – le sorgenti composite inserite nel DISS.

Il rischio sismico del territorio può essere identificato con i danni attesi prodotti da un terremoto e deriva dall'interazione tra la pericolosità sismica e la vulnerabilità sismica del sito stesso.

La pericolosità sismica, intesa come la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito, è legata invece alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale.

La vulnerabilità sismica, intesa come la propensione di un edificio a subire un danneggiamento a seguito di un evento sismico, è legata alle caratteristiche costruttive dell'edificio stesso; la convoluzione di questi due fattori porta alla valutazione del rischio sismico.

La pericolosità sismica è dunque lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese su base probabilistica mentre la valutazione della pericolosità è propedeutica a qualsiasi azione di valutazione e mitigazione del rischio sismico. Le carte di pericolosità si basano quindi su parametri di scuotimento maggiormente significativi a fini ingegneristici (intensità macrosismiche Fig. 4.1 e valori di picco dell'accelerazione Fig. 4.2).

I parametri si riferiscono alle azioni attese con una probabilità non superiore al 10% in 50 anni, valore standard assunto dalla normativa italiana e da molte normative internazionali per definire il livello di scuotimento da utilizzare ai fini della progettazione degli edifici per civile abitazione.

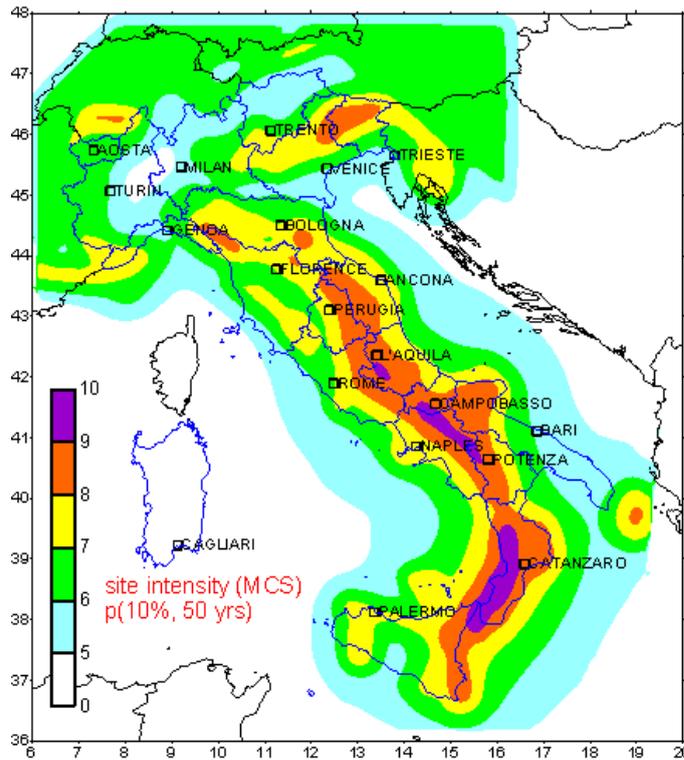


Figura 9 Intensità macrosismiche attese secondo la scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). Nella scala MCS l'inizio del danno agli edifici si ha a partire dal 6° grado.

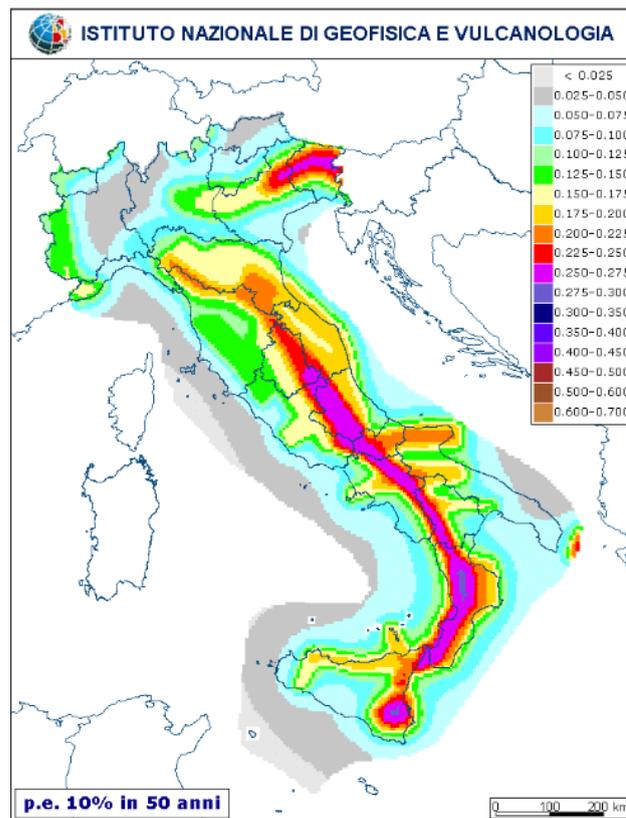


Figura 10 Picco di accelerazione, PGA (valori in g, accelerazione di gravità).

La carta mostra i valori del picco di accelerazione atteso al suolo su sito rigido di riferimento (per definizione  $V_s > 800$  m/s); gli intervalli (di 0.025g, pari a circa  $24.5 \text{ cm/s}^2$ ) sono quelli previsti dall'Ordinanza 3519/06 della PCM ai fini della classificazione sismica del territorio Italiano.

La nuova normativa sismica suddivide il territorio nazionale in 4 zone sismiche in base al valore del parametro **ag** definita come accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi), ed espresso come frazione dell'accelerazione di gravità **g**.

Il territorio comunale di Concorezzo come già affermato, ricade in Zona Sismica 3, a cui è stato attribuito un valore di **ag** pari a 0.062141g.

Questa suddivisione nazionale costituisce macrozonazione sismica del territorio, che non tiene conto degli effetti locali legati alle caratteristiche geologico-strutturali, litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio comunale.

### ***Definizione della risposta sismica locale***

La progettazione antisismica, per tutte le Zone sismiche e per qualsiasi tipologia di edifici, è regolata dal D.M. 17 gennaio 2018 “ Nuove norme sismiche per il calcolo strutturale” NTC 2018. Ai sensi delle NTC, le azioni sismiche in fase di progettazione non vengono più valutate riferendosi alla Zona sismica del Comune in cui ricade l'opera, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al D.M. La suddivisione del territorio ai sensi dell'OPCM 3519/06 resta comunque valida, ma individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento in fase pianificatoria.

La Giunta regionale della Lombardia, con la Delibera del 30 novembre 2011 n. IX/2616 ha approvato l'“*Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12', approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374*”. L'Allegato 5 a detti Criteri riporta la procedura per l'applicazione dell'“*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*”. La metodologia si basa su quanto previsto dalle NTC per la definizione della

pericolosità sismica locale. Essa prevede tre livelli di approfondimento, organizzati in maniera tale da realizzare una graduale e sempre più approfondita caratterizzazione sismica di una data area. I primi due livelli di approfondimento sono obbligatori in fase di pianificazione, mentre il terzo livello si applica qualora venga dimostrata l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale – per gli scenari di pericolosità sismica locale – durante l'applicazione dell'analisi di secondo livello. (Figura 11).

