

STUDIO GEOLOGICO BONINSEGGNI E LAVENI ASSOCIATI
via Galeno, 17 - 20033 Desio (MI) - Tel. 0362/303925 - e-mail: boninsegni.laveni@libero.it



COMUNE DI LAINO

DENOMINAZIONE DELL'OPERA:

STUDIO DELLA COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE DI LAINO (PROVINCIA DI COMO)

art.57 della L.R. n.12 dell'11 marzo 2005 per il Piano di Governo del Territorio
D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008 e D.M. 14 gennaio 2008

COMMITTENTE:

Comune di Laino - via XX Settembre, 5 - 22020 Laino (CO)

DATA

MARZO 2010

OGGETTO:

RELAZIONE TECNICA

FIRMA DEI COMMITTENTI:

FIRMA DEI PROGETTISTI:

SOMMARIO

PREMESSA	5
Supporto cartografico utilizzato	6
Metodologia di indagine e aspetti generali relativi alla redazione degli elaborati cartografici	6
Fonti bibliografiche	7
FASE DI ANALISI	8
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
2. RETE IDROGRAFICA	10
2.1 Struttura del reticolo idrografico	10
2.2 Classificazione del reticolo idrografico	11
3. ELEMENTI CLIMATOLOGICI	13
3.1 Caratteristiche termometriche	13
3.2 Caratteristiche pluviometriche	14
3.3 Idrologia: piogge intense	15
4. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI	17
4.1 Caratteri geologico strutturali dell'area	20
5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI	21
5.1 Elementi di dinamica morfologica	22
6. CARATTERI LITOLOGICI DI DETTAGLIO	31
6.1 Depositi superficiali	31
6.2 Substrato roccioso	33
7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E GEOMECCANICHE INDICATIVE	34
7.1 Depositi quaternari	34
7.2 Substrato roccioso	34
8. ACCLIVITA' DEI VERSANTI	36
9. CARATTERI IDROGEOLOGICI	38
9.1 Permeabilità delle unità affioranti	38
9.2 Approvvigionamento per scopo acquedottistico e tipologia delle sorgenti captate	40
9.2.1 <i>Classificazione delle sorgenti</i>	41
9.3 Stato qualitativo delle acque di sorgente	44
10. RISCHIO SISMICO	45
10.1 Risposta sismica locale	45
10.1.1 <i>Effetti di sito o di amplificazione sismica locale</i>	46
10.1.2 <i>Effetti di instabilità</i>	46

10.2 Analisi della sismicità del territorio comunale	47
10.3 Carta della Pericolosità sismica locale: analisi di I° livello	49
FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE	52
11. VINCOLI TERRITORIALI ESISTENTI	52
11.1 Vincolo idrogeologico	52
11.2 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile	52
11.2.1 <i>Zone di salvaguardia del territorio comunale</i>	53
11.3 Vincoli idraulici di difesa del suolo: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata)	54
11.4 Vincoli idraulici di difesa del suolo: Reticolo idrografico minore (D.G.R. n.7/13950 del 1 Agosto 2003)	54
12. CARTA DI SINTESI	56
12.1 Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	56
12.1.1 <i>Aree di frana attiva, quiescente e relitta o stabilizzata</i>	56
12.1.2 <i>Aree a potenziale innesco di scivolamenti della copertura superficiale per condizioni di equilibrio limite e aree a pericolosità potenziale per crolli di singoli blocchi di roccia</i>	56
12.1.3 <i>Aree in erosione accelerata per azione delle acque battenti per ruscellamento in depositi superficiali</i>	57
12.1.4 <i>Aree pericolose per innesco di fenomeni di trasporto in massa</i>	57
12.1.5 <i>Venute d'acqua</i>	57
12.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico	57
12.2.1 <i>Aree con emergenze idriche</i>	57
12.2.2 <i>Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi</i>	58
12.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	58
12.3.1 <i>Tratti di corso d'acqua interressati da fenomeni di erosione d'alveo e di sponda e/o da trasporto solido</i>	58
12.4 Aree con caratteristiche geotecniche scadenti e/o di variabilità litologica	59
12.4.1 <i>Aree con possibili fenomeni di ristagno</i>	59
12.5 Produttori reali e potenziali di inquinamento	59
FASE DI PROPOSTA	60
13. CARTA DELLA FATTIBILITÀ E DELLE AZIONI DI PIANO	60
13.1 Definizione delle classi di fattibilità	60
13.2 Classi di fattibilità geologica	61
13.3 Accorgimenti in fase esecutiva per tutti gli interventi urbanistici	66

RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA: AGGIORNAMENTO**ALL'ELABORATO 2 DEL P.A.I.**

67

14. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO

67

FIGURE*Figura 1.1* - Inquadramento territoriale*Figura 1.2* - Inquadramento territoriale da stralcio fotogrammetria aerea*Figura 3.1* - Temperatura media mensile, stazione di Porlezza*Figura 3.2* - Precipitazioni medie mensili, stazione di Lanzo d'Intelvi*Figura 5.1* - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici: determinazione delle aree in dissesto*Figura 5.2* - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici: determinazione delle aree in dissesto*Figura 9.1* - Tipologia gruppo di sorgenti Brai, ex Brai, Toaggia (da Civita)*Figura 9.2* - Tipologia sorgente Ponte di Ponna (da Civita)*Figura 9.3* - Tipologia sorgente Il Castello*Figura 10.3* - Tipologia della sorgente: per soglia di permeabilità sottoposta (da Civita)*Figura 10.4* - Tipologia della sorgente: per limite di permeabilità indefinito (da Civita)**TABELLE***Tabella 3.1* - Parametri "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica*Tabella 9.1* - Classi di permeabilità*Tabella 9.2* - Classificazione delle sorgenti normali (da Meinzer)*Tabella 9.3* - Classificazione geologico-strutturale delle sorgenti (da Civita)*Tabella 10.1* - Scenari di pericolosità sismica locale**TAVOLE***Tavola 1* - Fase di analisi: Carta idrografica, idrologica, della rete fognaria, acquedottistica e delle opere idrauliche (scala 1:5.000)*Tavola 2* - Fase di analisi: Carta geologica: unità tradizionali (scala 1:5.000)*Tavola 3* - Fase di analisi: Carta geomorfologica e del dissesto (scala 1:5.000)*Tavola 4* - Fase di analisi: Carta litologica (scala 1:5.000)*Tavola 5* - Fase di analisi: Carta dell'acclività (scala 1:5.000)*Tavola 6* - Fase di analisi: Carta idrogeologica e della permeabilità (scala 1:5.000)*Tavola 7* - Fase di analisi: Carta della pericolosità sismica locale (scala 1:5.000)*Tavola 8* - Fase di sintesi/valutazione: Carta dei vincoli (scala 1:5.000)*Tavola 9* - Fase di sintesi/valutazione: Carta di sintesi (scala 1:5.000)

Tavola 10A - Fase di proposta: Carta di fattibilità delle azioni di piano – settore occidentale (scala 1:2.000)

Tavola 10B - Fase di proposta: Carta di fattibilità delle azioni di piano – settore centrale (scala 1:2.000)

Tavola 10C - Fase di proposta: Carta di fattibilità delle azioni di piano – settore orientale (scala 1:2.000)

Tavola 11 – Fase di proposta: Carta di fattibilità delle azioni di piano (scala 1:10.000)

Tavola 12 – Aggiornamento all'elaborato 2 del P.A.I.: Carta del dissesto con legenda uniformata P.A.I. (scala 1:5.000)

ALLEGATI

Allegato 5 - Schede riconoscimento Scenario PSL Z3b e schede litologiche Scenari PSL Z4

Allegato 6 - Scheda per il censimento delle frane attive, quiescenti e relitte

Allegato 10 - Schede censimento sorgenti acquedotto comunale

PREMESSA

Con Determinazione n.106 del 18 Giugno 2009 il Comune di Laino (Provincia di Como) ha affidato allo Studio Geologico Boninsegni e Laveni Associati l'incarico per l'elaborazione dello studio della componente geologica del territorio comunale.

Lo studio è stato redatto ai sensi della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, 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 della L.R. 11 marzo 2005, n.12*”, approvati con D.G.R. n.8/1566 del 22 dicembre 2005.

Nello specifico la deliberazione fornisce le metodologie per l'individuazione delle aree a pericolosità idrogeologica, la definizione delle aree a vulnerabilità idraulica e l'assegnazione delle relative norme d'uso ed introduce linee guida specifiche per la definizione del rischio sismico, in accordo con la nuova classificazione del territorio nazionale.

