

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	LITOLOGIA	5
3	DINAMICA GEOMORFOLOGICA	13
	<i>3.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E FLUVIOGLACIALE .</i>	<i>13</i>
	<i>3.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE DELLE ACQUE.....</i>	<i>14</i>
	<i>3.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE GRAVITATIVA</i>	<i>16</i>
	<i>3.4 FORME E PROCESSI POLIGENICI</i>	<i>16</i>
	<i>3.5 FORME LEGATE ALL'AZIONE ANTROPICA</i>	<i>17</i>
	<i>3.6 ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI.....</i>	<i>18</i>
4	ELEMENTI IDROGEOLOGICI	21
	<i>4.1 PUNTI DI CAPTAZIONE</i>	<i>21</i>
	<i>4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA.....</i>	<i>22</i>
	<i>4.3 GRADO DI PERMEABILITÀ.....</i>	<i>23</i>
	<i>4.4 BILANCIO IDROLOGICO</i>	<i>24</i>
5	PERICOLOSITA' DA FRANA	26
	<i>5.1 SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI</i>	<i>26</i>
6	RISCHIO SISMICO	29
	<i>6.1 NORMATIVA.....</i>	<i>31</i>
	<i>6.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO.....</i>	<i>32</i>
	<i>6.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)</i>	<i>34</i>

7	VINCOLI	39
	<i>7.1 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA</i>	<i>39</i>
8	SINTESI.....	43
	<i>8.1 INTRODUZIONE</i>	<i>43</i>
	<i>8.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ</i>	<i>44</i>
	<i>8.3 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO .</i>	<i>48</i>
	<i>8.4 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI</i>	<i>49</i>
9	FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	53
	<i>9.1 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2).....</i>	<i>54</i>
	<i>9.2 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)</i>	<i>55</i>
	<i>9.3 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)</i>	<i>58</i>
	BIBLIOGRAFIA.....	61

ALLEGATI

Tav. n. 1: Carta litologica, scala 1:5.000

Tav. n. 2: Carta della dinamica geomorfologia scala 1:5.000

Tav. n. 3: Carta Idrogeologica, scala 1:5.000

Tav. n. 4: Carta della pericolosità da frana, scala 1:5.000

Tav. n. 5: Carta della pericolosità sismica locale, scala 1:5.000

Tav. n. 6: Carta dei vincoli, scala 1:5.000

Tav. n. 7: Carta di sintesi, scala 1:5.000

Tav. n. 8: Carta della fattibilità, scala 1:5.000

Tav. n. 9: Carta della fattibilità con elementi di pericolosità sismica locale, scala 1:5.000

1 PREMESSA

Il Comune di Cadrezzate (VA) ha affidato allo *Studio Associato CONGEO* di Varese l'incarico per l'aggiornamento dello studio geologico di supporto alla pianificazione comunale in base alle prescrizioni dalla nuova normativa regionale ed in particolare alla L.R. 12/2005 "*Legge per il governo del territorio*" e alla D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7373 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11 Marzo 2005 N°12*".

Lo studio, di cui la presente relazione espone i risultati, si è posto l'obiettivo di approfondire il livello di conoscenza dei fattori geologici che caratterizzano il Comune di Cadrezzate, con particolare riguardo all'armonizzazione con le previsioni del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Varese (PTCP) e alle prescrizioni normative dettate dai criteri per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7373). Con queste finalità sono stati quindi approfonditi e/o integrati rispetto agli studi precedenti i seguenti punti:

- caratteri idrogeologici, come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 93 - 97), finalizzati ad un uso consapevole della risorsa idrica; è stato effettuato un bilancio idrologico del territorio comunale ed una valutazione dei rapporti consumi / riserva idrica.
- pericolosità da frana, come richiesto nelle Norme di Attuazione del PTCP (art. 80 - 85) per le aree a pericolosità alta, media e bassa individuate nella cartografia del piano provinciale (documento RIS3).
- pericolosità sismica locale, come previsto dalla D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7373 (Allegato 5).
- vincoli di carattere geologico, come previsto dalla D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7373.

Il lavoro ha come scopo la definizione delle caratteristiche e degli effetti della componente geologica nella pianificazione territoriale comunale.

Lo studio presenta valutazioni di carattere generale, pertanto la presente relazione e gli allegati cartografici non possono ritenersi esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche.

2 LITOLOGIA

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati ottenuti durante i rilevamenti operati in sito, utilizzando la documentazione bibliografica raccolta nella prima fase di analisi.

I limiti tra le diverse unità litologiche risultano di tipo interpretativo, a causa dell'estrema eterogeneità dei depositi quaternari e per la presenza di locali coperture eluvio-colluviali.

Limitata è la presenza di affioramenti significativi, principalmente osservabili lungo i tagli stradali, e le incisioni dei corsi d'acqua.

In questo contesto pertanto si è adottato il metodo morfologico come criterio nella delimitazione delle diverse unità litologiche.

I limiti sono pertanto da considerare come aree di transizione tra litotipi differenti.

Per quanto concerne la parametrizzazione geotecnica dei litotipi presenti, questa è stata desunta dalle precedenti indagini condotte sul territorio comunale, e dalle indicazioni riportate dalla bibliografia su depositi di analoga genesi deposizionale; i parametri geotecnici riportati sono pertanto da considerarsi indicativi e di massima, e non rappresentativi delle situazioni locali, da verificarsi in fase di progettazione.

Nell'ambito del territorio comunale si sono rilevate le seguenti unità litologiche (Tav. n. 1 – Carta litologica con elementi di geotecnica), come di seguito descritte dalla più antica alla più recente:

Substrato lapideo di origine sedimentaria

- Conglomerato - Gof (Formazione della Gonfolite)

Depositi quaternari

- Sabbie e ghiaie in alveo - alra (depositi alluvionali recenti)
- Limi sabbiosi con intercalazioni di orizzonti argillosi - lcs (depositi fluvio-lacustri)

- Limi sabbiosi con ghiaie ed orizzonti superficiali di sabbie grigie - alan (depositi alluvionali)
- Sabbia ciottoli e massi con intercalazioni di orizzonti limosi - mo (depositi morenici)
- Sabbie e ghiaie in matrice limosa con ciottoli e locali orizzonti sabbiosi - flg (depositi fluvioglaciali)
- Sabbia limosa inglobante ghiaie e ciottoli - flg' (depositi fluvioglaciali)

CONGLOMERATO POLIGENICO - GOF

Descrizione - Conglomerati con grado di cementazione variabile costituiti da ghiaie, ciottoli ben arrotondati e privi di alterazione.

Affiora esclusivamente in località Montecalvo, nella parte più meridionale del territorio comunale, dando origine ad un'area di alto morfologico. Nell'affioramento osservato sono presenti massi anche di notevoli dimensioni.

Origine geologica - Formazione della Gonfolite - Oligocene.

E' affiorante solo il membro superiore della Formazione (facies conglomeratica), avente origine dallo smantellamento di rocce ignee e metamorfiche dell'entroterra alpino.

Caratteristiche geomeccaniche generali - Come esempio delle caratteristiche geotecniche tipiche si riportano i dati ricavati da prove penetrometriche eseguite sul dosso di C.na Gallione, nel comune di Galliate Lombardo, su affioramenti della facies a conglomerati e arenarie.

LITOTIPO	Nspt MEDI	USCS	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Conglomerati ed arenarie	≥ 25	GP/GM	2.0	34÷36	0.5÷1	200÷300

Essendo:

γ - peso volume naturale, in g/cm³

C – coesione drenata per depositi granulari , in kg/cm^2

ϕ - angolo di attrito interno, in gradi

E – Modulo di Young, medio stimato, in kg/cm^2

Osservazioni - Problematiche legate alla stabilità dei versanti, e variabilità nella resistenza all'escavazione in funzione al grado di cementazione, con possibile rinvenimento di grossi massi.

Stima del comportamento geotecnica – Ottimo.

Stima della permeabilità - Bassa per fratturazione.

SABBIE E GHIAIE IN ALVEO - ALRA

Descrizione - Depositi costituiti da predominanti sabbie inglobanti elementi ghiaiosi medio grossolani e qualche ciottolo. Questa unità è osservabile negli alvei dei principali corsi d'acqua caratterizzati da evidenti fenomeni di trasporto (T.Acquanera, Roggia della Valle del Lupo, Rio Vallerini e Rio Prà Cuit). Mentre nel Rio Prà Cuit e nel T.Lenza questi depositi sono quasi totalmente costituiti da sabbie medio-grossolane grigiastre; negli altri corsi d'acqua si è osservata una maggiore variazione del fuso granulometrico con presenza di ghiaie e ciottoli.

Origine geologica - Alluvionale recente, legata al trasporto e successivo deposito dei materiali per azione delle acque dei torrenti.

Classificazione USCS - SP-SW-GW-GP.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Terreni a comportamento incoerente, con stato di addensamento variabile, le eventuali variazioni sono legate al fuso granulometrico predominante.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Sabbie e ghiaie	1.8	26÷28	0	< 100

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza ed alla presenza di ristagno d'acqua.

Stima del comportamento geotecnica - Scarso.

Stima della permeabilità - Media.

LIMI SABBIOSI CON INTERCALAZIONI DI ORIZZONTI ARGILLOSI - LCS

Descrizione - Depositi fini costituiti da limi sabbiosi con orizzonti argillosi inglobanti qualche elemento ghiaioso. Questa unità è osservabile in affioramento lungo l'alveo della Roggia Acquanegra ed in prossimità del lago di Monate. In quest'ultima area è prevalente la componente argillosa di tali depositi, a predominante colorazione grigio-nerastra.

Origine geologica - Fluvio-lacustre. Legata alla rideposizione delle particelle più fini presenti in sospensione nelle acque, a seguito di eventi di esondazione.

Classificazione USCS - ML-CL-OL.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Terreni a comportamento da semi-coesivo a coesivo con stato di addensamento variabile, generalmente scarso.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	Cu (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Limi sabbioso-argillosi	1.6	≤26	≥ 0.5	≤ 100

Essendo:

Cu – coesione non drenata per terreni coesivi, in kg/cm²

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza. La possibile presenza di ristagno d'acqua e di livelli organici determina un peggioramento delle qualità geotecniche, da valutare con apposite indagini geognostiche.