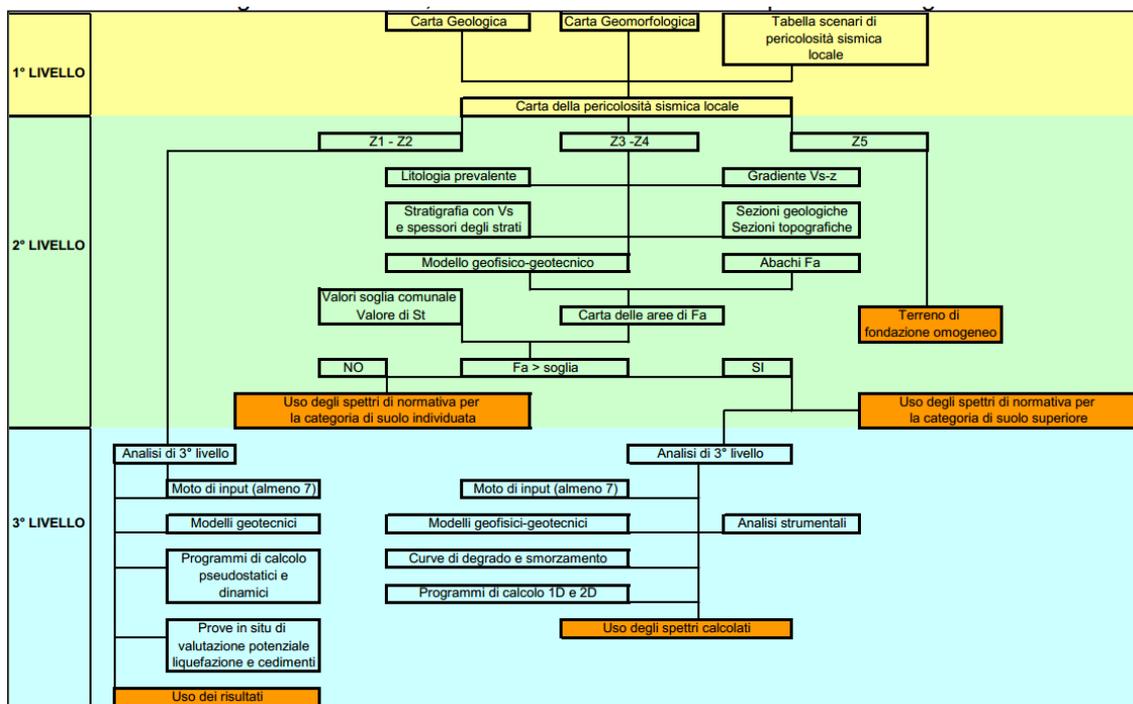


Figura 11 Diagramma di flusso dei dati necessari e dei percorsi da seguire nei tre livelli di indagine (Allegato 5, pagina 94, ai *Criteri* della D.G.R. IX/2616).

In sintesi, per ciascun livello di approfondimento, è previsto quanto segue:

- ANALISI DI PRIMO LIVELLO: si tratta di un approccio di tipo qualitativo nel quale, in base alla valutazione dei dati geologici, geomorfologici e geologico-tecnici raccolti o disponibili, vengono individuati i potenziali scenari di rischio indotti da un terremoto. Tale fase è obbligatoria in fase di pianificazione, indipendentemente dalla Zona sismica in cui ricade il territorio in esame sulla base della classificazione vigente (e successive modificazioni e integrazioni). L'esito di tale livello d'indagine, nel quale non sono necessariamente richiesti approfondimenti mediante la realizzazione di prove in situ, confluisce nella Carta della pericolosità

sismica locale (PSL). In essa viene riportata la perimetrazione areale e/o lineare delle diverse situazioni tipo, indicate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 ai *Criteria* della D.G.R. IX/2616, in grado di determinare gli effetti sismici locali;

- ANALISI DI SECONDO LIVELLO: si tratta di un approccio semi-quantitativo che si applica alla fase pianificatoria per i soli scenari di pericolosità sismica locale – desunti dall'analisi di primo livello – in cui si prevede potenziale amplificazione topografica, oppure litologica/geometrica del sisma. Ai fini della gestione del territorio, tale livello viene applicato per le sole aree urbanizzate o urbanizzabili, ad esclusione di quelle già definite inedificabili. In questa fase di approfondimento vengono utilizzate procedure semplificate che, a partire da dati bibliografici, oppure di terreno, o a seguito dell'esecuzione di indagini in situ poco dispendiose, permettono di individuare la risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa). Dal confronto di questi ultimi con quelli calcolati sulla base della normativa nazionale per ciascun comune e per ognuna delle tipologie di suolo previste dal NTC, è possibile individuare le aree in cui è necessaria l'applicazione anche dell'analisi di terzo livello. L'elaborato grafico che rappresenta gli esiti del secondo livello di approfondimento è la Carta della Microzonazione Sismica (MS);
- ANALISI DI TERZO LIVELLO: è la fase con il più elevato grado di approfondimento e sito-specificità tra quelli previsti dalla normativa. Viene applicata qualora:
  - a seguito dell'analisi di secondo livello, si ottiene che la normativa nazionale non fornisce un grado sufficiente di protezione dal pericolo di effetti di amplificazione del sisma;
  - in seguito all'analisi di primo livello, viene riscontrata una pericolosità sismica locale legata a scenari di instabilità dovuti alle particolari condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche dei terreni.

Il terzo livello di approfondimento è quello che richiede il maggior numero di dati e di osservazioni derivanti da indagini in sito. Per tale ragione non riguarda direttamente la fase pianificatoria, nella quale compare solamente come indicazione ai progettisti sulla necessità di ulteriori

approfondimenti dopo l'applicazione dei precedenti due livelli. Si applica quindi solamente durante la fase di progettazione di un'opera.

La seguente tabella riassume quanto sopra esposto. Per le diverse Zone sismiche assegnate ai singoli territori comunali dall'OPCM 3519/06, ed in relazione ai possibili scenari di pericolosità sismica locale, viene indicato il livello di approfondimento appropriato da applicare nella fase pianificatoria.

Zona sismica	Livelli di approfondimento e fasi di applicazione		
	I livello (fase pianificatoria)	II livello (fase pianificatoria)	III livello (fase progettuale)
2	Obbligatorio	Nelle zone a PSL <sup>(*)</sup> Z3 <sup>(**)</sup> e Z4 qualora interferenti con l'urbanizzato e l'urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	a) Nelle zone a PSL Z1 e Z2; b) Nelle aree in cui il secondo livello di approfondimento ha ottenuto dei Fa calcolati > rispetto ai valori soglia comunali calcolati con l'applicazione della normativa nazionale.
3			
4	Obbligatorio	Nelle zone a PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. 19904/03)	a) Nelle zone a PSL Z1 e Z2; b) Nelle aree in cui il secondo livello di approfondimento ha ottenuto dei Fa calcolati > rispetto ai valori soglia comunali calcolati con l'applicazione della normativa nazionale.
<p>(*) PSL: Pericolosità Sismica Locale.</p> <p>(**) Per il significato delle sigle degli scenari di PSL si veda la Tabella 4.</p>			

**Tabella 3 Livelli di approfondimento per la definizione della Pericolosità Sismica Locale e fasi di applicazione.**

A seguito dell'entrata in vigore della D.G.R. 11 luglio 2014 n- X/2129 il Comune di Concorezzo è passato dalla Zona sismica 4 alla Zona sismica 3. Si è pertanto resa necessaria una revisione della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT vigente, con particolare attenzione riguardo appunto la pericolosità sismica locale dell'area in esame. È stata quindi applicata la procedura regionale sopra esposta alla luce delle variazioni intervenute con l'aggiornamento della classificazione introdotto dalla citata D.G.R.

