



# Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio

Legge Regionale 11 Marzo 2005 n° 12 art. 57 comma 1

ELABORATO:

# 8

## Relazione illustrativa generale

NOME FILE:

33\_09\_08

**Professionista Incaricato**

Dott. Geol. Fabrizio Zambra

**Determina Dirigenziale**

342 del 28 Maggio 2008

Ordine dei Geologi della Lombardia N. 602

Via Goffredo Mameli, 30 - 20129 Milano

DATA:

Febbraio 2012

Revisione: --

Scala: --

Approvazione: --

Adozione: --

**Collaboratori**

Ing. Luca Cardellicchio

**INDICE**

1.	Premessa e Normativa di riferimento.....	2
1.1.	Metodologia di lavoro.....	3
2.	COMPONENTE GEOLOGICA.....	6
2.1.	Caratteri Geomorfologici.....	10
2.2.	Caratteri Pedologici.....	13
2.3.	Cartografia geologica.....	17
3.	COMPONENTE IDROGEOLOGICA.....	18
3.1.	Idrografia superficiale.....	23
3.2.	Meteorologia e Climatologia.....	23
3.3.	Caratteristiche chimiche delle acque ad uso potabile.....	25
3.4.	Cartografia idrogeologica.....	27
4.	COMPONENTE SISMICA.....	28
4.1.	Inquadramento sismico.....	28
4.2.	Coefficienti sismici.....	32
4.3.	Comportamento sismico locale.....	32
4.4.	Pericolosità sismica locale – Analisi di secondo livello.....	34
5.	VINCOLI TERRITORIALI.....	41
5.1.	Cartografia dei vincoli territoriali.....	42
6.	SINTESI DELLE INFORMAZIONI TERRITORIALI.....	43
6.1.	Cartografia di sintesi.....	44
7.	FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO.....	45
7.1.	CLASSE 2 - FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI:.....	46
7.2.	CLASSE 3 - FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI:.....	47
7.3.	CLASSE 4 - FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI.....	49
7.4.	Cartografia di fattibilità geologica.....	49
8.	NORME GEOLOGICHE PER LE AZIONI DI PIANO.....	50
8.1.	Classe di fattibilità geologica 2.....	50
8.2.	Classe di fattibilità geologica 3.....	52
8.3.	Classe di fattibilità geologica 4.....	54
8.4.	Indicazioni generali.....	54
9.	Bibliografia.....	56
10.	Elenco allegati alla Relazione illustrativa.....	59

## **1. Premessa e Normativa di riferimento**

Con determinazione del Coordinatore del Settore Servizi sul Territorio n° 342 del 28/05/2008, il Comune di Concorezzo approvava il disciplinare di incarico prot. N° 12304 del 23/05/2008, successivamente modificato con determinazione n° 336 del 24/04/2009 (prot. 9411 del 21/04/2009) per la Redazione del 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 rappresentata da uno studio redatto in conformità con i criteri formulati con DGR 28/05/2008 n°8/7374 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. (art. 57, comma 1 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12).

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

Ai sensi dell'art. 8, comma 1, lettera c) della l.r. 12/05, nel Documento di Piano del P.G.T. deve essere definito l'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio comunale ai sensi dell' art 57, comma 1, lettera a).

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, devono essere individuate le aree a pericolosità e vulnerabilità geologica, idrogeologica e sismica, nonché le norme e le prescrizioni a cui le medesime sono assoggettate.

### **1.1. Metodologia di lavoro**

Lo Studio, è stato eseguito secondo quanto definito dalla D.g.r. 28 maggio 2008 n° 8/7374, 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.

Si definiscono di seguito, i termini utilizzati nello 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.

Lo Studio ha compreso una prima fase di raccolta ed analisi critica dei dati esistenti, le cui fonti bibliografiche sono riportate in appendice, ed una seconda fase di rilievo direttamente sul terreno, a cui va aggiunta una serie di informazioni raccolte sul posto circa fenomeni e processi geomorfici.

Nella prima fase sono state consultate le foto aeree del territorio comunale (volo del 16-17/04/2007) oltre alle foto aeree pregresse (volo del 29/08/1954), dell'Istituto Geografico Militare, per evidenziare eventuali modificazioni geomorfologico-territoriali.

E' stata inoltre consultata la cartografia geologica disponibile ( F. 45 "Milano" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000, la Carta Geologica della Lombardia 1:50.000), oltre alla Cartografia geologica-geomorfologica pubblicata sul SIT della Regione Lombardia, e alla Cartografia dello "Studio Geologico di supporto al P.R.G. del Comune di Concorezzo" di cui il presente Studio rappresenta l'aggiornamento e l'adeguamento alla vigente normativa.

La cartografia di base utilizzata, per la redazione di tutte le carte tematiche del presente studio è tratta dal "Progetto di Produzione Data Base Topografico-Monza e Brianza" Aerofotogrammetrico da Fotorestituzione in scala 1:2.000, prodotta nel luglio 2008 dal Consorzio Area Alto Milanese.