Come precisato dalla medesima deliberazione, lo studio è stato redatto considerando il D.M. 14 Gennaio 2008, “Norme Tecniche per le Costruzioni”, in vigore dal 1 Luglio 2009, che fornisce indicazioni relativamente all'azione sismica, utile già in fase di pianificazione (microzonazione), ed in accordo con gli strumenti di *pianificazione sovraordinata*, in particolare con il Piano di Assetto Idrogeologico (D.P.C.M. 24 maggio 2001 e successive varianti ed integrazioni).

I criteri ed indirizzi su cui si basa lo studio tecnico redatto stabiliscono un approccio finalizzato alla prevenzione del rischio idrogeologico attraverso una pianificazione territoriale compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e con le condizioni di sismicità alla scala comunale (Legge per il Governo del Territorio).

Stante quanto sopra è opportuno sottolineare che la valenza a carattere sovracomunale prevista dalle precedenti leggi, implica l'adeguamento dei piani urbanistici comunali; in aggiunta è superfluo rimarcare che tali studi non devono intendersi nel modo più assoluto sostitutivi di quelli previsti dal D.M. 14 Gennaio 2008, per la pianificazione attuativa e per la progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva.

In relazione ai citati strumenti di *pianificazione sovraordinata*, si premette che nel Comune di Laino non insistono perimetrazioni delle Fasce Fluviali definite dai Piani Stralcio di Bacino, quali il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali e il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), per le quali vige una precisa normativa a cui le Amministrazioni devono attenersi per definire le attività vietate o soggette a regolamentazione, con differenti gradi di tutela all'interno delle singole fasce individuate.

Tuttavia nell'ambito della cartografia redatta dall'Autorità di Bacino del Po, “Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), 2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto (Foglio 075 Sez.IV - San Fedele Intelvi)”, sono state censite n.2 aree di frana quiescente non perimetrate. Come si dirà nel seguito, la verifica in sito ha permesso di identificare correttamente la tipologia del singolo dissesto e lo stato di attività, aggiornando di conseguenza la cartografia tematica del dissesto proposta nel presente studio.

Allo stato attuale l'Amministrazione Comunale non dispone dello studio del reticolo idrografico; pertanto si è proceduto alla parallela redazione di tale studio, redatto ai sensi della D.G.R. n.7/7868 del 25.01.2002 e della successiva D.G.R. n.7/13950 del 01.08.2003, con il quale sono stati individuati e codificati i corsi d'acqua in ambito comunale e proposta la delimitazione delle fasce di rispetto del reticolo idrografico, nonché definite le attività da vietare o regolamentare per la futura programmazione urbanistica, espresse in forma di Norme Attuative.

Lo studio geologico in oggetto (SG) e lo studio del reticolo idrografico minore (S.R.I.M.) costituiscono parte integrante del Documento di Piano.

Supporto cartografico utilizzato

Gli elaborati cartografici sono stati restituiti su base topografica georeferenziata della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000 fornita dalla Comunità Montana Lario Intelvese, attualmente supporto cartografico di maggior dettaglio disponibile.

Poiché attualmente il Comune di Laino non dispone di un supporto in formato vettoriale derivato dal rilievo aerofotogrammetrico, al fine di conseguire un maggior dettaglio nella restituzione cartografica altrimenti poco apprezzabile alla scala 1:5.000, relativamente alla sola Fase di Proposta si è proceduto a definire gli ambiti omogenei delle Classi di Fattibilità di Piano individuate, utilizzando il medesimo supporto cartografico ma con restituzione alla scala 1:2.000.

Tutti gli elaborati sono stati forniti su supporto informatizzato in modo che possano essere aggiornati in futuro.

Metodologia di indagine e aspetti generali relativi alla redazione degli elaborati cartografici

La redazione dello studio della componente geologica, idrogeologica e sismica ai sensi della normativa vigente e delle recenti direttive di applicazione, prevede l'elaborazione di una serie di carte tematiche corredate da una relazione geologico-tecnica, integrata da schede censimento descrittive dei principali aspetti territoriali riscontrati.

Per una migliore comprensione degli elaborati prodotti, gli studi sono stati uniformati secondo una modalità di lavoro composta essenzialmente da tre fasi d'indagine distinte: analisi, sintesi/valutazione e proposta.

Durante la fase d'analisi si è proceduto alla predisposizione di cartografie tematiche di base, utilizzando le predette basi cartografiche alla scala 1:5.000.

Questi elaborati contengono il complesso dei dati geologici, idrogeologici, geomorfologici e del dissesto, idrologici, sismici, etc. disponibili per il territorio d'indagine, anche relativi agli strumenti di pianificazione sovraordinata, opportunamente supportati da specifiche osservazioni di campagna.

La fase di sintesi/valutazione deriva dalla valutazione incrociata dei dati acquisiti con la fase di analisi allo scopo di redigere una *carta dei vincoli*, che individua le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di carattere geologico, e una *carta di sintesi* con la quale viene fornito, mediante un unico elaborato, un quadro sintetico dello stato del territorio in funzione della pericolosità geologica, geotecnica e della vulnerabilità idraulica ed idrogeologica (situazioni di criticità).

Tale procedimento consente una chiara e accessibile lettura da parte dei tecnici che collaborano alla pianificazione ed in modo particolare al coordinatore e al progettista dello strumento urbanistico, e permette, alla luce della pericolosità e/o del rischio accertati, di comprendere le vocazioni d'uso del territorio al fine di una corretta utilizzazione del medesimo per gli sviluppi urbanistici.

Anche in tale caso gli elaborati sono stati redatti alla scala 1:5.000.

In conclusione, la fase di proposta si incentra essenzialmente sulla stesura della *carta della fattibilità* che porta alla suddivisione del territorio comunale in più classi di fattibilità geologico-ambientale in funzione della pericolosità. Si tratta di una carta applicativa, redatta alle scale 1:2.000 e 1:10.000.

L'elaborato costituisce lo strumento ultimo per la formulazione delle proposte per le azioni di piano concernenti la componente geologica nell'ambito del Piano di Governo del Territorio.

Fonti bibliografiche

Per la redazione del presente studio è stata consultata la seguente documentazione bibliografica e cartografica:

- "*Relazione geologica a supporto dell'istanza di concessione a derivare acque da sorgenti per uso potabile*" – Studio Trilobite (2008)
- "*Introduzione alla geologia della Provincia di Como*" – Serra F. (2004)
- "*Studio geologico del territorio comunale di Laino a corredo del nuovo P.R.U.G.*" – Co.Geo. (2002)
- "*Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia*" – Regione Lombardia (2002)
- "*Cartografia geoambientale della della Comunità Montana Lario Intelvese*" – relazione illustrativa e cartografia tematica scala 1:10.000 (1992)
- "*Atti del Convegno sulla Geologia Lariana*" - Gaetani M., Piccio A. (1986)
- "*Carta dei dissesti idrogeologici del bacino Lariano*" – Gianotti R., Perotti C.R., Piccio A. – (1986)
- "*Geologia d'Italia*" - Desio A. (1973)
- "*Note geomorfologiche sui monti a occidente del Lario Comasco*" – Nangeroni G. (1969)
- "*Progetto IFFI Inventario frane e dissesti*" - "SIT Sistema Informativo Territoriale Regione Lombardia
- "*Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*" – Delimitazione delle aree in dissesto (Foglio 075 sez.IV, San Fedele Intelvi) - Autorità di Bacino del Po
- "*Carta geologica d'Italia*" – Foglio 33 Como, scala 1:100.000

- "Carta Geomorfologica Regionale" scala 1:50.000 – Regione Lombardia

FASE DI ANALISI

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale di Laino, ubicato nell'alta valle del T. Telo al confine con la Valle Intelvi, occupa una superficie di 6.8 km² e si ubica quasi interamente a ridosso del versante idrografico sinistro del T. Lirene, il cui asse vallivo si sviluppa in senso Est-Ovest dalla sella di Boffalora dove nasce e si identifica come valle dei Rovasci (Comune di Ossuccio), sino all'estremità Sud-Ovest del territorio di Laino (località Castello), laddove subisce una brusca deviazione verso Nord (Figura 1.1).