Stima del comportamento geotecnica - Pessimo, dovuto alla possibile presenza di argille plastiche e di livelli organici.

Stima della permeabilità - Scarsa.

LIMI SABBIOSI CON GHIAIE ED ORIZZONTI SUPERFICIALI DI SABBIE GRIGIE - ALAN

Descrizione - Limi sabbiosi inglobanti elementi ghiaiosi, localmente sono presenti dei livelli superficiali di sabbie fini pulite di colore grigio. Affiorano esclusivamente in Località delle Paludi, in un'area morfologicamente depressa, all'interno della quale defluisce il T. Lenza.

Origine geologica – Alluvionale. Presenti nella piana del T.Lenza hanno origine dalla deposizione, sia in epoche recenti che in passato, dei materiali trasportati in sospensione dalle sue acque.

Classificazione USCS - ML-SM.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Terreni a comportamento da incoerente a semicoerente, con stato di addensamento variabile.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Limi sabbiosi	1.6÷1.8	≤ 28	≤ 0.2	< 100

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza, a presenze idriche superficiali ed alla stabilità dei fronti di scavo.

Stima del comportamento geotecnica – Scarso.

Stima della permeabilità – Scarsa.

SABBIA CIOTTOLI E MASSI CON INTERCALAZIONI DI ORIZZONTI LIMOSI - MO

Descrizione - Depositi eterogenei a predominante componente limoso sabbiosa inglobante elementi ciottolosi e massi in quantità variabile, di colore da avana ad avana grigiastro. I ciottoli presenti, prevalentemente gneiss e micascisti, sono sub-angolari, sono inoltre presenti massi di notevole dimensione. Sono ampiamente rappresentati in una fascia che si estende da Nord a Sud, comprendendo l'area più intensamente urbanizzata.

Origine geologica - Morenica. Le morene presenti traggono origine dalle pulsazioni del ghiacciaio del Verbano, che scavando (fase di avanzamento) e successivamente depositando i materiali trasportati (fase di ritiro), ha dato origine a questi depositi.

Classificazione USCS - SW-SP-SM.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Terreni a comportamento incoerente, con stato di addensamento generalmente discreto, le eventuali variazioni sono legate al fuso granulometrico predominante.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Limo sabbioso con ciottoli e massi	1.8÷1.9	≥ 30	≤ 0.2	≥ 200

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza, ed alla stabilità dei fronti di scavo. Stabilità dei versanti generalmente discreta, comunque da valutare in caso di modificazioni dello stato esistente in aree acclivi. Presenza di acquiferi superficiali in corrispondenza di litotipi a granulometria maggiore (localmente a profondità inferiore a 2 metri circa, come riscontrato da precedenti indagini in località Case Moggi), e generalmente di modesto spessore e sviluppo areale.

Stima del comportamento geotecnica - Discreta.

Stima della permeabilità – Media.SABBIE E GHIAIE IN MATRICE LIMOSA CON CIOTTOLI E LOCALI ORIZZONTISABBIOSI - FLG

Descrizione - Depositi caratterizzati da sabbie e ghiaie in matrice limosa inglobanti ciottoli da arrotondati a sub-arrotondati. Sono osservabili nelle incisioni dei corsi d'acqua, rappresentativo è l'affioramento presente lungo il Rio Vallaghe, di cui è riportata la stratigrafia di dettaglio a partire dal piano campagna.

0.00÷0.70 m Coltivo limoso , humaceo, con diffusi apparati radicali

0.70÷0.90 m Ciottoli da arrotondati a sub-arrotondati, con diametro compreso tra 5÷10 centimetri circa, in matrice sabbiosa debolmente limosa, colore grigio avana

0.90÷1.40 m Sabbie medio-fini limose, inglobanti qualche ciottolo, colore grigio

Origine geologica - Fluvioglaciale. Dovuti all'azione dell'acqua dei torrenti glaciali, che operano una selezione più o meno pronunciata dei materiali secondo la loro granulometria, dando origine a depositi solitamente stratificati o a disposizione lenticolare.

Classificazione USCS - SM-ML.

Caratteristiche geologico-tecniche generali - Terreni a comportamento prevalentemente incoerente, con stato di addensamento variabile generalmente discreto.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Sabbie e ghiaie limose	1.8÷1.9	28÷30	≤ 0.4	100÷150

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza e ad eventuali infiltrazioni di acque superficiali e meteoriche che potrebbero dare luogo a situazioni di instabilità.

Stima del comportamento geotecnica – Discreto.

Stima della permeabilità – Media.

SABBIA LIMOSA INGLOBANTE GHIAIE E CIOTTOLI – FLG'

Descrizione - Depositi caratterizzati da sabbie limose inglobanti ghiaie e ciottoli centimetrici da arrotondati a sub-arrotondati, localmente con disposizione caotica in abbondante matrice più fine. Sono presenti nella piana del T.Lenza in posizione di raccordo con i depositi morenici e in prossimità del limite meridionale del lago di Monate, in posizione intermedia tra i depositi fluvio-lacustri e quelli morenici. Le caratteristiche litologiche e tessiturali di questi depositi sono osservabili negli affioramenti presenti lungo Via Torbiera al confine con il Comune di Osmate.

Origine geologica - Fluvioglaciale. Sono dovuti all'azione dell'acqua dei torrenti glaciali, con evidenze di trasporto in massa tipo Debris flows.

Classificazione USCS - SM-ML.

Caratteristiche geologico - tecniche generali - Terreni a comportamento prevalentemente incoerente, con stato di addensamento variabile generalmente discreto.

LITOTIPO	γ (g/cm ³)	ϕ (°)	C (kg/cm ²)	E (kg/cm ²)
Sabbie e ghiaie limose	1.9	30÷32	≤ 0.1	200÷300

Osservazioni - Problematiche legate alla portanza e ad eventuali infiltrazioni di acque superficiali e meteoriche.

Stima del comportamento geotecnica – Discreto.

Stima della permeabilità – Media.

3 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

La carta della dinamica geomorfologica (Tav. n. 2) individua e descrive le forme naturali attive e non, dovute al modellamento del territorio da parte degli agenti geologici, idrogeologici, climatici ed antropici, nonché gli elementi esistenti relativi all'idrologia superficiale ed all'idrogeologia del territorio comunale.

I molteplici elementi riprodotti in carta sono stati quindi analizzati e, per una migliore comprensione delle forme di dissesto e/o pericolosità, quelli potenzialmente a rischio sono stati riportati nella carta di sintesi.

E' stata inoltre redatta una carta (Fig. n. 3.1) in cui sono state colorate le aree relative alle diverse fasce altimetriche in modo da evidenziare l'andamento morfologico del territorio comunale.

L'analisi morfologica del territorio ha permesso la distinzione di alcune forme di seguito descritte:

3.1 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE GLACIALE E FLUVIOGLACIALE

CORDONE MORENICO

Sono rappresentati da dossi collinare arrotondati, distribuiti sul territorio comunale in due allineamenti; entrambi aventi direzione NE-SW, il primo si trova nella porzione più meridionale del territorio comunale, mentre il secondo è ubicato in prossimità di località Motta. La loro genesi è da attribuire all'azione del ghiacciaio che durante la fase di avanzamento ha inglobato frammenti rocciosi, successivamente depositatisi durante la fase di ritiro.

ORLO DI TERRAZZO FLUVIALE O FLUVIOGLACIALE

Rappresentano delle nette variazioni di pendenza della topografia. In questo contesto la loro genesi è da attribuire sia all'erosione fluviale che fluvio-glaciale. Tali forme si ritrovano distribuite su tutto il territorio comunale, in particolare i terrazzi fluviali sono presenti lungo i corsi d'acqua del T. Lenza e del Rio Acqua Nera, mentre quelli fluvio-glaciali fiancheggiano i cordoni morenici situati in località Motta.

3.2 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE DELLE ACQUE

EROSIONI DI SPONDA

Tali forme sono localizzate lungo i principali corsi d'acqua, sia in corrispondenza di tratti d'alveo ad andamento meandriforme/curvilineo sia in tratti rettilinei. In particolare questi processi interessano la parte esterna del meandro dove l'azione erosiva dell'acqua è maggiore. Alla base della parete erosionale si ritrova l'accumulo del materiale franato ed in parte asportato dal corso d'acqua.

Questi fenomeni sono particolarmente diffusi lungo l'asta principale del Rio Vallerini.

SOLCHI DI EROSIONE CONCENTRATA (EROSIONE LINEARE)

Tali morfologie s'impostano a causa dell'azione erosiva concentrata e localizzata da parte delle acque di scorrimento superficiale lungo versanti particolarmente ripidi. In particolare sul territorio comunale si possono osservare alcuni esempi in corrispondenza di alcuni impluvi minori l'asta principale del Rio Motta. Anche in alcuni tratti dei corsi d'acqua si manifesta una forte tendenza all'erosione, sia delle sponde che del fondo come lungo il Rio Vallerini, la Roggia Acqua Nera e Rio Vallaghe.

DEFLUSSI SUPERFICIALI E FENOMENI DI RUSCELLAMENTO

Dato il basso coefficiente di permeabilità delle coltri colluviali superficiali si possono osservare fenomeni di ruscellamento delle acque meteoriche, in particolare lungo i versanti dei cordoni morenici. Questo fenomeno si manifesta con fenomeni di erosione areale che interessano i terreni più superficiali.

AREE DI ESONDAZIONE

Si tratta di un fascia lungo la sponda del lago di Monate, potenzialmente soggetta a fenomeni di esondazione.

I criteri adottati per la sua delimitazione, non essendo note dalla bibliografia delle misure dirette, si basano sulle caratteristiche morfologiche delle sponde e sulla linea di costa derivata dal Catasto Teresiano (1722), risultata essere la più arretrata.

FENOMENI DI RISTAGNO D'ACQUA

Con questa dicitura sono state indicate alcune aree morfologicamente depresse rispetto alle aree circostanti, caratterizzate da modesta capacità drenante, per la presenza sia di terreni a granulometria fine, che di fenomeni di esondazione e "spagliamento" dei corsi d'acqua e fossi ivi defluenti.