Nel dettaglio le cartografie prodotte a compendio della presente relazione sono le seguenti:

**Cartografia di inquadramento ed analisi**

- *Carta geologica con elementi geomorfologici (scala 1:5.000);*
- *Carta idrogeologica con elementi idrografici (scala 1:5.000);*
- *Carta pericolosità sismica locale (scala 1:5.000);*
- *Carta geotecnica Ubicazioni indagini (scala 1:5.000);*

**Cartografia di sintesi**

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

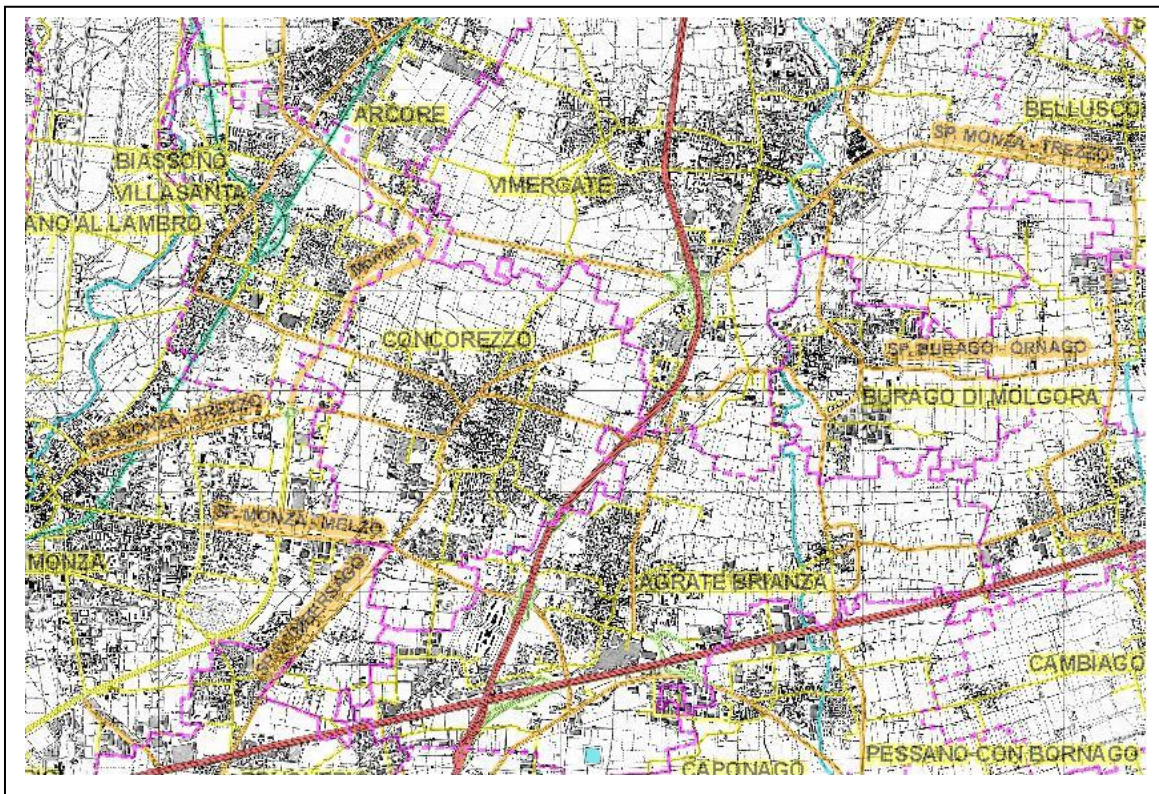
**Cartografia di Piano** (Allegata alla proposta di Norme Geologiche di Piano)

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

## 2. 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 nei Fogli 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).



(Fig. 1) Inquadramento geografico del territorio comunale.

Dal punto di vista altimetrico, il territorio comunale risulta compreso tra la quota massima di 184 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 Fluviogalcialiale 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”):

Con il nome di “Diluvium medio”, si indicano 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.

Il Diluvium medio è un deposito di natura essenzialmente ghiaiosa, coperto da uno strato superficiale di natura limoso-argillosa (loess), quasi completamente obliterato dall’intervento antropico.

