

COMUNE DI LECCO

Committente:

Amministrazione Comunale di Lecco

Progetto:

Aggiornamento dello studio geologico di supporto al P.G.T.
Contratto Rep. n. 31656 del 15/06/2010

Elaborati

RELAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Componente geologica, idrogeologica e sismica per il Piano di Governo del Territorio
(in attuazione dell'art. 57, comma 1, della L.R. 12/2005 approvata con D.G.R. del 2005 n. 8/1566 e s.m.i.)

Allegato 1 - Norme Geologiche di Piano

Allegato 2 - Schede per il censimento dei pozzi e delle sorgenti

ELENCO DELLE TAVOLE ALLEGATE

- 1) Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000)
- 2) Carta dei vincoli geologici (scala 1:5.000)
- 3) Carta di sintesi (scala 1:5.000)
- 4) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:5.000)
- 5) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:10.000)
- 6) Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (scala 1:10.000)

Spazio riservato al Responsabile del Procedimento

APPROVAZIONE:
VARIANTE:

Organismo
Ing. Angelo Giamberardino
Arch. Rosanna Giamberardino
Geol. Camillo Giamberardino
Geol. Rita Di Prinzio
Geom. Giuseppe Di Felice
Ing. Anna De Nardis
Arch. Rossella Marsibilio

GIA MBERARDINO S.r.l. STUDIO TECNICO
Via Cerrani - Pretoro - CH
tel. 0871 898023 Fax 0871 898214
Cod. Fiscale e P.I. 02137140691
www.studiogiamberardino.com
e mail: info@studiogiamberardino.it

RESPONSABILITA' E CONTROLLO:
DATA DI EMISSIONE:
DATA DI REV. 01:

GIAMBERARDINO arch. Rosanna
DICEMBRE 2011
NOVEMBRE 2013

QUOTE: /

SCALE: /

IL DIRETTORE TECNICO:

GIAMBERARDINO ing. Angelo
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Chieti al n. 1226

TITOLO:

C:\LAVORI\ARCHIVIO\LECCOPGT_GE_027_2010

CODICE DI ARCHIVIO:

GE_027_2010

QUESTO DOCUMENTO E' DI NOSTRA PROPRIETA' ESCLUSIVA. E' PROIBITA LA RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE E LA CESSIONE A TERZI
SENZA LA NOSTRA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE.



Timbro



INDICE

1.0 INTRODUZIONE	3
1.1 RIFERIMENTI LEGISLATIVI	4
1.2 METODOLOGIA DI LAVORO	6
1.2.1 <i>Prima fase: Ricerca storica e bibliografica.....</i>	<i>6</i>
1.2.2 <i>Seconda fase: Sintesi ed elaborazioni cartografiche.....</i>	<i>8</i>
1.3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	9
1.4 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	10
 2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	 19
2.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	20
2.2 IDROGEOLOGIA	21
2.3 SISMICITÀ STORICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	24
2.4 PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE: MICROZONAZIONE.....	28
 3.0 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI I LIVELLO.....	 31
3.1 GENERALITÀ.....	31
3.2 SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	33
 4.0 CARTA DEI VINCOLI.....	 36
4.1 VINCOLI DERIVANTI DALLA PIANIFICAZIONE DI BACINO PAI	36
4.2 AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO	38
4.3 VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA	38
4.4 AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE	40
4.5 GEOSITI.....	41
 5.0 CARTA DI SINTESI.....	 43
5.1 AREE PERICOLOSE DAL PUNTO DI VISTA DELL'INSTABILITÀ DEI VERSANTI.....	43
5.2 AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDROGEOLOGICO.....	59
5.3 AREE VULNERABILI DAL PUNTO DI VISTA IDRAULICO.....	59

5.4 AREE CHE PRESENTANO SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	62
5.5 INTERVENTI IN AREE DI DISSESTO O DI PREVENZIONE IN AREE DI DISSESTO POTENZIALE	63
 6.0 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI.....	64
 7.0 CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO	66
 7.1 GENERALITÀ	66
 7.2 CLASSI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA	66
7.2.1 Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni	67
7.2.2 Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni	67
7.2.3 Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni	68
7.2.4 Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni	73

Allegato 1 – Norme Geologiche di Piano

Allegato 2 – Schede per il censimento dei pozzi e delle sorgenti

ELENCO DELLE TAVOLE ALLEGATE

- 1) Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000);
- 2) Carta dei vincoli geologici (scala 1:5.000);
- 3) Carta di sintesi (scala 1:5.000);
- 4) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:5.000);
- 5) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:10.000);
- 6) Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (scala 1:10.000).

1.0 INTRODUZIONE

L'Amministrazione comunale di Lecco (LC), con determina dirigenziale n. 527 del 03/06/2010 del Settore Pianificazione e Territorio, ha affidato alla società Giamberardino S.r.l. l'incarico di redigere l'aggiornamento dello studio geologico a supporto della formazione del Piano di Governo del Territorio (PGT), ai sensi della L. R. dell'11 marzo 2005 n. 12.

In particolare, la Regione Lombardia ha emanato, con D.G.R. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005, successivamente aggiornata con D.G.R. del 28 maggio 2008 n. 8/7374 e con D.G.R. del 30 novembre 2011 n. 9/2616, i nuovi *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n°12”*.

Il comune di Lecco è dotato di un Piano Regolatore Generale (PRG) approvato il 7 aprile del 2000 redatto ai sensi della L.R. 41/97, tuttora vigente pur avendo subito successive varianti a procedura semplificata, ai sensi dell'art. 2 della L.R. 23/97.

Le nuove direttive prevedono per il comune lecchese, che rientra tra quelli già dotati di uno studio geologico conforme ai criteri attuativi della l.r. 41/97, l'aggiornamento di tale studio con riferimento alla componente sismica, alla carta dei vincoli, di sintesi e di fattibilità con relativa normativa, tenendo conto delle perimetrazioni delle fasce fluviali e delle aree a rischio idrogeologico molto elevato.

La variante del PRG del 2003 ha riguardato principalmente l'adeguamento comunale a nuove normative sopraggiunte in materia, a pianificazioni sovracomunali e a vari studi integrativi specifici eseguiti sul territorio comunale; in particolare, è stato operato l'aggiornamento della Tav. n. 5 “Carta di Sintesi” e della Tav. n. 6 “Carta della fattibilità per le azioni di piano e classi di fattibilità”.

Si precisa che, con D.G.R. dell'11 dicembre 2001 n.7/7365 *“Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po”*, la città di Lecco è stata inserita nell'elenco dei comuni esonerati dall'applicazione delle norme di cui all'art. 9 delle N.d.A. del PAI (vedi Allegato 13 - tabella 2 della D.G.R. 8/7374 del 2008) in quanto dotato di strumenti urbanistici compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale che aggiornano e integrano le prescrizioni del Piano stesso.

Per tutti questi motivi, lo studio geologico vigente è stato integrato e aggiornato limitatamente ai seguenti aspetti:

- approfondimento e integrazione dei dati geologici e geomorfologici a disposizione con verifica dei contenuti della pianificazione sovraordinata;

- analisi e valutazione della pericolosità sismica locale del territorio comunale di Lecco, con redazione ex-novo della relativa Carta di Pericolosità Sismica Locale (PSL) di I livello, secondo la metodologia contenuta nell'Allegato 5 della D.G.R. 8/7374 del 28 maggio 2008, considerato che il comune di Lecco risulta in zona sismica 4, secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 20-03-2003;
- redazione della carta dei vincoli di contenuto prettamente geologico;
- aggiornamento della carta di sintesi con l'individuazione di diversi ambiti di pericolosità e di vulnerabilità da un punto di vista geologico-geotecnico e idraulico-idrogeologico;
- stesura finale della carta di fattibilità geologica delle azioni di piano e delle relative norme al fine di mettere in evidenza le aree dove si concentrano i maggiori rischi, fornendo indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

Trattandosi di un lavoro teso a rilevare gli effetti della componente geologica sulla pianificazione comunale, tutti gli elaborati hanno una funzione di supporto alla pianificazione generale e definiscono le linee fondamentali dell'assetto territoriale ma non possono essere considerati come esaustivi di problematiche geologico-tecniche specifiche. In particolare, le informazioni raccolte non possono essere utilizzate per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale, dove andranno compiuti appositi rilevamenti ed indagini.

Per maggiori approfondimenti sulle caratteristiche geografiche, geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche generali del territorio comunale si rimanda a quanto contenuto nello studio geologico previgente, tenendo conto che un opportuno quadro conoscitivo dell'assetto geologico, idrogeologico e sismico del territorio rappresenta il presupposto indispensabile per mettere in luce le dinamiche in atto, le criticità e le potenzialità da poter sfruttare.

Le elaborazioni grafiche prodotte sono state realizzate utilizzando il DBT comunale come base cartografica, fornito dall'Ufficio tecnico e restituite in formato digitale così come previsto dalle normative vigenti e le specifiche tecniche dell'Agenzia SIT della Regione Lombardia.

1.1 Riferimenti Legislativi

L'incarico professionale assegnato è stato realizzato in ottemperanza alle normative di seguito elencate:

- L.R. 11 marzo 2005 n. 12 "*Legge per il governo del territorio*";

- DGR del 22 dicembre 2005 n. 8/1566 – “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n°12*”;
- D.G.R. del 28 maggio 2008 n. 8/7374, Aggiornamento dei “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n°12*”, approvati con d.g.r. 22/12/2005 n. 8/1 566;
- D.G.R. del 30 novembre 2011 n. 9/2616, Aggiornamento dei “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n°12*”, approvati con d.g.r. 22/12/2005 n. 8/1 566 e successivamente modificati con d.g.r. 28/05/2008 n. 8/7374;
- D.M. 14 gennaio 2008 “*Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni*”;
- Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617 “*Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008*”;
- O.P.C.M. 28 aprile 2006, n. 3519 “*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*”;
- D.Lgs. del 3 aprile 2006 n. 152 “*Norme in materia ambientale e s.m.i.*”;
- D.G.R. del 10 aprile 2003, n. 7/12693 “*Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano*”.
- D.G.R. del 27 giugno 1996, n. 6/15137 “*Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano*” (art. 9, punto I, lettera f) del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236.
- D.G.R. del 25 gennaio 2002, n. 7/7868 “*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore (come indicato dall'art. 3, comma 114, l.r. n. 1 del 2000) – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica*”;
- D.G.R. del 01 agosto 2003, n. 7/13950 Modifica della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 “*Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore*” (come indicato dall'art. 3, comma 114, l.r. n. 1 del 2000) – *Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica*”;
- O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”;

- D.M. LL. PP. 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*, così come disposto dall'art. 1 della L. del 2 febbraio 1974 n. 64, e successive modifiche ed integrazioni;
- L. del 18 maggio 1989 n. 183, *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*.

1.2 Metodologia di lavoro

La metodologia operativa adottata per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) del comune di Lecco ha previsto l'utilizzo di tecniche coerenti con le modalità di pianificazione comunale stabilite dalla legge regionale dell'11 marzo 2005 n. 12, e successive modifiche e integrazioni, e nel rispetto di tutte le successive norme di dettaglio regionali vigenti in materia (d.g.r. n. 8/1566 del 22 dicembre 2005, successivamente aggiornata con d.g.r. n. 9/2616 del 30 novembre 2011).

È possibile distinguere due fasi operative:

- 1) Prima fase di analisi
- 2) Seconda fase di sintesi e valutazione

1.2.1 Prima fase: Ricerca storica e bibliografica

In fase propedeutica all'elaborazione e all'aggiornamento delle cartografie di analisi, al fine di implementare le conoscenze in possesso, si è proceduto a una ricerca bibliografica e ad una raccolta della documentazione tecnica esistente presso il Comune e altri Enti pubblici, riguardante gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici ed idraulici del territorio in esame.

Di seguito si elenca tutta la documentazione consultata e messa a disposizione dall'ufficio tecnico comunale:

- *Studio geologico integrativo per la variante al P.R.G. vigente - Relazione Tecnica*, (Associazione Temporanea di Professionisti – P. Alborghetti e E. De Maron, 2003);
- *Studio geologico integrativo per la definizione delle aree esposte a rischio geologico nell'area ricompresa nel vincolo del S. Martino (D.P.R. 219/72), con applicazione della metodologia elaborata dall'Ufficio Rischi del servizio*

- Geologico della Regione Lombardia, ai sensi della L. 267/98, (Associazione Temporanea di Professionisti – P. Alborghetti e E. De Maron, 1999);*
- *Studio del Reticolo Idrico minore comunale e relativo Regolamento di polizia idraulica, (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2007);*
 - *Pozzi Marconi e Municipio – Caratterizzazione idrogeologica e definizione delle aree di protezione, (Franzetti, 2004);*
 - *Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile, (Schiripo A. e Fumagalli M., aggiornamento 2010);*
 - *Centri Abitati Instabili della provincia di Lecco – SCAI, (CNR, Schede N°16, 17 e 18);*
 - *Carta geologica d'Italia. Foglio 76 - Lecco alla scala 1:50.000 e relative Note Illustrative, (Progetto CARG, Servizio Geologico d'Italia);*
 - *Carta Geologica Regionale alla scala 1:10.000, (Progetto CARG, Servizio Geologico d'Italia); sezioni n. B4d3, B4e3, B4d4, B4e4, B4d5, B4e5 in formato shapefile;*
 - *Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della regione Lombardia - Direzione Generale Territorio e Urbanistica - Struttura Rischi idrogeologici, consultazione Sistemi informativi tematici – GEOIFFI;*
 - *Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Autorità di Bacino del Fiume Po - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto – Foglio 076 Sez. III – Lecco;*
 - *Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato (PS267) – Tav. 060-LO-LC;*
 - *Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lecco (PTCP);*
 - *Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco, (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2000);*
 - *Schede Monografiche d'impianto acquedotto, Lario Reti Holding (2008);*
 - *Sopralluoghi di verifica dello stato dei luoghi di alcune località del territorio comunale soggette a dinamiche di dissesto idrogeologico, (Studio Associato InGeo di Lecco, 2003-2011);*
 - *Database a disposizione nel SIT - Sistema Informativo Territoriale.*

Al termine della fase di raccolta e organizzazione dei dati esistenti, è stato possibile delineare lo stato delle conoscenze geologiche sul territorio comunale e definire nel dettaglio gli approfondimenti necessari per tarare quanto disponibile e completare le informazioni.

La presa visione dei dati disponibili, sia su supporto cartaceo sia informatico, ha permesso l'individuazione di quelle aree che, in tempi storici, hanno presentato le maggiori criticità idrogeologiche su tutto il territorio comunale.

Dopo la verifica dei risultati e la correzione degli errori presenti, si è passati alla seconda fase di lavoro.

1.2.2 Seconda fase: Sintesi ed elaborazioni cartografiche

Sulla base dei dati analizzati e vagliati sono state effettuate le seguenti elaborazioni cartografiche.

Carta della Pericolosità sismica locale, contenente la perimetrazione areale degli scenari di pericolosità in grado di determinare effetti sismici locali di instabilità (riattivazione o neoformazione di movimenti franosi, cedimenti e liquefazioni) e di amplificazione (litologica e topografica).

L'analisi della parte sismica è stata realizzata in accordo alla metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale riportata in Allegato 5 "*Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T.*" della d.g.r. n. 9/2616 del 2011. Tenuto conto della classificazione sismica del territorio da analizzare in Zona 4, ai sensi della O.P.C.M. 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*" e del D.M. del 14 gennaio 2008 "*Nuove Norme tecniche per le costruzioni*", l'analisi della pericolosità sismica locale è stata condotta in questa fase adottando la procedura di I livello, obbligatoria per tutti i comuni.

È stato possibile individuare la perimetrazione areale (Z1, Z2, Z4) e l'ubicazione lineare (Z3) delle zone caratterizzate da specifici scenari di pericolosità sismica locale (PSL) in cui gli effetti della sollecitazione sismica di base attesa sono prevedibili con sufficiente approssimazione.

Carta dei vincoli contenente le limitazioni d'uso del territorio di contenuto prettamente geologico, derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore. Sono indicati i vincoli desunti dalla pianificazione di Bacino (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - PAI, Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato - PS267) sia vigenti che proposti in aggiornamento all'Elaborato 2 del PAI; i vincoli di polizia Idraulica ai sensi della d.g.r. n. 7/7868 del 2002 e s.m.i. previa acquisizione dello studio del reticolo idrico minore e del regolamento di polizia idraulica; le aree di salvaguardia delle captazioni ad

uso idropotabile (aree di tutela assoluta e di rispetto) ai sensi del d.lgs. 258/2000 art. 5, comma 4; i geositi.

Carta di sintesi, in cui si è operata una zonazione del territorio in funzione dello stato di pericolosità geologico-tecnica e della vulnerabilità idraulica e idrogeologica.

Gli ambiti di pericolosità definiti riguardano l'instabilità dei versanti, la vulnerabilità dal punto di vista idraulico ed idrogeologico, le aree con scadenti caratteristiche geotecniche.

Carta dei dissesti con legenda uniformata a quella del PAI, con la quale si propongono nuovi aggiornamenti all'Elaborato 2 del PAI. Pertanto, pur avendo il comune di Lecco già provveduto all'adeguamento del quadro del dissesto con attestazione di esonero, si intende prospettare l'inserimento di aree in dissesto aggiornate sulla base di studi di approfondimento condotti secondo le metodologie indicate nell'Allegato 2 – Parte II, 3 e 4 della d.g.r. n. 8/1566 del 2005 e s.m.i..

Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano, in cui è stata assegnata una classe di fattibilità ai vari ambiti omogenei per pericolosità geologica e geotecnica, vulnerabilità idraulica e idrogeologica individuati nelle precedenti carte di sintesi e dei vincoli. Alle classi di fattibilità individuate, è stata sovrapposta, attraverso apposito retino "trasparente", l'individuazione delle aree soggette ad amplificazione sismica locale desunta dalla Carta di pericolosità sismica. Unitamente, sono state aggiornate le Norme geologiche di piano, contenenti la normativa d'uso per ciascuna delle classi di fattibilità, oltre che le indicazioni in merito alle opere di sistemazione idrogeologica e alle indagini di approfondimento da effettuarsi prima degli interventi urbanistici.

1.3 Inquadramento Geografico

Il territorio comunale copre una superficie di circa 45,93 km², di cui 11,75 km² corrispondono all'estensione della porzione urbanizzata che si sviluppa in prevalenza su depositi di conoide alluvionale e nei fondovalle delle incisioni torrentizie, per un numero di abitanti pari a 48114 (da dati ISTAT 2010).

Dal punto di vista amministrativo il comune di Lecco confina a N con Abbadia Lariana, a NE con Ballabio, ad E con Morterone e Brumano (BG), a SE con Valsecca (BG) e a S con Erve e Vercurago. Il territorio è naturalmente delimitato ad occidente dai Laghi di Lecco e Garlate.

Le principali vie di comunicazione sono la linea ferroviaria (FF.SS.) Milano-Lecco-Colico che attraversa la città in direzione nord-sud, la S.S. 36 (del lago di Como e dello Spluga) che collega Milano al Passo dello Spluga attraversando longitudinalmente l'intera provincia e costeggiando la sponda orientale del Lario.

Morfologicamente il territorio si presenta piuttosto vario e articolato; esso è inserito geograficamente nella fascia occidentale delle Prealpi Lombarde con altitudini variabili da un minimo di 198 m s.l.m. in corrispondenza della superficie del lago di Lecco e un massimo di 1.875 m s.l.m. in corrispondenza del Monte Resegone. Morfologicamente il territorio comunale si può suddividere in tre fasce:

- zona montuosa a Sud-Est e a Nord dove si ergono le cime dei Monti Mudarga (911,7 m s.l.m.), Gavazzo (915,6 m s.l.m.), Corno di Grao (1041,3 m s.l.m.), Magnodeno (1350 m s.l.m.), Resegone (1875 m s.l.m.), Serrada (1949 m s.l.m.), Pizzo d'Erna (1361,8 m s.l.m.), Melma (914,2 m s.l.m.), Due Mani (1555 m s.l.m.), Coltignone (1450,1 m s.l.m.), San Martino (1046,5 m s.l.m.);
- zona pedemontana nella parte centro occidentale di collegamento tra la fascia montuosa e quella lacuale in cui è sviluppata la maggior parte dell'urbanizzato, con quote comprese tra i 250 e i 500 m s.l.m.;
- zona penepiana e lacuale nella parte occidentale che comprende la fascia costiera lacuale del lago di Lecco, del fiume Adda e del lago di Garlate con quote variabili tra i 198 e i 250 m s.l.m..

Il territorio comunale rimane delimitato geograficamente verso Ovest e Sud-Ovest dalla sponda idrografica sinistra del Lago di Como - ramo di Lecco (Lario), dal fiume Adda suo emissario e dal Lago di Garlate con uno sviluppo costiero globale di circa 8,5 Km; i laghi di Como - ramo di Lecco e di Garlate sono il recapito naturale di tutta la rete idrografica superficiale sviluppata sull'intero territorio.

Il reticolo idrografico ha uno sviluppo di tipo dendritico ben distribuito su tutto il territorio comunale e le aste principali dei Torrenti Gerenzone, Caldane e Bione presentano valli piuttosto incise nei tratti montani e un andamento sinuoso nell'area urbanizzata.

Quasi tutte le aste torrentizie nel tratto finale risultano intubate artificialmente per regimentare e contenere le acque superficiali nelle parti che attraversano l'urbanizzato.

1.4 Inquadramento meteo-climatico

La conoscenza delle condizioni meteo-climatiche di un territorio è fondamentale per la valutazione e la previsione dei fenomeni di degradazione del territorio, di dissesto e conseguentemente per la progettazione di opere di mitigazione del rischio.

Nell'ambito dell'analisi climatologica di un territorio, i parametri fondamentali da considerare sono temperatura, piovosità, ventosità, umidità relativa e radiazione solare.

Per l'analisi dell'andamento di tali parametri per il comune di Lecco sono stati presi in considerazione i dati meteorologici registrati negli anni 2009 e 2010, dalla stazione denominata "Lecco-Via Sora" (LC) posta ad una quota di 272 m s.l.m. e gestita dall'A.R.P.A. Lombardia - Servizio Meteorologico Regionale, e comparati con una serie storica di dati che prende in considerazione gli ultimi diciotto anni (1992-2010).

In generale, la città di Lecco ricade in area prealpina con clima continentale, forti escursioni termiche diurne ma abbastanza limitate differenze di temperatura annuali, con precipitazioni abbondanti. Le tabelle successive (tab. 1, 2, 3, 4, 5) mettono a confronto l'andamento mensile dei principali parametri meteo-climatici misurati presso la stazione meteo di Lecco - via Sora nel corso degli anni 2009 e 2010 con il valore medio della serie storica di dati compresa tra gli anni 1992-2010. I dati storici fanno riferimento alla stazione di Lecco – Via Amendola, rimasta in funzione fino a giugno 2008 e poi trasferita a Lecco – Via Sora. Per quanto riguarda le precipitazioni (tab.1), il regime pluviometrico nell'anno 2009 è stato di circa 185 mm di pioggia superiore rispetto a quello medio degli ultimi diciotto anni, con rilevanti precipitazioni soprattutto nei mesi di giugno e luglio; al contrario nel mese di maggio si è avuta una carenza di pioggia consistente, risultando più asciutto della norma. Nei mesi a seguire, i valori di precipitazione sono stati simili a quelli rilevati nel periodo recente, con novembre e dicembre che hanno fatto registrare precipitazioni leggermente più abbondanti.