Le aree più estese sono localizzate in prossimità della Via Don Guanella, per un'ampia fascia che si estende fino al confine con il Comune di Ispra verso nord e fino al confine con Angera verso sud, soggette a periodici ristagni ed esondazioni dovute alla bassa regimazione dei corsi d'acqua e fossi ivi presenti, in concomitanza di intensi eventi piovosi. Altre aree, perennemente ristagnanti, sono presenti lungo i corsi d'acqua, in corrispondenza della confluenza tra due rami o nelle aree da cui, immediatamente a valle, traggono origine il Rio della Valle del Lupo ed il T.Vepra. Un'ultima zona è stata individuata presso il lago di Monate in prossimità della località Moncucco.

3.3 FORME, PROCESSI E DEPOSITI LEGATI ALL'AZIONE GRAVITATIVA

FRANE

I fenomeni "franosì" individuati all'interno del territorio comunale, essendo di modeste dimensioni e quindi difficilmente rappresentabili, sono stati indicati evidenziando solo la nicchia di distacco, distinguendoli in funzione del loro stato di attività, come attivi, quando mostrano segni recenti di movimento (nicchia e accumulo "fresco", superfici interessate da fenomeni di ruscellamento concentrato e diffuso, etc.) e come quiescenti, quando non si osservano indizi di movimento recente (nicchia e accumulo presentano un certo grado di crescita della vegetazione). Si tratta per lo più di smottamenti caratterizzati da dimensione ridotta, ed interessanti i depositi più superficiali, costituiti da materiali incoerenti o resi tali da imbibizione d'acqua.

I fenomeni franosi sono ubicati in corrispondenza della località del Montecalvo, dove sono messi a nudo i depositi conglomeratici, ed a monte del depuratore, sul versante di sinistra idrografica del ramo più occidentale del Rio Vallerini, dove interessano depositi sabbiosi di origine morenica, inglobanti ghiaie e ciottoli.

3.4 FORME E PROCESSI POLIGENICI

ORLO DI SCARPATA – ROTTURE DI PENDIO PRINCIPALE

Rappresentano, anche in questo caso, delle variazioni di pendenza della topografia distinguendosi però dagli orli di terrazzo per le dimensioni nettamente maggiori e per la loro origine poligenica. All'interno del territorio comunale sono presenti in località Montecalvo e sui dossi morenici a questa più prossimi, in corrispondenza del loro versante occidentale.

3.5 FORME LEGATE ALL'AZIONE ANTROPICA

TRATTO DI CORSO D'ACQUA IN SCORRIMENTO SOTTERRANEO

Sono indicati i tratti in scorrimento sotterraneo dei corsi d'acqua, realizzati in corrispondenza degli attraversamenti di sentieri e strade.

GABBIONATE

Questi manufatti sono stati rinvenuti lungo il Rio Vallerini, realizzati a protezione delle sponde dell'alveo in prossimità delle briglie ivi presenti.

RIVESTIMENTO SPONDE ALVEO CON MASSI

Sono realizzati con massi ciclopici che rivestono tratti di sponda dell'alveo per ridurre l'erosione. Sono presenti sia lungo il Rio Vallerini, che il Rio Paludi 2, in quest'ultimo alla fine del tratto tombinato che dal Comune di Osmate lo immette in quello di Cadrezzate.

BRIGLIE

Sono stati riportati in cartografia le posizioni indicative di tali manufatti, specificandone l'integrità.

Le briglie, in numero di 7, sono localizzate lungo il Rio Vallerini, due risultano danneggiate, in parte demolite ed "aggirate" dal corso d'acqua.

DEPURATORE CON RELATIVE VASCHE DI DECANTAZIONE

In corrispondenza del tratto iniziale del Rio Vallerini è ubicato il depuratore comunale, che attraverso tre tubazioni di grosso diametro (c.ca 1 metro) convoglia le acque nel torrente stesso.

Il depuratore è inoltre dotato di tre vasche di decantazione ("laghetti"), che attraverso una quarta tubazione, avente diametro minore, recapita le acque a pochi metri più a valle.

ORLO DI TERRAZZO ANTROPICO

Rappresentano delle nette variazioni di pendenza della topografia; a differenza di quelli naturali, sono disposti parallelamente gli uni agli altri, realizzati per modellare versanti particolarmente acclivi. Tali forme si ritrovano distribuite su tutto il territorio comunale, in particolare lungo le pendici della località Montecalvo e lungo i versanti dei cordoni morenici.

3.6 ELEMENTI IDROLOGICI ED IDROGRAFICI

CORSI D'ACQUA

Nella cartografia prodotta sono stati evidenziati i principali corsi d'acqua che interessano il territorio comunale, distinguendo i corsi d'acqua e le scoline (con questo termine si definiscono corsi d'acqua di limitato alveo, privi di acqua per la maggior parte dell'anno, presenti soprattutto in aree sub-pianeggianti), ed inoltre i tratti a cielo aperto da quelli tombinati.

L'allegato A della D.G.R. n. 7/7868 del 25 gennaio 2002 definisce il reticolo idrico principale della Regione Lombardia. In tabella n. 3.1 vengono riportati i corsi d'acqua classificati come principali che interessano il territorio comunale di Cadrezzate.

Num. Progr.	Denominazione	Foce o sbocco	Tratto classificato come principale	N° iscr. El. AAPP
VA049	Torrente Acquanegra	Lago Maggiore	Tutto il suo corso (è l'emissario del lago di Monate)	214/C

Tab. 3.1 - Corsi d'acqua principali (allegato A D.G.R. n. 7/7868 del 25/01/02).

Il reticolo idrico minore, di competenza comunale, è costituito da tutte le acque superficiali ad esclusione di quelle "non ancora

convogliate in un corso d'acqua". In particolare sono identificati come minori quei corsi d'acqua rispondenti ad almeno uno dei seguenti i criteri:

- siano indicati come demaniali nelle carte catastali o in base a normative vigenti;
- siano stati oggetto di interventi di sistemazione idraulica con finanziamenti pubblici;
- siano interessati da derivazioni d'acqua;
- siano rappresentati come corsi d'acqua nelle cartografie ufficiali (IGM, CTR).

In base a questi criteri sul territorio sono stati classificati come minori i seguenti corsi d'acqua:

- Roggia della valle del Lupo
- Rio Motta
- Rio Vallaghe
- Rio Prà Cuit
- Rio Veste
- Rio Matteotti
- Torrente Vepra
- Torrente Lenza
- Fosso Vignaccia

Il T.te Vepra ed il T.te Lenza, per i tratti che defluiscono all'interno del Comune, sono considerati minori. Infatti la citata delibera considera principale il tratto del T.Vepra che dallo sbocco arriva alla strada da Barzola a Capronno, e per il T.Lenza quello che si estende dallo sbocco fino alla strada da Lentate a Capronno

SPECCHI D'ACQUA

Il Lago di Monate si trova ad un'altitudine di 266 m.s.l.m, ha una superficie di 2,52 Km² e raggiunge una profondità massima di 34 m.

Formatosi in epoca glaciale è circondato da colline moreniche ed è alimentato da sorgenti sotterranee e da alcune rogge. Ha un unico emissario, il Torrente Acquanegra che si getta poi nel Lago Maggiore

Il rapporto tra l'area del bacino imbrifero, molto modesta, e quella del lago è tale da rendere difficoltoso e lento il rinnovo delle acque, a causa del limitato volume degli afflussi nel bacino.

Il Lago di Monate è inoltre soggetto a qualche perdita idrica nel sottosuolo, si tratta di percolazioni sotterranee di entità piuttosto modeste che hanno luogo nella zona sud del lago, presso C.na della Palude.

LIMITE DI BACINO IDROGRAFICO

Con il termine di bacino idrografico è indicata quella porzione di territorio che raccoglie le acque di precipitazione e le fa confluire in uno stesso corso d'acqua.

Il criterio utilizzato per tracciare i bacini è di tipo geomorfologico, considerando le linee di displuvio o di spartiacque, che corrono sulle sommità dei rilievi, separando così un bacino dall'altro.

VARIAZIONI DELLA LINEA DI SPONDA LACUALE DEL LAGO DI MONATE

Sulla Carta della dinamica geomorfologica sono state riportate le variazioni della linea di costa del lago di Monate riferite ai precedenti catasti rinvenuti presso l'Archivio di Stato, ed in particolare dell'Ultimo Versamento (1905÷1960), del Cessato Catasto (1857) e del Catasto Teresiano (1722).

Il confronto di queste linee di costa con la situazione attuale, come riportata sulla carta fotogrammetrica comunale (1981), evidenzia l'evoluzione della costa lacuale degli ultimi 250 anni, da cui si osserva in generale una certa similitudine nell'andamento delle linee di costa, ed una progressiva diminuzione del livello del lago con il tempo.

4 ELEMENTI IDROGEOLOGICI

4.1 PUNTI DI CAPTAZIONE

La rete acquedottistica comunale è rifornita direttamente dall'acquedotto provinciale (Campo pozzi di Barza).

Nell'ambito del territorio comunale sono stati censiti un totale di quattro punti acqua:

Codice	Ubicazione	Proprietà	Stato	Profondità	Note
1	Località S. Antonio	Comune	Attivo	58,0 m	Fermo / Utilizzato ad uso irriguo
	Via Canetta	Comune	Chiuso	Pochi metri	-
21	Via Matteotti	Privato	Chiuso	10,5 m	-
21		Privato	Attivo	-	Sorgente per piscicoltura

Tab. n. 4.1 – Elenco dei punti di captazione in Comune di Cadrezzate.

Il pozzo in località S. Antonio presenta una profondità di 58 m ed intercetta il substrato roccioso alla profondità di m 41 da p.c.. La captazione non è utilizzata a scopo idropotabile, ma solo nella stagione secca a scopo irriguo. In base ai dati a disposizione il livello statico della falda è di c.ca 12,0 m nella stagione secca e di c.ca m 7,0 nella stagione invernale, con un'escursione stagionale di c.ca 5 m.

Il pozzo comunale di via Canetta, attualmente chiuso, presenta una profondità di pochi metri e attraversa depositi glaciali contenenti una falda molto superficiale a carattere stagionale (risente molto degli afflussi meteorici), probabilmente connessa al bacino idrico del Lago di Monate.