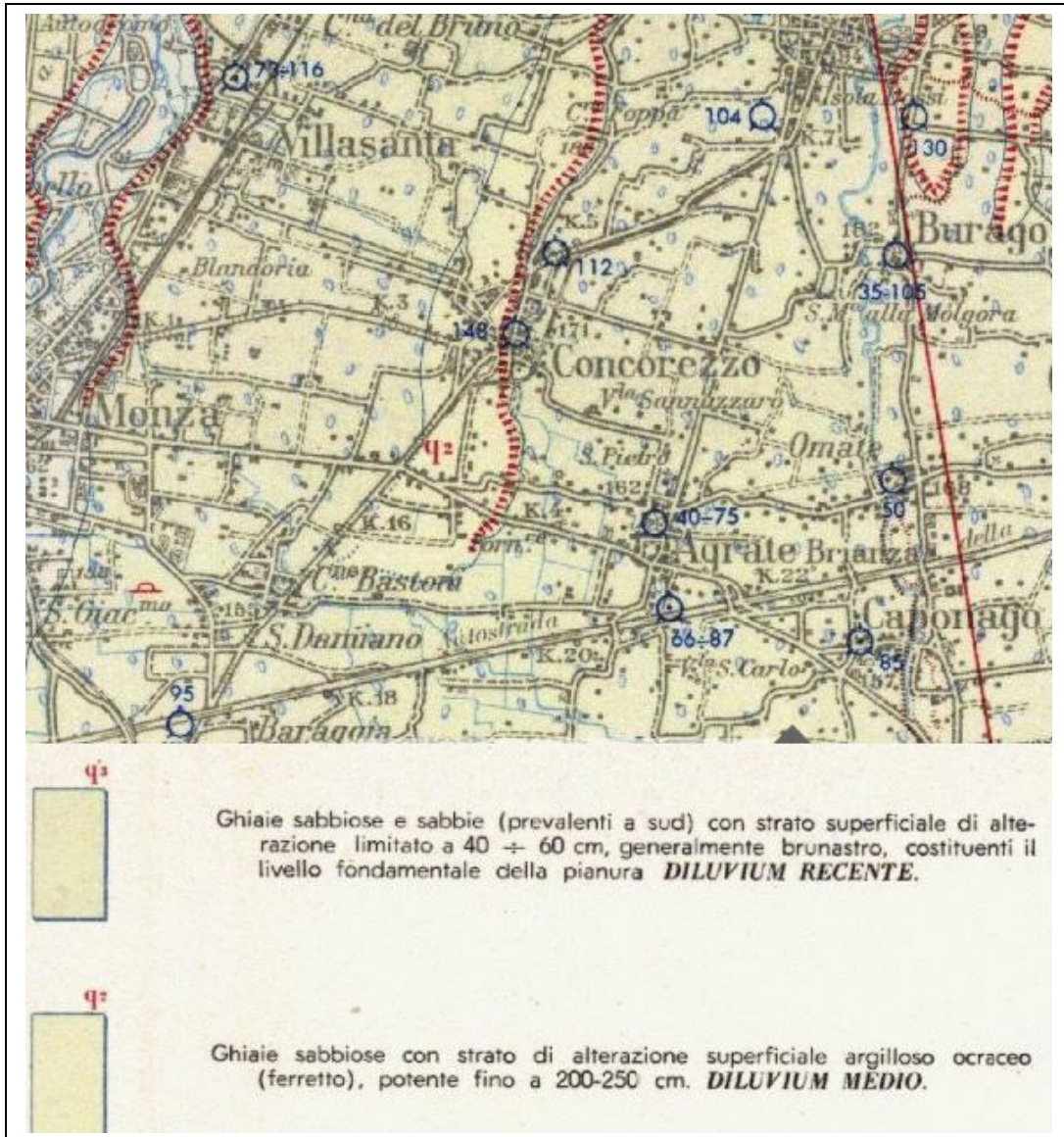
Nelle ghiaie, prevalgono litologie provenienti da rocce cristalline: graniti, dioriti, porfidi quarziferi, porfiriti, gneiss micacei, quarziti; meno frequenti le filladi ed i micascisti; molto scarsi i calcari.

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.



(Fig. 2) Inquadramento geologico F. 45 “Milano” della Carta Geologica d’Italia

Il 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.

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 nella "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).

## 2.1. *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 MA), in cui si è verificata l'essiccazione di tutti i bacini lacustri mediterranei.

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 Mindel, Riss e Würm, e che diedero luogo alla deposizione di una vasta coltre di sedimenti fluvioglaciali nell'alta Pianura e di sedimenti glaciali nelle aree pedemontane.

Alla deposizione fece seguito, nei periodi interglaciali, l'erosione dei sedimenti; questo ciclo di sedimentazione e di erosione da parte delle fiumane pleistoceniche, e ripetutosi più volte, ha portato alla formazione di un sistema di terrazzi che attualmente occupa la porzione più alta della pianura ai piedi 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 caratteri morfologici principali dei terrazzi del Diluvium medio sono i seguenti: configurazione superficiale piuttosto piatta e uniforme, 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.

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.

## 2.2. *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 alla 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 2) 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'in-terglaciale 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.

### **2.3. *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.

### **3. 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 le unità litostratigrafiche (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.

Riteniamo 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.

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 3.1: 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).**

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.

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 dalle 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 mentre 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 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. e al.) che potrà fornire, una volta estesa all'area regionale, importanti contributi.

### **3.1. *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.

### **3.2. *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).

***PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI***

	<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

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.

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).

### **3.3. *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 mg/l valore limite del campo di potabilità delle acque di falda (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.

### 3.4. *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 agli studi di dettaglio le precise misurazioni.

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

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

Questa unità comprende depositi fluvio-glaciali caratterizzati da una granulometria fine aventi  $K = 10^{-4} - 10^{-6}$  m/s.

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

Questa unità comprende depositi fluvio-glaciali caratterizzati da una granulometria fine aventi  $K = 10^{-2} - 10^{-4}$  m/s.

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

Questa unità comprende depositi fluvio-glaciali con scarsa matrice fine caratterizzanti la successione quaternaria aventi  $K = 10^1 - 10^2$  m/s.

La Carta idrogeologica prodotta, riporta anche la delimitazione delle fasce di rispetto dei pozzi pubblici e del sistema idrografico.

La carta fornisce l'indicazione dell'andamento della piezometria della falda più superficiale desunto dalle misure più recenti.

#### 4. COMPONENTE SISMICA

Il Dipartimento della Protezione Civile ha approvato lo schema di Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri recante i “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e la formazione e l’aggiornamento degli elenchi e delle medesime zone”.

Il testo è stato approvato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il 10 marzo 2005; poi in sede di Commissione della Protezione Civile della Conferenza dei Presidenti delle Regioni del 30 marzo 2006 e successivamente dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome riunitasi il 20 aprile 2006.

Le procedure di seguito definite considerano già le avvenute modifiche in materia proposte dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni (DM 14 gennaio 2008).

##### 4.1. *Inquadramento sismico*

I “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e la formazione e l’aggiornamento degli elenchi e delle medesime zone” classificano il territorio comunale di Concorezzo in zona sismica 4 secondo quanto espresso dall’accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresa tra 0,025 g e 0,050g (Zona a bassa sismicità) e riportato nella DGR 8/7374 del 28/05/2008.