Mesi	Precipitazioni (mm)			Differenza 2009/serie storica	Differenza 2010/serie storica
	2009	2010	1992-2009		
GEN	57,20	31,60	61	-4	-29
FEB	123,20	100,80	46	77	55
MAR	81,40	57,60	59	22	-1
APR	197,80	97,40	103	95	-6
MAG	20,00	288,80	126	-106	163
GIU	192,20	99,60	124	68	-24
LUG	218,00	77,80	131	87	-53
AGO	90,40	239,40	118	-28	121
SET	92,20	189,00	151	-59	38
OTT	67,40	163,40	119	-52	44
NOV	149,80	216,40	123	27	93
DIC	130,20	129,40	74	56	55
Totale annuo	1419,80	1691,20	1235	185	456

Tabella 1 – Valori mensili delle precipitazioni.

Per il 2010, si ha un considerevole aumento del valore complessivo annuo di pioggia che supera di 456 mm quello medio degli ultimi diciotto anni, con maggio come mese più piovoso, seguito da agosto e novembre, mentre i minimi si sono avuti in gennaio e marzo.

In figura 1.1 è illustrato l'andamento nel tempo delle precipitazioni totali mensili: rispetto ai valori medi mensili storici, si può notare in particolare un *trend* inverso delle precipitazioni negli ultimi due anni (2009 e 2010) per il periodo compreso tra maggio e settembre.

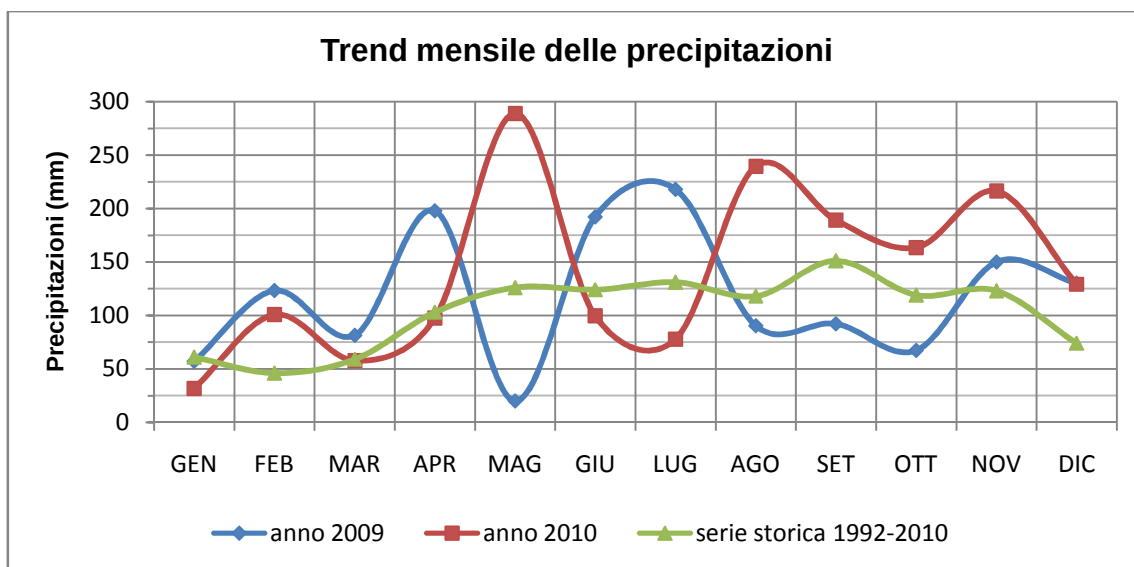


Figura 1.1 – Andamento mensile delle precipitazioni per gli anni 2009, 2010 e per la serie storica 1992-2010.

Il campo termico (tab. 2) nel 2009 ha avuto un andamento simile a quello medio degli ultimi diciotto anni, differenziandosi in modo significativo solamente nei mesi di gennaio e dicembre, risultati più freddi, e nei mesi di maggio e agosto più caldi.

Le temperature nel 2010 si discostano invece dall'andamento medio degli ultimi diciotto anni, con temperature in generale inferiori per tutti i mesi dell'anno ad eccezione del solo mese di luglio più caldo: differenze considerevoli si hanno per i mesi di gennaio, maggio e dicembre. In generale si è avuta una variazione negativa annuale di -1,4°C.

In figura 2 è illustrato l'andamento nel tempo delle temperature calcolate come medie mensili dei valori giornalieri registrati.

Sulla base dei dati di precipitazione e temperatura sono stati costruiti tre diagrammi che riportano sull'asse delle ascisse i mesi dell'anno, in ordinata sinistra le precipitazioni mensili espresse in millimetri (istogramma) e in ordinata destra i valori di temperatura espressi in gradi centigradi (linea), riferite al 2009, 2010 e media storica 1992-2010 (figure 1.3, 1.4, 1.5).

Mesi	Temperatura (°C)			Differenza 2009/serie storica	Differenza 2010/serie storica
	2009	2010	1992-2009		
GEN	3,17	2,35	4,7	-1,5	-2,4
FEB	5,48	4,65	6,3	-0,8	-1,7
MAR	10,27	8,53	10,4	-0,1	-1,9
APR	14,27	13,13	13,5	0,8	-0,4
MAG	21,00	16,13	18,6	2,4	-2,5
GIU	22,07	21,90	22,3	-0,2	-0,4
LUG	24,34	25,67	24,5	-0,2	1,2
AGO	25,62	22,33	24,1	1,5	-1,8
SET	21,05	18,14	19,2	1,9	-1,1
OTT	14,34	12,39	14,5	-0,2	-2,1
NOV	9,32	8,49	9,1	0,2	-0,6
DIC	3,55	2,46	5,3	-1,8	-2,8
Media annua	14,54	13,01	14,4	0,1	-1,4

Tabella 2 – Valori medi mensili delle temperature.

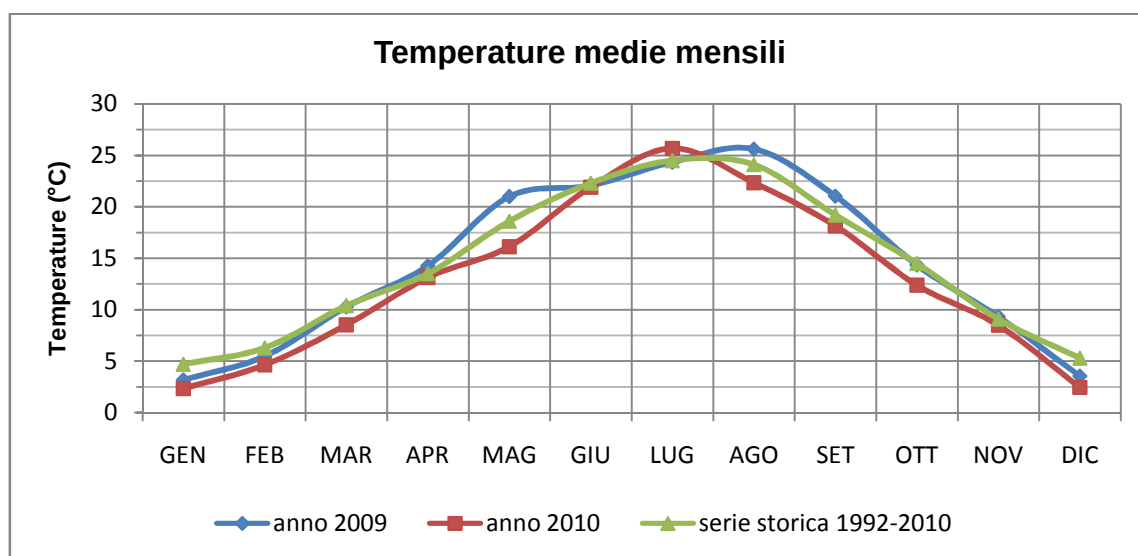


Figura 1.2 – Andamento mensile delle temperature per gli anni 2009, 2010 e per la serie storica 1992-2010.

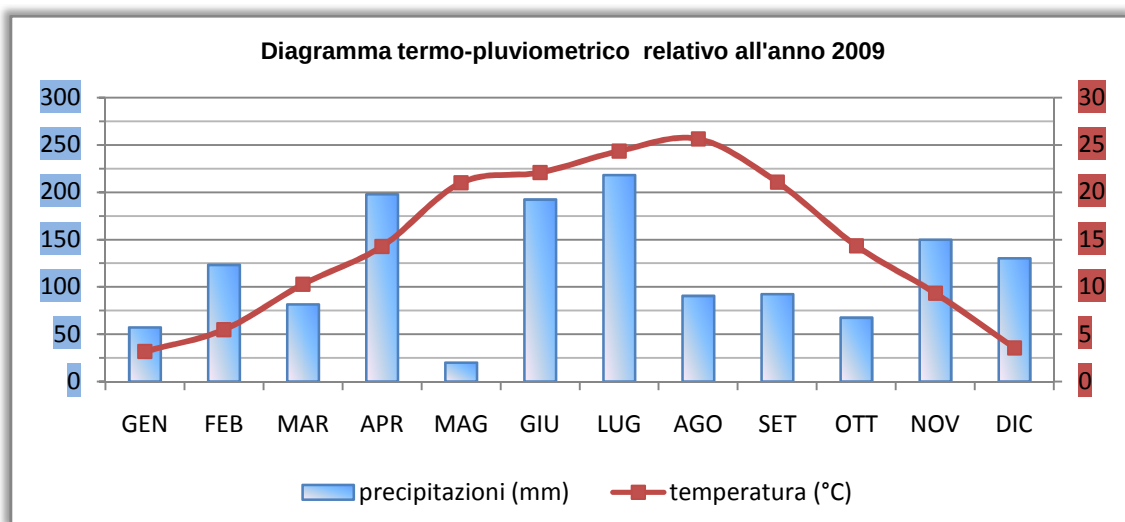


Figura 1.3 – Diagramma termo-pluviometrico relativo all'anno 2009, costruito analizzando i dati di precipitazione e di temperatura registrati dalla stazione “via Sora” di Lecco.

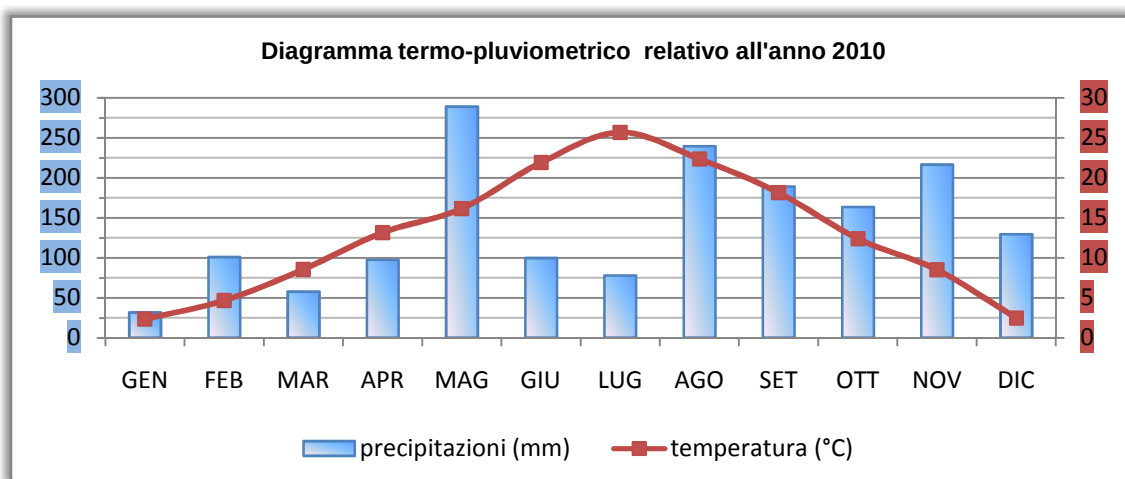


Figura 1.4 – Diagramma termo-pluviometrico relativo all'anno 2010, costruito analizzando i dati di precipitazione e di temperatura registrati dalla stazione “via Sora” di Lecco.

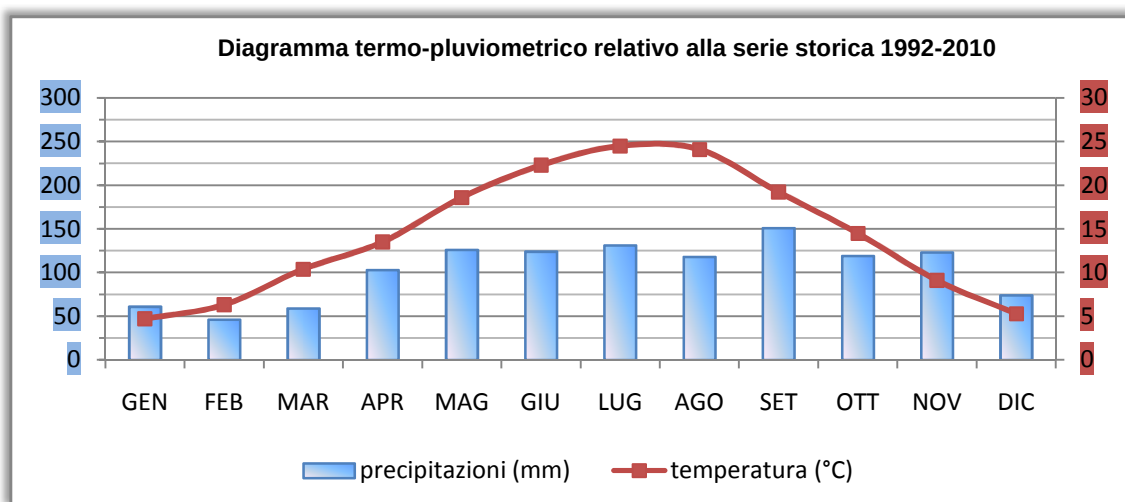


Figura 1.5 – Diagramma termo-pluviometrico relativo alla serie storica 1992-2010, costruito analizzando i dati di precipitazione e di temperatura registrati dalla stazione “via Sora” di Lecco.

La velocità del vento (tab. 3), misurata presso la stazione di Lecco, presenta normalmente i valori più alti nei mesi primaverili ed estivi, in particolare nei mesi di giugno, luglio e agosto. Nel 2009 l'andamento medio del vento ha rispecchiato quello degli ultimi diciotto anni mentre nel 2010 si sono registrati valori sempre inferiori alla media storica con una diminuzione media annua di 0,2 m/s (fig. 1.6).

Mesi	Velocità del vento (m/s)			Differenza 2009/serie storica	Differenza 2010/serie storica
	2009	2010	1992-2009		
GEN	0,84	0,98	1,3	-0,5	-0,3
FEB	1,39	1,09	1,3	0,1	-0,2
MAR	1,65	1,15	1,5	0,2	-0,4
APR	1,40	1,37	1,5	-0,1	-0,1
MAG	1,64	1,33	1,5	0,1	-0,2
GIU	1,71	1,44	1,6	0,1	-0,2
LUG	-	1,55	1,7	-	-0,2
AGO	-	1,41	1,6	-	-0,2
SET	1,09	1,19	1,4	-0,3	-0,2
OTT	1,20	1,11	1,2	0,0	-0,1
NOV	0,98	1,19	1,4	-0,4	-0,2
DIC	1,04	1,21	1,3	-0,3	-0,1
Media annua	1,29	1,25	1,4	-0,1	-0,2

Tabella 3 – Valori medi mensili della velocità del vento.

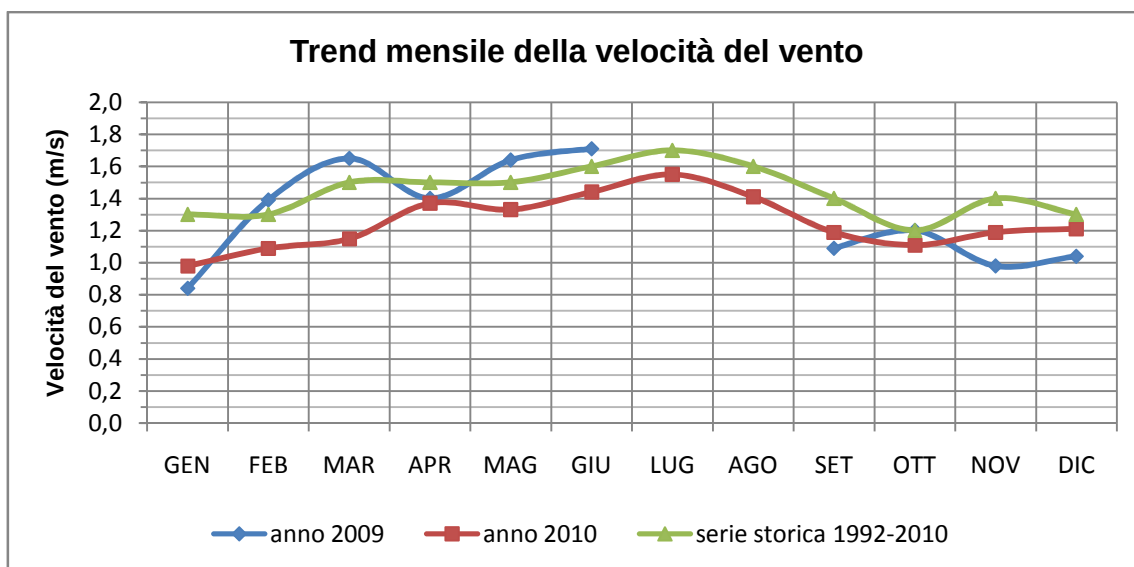


Figura 1.6 – Andamento mensile della velocità del vento per gli anni 2009, 2010 e per la serie storica 1992-2010.

Per quanto riguarda i dati anemometrici, la direzione di provenienza del vento dominante è stata da Nord-Est (grecale o bora) e in seconda battuta da Nord

(tramontana) per il 2009 (fig. 1.7), mentre la direzione risulta nettamente da Nord-Est per il 2010 (fig. 1.8). I dati utilizzati per la costruzione dei diagrammi tipo "rosa dei venti" si riferiscono al vento di massima intensità misurato nell'arco di ogni ora. Le differenti aree colorate del diagramma anemometrico rappresentano la percentuale della direzione del vento, suddivisa in ottanti, corrispondenti agli otto venti della Rosa dei Venti classica. Per quel che riguarda il vento calmo o variabile non si sono fatte distinzioni per direzioni di provenienza.

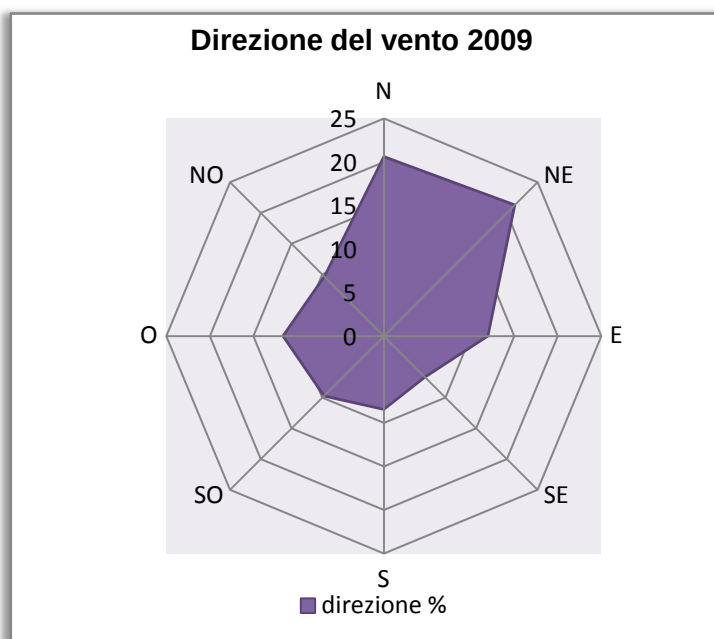


Figura 1.7 – Anemogramma relativo al 2009.

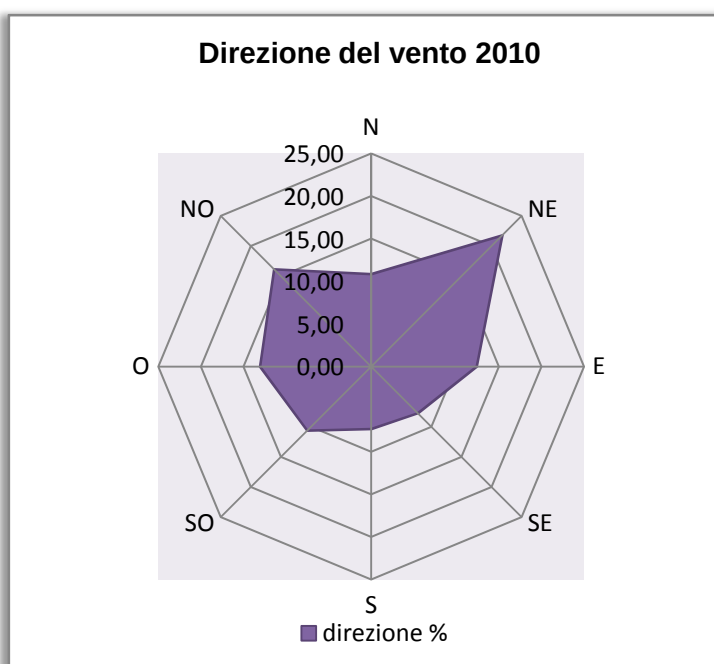


Figura 1.8 – Anemogramma relativo al 2010.

L'andamento igrometrico (tab. 4) risulta essere quello tipicamente stagionale, con valori più alti nei mesi invernali, primaverili ed autunnali e valori più bassi nei mesi estivi. Negli ultimi due anni si osservano una generale marcata diminuzione dell'umidità relativa, rispetto all'andamento medio sugli ultimi diciotto anni, e un lieve aumento nei mesi di gennaio e novembre.

Mesi	Umidità relativa (%)			Differenza 2009/serie storica	Differenza 2010/serie storica
	2009	2010	1992-2009		
GEN	79,10	74,81	77	2,1	-2,2
FEB	61,25	71,96	69	-7,8	3,0
MAR	53,50	64,26	62	-8,5	2,3
APR	68,40	59,10	67	1,4	-7,9
MAG	49,71	67,63	66	-16,3	1,6
GIU	58,85	57,30	64	-5,2	-6,7
LUG	55,03	51,97	61	-6,0	-9,0
AGO	54,58	61,13	64	-9,4	-2,9
SET	63,57	66,27	71	-7,4	-4,7
OTT	63,87	73,63	78	-14,1	-4,4
NOV	82,10	83,53	78	4,1	5,5
DIC	74,83	77,23	77	-2,2	0,2
Media annua	63,73	67,40	69	-5,3	-1,6

Tabella 4 – Valori medi mensili dell'umidità relativa.

La radiazione solare (tab. 5) ha mostrato valori superiori alla media in tutti i mesi dell'anno, con eccezione dei mesi di marzo e maggio 2010, in cui si sono registrate delle diminuzioni. La radiazione è stata notevolmente più alta nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto (fig. 1.9).

Mesi	Radiazione solare (W/m ²)			Differenza 2009/serie storica	Differenza 2010/serie storica
	2009	2010	1992-2009		
GEN	46,55	50,42	46	0,5	4,4
FEB	95,46	82,18	76	19,5	6,2
MAR	138,61	126,74	128	10,6	-1,3
APR	164,67	186,30	151	13,7	35,3
MAG	265,81	184,74	186	79,8	-1,3
GIU	265,20	254,93	211	54,2	43,9
LUG	280,65	287,55	221	59,7	66,6
AGO	240,87	220,80	197	43,9	23,8
SET	162,48	168,50	135	27,5	33,5
OTT	107,52	87,65	78	29,5	9,7
NOV	46,37	46,93	46	0,4	0,9
DIC	37,07	37,68	37	0,1	0,7
Media annua	154,27	144,53	126	28,3	18,5

Tabella 5 – Valori medi mensili della radiazione solare.