4.2 STRUTTURA IDROGEOLOGICA

Il territorio di Cadrezzate si colloca nella fascia prealpina collinare dove si realizza la sovrapposizione tra le unità quaternarie glaciali e fluvioglaciali e le formazioni rocciose più antiche che costituiscono i rilievi collinari più importanti (Monte Pelada).

In questo contesto gli elementi idrogeologici principali sono costituiti dal Lago di Monate e dal Lago Maggiore.

In base all'analisi dell'assetto geologico generale e dei pochi dati forniti dalle perforazioni si possono distinguere due diversi sistemi acquiferi.

COMPLESSO GLACIALE – è costituito dai depositi morenici circostanti il Lago di Monate; si tratta di materiali eterogenei a predominante componente limoso sabbiosa inglobante elementi ciottolosi e massi con grado di permeabilità molto variabile ma in genere medio basso. In questi terreni possono essere presenti serbatoi idrici in corrispondenza degli orizzonti più grossolani dotati di maggior permeabilità; si tratta di acquiferi discontinui, di tipo libero, confinato o semiconfinato che danno luogo a falde idriche sospese ad alimentazione meteorica, quindi a carattere prevalentemente stagionale. La direzione di deflusso di queste falde è verso il lago.

COMPLESSO FLUVIOGLACIALE – occupa il settore occidentale del territorio comunale ed è caratterizzato dalla presenza di alternanze di depositi sabbioso ghiaiosi e sabbioso limosi di natura fluvioglaciale. In base a queste caratteristiche stratigrafiche l'unità è sede di un acquifero multistrato con direzione di deflusso verso il Lago Maggiore.

Attraverso i dati acquisiti tramite rilievi sul terreno e indagini effettuate in passato, si sono individuate sul territorio delle aree caratterizzate dalla presenza di falde sospese a bassa profondità. Tali aree sono state individuate nel territorio comunale in località Case Moggi, in una fascia prossima al lago e nella piana in cui defluisce il T.Lenza.

4.3 GRADO DI PERMEABILITÀ

Il territorio in esame è stato suddiviso in classi di permeabilità in relazione alla natura dei depositi incoerenti superficiali e del substrato affiorante, in funzione quindi delle loro caratteristiche fisiche (granulometria, compattezza etc.).

Tali classi sono:

1) Classe a permeabilità **MEDIA**: in essa si collocano i depositi fluvio-glaciali e i depositi morenici.

Per quanto riguarda i primi, nonostante la prevalente natura permeabile in quanto costituiti per lo più da sabbie e ghiaie, è possibile che in alcune aree siano più impermeabili a causa di un orizzonte superficiale più fine (sabbie fini, limo).

Per i depositi morenici, la natura sabbioso – limosa fa sì che al loro interno la permeabilità sia variabile e in corrispondenza dei livelli più sabbiosi, si instaurino piccole falde, a volte sospese e di natura stagionale, la cui direzione di deflusso è in direzione del lago di Monate.

2) Classe a permeabilità **BASSA**: ricadono in questa classe i depositi glaciali più fini affioranti nella conca "Le Paludi"; la bassa permeabilità di questi depositi fa sì che essi siano sede di fenomeni di ristagno d'acqua, in particolare in corrispondenza dei livelli più fini a composizione argillosa – limosa.

3) Classe a permeabilità **MOLTO BASSA**: questa classe è suddivisibile in due sottoclassi in base alla natura dei depositi:

- Terreni coerenti – lapidei: ad essi appartengono gli affioramenti di Gonfolite oligocenica della collina di Montecalvo; il substrato in tal caso può considerarsi impermeabile, escludendo incrementi di permeabilità legati allo stato di fratturazione dell'ammasso roccioso.
- Terreni incoerenti: rappresentati per lo più dai depositi lacustri rilevati lungo la fascia costiera del Lago di Monate.

4.4 BILANCIO IDROLOGICO

Il bilancio idrologico rappresenta il calcolo che mette a confronto le entrate e le uscite d'acqua del bacino idrologico di riferimento. Le entrate sono in genere rappresentate dagli afflussi meteorici e dalle eventuali infiltrazioni provenienti da bacini limitrofi; le uscite sono costituite dall'evapotraspirazione, dai deflussi superficiali e dai prelievi idrici.

L'equazione che in genere riassume il bilancio idrologico è:

$$P = E_r + R + I$$

P = Precipitazioni (mm/a)

E_r = Evapotraspirazione reale (mm/a)

R = Ruscellamento superficiale (mm/a)

I = Infiltrazione efficace (mm/a)

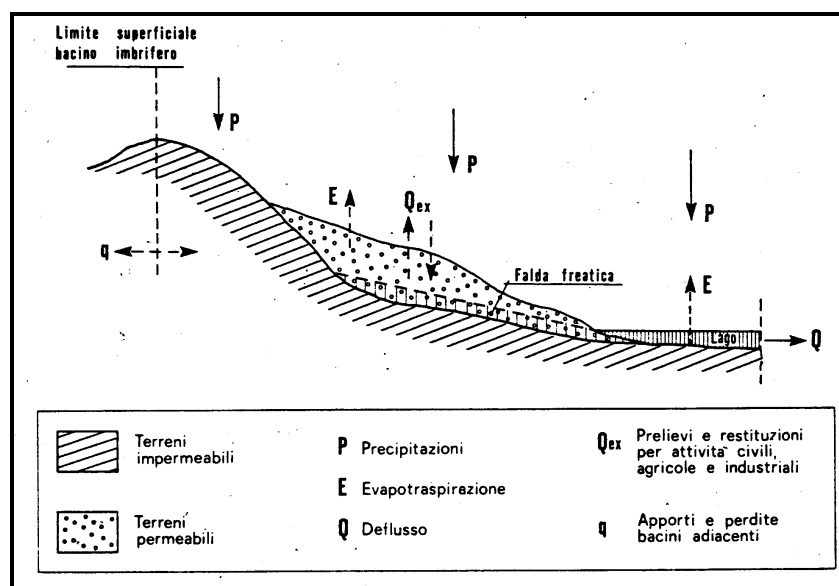


Fig.n. 4.3 – Schema idrologico teorico (Barnaba, 1982).

Le acque di infiltrazione efficace (I) rappresentano le risorse idriche sotterranee, cioè quei volumi di acqua utilizzabili senza provocare eccessivi squilibri al ciclo idrologico naturale.

Precipitazioni – il valore della precipitazione media annua sul territorio comunale è stato ricavato dall'analisi della carta delle precipitazioni medie annue del territorio alpino lombardo (periodo 1891 – 1990) realizzata

dalla Regione Lombardia; da questa si osservano valori di precipitazioni medie di c.ca 1.550 mm/a.

Evapotraspirazione – Il calcolo dell'evapotraspirazione reale è stato condotto tramite la formula di Turc (1954), di semplice utilizzo perché richiede la conoscenza solo delle precipitazioni e delle temperature medie. Per il territorio in esame è stato ricavato un valore medio di 615 mm/a.

Ruscigliamento superficiale – E' stato stimato considerando il coefficiente di deflusso del bacino analizzato (0,30), valutato in base alle caratteristiche litologiche e di uso del suolo. Si è quindi ottenuto un valore di c.ca 465 mm/a.

Infiltrazione efficace – Il valore dell'infiltrazione si ricava dall'equazione del bilancio idrico per sottrazione dei valori sopra ricavati ($I = P - D - E$). Per il territorio comunale di Cadrezzate si ottengono 460 mm/a corrispondenti sulla superficie in analisi a c.ca 2.000.000 m³/anno.

Dall'elaborazione dei parametri precedenti si ricava una stima della quantità di ricarica dell'acquifero che avviene all'interno del territorio comunale, pari al valore dell'infiltrazione efficace. Vista la struttura idrogeologica del territorio non sono possibili afflussi idrici da bacini idrogeologici contigui; questo valore costituisce la ricarica del bacino idrogeologico che defluisce verso il Lago Maggiore.

Analizzando in particolare l'acquifero che alimenta il campo pozzi dell'acquedotto provinciale (località Barza di Ispra) tramite una sezione idrogeologica ortogonale alle linee di flusso è possibile stimare la quantità d'acqua che costituisce la risorsa idrica comunale.

Considerando un gradiente idraulico medio di c.ca 0,6% ed una permeabilità pari a c.ca 2×10^{-5} m/sec con uno spessore di acquifero stimato in base alla sezione di c.ca 30 m si ricava un valore di flusso naturale attraverso l'acquifero di c.ca 4×10^{-6} m²/sec, che rapportato alla lunghezza della sezione analizzata (c.ca 1650 m) determina una quantità d'acqua pari a c.ca 210.000 m³/anno.

5 PERICOLOSITA' DA FRANA

Lo studio è stato realizzato su tutto il territorio comunale, identificando preliminarmente, in base alle caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche, le aree potenzialmente soggette a fenomeni di dissesto (Tav. n. 4)

5.1 SCIVOLAMENTI SUPERFICIALI

Lo studio di approfondimento è stato condotto secondo la metodologia proposta dalla Regione Lombardia (Allegato 2 D.G.R. 28 Maggio 2008 n. 8/7373), ed è stato realizzato su tutte le aree di versante (pendenza superiore a 15°).

Il territorio è stato suddiviso in zone omogenee in funzione della pendenza e delle caratteristiche litologiche.

Sono state distinte 4 classi di pendenza (i):

- $i < 15^\circ$
- $15 < i < 25$
- $25 < i < 35$
- $i > 35$

e, in prima analisi, 6 unità litologiche desunte dalla carta geologica:

depositi <i>Alluvionali recenti</i>	depositi <i>Morenici</i>
depositi <i>Fluvio-lacustri</i>	depositi <i>Fluvioglaciali</i>
depositi <i>Alluvionali</i>	depositi <i>Conglomeratici</i>

Per ciascuna unità sono stati assegnati i seguenti parametri geotecnici, sulla base dei dati disponibili:

<i>Alluvioni recenti:</i>	$\varphi = 19,5 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 34^\circ$	$c = 0 \text{ kPa}$
<i>Fluvio-lacustri:</i>	$\varphi = 19 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 25^\circ$	$c = 5 \text{ kPa}$
<i>Alluvioni:</i>	$\varphi = 19 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 25^\circ$	$c = 5 \text{ kPa}$
<i>Morenici:</i>	$\varphi = 19 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 30^\circ$	$c = 7 \text{ kPa}$
<i>Fluvioglaciali:</i>	$\varphi = 19,5 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 30^\circ$	$c = 5 \text{ kPa}$
<i>Conglomerato:</i>	$\varphi = 18,5 \text{ kN/m}^3$	$\phi = 28^\circ$	$c = 5 \text{ kPa}$

Quindi sono state eseguite delle verifiche di stabilità con il metodo del pendio indefinito considerando per ciascuna unità litologica uno spessore z pari a m 2,0 e non tenendo conto della falda ($h_w = 0$).