A tale scopo, sono stati revisionati ed integrati i dati raccolti durante la realizzazione dei precedenti studi geologici per la definizione e l'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Concorezzo a cura dello Scrivente. Come meglio dettagliato nel seguito, sono stati soprattutto rivisti gli esiti dell'indagine MASW realizzata per la ricostruzione del profilo di velocità delle onde Vs e la stratigrafia del sottosuolo di Concorezzo. L'indagine geofisica è stata particolarmente utile per l'applicazione del secondo livello di approfondimento previsto dalla normativa regionale.

#### ***4.1.1. Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) del territorio comunale di Concorezzo***

Con riferimento ai contenuti espressi nella Determinazione del Comune di Concorezzo n°78 del 05/02/2009, inerente l'affidamento dell'incarico per la redazione del Piano di Governo del Territorio e riportante l'approvazione dei preventivi per le indagini supplementari, in particolare per quanto attiene l'indagine geosismica attraverso tecniche MASW viene riportata in Allegato 4 la relazione tecnica di indagine.

I giorni 3 e 4 giugno 2009 è stata eseguita un'indagine geofisica mediante una serie di 10 prove MASW per il calcolo del valore Vs30.

Lo scopo dell'indagine era di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali Vs da cui ricavare il parametro Vs30 necessario per la perimetrazione della pericolosità sismica locale (PSL) così come richiesto dalla DGR 8/7374 del 28/05/2008 per la definizione delle componenti geologiche, idrogeologiche e sismiche in attuazione dell'art. 57 della LR 12/2005.

Sul territorio comunale sono state ubicate uniformemente dieci prove, di seguito riassunte. Le caratteristiche delle prove sono:

<b>Nome</b>	<b>Stendimento (m)</b>	<b>Energizzazione (n)</b>	<b>Geofoni (n)</b>
M1	46	2	24
M2	46	2	24
M3	46	2	24
M4	46	2	24
M5	46	2	24
M6	46	2	24
M7	46	2	24
M8	46	2	24
M9	46	2	24
M10	46	2	24

### **Analisi multicanale delle onde superficiali**

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico

della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale.

Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che

possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza indipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili  $(x;y)$ , il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP).

Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione: questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza ( $<10\text{Hz}$ ).

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e

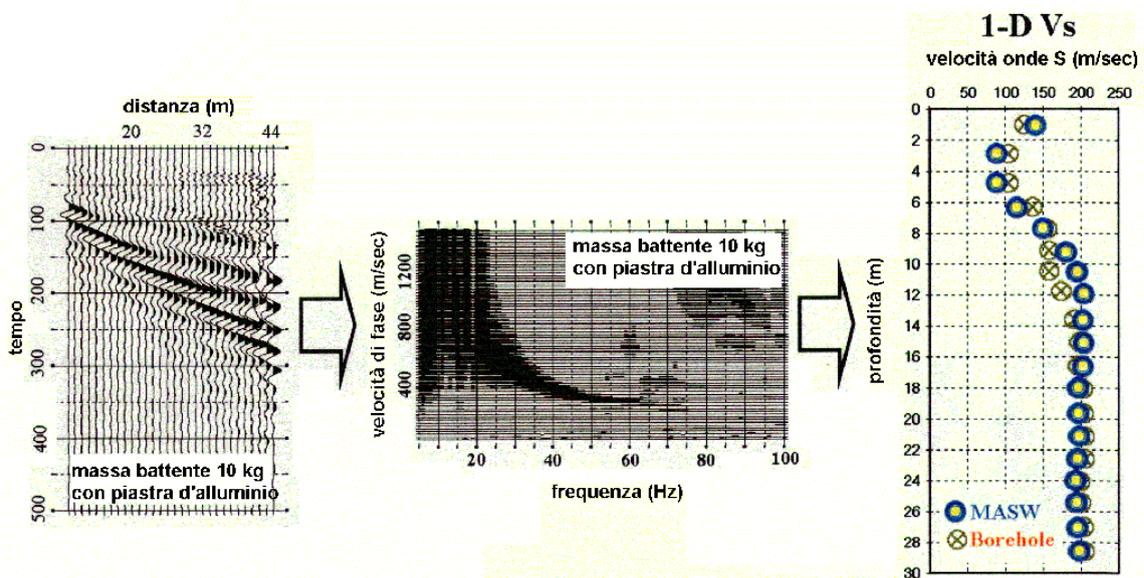
una penetrazione superficiale.

Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità: la velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

### Strumentazione

La strumentazione utilizzata è costituita da :

- un sismografo EEG BR24 24 canali
- 24 geofoni a 4.5Hz
- fucile sismico



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1-D) che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità

**Risultati**

In allegato sono riportati i risultati delle 10 prove MASW eseguite.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione  $V_s$  (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio  $G$  in MegaPascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

è facile ricalcolare il modulo  $G$  esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di  $V_s$  progressiva.

Dalla curva si può quindi ricavare il valore di  $V_{s10}$ ,  $V_{s20}$  e così via, e quindi anche il valore di  $V_{s30}$ , quest'ultimo ovviamente alla profondità 30.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro  $V_{s30}$  calcolato utilizzando la stratigrafia  $V_s$  e la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} h_i / V_i}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$  – esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 m superiori.

Il sito è stato classificato sulla base del valore di  $V_{S30}$  come riportato nella seguente tabella:

Grado	Classe	Velocità sismica (m/s)
Molto buono	A	$V_{S30} > 800$
<b>Buono</b>	<b>B</b>	<b><math>360 &lt; V_{S30} &lt; 800</math></b>
Discreto	C	$180 < V_{S30} < 360$
Sufficiente	D	$V_{S30} < 180$
Insufficiente	E	Strati sup. all. (5 – 20 m) tipo C e D soprastanti substrato tipo A
Scadente	S1	$V_{S30} < 100$
Pessimo	S2	$V_{S30} < 50$

La stratigrafia  $V_s$  riportata nelle tavole allegate è quella utilizzata per il calcolo delle

$V_{s30}$  ed è sismicamente equivalente e ragionevolmente prossima alla stratigrafia reale ma probabilmente non esattamente coincidente.

I terreni investigati appartengono tutti alla classe B con velocità comprese tra i 360 m/s e gli 800 m/s.

#### **4.1.2. Pericolosità sismica locale – Analisi di primo livello**

Il territorio comunale di Concorezzo ricade in Zona sismica 3 ai sensi della D.G.R. 11 luglio 2014 n- X/2129 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)”.

In ottemperanza ai disposti della D.G.R. 30 novembre 2011 n. IX/2616 “Aggiornamento dei ‘Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12’, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374”, viene applicata la procedura regionale per la definizione della Pericolosità Sismica Locale (PSL) del territorio comunale in fase pianificatoria.

Sulla base dell’Allegato 5 alla D.G.R. n. IX/2616, all’area in esame viene obbligatoriamente applicato il primo livello di analisi, che prevede un approccio di tipo qualitativo alla definizione dei potenziali scenari di pericolosità sismica locale.

Questi ultimi sono riassunti nella seguente tabella.

<i>Sigla</i>	<i>SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE</i>	<i>EFFETTI</i>
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

**Tabella 4** Scenari di Pericolosità Sismica Locale secondo l'Allegato 5 ai "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale", pagina 96, della D.G.R. IX/2616.