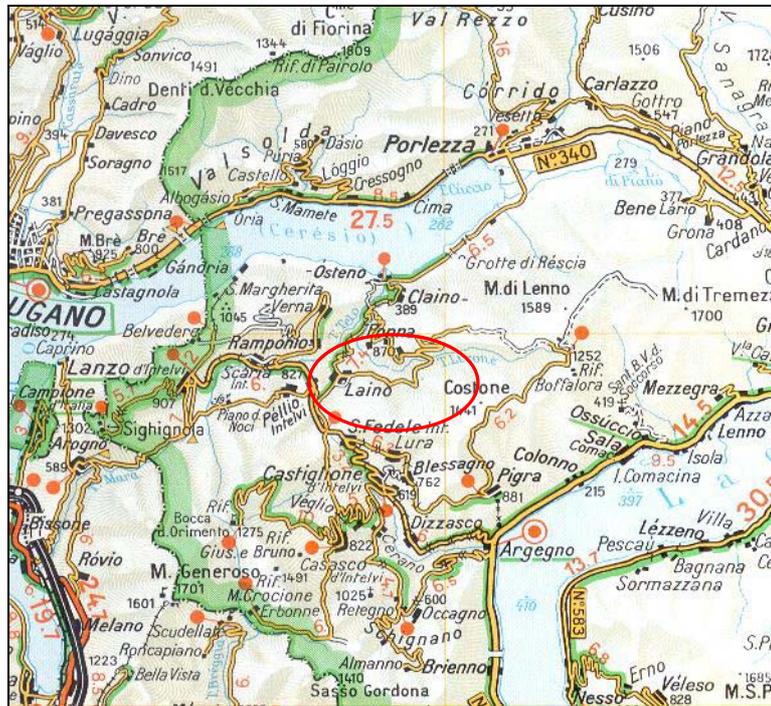


Figura 1.1

L'estremità occidentale del territorio comunale, è invece posta in corrispondenza del versante idrografico destro del T. Telo e, più a valle, del T. Telo di Osteno, corsi d'acqua a decorso Sud-Nord.

Il confine verso Sud è identificato da una linea spartiacque costituita principalmente dal M. Luria e dal Costone di Pigra.

L'agglomerato urbano si posiziona all'estremità occidentale ed insiste su un terrazzo morfologico limitato ad Ovest e Nord dalle suddette incisioni fluviali.

La foto aerea di Figura 1.2 illustra lo sviluppo dell'ambito comunale.

Dal punto di vista geografico il territorio comunale fa parte delle Prealpi Lombarde (Alpi meridionali o sudalpino) la cui struttura e aspetto morfologico derivano dall'azione di modellamento della propaggine glaciale dell'Adda attiva nel Quaternario e, più precisamente, ad opera della lingua secondaria che a partire dal L. di Como si immetteva nell'attuale valle di Menaggio, fino a risalire verso la Valle Intelvi.

Al termine di detta fase il territorio fu soggetto all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione operata dai corsi d'acqua.

Come illustra la *Tavola 1* alla scala 1:5.000 di inquadramento generale, il territorio presso il capoluogo e in corrispondenza di alcuni ripiani modellati dall'azione glaciale, presenta morfologia sub-pianeggiante mentre i versanti manifestano acclività alquanto variabile, da pochi gradi fino a circa 35°. Acclività maggiore riguarda invece le scarpate di raccordo tra versanti e corsi d'acqua principali, nello specifico quelle del T. Telo, del T. Telo di Osteno e del T. Lirone, laddove si hanno pendii prossimi a 40-45°, anche maggiori (> 50°) presso la forra del T. Lirone in località Il Castello, all'estremità nord-occidentale del territorio.

Il medesimo elaborato propone nel dettaglio i caratteri idrografici, idrologici, le reti di approvvigionamento potabile e fognaria ed altri elementi di interesse.

Per quanto concerne l'uso del suolo, all'esterno delle aree urbanizzate l'ambito comunale è contraddistinto dalla presenza di specie vegetazionali arboree sui versanti, quali castagni, abeti, betulle, faggi, e arbustive, mentre le aree a prato risultano perlopiù ubicate sui ripiani morfologici.

L'utilizzazione del territorio montano, rivolta fino ad alcuni decenni orsono essenzialmente ad attività rurali quali fienagione e pascolo, appare attualmente quasi del tutto abbandonata.



Figura 1.2

2. RETE IDROGRAFICA

2.1 Struttura del reticolo idrografico

La morfologia dell'area è il risultato dell'azione di escavazione glaciale avvenuta in epoca quaternaria ad opera del ghiacciaio dell'Adda attraverso una sua lingua secondaria e della successiva sovrapposizione di processi erosivi legati all'azione fluviale e delle acque meteoriche, che hanno condotto all'attuale conformazione fisiografica dell'area.

Nello specifico il ghiacciaio abduano, discendendo dalla Valtellina incise profondamente l'attuale ramo di Como del Lario, con ramificazioni minori che si insinuarono nella valle di Menaggio e nella val d'Intelvi, raccordandosi anche tra loro, risalendo sino all'attuale quota di circa 1200 m s.l.m. e modellando i rilievi esistenti secondo una morfologia tondeggiante.

Successivamente al ritiro delle lingue glaciali si instaurarono processi erosivi che si sono esplicitati con marcate incisioni del profilo topografico (incisioni torrentizie), fenomeni favoriti dal contestuale innalzamento generalizzato della crosta terrestre per implicazioni di carattere isostatico, e con processi di alterazione chimico-fisica superficiale.

La conformazione e lo sviluppo del reticolo idrografico in ambito comunale (*Tavola 1*) è pertanto il risultato di dette implicazioni legate ai processi climatici e all'evoluzione morfologica; tuttavia nel caso in oggetto, particolare importanza rivestono anche i caratteri geologici e tettonico-strutturali, ovvero la serie di lineazioni (faglie e fratture) ad andamento prevalente Nord-Sud e in subordine Ovest-Est che hanno coinvolto i termini del substrato roccioso, in corrispondenza delle quali si sono impostati preferenzialmente i corsi d'acqua.

Ad ampia scala i bacini idrografici manifestano un pattern da angolato a subdendritico; nel primo caso si tratta di un reticolo idrografico che mostra una ramificazione con due direzioni prevalenti ad indicare controllo strutturale conseguente alla presenza di allineamenti di faglie, fratture o discontinuità litologiche. Nel secondo caso si apprezza una direzione preferenziale ad andamento più o meno parallelo di alcuni rami, aspetti che suggeriscono caratteristiche di discreta omogeneità dei terreni/rocce affioranti, una loro permeabilità da media a ridotta e modesta acclività, ma sempre un certo controllo tettonico ad opera di un sistema di fratture più o meno parallele.

Analizzando lo sviluppo del reticolo più nel dettaglio, si evincono due situazioni tipo:

a) corsi d'acqua rettilinei ben incisi e di breve sviluppo lineare (max un centinaio di metri) che si impostano lungo lo sviluppo dell'asta principale del T. Lirone e dei T. Telo e T. Telo di Osteno, a partire dall'orlo del terrazzo morfologico il cui limite si deve all'erosione fluviale instauratasi successivamente allo scioglimento dei ghiacci;

b) corsi d'acqua ad andamento sub-rettilineo essenzialmente affluenti in sinistra idrografica del T. Lirone che, con sviluppo lineare mediamente di 1 km e in alcuni casi anche superiore, si impostano a partire dal versante della dorsale M. Luria-Costone di Pigra e assumono bassa gerarchizzazione; il tratto di monte presenta tuttavia alcune ramificazioni conseguenti all'assetto litologico e soprattutto strutturale dei termini affioranti.

In tale ottica peso notevole riveste il grado di fratturazione del substrato lapideo che, contestualmente all'azione di dissoluzione carsica dei carbonati in superficie, favoriscono l'instaurarsi di condizioni locali di maggior permeabilità lungo le aste idriche e l'infiltrazione nel sottosuolo di parte dei volumi idrici defluenti.

La dinamica idraulica che caratterizza i singoli bacini insistenti in ambito comunale si contraddistingue per essere assai irregolare in quanto si assiste ad una notevole attività durante i periodi di maggiori precipitazioni meteoriche contestualmente ad assenza di deflussi durante buona parte dell'anno. Il regime di portata è quindi a carattere torrentizio, concorde al regime stagionale delle precipitazioni.

In riferimento agli aspetti idrologici, si apprezzano tempi di corrivazione ridotti che, favoriti dall'acclività dei versanti, dalle caratteristiche litologico-strutturali e dal tipo e sviluppo della vegetazione, in brevi intervalli temporali permettono il convogliamento degli afflussi nelle singole aste idriche e, da queste ultime, in quelle principali del T. Lirone e del T. Telo di Osteno.

2.2 Classificazione del reticolo idrografico

Come premesso, a corredo del presente studio geologico del territorio comunale è stato approntato quello del reticolo idrico minore (S.R.I.M), entrambi parte integrante del Documento di Piano, con il quale è stata effettuata la classificazione delle acque pubbliche sulla base della normativa vigente.

Sulla base di tale documento, da approvare da parte dell'Ente di Regionale di competenza, sono stati individuati corsi d'acqua appartenenti sia al *reticolo idrografico principale* sia al *reticolo idrografico minore*.

Il *reticolo idrografico principale* viene identificato dai seguenti corsi d'acqua (Allegato A della D.G.R. n.7/13959):

- 1) **T. Lirone** – (CO 011 – el. AAPP n.43) nel tratto “*dallo sbocco al ponte di Ponna sulla SP 842*”
- 2) **T. Val Mora** o **T. Telo di Osteno** – (CO 012 – el. AAPP n.46) nel tratto “*dallo sbocco sino al ponte della SP 13 a quota 700 m s.l.m.*”.