La sismicità del 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 milioni di anni).

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.

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.

I massimi valori storicamente registrati nell'area milanese sono in ogni caso coerenti con quanto indicato dai più recenti studi sulla pericolosità sismica del territorio nazionale, nei quali vengono definiti i seguenti valori degli indicatori di pericolosità con probabilità di non superamento pari al 90% dei casi in 50 anni (G.N.D.T. e S.S.N. 1999):

- accelerazione orizzontale di picco amax. 0,025 - 0,050g
- intensità macrosismica IM.C.S. VI

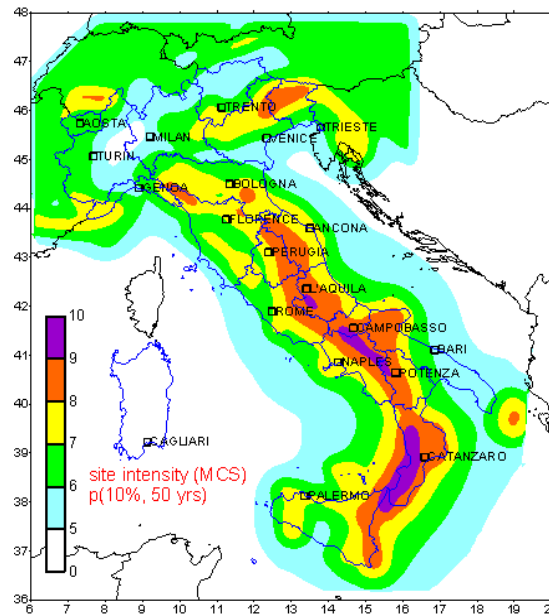


Figura. 4.1 - Intensità macrosismiche attese secondo la scala MCS (Mercalli, Cancani, Sieberg). Secondo la scala MCS l'inizio del danno agli edifici si ha a partire dal 6° grado.

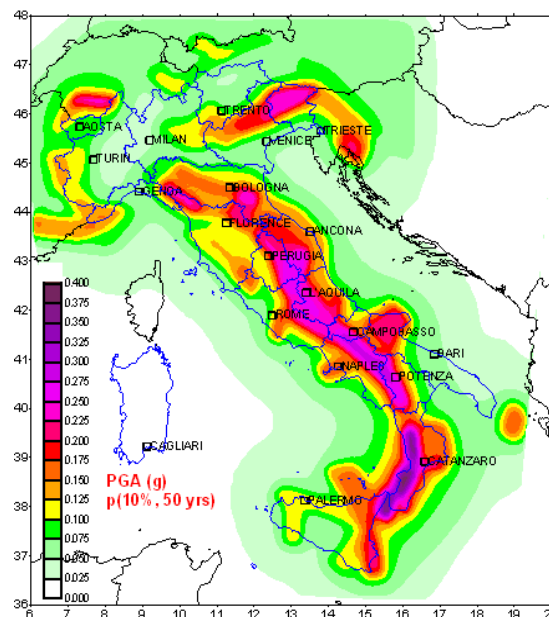


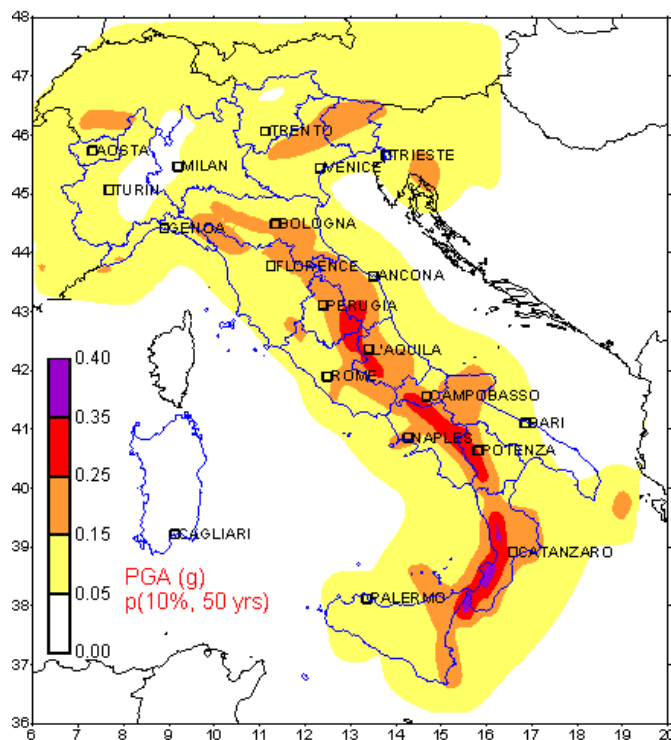
Figura 4.2: Picco di accelerazione, PGA (valori in g, accelerazione di gravità).

La carta mostra i valori del picco di accelerazione atteso al suolo su sito rigido di riferimento (per definizione  $V_s > 800$  m/sec); gli intervalli (di 0.025g, pari a circa  $24.5 \text{ cm/s}^2$ ) sono quelli previsti dall'ordinanza 3274 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 4, a cui è stato attribuito un valore di **ag** pari a 0.15g.

Questa suddivisione nazionale costituisce la prima macrozonazione sismica del territorio, che non tiene conto degli effetti locali legati alle caratteristiche geologico-strutturali, litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio comunale (Fig. 4.3).