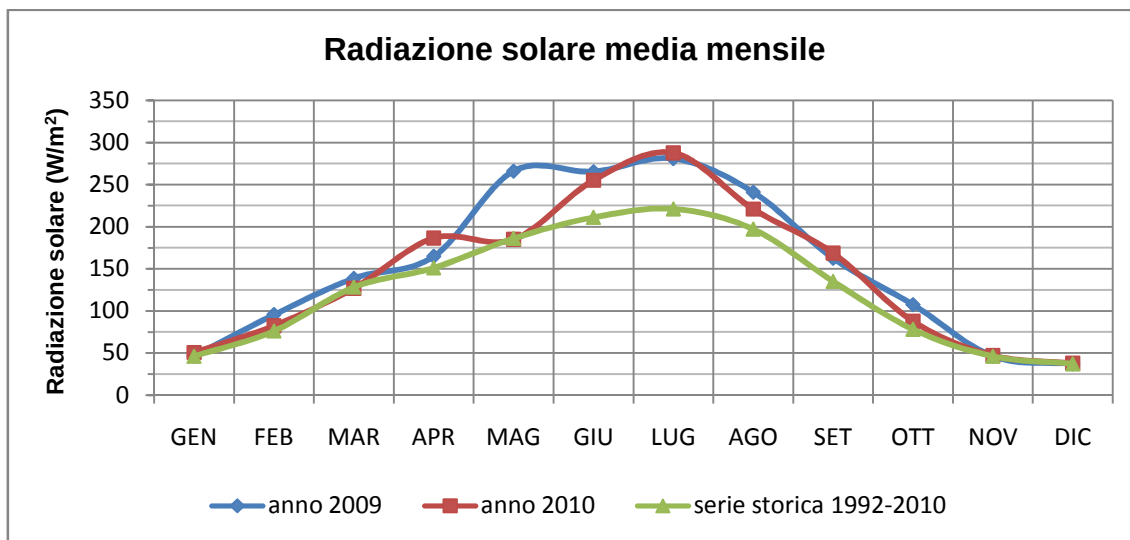


Figura 1.9 – Andamento mensile della radiazione solare per gli anni 2009, 2010 e per la serie storica 1992-2010.

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio lecchese è caratterizzato da vari affioramenti del substrato roccioso di natura sedimentaria che costituiscono l'orografia dei luoghi e da abbondanti depositi terrigeni quaternari di copertura (depositi morenici, alluvionali e lacustri).

La situazione tettonico-strutturale è molto complessa e ricollegabile a vari episodi deposizionali e deformativi legati all'orogenesi alpina che ha portato a contatto tettonico unità di diverse epoche o addirittura ha rovesciato le serie stratigrafiche, variamente sovrascorse e fagliate.

Le unità sedimentarie affioranti nel territorio di Lecco hanno un'età compresa tra il *Triassico (Anisico)* ed il *Paleogene-Neogene basale*, rappresentato dalle molasse alpine. L'intera area è caratterizzata da una deformazione per sovrascorrimenti sud-vergenti che coinvolgono probabilmente anche il basamento e causano sensibili fenomeni di raccorciamento crostale. Le scaglie tettoniche, rigide rispetto alla reologia circostante, si sono accavallate da nord verso sud a costituire i rilievi principali dell'area: la scaglia della Grigna settentrionale, la scaglia della Grigna meridionale e del M. Coltignone, (che comprende il M. Melma ed i Piani d'Erna), la scaglia del M. Due Mani e Resegone e quella della Corna Camozzera.

Per quanto riguarda le coperture terrigene si possono distinguere i depositi ricollegabili all'azione glaciale s.l., al trasporto fluviale e/o lacustre, all'azione gravitativa e all'intervento antropico; queste estese coperture terrigene superficiali tendono a mascherare sia le formazioni rocciose sottostanti sia i motivi strutturali esistenti nella zona.

Riguardo alla descrizione delle litologie affioranti nel territorio comunale si rimanda agli studi specifici disponibili presso l'Amministrazione Comunale e alle *Note Illustrative* della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (foglio 076 – Lecco).

Le diverse unità litostratigrafiche individuate sono:

- **Substrato roccioso** (*Triassico medio-Cretacico inferiore*): Calcare di Angolo, Calcare di Esino, Calcare Metallifero Bergamasco, Arenarie di Val Sabbia, Formazione di Gorno, Formazione di San Giovanni Bianco, Dolomia principale, Calcare di Zu, Dolomia a Conchodon, Calcare di Sedrina, Calcare di Moltrasio, Calcare di Domaro, Rosso Ammonitico Lombardo, Formazione di Sogno, Gruppo del Selcifero Lombardo, Maiolica, Sass de la Luna.

- **Depositi di copertura** (*Neogene-Quaternario*): nella conca lecchese è possibile distinguere in successione stratigrafica i depositi morenico-lacustri (Sistema del Po), i

conglomerati alluvionali e fluvio-glaciali e i depositi prettamente morenici (Sistema di Cantù).

2.1 Lineamenti geomorfologici

L'assetto geomorfologico del territorio comunale di Lecco è assai vario comprendendo aree costiere sottoposte alle dinamiche lacustri (sponde orientali del Lago di Como e di Garlate) e porzioni di territorio a tipica morfologia delle Prealpi calcaree, con valli profondamente incise da processi legati all'azione dei corsi d'acqua (Gerenzane, Bione e Caldene) e creste e pareti rocciose (Coltignone e Resegone), sottoposte a intensi processi di degradazione.

Si rilevano in prevalenza forme legate all'azione della gravità e ad alterazioni chimico-fisiche dei materiali che portano a diffusi fenomeni franosi (crolli e scorrimenti) sia nei depositi di copertura sia nel substrato roccioso.

I fenomeni attivati dalla gravità hanno profondamente segnato la morfogenesi del territorio caratterizzato da estesi accumuli di materiale detritico che bordano le pareti rocciose e coprono in maniera discontinua, con spessore fino ad alcune decine di metri, i versanti. Queste coltri sono caratterizzate da diverso grado di cementazione e, in alcuni casi, si possono assimilare come comportamento geomeccanico a materiali lapidei.

Sono stati rilevati, in studi precedenti, anche estesi accumuli di paleofrane, come ad esempio presso i Piani d'Erna, dove il materiale di accumulo dell'avvenuta frana costituisce la porzione sommitale della zona di Versasio.

La presenza di corsi d'acqua a carattere torrentizio con elevato trasporto solido e deposizione di materiale in corrispondenza degli sbocchi a lago ha creato numerose conoidi alluvionali alla confluenza delle valli laterali torrentizie con la valle del fiume Adda. Le conoidi, legate all'azione erosiva, di trasporto e deposito dei materiali da parte dei corsi d'acqua torrentizi, possono essere definite come forme di deposito, con superficie a forma di segmento di cono, che si irradiano sottopendio dal punto in cui il corso d'acqua esce da un'area montuosa e cambia il gradiente topografico (Ricci Lucchi, 1978).

Nelle aree di scorrimento dei torrenti principali si rintracciano altre forme dovute all'azione delle acque correnti superficiali cui si uniscono quelle legate alla dinamica lacustre.

2.2 Idrogeologia

Il comune di Lecco fa parte del bacino del fiume Adda la cui estensione complessiva è pari a 7959 km²; si distinguono i sottobacini dei torrenti Gerenzone, Caldane, Bione e Gallavesa.

Presso Lecco, il fiume Adda viene interrotto dai due specchi lacustri dei laghi di Lecco e Garlate per poi riprendere il corso fluviale, segnando per alcuni chilometri il confine orientale della Provincia di Lecco. Il lago di Como ha un'area di 146 km², un'altitudine media di 199,0 m. s.l.m. ed una profondità massima di 414 metri.

Il principale corso d'acqua di Lecco è il torrente Caldane che nasce ai piedi del gruppo montuoso del monte Resegone (o Serrada) nel comune di Morterone e dopo aver percorso la Valle dei Merli scende giù nella conca alluvionale di Lecco fino a gettarsi nel Lario, presso la zona Canottieri; esso ha carattere perenne e la sua portata si presenta sempre abbondante in qualunque mese dell'anno. Il conoide di deiezione del Caldane ha contribuito alla formazione della strozzatura che separa il lago di Como dal lago di Garlate.

Il torrente Gerenzone con decorso NE-SW nasce nel territorio comunale di Ballabio ad una quota di circa 1060 m s.l.m. ed entra nel territorio lecchese in corrispondenza della S.P. 62 a quota di circa 570 m s.l.m. per poi attraversare la città fino a sfociare nel Lago in località Malpensata alla quota di 197 m s.l.m.; nel tratto urbano è completamente intubato ed il suo alveo si trova ribassato rispetto al piano campagna di alcuni metri.

Il terzo torrente per importanza della città di Lecco è il Bione, che nasce ai piedi dei Piani d'Erna e dopo aver percorso la Valle Comera attraversa la città di Lecco prima di gettarsi nel lago di Garlate, presso Pescarenico.

Corsi d'acqua minori sono i torrenti Valle Cassee (in prossimità del confine comunale con Abbazia Lariana), Tuf, Braulia, Ciff, Culigo e Fornace Lansera.

Il territorio lecchese, infine, è parzialmente attraversato dal torrente Gallavesa che nasce dal monte Serrada a circa 1875 m di altitudine e si sviluppa in prossimità del confine comunale con Erve.

I corsi d'acqua principali presentano portate più o meno costanti per la maggior parte dell'anno, con incrementi anche significativi nei periodi particolarmente piovosi, mentre i tributari presentano un carattere torrentizio con regime periodico e discontinuo, legato esclusivamente alle precipitazioni meteoriche, con periodi di piena e periodi di secca.

La falda sotterranea, contenuta nei depositi ghiaioso-sabbiosi di natura alluvionale delle conoidi coalescenti dei torrenti Gerenzone, Caldane e Bione che localmente raggiungono i 130 m di spessore, ha una struttura tipicamente lenticolare, con livelli di

argilla e/o limo di ambiente fluvio-glaciale presenti sull'intera estensione dell'acquifero. Sebbene non continue, queste lenti diminuiscono la vulnerabilità della falda proteggendo gli strati più profondi.

Sugli elaborati di Piano è stato riportato il reticolo idrico principale e minore, così come contenuto nello *Studio per la determinazione del reticolo idrico minore* (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2007), al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento.

Per tutte le aste fluviali è stata ripresa la distinzione per tipologia di corso d'acqua in:

- *perenne*: corso d'acqua con alveo ben definito e caratterizzato da un deflusso permanente;
- *temporaneo*: corso d'acqua caratterizzato da un alveo ben definito e un deflusso stagionale;
- *non definito*: regime irregolare con alveo non ben inciso e soggetto a piccole variazioni di posizione;
- *intubato*: tratti intubati che hanno deviato il corso originario, spesso in corrispondenza del territorio più intensamente urbanizzato.

Al fine di fornire un quadro aggiornato delle risorse idriche disponibili, si è proceduto innanzitutto alla corretta ubicazione a scala di dettaglio dei pozzi idrici pubblici e di tutte le sorgenti presenti nel territorio comunale, identificando ogni punto di captazione con un codice univoco. Il comune di Lecco provvede ai propri fabbisogni idropotabili attingendo da 20 sorgenti e 2 pozzi, questi ultimi attivati solo in caso di emergenza idrica.

Le sorgenti del Gerenzone sono le più importanti per quanto riguarda la portata e vengono alimentate dall'idrostruttura del monte Coltiglione e del monte Melma, costituita da calcari profondamente carsificati. Le sorgenti del Caldane sono ubicate alla confluenza dei torrenti Grigna e Boazzo e rappresentano il recapito delle acque di infiltrazione dell'idrostruttura dei Piani d'Erna. La sorgente Culigo è alimentata da un apparato carsico ben sviluppato, localizzata sul versante orientale dell'Adda.

La società Lario Reti Holding S.p.a. (ex ACEL S.p.a.) ha le concessioni ad uso idropotabile sia per le piccole derivazioni denominate "Caldane" "Piani d'Erna" e "Culigo" sia per la grande derivazione del "Gerenzone" di competenza regionale, riguardo alla quale è in corso l'istruttoria per il rilascio della concessione di derivazione.

Tutti i dati esistenti e disponibili su pozzi e sorgenti sono stati raccolti e sintetizzati nelle apposite schede riportate negli Allegati 9 e 10 della d.g.r. n. 9/2616 del 2011 (vedi Allegato 2 – Schede per il censimento dei pozzi e delle sorgenti).

Nelle tabelle seguenti è contenuto l'elenco delle sorgenti (Tab. 6) e dei pozzi (Tab. 7) pubblici e privati individuati, la cui ubicazione è riportata sulla Carta dei Vincoli.

Denominazione	Codice	Indirizzo	Latitudine N	Longitudine E	Quota (m s.l.m.)
Gallastria	SO01	Via Valsassina	45°54' 03,18"	9°24' 43,94"	516
Pomodo	SO02	Via Valsassina	45°53' 00,60"	9°24' 38,08"	475
Gallina	SO03	Via Valsassina (loc. Laorca)	45°52' 56,96"	9°24' 34,96"	450
Campovai	SO04	Via Da Porto	45°52' 48,84"	9°24' 34,43"	426
Baruffaldi	SO05	Via Ramello	45°52' 44,66"	9°24' 30,34"	413
Buttironi	SO06	Via Ramello (loc. Laorca)	45°52' 43,42"	9°24' 28,88"	408
Ramello 1	SO07	Via Ramello	45°52' 49,24"	9°24' 28,34"	426
Da Porto	SO08	Via Da Porto	45°52' 49,47"	9°24' 28,86"	426
Ramello 2	SO09	Via Ramello	45°52' 48,08"	9°24' 27,92"	422
Guzzo	SO10	Via Mazzucconi	45°52'19,89"	9°24' 10,39"	338
Paradone (6 caselli)	SO11a	Corso San Michele del Carso	45°52' 25,57"	9°24' 14,02"	357
	SO11b		45°52'23,99"	9°24' 13,61"	348
	SO11c		45°52' 23,69"	9°24' 13,83"	348
	SO11d		45°52' 21,90"	9°24' 14,14"	348
	SO11e		45°52' 21,09"	9°24' 13,11"	340
	SO11f		45°52' 20,59"	9°24' 13,07"	340
Resica	SO12	Via Mazzucconi	45°52' 09,23"	9°24' 06,50"	312
Cima (4 caselli)	SO13a	Località Passo del Lupo	45°52' 38,10"	9°26' 05,98"	610
	SO13b		45°52' 37,31"	9°26' 05,44"	550
	SO13c		45°52' 37,90"	9°26' 01,75"	510
	SO13d		45°52' 38,21"	9°26' 00,38"	505
Passo del Lupo	SO14	Località Passo del Lupo	45°52' 36,50"	9°25' 58,65"	505
Soneda Vecchia (5 caselli)	SO15a	Via San'Egidio	45°52' 31,15"	9°25' 49,72"	440
	SO15b		45°52' 31,11"	9°25' 49,55"	438
	SO15c		45°52' 31,27"	9°25' 49,39"	435
	SO15d		45°52' 30,44"	9°25' 49,00"	442
	SO15e		45°52' 30,54"	9°25' 48,97"	440
Soneda Nuova Monte (7 caselli)	SO16a	Via San'Egidio	45°52' 34,87"	9°25' 55,98"	450
	SO16b		45°52' 34,65"	9°25' 55,58"	446
	SO16c		45°52' 34,49"	9°25' 55,30"	445
	SO16d		45°52' 33,86"	9°25' 54,41"	442
	SO16e		45°52' 33,68"	9°25' 54,14"	442
	SO16f		45°52' 33,28"	9°25' 53,43"	438
	SO16g		45°52' 33,12"	9°25' 53,14"	436
Soneda Nuova Valle	SO17	Via San'Egidio	45°52' 32,20"	9°25' 51,94"	432
Termini (6 caselli)	SO18a	Via San'Egidio	45°52' 39,58"	9°25' 45,66"	456
	SO18b		45°52' 39,15"	9°25' 45,90"	450
	SO18c		45°55' 38,54"	9°25' 46,52"	448
	SO18d		45°52' 38,18"	9°25' 46,68"	442
	SO18e		45°52' 37,29"	9°25' 46,56"	436
	SO18f		45°52' 35,86"	9°25' 46,77"	436
Culigo	SO19	Via ai Molini	45°49' 16,90"	9°25' 28,54 "	348
Teggia	SO20	Piani d'Erna	45°52'19,06"	9°27'05,57"	1190

Tabella 6 – Elenco sorgenti pubbliche

Denominazione	Codice	Indirizzo	Latitudine N	Longitudine E	Quota (m s.l.m.)
Marconi	PO01	Via Marconi	45°51' 08,00"	9°24' 01,98"	220
Municipio	PO02	Via Sassi	45°51' 19,07"	9°23' 37,55"	211

Tabella 7 – Elenco pozzi pubblici

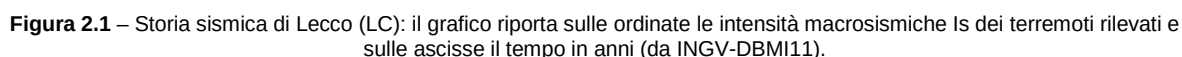
2.3 Sismicità storica e pericolosità sismica di base

Per quanto concerne gli aspetti di sismologia storica, dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità, risulta che l'area di Lecco nel complesso è stata sede in passato di eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima rilevata dell'ordine del V-VI grado della scala Mercalli.

La storia sismica locale è deducibile dal Database Macrosismico Italiano 2011 (DBMI11), utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11), nel quale sono riportate le osservazioni macrosismiche relative a Lecco (vedi tab. 8 e fig. 2.1).

Seismic history of Lecco[45.856, 9.408]				
Total number of earthquakes: 22				
Effects	Earthquake occurred:			
Is	Anno Me Gi Or	Area epicentrale	Io	Mw
5-6	1642 06 13	Bergamo	6	5.04 ±0.72
4	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale		6.97 ±0.15
5	1887 05 20 04:12	Lecco	5	4.12 ±0.34
4	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Ilasi	8-9	5.86 ±0.06
3-4	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	6	5.07 ±0.10
2	1895 04 14 22:17	Slovenia	8	6.23 ±0.08
4	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	7-8	5.41 ±0.09
6	1901 10 30 14:49:58	Salò	8	5.70 ±0.10
4-5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	6-7	5.53 ±0.09
2	1913 11 25 20:55	Val di Taro	4-5	4.84 ±0.20
2-3	1913 12 07 01:28	NOVI LIGURE	5	4.70 ±0.20
4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	7	5.76 ±0.09
2	1918 01 13 12:00	Milanese	4-5	4.80 ±0.21
6	1918 04 24 14:21:20	LECCHESI	6	4.97 ±0.21
3	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	9	6.12 ±0.09
2	1960 03 23 23:08:49	Vallese		5.00 ±0.20
4	1979 02 09 14:44:17	CAPRIATE S. GERVASIO	6	4.85 ±0.13
3-4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	6-7	5.06 ±0.09
3	1991 11 20 01:54:19	Alpi Centrali		5.10 ±0.22
NF	1995 10 29 13:00:26	BRESCIA-BERGAMO	5-6	4.54 ±0.09
3	2003 04 11 09:26:57	S. Agata Fossili	6	4.85 ±0.09
4-5	2004 11 24 22:59:38	Lago di Garda	7-8	5.06 ±0.09

Tabella 8 – Storia sismica di Lecco (LC): Is=Intensità macrosismica; Io= Intensità epicentrale; Mw=Magnitudo momento (da INGV-DBMI11).



Dal catalogo, si nota che solo due eventi sono localizzati entro il territorio provinciale di Lecco, di cui il sisma avvenuto nel 1918 ha fatto registrare un'intensità macrosismica del VI grado (fig. 2.2).



Dopo le prime classificazioni sismiche basate sui danni riportati dagli edifici, con l'O.P.C.M. 3274/2003 si arriva a una vera classificazione sismica dei comuni italiani basata su studi approfonditi, con la suddivisione del territorio nazionale in quattro zone sismiche contraddistinte da differenti valori dell'accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g (vedi Tabella 9), eliminando, di fatto, la presenza di aree del territorio classificate come non sismiche: in questo modo, a ciascun'area del territorio nazionale viene attribuito un differente livello di protezione sismica.

Secondo la classificazione vigente, il territorio comunale di Lecco appartiene alla zona sismica 4 e risulta identificato da un valore di accelerazione massima orizzontale su suolo di riferimento con la probabilità del 10 % di essere superato almeno una volta nei prossimi 50 anni (periodo di ritorno uguale a 475 anni) minore di 0,05g.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni
1	$>0,25$
2	$0,15-0,25$
3	$0,05-0,15$
4	$<0,05$

Tabella 9 – Valori di accelerazione orizzontale di picco per le varie zone.

La pericolosità sismica di base fornisce le caratteristiche del terremoto di riferimento, in condizioni ideali di suolo roccioso affiorante con superficie topografica orizzontale ed è espressa per mezzo dei valori dell'accelerazione orizzontale di picco a_g con associato un periodo di ritorno di 475 anni, pari alla probabilità di non eccedenza del 90% in 50 anni.

Successivamente, l'INGV ha condotto uno studio completo di pericolosità sismica che ha portato all'elaborazione di una nuova mappa di pericolosità del territorio italiano (MPS04) pubblicata nell'O.P.C.M. 3519 del 2006.

Nella figura seguente, si riporta l'estratto della mappa di pericolosità sismica relativa alla Regione Lombardia, da cui si ricava che per il territorio di Lecco il valore di a_g atteso risulta compreso tra 0,025 e 0,075 g, ovvero può assumere valori superiori rispetto a quello previsto dall'O.P.C.M. 3274/2003 per la zona sismica 4 (fig. 2.3).

Con l'emanazione delle "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni" del 14-01-2008, la precedente classificazione sismica non ha più valore per quanto riguarda la definizione dell'azione sismica di progetto. Con la nuova normativa non si fa più riferimento ad un numero discreto e finito di zone sismiche, ciascuna caratterizzata da un prefissato valore di accelerazione di riferimento, ma i valori vengono forniti con un maggiore livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali: la pericolosità sismica di base non risulta più associata alla zona sismica di appartenenza ma al valore di accelerazione

massima orizzontale attesa su base probabilistica su uno specifico sito (criterio sito dipendente). I parametri, infatti, sono definiti in corrispondenza di ogni singolo punto di un reticolo di riferimento, i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in cinquanta anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 2475 anni).