Al *reticolo idrografico minore* appartengono di conseguenza tutti i tributari naturali (torrenti e rii) sviluppati in ambito montano e/o al raccordo del ripiano morfologico cui sorge il capoluogo, afferenti ai corsi d'acqua del *reticolo idrografico principale* sopra individuato.

I corsi d'acqua sono stati identificati con il toponimo di riferimento riportato sulla cartografia ufficiale (Carta Tecnica Regionale 1:10.000, mappe catastali comunali, cartografia I.G.M.), mentre per quelli privi è stata adottata informalmente una toponomastica che si riferisce a "nomi di luoghi" limitrofi.

La nomenclatura adottata si riferisce all'asta idrica di maggiore importanza e/o di sviluppo lineare ed areale più consistente, nel senso che non sono state codificate le gerarchizzazioni di ordine superiore (ad esempio valle Lunga, valle del Ponte).

In tale ottica alcune aste di breve sviluppo sono state accorpate in "gruppi di corsi d'acqua", mentre altre, vista la loro modesta importanza, non sono state codificate, sebbene censite e cartografate.

3. ELEMENTI CLIMATOLOGICI

L'analisi effettuata attraverso il reperimento dei dati disponibili in letteratura, scegliendo le stazioni di registrazioni la serie storica più rappresentativa in termini di anni di misurazione, ha permesso di definire il regime pluviometrico e termometrico dell'area in oggetto.

Nella fattispecie sono stati utilizzati i dati termometrica registrati a Porlezza (altitudine 298 m s.l.m.) e Lanzo d'Intelvi (altitudine 864 m s.l.m.), ritenute indicative delle caratteristiche climatiche del sito, per vicinanza all'area di intervento e affinità dei caratteri fisiografici del territorio (altitudine, morfologia, etc.).

3.1 Caratteristiche termometriche

L'analisi dei dati di temperatura alla stazione di Porlezza per il periodo 1921-1970 conduce ad una temperatura media annua di 11,8 °C; come indicato nella *Figura 3.1*, la temperatura media mensile presenta un andamento unimodale con valori massimi in corrispondenza del mese di Luglio (21,6 °C), pressoché analoghi a quelli di Agosto (21,0 °C) e minimi nel mese di Gennaio (2,2 °C).

L'escursione media annua è pertanto di 19,4 °C.

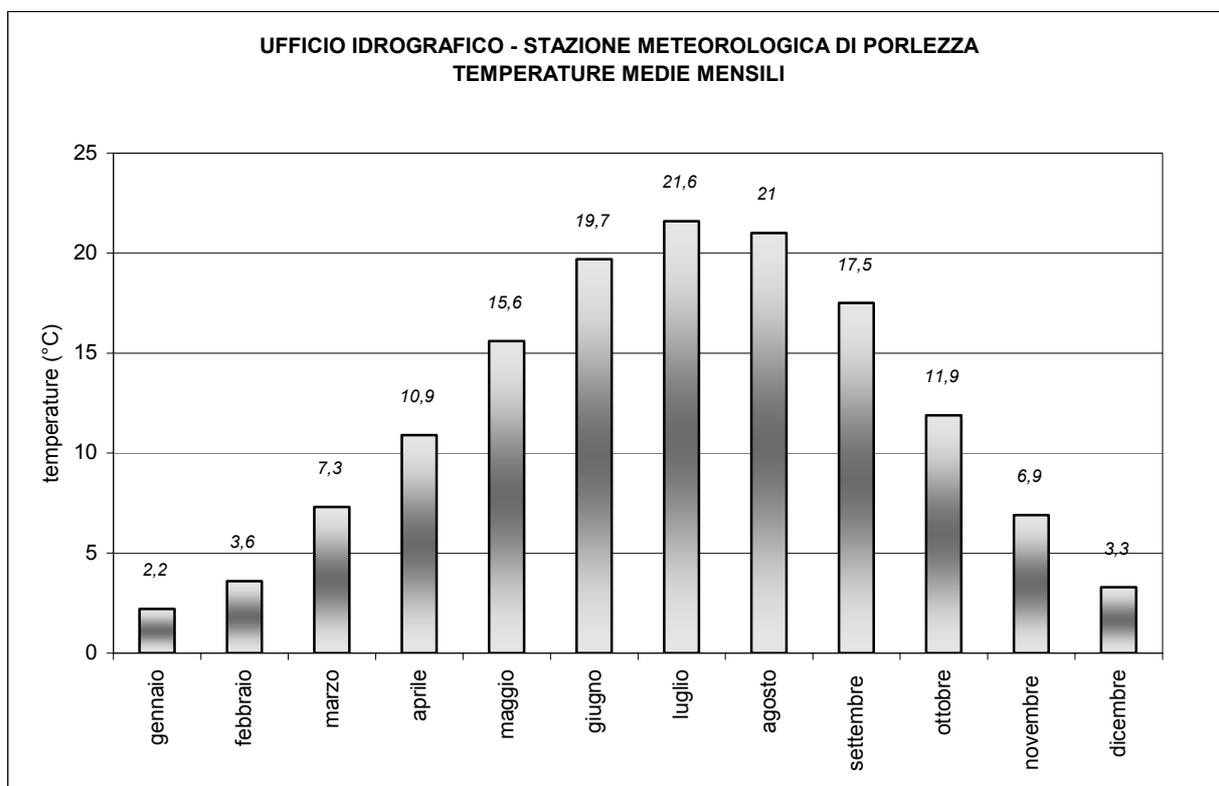


Figura 3.2

Alla luce delle elaborazioni condotte, considerando i valori di temperatura media annua, la media dei mesi estremi e l'escursione termica, applicando la classificazione proposta da Koppen (1931) l'area risulta interessata da clima "temperato subcontinentale" (tipo "C" di Koppen) in ragione di:

- temperatura media annua fra 10 e 14.4 °C;
- temperatura media del mese più freddo fra -1 e 3.9 °C;
- periodo variabile da 1 a 3 mesi con temperatura media pari a 20 °C;
- escursione annua prossima a 19 °C.

3.2 Caratteristiche pluviometriche

La precipitazione media annua calcolata sul periodo considerato ammonta a 1673,3 mm. Alla scala stagionale l'andamento della precipitazioni medie mensili evidenzia un andamento bimodale con massimo assoluto in primavera inoltrata (mesi di maggio e giugno), poco inferiore a 200 mm ed un massimo relativo in autunno (mesi di ottobre e novembre), identificato da valori prossimi a 180 mm (*Figura 3.2*).

La stagione con le precipitazioni più contratte è quella invernale con valori di 60,5 mm nel mese di gennaio, mentre durante la stagione estiva si apprezza un minimo relativo di precipitazioni (mese di luglio), perlopiù a carattere temporalesco, con valori che si attestano mediamente a circa 150 mm.