**Figura 4.3 - PGA – Classificazione.** La carta mostra i valori di PGA raggruppati secondo i limiti previsti dall'ordinanza 3274 della PCM per l'inserimento dei comuni in una delle quattro zone sismiche. Vale al riguardo la seguente corrispondenza: zona 4:  $0.05 < \text{PGA} < 0.15\text{g}$



#### **4.2. Coefficienti sismici**

In accordo alla classificazione previgente l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, applicabile, ex art. 2 comma 2, fino a maggio 2005, il comune di Concorezzo appartiene ai sensi delle norme tecniche e della classificazione citata alla Zona 4.

Considerato il valore dell'accelerazione orizzontale di picco con probabilità di superamento del 10% in 50 anni attualmente disponibile, ne discende che l'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico è pari a 0,035 g.

#### **4.3. Comportamento sismico locale**

Le previgenti norme nazionali per costruzioni in zone sismiche non hanno mai formalmente accolto i criteri della microzonazione del territorio in prospettiva sismica, pur riconoscendo il principio secondo cui è possibile "...eseguire analisi più approfondite, fondate su un'opportuna e motivata scelta di un «terremoto di progetto»...".

Sulla base del quadro geologico generale dell'area e delle formazioni presenti entro i 30 m da piano campagna, si ritiene il territorio dell'area milanese coerente con il profilo di classe.

Il territorio della Provincia di Monza e Brianza viene definito a "bassa sismicità" e pertanto escluso dall'applicazione delle procedure di controllo previste dalla L.R. 46/85 e Regolamento attuativo, fermo restando l'obbligo dell'applicazione, in fase di progettazione, delle norme tecniche allegate alla DGR 8/7374 del 28/05/2008, secondo le modalità indicate e previste dal DM 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

Nella zona 4 le norme tecniche di cui alla DGR si applichino esclusivamente per gli edifici strategici e per le opere infrastrutturali, di nuova realizzazione, la cui funzionalità durante gli eventi sismici potrà assumere rilievo fondamentale ai fini di protezione civile e per gli edifici e le opere infrastrutturali che possano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

Attualmente non sono disponibili previsioni di localizzazione di edifici pubblici e di opere infrastrutturali strategiche.

E' stata eseguita una campagna di indagine geofisica mediante l'esecuzione di una serie di 10 prove MASW sul territorio del Comune di Concorezzo per il calcolo del valore  $V_{s30}$ .

Lo scopo dell'indagine è stato quello di ottenere la stratigrafia di velocità delle onde trasversali  $V_s$  da cui ricavare il parametro  $V_{s30}$  necessario per la perimetrazione della pericolosità sismica locale (PSL) così come richiesto dalla DGR 8/7374.

Le prove sono state definite tutte con stendimenti geofonici pari a 46 metri, 24 geofoni e punti di energizzazione posti rispettivamente a 2 metri dal geofono 1 (indagine diretta) e dal geofono 24 (indagine inversa).

**4.4. Pericolosità sismica locale – Analisi di secondo livello**

Facendo seguito 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 riportante l'approvazione dei preventivi per le indagini supplementari, in particolare per quanto attiene l'indagine geosismica attraverso tecniche MASW viene presentata la presente 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 10 prove come da figura sotto riportata.

Le caratteristiche delle prove sono:

<b>Nome</b>	<b>Stendimento geofonico (m)</b>	<b>Energizzaz.</b>	<b>Geofoni</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  $V_s$ .

Per ottenere un profilo  $V_s$  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  $V_s$  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 dipendentemente 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 (<10Hz).

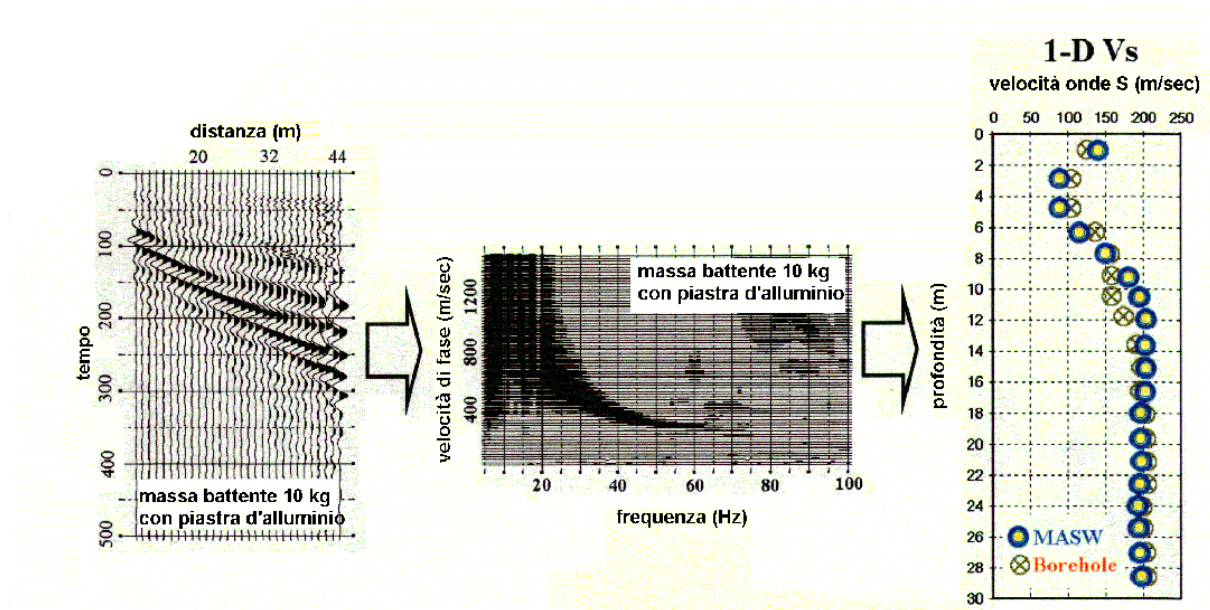
Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

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 Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs 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

**30**

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

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 del  $V_{S30}$  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.