In considerazione dei caratteri geologici, geomorfologici e idrogeologici del territorio di Concorezzo riassunti nella cartografia a corredo del presente studio geologico, si considera che i potenziali scenari di pericolosità sismica locale riguardino fenomeni di amplificazione litologica o geometrica (Z4). Lo scenario Z4a è quello che, nello specifico, riguarda il settore in esame.

Nella Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL) – Analisi di primo livello il territorio di Concorezzo è monoclasse, in quanto lo scenario Z4a risulta essere ubiquitario per l'intera area in oggetto.

In conformità con quanto previsto dall'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616 si è quindi all'applicazione del secondo livello di approfondimento.

#### **4.1.3. Pericolosità sismica locale – Analisi di secondo livello**

Il secondo livello di approfondimento si applica per quegli scenari di pericolosità sismica locale, stabiliti in base all'analisi di primo livello, in cui si prevede un potenziale effetto di amplificazione (morfologica o litologica) del sisma.

L'analisi di primo livello ha messo in evidenza che il territorio comunale di Concorezzo è caratterizzato da una PSL dovuta a fenomeni di amplificazione

litologica (Z4) per la presenza di depositi alluvionali prevalentemente granulari (Z4a).

Ai sensi della D.G.R. IX/2616 si prevede pertanto l'applicazione del secondo livello di approfondimento. Questa procedura consiste in un approccio semi quantitativo che permette di quantificare la risposta sismica dei terreni in termini di Fattore di amplificazione (Fa) tramite l'applicazione di un metodo semplificato.

Per gli effetti di amplificazione litologica, la procedura prevede la conoscenza di alcuni parametri di ingresso, di seguito elencati:

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

Tali parametri sono stati ricavati in parte nella fase di analisi (ricerca documentale e indagini di terreno) dello studio geologico, e dalla campagna MASW eseguita nel giugno 2009.

In base alla litologia prevalente nell'area in oggetto è previsto l'utilizzo delle schede di valutazione di riferimento predisposte dalla Regione. Quando viene individuata la scheda che meglio corrisponde alle tipologie dei terreni incontrati, si procede al confronto tra l'andamento delle Vs con la profondità riscontrato con quello tipo della scheda regionale. Qualora l'andamento delle Vs differisca da quello della scheda di riferimento, si procede al confronto con quelle delle altre litologie contemplate dalla procedura regionale, fino a quando non si perviene all'identificazione di quella che meglio approssima il profilo delle Vs dell'area in esame.

In allegato sono riportate le schede per ciascuno dei dieci MASW della campagna del 2009, con l'applicazione della procedura semplificata per il calcolo dei Fattori di amplificazione. Quanto asserito nel prosieguo fa riferimento a tale Allegato.

Per quanto concerne i MASW realizzati sul territorio comunale di Concorezzo, i profili delle Vs ricavati non approssimano mai quello della scheda tipo

“LITOLOGIA GHIAIOSA” della procedura regionale. Pertanto sono stati individuati i profili più simili al dato reale relativi ad altre litologie.

Individuata la tipologia di scheda da impiegare si è proceduto al calcolo degli Fa. L’Allegato 5 riporta che *“il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale”*. L’intervallo 0.1 – 0.5 s è rappresentativo del periodo proprio di edifici con strutture rigide e sviluppo verticale fino a cinque piani. L’intervallo 0.5 – 1.5 s è invece rappresentativo del periodo proprio di edifici con strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra cinque e quindici piani.

Per il calcolo dei Fa è necessario conoscere il periodo proprio del sito T, che si ottiene mediante l’applicazione della seguente formula:

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

Dove  $h_i$  e  $V_{s_i}$  sono rispettivamente lo spessore e la velocità dello strato  $i$ -esimo. Il periodo T viene calcolato considerando l’intera stratigrafia, fino alla profondità a cui si osserva un valore di  $V_s$  uguale o superiore agli 800 m/s (bedrock sismico).

Noto il parametro T si può immediatamente procedere al calcolo del Fa per il periodo compreso tra 0.5 e 1.5 s.

Per il calcolo del valore del Fa per il periodo compreso tra 0.1 e 0.5 s è invece necessario conoscere la velocità delle  $V_s$  per lo strato superficiale, che corrisponde al primo strato di spessore pari ad almeno a 4 m. Qualora non sia presente un tale strato riconoscibile dal profilo delle  $V_s$ , si procede all’individuazione di uno strato equivalente, sempre di spessore pari o superiore ai 4 m, del quale viene calcolato il valore della velocità  $V_s$  mediante l’applicazione della seguente formula:

$$V_s = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i \times h_i)}{\sum_{i=1}^n h_i}$$

Dove  $V_i$  e  $h_i$  sono rispettivamente la velocità e lo spessore dello strato  $i$ -esimo, mentre la sommatoria degli spessori a denominatore deve essere maggiore o uguale a 4 m.

Conoscendo lo spessore dello strato superficiale e la relativa velocità delle onde  $V_s$  – e utilizzando sempre il periodo  $T$  calcolato sopra –, è possibile individuare quale curva impiegare per il calcolo del  $F_a$  per il periodo 0.1 – 0.5 s, utilizzando gli abachi calcolati dalla Regione per le varie schede.

I due  $F_a$  così calcolati – arrotondati alla prima cifra decimale e incrementati di un valore pari a 0.1 secondo quanto previsto dall'Allegato 5 – vengono poi confrontati con gli analoghi valori soglia calcolati per ciascun comune lombardo e per ognuna delle tipologie di suolo (B, C, D, E) previste dalle NTC. La banca dati<sup>3</sup> di Regione Lombardia è scaricabile dal portale della D.G. Territorio, Urbanistica, Difesa del suolo e Città Metropolitana.

Nella tabella seguente sono riportati i  $F_a$  calcolati per ciascuno dei MASW realizzati a Concorezzo. Viene riportato anche il valore soglia comunale per la categoria di suolo B fornito da Regione Lombardia.

MASW	Fa	
	0,1-0,5 s	0,5-1,5 s
1 - MASW B5521	<b>2,1</b>	1,3
2 - MASW B5525	<b>1,8</b>	1,2
3 - MASW B5519	1,3	1,2
4 - MASW B5523	<b>1,6</b>	1,2
5 - MASW B5529	<b>1,7</b>	1,2
6 - MASW B5528	1,3	1,1
7 - MASW B5518	<b>1,9</b>	1,3
8 - MASW B5505	<b>1,4</b>	1,2
9 - MASW B5516	<b>1,6</b>	1,2
10 - MASW B5513	<b>2,1</b>	1,3
<b>Soglia comunale per suoli categoria B</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>

**Tabella 5 Fattori di amplificazione ( $F_a$ ) calcolati mediante la procedura semplificata di Regione Lombardia per l'analisi di secondo livello. I  $F_a$  sono stati calcolati per ciascun MASW realizzato utilizzando le schede e gli abachi di riferimento regionali. All'ultima riga della tabella è riportato il valore soglia per il territorio di Concorezzo per la categoria di suolo B delle NTC. In rosso sono indicati i  $F_a$  maggiori o uguali al valore soglia.**

Gli esiti dell'analisi di secondo livello sono stati inoltre riportati nella Carta della Microzonazione Sismica (MS). La perimetrazione delle aree è stata realizzata in considerazione della posizione dei MASW della campagna del 2009 e dei

<sup>3</sup> Analisi\_sismica\_-\_soglie\_lomb\_-\_dgr7374\_2008.xls

caratteri lito-tecnici dei terreni di Concorezzo. La perimetrazione riguarda le sole aree urbanizzate o urbanizzabili del territorio.