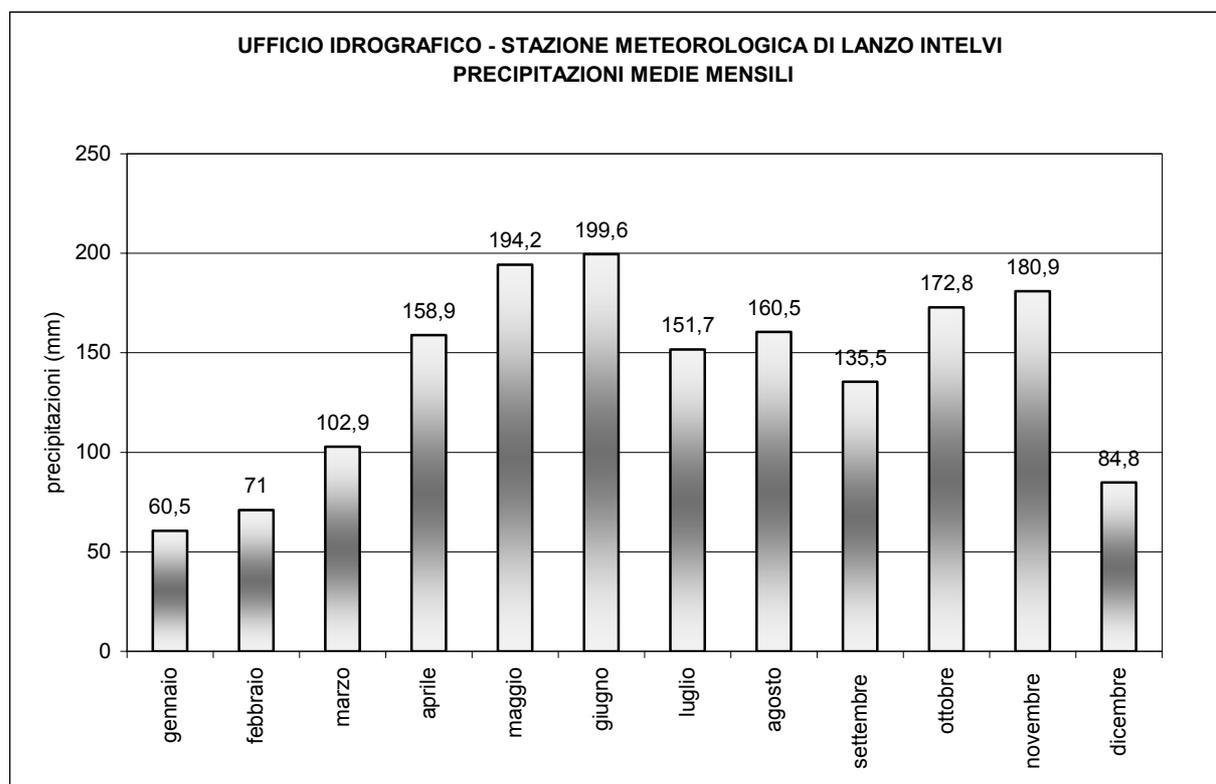


Figura 3.2

Il regime pluviometrico che caratterizza la zona indagata appartiene al sottotipo "sub-litoraneo alpino", che ha due massimi e due minimi di precipitazione nell'anno medio, con modesta prevalenza del massimo primaverile sull'autunnale e minimo invernale inferiore a quello estivo.

3.3 Idrologia: piogge intense

Per la progettazione di opere edili ed idrauliche in ambito urbanistico, notevole importanza riveste la determinazione della quantità ed intensità delle precipitazioni.

I dati a disposizione vengono in genere ricavati dalle registrazioni effettuate presso le stazioni del Servizio Idrografico dotate di pluviografo registratore; per il tipo di elaborazioni da effettuare, i dati rilevati alla stazione di registrazione individuata devono essere rappresentativi per caratteristiche altimetriche, climatiche, morfologiche, per l'elevato numero di registrazioni nonché per la vicinanza al bacino considerato.

Bisogna peraltro precisare che una semplice stazione pluviometrica può fornire la sola "quantità" di pioggia caduta nell'arco di una giornata ed eventualmente di un singolo evento, ma mai la reale "intensità" istantanea di una precipitazione.

E' comunque ragionevole ammettere e, l'esperienza lo conferma, che per zone estese qualche decina di km² il regime delle precipitazioni si mantiene abbastanza costante in assenza di forti discontinuità climatiche e orografiche.

Fissare il tempo di ritorno significa stabilire statisticamente che un certo evento si verifichi mediamente una volta nell'intervallo temporale fissato; in pratica si definisce una probabilità di non superamento. Questo tipo di determinazione informa anche sul livello di criticità di una precipitazione e sul margine di rischio cui andrà incontro un'opera idraulica nel corso della sua vita; ovviamente tempi di ritorno elevati (100-1000 anni) preludono a precipitazioni di forte o fortissima intensità, viceversa bassi tempi di ritorno (2-5 anni) caratterizzano piogge con intensità più modesta.

L'elaborazione delle piogge intense riguarda le altezze di precipitazione massima annua di durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h e conduce alla determinazione della curva di possibilità pluviometrica la cui espressione è del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove

h = altezza di precipitazione [mm]

t = durata di precipitazione [ore]

a, n = parametri caratteristici della zona pluviometrica.

Relativamente alle precipitazioni di breve durata e massima intensità, si dispone di alcuni dati registrati durante il periodo 1931-1971 alla stazione di riferimento di Lanzo d'Intelvi.

Nello specifico si evince un'altezza di pioggia $h = 41$ mm con durata oraria mentre, in riferimento a piogge di 1 giorno e 5 giorni consecutivi si rileva, rispettivamente, $h = 140$ mm e $h = 270$ mm.

Relativamente al territorio comunale, in mancanza di stazioni di registrazione strettamente limitrofe, è bene far riferimento ai dati ufficiali riportati nelle recenti Norme Attuative del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), sezione "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti: Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", relativamente all'Allegato 3 – Distribuzione spaziale delle piogge intense".

I parametri "a" ed "n" (per $t \geq 1$ ora) della curva di possibilità pluviometrica ricavati dalle celle del reticolo chilometrico di riferimento (regionalizzazione su griglia 2 km), ovvero la cella CZ54 per il settore occidentale e DA54 per quello orientale del Comune, sono riportati di seguito (*Tabella 3.1*).

tempo di ritorno (anni)	Cella CZ54		Cella DA54	
	a (mm)	n	a (mm)	n
20	52,18	0,357	52,75	0,355
100	65,76	0,355	66,56	0,353
200	71,54	0,354	72,44	0,352
500	79,18	0,354	80,20	0,351

Tabella 3.1 - Parametri "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica

4. CARATTERI GEOLOGICI GENERALI

L'inquadramento geologico del territorio comunale non può prescindere dall'analisi degli elementi geologici convenzionali, paleogeografici, strutturali e stratigrafici, nel caso desunti dalla bibliografia esistente, corredata, integrati e rivisti a seguito di specifici sopralluoghi di verifica.

L'area in esame appartiene al dominio Sudalpino, catena post-collisionale posta a Sud della cosiddetta Linea Insubrica che identifica il passaggio al dominio Alpino vero e proprio, rappresentato dalla fascia di rilievi di rocce sedimentarie che hanno subito implicazioni tettoniche esplicatesi con pieghe e sovrascorrimenti aventi direzione Ovest-Est.

Sotto l'aspetto stratigrafico la successione sedimentaria ha un'età che va dal Trias sup. (Retico) al Giurassico inf. (Lias), con affioramento di unità depositatesi in un lasso temporale di circa 40 M.a., da circa 210 a 170 M.a.. In questo periodo l'area esaminata fu interessata da un cambiamento paleogeografico e climatico connesso con le prime fasi di apertura dell'Oceano Atlantico (tettonica distensiva), tanto da divenire quasi del tutto sommersa. Si instaurarono processi sedimentari prevalentemente carbonatici di mare a bassa profondità, in ambiente marino-transizionale, con deposizione di ampie piattaforme carbonatiche costituite da Dolomia Principale, la cui porzione sommitale veniva a trovarsi a profondità di pochi metri sotto il livello del mare. Sempre a seguito della fase di tettonica distensiva si attivarono importanti faglie sinsedimentarie che determinarono la frammentazione delle piattaforme carbonatiche preesistenti, con formazione di alti strutturali ("soglie") che limitavano attigui bacini di dimensioni in genere contenute, ma sempre più estesi con il progressivo abbassamento del fondo a seguito dei processi di rapida subsidenza venutisi ad instaurare.

Entro questi bacini si verificò la deposizione di spesse coltri di sedimenti a sedimentazione terrigena e carbonatica. Nell'area in esame, ad ampia scala, si individua il bacino del M. Generoso ad Ovest, il cui limite orientale è identificato dalla "soglia" (alto strutturale) dei Corni di Canzo-M. Cornizzolo.

All'inizio il bacino non era molto profondo e si depositarono progressivamente delle formazioni con un regolare incremento della componente carbonatica, quali il Calcare di Zu e la Dolomia Conchodon, che chiudono la successione triassica. Nel Giurassico inf. (Lias), a seguito del progressivo approfondimento del bacino sedimentario si instaurarono condizioni batiali, con mare profondo anche 3000 m circa, che permisero la deposizione di calcari in parte risedimentati provenienti dalle zone rilevate (brecce) e calcari con selce (calcare di Moltrasio) a testimonianza dell'elevata profondità del bacino. Per tali implicazioni tettoniche il contatto tra il Calcare di Moltrasio e la sottostante successione triassica (Dolomia a Conchodon) è spesso identificato da superfici di tipo erosionale.

In questa fase di sedimentazione si verificarono numerose frane sottomarine di strati non ancora consolidati, originatesi in corrispondenza della scarpata di raccordo tra soglia e bacino sedimentario.

La sedimentazione giurassica si chiude con la deposizione delle Radiolariti, del Rosso ad Aptici e della Maiolica, tutte formazioni di mare profondo (>3000 m), peraltro assenti nell'area dell'intelvese.

La Maiolica segna il passaggio con l'era Cretacea; sempre in riferimento alla paleogeografia dell'area, nel Cretaceo inf. permangono condizioni analoghe alle precedenti, con caratteri di subsidenza del bacino differenziate tra aree ad approfondimento ridotto e aree a subsidenza più elevata, queste ultime proprie del bacino lombardo.