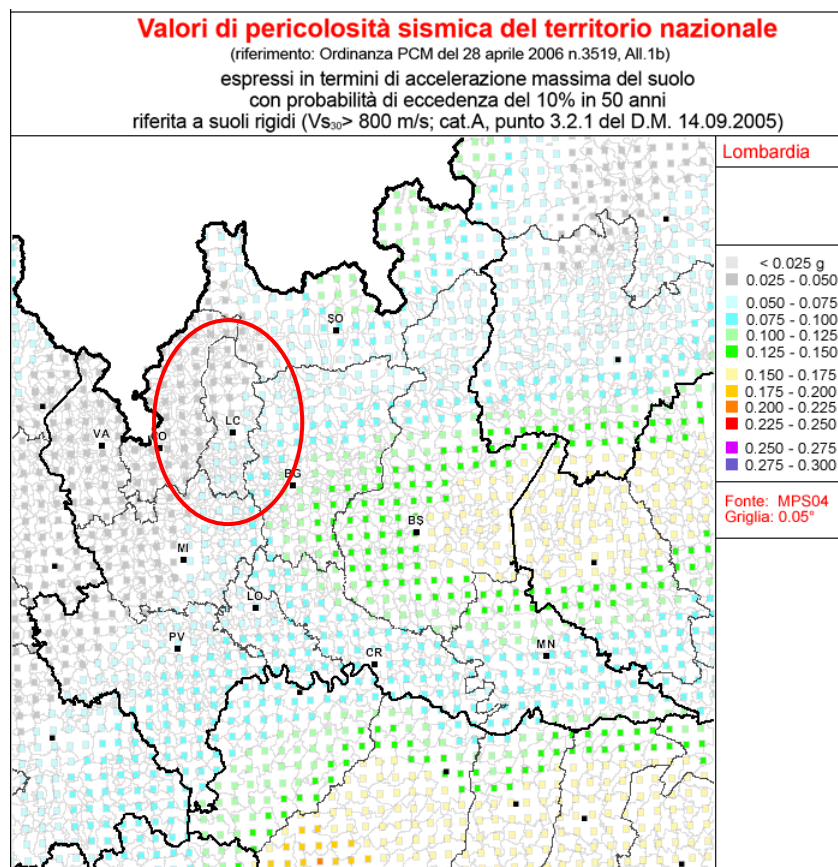


Figura 2.3 – Stralcio della Carta di pericolosità sismica del territorio italiano, espressa in termini di accelerazione di picco orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi e collocata su una griglia spaziale di passo 0.05° (OPCM 3519, 2006).

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g , dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC08 e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito web dell'INGV <http://esse1.mi.ingv.it/> (fig. 2.4).

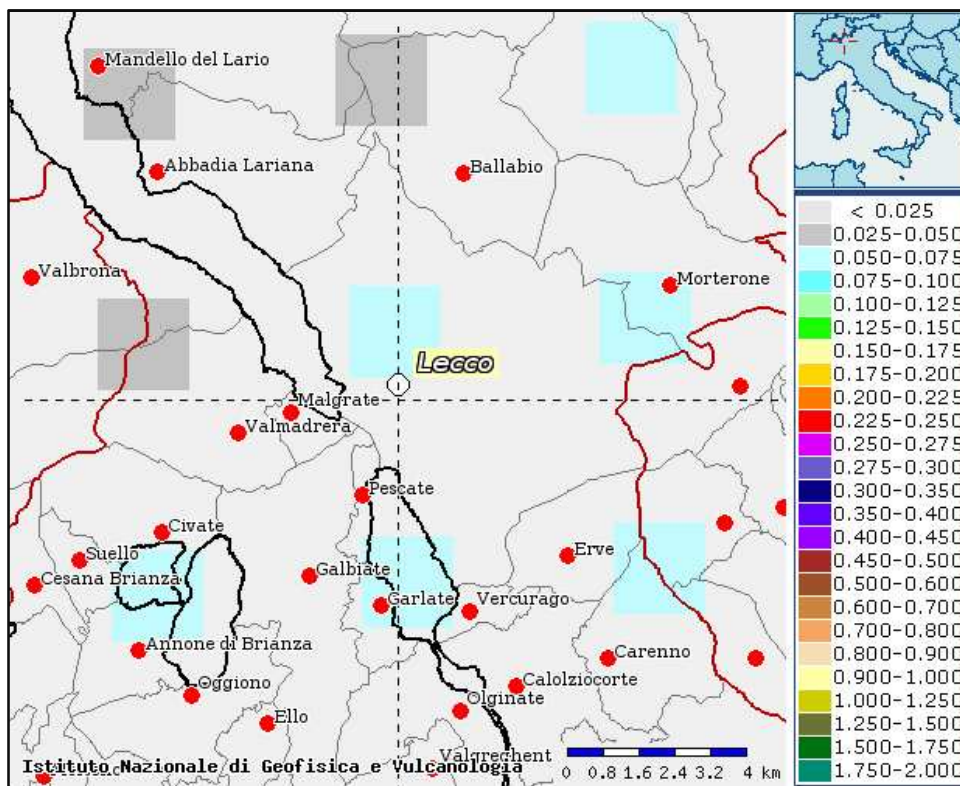


Figura 2.4 – Maglia elementare del reticolo di riferimento per il comune di Lecco (LC), con indicati i valori di a_g con probabilità di occorrenza del 10% in 50 anni (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

2.4 Pericolosità sismica locale: microzonazione

Le condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali possono modificare, a volte in modo significativo, le caratteristiche del moto sismico corrispondente alla pericolosità sismica di base. Tali variazioni rappresentano gli effetti di sito che concorrono ad alterare ampiezza, frequenza e durata dell'azione sismica di progetto.

Inoltre, è da ricordare che la dinamica di un terremoto può innescare condizioni di pericolosità indotta (o effetti cosismici) come l'attivazione o riattivazione di fenomeni franosi, liquefazioni o cedimenti differenziali in tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche.

Gli effetti di amplificazione del moto sismico di base, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le strutture locali nel percorso tra substrato sismico e superficie, si distinguono in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nella stessa area:

- *effetti di amplificazione topografica*: si verificano in presenza di morfologie superficiali più o meno articolate e di irregolarità topografiche quali pendii, creste e scarpate; 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 in presenza di bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie, interdigitazioni e 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, fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

La figura successiva (fig. 2.5) riassume i fattori (morfologia superficiale e sepolta, caratteristiche geo-litologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e fisico-meccaniche dei terreni) che possono causare amplificazioni locali.

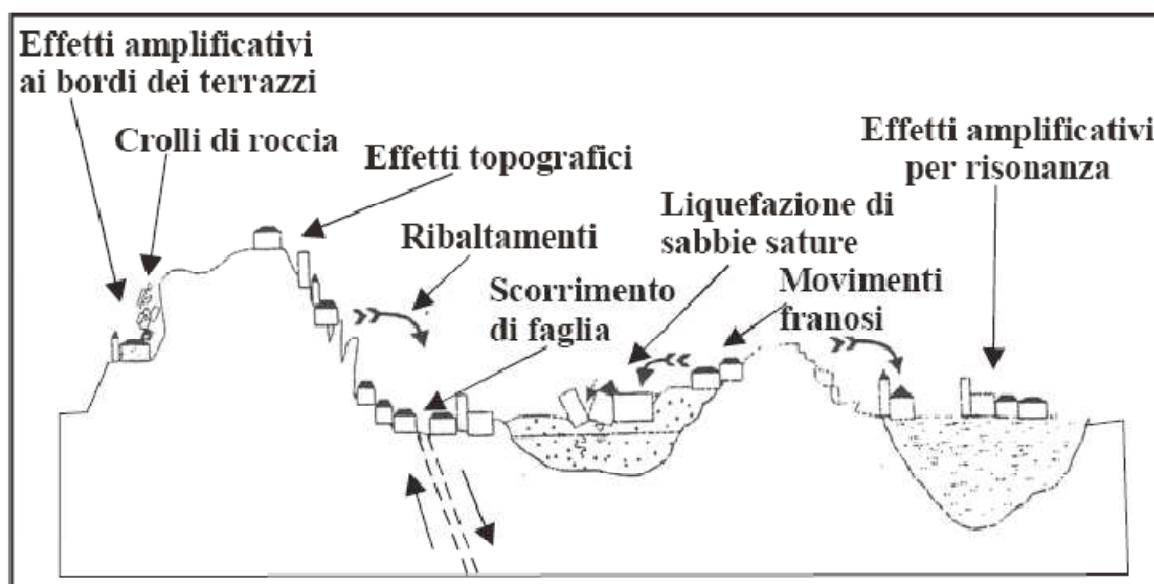


Figura 2.5: Scenari dove si possono avere brusche variazioni spaziali delle caratteristiche vibratorie del moto sismico nella direzione orizzontale e verticale (Crespellani, 1999).

Sulla base di quanto sopra riportato, è chiaro che la classificazione del territorio nazionale derivi da una semplificazione nella valutazione dei livelli di pericolosità sismica che, seppur necessaria per l'applicazione di una normativa di primo riferimento, deve essere considerata come punto di partenza per la realizzazione di studi sismici a maggior dettaglio e a minore scala (microzonazione sismica), finalizzati alla riduzione del rischio sismico da utilizzare soprattutto in fase di pianificazione urbanistica. In questo modo si può indirizzare lo sviluppo edificatorio e, in determinate situazioni, aumentare i livelli di protezione sismica previsti dalla normativa (livello minimo).

3.0 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI I LIVELLO

3.1 Generalità

La valutazione della pericolosità sismica locale è un tema di attuale interesse, alla luce delle recenti sciagure di natura sismica che hanno afflitto il nostro Paese e in cui è stato palese l'intervento di cause locali nella determinazione delle amplificazioni al suolo.

I metodi dedicati alla valutazione della distribuzione degli effetti locali a scala comunale, ovvero all'individuazione di aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale in corrispondenza di un terremoto atteso, vengono definiti metodi di microzonazione sismica e si distinguono in tre tipologie fondamentali:

- 1) Metodi speditivi (qualitativi): basati su stime qualitative che utilizzano, per una valutazione degli effetti locali, informazioni esistenti sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche;
- 2) Metodi semplificati: basati su indagini e valutazioni quantitative semplificate;
- 3) Metodi analitici (quantitativi): basati principalmente su indagini di dettaglio per la definizione dell'intensità del fenomeno sismico previsto o di progetto, delle geometrie del sottosuolo e dei parametri fisico-meccanici dei litotipi indagati effettuate per mezzo di modelli di analisi numerica, i cui parametri di input sono desunti attraverso indagini multidisciplinari effettuate nell'area di studio.

Per quanto riguarda la Regione Lombardia, la procedura di analisi e valutazione degli effetti sismici di sito finalizzata alla definizione dell'aspetto sismico nei P.G.T. è stabilita nell'allegato 5 della D.G.R. 9/2616/2011. Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente, da applicare in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale:

- 1° LIVELLO (fase pianificatoria): riconoscimento (sulla base di cartografie di inquadramento e di dati esistenti), classificazione e rappresentazione delle aree passibili di amplificazione sismica;
- 2° LIVELLO (fase pianificatoria): caratterizzazione semi-quantitativa del fattore di amplificazione F_a per le aree perimetrate nella carta di pericolosità sismica locale e confronto con i valori di riferimento;
- 3° LIVELLO (fase progettuale): caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2° livello.

Il comune di Lecco, ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/03, è in zona sismica 4 per cui è stata obbligatoriamente applicata un'analisi di primo livello a tutto il territorio comunale con la previsione di passare al secondo livello di studio sismico solo per edifici strategici e

rilevanti di nuova previsione (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) che ricadono negli ambiti a Pericolosità sismica locale Z3 e Z4. Il terzo livello andrà applicato in fase progettuale in previsione di edifici strategici e rilevanti sia nel caso in cui, per aree indagate con il secondo livello, il fattore di amplificazione F_a calcolato superi il valore soglia comunale sia direttamente per le zone PSL Z1, Z2 e Z5. Nella tabella seguente si riportano gli adempimenti in funzione della zona sismica di appartenenza (tabella 10).

	LIVELLI DI APPROFONDIMENTO E FASI DI APPLICAZIONE <i>PSL = Pericolosità sismica locale</i>		
	<i>1° Livello</i> <i>Fase pianificatoria</i>	<i>2° Livello</i> <i>Fase pianificatoria</i>	<i>3° Livello</i> <i>Fase progettuale</i>
Zona sismica 2-3	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato o urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5
Zona sismica 4	obbligatorio	Nelle zone PSL Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03)	- Nelle aree indagate con il 2° livello quando F_a calcolato > valore soglia comunale; - Nelle zone PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici e rilevanti

Tabella 10 – Adempimenti in funzione della zona sismica di appartenenza.

Il 1° livello prevede la redazione della *Carta della pericolosità sismica locale*, nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (per gli scenari Z1a, Z1b, Z1c, Z2, Z4a, Z4b e Z4c) e lineare (per gli scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni tipo, classificate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 (tabella 11), in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a Pericolosità Sismica Locale – PSL).

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

Tabella 11 – Scenari di pericolosità sismica locale.

Lo studio della pericolosità sismica locale è stato condotto analizzando la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica e dei dissesti, i caratteri idrogeologici e geotecnici e tutti i dati disponibili per le aree di interesse, al fine di definire le amplificazioni locali e i fenomeni di instabilità (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive, cedimenti differenziali, ecc.) legati alle scadenti caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni.

3.2 Scenari di Pericolosità Sismica

Nel caso specifico del Comune di Lecco, l'analisi territoriale ha definito i seguenti scenari di Pericolosità Sismica Locale (PSL) di seguito brevemente illustrati.

Scenario PSL Z1 – Instabilità

Z1a = Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi

Z1b = Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti

Z1c = Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana

Scenario PSL Z2 – Cedimenti /Liquefazioni

Si tratta di terreni di fondazione particolarmente scadenti o caratterizzati da depositi granulari fini saturi. Tali terreni, dal punto di vista sismico, vengono classificati come “*sismicamente instabili*”, in quanto, in seguito allo sforzo di taglio indotto dall'azione sismica, sono soggetti a:

- cedimenti assoluti e differenziali, dovuti ad un'improvvisa densificazione del terreno incoerente insaturo oppure determinati dalle scadenti proprietà geotecniche del materiale coesivo, sia saturo che insaturo;
- fenomeni di liquefazione, causati dalla perdita di resistenza al taglio di un terreno incoerente saturo a causa di un aumento istantaneo delle pressioni interstiziali, con conseguenti effetti di “fluidificazione” che portano a situazioni di instabilità più o meno gravi.

Nello scenario di pericolosità sismica locale Z2 sono state inserite le aree di affioramento dei depositi antropici, così come cartografati nella carta geologica (in scala 1:10.000, CARG), le aree con presenza di depositi superficiali dalle scadenti caratteristiche geo-meccaniche esistenti in corrispondenza di aree indagate in passato attraverso sondaggi geognostici e cartografate nella carta di Sintesi del precedente P.R.G. (tav. n. 5) e le aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali.

Scenario PSL Z3 – Amplificazioni topografiche

Lo scenario della zona di scarpata (Z3a) è caratterizzato da un'irregolarità morfologica con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m e inclinazione (α) del fronte principale

uguale o superiore a 10°. Sono state cartografate le forme morfologiche di varia origine (glaciale, fluvioglaciale, degradazione, frana).

Nello scenario della zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b) sono state indicate in carta le creste dei principali rilievi montuosi del territorio lecchese.

Scenario PSL Z4 – Amplificazioni stratigrafiche

Per l'individuazione di tale scenario di pericolosità è stata operata innanzitutto una distinzione, sulla base della Carta geologica, tra le aree con substrato roccioso affiorante o sub-affiorante e quelle con presenza di una copertura alteritico-colluviale.

All'interno dello scenario di pericolosità sismica locale individuato con la sigla Z4a ricadono le aree di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi.

Lo scenario di pericolosità sismica locale, individuato con la sigla Z4b, comprende le zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre.

Nello scenario di pericolosità sismica locale individuato con la sigla Z4c si hanno infine le aree moreniche con presenza di depositi granulari e/o coesivi.

Lo studio evidenzia come quasi tutto il territorio comunale sia soggetto a fenomeni di amplificazione locale ad esclusione delle aree di affioramento del substrato roccioso.

Tali scenari sono da intendersi come prima lettura in chiave sismica delle informazioni contenute nella cartografia di base (geologica, geomorfologica e litotecnica), a uso di quanti intervengono nel problema della pianificazione. Ciascuno scenario non corrisponde dunque a un livello di pericolosità stimabile in maniera oggettiva, ma segnala soltanto la possibilità che, in caso di un terremoto, in determinate aree sussistano particolari problematiche, la cui gravità può anche superare il livello standard di pericolosità attesa nell'area. Si precisa che tale zonizzazione ha valore generale e solo di supporto alla pianificazione: le informazioni raccolte, pertanto, non potranno essere utilizzate per la soluzione di problemi progettuali a carattere puntuale, per i quali dovranno essere eseguiti specifici studi. In ogni caso, nella definizione del modello geologico e geotecnico da eseguire a corredo di ogni progetto di infrastruttura o edificio (ai sensi del D.M. 14.01.2008, nonché delle "Norme di fattibilità geologica delle azioni di piano" di codesto studio geologico), dovranno essere analizzati anche gli aspetti derivanti dalla pericolosità sismica locale.

In ultimo, questa carta costituisce il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento. Infatti, in caso di pianificazione o progettazione di strutture strategiche e rilevanti (elenco tipologico di cui al D.d.u.o. n. 19904/03) in ambiti di Pericolosità sismica

locale Z3 e Z4 si dovranno affrontare successivi livelli di approfondimento, così come previsto dalla d.g.r. n. 8/7374 del 2008.

Sulla base dei risultati ottenuti, vengono di seguito riportate le modalità di applicazione dei successivi livelli di approfondimento, come previsto dalla D.G.R. 8/7374 per il territorio comunale, appartenente alla Zona Sismica 4:

- 2° Livello: fase pianificatoria

obbligatorio nelle aree PSL Z3 e Z4 con presenza di edifici strategici e rilevanti (D.d.u.o. 19904/03), in quanto scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4).

- 3° Livello: fase progettuale

sia nelle aree PSL Z3 e Z4 quando con il 2° livello di approfondimento il valore di F_a (fattore di amplificazione) calcolato supera il valore di soglia comunale, sia nelle aree PSL Z1 e Z2 in previsione di edifici strategici e rilevanti (D.d.u.o. 19904/03).

In base ai contenuti del testo di Norma regionale in materia di pianificazione, in questa fase di programmazione strategica del territorio lecchese non si è proceduto ad approfondimenti di merito, rinviando quindi l'applicazione del secondo livello di microzonazione sismica alla fase successiva di attuazione degli Ambiti di Trasformazione previsti nel nuovo PGT.

4.0 CARTA DEI VINCOLI

Sulla Carta dei Vincoli sono stati rappresentati e riassunti tutti i vincoli e quindi le limitazioni d'uso del territorio comunale derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico.

4.1 Vincoli derivanti dalla pianificazione di bacino PAI (L. 183/89)

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, brevemente denominato PAI, entrato in vigore con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, è stato adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001.

Il PAI è soggetto a continui processi di modifica ai sensi dell'art. 6 della Deliberazione n. 18/2001 che ha previsto una procedura transitoria per l'aggiornamento delle aree in dissesto (rappresentate nell'allegato 4 dell'elaborato 2 del PAI "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici"), secondo la quale le Regioni sono tenute a trasmettere all'Autorità di bacino proposte di aggiornamento, risultanti dalle varianti di adeguamento degli strumenti urbanistici al PAI, adottate dai Comuni ai sensi dell'art. 18 delle Norme tecniche di attuazione del PAI.

Con D.G.R. dell'11 dicembre 2001 n.7/7365 "*Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po*", il comune di Lecco è stato esonerato dall'applicazione delle norme di cui all'art. 9 delle N.d.A. del PAI (vedi Allegato 13 - tabella 2 della D.G.R. 9/2616 del 2011) in quanto dotato di strumenti urbanistici compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale che aggiornano e integrano le prescrizioni del Piano stesso.

I vincoli vigenti per il comune di Lecco si riferiscono al quadro del dissesto aggiornato così come presente nel SIT regionale, derivante dalle proposte trasmesse all'Autorità di Bacino tramite Carta del dissesto elaborata d'ufficio dalla Regione Lombardia sulla base dei contenuti di studi geologici comunali ritenuti compatibili con le condizioni di dissesto presente o potenziale nel territorio lecchese.

I dati provenienti da studi geologici comunali sono stati organizzati e sistemati in un Sistema Informativo che mostra il quadro del dissesto vigente.

Alla luce della reale situazione dei luoghi, così come contenuto negli studi geologici comunali esistenti, alcune aree soggette alle limitazioni di cui all'art. 9 delle NdA del PAI contenute nel SIT della Regione Lombardia, sono state riclassificate con diversa tipologia mentre altre sono state stralciate.

Precisamente, le aree di frana attiva (Fa) presenti in corrispondenza dell'asta principale del torrente Gerenzone e di alcuni suoi affluenti in destra idrografica, sono state riclassificate come aree di dissesto morfologico di carattere torrentizio con pericolosità media o moderata (Em), trattandosi di aree soggette ad erosione torrentizia.

Inoltre, i due dissesti indicati come "Aree di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protette (Cn)", poste una in sinistra idrografica del torrente Gerenzone, località San Giovanni, l'altra in destra idrografica, località Santo Stefano, sono state stralciate in considerazione dell'osservazione PAI deliberata con provvedimento della Giunta Municipale n. 527 in data 26.10.1999 e accolta dalla Regione Lombardia. Tale osservazione determinò l'eliminazione di tutto il vincolo di "Area di conoide attivo non protetta (Ca)" contenuto nell'Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI (Foglio 076 sez. III – Lecco). Di conseguenza, non ha motivo di permanere il vincolo di "Area di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protetta (Cn)" per alcune porzioni della conoide originariamente perimetrata, in seguito stralciata in fase di aggiornamento PAI.

Dunque, le aree soggette alle limitazioni di cui all'art. 9 delle NdA del PAI ("Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico"), definite in relazione alla specifica tipologia dei fenomeni idrogeologici, sono le seguenti.

FRANE

- Area di frana attiva (Fa)

Si tratta di due aree in località Malavedo-Credeè, in sponda idrografica sinistra del torrente Gerenzone, per la presenza di smottamenti della coltre terrigena. Il versante interessato dal movimento franoso è costituito da depositi fluvio-glaciali e morenici che, per l'azione combinata della gravità e delle acque correnti superficiali, si mobilitano lungo superfici di scorrimento.

- Area di frana stabilizzata (Fs)

Tra il monte Resegone ad est e i Piani d'Erna ad ovest, presso Piano Fieno, si rilevano due depositi detritici di frana che hanno raggiunto la stabilizzazione. Pur trattandosi di corpi di frana che si sono assestati secondo l'angolo di naturale declivio, il versante appare irregolare e potrebbe perdere facilmente la sua stabilità anche per modeste alterazioni della superficie.

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata (Em)

Sono presenti nella porzione settentrionale del territorio comunale in corrispondenza dell'asta principale del torrente Gerenzone e di alcuni suoi affluenti in destra idrografica,

tra le località di Rancio e Laorca. In tali aree, aumenti improvvisi di disponibilità idrica, dovuti comunemente a piogge intense o alla rapida fusione di nevai, possono provocare la mobilitazione di ingenti quantità di detrito eroso dal fondo e dalle sponde dell'alveo, possibile fonte di alimentazione del trasporto solido. Pertanto, l'individuazione preliminare delle aste torrentizie con caratteristiche di potenziale criticità per il verificarsi di dissesti morfologici legati all'azione delle acque correnti superficiali consente una migliore programmazione degli interventi di mitigazione del rischio.

4.2 Aree a rischio idrogeologico molto elevato (L. 267/98)

Le aree a rischio idrogeologico molto elevato sono contenute nel *Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato*, denominato PS 267, approvato ai sensi dell'art. 1 comma 1-bis del D.L. 11 giugno 1998 n. 180 e convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 1998, n. 267.