## 5. 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 qualunque 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 .05.1988 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 dalla art. 338 del testo unico delle leggi sanitarie 27.07.1934 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.

L'individuazione di fasce di rispetto cimiteriali risale al r.d. 1265/1934 (TU leggi sanitarie) che nella sua formulazione originaria stabiliva, al primo comma, che i cimiteri devono essere collocati alla distanza di almeno duecento metri dai centri abitati, e poneva, nello stesso, tempo, il divieto di costruire intorno agli stessi nuovi edifici e di ampliare quelli esistenti *"entro il raggio di 200 metri"*.

### **5.1. 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).

## **6. 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 orientali 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 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 e per l'apertura e il sostegno dei fronti di scavo.

### **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 e quindi soggette a possibili fenomeni di collasso improvviso.

#### **6.1. *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.

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

Seguendo le indicazioni riportate nella citata Delibera della Giunta della Regione Lombardia, 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. 14/01/2008, TUC), 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.

**7.1. 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: Cna Sala, Cna Bagordo, C.na Meda, Cna Malcantone, Cna Campacèio, Cna 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.

**7.2. 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 - zona ex cava

**ZONA 3A**

Si tratta di un'area non esattamente definita nella quale, per la presenza di una falda idrica sospesa, si possono incontrare problemi di tipo idrogeologico e geotecnico.

Andranno eseguite indagini puntuali che dovranno evidenziare l'esistenza e la soggiacenza della falda, i rapporti tra quest'ultima, i terreni che la ospitano e le opere previste nonché eventuali misure cautelative.



### **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 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 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 nel passato di attività di cava ormai cessate.

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.

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

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

#### **7.4. 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.

Ad essa sono affiancate le Norme geologiche di Piano, riportate nel capitolo successivo, che riportano la rispettiva normativa d'uso

## 8. NORME GEOLOGICHE PER LE AZIONI DI PIANO

### 8.1. *Classe di fattibilità geologica 2*

Si tratta di aree nelle quali, in generale, sono ammissibili tutte le categorie di opere edificatorie, fatto salvo l'obbligo di verifica della compatibilità geologica e geotecnica ai sensi del DM 14/01/08, per tutti i livelli di progettazione previsti per legge.

Tale classificazione non risulta, quindi, particolarmente restrittiva nei confronti della possibilità di espansione edilizia; non si riscontrano, infatti, generali limitazioni all'edificabilità o alla modifica dell'uso del territorio.

In ogni caso occorrerà attenersi a quanto previsto dal DM 14/01/08 e prevedere, di volta in volta, la realizzazione di idonei approfondimenti di carattere idrogeologico e geologico-tecnico, finalizzati a:

- fornire una puntuale valutazione delle caratteristiche litostratigrafiche dei terreni di fondazione, con specifico riferimento alle eventuali interferenze della falda superficiale con le porzioni inferiori dei fabbricati e con i terreni stessi di fondazione, soprattutto in considerazione del fatto che la falda nel periodo primavera estate manifesta accentuati innalzamenti.
- svolgere una accurata analisi delle scelte progettuali in merito alla capacità portante dei terreni di fondazione, nonché alla valutazione dei cedimenti.

Lo studio delle componenti consente di definire le aree in classe di fattibilità geologica 2 come pianeggianti, litologicamente costituite da depositi di natura sabbioso ghiaiosa con percentuali variabili di matrice limosa o limoso sabbiosa.

Talvolta sono aree con presenza di terreni granulari/coesivi con mediocri/scadenti caratteristiche geotecniche fino a 5-6 m circa di profondità.

Per le opere esistenti sono ammessi gli interventi di restauro, manutenzione, risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia (così come definiti dall'art. 27 della L.R. 12/2005), nel rispetto delle normative vigenti.

Relativamente agli ambiti produttivi la realizzazione dei vani interrati o seminterrati è condizionata dalla bassa soggiacenza dell'acquifero (< 5m); si vieta pertanto in tali aree la realizzazione di vani interrati adibiti ad uso produttivo o con utilizzo di sostanze pericolose/insalubri, mentre si sconsiglia la realizzazione di vani adibiti a stoccaggio di sostanze pericolose.

Potranno invece essere realizzati vani interrati compatibilmente con le situazioni idrogeologiche locali, ospitanti magazzini e/o depositi di sostanze non pericolose, parcheggi sotterranei, uffici dotati di collettamento delle acque di scarico con rilancio alla fognatura.

Si rende necessaria l'esecuzione di indagini di approfondimento preventive alla progettazione per la verifica idrogeologica e litotecnica dei terreni mediante rilevamento geologico di dettaglio e l'esecuzione di prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva per tutte le opere edificatorie.

La verifica idrogeologica deve prevedere una disamina della circolazione idrica superficiale e profonda, verificando eventuali interferenze degli scavi e delle opere in progetto nonché la conseguente compatibilità degli stessi con la suddetta circolazione idrica.

Nel caso di opere che prevedano scavi e sbancamenti, dovrà essere valutata la stabilità dei versanti di scavo.

La modifica di destinazione d'uso di aree produttive esistenti necessita la verifica dello stato di salubrità dei suoli ai sensi del Regolamento Locale d'Igiene Pubblica e/o dei casi contemplati nel D. Lgs. 152/06.