Nel Cretaceo sup., a seguito della progressiva chiusura del bacino tra zolla Europea ed Africana, aspetto prodromo alla collisione ed all'edificazione della catena alpina, si generarono aree in sollevamento soprattutto nella porzione Nord del bacino stesso, con conseguenti fenomeni di erosione e smantellamento della porzioni più rilevate e la successiva deposizione di arenarie torbiditiche e peliti (Flysch), in rapporti di elevata eterogeneità geometrica e tessiturale.

Le formazioni rappresentative sono la Scaglia (variegata, rossa e cinerea), la Formazione di Pontida, l'Arenaria di Sarnico, il Flysch di Bergamo, per concludere con la Scaglia cinerea che segna il passaggio al Paleocene; anche in tal caso dette formazioni sono assenti nell'area di interesse.

Le ere successive, dal Paleocene all'Oligocene sono contraddistinte da un bacino in via di sollevamento e da sedimentazione perlopiù a carattere terrigeno; a partire dall'Eocene, conseguentemente all'inizio dello smantellamento della Catena Alpina si ha la deposizione della "Gonfolite", rappresentata da conglomerato tipo "molassa" (deposito post-orogenetico) affiorante nell'area della città di Como e in corrispondenza dei rilievi immediatamente a Sud.

Durante il periodo Quaternario, tra 1.6 M.a. a circa 10.000 anni fa, il territorio comunale venne più volte ricoperto dai ghiacciai che, scendendo dalla Valtellina e dalla Valchiavenna, risalirono trasversalmente con una lingua secondaria lungo la valle di Menaggio e una lungo la val d'Intelvi, venendo anche tra loro in contatto. Queste lingue modellarono le formazioni rocciose affioranti e, durante la fase di ritiro dei ghiacciai, depositarono grandi quantità di materiali sciolti dando origine ai depositi glaciali tuttora evidenti a ridosso dei versanti in ambito comunale.

L'ultima fase di modellamento è rappresentata dall'azione erosiva e di trasporto dei corsi d'acqua attuali che hanno concorso alla formazione delle principali vallate e fornito al territorio l'attuale conformazione fisiografica.

I caratteri litologici salienti delle unità del substrato roccioso e dei depositi superficiali affioranti nell'ambito comunale vengono di seguito descritti secondo la nomenclatura classica, procedendo dalla più antica alla più recente, mentre il loro sviluppo areale è illustrato nella carta geologica di *Tavola 2*.

Si sottolinea che il substrato roccioso pre-quaternario affiora con buona continuità in corrispondenza degli impluvi, delle pareti di versante più acclivi e lungo gli sbancamenti dei tracciati viari, mentre solitamente è ricoperto dai depositi glaciali e/o dalla coltre eluvio-colluviale di alterazione chimico-fisica in sito delle rocce e dei depositi glaciali, peraltro di limitato spessore.

Per una più completa descrizione di questi ultimi, si rimanda pertanto al paragrafo di commento della Carta litologica (*Tavola 4*).

Unità appartenenti al substrato roccioso

Dolomia a Conchodon (Retico sup.) - L'unità è rappresentata da calcari e calcari dolomitici di colore grigio chiaro stratificati in banchi aventi spessore variabile da 0.1 a 1.0 m ed è relativa ad un ambiente di sedimentazione di mare moderatamente profondo. Affiora lungo la scarpata e l'incisione fluviale in corrispondenza dell'immissione del T. Telo nel T. Telo di Osteno, con inclinazione degli strati da 25° a sub-verticali ed immersione generalmente verso Nord.

Il limite con l'unità più recente è in discordanza stratigrafica temporale.

Calcarea di Moltrasio (Lias inf.- medio) - La formazione appartiene al cosiddetto Gruppo del Medolo, è legata ad un ambiente di sedimentazione pelagico ed è costituita da un complesso di calcari, calcari silicei e localmente calcari marnosi, in strati di spessore da 5 cm a 1.5 m, talvolta gradati, laminati e con interstrati bituminosi, con intercalazioni di marne aventi colorazione dal grigio scuro al nocciola. E' presente selce di colore grigio scuro, nera e bruna, sia in noduli che in bande irregolari. L'unità affiora estesamente nell'ambito del territorio comunale in quanto costituisce l'ossatura dei rilievi e dei terrazzi morfologici presenti.

Depositi quaternari

Depositi alluvionali - Nell'area investigata i depositi alluvionali comprendono le alluvioni dei corsi d'acqua attuali. Le alluvioni recenti ed attuali si rinvencono essenzialmente lungo l'alveo del T. Lirone laddove sono costituite da ciottoli e blocchi anche di dimensione plurimetrica, con ghiaie, sabbie e limi a fare da supporto legante. Lungo l'alveo del T. Telo e del T. Telo di Osteno essi sono presenti in locali plaghe dove minore è la pendenza del profilo di fondo, essendo l'alveo essenzialmente scavato entro il substrato roccioso; per questi ultimi, stante l'esiguo sviluppo areale, la loro cartografabilità è risultata impossibile alla scala della rappresentazione grafica proposta. In questa tipologia rientra anche un deposito cementato, identificato in affioramento lungo il R. della Selvetta in fregio alla SP14 all'ingresso del capoluogo, costituito da ciottoli e blocchi embricati ad elevato grado di arrotondamento, immersi in matrice ghiaioso-sabbiosa cementata. Il deposito, in buona parte eroso, evidenzia strutture erosive da corrente ascrivibili verosimilmente all'azione di uno scaricatore glaciale che depositava il materiale preso in carico dalla corrente presso l'attuale ripiano morfologico.

Depositi glaciali - Tali depositi, rappresentati dall'unità del Morenico Würm Auct., sono connessi all'ultima fase di espansione dei fronti glaciali alpini verso Sud, avvenuta nel Pleistocene superiore, circa 600.000 anni fa. Da un punto di vista litologico i depositi morenici si presentano eterogenei essendo costituiti da ciottoli, ghiaie, sabbie e sabbie limose, spesso inglobanti massi erratici anche di notevoli dimensioni (trovanti), litologicamente costituiti da rocce ignee e metamorfiche di origine alpina e subordinatamente

da rocce sedimentarie di età relativamente più recente. Il più delle volte essi evidenziano le tracce della loro origine glaciale (striature).

I depositi morenici würmiani si rinvencono ubiquitariamente sia a ridosso dei versanti, sino a quote non superiori a 1200 m s.l.m. (massima espansione glaciale), sia in corrispondenza dei ripiani morfologici presenti a differenti quote sui versanti, laddove manifestano spessori in genere più consistenti.

Nell'ambito dei depositi quaternari, vanno considerati anche le coltri eluvio-colluviali derivanti dai processi di alterazione chimico-fisica della roccia in posto, oppure dei depositi quaternari stessi.

La loro distribuzione areale viene illustrata nella Carta litologica di *Tavola 4*, mentre le loro caratteristiche sono descritte nel dettaglio e in funzione del substrato di origine, nel successivo § 6.

4.1 Caratteri geologico-strutturali dell'area

Sotto l'aspetto strutturale i termini rocciosi descritti costituiscono, a scala regionale, una serie monoclinale immergente verso NordOvest, avente inclinazione variabile ma in genere piuttosto accentuata, caratterizzata da strutture a pieghe-faglia tra loro anche sovrascorse e/o accavallate (vergenza verso Sud), con assi disposti secondo una direzione all'incirca Ovest-Est. Nel dettaglio l'area di interesse appartiene ad una placca delimitata a Nord dalla valle di Menaggio-Porlezza e a Sud dalla depressione Chiasso-Cernobbio e dalla cosiddetta "flessura peripadana".

L'assetto strutturale è identificato nel dettaglio da una serie di faglie e fratture ad ampia scala che coinvolgono i termini del substrato roccioso, ad andamento prevalente Nord-Sud e Ovest-Est, in corrispondenza delle quali si sono impostati preferenzialmente i corsi d'acqua.

Si tratta di lineazioni in genere a carattere distensivo che hanno in parte dislocato il substrato calcareo e calcareo marnoso a comportamento rigido/fragile del Trias sup. (Dolomia a Conchodon) e moderatamente plastico del Lias (Calcario di Moltrasio). In questo contesto sono manifesti successivi fagliamenti vicarianti con direzione NordNordOvest-SudSudEst e NordNordEst-SudSudOvest; la struttura generale descritta è apprezzabile in *Tavola 2*. In ambito strettamente locale, non apprezzabile alla scala della rappresentazione proposta, si individuano strutture a piega-faglia di valenza minore, risultato delle sollecitazioni tettoniche che si esplicano essenzialmente attraverso un reticolato di fratture la cui persistenza e spaziatura risulta direttamente connessa al comportamento geomeccanico della roccia. In particolare, in presenza di rocce a comportamento plastico (calcari e calcari marnosi) le stesse risultano più contenute e spesso congiunte a pieghe, mentre in presenza di rocce a comportamento fragile (calcari e calcari silicei) è possibile individuare fratture di maggiori dimensioni e persistenza.