Quest'ultima assunzione, che schematizza le condizioni idrauliche, vuole considerare una situazione legata a fenomeni meteorologici, che maggiormente condizionano la stabilità dei pendii in esame:

$$F_s = \frac{c' + \gamma_t \cdot (1 - m \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_t}) \cdot z \cdot \cos^2 \beta \cdot \operatorname{tg} \phi'}{\gamma_t \cdot z \cdot \cos \beta \cdot \sin \beta}$$

essendo:

c' : intercetta di coesione apparente (kN/m^2); ϕ' : angolo di resistenza al taglio ($^\circ$); γ_t : peso di volume unitario umido del terreno (kN/m^3); z : spessore dello strato di terreno (m); β : pendenza media sull'orizzontale del pendio ($^\circ$); γ_w : peso di volume unitario dell'acqua (kN/m^3); m : $(z - h_w)/z$; h_w : quota della falda rispetto al piano campagna (m).

Determinato il coefficiente di sicurezza si valuta la pericolosità primaria secondo tre classi:

- Pericolosità H4: $1,00 < F_s < 1,20$
- Pericolosità H3: $1,20 < F_s < 1,40$
- Pericolosità H2: $1,40 < F_s < 2,00$

Per la valutazione della pericolosità finale sono poi presi in considerazione:

- possibili concentrazioni d'acqua dovute a condizioni morfologiche sfavorevoli (piccoli impluvi, vallecicole, etc.), a livelli argillosi o a variazioni di permeabilità nel terreno e ad interventi antropici (muretti a secco, canalette, tornanti stradali, fossi, scarichi, etc.).
- tipologia della vegetazione, diversificata in funzione della profondità degli apparati radicali della vegetazione d'alto fusto.

Nel caso in cui siano presenti uno o più fattori di concentrazione delle acque, il valore della pericolosità preliminare viene aumentato di 1. Solo nel caso in cui si ritenga che la profondità dell'apparato radicale della vegetazione presente sia superiore a quella delle potenziali superfici di scivolamento, sarà possibile diminuire di 1 il valore della pericolosità preliminare.

In generale nelle aree esaminate non sono presenti ne particolari fattori di concentrazione delle acque, ad esclusione delle aree di impluvio, ne tipologie vegetazionali chiaramente in grado di contribuire alla stabilità del pendio. La pericolosità finale risulta quindi uguale a quella preliminare.

Infine ai piedi dei versanti caratterizzati da pericolosità media e alta sono state stimate, in base alla pendenza, all'altezza del pendio e alla tipologia dei materiali, le aree potenzialmente coinvolte dall'accumulo dei materiali franati. A queste è stata assegnata una pericolosità pari a quella dell'area di innesco del fenomeno.

In sintesi le aree che presentano una certa pericolosità per lo sviluppo di scivolamenti superficiali (H3 e H4) sono rappresentate dalle scarpate presenti nella parte settentrionale del territorio comunale, in località Moncucco, nelle vicinanze del confine con Angera e le scarpate a sud di Montecalvo.

6 RISCHIO SISMICO

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (condizioni locali) possono influenzare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto gli studi finalizzati al riconoscimento delle aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico sono basati, in primo luogo, sull'identificazione della categoria di terreno presente in una determinata area.

In funzione, quindi, delle caratteristiche del terreno presente, si distinguono due grandi gruppi di effetti locali: quelli di sito o di amplificazione sismica locale e quelli dovuti ad instabilità.

Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; tali effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento), relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock), può subire, durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il bedrock, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Tali effetti si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- *effetti di amplificazione topografica:* si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto; se l'irregolarità topografica è rappresentata da substrato roccioso (bedrock) si verifica un puro effetto di amplificazione

topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

- *effetti di amplificazione litologica*: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia ecc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche; tali condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e talora movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; tali instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti nel sito.

Nel caso di *versanti in equilibrio precario* (in materiale sciolto o in roccia) si possono avere fenomeni di riattivazione o neoformazione di movimenti franosi (crolli, scivolamenti rotazionali e/o traslazionali e colamenti), per cui il sisma rappresenta un fattore d'innescio del movimento sia direttamente a causa dell'accelerazione esercitata sul suolo sia indirettamente a causa dell'aumento delle pressioni interstiziali.

Nel caso di *aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici quali faglie sismogenetiche* si possono verificare movimenti relativi verticali ed orizzontali tra diversi settori areali che conducono a scorrimenti e cedimenti differenziali interessanti le sovrastrutture.

Nel caso di *terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà fisico-meccaniche* si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo; per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi di acqua sono possibili fluimenti e colamenti parziali o generalizzati a causa dei fenomeni di liquefazione.

Nel caso di *siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo* si possono verificare fenomeni di subsidenza più o meno accentuati in relazione al crollo parziale o totale di cavità sotterranee.

6.1 *NORMATIVA*

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 Maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale, e fornite le normative tecniche da adottare per le costruzioni nelle zone sismiche stesse.

La Regione Lombardia, con D.G.R. n. 14964 del 7 Novembre 2003, ha preso atto della classificazione fornita in prima applicazione dalla citata Ordinanza 3274/03 (*Fig. n. 6.1*).

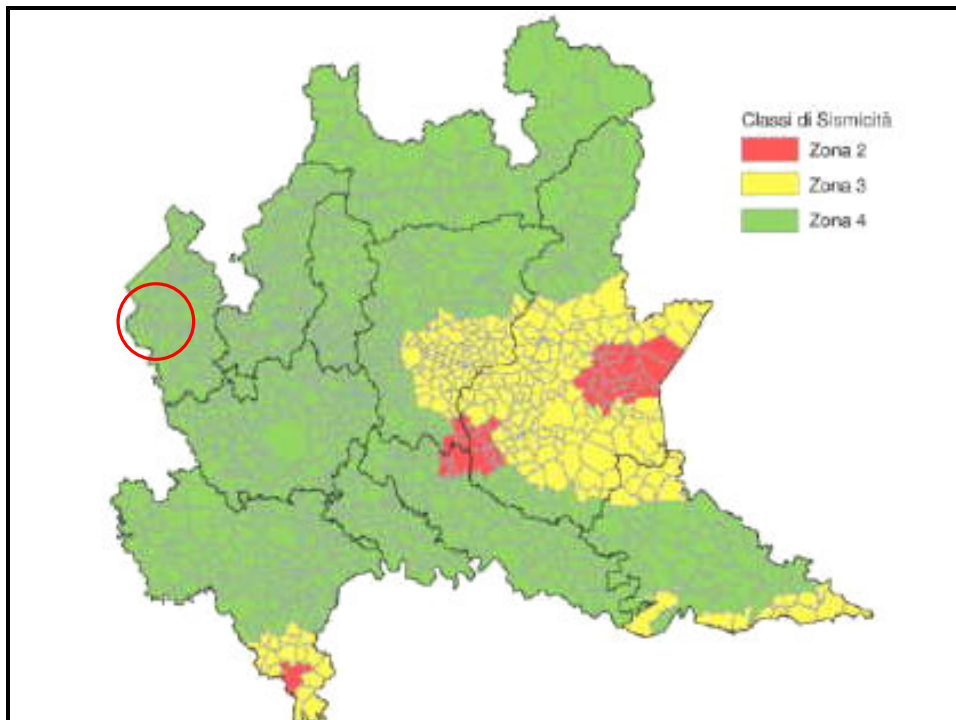


Fig. n. 6.1 – Classificazione sismica dei Comuni della Lombardia.

6.2 ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO

L'analisi della sismicità locale è stata condotta secondo la metodologia presentata nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 8/7374 del 28-05-2008. La metodologia utilizzata si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, reso disponibile sul SIT regionale.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, di seguito sintetizzati:

1[^] livello: riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento), sia di dati esistenti.

Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della Carta della pericolosità sismica locale, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo, riportate nella Tabella

1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL).

2[^] livello: caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi nelle aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale, che fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di Amplificazione (Fa). L'applicazione del 2[^] livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (Fa calcolato superiore a Fa di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3[^] livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore (anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della C, nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria D; anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della D; anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della D). Il secondo livello è obbligatorio, per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3, nelle aree PSL, individuate attraverso il 1[^] livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) e interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato, nelle aree PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi della D.G.R. n. 14964/2003; ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

3[^] livello: definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini e analisi più approfondite. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

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

- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico meccaniche molto diverse (zone Z1, Z2 e Z5).

Il 3[^] livello è obbligatorio anche nel caso in cui si stiano progettando costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

Gli approfondimenti di 2[^] e 3[^] livello non devono essere eseguiti in quelle aree che, per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative, siano considerate inedificabili, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica.

In particolare nell'ambito dei diversi livelli di approfondimento previsti dall'allegato 5 alla citata D.G.R., tenuto conto:

- della classificazione del territorio comunale di Cadrezzate in **Zona Sismica 4** ai sensi della OPCM n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.,
- della D.G.R. 07/11/2003 n. 7/14964 "Disposizioni preliminari per l'attuazione della OPCM n. 3274 del 20/03/2003"
- del D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"

l'analisi del rischio sismico locale sarà condotta adottando la procedura di I livello che, a partire dalle informazioni già acquisite nella fase di analisi territoriale di base.

6.3 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (PSL)

La carta della pericolosità sismica locale (*Tav. n. 5*) rappresenta il risultato dell'analisi di 1[^] livello che consiste in un approccio di tipo qualitativo, propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; si tratta

di un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti (dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi e inquadramento).

Nella Carta della pericolosità sismica locale viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo (*Tab. n. 6.2*) in grado di determinare gli effetti sismici locali, con riferimento alla *Tabella 1* di cui all'Allegato 5 alla D.G.R. n. 8/7374/08.