Secondo quanto riportato nell'ambito del Piano Straordinario, tale vincolo è stato imposto per la zona del Monte S. Martino, con codice 060-LO-LC, sulla base della valutazione di fenomeni di dissesto idrogeologico, tenendo conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale.

Il massiccio montuoso del Monte S. Martino si trova nell'area nord-occidentale del territorio comunale, è costituito dalla formazione del Calcare di Esino e alle sue pendici si rilevano depositi di versante, depositi morenici e conglomerati. In tale area, sono avvenuti fenomeni di crollo in diverse epoche storiche e tuttora è una zona molto instabile e pericolosa, con frane attive e potenziali.

Per i fenomeni di instabilità in ambiente collinare e montuoso viene distinta la Zona 1, come area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento in tempi brevi direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso, e la Zona 2, come area potenzialmente interessata dal manifestarsi di fenomeni di instabilità coinvolgenti settori più ampi di quelli attualmente riconosciuti o in cui l'intensità dei fenomeni è modesta in rapporto ai danni potenziali sui beni esposti associabili.

Gli interventi consentiti nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano sono riportati al Titolo IV, art. 50 delle N.d.A. del PAI.

Il perimetro dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (cod. 060-LO-LC) è stato ripreso così come indicato nell'Allegato 4.1 dell'Elaborato 2 del PAI vigente e, successivamente, adeguato alla base cartografica del nuovo PGT, differente rispetto a quella presente nel Geoportale della Regione Lombardia (C.T.R. in scala 1:10.000). Dunque, le lievi modifiche apportate al perimetro di cui trattasi sono dovute unicamente al

passaggio ad una scala cartografica di maggiore dettaglio, ossia la Carta Tecnica Comunale in scala 1:2.000.

4.3 Vincoli di polizia idraulica (ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e s.m.i.)

Riguardano le fasce di rispetto sia per il reticolo idrico principale (così come determinato dalla d.g.r. 1 agosto 2003, n. 7/13950) sia per il reticolo idrico minore, dopo che quest'ultimo, in riferimento allo *“Studio per la determinazione del reticolo idrico minore”* (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2007) è stato aggiornato e adattato alla nuova base cartografica del territorio comunale.

Si precisa che l'allegato 2 (“Carta di individuazione del reticolo idrico comunale”) del sopra citato studio riporta tutti i tratti dei corsi d'acqua esistenti ad esclusione di quelli che, pur presenti in cartografia, non mostrano evidenze di un deflusso idrico; inoltre, l'unica derivazione considerata attiva è posta in destra idrografica del torrente Caldono.

Per tutto il reticolo idrografico comunale, distinto in minore e principale (tratto del torrente Grigna che confluisce nel Caldono), sono state dimensionate le fasce di rispetto in funzione delle caratteristiche idrogeologiche/idrauliche dei corsi d'acqua e della presenza di eventuali opere di difesa spondale e di regimazione.

In particolare, sono state definite come porzioni del territorio oggetto dell'attività di polizia idraulica due tipologie di fasce di rispetto di ampiezza pari a 4 m e 10 m, misurate dal limite superiore del ciglio della scarpata naturale individuabile dall'aerofotogrammetrico oppure, laddove esistente, dal piede esterno dell'arginatura artificiale; in assenza di entrambi, è stata considerata la linea di rappresentazione singola o doppia dell'asta fluviale.

La fascia di rispetto di 10 metri è stata inserita per le aste principali dei corsi d'acqua più importanti (Caldone, Gerenzona, Bione e Gallavese) mentre per tutto il resto del reticolo idrografico e per i tratti intubati è stata fissata una fascia di 4 metri di ampiezza.

Le attività vietate e quelle consentite, previa verifica di compatibilità idraulica, all'interno delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua del reticolo idrico minore sono disciplinate dalle *Norme Geologiche di Piano*.

4.4 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (d.lgs. 258/2000, art. 5, comma 4)

Le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta e zona di rispetto, vengono stabilite per assicurare, mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque da destinare al consumo umano.

La zona di tutela assoluta per le sorgenti e i pozzi è l'area immediatamente circostante l'opera di presa ed ha un'estensione di 10 metri di raggio dal punto di captazione: essa deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio; deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche. Nel caso dei due pozzi Marconi e Municipio inseriti in ambito urbano, risulta impossibile recintare un'area di raggio 10 m; pertanto sarà necessario fare degli opportuni e sostitutivi interventi di tutela di tali aree.

La zona di rispetto per le sorgenti è stata delimitata con criterio geometrico considerando la porzione di cerchio circostante la zona di tutela assoluta di raggio pari a 200 m, con centro nel punto di captazione, che si estende idrogeologicamente a monte dell'opera di presa ed è delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione (d.g.r. 27 giugno 1996 n. 6/15137). Nel caso di gruppi sorgentizi, la zona di rispetto è stata definita dall'involuppo delle zone di rispetto delle singole sorgenti.

Per i pozzi, sono state prese in considerazione le zone di rispetto delimitate con criterio temporale di 60 giorni utilizzando il modello bidimensionale di *Bear and Jacobs* (1965) in accordo con il d.g.r. n. 15137 del 27/06/1996, così come elaborate in uno studio idrogeologico di dettaglio (Franzetti, 2004). In tale studio, al quale si rimanda per qualsiasi approfondimento, sono state delineate le zone di cattura dei pozzi Marconi e Municipio con probabilità del 50% e del 97,5%. Considerando opportuno metterci nelle condizioni di maggiore sicurezza, le zone di salvaguardia indicate nella Carta dei Vincoli sono quelle ottenute con probabilità di superamento del 97,5%.

Nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;

- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- gestione di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

4.5 Geositi

Un “geosito” è un’area o una località che testimonia in modo esemplare gli eventi geologici e geomorfologici che hanno caratterizzato la storia di una regione e contribuito a definirne i paesaggi e che, come tale, deve essere valorizzata e preservata. Le sue caratteristiche esemplari, unite alle conoscenze scientifiche acquisite, lo rendono prezioso per valorizzare e promuovere il territorio, con positivi riflessi sulle attività educative, di turismo culturale e ricreativo. A livello nazionale esiste il “Censimento Nazionale dei Geositi”, promosso e coordinato dall'ISPRA, che si propone di realizzare una banca dati nazionale che possa diventare strumento utile sia per la conoscenza geologica del nostro territorio, sia per la pianificazione territoriale e la tutela paesistico-ambientale.

A livello locale, la regione Lombardia ha riconosciuto formalmente i geositi come elementi identificativi del paesaggio, nell’ambito del nuovo Piano Paesaggistico Regionale (PPR), approvato dalla Giunta con deliberazione del 16 gennaio 2008, n. 8/6447. L’art. 22 della normativa del PPR disciplina la tutela e valorizzazione di tali aree, stabilendone una classificazione sulla base dell’interesse scientifico prevalente che li contraddistingue, correlato a differenti esigenze di tutela e valorizzazione.

Le province, nell’ambito dei Piani Territoriali di Coordinamento (PTCP), sono tenute a precisare le perimetrazioni dei geositi che vanno poi inserite anche nella Carta dei Vincoli del PGT (come previsto dalla d.g.r. 2011 n. 9/2616).

Il territorio comunale di Lecco è interessato dalla presenza di due geositi, quali aree di valore paesaggistico e ambientale a spiccata connotazione geologica, denominati “Pizzo

d'Erna - La Cadrega” e “Miniere dei Piani Resinelli”, quest’ultimo appartenente parzialmente anche al comune limitrofo di Abbazia Lariana.

Il motivo di interesse scientifico prevalente e i relativi codici identificativi delle due aree sono riportati sinteticamente nella tabella 12.

NOME	VALORE	CODICE	CODICE SIC	CODICE ZPS
Pizzo d'Erna-La Cadrega	Geomorfologico	AA002446		
Miniere dei Piani Resinelli	Geominerario	AA002443	IT2030002	IT2030601

Tabella 12 – Geositi del comune di Lecco.

Nel caso del geosito “Miniere dei Piani Resinelli”, si rileva la sovrapposizione con vincoli di tutela e protezione, individuati sia come Sito di Importanza Comunitaria (S.I.C.) denominato “Grigna Meridionale” sia come Zona di Protezione Speciale (Z.P.S.) denominata “Grigne”; pertanto, prevalgono, le indicazioni contenute negli specifici piani di gestione.

5.0 CARTA DI SINTESI

L'elaborazione di tutte le conoscenze geologiche reperite sul territorio, unitamente all'analisi dettagliata dei dati geologico-tecnici e geomorfologici, ha consentito l'aggiornamento della cartografia di Sintesi della pericolosità geologica (*TAVOLA 5 – “Carta di sintesi” del PRG*): i sopralluoghi di verifica eseguiti in questi ultimi anni hanno consentito di localizzare meglio le aree maggiormente pericolose, confermando quanto già a conoscenza per alcune di loro, ampliando o proponendo nuove zonizzazioni per altre.

La normativa di riferimento prevede che in tale elaborato cartografico venga effettuata una zonazione del territorio per aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geologica relativamente ad uno specifico fenomeno che può interessarlo pertanto si ha una suddivisione in:

- *aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità di versanti*
- *aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico*
- *aree vulnerabili dal punto di vista idraulico*
- *aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche*
- *interventi in aree di dissesto o di prevenzione in aree di dissesto potenziale*

In particolare, l'analisi di pericolosità sviluppata nel presente studio ha tenuto conto di tutto il materiale disponibile riguardo alle singole tipologie di pericoli considerati, cercando di organizzare tutte le informazioni in modo omogeneo.

Si riportano di seguito i principali fenomeni di pericolosità geologica di cui si è riscontrata la presenza nel territorio comunale di Lecco.

5.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

La forte espansione urbanistica lungo la fascia pedemontana e la presenza di pareti rocciose subverticali e/o di versanti particolarmente acclivi prossimi alle infrastrutture (edifici, viabilità, impianti, ecc.), nonché le particolari caratteristiche geo-litologiche, geomorfologiche e tettoniche del territorio, comportano una maggiore pericolosità nei riguardi di fenomeni ricollegabili alla stabilità dei versanti.

In particolare si evidenziano aree soggette a frane da crollo sia puntuali che diffuse e versanti terrigeni soggetti a frane di scivolamento superficiale (colate, smottamenti, ecc.).

Per alcune frane sono stati riconosciuti due settori: la *nicchia di distacco* corrispondente alla zona del pendio da cui ha avuto origine il distacco e la *zona di*

accumulo, nella quale il materiale mobilizzato si trova a quote superiori rispetto a quelle della superficie originaria del versante.

Le frane cartografate sono state inoltre distinte in attive, quiescenti e non attive. Sono state considerate:

- *Attive*: frane attualmente in evoluzione o soggette a movimenti negli ultimi anni;
- *Quiescenti*: frane riattivabili dalle loro cause originali tuttora esistenti;
- *Non attive*: frane non più influenzate dalle loro cause originali e non soggette a movimenti negli ultimi 30 anni.

Quando i dati a disposizione non hanno permesso di indicare lo stato di attività della frana e in mancanza di dati che si riferiscono a osservazioni dirette effettuate sul terreno, lo stato di attività è stato indicato come non definito (*n.d.*).

Tra le aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti, sono state comprese sia quelle interessate da fenomeni già avvenuti, delimitabili in base a evidenze di terreno e/o a dati storici, sia aree che potenzialmente potrebbero essere interessate da dissesti.

I dati di partenza sui dissesti idrogeologici del comune di Lecco sono stati quelli contenuti nel censimento realizzato dalla Regione Lombardia nell'ambito del Progetto IFFI, disponibile sul SIT regionale nella sezione dedicata alla cartografia on-line: "*GeoIFFINet - Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia*".

L'analisi dei dissesti è stata approfondita poi prendendo in esame studi geologici specifici di maggiore dettaglio eseguiti sul territorio lecchese. Si è fatto riferimento in prima analisi allo *Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco* (2000, Studio Geologico Tecnico Lecchese) e in secondo luogo al *Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile* (Schiripo A. e Fumagalli M., aggiornamento 2010), unitamente a numerose relazioni dei sopralluoghi eseguiti sulle aree di rischio, contenenti analisi e zonazione del grado di pericolosità elaborate secondo le "*Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia*". La maggior parte dei sopralluoghi presi in esame è stata eseguita in siti esposti a rischio di frana da crollo e caduta di blocchi rocciosi.

Nel complesso sono stati riscontrati differenti fenomeni di dissesto riconducibili a quattro tipologie fondamentali: crolli, ribaltamenti, colate e scivolamenti.

Al fine di offrire una continuità di lettura tra le diverse cartografie contenute negli studi precedenti presi in esame e aggiornati, sono state mantenute le medesime sigle e denominazioni già attribuite ai vari dissesti considerati.

- *Aree di frana attiva*

Tra i fenomeni attivi sono state distinte le seguenti tipologie di movimento: scivolamento traslativo/rotazionale, colata e crollo/ribaltamento.

Gli scorrimenti avvengono lungo una superficie di rottura che può essere curva (scivolamenti rotazionali) o piana (scivolamenti traslativi) e si innescano quando viene superata la resistenza al taglio dei materiali stessi lungo la superficie di discontinuità; i primi si realizzano prevalentemente in materiali coesivi, mentre i secondi avvengono in rocce stratificate a franapoggio con interstrati argillosi.

Le colate si manifestano sotto forma di movimenti in massa di fango argilloso commisto a detrito più grossolano che con comportamento fluido-viscoso discendono, spesso con elevata velocità, lungo pendii o alvei torrentizi, invadendo talora anche i fondovalle. Le colate cartografate sono legate all'instaurarsi di fenomeni di trasporto in massa in corrispondenza di alvei torrentizi (*debris flow*), causati dall'imbibizione per opera delle acque.

Molto pericolose per l'imprevedibilità e la velocità con cui di solito avvengono sono le frane da crollo, fenomeni che si manifestano con l'improvviso distacco di masse rocciose che abbandonano la sede originaria e iniziano un movimento di discesa lungo il versante: dopo l'impatto il moto prosegue per rimbalzi e/o rotolamenti. In questa categoria sono inclusi anche i ribaltamenti, che si differenziano per il prevalere di una componente rotazionale attorno ad un punto nella fase iniziale del movimento. Le frane da crollo si localizzano su pendii fortemente acclivi e interessano il substrato roccioso. La causa predisponente può essere l'esistenza di sistemi di fratturazione o scistosità mentre le cause scatenanti possono essere il crioclastismo, lo sviluppo vegetale di apparati radicali (bioclastesi), lo scalzamento al piede del versante per opera dell'uomo o delle acque naturali (erosione), la pressione idrostatica all'interno delle discontinuità, gli scuotimenti tellurici.

Tra i dissesti in stato attivo presenti sul territorio comunale sono stati in particolare considerati i seguenti.

Località Pradello – Valle della Farina e Cascee

L'area in oggetto, appartenente al bacino della "Val Farina-Cascee" nei pressi del confine con il comune di Abbadia Lariana, è interessata da frane lineari attive che si sviluppano lungo le aste torrentizie con colamenti detritici veloci. Nel luglio 2009, a seguito di precipitazioni di eccezionale intensità, si è verificato un episodio di trasporto detritico in massa lungo i ripidi alvei del suddetto bacino con caduta di ingenti quantitativi di detrito misto ad acqua nella zona sub-pianeggiante sottostante il versante a lago del M.te Coltiglione. È stata accertata la presenza di ulteriori masse di materiale detritico nella

porzione superiore del bacino che potrebbero staccarsi in occasione di piogge intense e ripetute; pertanto, potrebbero riattivarsi flussi detritici con trasporto a valle del materiale accumulatosi negli alvei e conseguente alimentazione del conoide detritico.

Versante in località Credeè

Il versante in sponda idrografica sinistra del T. Gerenzone, all'altezza della località Credeè, è interessato da un fenomeno franoso di tipo scivolamento traslazionale, occorso in conseguenza dei prolungati e intensi apporti meteorici verificatisi durante l'autunno 2010.

Via Montessori (Sito G)

Dall'analisi dei vari sopralluoghi di verifica dello stato dei luoghi, si segnala che a fine novembre 2002, si è verificato uno scivolamento traslativo evoluto in colata che ha in parte invaso Via Montessori; recentemente, nell'autunno 2010 si è avuta una ripresa del fenomeno di caduta di materiale, pertanto classificabile come attivo. Attualmente, la sede stradale risulta protetta da un muro di altezza variabile tra 1 e 1,5 metri, addossato alla parete rocciosa e munito di tubo per il drenaggio delle acque superficiali provenienti dal versante. Tale opera è risultata efficace, consentendo di intercettare deflussi idrici e fangosi provenienti dal versante ed arrestando la caduta del materiale detritico e fangoso evitando che potesse raggiungere la sede stradale come accaduto in passato.

Piani d'Erna (Sito E)

In corrispondenza di tutti gli impluvi presenti nell'area a valle di località "La Bocca" si rilevano diffuse ed attive dinamiche erosive legate all'azione delle acque incanalate con conseguente franosità superficiale diffusa lungo i versanti laterali delle vallette. L'intensa azione erosiva esercitata dai deflussi idrici concentrati, in particolare in occasione di elevati apporti meteorici, determina infatti l'erosione al piede dei versanti con potenziale attivazione di dinamiche di dissesto il cui effetto può ripercuotersi lungo i pendii a monte causando l'innescio di fenomeni franosi che vanno ad interessare i depositi detritici superficiali.

- *Aree di frana quiescente o stabilizzata*

Sono classificate come quiescenti le forme non attive al momento del rilevamento e prive di periodicità stagionale, per le quali però esistono dati (geomorfologici, storici, bibliografici, ecc.) che ne dimostrano l'attività passata nell'ambito dell'attuale sistema morfoclimatico e morfodinamico, con oggettive possibilità di riattivazione non avendo esaurito la loro potenzialità di evoluzione.

Sono classificati come quiescenti i seguenti movimenti franosi.

Malavedo – Credeè (B3)

Si tratta di un ex ambito di cava in sponda idrografica sinistra del torrente Gerenzone, all'altezza della località Credeè, su cui insiste anche un vincolo P.A.I. per frana attiva (Fa). I depositi fluvioglaciali localmente cementati e i depositi morenici inglobanti blocchi di dimensioni sino ad 1 m³ circa sono soggetti a smottamenti e colate detritiche ad opera combinata della gravità, di acque meteoriche e agenti esogeni in generale. Permangono le condizioni di pericolosità estese a tutto il tratto di versante in oggetto relativamente ad una riattivazione del fenomeno franoso a causa della natura dei terreni costituenti il primo sottosuolo e dell'acclività del pendio il quale assume valori di pendenza da 28° a 45°.

Via Timavo (Sito A)

Uno scivolamento rotazionale di limitata estensione è localizzato nella porzione più elevata del versante prativo che si sviluppa a monte di Via Timavo, compreso tra quota 340 e 430 m s.l.m.. Il movimento franoso interessa gli strati più superficiali della coltre detritica e può considerarsi in stato quiescente poiché perdurando le cause predisponenti da ricercarsi nella forte acclività del pendio, che raggiunge valori massimi di 35°, unitamente alle caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti la coltre superficiale.

Via ai Mulini (Sito B)

Tra i dissesti in stato quiescente è stato inserito quello nelle vicinanze dell'ex cava Pozzi, in Via ai Mulini, lungo il versante che si sviluppa a monte dei condomini ALER, dove si rileva uno scivolamento rotazionale superficiale che interessa la coltre detritica costituita da depositi glaciali di natura ghiaioso-sabbiosa e subordinatamente limosa. La dinamica del dissesto potenziale è direttamente correlabile alla presenza di flussi idrici concentrati e alla imbibizione localizzata della coltre detritica.

Cavagna – Via Luera (Sito C)

Si tratta di un movimento franoso la cui dinamica è riconducibile ad uno scivolamento della coltre detritica superficiale, in corrispondenza di un pendio acclive in sponda idrografica destra del torrente Caldono, a monte di Via Luera. Dal punto di vista dello stato di attività il dissesto può essere classificato come quiescente persistendo le cause predisponenti che hanno innescato il movimento.

Anche le frane stabilizzate possono essere riattivate, se non dalle proprie cause originali, di solito per interventi antropici. Le frane stabilizzate comprendono le coperture detritiche appartenenti a frane antiche (paleofrane) soggette all'alterazione e alla degradazione meteorica e sono ora ricoperte per la quasi totalità da zone boscate. Possono essere interessate da dissesti superficiali concentrati connessi a fenomeni erosivi dovuti a pioggia, vento e/o lavori antropici non corretti.

Rientrano in questa categoria anche movimenti gravitativi complessi ossia frane che si manifestano, contemporaneamente o in tempi successivi, con due o più tipologie di movimento. Nella maggior parte dei casi, una tipologia è predominante sulle altre: può essere questo il caso di molte creste interrotte da discontinuità, lungo le quali si manifestano frequenti crolli ed i cui detriti vengono mobilizzati da fenomeni di colamento in coincidenza di intense precipitazioni.

- *Aree soggette a crolli di massi*

Per tali dissesti sono state prese in considerazione anche le perimetrazioni contenute nella *Carta Inventario dei Dissesti* (Tavola 8A-B) del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Lecco (PTCP), adottato dal Consiglio provinciale con deliberazione n. 49 del 24.07.2008 e approvato con deliberazione consiliare n. 7 del 23.03.2009, ai sensi della L.R. 11 marzo 2005 n. 12. Si tratta di diverse pareti rocciose e pendii acclivi che possono sviluppare fenomeni di distacco; le aree potenzialmente attraversate dalle traiettorie di caduta massi risultano piuttosto estese.

- *Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia frantumata*

Sono stati cartografati in tale tipologia di dissesto fenomeni di distacco di blocchi rocciosi già accaduti o potenziali. Per ciascun sito sotto indicato esposto a rischio idrogeologico, sono stati considerati degli ambiti di pericolosità desunti congiuntamente sia dallo “*Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco*” (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2000) sia dalle Relazioni dei sopralluoghi effettuati dallo Studio Associato InGeo (2003-2009), per conto della Protezione Civile che ha inserito i risultati nel *Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile* (Schiripo A. e Fumagalli M., aggiornamento 2010). Le relazioni dei sopralluoghi hanno permesso di acquisire nuove informazioni derivanti da specifiche analisi di pericolosità eseguite con le metodologie previste dalla Regione Lombardia “*Procedure per la valutazione della pericolosità da frana*”. La valutazione delle traiettorie di rotolamento dei massi e dell'area di possibile impatto verso valle ha consentito una distinzione tra l'area sorgente di crollo e l'area di influenza.

Monte San Martino (Ambito PS 267)

Le frane da crollo provenienti dal Monte San Martino rivestono un problema storicamente sentito, se si pensa che le prime segnalazioni di dissesti nell'area in esame risalgono al 1847, quando il crollo di un masso ha interessato la zona di Malavedo. Crolli

puntuali e localizzati di piccole o medie dimensioni sono tuttora piuttosto diffusi e si verificano periodicamente, spesso in concomitanza di precipitazioni intense o di cicli di gelo e disgelo.