In corrispondenza dell'area di indagine, come indicato dall'analisi della "Carta Geomorfologica Regionale" alla scala 1:50.000 e dai sopralluoghi effettuati, sono peraltro assenti strutture tettoniche di rilievo a grande e a piccola scala.

5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

La morfologia dell'area è il risultato dell'azione di escavazione glaciale avvenuta in epoca quaternaria ad opera del ghiacciaio dell'Adda e della successiva sovrapposizione di processi erosivi legati all'azione fluviale e delle acque meteoriche, che hanno condotto all'attuale conformazione fisiografica dell'area.

Il ghiacciaio abduano, discendendo dalla Valtellina incise profondamente l'attuale ramo di Como del Lario, con ramificazioni minori che si insinuarono nella valle di Menaggio e nella val d'Intelvi, raccordandosi anche tra loro, risalendo sino all'attuale quota di circa 1200 m s.l.m. e modellò i rilievi esistenti secondo una morfologia tondeggiante. Successivamente al ritiro delle lingue glaciali, si instaurarono processi erosivi che si sono esplicitati con marcate incisioni del profilo topografico (incisioni torrentizie), fenomeni favoriti dal contestuale innalzamento generalizzato della crosta terrestre per implicazioni di carattere isostatico e con processi di alterazione chimico-fisica superficiale.

Per quanto concerne le evidenze legate all'azione di escavazione glaciale, a ridosso dei versanti sono palesi ripiani morfologici apprezzabili a differente quota altimetrica, risultato delle varie fasi di espansione e regressione della lingua glaciale che occupava la vallata durante il Pleistocene.

I caratteri fisiografici determinati dalla sovrapposizione degli effetti erosivi fluviali sulle preesistenti forme del rilievo conseguenti all'azione glaciale, sono invece testimoniate dalle incisioni torrentizie che hanno rimodellato la topografia ed inciso in modo marcato il rilievo topografico, con particolare riguardo ai tratti finali, allo sbocco nei corsi d'acqua principali. Nei tratti a pendenza più ridotta, sono invece apprezzabili aree a sedimentazione preferenziale di accumuli detritici, anche dovuti a fenomeni di sovralluvionamento (cfr. *Tavole 1 e 3*).

Le modalità genetiche e la tipologia di evoluzione responsabili del modellamento delle forme del territorio dipendono da fattori geologici (litologia e assetto strutturale), dagli agenti esogeni e dalle condizioni climatiche. In tale ottica anche la vegetazione riveste notevole importanza in quanto controlla la mobilizzazione dei detriti e protegge da fenomeni di erosione anche se, d'altra parte, contribuisce all'alterazione chimico-fisica di rocce e terreni.

Sotto l'aspetto morfologico il territorio comunale può quindi essere suddiviso in due settori, ciascuno caratterizzato da processi morfogenetici differenti, come evidenziato dalla Carta Geomorfologica e del Dissesto elaborata (*Tavola 3*):

1) **area montuosa:** comprende i versanti che si estendono dalle incisioni di fondovalle alle linee spartiacque, costituiti prevalentemente dalla successione di calcari, calcari selciferi e calcarei marnosi liassici. Il substrato roccioso, da subaffiorante ad affiorante con discreta continuità, determina un'acclività generalmente prossima o superiore a 30°, con valori accentuati essenzialmente in corrispondenza delle scarpate morfologiche fluviali. Il territorio montano è coperto in modo più o meno continuo da boschi ed in

subordine da aree a prato e, comunque, da una copertura di spessore contenuto (da 1 a 3-4 m) di depositi morenici e/o eluvio-colluviali, questi ultimi prodotto dei fenomeni di alterazione chimico-fisica.

A ridosso delle scarpate di raccordo con le incisioni fluviali sono da evidenziare alcune frane per crollo, mentre sui versanti sono stati censiti perlopiù dissesti ascrivibili a scivolamento della coltre terrigena o detritica superficiale. Ad eccezione di due frane attive, le rimanenti sono quiescenti e, nella maggior parte relitte, ovvero inattive e originatesi in condizioni geomorfologiche e climatiche del tutto differenti dalle attuali, tanto che il loro riconoscimento è in parte apprezzabile dalle foto aeree, mentre sul terreno è risultato pressoché impossibile. Per la loro ubicazione si rimanda all'elaborato cartografico di *Tavola 3* che riporta in aggiunta il codice identificativo di rimando alle Schede Censimento dell'*Allegato 6*.

Sono inoltre evidenti vaste plaghe di sottobosco e/o a prato che evidenziano modesti fenomeni di erosione superficiale del terreno (erosione incanalata, creeping, etc.), con conseguente esposizione del substrato roccioso.

Gli alvei dei principali torrenti del reticolo minore si sviluppano all'interno di valli incise con fondo a "V", caratterizzate da scarpate laterali a tratti interessate da fenomeni erosivi. Gli alvei sono spesso contraddistinti dall'accumulo di sedimenti alluvionali grossolani laddove la diminuzione delle pendenza di fondo ne consente la deposizione e, in punti localizzati, da accumuli di modeste colate detritiche tipo debris-flow, essenzialmente costituite da blocchi, potenzialmente soggetti a trasporto in massa per successiva riattivazione.

2) **settore sub-pianeggiante**: rappresenta il terrazzo morfologico sul quale insiste il nucleo urbano di Laino, alla cui formazione ha contribuito in modo sostanziale dapprima l'azione erosiva della colata glaciale quaternaria proveniente dalla Valtellina (lingua della valle Menaggina) e successivamente l'azione di erosione ad opera dei corsi d'acqua principali, che hanno scavato le profonde incisioni che delimitano la struttura a Nord ed Ovest. Nell'area in esame i processi morfodinamici sono essenzialmente connessi a potenziali decorticamenti della coltre terrigena superficiale ad opera dell'erosione delle acque superficiali, laddove maggiore è la pendenza, quindi al raccordo con il versante retrostante e/o in prossimità delle scarpate di incisione fluviale.

5.1 Elementi di dinamica morfologica

L'area in esame è caratterizzata da alcuni fenomeni esogeni, anche se di entità limitata, che operano modellando il territorio attraverso fenomeni gravitativi, da processi di degradazione chimico-fisica e di erosione sui pendii e lungo i corsi d'acqua. I fenomeni che contribuiscono a questa trasformazione della superficie topografica si instaurano solitamente al convergere di più fattori, determinati sia da cause naturali sia antropiche.

In linea generale la causa scatenante principale risiede nelle caratteristiche geologiche, litologiche e geomorfologiche proprie della zona, alle quali si sovrappongono gli effetti causati da fattori esogeni che operano modellando le forme esistenti. Oltre alle suddette cause, anche l'attività umana molto spesso contribuisce ad alterare gli equilibri con il risultato di accelerare notevolmente i processi di degradazione. L'opera antropica influisce negativamente attraverso sbancamenti e costruzioni che interessano aree geologicamente e morfologicamente inadatte, dove spesso vengono modificate le caratteristiche naturali di drenaggio delle acque oltre all'equilibrio stesso del pendio: in linea generale quest'ultimo aspetto appare tuttavia alquanto contenuto in ambito comunale.

I caratteri generali che inquadrano la zona in esame da un punto di vista della pericolosità geomorfologica, definita come "la probabilità che un certo fenomeno di instabilità si verifichi in un certo territorio e in un determinato intervallo di tempo", devono tener conto di tutte le informazioni di tipo geolitologico, geomorfologico oltre che delle caratteristiche del reticolo idrografico. Non meno importanti sono le informazioni riguardanti le caratteristiche tecniche dei terreni, il loro stato di alterazione meccanica e chimica (azione delle acque, temperatura ed esposizione dei versanti), la vegetazione ed i fenomeni legati all'attività umana. L'analisi e la sintesi di tutte queste caratteristiche ha permesso di individuare alla scala comunale le seguenti forme e processi legati al quadro di evoluzione morfodinamica:

- A) Forme, processi e depositi legati all'azione fluvio-glaciale*
- B) Forme, processi e depositi legati all'azione della gravità*
- C) Forme, processi e depositi legati alle acque superficiali*

Per la comprensione dell'assetto morfo-strutturale dell'area d'interesse sull'elaborato di *Tavola 3*, sono state rappresentate in modo analitico le principali strutture "naturali" del territorio, distinguendo quelle attive da quelle quiescenti e relitte.

L'elaborazione della carta è stata ricavata sulla base dell'interpretazione di foto aeree, della bibliografia esistente, delle banche dati Regionali (SIT Ambiente e Territorio, GEOIFFI Inventario Frane e Dissesti, Sistema Informativo Studi Geologici e Piano di Assetto Idrogeologico, Carta Inventario dei dissesti delle Regione Lombardia, Carte Geoambientali della Comunità Montana Lario Intelvese), oltre che da appositi sopralluoghi in situ. Questi ultimi hanno in aggiunta consentito la validazione o meno delle forme segnalate in bibliografia e nelle banche dati.