Si precisa che con l'entrata in vigore delle NTC2018 questa ha imposto la modifica del parametro legato alla velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali o di taglio (che provocano oscillazioni perpendicolari alla loro direzione di propagazione). Il parametro variato è basato sulla velocità media di propagazione di tali onde nel terreno che, nelle NTC2008 veniva misurata nei primi 30 metri di terreno ( $V_{s30}$  ovvero il parametro che caratterizza i terreni di fondazione delle costruzioni), mentre con l'introduzione delle NTC2018 viene riferita allo spessore del terreno posto sopra il primo orizzonte rigido chiamato bedrock sismico ( $V_{sEq}$ ). A Concorezzo il bedrock sismico è a profondità superiori a 30m il parametro  $V_{s30}$  e di conseguenza corrisponde al parametro  $V_{sEq}$  introdotto dalle NTC2018.

Il calcolo dei  $F_a$  e la perimetrazione eseguita delineano due opposti scenari da considerare in fase di pianificazione:

### **I scenario**

I poligoni in cui il  $F_a$  calcolato eguaglia o supera il valore soglia comunale (in rosso nella Tabella 5) delimitano le aree in cui la normativa nazionale non fornisce un grado sufficiente di protezione dal pericolo di effetti di amplificazione del sisma, ovvero lo spettro della categoria di suolo B delle NTC non è in grado di tenere in considerazione gli effetti di amplificazione litologica. Pertanto, in fase di progettazione, entro tali aree è necessaria:

- l'applicazione del terzo livello di approfondimento previsto dall'Allegato 5 alla D.G.R. IX/2616, con la realizzazione di ulteriori e più approfondite analisi;
- oppure si procederà all'utilizzo dello spettro di una categoria di suolo delle NTC più scadente, secondo il seguente schema: anziché lo spettro della categoria di suolo B, verrà preso in considerazione quello della categoria C. Qualora i  $F_a$  riportati in Tabella 5 risultassero ancora maggiori o uguali ai valori soglia regionali relativi al territorio di

Concorezzo per la categoria di suolo C, si utilizzerà lo spettro relativo alla categoria di suolo D.

**Il scenario**

I poligoni in cui il  $F_a$  calcolato è minore al valore soglia comunale delimitano le aree in cui la normativa nazionale è sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito. Pertanto, in fase di progettazione, è possibile applicare lo spettro previsto dalla normativa nazionale.

In fase di progettazione definitiva ed esecutiva si ricorda come sia necessario provvedere ad effettuare verifiche ed indagini sito specifiche così come esplicitamente previsto dalle “Norme Tecniche delle Costruzioni”.

## VINCOLI TERRITORIALI

La presenza di vincoli territoriali, indubbiamente derivati da valutazioni di carattere generale sulla peculiarità delle emergenze paesaggistiche e idrogeologiche locali è un elemento discriminante assoluto della fattibilità geologica delle azioni di piano.

In tali aree la conservazione dello stato attuale di uso del suolo e comunque una forte limitazione a qualsiasi intervento di natura antropica è più che doverosa.

In particolare sono state individuate le fasce di rispetto delle acque pubbliche e le aree sottoposte a vincoli ambientali.

In Comune di Concorezzo vengono singolarmente cartografati:

- **Zona di tutela assoluta dei pozzi ad uso idropotabile.** Area adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 10 m. Ove possibile, la zona di tutela assoluta è adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.
- **Aree di rispetto sorgenti e pozzi.** Il D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988 definisce le zone di rispetto per le risorse idriche da tutelare. Queste zone devono avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 m rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere variata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio delle risorse e/o in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato e dell'area di captazione.
- **Vincolo cimiteriale.**  
Interessa un intorno dell'area cimiteriale di larghezza di 200 m.  
E' definito dall'art. 338 del testo unico delle leggi sanitarie 27 luglio 1934 n°1265. *“La salvaguardia dell'area di rispetto cimiteriale di 200 metri prevista dall'art. 338 t.u. 27.07.1934 n. 1265 si pone alla stregua di un vincolo assoluto di inedificabilità che non consente in alcun modo l'allocazione sia di edifici sia di opere incompatibili col vincolo medesimo, in considerazione dei molteplici interessi pubblici che tale fascia di rispetto intende tutelare e che la deroga all'estensione del limite è*

*consentita ai soli fini della realizzazione di ‘opere pubbliche e di interesse pubblico’”.*

Il vincolo cimiteriale ha infatti una triplice finalità, in quanto, oltre alle esigenze sanitarie ed alla salvaguardia della possibilità di espansioni del perimetro cimiteriale, esso garantisce anche il rispetto della tranquillità, del decoro e della speciale sacralità dei luoghi di sepoltura.

Per quanto attiene ai vincoli di natura idraulica e idrogeologica, sono state consultate le cartografie elaborate da Regione Lombardia nell’ambito della redazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell’Autorità di Bacino del Fiume Po.

Il PGRA – adottato con deliberazione n. 4/2015 del Comitato Istituzionale del 17 dicembre 2015, ed approvato sempre con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/2016 in data 3 marzo 2016 – recepisce il D.Lgs. n. 49 del 23 febbraio 2010 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”. Le cartografie e le relazioni allegate al PGRA consultate (Elaborati di Piano) ne costituiscono parte integrante. Essi sono infatti predisposti in conformità alla Parte A dell’Allegato 1 all’art. 7 comma 4 del D.Lgs. 49/2010, a norma di quanto previsto al comma 3, lettere a) e b) del medesimo articolo.

La consultazione delle Tavole del PGRA ha evidenziato l’assenza di vincoli idraulici e/o idrogeologici per il territorio comunale di Concorezzo. Quest’ultimo è infatti dall’assenza di corsi d’acqua che scorrono al suo interno, mentre la topografia è completamente pianeggiante.

### ***Cartografia dei vincoli territoriali***

Sulla carta dei vincoli, sono state rappresentate graficamente le limitazioni d’uso del territorio, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento ai vincoli derivanti dalle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto, ai sensi del d.lgs. 258/2000).

## **SINTESI DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI**

La carta di sintesi dei caratteri geologici redatta in scala 1:5.000, è stata realizzata in modo da potere rappresentare, in un unico elaborato, le principali problematiche emerse dallo studio del territorio comunale di Concorezzo.

In tal modo si ottiene un quadro sintetico dello stato del territorio, preliminare alla valutazione della fattibilità geologica delle azioni di piano.

Tale inquadramento, per definizione sintetico, necessita di verifiche di dettaglio per la progettazione esecutiva degli interventi, a partire comunque dal contenuto informativo delle singole carte tematiche.

Le valutazioni del rischio sono state effettuate in maniera qualitativa in quanto, in questa fase di studio, risulta impossibile determinare il grado di probabilità o il tempo di ricorrenza di eventi a rischio.

Le valutazioni sono state ricavate incrociando i dati di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico riportati negli elaborati di inquadramento e di dettaglio.

Nel territorio in esame, non essendo interessato da incisioni torrentizie ed essendo pianeggiante, sono stati individuati due scenari di rischio geoambientale, legati a rischi di carattere idrogeologico e geotecnico.

In relazione a ciò sono state evidenziate nell'elaborato cartografico porzioni di territorio appartenenti a classi con diversa predisposizione al rischio.

### **AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Sono aree caratterizzate ad alta permeabilità con potenziale rischio di inquinamento della falda acquifera.

Si tratta di aree caratterizzate da terreni superficiali ad alta permeabilità ubicate nelle zone occidentali del territorio comunale caratterizzate da terreni ghiaioso sabbiosi.