I processi franosi del Monte San Martino, costituito dal *Calcere di Esino*, non scaturiscono da condizioni di dissesto localizzato e puntuale, ma sono la manifestazione di diffuse condizioni di instabilità che caratterizzano il versante occidentale, meridionale ed orientale del Monte Coltignone. Tali condizioni sono legate alla complessa struttura dei versanti fortemente acclivi e alla conseguente intensa tettonizzazione subita dagli ammassi rocciosi con stratificazione quasi indistinta a grosse bancate e giacitura monoclinale a reggipoggio. L'intero massiccio del Coltignone (Coltignoncino, Corno Medale, Dente del Coltignone, Monte San Martino) è interessato da crolli, frane complesse, contropendenze e fratture beanti; gli impluvi sono molto spesso colmi di materiale detritico potenzialmente rimobilizzabile in caso di eventi meteorici ingenti, come già accaduto in passato. Nell'ambito del sito in esame, sono esposte a rischio le località ai piedi delle pareti rocciose del Monte San Martino, da Malavedo a Santo Stefano ed il tratto della S.S. 36 a nord della città di Lecco. L'area sottostante al Monte S. Martino è inclusa nell'elenco dei Centri Abitati Instabili (di cui alla L. 445 del 1908) con D.P.R. n. 219/72, alla scheda n. 16.

Ai sensi della legge 267 del 1998, l'area è stata inserita nel Piano Straordinario del PAI quale zona a rischio idrogeologico molto elevato.

Per ridurre il potenziale pericolo di crolli sono state realizzate delle opere di protezione passiva e attiva a difesa delle aree urbanizzate di Pradello, Caviate, Santo Stefano, Rancio inferiore e superiore, Malavedo, Laorca e della rete viabilistica sia stradale che ferroviaria.

Laorca – zona Cimitero (A6)

Tale ambito, che comprende il tratto di versante che si sviluppa direttamente a monte del vecchio nucleo abitato di Laorca e di Corso Monte S. Gabriele, è stato oggetto di vari studi per la valutazione della pericolosità e del rischio di frana (2000, 2005, 2008 e 2011). Lungo tale versante, si individuano alcune fasce rocciose subverticali poste a quote altimetriche differenti sede di potenziali distacchi di porzioni rocciose.

Anche se il grado di attività delle pareti lapidee può essere definito basso e pur non rilevando significative evoluzioni delle dinamiche di dissesto che hanno determinato gli episodi pregressi, le condizioni di pericolosità, legate al potenziale distacco di singoli elementi lapidei e/o di porzioni rocciose, nonché il rischio di caduta di esemplari arborei dal coronamento delle pareti, permangono.

Laorca – Ponte della Gallina (A9)

La zona si trova direttamente a monte di Corso Monte Ortigara (S.P.62), nel tratto compreso tra Laorca e località Ponte della Gallina, ed è stata oggetto di vari studi per la valutazione della pericolosità e del rischio di frana (2000, 2005, 2008 e 2011).

Si rilevano degli affioramenti rocciosi più o meno continui costituiti da conglomerati e depositi di versante cementati con tratti talora subverticali, in particolare lungo la fascia basale del pendio in conseguenza dei lavori di sbancamento per la realizzazione della strada. Tutto il versante, sia in corrispondenza dei risalti rocciosi conglomeratici sia dove è presente la copertura detritica sciolta, è sede di attivi processi erosivi e progressiva degradazione meccanica; il potenziale distacco di singoli elementi lapidei e/o di porzioni rocciose, che potrebbero anche espandersi sino alla sede stradale sottostante, determina le condizioni di pericolosità segnalate.

Le opere di difesa presenti non sono del tutto efficaci a contenere i possibili fenomeni di dissesto.

Malavedo (A10)

Il tratto di versante che si sviluppa a monte dell'abitato di Malavedo, fino alle opere di difesa del M. San Martino, è sede di potenziali distacchi di porzioni rocciose da fronti posti a quote altimetriche differenti, a causa di processi di erosione e degradazione meccanica accelerata, per la naturale acclività degli stessi e per l'azione disarticolante esercitata dagli apparati radicali della vegetazione presente. Nell'area indagata sono stati segnalati anche distacchi recenti (evento del settembre 2011) con il crollo di un masso di volumetria stimata pari a $0,5 \text{ m}^3$, il cui franamento a valle ha raggiunto Corso Monte San Gabriele.

In base ad un'analisi storica degli eventi, si può affermare che l'area è interessata da periodici fenomeni di crollo a frequenza annuale che spesso impattano con strutture antropiche (edifici residenziali alla base del versante e sede stradale a traffico elevato).

È confermato dunque l'alto grado di pericolosità su tutto il versante già segnalato nei precedenti sopralluoghi (2000, 2005 e 2008), in riferimento al potenziale distacco di singoli elementi lapidei e/o di porzioni rocciose.

Laorca – zona via Paolo VI (A11)

Si tratta di una porzione di versante direttamente a monte di via Papa Paolo VI in località Laorca, che si estende per il tratto compreso tra la sede stradale a valle e le opere di difesa del M. San Martino a monte. In questo tratto di versante sono presenti in modo discontinuo e a quote diverse alcuni risalti rocciosi subverticali, per lo più in conglomerato; solo in due settori risulta direttamente affiorante il substrato roccioso profondo di natura calcarea. Tutti i risalti rocciosi, pur presentandosi generalmente compatti, sono sede di

attivi processi erosivi e progressiva degradazione meccanica con conseguenti episodi di distacco e rotolamento di porzioni rocciose.

A difesa della sede stradale e delle abitazioni presenti a valle di questa, è stata posizionata in passato una barriera paramassi rigida di altezza 2 m che intercetta la caduta di alcuni frammenti rocciosi ma rimane un margine di rischio residuo in corrispondenza del tratto sprovvisto di opere di difesa.

Anche se il grado di attività delle pareti nell'area in oggetto può essere definito basso, con segnalazioni di fenomeni di caduta massi non frequenti, permangono le condizioni di pericolosità e conseguentemente di una condizione di rischio residuo per le persone e le cose lungo il tratto di via Papa Paolo VI non protetto da barriera paramassi.

Pomedeo – SP62 (A12)

L'area corrisponde al settore di versante a monte della S.P. 62, nel tratto che risale oltre la località Pomedeo verso Ballabio.

Il substrato roccioso che caratterizza tutto il versante in oggetto è ascrivibile alla Formazione del Calcare di Esino che si presenta con buone caratteristiche geomeccaniche, anche se localmente, in relazione all'orientazione sfavorevole delle discontinuità, possono individuarsi porzioni rocciose instabili a rischio di ribaltamento e scivolamento a cuneo; dove il substrato non risulta direttamente affiorante, il pendio è coperto da depositi detritici derivanti dal distacco di clasti dalle soprastanti pareti rocciose.

Il versante è attivamente sede di processi di degradazione meccanica del substrato ad opera prevalentemente dell'azione della gravità e subordinatamente dell'azione delle acque superficiali. Da una serie di verifiche simulate di caduta massi, si verifica come le traiettorie di caduta di blocchi potenzialmente mobilizzabili arrivino a propagarsi verso valle sino a raggiungere ed oltrepassare la sede stradale della S.P. 62. In base alla morfologia dei luoghi e alla possibile espansione delle traiettorie di caduta, appare più esposto a rischio il tratto stradale sud-occidentale per la presenza di risalti rocciosi posti poco a monte della strada e che insistono direttamente su questa, mentre nel tratto successivo, per il relativo arretramento del versante rispetto al tracciato stradale, le traiettorie di caduta tendono ad esaurirsi prima della S.P.

In base alla scarsa ricorrenza dei fenomeni di crollo, il grado di attività delle pareti rocciose può definirsi basso, ma non si può escludere la possibilità di nuovi eventi franosi, in considerazione delle caratteristiche dei luoghi e dell'evolversi delle dinamiche erosive.

Monte Melma – versante Est (B1)

Il dissesto interessa il versante orientale del M.te Melma, lungo un tratto del torrente Grigna, dove si individua la nicchia di distacco che coinvolge le formazioni del *Calcare di Angolo* e delle *Arenarie di Valsabbia* che vanno a riversarsi nell'alveo del torrente

sottostante con potenziali rischi connessi alla formazione di colate detritiche e/o onde di piena anomale. Tali fenomeni sono innescati dallo scalzamento al piede del versante per opera di un'intensa dinamica erosiva in atto in tutto il settore montano del bacino idrografico dei torrenti Grigna e Caldane.

Bonacina (B6)

In località Bonacina, a monte di via Sant'Egidio nei pressi della vasca di sghiaimento lungo il T. Caldane, la parete adiacente alla strada comunale è in precarie condizioni di stabilità. La coltre detritica, costituita da depositi alluvionali cementati molto eterogenei, è soggetta, con misura e frequenza variabili, a piccoli dissesti riconducibili alla caduta di porzioni lapidee dai fronti rocciosi affioranti lungo il versante a monte della strada, che vanno ad interessare la sede stradale e le case a ridosso del versante.

Le condizioni di precario equilibrio statico sono state ridotte con degli interventi per la messa in sicurezza del tratto di parete direttamente a monte della carreggiata stradale eseguiti nel 2010, consistenti nel disgaggio diffuso, demolizione di volumi rocciosi aggettanti con agenti chimici non esplodenti e posa in aderenza di pannelli di rete metallica

Lo stato di attività dei fenomeni è classificabile comunque come quiescente poiché perdurano le cause predisponenti, legate alla forte acclività dei luoghi e alla natura del substrato roccioso, che hanno innescato i passati distacchi, potendosi altresì ripresentare le cause scatenanti da ricercare nell'azione erosiva esercitata dagli agenti esogeni.

Monte Melma (B7)

Il versante occidentale del M. Melma, in località Montalbano/Strada Mandria, è costituito da pareti rocciose appartenenti alla formazione del *Calcere di Esino* in condizioni di precaria stabilità, a causa di fenomeni di caduta massi e disgregazione meccanica accelerata ad opera degli agenti erosivi.

I periodici fenomeni di dissesto in atto sugli affioramenti rocciosi sub-verticali incombono sulla sottostante strada che collega la S.P. 62, dal tornante delle ex cave di sabbia, alla località Belvedere.

Rispetto al primo studio per la valutazione della pericolosità e del rischio di frana condotto dallo Studio Geologico Tecnico Lecchese (anno 2000), è stata ridefinita la zonazione della pericolosità sulla base di ulteriori analisi condotte nell'ambito di sopralluoghi per la verifica dello stato del territorio. Nello specifico, oltre alla possibilità di distacco dalle pareti poste a monte della strada, è stata considerata anche la possibilità di distacco dai fronti rocciosi in corrispondenza della vetta del M. Melma. In base alle simulazioni di caduta effettuate si è verificato che le traiettorie si espandono sino a coinvolgere la sede stradale, raggiungendola e oltrepassandola in più punti.

Non ci sono evidenze di distacchi recenti di volume significativo o segni di ampie instabilità generali dei fronti rocciosi ma l'imprevedibilità e le dimensioni dei potenziali frammenti rocciosi coinvolgibili in fenomeni di caduta-crollo devono mantenere viva l'attenzione su tutto il versante.

Località Versasio – Piani d'Erna (D10)

Crolli rocciosi hanno origine dalle pareti carbonatiche sub-verticali, costituite dalla formazione del *Calcare di Esino*, che si sviluppano come propaggine settentrionale del Pizzo d'Erna e si estendono a monte del nucleo abitato di Versasio, cui segue una falda di detrito con pendenze considerevoli interessata da smottamenti in coincidenza di piogge intense.

Le pareti da cui si generano i crolli si sviluppano verticalmente per oltre 300 m e si estendono dalla zona di arrivo della Funivia dei Piani d'Erna sino alla località Passo del Lupo: esse sono costituite da bancate massicce che in relazione all'orientazione sfavorevole delle discontinuità sono soggette a degradazione meccanica con frequenti distacchi di blocchi e frammenti che si accumulano alla base del fronte roccioso.

La zona abitata di Versasio è inserita nell'elenco dei Centri Abitati Instabili (di cui alla L. 445 del 1908) con D.P.R. n. 219/72, scheda n. 18. In base alle simulazioni di caduta effettuate si è verificato che le traiettorie, nel caso di distacchi dai settori delle pareti a quote più elevate, possono arrivare ad espandersi sino a coinvolgere le abitazioni in località Versasio.

Pur potendosi definire basso il grado di attività delle pareti rocciose e pur essendo difficile prevedere l'eventuale ricorrenza di fenomeni di crollo localizzato, la possibilità di nuovi eventi franosi risulta probabile in considerazioni dell'estensione delle pareti, delle caratteristiche dei luoghi e dell'evolversi delle dinamiche erosive. La pericolosità è elevata anche per l'assenza di opere di difesa adeguate.

Monte Magnodeno (F6)

Lungo la bastionata rocciosa che include il setto esterno della ex cava Vaiolo alta e, proseguendo verso sud, lungo tutto il versante occidentale del monte Magnodeno sono possibili crolli rocciosi dalle pareti sub-verticali costituite in prevalenza dalla formazione della *Dolomia a Conchodon* e del *Calcare di Zu* nella parte medio elevata e dalle formazioni del *Calcare di Sedrina* e *Calcare di Moltrasio* alla base.

Date le discrete caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso, la grande estensione e l'elevato sviluppo verticale delle pareti rocciose, la possibilità di distacchi di blocchi è moderata ma diffusa a tutto il fronte roccioso.

Camposecco (G1)

La zona di Camposecco, localizzata nella parte meridionale del territorio di Lecco sul versante occidentale di Monte Gavazzo – Corno di Grao, è interessata da possibili fenomeni di disaggregazione rocciosa e caduta massi in corrispondenza di modeste scarpate costituite da calcari stratificati ascrivibili alla formazione del *Calcario di Moltrasio*.

Per tale area non si hanno segnalazioni di dissesti storici o in atto ma la morfologia piuttosto accidentata dei luoghi determina un potenziale pericolo per crollo di massa nella valle di Camposecco.

Monte Mudarga (G2/G3)

Le aree in oggetto insistono sui versanti occidentali dei monti Gavazzo e Mudarga sui quali non si rilevano fenomeni attivi ma potrebbero verificarsi crolli per la presenza di diverse pareti rocciose e affioramenti calcarei appartenenti alla formazione dei *Calcari di Moltrasio*. Per tali aree non si hanno segnalazioni di dissesti avvenuti in passato, ma l'esistenza di pareti rocciose a pendenze elevate e irregolari per la presenza di vari impluvi ha portato a perimetrare delle aree potenzialmente soggette a scoscendimento massi.

Rocca dell'Innominato (G4)

L'area è situata in prossimità del confine con il comune di Vercurago; pur tenendo conto delle opere di consolidamento e recupero realizzate per ridurre la pericolosità, sono tuttora possibili distacchi di massi dalla scarpata rocciosa costituita dalla formazione della *Maiolica*.

Chiuso (G5)

Il sito si localizza lungo il versante occidentale del Monte Gavazzo, in corrispondenza dell'ex cava Rovelli con adiacenti pareti sub-verticali, costituite da calcari stratificati appartenenti alla formazione del *Calcario di Domaro*. La parete rocciosa del fronte di cava è alta circa 60 metri ed è stata suddivisa in tre gradoni principali a seguito dei lavori di bonifica dell'area che hanno previsto anche l'inserimento, sul coronamento di ogni gradone, di reti metalliche paramassi.

A nord dell'ex cava Rovelli, si ha una serie di piccole pareti rocciose di altezza variabile tra 10 e 20 metri con presenza di blocchi in equilibrio precario. Al piede di tale parete, a protezione dei terreni agricoli sottostanti, è stato realizzato un vallo/rilevato paramassi, parte in scavo e parte in riporto, lungo all'incirca 30 m e alto 2 - 3 m.

In seguito ai rilievi geomeccanici eseguiti, non si sono riscontrate significative evidenze circa la presenza di fattori di predisposizione al dissesto che possano far presumere lo sviluppo di fenomeni di instabilità complessiva del versante. Permane però la possibilità che si verifichino distacchi di singoli elementi lapidei dai settori di versante dove il

substrato roccioso risulta affiorare. Pur essendo ridotte le dimensioni delle porzioni lapidee potenzialmente instabili si sottolinea che, per l'intensa fratturazione e degradazione meccanica dei fronti rocciosi, la probabilità di un evento di distacco risulta elevata.

In base alle analisi condotte si è potuto verificare comunque che, considerando anche gli interventi di bonifica, le traiettorie di caduta si svilupperebbero e si arresterebbero prevalentemente in ambito di versante privo di elementi a rischio.

Chiuso – zona PIR (G6)

Lungo il versante occidentale di Monte Gavazzo si trova un'altra ex area di cava (Bregaglio e Italstrade) in cui si rilevano delle pareti rocciose sub-verticali con dislivelli anche superiori ai 30 metri, localmente fratturate da cui in passato si sono originati diversi crolli. Il versante considerato è costituito dal *Calcere di Moltrasio* appartenente al Gruppo del Medolo, ossia calcari grigio-nocciola con liste e noduli di selce, in strati di 10-15 metri. Verso l'alto si passa alla *Formazione di Sogno*, marne di colore rosato che, intercalate ai calcari, guidano i processi gravitativi.

All'interno del perimetro di cava, vi sorge una zona abitata, inserita nell'elenco dei Centri Abitati Instabili (di cui alla L. 445 del 1908) con D.P.R. n. 219/72, alla scheda n. 17.

Vari interventi di sistemazione sono stati realizzati alla base dei versanti al fine di ridurre il rischio che comunque permane nel caso di crolli di grandi dimensioni per cui le opere non riuscirebbero a trattenere l'eventuale materiale di frana.

Valle Comera (H1)

Il distacco di massi può potenzialmente avvenire dalle pareti rocciose fortemente acclivi costituite dalla *Formazione di San Giovanni Bianco*, *facies arenacea* che borda l'alveo del torrente Bione in corrispondenza della porzione terminale della Valle Comera; il pericolo maggiore consiste nel possibile effetto diga per il franamento di materiale in alveo che porterebbe alla formazione di colate detritiche e/o onde di piena anomale.

Neguggio (H3)

Il versante in oggetto si sviluppa in pianta secondo un andamento ad arco con orientazione che passa progressivamente da sud a nord-ovest: esso digrada dalla località Roccolo verso Neguggio a sud-ovest e verso l'abitato di Germanedo a nord-ovest.

La roccia che affiora nell'area in oggetto appartiene alla formazione della *Dolomia Principale*, sede di processi di degradazione meccanica ad opera dell'azione della gravità, delle acque correnti superficiali, del ciclo di gelo e disgelo e della bioclastesi.

Le eventuali traiettorie di caduta dei frammenti rocciosi dalle fasce rocciose fortemente acclivi e potenzialmente in crollo si sviluppano senza vie preferenziali, lungo le linee di

massima pendenza, poiché non si hanno significativi elementi morfologici che ne possano condizionare lo sviluppo.

L'estensione delle zone soggette a pericolo crolli risulta maggiore in corrispondenza del tratto di versante a monte di via Rovinata e più contenuta nel tratto di versante a monte della località Neguggio, ma comunque è stato verificato che tutte le traiettorie si arrestano poco a valle delle pareti senza raggiungere la zona abitata.

Belledo (H4)

In quest'ambito si hanno delle pareti rocciose che si sviluppano principalmente in senso N-S con dislivelli fino a 50 metri, costituite dalla formazione della *Dolomia Principale*, a ridosso dell'abitato di Belledo, sulla sponda idrografica sinistra del torrente Bione. Le zone di monte del versante sono state interessate in passato da un'attività di cava (Unicalce S.p.a.), mentre in direzione sud il versante piega verso est, disponendosi parallelamente ad una vallecchia di origine strutturale.

Tutto il versante a monte di Belledo, pur presentandosi compatto in alcuni settori e pur essendo stato oggetto di interventi puntuali di stabilizzazione, è comunque sede di processi attivi di degradazione meccanica del substrato ad opera della gravità, dell'azione delle acque superficiali, del ciclo di gelo e disgelo e dell'azione disarticolante degli apparati radicali della vegetazione cresciuta in corrispondenza dei risalti rocciosi, penetrando all'interno delle discontinuità beanti.

Pur essendo difficile prevedere l'eventuale ricorrenza di fenomeni di crollo localizzato (l'ultimo evento è avvenuto nel mese di luglio 2009), le caratteristiche dei luoghi e l'evolversi delle dinamiche di degradazione/erosione in atto non fanno escludere la possibilità di nuovi eventi franosi.

Si constata quindi l'effettivo sussistere di un margine di pericolosità e conseguentemente di una condizione di rischio residuo per le persone e le cose principalmente lungo il tratto centrale del versante poiché potenzialmente raggiungibile dalle traiettorie di caduta nel caso di distacchi di porzioni rocciose dal versante.

Germanedo (H5-H6)

Nel quartiere di Germanedo, il versante retrostante Via Montessori, compreso tra le quote di 290 e 430 m s.l.m., e il versante della Valle del Torrente Borra, impostati nella formazione delle *Arenarie di Valsabbia*, risultano pericolosi sia per la possibilità di distacco di frammenti rocciosi sia per fenomeni di *creep* superficiale.

Tale ambito presenta una particolare conformazione morfologica che testimonia come l'area sia stata interessata da un'antica frana che ha provocato l'arretramento dei pendii rocciosi, rendendoli instabili e l'accumulo del materiale franato in corrispondenza del settore basale. Nel settore corrispondente al coronamento della paleofrana si localizzano i

fronti rocciosi più acclivi, caratterizzati da sviluppo di placche e concrezioni di travertino connesse allo scorrere delle acque superficiali incanalate e diffuse.

L'intensa degradazione meccanica tipica delle litologie arenacee rendono elevata la probabilità di eventuali distacchi di elementi rocciosi sia dal coronamento della paleofrana sia dal settore a monte di via Montessori. Inoltre, i depositi eluviali che coprono il versante, costituiti da sabbie limose con ghiaia, possono essere interessati da smottamenti detritici in occasione di intense precipitazioni meteoriche.

Le eventuali traiettorie di caduta dei blocchi lapidei provenienti dai vari affioramenti rocciosi si sviluppano senza vie preferenziali lungo le linee di massima pendenza, orientandosi per la maggior parte in direzione delle vallette laterali al crinale, verso agli impluvi che ne costituiscono la parte più depressa, e pertanto in ambiti in cui non sono presenti elementi antropici vulnerabili. In termini di pericolosità potenziale per l'urbanizzato, gli affioramenti da cui possono svilupparsi traiettorie di caduta sino alla sede stradale sono solo quelli ubicati in corrispondenza della testata del crinale.

Località Campo dei Buoi

L'area comprende i versanti rocciosi in sponda idrografica destra e sinistra del torrente Bione, nei pressi del nucleo abitato di Campo dei Buoi. In particolare, il tratto di versante sottostante la località Costa, alla base delle scarpate rocciose costituenti il Pizzo d'Erna, è sede di potenziali distacchi di blocchi o porzioni rocciose appartenenti alla formazione della *Dolomia Principale*, caratterizzati da diverso grado di cementazione, arrotondamento e con dimensioni variabili. Si tratta di una zona in cui non vi sono insediamenti abitativi o infrastrutture rilevanti potenzialmente esposti a rischio, ma dove l'elemento vulnerabile è rappresentato da un sentiero pedonale comunque molto frequentato che rappresenta il principale collegamento al nucleo abitato di Campo dei Buoi. Il sentiero si sviluppa a mezzacosta lungo il versante in sponda idrografica destra della Val Comera, dapprima passando alla base delle imponenti bastionate rocciose costituenti il Pizzo d'Erna e poi, a valle della località Costa, transita al di sotto di risalti rocciosi subverticali, prima di attraversare l'alveo del T. Bione e raggiungere quindi il nucleo di Campo dei Buoi. Essendo definibile come elevato il grado di attività delle pareti rocciose, pur essendo difficile prevedere l'eventuale ricorrenza di fenomeni di crollo localizzato, la possibilità di nuovi eventi franosi è tutt'altro che improbabile in considerazione dell'estensione delle pareti, delle caratteristiche dei luoghi e dell'evolversi delle dinamiche erosive.