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

Tab. n. 6.2 – *Scenari di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Cadrezzate).*

In particolare nel territorio comunale di Cadrezzate, sulla base delle precedenti analisi geologiche e geomorfologiche, sono state riconosciute le seguenti aree di pericolosità sismica locale (PSL):

Z1c) Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana:

comprende le aree nelle quali, in base a considerazioni sulla litologia dei terreni affioranti e sulla pendenza, si ritengono possibili fenomeni di dissesto. Ne fanno parte le zone con pendenza superiore ai 25°.

Z2) Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti: in questa zona è compresa l'area adiacente al lago di Monate caratterizzata dalla presenza di limi sabbiosi con intercalazioni argillose.

Z3a) Zona di ciglio: è evidenziata sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto l'orlo di scarpate e di terrazzi fluvioglaciali principali. Sono localizzate ad ovest di Via Matteotti, in corrispondenza della scarpata di Montecalvo e nella porzione dell'area nelle vicinanze del confine con Ispra.

Z3b) Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: è evidenziata sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto la zona di cresta relativa alla località Montecalvo.

Z4a) Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali: in questa zona sono comprese le aree relative alla località Vignaccia, a Le Paludi e nelle vicinanze di Via Solferino e della Roggia della valle del Lupo costituite da materiali di origine fluvioglaciale ed alluvionale di natura prevalentemente ghiaioso sabbiosa.

Z4c) Zona morenica: questa zona comprende la fascia centrale del territorio comunale e una porzione della località Montecalvo caratterizzata da sabbia, ciottoli e massi con intercalazioni di orizzonti limosi.

Z5) Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse: è evidenziata sulla cartografia da un elemento lineare che mette in risalto il contatto tra i depositi conglomeratici e i depositi di origine morenica

La carta della pericolosità sismica locale permette anche l'assegnazione diretta della classe di pericolosità e dei successivi livelli di approfondimento necessari (*Tab. n. 6.3*).

All'interno delle aree definite come suscettibili di amplificazione sismica ed in prossimità delle linee di ciglio e di cresta (entro una distanza pari a c.ca l'altezza complessiva della relativa scarpata), nel caso di edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03), devono essere sviluppati anche i livelli di approfondimento 2[^] e 3[^].

Si propone che anche per costruzioni residenziali ed industriali di particolare importanza (elevati volumi) vengano applicati il 2[^] livello ed eventualmente anche il 3[^] livello di approfondimento.

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

Tab. n. 6.3 – *Classi di pericolosità per ogni scenario di pericolosità sismica locale (sono evidenziati gli scenari individuati per il territorio di Cadrezzate).*

7 VINCOLI

Sul territorio comunale le limitazioni d'uso derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico sono state studiate in riferimento a:

- Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89;
- Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 Gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni;
- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile;
- Geositi.

Nell'ambito del territorio comunale di Cadrezzate sono stati individuati solo vincoli di polizia idraulica ai sensi della D.G.R 25 Gennaio 2002 n.7/7868 (*Tav. n. 6*).

7.1 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

Sono riportate le fasce di rispetto dei corsi d'acqua comunali, ai sensi della D.G.R. 25 Gennaio 2002 n. 7/7868 e successive modificazioni.

Lungo i corsi d'acqua identificati sono state delimitate due fasce di rispetto.

FASCIA DI TUTELA ASSOLUTA

Per tutti i corsi d'acqua collinari la perimetrazione della fascia ha seguito un criterio geomorfologico-geometrico, con estensione minima di m 10 dal ciglio spondale o dal piede esterno dell'argine.

Per i corsi d'acqua tombinati e per le tombinature che incanalano acqua proveniente da corsi d'acqua, posti in aree pianeggianti ed antropizzate (aree residenziali o industriali), la perimetrazione ha seguito un criterio geometrico, con estensione di m 5.

Per i corsi d'acqua che scorrono nelle zone pianeggianti del territorio comunale si è adottato un criterio geometrico di perimetrazione con estensione di m 20 dal ciglio spondale, a causa dei rischi d'esondazione in periodi di forti piogge.

Norme tecniche

Al fine di garantire una corretta accessibilità alle aree, oltre ad evitare ostruzioni alle possibili aree di divagazione dei corsi d'acqua, nonché una gestione razionale del territorio e della risorsa idrica, si definiscono le attività vietate o realizzabili previa verifica ed autorizzazione comunale.

a.1) Sono lavori ed attività vietate

- Lo scavo, il riporto, la trasformazione morfologica delle aree
- Le piantagioni di alberi, siepi ed arbusti; lo sradicamento di piante e ceppaie oltre a qualsiasi attività agricola.
- La costruzione di muri anche non sporgenti dal piano campagna.
- La realizzazione di pescaie e chiuse.
- La posa di tralicci, pali, teleferiche, a carattere permanente.
- La realizzazione di impianti di smaltimento rifiuti, discariche e cave.
- Sono ammesse le recinzioni su paletti e reti da 6 a 10 metri dal piede esterno dell'argine fermo restando il divieto assoluto da 0 a 6 metri.
- Qualunque intervento che possa essere di danno alle sponde e/o alle opere di difesa esistenti.

a.2) Interventi ammessi previa valutazione di compatibilità e successiva autorizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale.

Sono lavori ed attività ammessi:

- Interventi di regimazione idraulica con o senza occupazione di suolo demaniale, finalizzati ad interventi di protezione, difesa e manutenzione del corso d'acqua.
- Ripristino terrazzamenti e strutture di stabilizzazione territoriale esistenti e realizzazione di nuove opere di difesa e consolidamento, realizzate anche da privati, purché supportati da studio e verifica di compatibilità che documenti

l'effettiva necessità e l'assenza di interferenze negative sull'assetto idrologico-idraulico e idrogeologico.

- Scarichi nei corsi d'acqua, realizzati nel rispetto della vigente normativa ovvero nei limiti di portata previsti dal D.Lgs 11 maggio 1999 n. 152 e DGR n. 7/7868 del 25/01/2002, previa valutazione della capacità del corpo idrico a smaltire le portate scaricate.
- Infrastrutture di pubblico interesse.

Interventi di attraversamento dei corpi idrici.

Interventi relativi ad edifici strutture ed infrastrutture esistenti

- La previsione degli interventi edilizi per quanto riguarda gli aspetti geologici dovrà far riferimento alla D.G.R. del 28/05/2008 n.8/7374.
- Sono possibili interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

FASCIA DI PROTEZIONE

Tale fascia, tracciata su base geometrica, si estende per m 10 da quella di tutela assoluta. Per le tombature che convogliano acqua proveniente da corsi d'acqua verso altri impluvi, non è stata tracciata alcuna fascia di protezione in quanto si prevede che queste situazioni non generino eventi di particolare pericolosità.

Norme tecniche

Per tali zone sono permessi non solo la realizzazione d'interventi di difesa idrogeologica, come per le zone di tutela assoluta, ma anche interventi edificatori.

In tal caso la progettazione dovrà essere accompagnata da uno studio geologico di dettaglio teso a definire:

- Gli aspetti geotecnici e/o geomeccanici dei terreni e/o rocce di sedime.
- Gli aspetti concernenti la stabilità del complesso opera-ciglio spondale nel caso di alvei incisi.

- Gli aspetti idrologici con particolare riferimento all'erosione operata dalle acque di scorrimento superficiale dirette verso l'alveo torrentizio.

Tali studi dovranno tener conto di fattori quali: l'orografia, il clima, il suolo e sottosuolo, il regime idraulico e la vegetazione. Non ultimo dovranno essere considerati i fattori antropici come il periodo d'intervento, la possibilità di manutenzione e la modalità di esecuzione del lavoro.

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano il deflusso "selvaggio" delle acque con susseguente erosione lungo il versante e lungo il ciglio torrentizio e che impediscano l'assorbimento naturale nel suolo.

Fino all'espressione del parere positivo da parte della Sede Regionale competente ed al recepimento dello studio mediante variante urbanistica, sulle acque pubbliche, così come definite dalla legge 5 gennaio 1994, n. 36, e relativo regolamento, rimangono validi i vincoli disposti dall'art. 96, lettera f), del regio decreto 25 luglio 1904, n. 523, in particolare:
"le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi"

8 SINTESI

8.1 INTRODUZIONE

La carta di sintesi (*Tav n. 7*), redatta in scala 1:5.000, rappresenta il risultato della precedente fase di analisi, permettendo la visualizzazione degli elementi più significativi emersi dallo studio.

Tale documento, in conformità alle specifiche tecniche di cui alla Direttiva regionale N° 8/1566 del 22-12-05 e N° 8/7374 del 28-05-08, in attuazione della L.R. 12/05, alle linee guida metodologiche ed alle indicazioni classificative ivi contenute è stato elaborato attraverso la sovrapposizione dei singoli tematismi considerati, che sono parsi i più idonei per descrivere compiutamente le caratteristiche del territorio comunale. Gli elementi geo-ambientali riportati nella cartografia di dettaglio sono stati raggruppati secondo tematiche simili tenendo conto dei fattori prevalenti, sia in senso qualitativo sia quantitativo, al fine di fornire un quadro sintetico dello stato del territorio.

All'interno della delibera vengono elencate tutte le possibili classi entro cui porre le aree sensibili.

Per comodità le categorie riportate nella delibera sono state suddivise in classi e numerate progressivamente, tranne che per le "categorie E ed F" che sono state create ex novo con lo scopo di raggruppare le aree con interventi e con problematiche modeste.