### **AREE CARATTERIZZATE DA FALDA SOSPESA**

Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza di una falda sospesa a circa - 3.0/5.0 m da p.c. che deve essere tenuta in considerazione per la realizzazione di costruzioni con vani interrati, nonché per la valutazione della capacità

portante dei terreni, dei relativi cedimenti ed infine per l'apertura e il sostegno dei fronti di scavo.

Vista la granulometria dei depositi (ghiaie sabbiose) si ritiene che non sussistano rischi in merito alla liquefazione dei terreni in caso di evento sismico.

### **AREE A RISCHIO GEOTECNICO**

Aree dotate di caratteristiche geotecniche scadenti; si tratta di aree che possono essere caratterizzate da parametri geotecnici scadenti.

### **AREE CARATTERIZZATE DA VUOTI POLLINI**

Si tratta di aree nelle quali possono casualmente presentarsi terreni molto sciolti con vuoti e cavità, quindi soggette a possibili fenomeni di collasso improvviso.

#### ***Cartografia di sintesi***

La carta di sintesi redatta per tutto il territorio comunale contiene le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che la genera.

Tali aree sono costituite da una serie di poligoni che definiscono porzioni di territorio caratterizzate da pericolosità geologico-geotecnica e vulnerabilità idrogeologica omogenee.

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

Seguendo le indicazioni riportate nella D.G.R. IX/2616, la valutazione incrociata degli elementi emersi dagli studi tematici sin qui illustrati, con i fattori ambientali ed antropici propri del territorio comunale di Concorezzo, ha consentito di sviluppare il processo diagnostico che permette l'azzonamento del territorio in classi di fattibilità geologica.

I risultati vengono rappresentati sulla carta della fattibilità geologica per le azioni di piano che descrive le problematiche e le eventuali limitazioni all'uso del territorio. Tale elaborato viene redatto a scala 1:5.000 ed interessa l'intero territorio comunale.

La classificazione adottata, fornisce indicazioni in ordine alla destinazione d'uso, alle cautele generali da adottare per gli interventi edificatori, degli studi ed indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso. Rimane infatti fondamentale la realizzazione di studi di dettaglio, all'atto della progettazione esecutiva degli interventi, dimensionati alla scala delle opere di progetto (secondo quanto previsto dal D.M. 17/01/2018, NTC), in quanto le osservazioni ed i dati derivabili dalla zonazione geologica non li sostituiscono in alcun modo.

L'applicazione dei criteri di cui alla citata D.G.R. sul territorio di Concorezzo consentono di individuare tre classi di fattibilità, a seconda della idoneità geologica delle particelle di terreno a sopportare eventuali trasformazioni d'uso. Nella zonizzazione del territorio è stato adottato il criterio di tracciare i limiti delle differenti classi seguendo la logica di individuare passaggi graduali tra le diverse classi.

### ***CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI:***

Sono aree in genere pianeggianti con discrete caratteristiche geologico-tecniche dei terreni che presentano condizioni limitative alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico-tecnico o idrogeologico formalizzati alla realizzazione di eventuali opere di sistemazione e bonifica.

Ricadono in questa classe ampie porzioni di territorio localizzate sia in corrispondenza del centro storico, sia in corrispondenza di vaste aree agricole e

di modesti centri abitati, per lo più in relazione a problemi connessi alla vulnerabilità idrogeologica. Le zone che ricadono in questa classe sono: C.na Sala, C.na Bagordo, C.na Meda, C.na Malcantone, C.na Campacèio, C.na Baragiola, Villa Sannazzaro.

Si ritiene pertanto che nel caso di modificazioni della destinazione d'uso o per la costruzione di nuovi insediamenti debbano essere prodotti studi che dovranno evidenziare, sulla base della tipologia d'intervento, i mutui rapporti con la geologia e la geomorfologia con particolare riguardo per i sistemi di controllo e drenaggio delle acque superficiali e di recapito e scarico delle acque di lavorazione o reflue civili.

In particolare, vista la scarsa funzione di protezione naturale svolta dai terreni nei confronti della falda idrica sotterranea, andranno esclusi recapiti nel sottosuolo o negli strati superficiali del suolo e, nel caso di insediamenti industriali con lavorazioni inquinanti, previste idonee misure per evitare fenomeni accidentali di contaminazione.

Anche per le attività agricole insistenti su tali aree andrà previsto un controllo dell'uso delle sostanze chimiche utilizzate, dal momento che, ad esempio nel pozzo di via Malcantone perforato nei terreni würmiani, sono state trovate tracce di sostanze antiparassitarie (famiglia delle atrazine) le cui concentrazioni non eccedono comunque i limiti di potabilità.

Si consiglia di eseguire analisi mirate anche per il pozzo di Via per Monza che si presenta in condizioni idrogeologiche simili al pozzo di Via Malcantone.

### ***CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI:***

Questa classe comprende quelle aree che presentano consistenti limitazioni alla modificazione delle destinazioni d'uso dei terreni.

In tale contesto, preventivamente alla progettazione urbanistica devono intervenire supplementi di indagine di carattere geologico-tecnico, campagne geognostiche, prove in situ e/o di laboratorio, volte a verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e le loro caratteristiche idrogeologiche.

Tali dati dovranno essere valutati ai fini di precisare le idonee destinazioni d'uso dei terreni, le volumetrie ammissibili, le tipologie costruttive più opportune, nonché le opere di sistemazione e di bonifica.

Più in dettaglio la classe 3 è stata suddivisa in cinque sottoclassi per meglio evidenziare il tipo di rischio:

- 3A – zona a bassa soggiacenza della falda
- 3B - zona con presenza di “occhi pollini”
- 3C - zona con scadenti caratteristiche geotecniche
- 3D – zone con disomogenee caratteristiche geotecniche

### **ZONA 3A**

Questa classe è applicata ad un'area in cui è stata più volte segnalata la presenza di una falda acquifera superficiale, probabilmente di tipo sospeso, che potenzialmente può causare problemi di tipo idrogeologico e/o geotecnico. E' necessario quindi eseguire indagini geognostiche puntuali allo scopo di individuare la consistenza e la soggiacenza della falda, i rapporti tra quest'ultima ed i terreni che la ospitano (acquifero) e le opere previste nonché eventuali misure cautelative (cfr. Delibera del Consiglio Comunale n. 70 del 31.05.2017 approvata con Verbale n. 41 del 16.06.2017 – “Definizione dell'ambito di cautela per il recupero dei vani e locali seminterrati esistenti ai sensi dell'Art. 4 comma 1 della L.R. n. 7 del 10.03.2017”).

### **ZONA 3B**

Si tratta di aree a rischio geotecnico nelle quali è possibile incontrare terreni dalle caratteristiche scadenti o in cui si potrebbero verificare crolli dovuti alla presenza di vuoti pollini.

Le indagini geologiche e/o geotecniche specifiche dovranno verificare l'esistenza di tali elementi e prevedere idonee misure per limitarne i rischi tenendo conto della casualità e irregolarità con la quale si presentano questi fenomeni.

Le prescrizioni per questa classe non valgono unicamente per le modificazioni delle destinazioni d'uso dei terreni ma anche per eventuali variazioni delle condizioni nelle quali questi lavorano.