- *Aree interessate da valanghe già avvenute e aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali*

Sempre tra i fenomeni legati all'instabilità dei versanti, occorre segnalare il pericolo valanghe che interessa alcune zone montuose lungo i confini sud-orientali del territorio di Lecco; questa specifica pericolosità è comunque confinata e tale da non comportare particolari danni alle infrastrutture o alla popolazione.

Il riferimento per la valutazione della pericolosità da valanga è dato dalle "Carte della localizzazione probabile delle valanghe", redatte sulle indicazioni di AINEVA e disponibili sul SIT regionale, nel Sistema Informativo Regionale Valanghe – SIRVAL.

- *Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate*

Sul territorio di Lecco, i segni di numerose piccole cave storiche (come ad esempio le cave di Malnago e Germanedo in cui veniva cavata una facies calcarea massiccia della *Formazione di Gorno*) sono stati ormai quasi del tutto cancellati dagli interventi legati all'espansione urbanistica. Si rintracciano ancora invece, lungo le pendici montane della fascia orientale e sud-orientale della città, le aree di estrazione dismesse più recenti e di maggiori dimensioni, come l'ex cava Bregaglio di Maggianico e l'ex cava Rovelli di Chiuso in cui venivano cavate le formazioni del *Gruppo del Medolo*.

Le aree estrattive cartografate riguardano solo quelle appartenenti ad ambiti estrattivi e di sfruttamento contenuti nel *Nuovo Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Lecco*, ai sensi dell'art. 8 L.R. 8/8/1988 n. 14, approvato dalla Regione Lombardia con deliberazione del Consiglio Regionale n. VII/262 del 26/06/2001.

Si tratta di 3 cave non più in attività ma non ancora ripristinate:

- 1) Cava Cornello in località Belledo: estrazione a fossa di dolomia per l'industria (*Dolomia Principale*);
- 2) Cava Vaiolo bassa, in località Maggianico: estrazione a fossa di calcare per calce (*Calcare a Conchodon e Calcare di Sedrina*);
- 3) Cava Vaiolo alta in località Maggianico: estrazione a fossa di calcare per calce e cemento (*Calcare di Zu*).

- *Versanti con pendenze superiori a 35°*

L'acclività rappresenta nelle aree di montagna il principale fattore limitante all'utilizzo del territorio. Si può quindi considerare che, unitamente ai fenomeni franosi attivi e potenziali, anche la pendenza sia un fattore di pericolosità per le problematiche connesse alla stabilità dei versanti. Le forti pendenze riducono di conseguenza le possibilità di uso del territorio a scopo edilizio.

Il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) è stato utilizzato per generare la carta delle pendenze con i *range* principali di cui si riporta sulla Carta di Sintesi in particolare la classe con valori superiori ai 35°.

All'interno di questa classe ricadono tutti i fianchi delle incisioni torrentizie e delle principali dorsali che costituiscono le strutture morfologiche più evidenti del territorio esaminato. Si individua per tale classe di pendenza una pericolosità moderatamente alta.

5.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

La Carta di Sintesi, così come già perimetrato nella Carta dei Vincoli, individua come vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, le aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile, distinte in zona di tutela assoluta e zona di rispetto, ai sensi del D.Lgs. 258/2000.

5.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

La presenza di numerosi torrenti che attraversano le zone urbanizzate cittadine comporta un pericolo idraulico ricollegabile a eventi alluvionali e di esondazione. Questo specifico pericolo è generalmente limitato alle fasce torrentizie e a quelle zone in cui la regimentazione idrica superficiale è insufficiente a garantire lo smaltimento delle acque; inoltre la presenza del Lago di Lecco e di Garlate comporta, in periodi particolarmente piovosi, possibili esondazioni lungo lo sviluppo delle coste lacuali.

Per facilità di lettura e confronto con precedenti studi specifici, sono state mantenute le stesse sigle di identificazione.

Le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico comprendono le seguenti zone.

- *Aree soggette ad esondazione lacuale*

Riguardano sia il tratto del Fiume Adda (compreso tra il ponte Kennedy e il ponte Manzoni) che periodicamente viene inondato dalle piene del fiume sia le aree perilacuali a seguito di livelli eccezionali dei laghi di Lecco e Garlate. Questo fenomeno ha un decorso graduale, a lungo termine (oltre le 24÷48 ore) e interessa direttamente le aree più prossime alle sponde lacuali.

- *Aree potenzialmente inondabili*

Sono state riportate le aree di possibile esondazione torrentizia ubicate lungo la rete idrografica, con particolare attenzione ai tratti urbani dei torrenti Gerenzone, Caldane e Bione. Le aree di potenziale esondazione lungo i torrenti sono generalmente ricomprese

nelle fasce di rispetto di 10 metri dalle sponde fluviali. Gli ambiti di pericolosità individuati comprendono quelli riportati negli Atti della giornata di studio *Rischio Geologico nella Provincia di Lecco* (1998, Politecnico di Milano) come pure nel *Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile* (Schiripo A. e Fumagalli M., aggiornamento 2010).

Torrente Gerenzone

- AE1, via Guggiarolo: a seguito di una verifica idraulica eseguita in corrispondenza del ponte alla quota di circa 460 m s.l.m., risulta che la sezione idraulica è limitata.
- AE2, Vie Campovai, da Porto, Campanella e Crocetta: il tratto d'alveo compreso tra il ponte della Gallina, confluenza della Val Calolden, e il ponte di via Crocetta ha una sezione non sufficiente per smaltire una portata centennale.
- AE3, ponte di via Belvedere - Via Nino Bixio: la sezione di alveo risulta notevolmente ristretta, sia per la vegetazione sia per i depositi alluvionali, oltre che per la limitata luce del ponte stesso; questo ambito ad alta pericolosità di esondazione si sviluppa nell'area urbana centrale di Lecco in corrispondenza della località Malpensata, lungo il tratto finale dell'alveo del torrente Gerenzone.

Torrente Caldane

- AE4, Via S. Egidio fino al ponte per via Movedo: la sezione utile del ponte risulta sensibilmente ridotta a causa dell'alveo in sovralluvionamento, con abbondanti depositi di ghiaie, ciottoli e blocchi, e della crescita di vegetazione.
- AE5, Via Mattei: area in sponda destra.
- AE6, Via Tubi: area in sponda destra.
- AE7, Via Carlo Porta: alla quota di circa 210 m s.l.m. nell'area urbana di Lecco, la sezione non è verificata e frequentemente, in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi e prolungati, si hanno fenomeni di esondazione; è stata attribuita una pericolosità molto alta in quanto il fenomeno è ricorrente con tempi di ritorno inferiori ai 30 anni.

Torrente Bione

- AE8, Parcheggio Centro Sportivo Bione: la delimitazione dell'area potenzialmente esondabile è ricompresa nella zona di parcheggio pubblico (in sinistra idrografica) e nell'area verde in destra idrografica, lungo l'alveo del torrente, in località Pescarenico; poiché il fenomeno può verificarsi con tempi di ritorno compresi tra 30 e 200 anni, la pericolosità è alta.

Torrente Culigo

- AE9, Via ai Molini – Cascata del Culigo: in occasione di intensi periodi piovosi, l'alveo del torrente può esondare per la presenza di piccole cascate costituite dalla formazione del *Calcare di Moltrasio* con conseguente rischio per la fascia urbana di Chiuso; è stata attribuita una pericolosità molto alta in quanto il fenomeno è ricorrente con tempi di ritorno inferiori ai 30 anni.
- *Aree interessabili da fenomeni di erosione fluviale e non idoneamente protette da interventi di difesa*

In corrispondenza degli alvei torrentizi, si hanno fenomeni di erosione legati all'azione delle acque correnti superficiali. Il fenomeno può favorire la mobilitazione del materiale eroso dal fondo e dalle sponde dell'alveo, che va costituire una possibile fonte di alimentazione del trasporto solido.

- *Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura*

A raccordo tra la zona della piana lacustre e la zona dei versanti, la deposizione dell'elevato carico solido dei corsi d'acqua a carattere torrentizio ha creato vaste conoidi di deiezione, sulle quali sorge in parte l'abitato di Lecco. Sono potenzialmente soggette a flussi detritici le due conoidi coalescenti dei torrenti Gerenzone e Caldane e quelle più a sud dei torrenti Bione e Culigo, aventi tipica forma a ventaglio.

Inoltre, così come riportate negli Atti del Convegno della giornata di studio "*Rischio geologico nella Provincia di Lecco*" (1998, Politecnico di Milano), si segnalano tre zone in cui i ripidi e profondi solchi di erosione, talvolta sopralluvionati, scaricano materiale in occasione di piene nei sottostanti tratti urbani dei torrenti. Si tratta delle aree:

- AF1 in località Pomeda in corrispondenza del torrente Gerenzone.
- AF2 in località Sant'Egidio nei pressi del torrente Grigna: il tratto montano dei torrenti Grigna e Caldane è caratterizzato da un alveo in continua erosione a causa delle pendenze estremamente elevate; a valle della loro confluenza, un forte cambio di pendenza determina la sedimentazione di ingenti quantitativi di materiale con conseguente innalzamento del fondo dell'alveo e riduzione della sezione utile di deflusso che unitamente conducono alla probabilità di esondazione in una zona già critica per la possibilità di arresto di eventuali *debris-flow*.
- AF3 che interessa il torrente Bione in località Germanedo.

La pericolosità di questi processi deriva principalmente dalle ingenti quantità di materiale solido che possono essere mobilitate e dal breve intervallo di tempo entro il

quale solitamente si innescano e si esauriscono le onde di piena. Tali caratteri derivano a loro volta dall'elevata acclività dei pendii dei bacini torrentizi, cui si associa spesso un'alta produttività di detrito (coperture alteritiche sciolte, falde detritico-colluviali sospese).

Avendo a che fare con estese conoidi intensamente urbanizzate, le reali condizioni di rischio devono essere verificate a scala di maggiore dettaglio (almeno 1:2000) con studi stratigrafici, geomorfologici ed idraulici specifici che tengano conto delle variazioni topografiche e morfologiche della conoide e delle interazioni tra eventuali flussi idrici ed assetto urbanistico locale, come ad esempio la presenza di grandi strutture che possono modificare notevolmente la direzione di canalizzazione dei fenomeni di trasporto solido.

È stato recentemente segnalato, infine, un fenomeno di tipo colata detritica lungo l'asta torrentizia di un tributario del T. Grigna all'altezza della località Passo del Lupo, avvenuto in conseguenza delle prolungate e intense precipitazioni verificatesi durante l'autunno 2010; in ogni modo il dissesto si localizza in un ambito montano esterno all'urbanizzato e non direttamente connesso ad altre infrastrutture. A seguito di tale fenomeno si è formato un conoide di materiale detritico grossolano, accumulatosi in corrispondenza della rottura di pendenza lungo la sede della pista di collegamento con Ballabio, che successivamente è stato inciso dalle acque torrentizie.

5.4 Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

Sono state rilevate delle aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche legate alla natura litologica dei sedimenti di tipo limo-argilloso o di origine antropica e alle caratteristiche tessiturali.

- *Aree prevalentemente limoso-argillose con limitata capacità portante.*

Nel territorio comunale sono state individuate, sulla base dei dati stratigrafici a disposizione, aree pianeggianti o debolmente acclivi con depositi di origine glacio-lacustre, costituiti da limi argillosi dalle scadenti caratteristiche geotecniche. In particolare, situazioni di pericolo sono state rilevate in località Rivabella, Maggianico, Porto Caviate e alla foce del torrente Ciff.

- *Aree con riporti di materiale e aree colmate*

Sono state evidenziate zone interessate in passato da riporto di materiale a caratteristiche disomogenee e pertanto con grado di addensamento variabile.

Si tratta di depositi derivanti da attività umane, quali discariche, cave e bonifiche storiche, che hanno prodotto l'accumulo di depositi di rifiuti, di materiale inerte e di riporti.

- *Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali*

Le aree di conoide alluvionale si caratterizzano per differenti tipologie di tessiture e strutture sedimentarie, le quali variano in funzione dei meccanismi di trasporto e deposito.

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

Nella Carta di sintesi sono riportati gli interventi e le opere di difesa idrogeologica effettuati sul territorio per proteggere le strutture e la popolazione a valle di pendii rocciosi a rischio di frana, collocati in modo da frenare i blocchi in movimento ed evitare che questi raggiungano le strutture sottostanti. In particolare nel presente elaborato sono state individuate le seguenti opere di difesa.

- *Reti paramassi*

In località S. Martino, a valle della zona a elevata pericolosità idrogeologica è stata costruita negli anni ottanta una serie di argini paramassi a difesa dei nuclei urbani sottostanti. Le zone maggiormente interessate da tali interventi comprendono le località Le Caviate, La Cava, Rancio Superiore, Laorca, Malavedo, Ronco, Brogno e la cima del Corno Medale.

Inoltre, si hanno reti protettive in corrispondenza dei dissesti individuati nelle località Laorca – ponte della Gallina (A9) e via Paolo VI (A11), Rocca dell'Innominato (G4) e Chiuso (G5 e G6).

- *Valli paramassi*

Opere di protezione passive presenti nella zona a elevata pericolosità idrogeologica del S. Martino (zona Pradello-Caviate, zona Santo Stefano) e nella zona di Chiuso, a nord dell'ex cava Rovelli (G5).

- *Reti in aderenza e chiodature*

Sono interventi realizzati su pareti rocciose soggette a fenomeni di caduta massi. In particolare, oltre a quelle della zona del San Martino, sono state cartografate quelle in corrispondenza dei dissesti di Laorca – ponte della Gallina (A9), Pomedo (A12), Bonacina (B6), Rocca dell'Innominato (G4), Chiuso (G5 e G6) e Belledo (H4).

6.0 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA A QUELLA DEL PAI

Il comune di Lecco, pur avendo già provveduto all'adeguamento del proprio quadro del dissesto con attestazione di esonero, intende proporre degli aggiornamenti dell'Elaborato 2 del PAI, attualmente presente nel SIT della Regione Lombardia.

In osservanza alla normativa regionale, è stata redatta la Carta del Dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (in scala 1:10.000) che riporta sia le perimetrazioni PAI esistenti, sia nuove situazioni riscontrate con il presente Studio (presenti anche sulla Tavola 2 – Carta dei vincoli).

I dissesti inseriti in tale elaborato cartografico sono stati opportunamente selezionati dal quadro complessivo di sintesi e dovranno essere sottoposti all'approvazione della competente struttura regionale.

Per tutti i dissesti proposti, esistono studi di dettaglio realizzati secondo le metodologie di cui agli Allegati 2 (Parte II), 3 e 4. In particolare, l'attribuzione delle classi di pericolosità è stata desunta sia dalle relazioni dello *“Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco”* (Studio Geologico Tecnico Lecchese - gennaio 2000) sia da quelle dei sopralluoghi effettuati dallo Studio Associato InGeo per conto della Protezione Civile. Tali studi sono stati condotti nel 2000, nel 2003, nel 2005, nel 2008 e nel 2011 secondo le *“Procedure di dettaglio per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana”* e analizzano le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e le dinamiche di instabilità al fine di definire il grado di pericolosità e conseguentemente di rischio per le strutture urbane potenzialmente coinvolgibili da una eventuale riattivazione dei fenomeni.

Nella carta si evidenziano siti esposti a rischio di frana (Fa, Fq, Fs), a esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio (Em, Eb), a trasporto di massa sui conoidi (Cn) e a valanghe (Vm), così descritti secondo le seguenti voci della legenda PAI.

FRANE

- Aree di frana attiva (Fa): riguarda aree soggette a crolli di massi dalle pareti rocciose del territorio montano e alcuni fenomeni di scivolamento il cui stato può definirsi attivo.
- Aree di frana quiescente (Fq): comprende tutte le diffuse aree potenzialmente in crollo.
- Area di frana stabilizzata (Fs): riguarda un'area identificata come frana relitta (loc. Germanedo).

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Aree a pericolosità media o moderata per esondazioni o dissesti morfologici a carattere torrentizio (Em): riguarda delle zone lungo le aste torrentizie interessate o da possibile esondazione o da fenomeni di erosione legati all'azione delle acque correnti superficiali.
- Area a pericolosità elevata per esondazioni o dissesti morfologici a carattere torrentizio (Eb): si individua in località Malpensata, nei pressi della foce del torrente Gerenzone.

TRASPORTO DI MASSA SU CONOIDI

- Aree di conoide non recentemente riattivatisi o completamente protetta da opere di difesa (Cn): comprende le due conoidi coalescenti dei torrenti Gerenzone e Caldane, quelle più a sud dei torrenti Bione e Culigo e quattro zone allo sbocco di ripidi e profondi solchi di erosione torrentizia in cui si è accumulato materiale in occasione di piene.

VALANGHE

- Aree di pericolosità media o moderata (Vm): il pericolo valanghe interessa alcune zone montuose lungo i confini sud-orientali del territorio di Lecco.

7.0 CARTA DI FATTIBILITÀ DELLE AZIONI DI PIANO

7.1 Generalità

La suddivisione del territorio comunale di Lecco in classi di fattibilità geologica è stata attuata attraverso la valutazione incrociata degli elementi contenuti nella carta dei vincoli e di sintesi. La carta di fattibilità costituisce dunque l'elaborato finale del percorso conoscitivo in grado di fornire un quadro analitico e sintetico sullo stato del territorio con lo scopo di favorirne l'utilizzo ottimale, segnalando le problematiche da affrontare allorché si renda necessario modificare la destinazione d'uso di una data area.

Alla luce dei molteplici aspetti che caratterizzano il territorio comunale di Lecco, sono state individuate aree appartenenti a tutte le classi di fattibilità.

Per una corretta lettura della carta di fattibilità vanno tenuti in considerazione i seguenti aspetti:

- nella determinazione delle classi per i vari settori del territorio è stato dato il massimo risalto alle situazioni più delicate cosicché, nel caso di incerta attribuzione fra due classi di fattibilità, si è preferito assegnare la zona in esame alla classe più sfavorevole;
- non sempre è stato possibile definire univocamente i limiti fra le varie classi di fattibilità; pertanto alcune situazioni all'intorno del limite fra due classi vanno considerate con una certa elasticità e valutate come situazioni di passaggio;
- il passaggio da una classe di fattibilità all'altra è sempre graduale con interposizione di fasce di transizione di larghezza dai 20 ai 60 metri;
- un ulteriore controllo è stato fatto valutando la presenza degli elementi antropici del territorio (strade, edifici, muri, ecc.).

7.2 Classi di Fattibilità geologica

Per quanto riguarda i criteri di attribuzione delle Classi di fattibilità geologica si è fatto riferimento alla D.G.R. del 30 novembre 2011 n. 9/2616 che prevede, in una prima fase, l'attribuzione della classe a ciascun poligono definito nella carta di sintesi e nella carta dei vincoli, seguendo le prescrizioni della tabella 1; per le aree in cui sono stati effettuati degli studi di dettaglio per la valutazione della pericolosità, le classi di fattibilità sono state attribuite sulla base della tabella 2.

Rispetto alle classi di ingresso indicate dalla normativa regionale e rispetto alle classi di fattibilità stabilite nel precedente PRG, per alcuni ambiti sono state introdotte delle diminuzioni o degli aumenti del valore della classe di fattibilità, sulla base di valutazioni

quali-quantitative della pericolosità geologica. L'assegnazione della classe di fattibilità ai diversi ambiti di pericolosità analizzati si fonda sia sullo "*Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco*" (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2000) sia sugli scenari di pericolosità forniti dal *Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile* (Schiripo A. e Fumagalli M., aggiornamento 2010) per siti a rischio di frana, alluvione ed esondazione.

Inoltre sono state prese in considerazione e analizzate delle osservazioni pervenute al comune di Lecco che documentano la bassa pericolosità di alcune aree, per le quali si è deciso di inserire dei declassamenti.

L'assegnazione di una classe di fattibilità geologica diversa rispetto a quella indicata nella tabella 1 della D.G.R. del 30 novembre 2011 n. 9/2616, viene di seguito motivata per ogni classe di fattibilità attribuita.

7.2.1 Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni

Aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle "*Norme Tecniche per le Costruzioni*" (NTC08).

Questa classe comprende le aree urbane pianeggianti o sub-pianeggianti con buone caratteristiche geotecniche dei terreni e non interessate da fenomeni di dissesto idrogeologico.

7.2.2 Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Si tratta di aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi, senza l'esecuzione di opere di difesa.

In questa classe rientra tutta la porzione di territorio compresa tra la fascia perilacuale ad Ovest ed il limite della classe 1 a Est, estesa dalla zona di Porto Caviate a Nord fino ai confini meridionali di Lecco, includendo anche l'Isola Viscontea presente nel tratto del fiume Adda; inoltre la classe 2 comprende le porzioni di territorio caratterizzate da pendenze poco rilevanti (10-20° circa) e soggette a un modesto grado di vulnerabilità geologica e idrogeologica.

In classe 2 sono state inserite anche delle fasce di transizione di 20 m al passaggio tra le fasce fluviali in classe 4 e il territorio urbano in classe 1.

Per le zone di conoide dei torrenti Culigo, Bione, Gerenzone e Caldane, individuate come *“Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito”*, per le *“Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali”*, per le *“Aree prevalentemente limoso-argillose con limitata capacità portante”* e per alcune *“Aree con riporti di materiale”* è stata assegnata una classe 2 di fattibilità geologica (anziché 3, come indicato in tabella 1 della D.G.R. 9/2616 del 2011).

Le aree con scadenti caratteristiche geotecniche (*Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali, Aree prevalentemente limoso-argillose con limitata capacità portante, Aree con riporti di materiale e aree colmate*) non mostrano particolari problematiche legate a eventuali processi evolutivi, trattandosi di aree urbanizzate da diversi decenni, in cui è già avvenuta l'edificazione e/o la trasformazione dei suoli. Tuttavia, allo scopo di indagare tutte le problematiche che possono insorgere alla presenza di litologie di colmata con basse proprietà geotecniche, le Norme geologiche di Piano riportano delle specifiche prescrizioni (paragrafo 2.2.3 delle Norme) che prevedono opportune indagini geognostiche e geotecniche, finalizzate a valutare l'omogeneità e la tendenza a produrre cedimenti differenziali da parte dei terreni di appoggio dei piani fondali, a determinare lo spessore delle coperture e a verificare le condizioni predisponenti la liquefacibilità dei terreni presenti.

Nelle aree potenzialmente interessate da flussi di detrito, completamente antropizzate, è stata riscontrata una bassa pericolosità per il verificarsi di fenomeni di esondazione e di deposizione di colate detritico-fangose da parte dei torrenti interessati, in riferimento alle caratteristiche geomorfologiche dei conoidi e alle opere di regimazione presenti. L'utilizzo a scopi edificatori o la modifica della destinazione d'uso delle zone di conoide è comunque subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine, al fine di acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area e del suo intorno, così come riportato nelle Norme geologiche di Piano (paragrafo 2.2.3 delle Norme).