8.2 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ

A)	AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI	Classe di fattibilità
A.1	Aree soggette a crolli di massi (distacco e accumulo)	4
A.2	Aree interessate da distacco e rotolamento di blocchi provenienti da depositi superficiali	4
A.3	Aree di frana attiva (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.4	Aree in frana quiescente (scivolamenti, colate ed espansioni laterali)	4
A.5	Aree a franosità superficiale attiva diffusa (scivolamenti, soliflusso)	4
A.6	Aree in erosione accelerata (calanchi, ruscellamento in depositi superficiali o rocce deboli)	4
A.7	Aree interessate da trasporto in massa e flussi di detrito su conoide	4*
A.8	Aree interessate da carsismo profondo (caratterizzate da inghiottitoi e doline)	3
A.9	Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata e stimata o calcolata area di influenza	4
A.10	Aree a pericolosità potenziale legata a orientazione sfavorevole della stratificazione in roccia debole e stimata o calcolata area di influenza	3
A.11	Aree a pericolosità potenziale legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni	3
A.12	Aree di percorsi potenziali di colate in detrito e terreno	4*

A.13	Aree a pericolosità potenziale legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati,, comprensive delle aree di possibile accumulo	3
A.14	Aree a pericolosità potenziale per grandi frane complesse(comprensive di aree di distacco e di accumulo)	4
A.15	Aree interessate da valanghe già avvenute	4
A.16	Aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali	4
A.17	Altro	
B)	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO	Classe di fattibilità
B.1	Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (aree di tutela assoluta, di rispetto, di protezione)	4*, 3, 3
B.2	Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi sfruttati ad uso idropotabile definite nell'ambito dello studio o nei piani di tutela di cui al d.lgs. 258/2000	3
B.3	Aree a bassa soggiacenza di falda o con presenza di falde sospese	
B.4	Aree con emergenze idriche diffuse (fontanili, sorgenti)	3
B.5	Aree interessate da intensa fratturazione	4
B.6	Altro	
C)	AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO	Classe di fattibilità
C.1	Aree ripetutamente allagate in occasione di precedenti eventi alluvionali o frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20 - 50 anni), con significativi valori di	4

	velocità e/o altezze d'acqua o con consistenti fenomeni di trasporto solido	
C.2	Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.3	Aree adiacenti a corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e per la realizzazione di opere di difesa	
C.4	Aree allagate in occasione di meteorici eccezionali o allagabili con minore frequenza (indicativamente tempi di ritorno superiori a 100 anni) e/o con modesti valori di velocità ed altezze d'acqua tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone, la funzionalità di edifici e infrastrutture e lo svolgimento di attività economiche, aree soggette ad esondazioni lacuali	3
C.5	Aree protette da interventi di difesa dalle esondazioni correttamente progettate e costruite e in buono stato di manutenzione, delle quali sia stato verificato il corretto dimensionamento secondo i criteri di cui all'allegato 3 (con portate solido-liquide aventi tempo di ritorno almeno centennale)	3
C.6	Aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici tenendo conto delle criticità derivanti da punti di debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o in sua prossimità, etc.	4
C.7	Aree interessabili da erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa	4
C.8	Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in	3

	corrispondenza dei conoidi pedemontani di raccordo collina - pianura	
C.9	Aree di rispetto morfologico	
D)	AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	Classe di fattibilità
D.1	Aree di possibile ristagno, torbose e paludose	3
D.2	Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante (riportare gli spessori)	3
D.3	Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali (indicare le ampiezze)	3
D.4	Aree con riporti di materiale	3
D.5	Altro	

*Classi di ingresso di fattibilità che non possono essere variate.

8.3 AMBITI DI PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ RINVENUTI SUL TERRITORIO

Qui di seguito verranno elencate le classi effettivamente rinvenibili sul territorio del Comune di Cadrezzate:

- ***Classe A: aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti***
 - A.11.1: Aree a pericolosità potenziale medio-alta legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni e relativo percorso;
 - A.11.2: Aree a pericolosità potenziale bassa legata a possibilità di innesco di colate in detrito e terreno valutate o calcolate in base alla pendenza e alle caratteristiche geotecniche dei terreni e relativo percorso.

- ***Classe B: aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico***
 - B.3: Aree a bassa soggiacenza della falda.

- ***Classe C: aree vulnerabili dal punto di vista idraulico***
 - C.4: Aree soggette ad esondazioni lacuali;
 - C.7: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa;

- ***Classe D: aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche***
 - D.1: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose;
 - D.2: Aree con terreni prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;

- **Classe E:** *interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale in relazione ai versanti*
 - E.1: Briglie, gabbionate e altre difese spondali.

- **Classe F:** *Aree senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici*
 - F.1: Aree con pendenze comprese tra i 0° e 25°, caratterizzate da depositi sabbioso-limosi.

Le varie classi sono descritte di seguito indicando le tipologie di dissesto che le interessano e dando dei riferimenti geografici per la loro individuazione nelle cartografie tematiche.

8.4 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI SINTESI

A. Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

A.11.1: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE MEDIO-ALTA LEGATA A POSSIBILITÀ DI INNESCO DI COLATE IN DETRITO E TERRENO VALUTATE O CALCOLATE IN BASE ALLA PENDENZA E ALLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E RELATIVO PERCORSO;

Sono state delimitate le aree che presentano versanti con pendenze comprese tra 25° e 35°. Ricadono in questa categoria i versanti presenti a sud-est dell'alto morfologico di località Montecalvo, quelli presenti ad ovest di Montelungo, a sud di Moncucco, ad est di Via Brebbia e ad est di Via Fermi.

Queste aree vanno trattate con cautela per la loro morfologia acclive che potrebbe dare adito a dissesti, specialmente in caso di eventi meteorologici eccezionali o in caso di interventi antropici destabilizzanti.

A.11.2: AREE A PERICOLOSITÀ POTENZIALE BASSA LEGATA A POSSIBILITÀ DI INNESCO DI COLATE IN DETRITO E TERRENO VALUTATE O CALCOLATE IN BASE ALLA PENDENZA E ALLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI E RELATIVO PERCORSO;

Sono state delimitate le aree che presentano versanti con pendenze comprese tra 15° e 25°. Ricadono in questa categoria le aree ad est di Via Brebbia, ad ovest del Rio Motta, ad est di Via Fermi (in corrispondenza del confine con Ispra), a nord di Via Vallerini, ad est di Via alle Motte, ad ovest di Montelungo, ad ovest di Via Matteotti, intorno alla località Montecalvo, di Moncucco e due aree poste a sud e ad est del depuratore

B Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

B.4: AREE A BASSA SOGGIACENZA DELLA FALDA O CON PRESENZA DI FALDE SOSPESE

In questo ambito rientrano le aree localizzate lungo il lago di Monate, nella piana del T. Lenza, ed in prossimità della località Case Mogni; quest'ultima è stata testata con pozzetti esplorativi da precedenti indagini che hanno rilevato la presenza di falda sospesa a profondità di 2 metri circa.

C Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

C.1: AREE SOGGETTE AD ESONDAZIONI LACUALI

Le aree ricadenti in questo ambito sono soggette a rischio di inondazioni. Sul territorio comunale sono rappresentate dalla fascia costiera del lago di Monate per l'intero tratto di pertinenza comunale, soggetta ad allagamento per innalzamento del livello del lago stesso .

C.7: AREE INTERESSABILI DA FENOMENI DI EROSIONE FLUVIALE E NON IDONEAMENTE PROTETTE DA INTERVENTI DI DIFESA

Queste zone vengono sottoposte a tutela per consentire un libero accesso e una corretta manutenzione del reticolo fluviale.

D Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

D.1: AREE DI POSSIBILE RISTAGNO, TORBOSE E PALUDOSE

Ricadono in questa categoria le aree che presentano consistenti ristagni idrici, localizzati in corrispondenza di litologie limose e argillose. Il fenomeno di ristagno è favorito dalla bassa permeabilità tipica di depositi fini aventi inoltre scarse caratteristiche geotecniche.

Nel territorio comunale sono localizzate in corrispondenza del lago di Monate, in località delle Paludi (piana del T.Lenza), in corrispondenza della Via Brebbia, in alcuni tratti prossimi agli alvei dei corsi d'acqua ed in estese depressioni morfologiche, come quelle presenti al confine con il Comune di Ispra in prossimità di Via Don Guanella e nella località Vignaccia.

D.2: AREE PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSE CON LIMITATA CAPACITÀ PORTANTE

In questa classe si possono identificare le aree che presentano caratteristiche geotecniche scadenti, per la presenza di limi sabbiosi con torbe e di limi e limi argillosi. Sono presenti in una fascia che costeggia il lago di Monate.

E Interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale

Durante i rilievi effettuati sono state riconosciute diverse opere antropiche per la difesa di aree in dissesto o per la prevenzione in aree di dissesto potenziale.

Sono stati distinti:

- interventi lungo i corsi d'acqua, rappresentati da opere longitudinali quali gabbionate, per la difesa spondale dall'erosione e localizzati lungo il Rio Vallerini
- interventi lungo i corsi d'acqua, rappresentati da opere trasversali quali briglie, localizzati lungo il Rio Vallerini.

F Zone senza particolari fenomeni geologici e geomorfologici

Si tratta di quei settori del territorio comunale dove non sono stati riscontrati fenomeni di carattere geologico e geomorfologico particolarmente incidenti.

F.1: AREE CON PENDENZE COMPRESSE TRA 0° E 25°

Rientrano in questa categoria di sintesi quelle aree che non mostrano particolari fenomeni d'instabilità potenziali o in atto, e che presentano una morfologia pianeggiante o poco ondulata con pendenze inferiori ai 25°.

Caratterizzano la fascia centrale del Comune di Cadrezzate, comprendendo i cordoni morenici, parte del rilievo di Montecalvo e dei depositi fluvio-glaciali.

9 FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Il territorio comunale è stato suddiviso in classi di fattibilità geologica (*Tav. n. 8*) in base a valutazioni incrociate dei fattori di maggior incidenza sulle modificazioni del territorio e dell'ambiente (riportati nelle carte tematiche) e rappresenta la diretta conseguenza della carta di sintesi, dalla quale sono state ricavate le tematiche e le proposte di perimetrazione.

Tali classi sono:

- *classe di fattibilità con modeste limitazioni (2);*
- *classe di fattibilità con consistenti limitazioni (3);*
- *classe di fattibilità con gravi limitazioni (4).*

In base alle valutazioni effettuate, per gli elementi geologici, geomorfologici ed idrogeologici riconosciuti sul territorio, non si riscontra l'idoneità ad inserire alcuna area in classe 1 (Fattibilità senza particolari limitazioni: aree pianeggianti o subpianeggianti con buone caratteristiche geotecniche e non interessate da fenomeni di dissesto, nelle quali la falda non interagisce con il suolo e il primo sottosuolo).