Dal momento che una sempre più abbondante porzione di questa zona è urbanizzata, si ritiene opportuno che tali approfondimenti di indagine vengano prescritti/suggeriti anche per eventuali interventi di ristrutturazione che prevedano un aumento dei carichi sui terreni, modifiche alle fondazioni e/o alle distribuzioni dei carichi (ad es. sottomurazioni o sottofondazioni), realizzazione di locali interrati etc.

Inoltre si segnala la necessità di evitare in tali zone l'immissione concentrata di acque nel sottosuolo (ad esempio con pozzi perdenti) se non dopo avere provveduto a svolgere analisi dirette che consentano l'esclusione localizzata di cavità sotterranee potenzialmente in grado di generare un dissesto anche superficiale.

### **ZONA 3C**

Si tratta di aree a rischio geotecnico nelle quali è possibile incontrare terreni dalle caratteristiche scadenti.

Le indagini geologiche e/o geotecniche specifiche dovranno consentire la definizione delle caratteristiche geotecniche in modo tale da poter verificare gli effetti dovuti alla modifica dei carichi agenti sui terreni stessi.

Le prescrizioni per questa classe non valgono unicamente per le modificazioni delle destinazioni d'uso dei terreni ma anche per eventuali variazioni delle condizioni nelle quali questi lavorano.

Dal momento che una abbondante porzione di quest'area è urbanizzata, si ritiene opportuno che tali approfondimenti di indagine vengano prescritti anche per eventuali interventi di ristrutturazione che prevedano un aumento dei carichi sui terreni ,modifiche alle fondazioni e/o alle distribuzioni dei carichi con sottomurazioni o sottofondazioni, realizzazione di locali interrati etc.

### **ZONA 3D**

Sono aree su cui è stata accertata la presenza di terreno con disomogenee caratteristiche geotecniche anche a causa di riempimenti di origine antropica.

Le indagini geologiche e/o geotecniche specifiche dovranno consentire la definizione delle caratteristiche geotecniche degli eventuali materiali di riempimento con una maglia che tenga in considerazione le possibili eterogeneità nella distribuzione dei materiali di riempimento e quindi delle conseguenti caratteristiche geotecniche degli stessi.

#### ***CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI***

Sul territorio comunale di Concorezzo non sono state individuate aree con gravi limitazioni dal punto di vista geologico.

#### ***Cartografia di fattibilità geologica***

La carta della fattibilità geologica per le azioni di piano, redatta alla stessa scala dello strumento urbanistico, deriva dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo un valore di classe di fattibilità a ciascun poligono.

La carta di fattibilità fornisce le indicazioni sulle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

Sono state inoltre specificate anche le aree soggette ad amplificazione sismica locale individuate nel capitolo dedicato alla definizione della componente sismica, in conformità con quanto previsto dalla D.G.R. IX/2616. La norma regionale specifica che tali aree “*non concorrono a definire la classe di fattibilità*”, ma ad esse è tuttavia “*associata una specifica normativa che si concretizza nelle fasi attuative delle previsioni del P.G.T.*”.

Ad essa sono affiancate le Norme geologiche di Piano (capitolo successivo) che riportano la rispettiva normativa d'uso.

**Bibliografia**

- [1] AA.VV., Aspetti idrogeologici dell'Est milanese e tutela del bacino dell'Idroscalo, Provincia di Milano, 1985
- [2] R. Airoidi, P. Casati, Le falde idriche del sottosuolo di Milano, Ed. Comune di Milano, 1989
- [3] A. Armanini, Principi di idraulica fluviale, Ed. Bios, Cosenza, 1999
- [4] F. Arredi, Costruzioni idrauliche, vol. 1, Ed. UTET, Torino, 1980
- [5] M. Avanzini, G.P. Beretta, V. Francani, Il controllo della falda, Costruzioni n°516, Ed. La Fiaccola, 1999
- [6] M. Avanzini, G.P. Beretta, V. Francani, M. Nespoli, Recharge and groundwater availability of deep aquifers in Milano province (Italy), Atti del convegno internazionale "L'impatto delle attività industriali sulle risorse idriche sotterranee, 1996
- [7] M. Avanzini, G.P. Beretta, V. Francani, M. Nespoli, Indagine preliminare sull'uso sostenibile delle falde profonde nella Provincia di Milano, CAP Milano, 1995
- [8] F. Ballio, A. Bianchi, S. Franzetti, F. De Falco, M. Mancini, Vulnerabilità idraulica di ponti fluviali, Atti del XXVI Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni idrauliche, Catania, 9-12 settembre 1998
- [9] A. Cavallin, V. Francani, S. Mazzarella S., Studio idrogeologico della pianura compresa fra Adda e Ticino, Costruzioni, n°32 (pp326), 1983
- [10] V.T. Chow, Handbook of applied hydrology, McGraw-Hill, New York, 1964
- [11] V.T. Chow, Open channel hydraulics, McGraw-Hill, New York, 1959
- [12] D. Citrini, G. Nosedà, Idraulica, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1976
- [13] L. Da Deppo, C. Datei, Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali, Ed. Bios, 1994
- [14] L. Da Deppo, C. Datei, P. Salandin Sistemazione dei corsi d'acqua, Ed. Libreria Cortina, Padova, 1994