7.2.3 Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

Aree in cui sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso relativamente alle condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Gli ambiti di pertinenza della classe 3 riguardano le zone pedemontane a pendenza medio-elevata (20-35° circa), gli ambiti urbani lungo la valle del fiume Gerenzone (Pradello, Caviate, Santo Stefano, Rancio inferiore e superiore, Malavedo, Laorca) posti a sud dell'area ad elevata pericolosità idrogeologica del Monte S. Martino, le *“aree estrattive*

dismesse e non recuperate", le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico per la presenza di "aree soggette ad esondazioni lacuali", di "aree potenzialmente inondabili" e di "aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di alcuni tratti torrentizi", talune delle "aree con riporti di materiale" dalle scadenti caratteristiche geotecniche e le zone di influenza distale di pareti rocciose potenzialmente soggette a caduta di massi.

- *Aree soggette ad esondazione lacuale*

L'introduzione della classe 3 per le aree soggette ad esondazioni lacuali, così come previsto dalla normativa, è da ricollegare ai precedenti storici che testimoniano episodi di inondazione delle aree perilacuali, conseguenti a livelli eccezionali dei laghi di Lecco e di Garlate, in periodi particolarmente piovosi. La pericolosità è tuttavia moderata per la gradualità con cui si manifesta tale fenomeno (oltre le 24-48 ore).

- *Aree potenzialmente inondabili*

AE3, ponte di via Belvedere - Via Nino Bixio

Lo scenario di rischio esondazione del torrente Gerenzone, contenuto nel Piano di Emergenza Comunale, si sviluppa lungo la parte terminale dell'alveo del torrente e fornisce la delimitazione di aree caratterizzate da diversi tiranti idrici possibili. Nell'ambito dell'alveo torrentizio e in parte della zona residenziale del Lungo Lario Cadorna, si stima un'altezza dell'acqua compresa tra 0,5 e 2,0 metri per cui si assegna una classe di fattibilità 4, mentre le rimanenti aree esondabili sono inserite nella classe di fattibilità 3 in quanto le osservazioni evidenziano tiranti idrici inferiori ai 50 cm di altezza e non sussistono particolari problemi di incolumità per i residenti nelle aree di pericolo.

AE8, Parcheggio Centro Sportivo Bione

Lo scenario di rischio esondazione del torrente Bione, contenuto nel Piano di Emergenza Comunale, si sviluppa nell'area di parcheggio autoveicoli del Centro Sportivo del Bione, nel Rione di Pescarenico. La delimitazione dell'area potenzialmente esondabile è totalmente ricompresa nella zona adibita a parcheggio pubblico (in sinistra idrografica del torrente) e nell'area verde (in destra idrografica) e la presenza di rilevati stradali sul perimetro esterno dell'area esondabile consente di circoscrivere l'area di possibile impatto. Si evidenzia un rischio basso o nullo che giustifica l'assegnazione della classe di fattibilità 3.

AE9, Via ai Molini – Cascata del Culigo

Lo scenario di rischio esondazione del torrente Culigo del Piano di Emergenza Comunale si sviluppa in un'area urbana in località Chiuso, in corrispondenza della Via ai Molini lungo l'alveo del torrente Culigo. L'aumento della portata del torrente si manifesta normalmente a seguito di piogge persistenti e copiose con durate di almeno 48-72 ore e per precipitazioni di oltre 80 mm in 24 ore. Nell'ambito dell'alveo del torrente, dove si

stima un'altezza dell'acqua compresa tra 0,5 e 2,0 metri, per l'alta pericolosità del fenomeno, si assegna una classe di fattibilità 4. Nelle rimanenti aree esondabili al di fuori dell'alveo, le osservazioni evidenziano tiranti idrici che non superano i 50 cm di altezza e non sussistono particolari problemi di incolumità per i residenti nelle aree di pericolo; ciò giustifica l'assegnazione della classe di fattibilità 3.

- *Aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di conoidi pedemontani di raccordo collina-pianura*

Per le tre zone in cui si segnalano ripidi e profondi solchi di erosione che scaricano materiale in occasione di piene nei sottostanti tratti urbani dei torrenti (individuate con le sigle AF1, AF2 e AF3) è stata assegnata la classe di fattibilità 4 nell'ambito dell'alveo del torrente e della relativa fascia di rispetto, mentre le rimanenti aree al di fuori delle fasce di rispetto vengono inserite in classe di fattibilità 3, così come previsto dalla normativa.

- *Aree con riporti di materiale e aree colmate*

Inserite in classe di fattibilità 3 ad esclusione di quelle di cui già discusso in classe 2.

- *Aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia frantumata*

Le aree di influenza delle zone potenzialmente soggette a crollo, sono state inserite parzialmente in classe 3 di fattibilità geologica, in base al grado di pericolosità basso (H2) desunto sia dallo "Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco", eseguito dallo Studio Geologico Tecnico Lecchese, sia dalle relazioni dei sopralluoghi effettuati dallo Studio Associato InGeo per conto della Protezione Civile, a costituire gli scenari del Piano di Emergenza Comunale (PEC, 2010).

Inoltre sono state prese in considerazione e analizzate delle osservazioni pervenute al comune di Lecco che documentano la bassa pericolosità di alcune aree declassate e inserite in classe 3.

Di seguito si espone e si motiva la classe di fattibilità attribuita a ciascun sito a pericolosità potenziale per crolli.

Malevedo, Laorca – zona cimitero, ponte della Gallina e zona via Paolo VI (A10, A6, A9 e A11)

Per tali località, tutta l'area coinvolta nel dissesto è stata inserita in classe 4.

Pomedeo – SP62 (A12)

Per la porzione a pericolosità bassa (H2) è stata mantenuta la classe di fattibilità 3 mentre è stata introdotta la classe di fattibilità 4 per tutta l'area sorgente di crollo a pericolosità media (H3) e alta (H4).

Bonacina (B6)

Alla luce dei recenti dissesti verificatisi con distacco di porzioni rocciose di varia volumetria dal versante in oggetto, la classe di fattibilità 4 è stata estesa e si è ritenuto opportuno introdurre una fascia di rispetto di 20 metri in classe di fattibilità 3.

Monte Melma (B7)

Sulla base di analisi e studi condotti nell'ambito di sopralluoghi per la verifica dello stato del territorio, si inserisce la classe di fattibilità 3 per la porzione a pericolosità bassa (H2) e la classe di fattibilità 4 per tutta l'area sorgente di crollo a pericolosità media (H3) e alta (H4).

Località Versasio – Piani d'Erna (D10)

A monte del nucleo abitato di Versasio, per la definizione del limite tra le classi di fattibilità 3 e 4, è stato valutato in prima analisi lo scenario di pericolosità del Piano di Emergenza Comunale che identifica delle aree a pericolosità alta (H4) e media (H3) inserite in classe 4 e un'area a pericolosità bassa (H2) per la quale è stata assegnata una classe di fattibilità 3. In seguito, è stata analizzata una relazione geologica e geotecnica pervenuta presso il comune di Lecco che propone una riduzione dell'area ad alta pericolosità. Trattandosi di uno studio supportato da dati storici e valutazioni analitiche del fenomeno di caduta massi, la classe 4 è stata ridotta alla sola area con presenza di massi.

Monte Magnodeno (F6)

È stata introdotta la classe di fattibilità 4 per tutta l'area in dissesto.

Camposecco (G1)

Per le porzioni a pericolosità bassa (H2) è stata mantenuta la classe di fattibilità 3 mentre per tutta l'area sorgente di crollo a pericolosità media (H3) e alta (H4) è stata confermata la classe 4.

Monte Mudarga versante Ovest (G2/G3)

Per tutta la porzione a pericolosità bassa (H2) è stata introdotta la classe di fattibilità 3 mentre per l'area sorgente di crollo a pericolosità media (H3) e alta (H4) è stata mantenuta la classe 4.

Rocca Innominato (G4)

È stato confermato il confine esistente tra la classe di fattibilità 3 per le porzioni a bassa pericolosità (H2) e la classe 4 per le restanti parti a pericolosità media (H3) e alta (H4).

Chiuso (G5)

Poiché sono stati eseguiti dei lavori di consolidamento e bonifica in corrispondenza dell'area dell'ex cava Rovelli, che hanno riguardato l'eliminazione delle porzioni pericolanti

di roccia e la realizzazione di una gradonatura dell'intero fronte di cava con l'inserimento di reti metalliche paramassi, si ammette una diminuzione delle pericolosità per il sottostante piazzale di cava per il quale si introduce la classe di fattibilità 3 mentre resta in classe 4 tutta la parete sub-verticale.

Neguggio (H3)

In corrispondenza del versante che digrada dalla località Roccolo verso Neguggio a sud-est e verso l'abitato di Germanedo a nord-est, la perimetrazione della classe di fattibilità 4 per la zona ad alta pericolosità (H4) desunta dallo *"Studio geologico sugli affioramenti rocciosi e sui movimenti franosi presenti all'interno ed all'esterno del perimetro edificato nella fascia pedemontana del territorio comunale di Lecco"* (Studio Geologico Tecnico Lecchese, 2000) è stata modificata e ridotta sulla base di una osservazione pervenuta in Comune, che con documentati studi geologici di dettaglio ne propone la riduzione. Le restanti porzioni del dissesto individuato a minore pericolosità vengono inserite in classe di fattibilità 3.

Belledo (H4)

Sono state confermate le classi di fattibilità preesistenti con ampliamento verso valle della classe di fattibilità 3, a comprendere tutta la zona di influenza del dissesto.

Germanedo (H5/H6)

Nel quartiere di Germanedo, il versante retrostante Via Montessori, è stato mantenuto in classe 3 ad eccezione di una piccola porzione interessata da uno scivolamento traslativo attivo. Per il settore corrispondente al coronamento della paleofrana e per tutto il versante della Valle del Torrente Borra, è stata invece estesa la classe 4 dal momento che qui si localizzano i fronti rocciosi più acclivi e pericolosi.

Campo dei Buoi

In sponda idrografica destra e sinistra del torrente Bione, nei pressi del nucleo abitato di Campo dei Buoi, le aree sede di potenziali distacchi di blocchi e a pendenze elevate sono state inserite in classe 4, mentre per tutta l'area di influenza si conferma una classe 3 di fattibilità geologica.

- *Aree estrattive attive o dismesse non ancora recuperate*

Gli ambiti estrattivi e di sfruttamento contenuti nel *Nuovo Piano delle Attività Estrattive della Provincia di Lecco*, ai sensi dell'art. 8 L.R. 8/8/1988 n. 14, approvato dalla Regione Lombardia con deliberazione del Consiglio Regionale n. VII/262 del 26/06/2001 sono stati compresi integralmente in classe di fattibilità 3.

Ricadono in classe di fattibilità 3 (e in parte in classe 4 per l'elevata acclività) anche due aree di frana, tra il monte Resegone ad est e i Piani d'Erna ad ovest (presso Piano Fieno), definite come *Aree di frana stabilizzata (Fs)* all'interno del P.A.I. (*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*).

7.2.4 Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

Aree con gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, a causa dell'alta pericolosità/vulnerabilità dei fenomeni di dissesto in atto. All'interno di queste aree deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo ed antropico. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Rientrano in classe di fattibilità 4: le “*fasce di rispetto*” del reticolo idrografico principale e minore, le “*aree di tutela assoluta delle captazioni ad uso idropotabile*”, le “*aree di frana attiva (Fa)*” del P.A.I., “*l'area a rischio idrogeologico molto elevato*” (S. Martino, 060-LO-LC) contenuta nel Piano Straordinario (PS 267), i “*geositi*”, le “*aree interessate da frane attive e quiescenti*”, le “*aree soggette a crolli di massi*”, le “*aree a pericolosità potenziale per crolli a causa della presenza di pareti in roccia fratturata*” a pericolosità media, alta e elevata (H3-H4-H5), le “*aree potenzialmente inondabili*” a pericolosità molto alta e le “*aree interessate da valanghe già avvenute e aree a probabile localizzazione di valanghe potenziali*”.

Nella definizione delle classi di fattibilità nelle zone esterne agli ambiti di pericolosità e vulnerabilità della Carta di Sintesi e per meglio individuare le aree con gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e agricoli per la presenza di affioramenti rocciosi ad elevate acclività, a partire dal database topografico e con l'ausilio del software GIS, è stato elaborato un *Modello Digitale del Terreno (DTM)* esteso a tutta l'area di indagine. Dal DTM è stato a sua volta elaborato il modello digitale delle pendenze (α) costituito da una griglia (*grid*) di 5x5 metri con valori di pendenza della superficie topografica, calcolati in base alla massima differenza di quota misurata in ogni cella rispetto a quelle vicine. In ultimo, si è proceduto ad una tematizzazione del modello delle acclività distinguendo in particolare le seguenti quattro classi:

- classe 1: $\alpha < 10^\circ$

- classe 2: $10^\circ < \alpha < 20^\circ$
- classe 3: $20^\circ < \alpha < 35^\circ$
- classe 4: $\alpha > 35^\circ$

Questa classificazione è stata utilizzata con una certa elasticità e senso critico, vista anche la scala utilizzata (1:5.000).

In figura 7.1 è riportato il DTM utilizzato per il calcolo delle pendenze, in formato raster mentre in figura 7.2 si può avere un'immagine delle classi di pendenza.

Le aree con $\alpha > 35^\circ$ sono indicate nella carta di sintesi con la definizione di “*versanti in roccia con pendenza superiore a 35°*” e nella carta della fattibilità sono inserite per la maggior parte in classe 4.

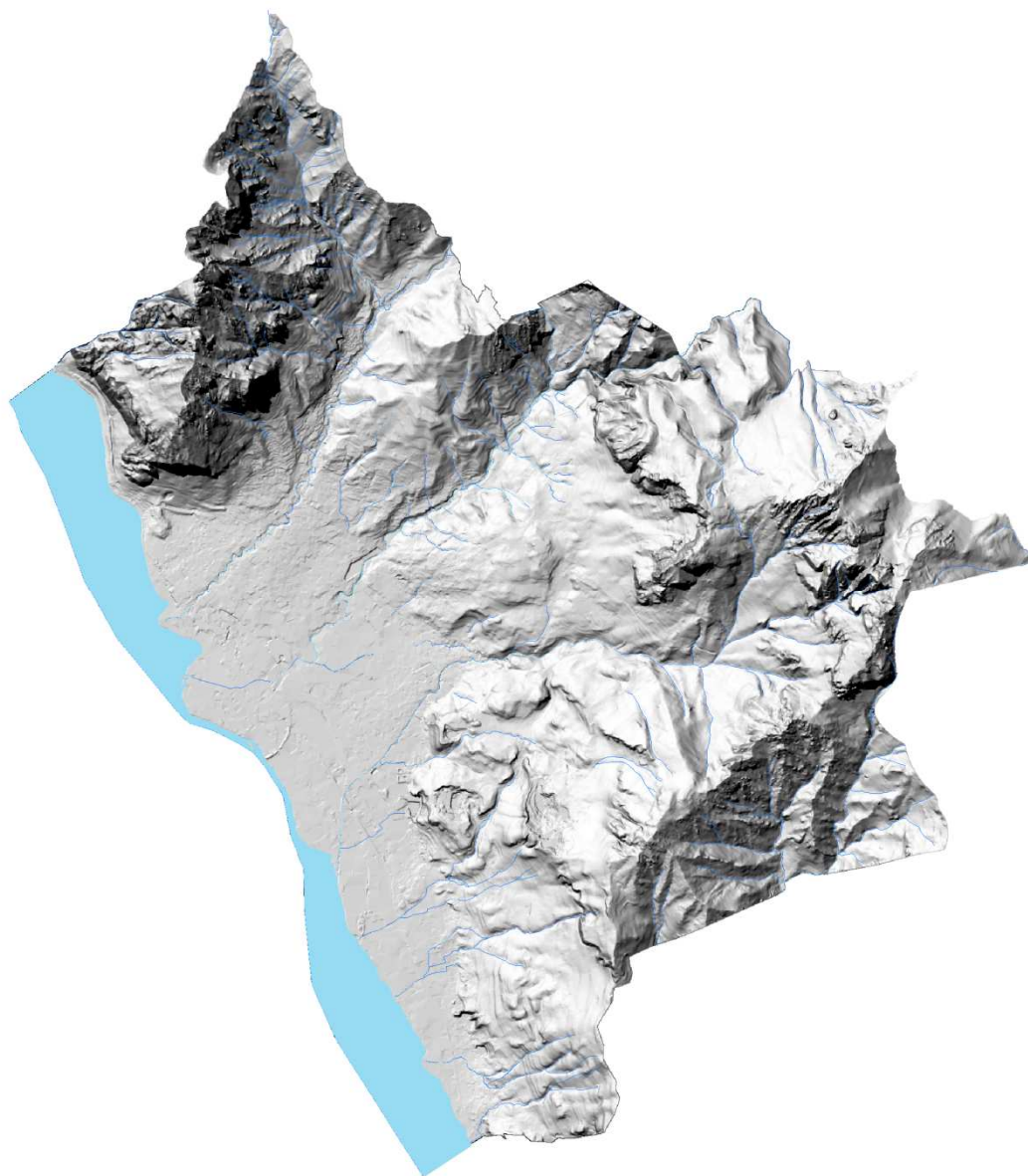


Figura 7.1 – D.T.M. in scala di grigi.

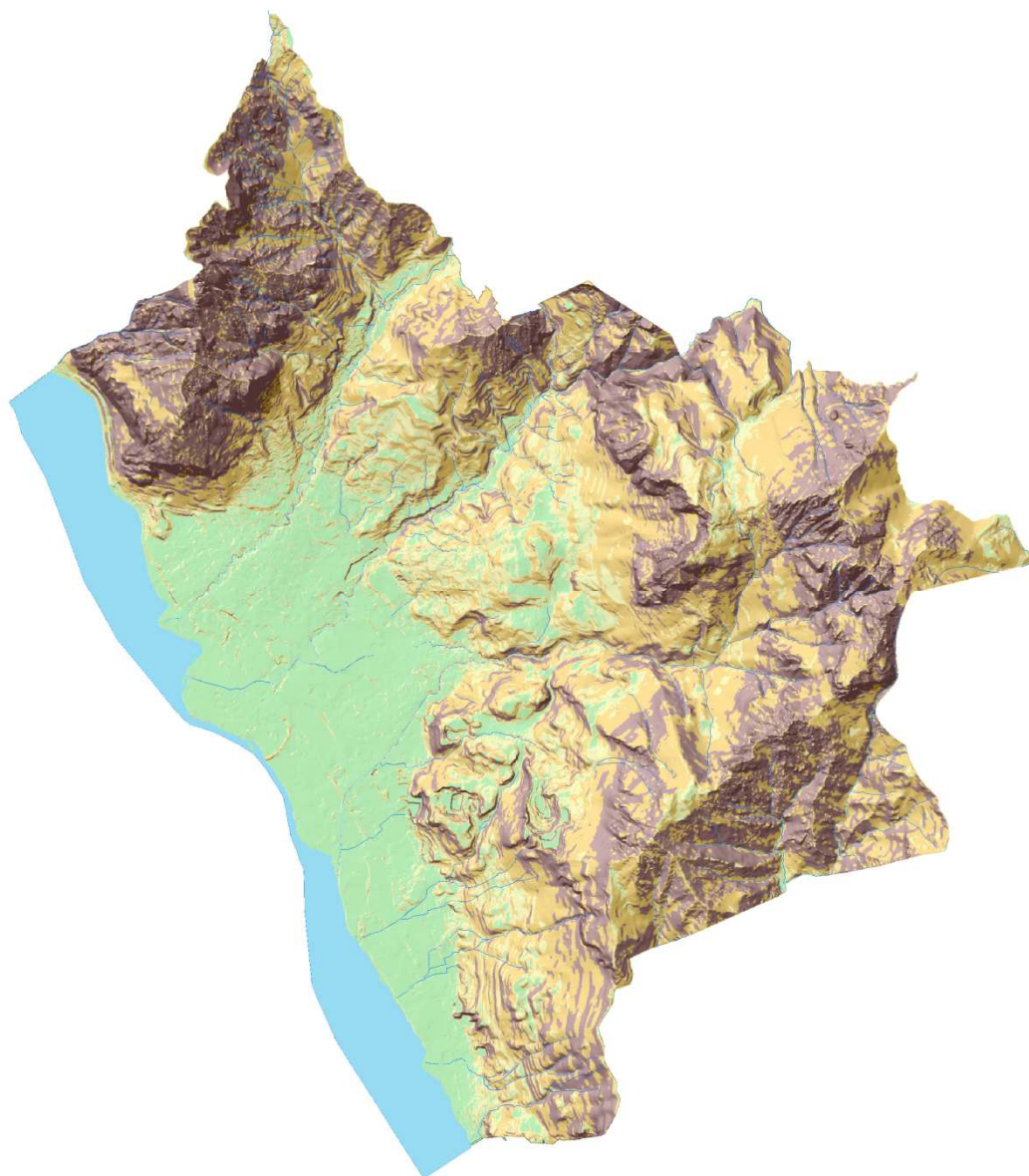


Figura 7.2 – Tematizzazione del Modello digitale delle pendenze nella classe 1 (in verde), classe 2 (in giallo), classe 3 (in marrone chiaro) e classe 4 (in marrone scuro).

Alle classi di fattibilità individuate sono state sovrapposte, attraverso apposito tratteggio, le aree soggette ad amplificazione sismica desunte dalla Carta di pericolosità sismica locale, per le quali è previsto il II livello di approfondimento per edifici strategici e rilevanti di nuova previsione, cioè le zone a PSL Z3 e Z4.

Pertanto, qualsiasi trasformazione d'uso del territorio legata alla realizzazione di edifici strategici e rilevanti in ambiti di Pericolosità sismica locale Z3 e Z4 dovrà essere preventivamente accompagnata da una valutazione della pericolosità sismica locale, secondo quanto riportato nell'allegato 5 della D.G.R. 9/2616, attraverso l'attuazione del 2° livello di approfondimento specificamente sul sito in oggetto mediante la realizzazione di

apposite indagini geofisiche per la misura diretta dei valori di Vs (Down-hole, MASW, ReMi).

Qualora risulti che il fattore Fa di sito sia maggiore di quello di soglia, in fase di presentazione degli elaborati progettuali si dovrà allegare apposita relazione che definisca l'azione sismica di progetto secondo le procedure del III livello di approfondimento dello studio sismico, che dovrà essere recepita nei calcoli e nelle progettazioni strutturali.

Sulla Carta di Fattibilità delle azioni di piano sono state individuate anche le perimetrazioni di tutte le aree soggette a vincoli sovracomunali, con sigla identificativa della legenda PAI e con contorno di diverso colore secondo la categoria, a segnalare che per esse bisogna far riferimento a normative nazionali o regionali, prevalenti su quelle della classe di fattibilità assegnata nel presente studio. Infine, si precisa che sullo stesso elaborato cartografico sono stati inseriti i perimetri delle aree di tutela assoluta e di rispetto delle sorgenti e dei pozzi ad uso idropotabile poiché, indipendentemente dalla classe di fattibilità derivante dalle caratteristiche geologiche presenti, su tali aree si applica una specifica normativa.

Pretoro, 11 novembre 2013



geol. Camillo Giamberardino

Allegato 1 – Norme Geologiche di Piano

Allegato 2 – Schede per il censimento dei pozzi e delle sorgenti

ELENCO DELLE TAVOLE ALLEGATE

- 1) Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000);
- 2) Carta dei vincoli geologici (scala 1:5.000);
- 3) Carta di sintesi (scala 1:5.000);
- 4) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:5.000);
- 5) Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano (scala 1:10.000);
- 6) Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI (scala 1:10.000).