Qualora venga rilevato uno stato di contaminazione dei terreni mediante un'indagine ambientale preliminare, dovranno avviarsi le procedure previste dal D.Lgs 152/06 (Piano di Caratterizzazione con analisi di rischio, Progetto Operativo degli interventi di Bonifica).

Le suddette indagini dovranno essere commisurate al tipo di intervento da realizzare ed alle problematiche progettuali proprie di ciascuna opera.

Gli interventi da prevedere in fase progettuale: per ogni tipo di opera gli interventi da prevedere saranno rivolti alla regimazione idraulica e alla

predisposizione di accorgimenti per lo smaltimento delle acque meteoriche e quelle di primo sottosuolo.

Quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario inoltre che per ogni nuovo intervento edificatorio, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici e/o dei reflui in fognatura.

Per gli ambiti produttivi soggetti a cambio di destinazione d'uso, dovranno essere previsti interventi di bonifica qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06.

Le norme sismiche da adottare per la progettazione trattandosi di aree PSL, per gli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del DM 14 gennaio 2008 definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello - metodologie di cui all'allegato 5 della DGR n. 8/7374/08, o in alternativa utilizzando lo spettro previsto dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

### **8.2. Classe di fattibilità geologica 3**

In questa classe ricadono:

- A) le aree a bassa soggiacenza della falda acquifera;
- B) le aree caratterizzate dalla presenza di occhi pollini;
- C) le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche del primo orizzonte;
- D) le aree di cava attiva o cessate;

Le norme sismiche da adottare per la progettazione di tutte le aree definite in classe di fattibilità geologica III, trattandosi di aree PSL, per gli edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), la progettazione dovrà essere condotta adottando i criteri antisismici del DM 14 gennaio 2008 definendo le azioni sismiche di progetto a mezzo di analisi di approfondimento di 3° livello - metodologie di cui all'allegato 5 della DGR n. 8/7374/08, o in

alternativa utilizzando lo spettro previsto dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

**3A)** Sono aree che presentano una soggiacenza dell'acquifero superficiale inferiore a 5 metri da piano campagna. Per queste aree quale norma generale a salvaguardia della falda idrica sotterranea è necessario che per ogni nuovo insediamento sia civile che industriale, già in fase progettuale, sia previsto ed effettivamente realizzabile il collettamento degli scarichi idrici in fognatura. Sono da prevedere interventi di regimazione idraulica per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee. Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D. Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica (POB).

**3B e 3C)** Sono aree aventi scadenti caratteristiche geotecniche del primo orizzonte litologico. Per gli interventi edificatori ammissibili si rendono necessarie indagini geologico-tecniche per la verifica delle caratteristiche litotecniche dei terreni, di capacità portante e di valutazione di stabilità dei versanti di scavo, valutazioni di compatibilità dell'intervento sull'assetto idrogeologico ed ambientale dell'area. A fronte di qualsiasi azione sono da prevedere contestualmente interventi di recupero morfologico e paesistico ambientale delle aree interessate, opere di regimazione idraulica e smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, collettamento degli scarichi idrici in fognatura a salvaguardia della falda idrica sotterranea.

**3D)** Sono aree caratterizzate dalla presenza di ambiti estrattivi attivi e recuperati o in fase di recupero. Sono aree con possibilità di riempimenti e ripristino morfologico con terreni litologicamente disomogenei e con scadenti caratteristiche geotecniche. L'edificabilità deve essere verificata puntualmente attraverso la definizione delle caratteristiche litotecniche dei terreni di riempimento. I tipi di intervento ammissibili sono da definirsi mediante specifici Piano di Recupero. Le particolari condizioni di tali aree richiedono necessariamente l'effettuazione di studi per il recupero morfologico e di ripristino ambientale, indagini di stabilità dei fronti di scavo, indagini

geognostiche di approfondimento per la verifica litotecnica dei terreni mediante rilievo geologico di dettaglio e prove geotecniche per la determinazione della capacità portante, da effettuare preventivamente alla progettazione esecutiva di qualunque opera sul territorio. Qualora venga accertato uno stato di contaminazione dei suoli e delle acque ai sensi del D.Lgs 152/06, dovranno essere previsti interventi di bonifica.

### **8.3. Classe di fattibilità geologica 4**

L'alto rischio geologico non è stato riconosciuto sul territorio comunale di Concorezzo.

### **8.4. Indicazioni generali**

Alcune aree del territorio comunale sono state occupate da attività antropiche impattanti le matrici suolo e sottosuolo (ad esempio aree industriali e/o artigiane) per le quali si già resa necessaria l'attivazione delle procedure tecnico amministrative previste dal Titolo V del D.lgs 152/06 (Testo Unico sull'Ambiente).

Di seguito è riportato l'elenco delle aree al 2 febbraio 2012 per le quali potrebbero essere possibili limitazioni all'uso del suolo.