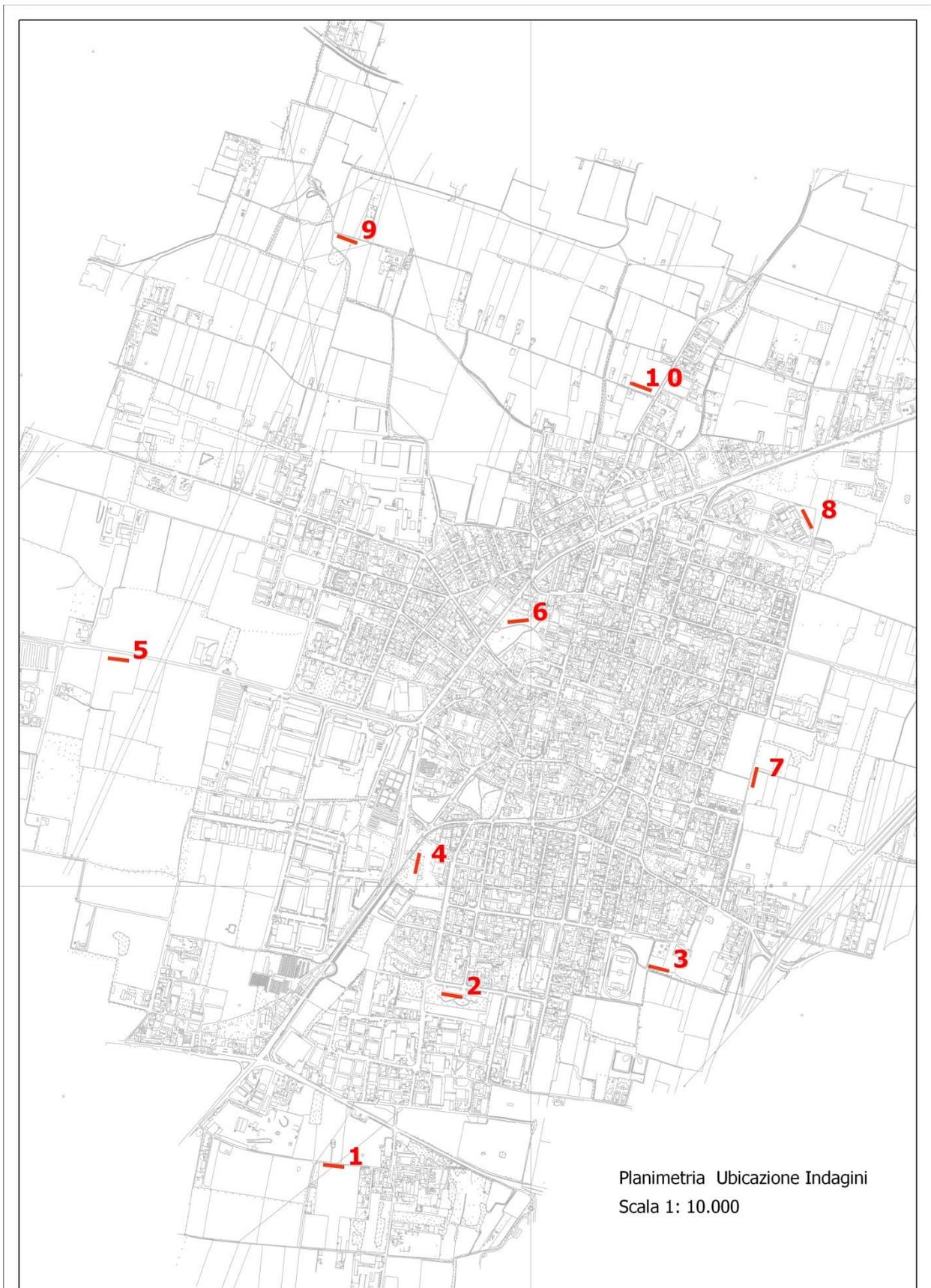
- [15] ERSAL, I suoli del Parco Agricolo Sud Milano, Progetto Carta Pedologica, 1993
- [16] V. Ferro, La sistemazione dei bacini idrografici, McGraw-Hill, Milano, 2002
- [17] HEC-RAS, River Analysis System, Hydraulic Reference Manual, Version 3.0, January 2001, US Army Corps of Engineers, Institute for water resources, Hydrologic engineering center
- [18] HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, Version 3.0, January 2001, US Army Corps of Engineers, Institute for water resources, Hydrologic engineering center
- [19] O'Brien J., Flo-2D Users Manual, Version 2001.06, Marzo, 2002.
- [20] U. Maione, U. Moisello, Elementi di statistica per l'idrologia, Ed. La Goliardica Pavese, 1993
- [21] U. Maione, Le piene fluviali, La Goliardica Pavese, Pavia, 1977
- [22] U. Maione, A. Brath, La difesa idraulica del territorio, Ed. Bios, 1996
- [23] U. Maione, A. Brath, La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati, Ed. Bios, 1997
- [24] B. Martinis B., R. Pozzi, A. Cavallin, M. Mancuso, Indagine sugli acquiferi della Lombardia centro settentrionale, Quaderni IRSA, 1976
- [25] B. Martinis B., E. Robba E., Contributo alla stratigrafia dei depositi quaternari del sottosuolo di Milano, Rivista italiana di paleontologia, 1978
- [26] J. A. Maza Alvarez, Introduction to river engineering, Università Italiana per stranieri, Advanced course on water resources management, Perugia, 1989
- [27] E. Nordio E., Il sottosuolo di Milano, Comune di Milano, Servizio Acqua Potabile, 1957
- [28] A. Paoletti, Lezioni di idraulica fluviale, Istituto di Idraulica del Politecnico di Milano

- [29] E. Piga, M. Salis, G. Passoni, Analisi statistica delle piogge intense di breve e brevissima durata nell'area metropolitana di Milano, CittàStudi, 1990
- [30] R. Pozzi, V. Francani, Modalità di alimentazione dell'acquifero milanese, Le strade, Ed. La Fiaccola, 1985
- [31] Provincia di Milano, Politecnico di Milano, Le risorse idriche sotterranee della Provincia di Milano, Vol. 1, Lineamenti idrogeologici, a cura dell'Assessorato all'Ambiente e DSTM Politecnico di Milano, 1995
- [32] Soil Conservation Service SCS, Procedures for collecting soil samples and methods for analysis for soil survey, Soil Survey Investigation report, n°1, USDA, 1982
- [33] Comune di Concorezzo (MI): Studio geologico di supporto al P.R.G. dott. Geol. Efrem Fumagalli
- [34] Carta Geologica della Lombardia - CNR - Regione Lombardia - Scala 1:250.000
- [35] Carta Geologica D'Italia - Foglio n. 45 Milano - scala I: I 00.000 - Istituto Geografico Militare.
- [36] Progetto "Carta Pedologica" - I suoli della Pianura Milanese Settentrionale - ERSAL -1999
- [37] Sistema informativo falda - Oscillazioni piezometriche - Provincia di Milano 1992
- [38] Carta geomorfologica regionale - Scala 1:50.000 - Foglio Brianza
- [39] Indagini e studi finalizzati alla realizzazione del piano di bonifica della falda sotterranea inquinata da solventi clorurati - Studio idrogeotecnico Dott. Geol. A. Ghezzi – 1987
- [40] Indagini idrobiologiche sui corsi d'acqua superficiali – Provincia di Milano Assessorato all'Ecologia – Milano 1988

**Elenco allegati alla Relazione illustrativa**

- All. 1 UBICAZIONE DELLE PROVE MASW
- All. 2 PROVE MASW da M1 ad M10
- All. 2/a MASW 1
  - All. 2/b MASW 2
  - All. 2/c MASW 3
  - All. 2/d MASW 4
  - All. 2/e MASW 5
  - All. 2/f MASW 6
  - All. 2/g MASW 7
  - All. 2/h MASW 8
  - All. 2/i MASW 9
  - All. 2/l MASW 10
- All. 2a RELAZIONE INDAGINE SISMICA MASW
- All. 3 SCHEDE RIASSUNTIVE DEL CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA – ANALISI DI SECONDO LIVELLO
- All. 4 SCHEDE PEDOLOGICHE
- All. 5 STRATIGRAFIE POZZI COMUNALI
- All. 6 ANALISI GRANULOMETRICHE
- All. 7 ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE
- All. 8 STRATIGRAFIE PIEZOMETRI ASL VIMERCATE
- All. 9 SONDAGGIO MM A CONCOREZZO
- All. 10 TAVOLE CARTOGRAFICHE 1/7 IN SCALA 1:5.000
- TAV1: Carta geologica con elementi geomorfologici;*
  - TAV2: Carta idrogeologica con elementi idrografici;*
  - TAV3: Carta geotecnica Ubicazioni indagini*
  - TAV4.; Carta pericolosità sismica locale; I livello*
  - TAV5.A.; Carta della Microzonazione sismica; Il livello*
  - TAV5.B.; Carta della Microzonazione sismica; Il livello*
  - TAV6: Carta dei vincoli;*
  - TAV7: Carta di sintesi;*
  - TAV8: Carta della fattibilità geologica.*

**UBICAZIONE DELLE PROVE MASW**



**RELAZIONE INDAGINE SISMICA MASW**

**PROVE MASW da M1 ad M10**

**SCHEDE RIASSUNTIVE DEL CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE  
SISMICA – ANALISI DI SECONDO LIVELLO**

**SCHEDE PEDOLOGICHE**

**STRATIGRAFIE POZZI COMUNALI**

**ANALISI GRANULOMETRICHE**

**ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE**

**STRATIGRAFIE PIEZOMETRI ASL VIMERCATE**

**SONDAGGIO METROPOLITANA MILANESE A CONCOREZZO**

**TAVOLE CARTOGRAFICHE 1/7 IN SCALA 1:5.000**