Vengono inoltre fornite indicazioni generali in ordine alle cautele necessarie da adottare in fase di realizzazione delle opere, come pure gli studi e le indagini da eseguire per le singole problematiche che si possono presentare.

Nelle zone di passaggio tra le differenti classi di fattibilità geologica, sia per i limiti grafici delle basi topografiche utilizzate che per i possibili mutamenti naturali del territorio, dovrà essere prestata particolare attenzione all'intorno dei limiti negli studi di approfondimento in base ad indagini geologiche specifiche.

Si specifica che nessuna nuova opera o trasformazione del suolo può essere realizzata se non preceduta dagli specifici studi prescritti per le classi di fattibilità 2, 3 e 4 (limitatamente ai casi consentiti); questi devono essere realizzati prima della progettazione degli interventi in quanto propedeutici alla pianificazione dell'intervento e alla progettazione stessa.

Copia delle indagini effettuate e della relazione geologica di supporto deve essere consegnata, congiuntamente alla restante documentazione, in sede di presentazione dei Piani attuativi (L.R. 12/05, art. 14) o in sede di richiesta del permesso di costruire (L.R. 12/05, art. 38).

Si sottolinea che gli approfondimenti di cui sopra, non sostituiscono, anche se possono comprendere, le indagini previste dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni".

9.1 FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI (CLASSE 2)

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state riscontrate modeste condizioni limitative all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso dei terreni, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Ricadono in questa classe le aree comprese nella seguente tipologia di pericolosità:

2-A : AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- A.11.2: Aree a pericolosità potenziale bassa legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza).

2: AREE SENZA PARTICOLARI FENOMENI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

- F.1: Aree con pendenze comprese tra $0^{\circ} \div 25^{\circ}$ caratterizzate da depositi sabbioso-limosi

In linea generale non dovranno essere previsti interventi che favoriscano lo scorrimento non controllato delle acque con susseguente possibilità di ristagno delle stesse in corrispondenza dei litotipi più fini e con erosione lungo il versante, che impediscano l'assorbimento naturale nel sottosuolo. Dovranno pertanto essere messe appunto idonee opere di smaltimento delle acque meteoriche. Le recinzioni, che potrebbero fungere da sbarramento al naturale deflusso delle acque superficiali, dovrebbero essere di "tipo permeabile".

Si dovrà inoltre porre attenzione alla profondità di riscontro di eventuali acquiferi superficiali.

Nei settori classificati nella sottoclasse A.11.2 i progetti degli interventi di urbanizzazione dovranno porre particolare attenzione al rapporto tra opera e versante, nonostante la modesta acclività, in relazione al possibile verificarsi di instabilità dei terreni oggetto di modifica morfologica incontrollata.

Per le nuove opere, pur non essendo stati individuati fenomeni geologici e geomorfologici di rilievo, si devono prevedere *approfondimenti per l'individuazione delle possibili problematiche geologiche a scala locale, con riferimento al D.M. 14.01.2008: "Norme tecniche per le costruzioni"*, in particolare si dovrà porre particolare attenzione alle caratteristiche idrogeologiche locali in riferimento alla presenza di falde sospese che possono interagire con l'opera in progetto.

9.2 FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI (CLASSE 3)

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate. Queste condizioni possono essere per lo più rimosse con interventi idonei alla eliminazione o minimizzazione del rischio, realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o di un suo intorno significativo. L'utilizzo delle zone, ai fini

urbanistici **è subordinato alla realizzazione** di relazioni di approfondimento e supplementi d'indagine per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, per accertare la compatibilità degli interventi con le situazioni di dissesto in atto o potenziali e consentire di precisare le esatte volumetrie e ubicazioni, le idonee destinazioni d'uso, nonché le eventuali opere di difesa.

Le aree a consistenti limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

3-A : AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI

- *A.11.1: Aree a pericolosità potenziale medio-alta legate alla presenza di terreni a granulometria fine (limi e argille) su pendii inclinati, comprensive delle aree di possibile accumulo (aree di influenza)*

Nelle aree comprese all'interno di questa sottoclasse, preventivamente a qualsiasi intervento si dovrà predisporre una specifica *relazione geologica che definisca nel dettaglio, attraverso rilievi e prove in sito e/o di laboratorio, le locali caratteristiche stratigrafiche, i processi geomorfologici agenti e le proprietà dei materiali in modo da valutare puntualmente le condizioni di stabilità naturale e in relazione all'opera da realizzarsi*. Particolari attenzioni dovranno inoltre essere poste al controllo delle acque superficiali, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento incontrollato che potrebbero condurre al deterioramento delle condizioni di stabilità delle aree limitrofe.

3-B : AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO

- *B.3: Aree a bassa soggiacenza della falda.*

Le aree situate in corrispondenza di tale ambito saranno soggette a verifiche atte a definire, mediante relazione idrogeologica, le caratteristiche locali della falda, la posizione, le oscillazioni e le interazioni

con l'opera in progetto; in particolare andranno rispettati i criteri dettati dal *D.M. 14.01.2008*.

3-C : AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

➤ *C.4:Aree soggette ad esondazioni lacuali*

Si tratta di aree idonee all'utilizzazione urbanistica a condizione che, per le nuove edificazioni, vengano realizzati interventi tecnici a protezione delle acque di inondazione.

Dovranno essere chiaramente indicate, mediante uno specifico *studio di compatibilità idraulica*, le quote di inondabilità del lotto edificabile in relazione alla piena di riferimento e le possibili interazione tra l'intervento ed il deflusso delle acque di piena, indicando le metodologie per la messa in sicurezza delle opere previste. Devono essere eseguite inoltre specifiche e puntuali indagini atte ad accertare le caratteristiche geotecniche dei terreni di imposta delle fondazioni.

In particolare tutti gli interventi, dalle nuove opere alla ristrutturazione, dovranno essere conformi ai seguenti aspetti prescrittivi:

- realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali, degli impianti tecnologici e dei depositi di materiali sopraelevati rispetto al livello della piena di riferimento (almeno centennale), evitando in particolare la realizzazione di piani interrati.
- favorire l'assorbimento delle acque di esondazione.
- realizzazione di opere di drenaggio per evitare le sottopressioni idrostatiche nei terreni di fondazione.
- realizzazione di opere di difesa per evitare fenomeni di erosione delle fondazioni superficiali.
- per le strutture esistenti si consiglia la realizzazione di aperture a tenuta stagna.

3-D : AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

- D.1: Aree di possibile ristagno, torbose e paludose;
- D.2: Aree prevalentemente limo-argillose con limitata capacità portante;

Per le aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, si dovrà procedere, in caso di interventi urbanistici (opere edificatorie, di ristrutturazione ed ampliamento, infrastrutturali, etc.) alla realizzazione di una relazione geotecnica supportata da indagini geognostico-geotecniche di dettaglio, in base a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, al fine d'individuare i *parametri geotecnici* e/o geomeccanici principali e valutare quindi la portanza dei terreni fondazionali. Tale studio dovrà, inoltre, prendere in considerazione gli aspetti idrologici, idrogeologici e geomorfologici (scorrimento acque superficiali e sotterranee, fenomeni geomorfologici attivi).

In corrispondenza delle aree di ristagno, in aggiunta alle precedenti prescrizioni, si dovrà procedere ad una accurata analisi dei deflussi idrici superficiali finalizzata alla tutela dei corsi d'acqua presenti ed alla scelta dei recapiti.

9.3 FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (CLASSE 4)

In questa classe sono individuate le aree ove l'alto rischio geologico comporta gravi limitazioni per la modifica alla destinazione d'uso del territorio.

In tale ambito sono **escluse** le nuove edificazioni, se non interventi volti al consolidamento e/o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo così come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a) b) e c) della L.R. 12/2005, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

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

Per i nuclei abitati esistenti, quando non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Le aree a gravi limitazioni sono contraddistinte dalle seguenti tipologie di pericolosità e dalle relative unità di sintesi:

4-A : AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO

- *C.7: Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa*

In particolare per queste aree, saranno possibili ed auspicabili le operazioni di difesa dall'erosione spondale, arginale e in alveo e di regimazione dei flussi idrici, con particolare attenzione nelle aree antropizzate ai manufatti che attualmente interferiscono negativamente con il deflusso delle acque .

Tali interventi devono essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità dell'ambiente. Quando l'intervento prevede la costruzione di opere, è necessario adottare metodi di realizzazione tali da non compromettere in modo irreversibile le funzioni biologiche dell'ecosistema in cui vengono inserite ed arrecare il minimo danno

possibile alle comunità vegetali ed animali presenti, rispettando contestualmente i valori paesaggistici dell'ambiente fluviale e vallivo.

Le tipologie utilizzate per la realizzazione delle opere devono corrispondere ai criteri di basso impatto ambientale; è pertanto raccomandato, ove possibile, l'utilizzo di tecniche d'ingegneria naturalistica quali: inerbimento, messa a dimora di specie arbustive o arboree, gradonate con talee e/o piantine, cordonata, viminata o graticciata, fascinata, copertura diffusa con astoni, grata in legname con talee, palizzata in legname con talee, palificata in legname con talee, muro di sostegno in pietrame rinverdito, gabbioni con talee, drenaggi con fascinate, briglie in legname e pietrame, terre rinforzate, reti o tessuti, etc. (cfr. Quaderno delle opere tipo - Piano per la difesa del suolo ed il riassetto idrogeologico legge n° 102 del 2 maggio 1990).

BIBLIOGRAFIA

- A.A.V.V. (1993): *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*;
- G.B. Castiglioni – Edizione UTET (1986): *Geomorfologia*
- Mario Panizza – Pitagora Editrice Bologna (1973): *Elementi di Geomorfologia*
- Amministrazione Provinciale di Varese (1985): *Carta litologica e geomorfologica del territorio provinciale di Varese in scala 1:10.000*;
- Carrara, D'Elia, Semenza (1983): *Classificazione delle tipologie di fenomeni di versante*;
- Società Geologica Italiana (1990): *Alpi e Prealpi lombarde – Guide geologiche regionali*;
- Pier Federico Barnaba (1987): *Studio idrogeologico e ambientale del bacino del lago di Monate (Varese)*
- Studi e relazioni tecniche precedenti reperiti presso Sedi private.