1. Impianto Carburanti S.P.3 Monza Trezzo: sono stati rimossi dei serbatoi interrati, il terreno circostante è risultato contaminato, si attende l'analisi di rischio ambientale sito specifica;
2. Area di Via Dante n. 23, approvato il Progetto di bonifica sono in corso i lavori;
3. Area di Via Dante n. 15, presentata proposta di Piano di Caratterizzazione Ambientale si stanno eseguendo le indagini sui terreni;

4. Area di Via Manzoni n. 10, Progetto di Bonifica approvato e lavori eseguiti, si è in attesa di Certificato di avvenuta bonifica da parte della Provincia;
5. Area di Via I maggio, bonifica complessa attivata dall'anno 2001 che ha interessato sia il terreno che le acque, per la matrice suolo e sottosuolo è stato approvato il Piano di bonifica e sono in corso i lavori, per le acque si stà redigendo ancora il progetto di bonifica;



## 9. Bibliografia

- [1] AA.VV., Aspetti idrogeologici dell'Est milanese e tutela del bacino dell'Idroscalo, Provincia di Milano, 1985
- [2] R. Airoldi, 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

**10. 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. 3 SCHEDE PEDOLOGICHE

All. 4 STRATIGRAFIE POZZI COMUNALI

All. 5 ANALISI GRANULOMETRICHE

All. 6 ANALISI CHIMICHE E MICROBIOLOGICHE

All. 7 STRATIGRAFIE PIEZOMETRI ASL VIMERCATE

All. 8 SONDAGGIO MM A CONCOREZZO

All. 9 TAVOLE CARTOGRAFICHE 1/7 IN SCALA 1:5.000

*TAV1: Carta geologica con elementi geomorfologici;*

*TAV2: Carta idrogeologica con elementi idrografici;*

*TAV3: Carta pericolosità sismica locale;*

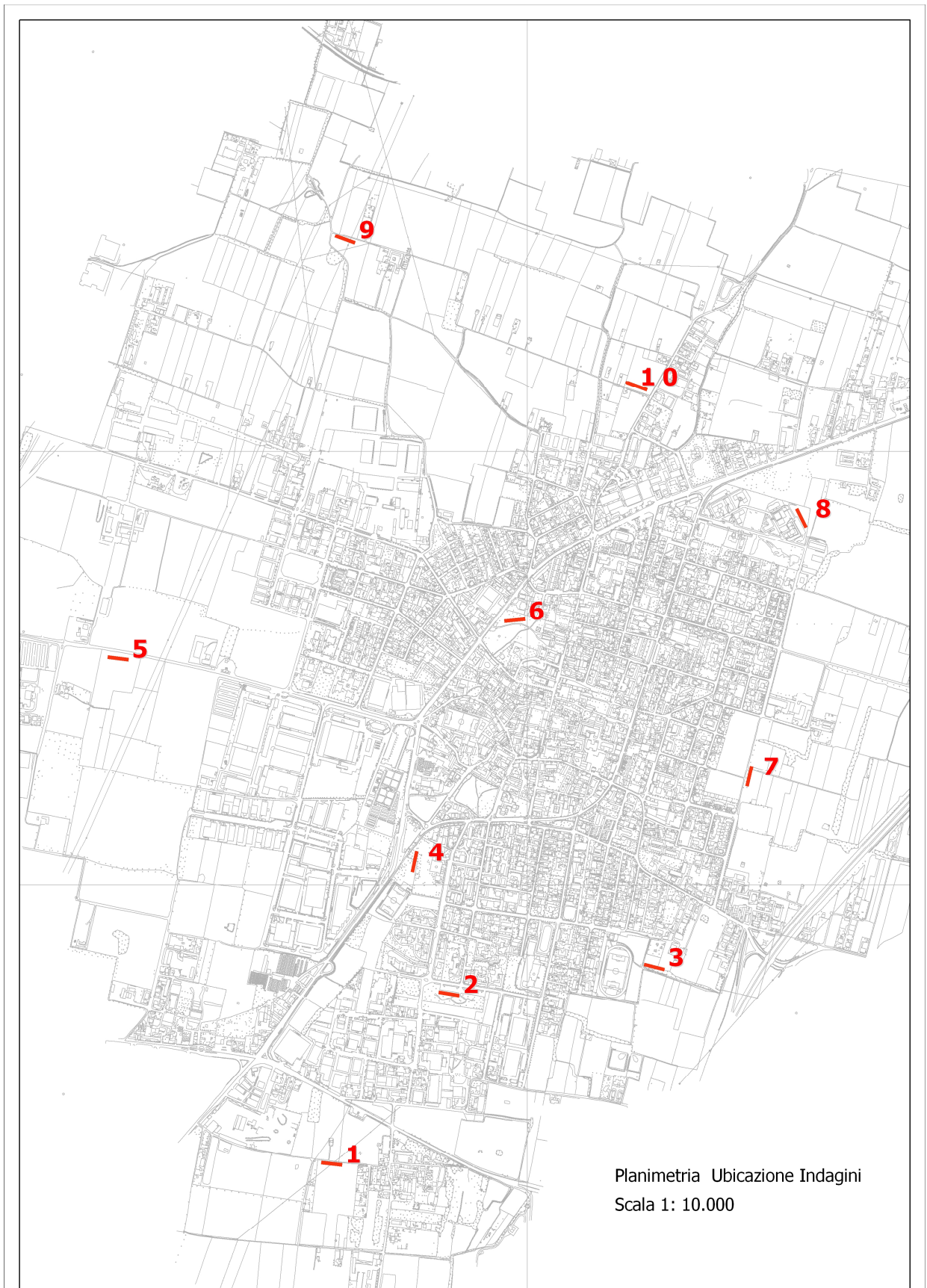
*TAV4: Carta geotecnica Ubicazioni indagini;*

*TAV5: Carta dei vincoli;*

*TAV6: Carta di sintesi;*

*TAV7: Carta della fattibilità geologica.*

**UBICAZIONE DELLE PROVE MASW**



**PROVE MASW da M1 ad M10**

**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**