A) Forme, processi e depositi legati all'azione fluvio-glaciale: sono forme legate al modellamento glaciale durante le fasi di espansione e ritiro avvenute nel Quaternario, e alla successiva erosione fluviale.

Orlo di scarpata morfologica: si tratta di limiti morfologici individuati da marcate rotture di pendenza e dislivelli che sottendono settori sub-pianeggianti a tergo, originati dall'azione modellatrice glaciale.

La quasi totalità degli orli di scarpata morfologica in ambito comunale è inattiva, ovvero non sussistono evidenze di dissesti localizzati e/o indizi morfodinamici quali dissesti, crolli, arretramenti del ciglio, etc.. Fa eccezione l'orlo di scarpata che borda il ripiano morfologico della località Il Castello, limitato dal T. Telo di Osteno ad Ovest e dalla forra del T. Lirone ad Est, il quale manifesta fenomeni attivi di evoluzione morfodinamica.

Cordone morenico: si tratta della porzione relitta di un cordone morenico presente a quota 1100 m s.l.m. circa, in località Sesso, ben individuabile morfologicamente in quanto rilevato topograficamente anche di 8 m circa. Segna il limite verso valle del piccolo ripiano morfologico sui cui sorgono gli edifici rurali. Allo stato attuale i rilievi non hanno evidenziato particolari segnali e/o indizi di attività erosiva, in quanto la vegetazione arborea, arbustiva e la copertura erbosa sono ubiquitariamente ben attecchite.

Massi erratici: sono blocchi rocciosi di ingenti dimensioni presenti sulla superficie topografica, trasportati dal movimento dei ghiacciai nella fase di avanzamento e depositati durante quella di ritiro. In linea generale presentano caratteri litologici che rispecchiano le aree alpine di provenienza (val Masino, val Malenco), essendo nello specifico costituiti da graniti e serpentini. La loro presenza a differente quota testimonia l'intensa attività glaciale che ha caratterizzato tutta l'area in più fasi distinte. Vista l'impossibilità di indicare puntualmente la loro posizione alla scala della cartografia tematica proposta, per una loro indicativa ubicazione si rimanda alle aree di affioramento dei depositi morenici riportata anche nella *Tavola 4* (Carta litologica)

B) Forme, processi e depositi legati all'azione della gravità: sono forme di erosione e trasformazione dei versanti derivanti dall'azione della gravità e, secondariamente, delle acque superficiali.

Nicchie di frana e relativa zona di accumulo: i dissesti censiti sono perlopiù relativi a frane quiescenti e relitte; nel primo caso si tratta di fenomeni privi di movimenti attuali evidenti o sui quali non risultano riattivazioni in tempi recenti, ma che possono essere riattivati dalle loro cause originarie. Nel secondo caso si tratta di fenomeni inattivi e sviluppati in condizioni geomorfologiche e climatiche del tutto differenti dalle attuali. Per quanto concerne la tipologia delle frane quiescenti e relitte censite, come anticipato oggetto di verifica puntuale di eventuali indizi relativi al loro stato di attività o meno, si hanno essenzialmente frane di scivolamento della coltre superficiale eluvio colluviale e/o detritica e/o morenica, in ogni caso di modesto spessore, sulla quale influiscono negativamente come concause, l'imbibizione a seguito di precipitazioni particolarmente copiose e prolungate nel tempo e l'acclività del versante.

L'instabilità è quindi legata all'effetto della gravità contestualmente all'azione delle acque superficiali (fenomeni di imbibizione ed erosione incanalata), in grado di determinare modificazioni dell'equilibrio limite della coltre medesima e favorire l'innesco del movimento che può evolvere in colata. Lungo il T. Lirone è stata censita una frana relitta di tipo "complesso", con verosimile cinematica per scivolamento e crollo. Sono state inoltre censite lungo la valle del T. Lirone, sulle scarpate più acclivi, alcune frane di crollo dell'ammasso roccioso (blocchi), la cui genesi è da ascrivere all'effetto combinato delle gravità e dell'azione crioclastica. Per quanto attiene le forme attive sono stati censiti due dissesti, così classificabili:

codice 001SVm: è una frana di scivolamento della coltre superficiale morenica ubicata sulla scarpata fluviale di raccordo con il T. Telo di Osteno, in evoluzione morfodinamica per arretramento della nicchia di distacco (*Foto 1*). La frana ha origine poco a valle della SP14 all'ingresso del territorio comunale, presso l'attuale piattaforma ecologica. La zona di accumulo si sviluppa sul versante. Allo stato attuale sono stati stanziati fondi per realizzare un progetto di consolidamento, già approvato degli Enti di competenza, attraverso interventi di ingegneria naturalistica.



Foto 1

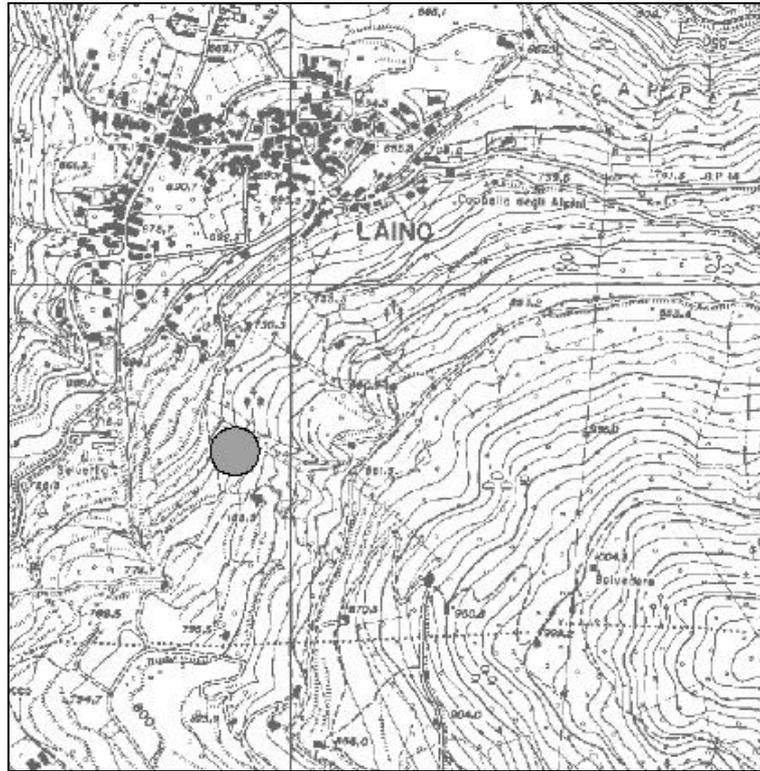
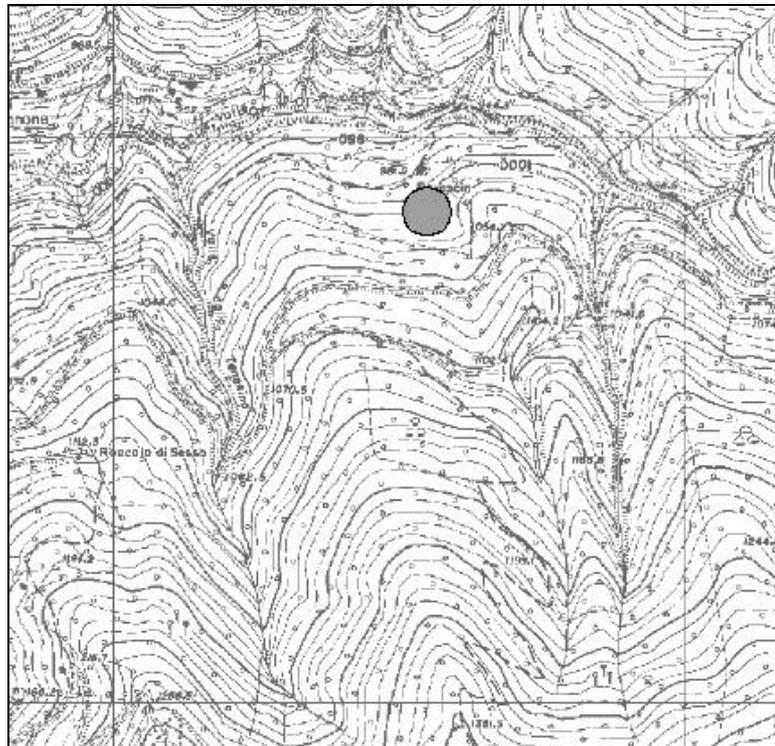
codice 002SVm: è una piccola frana di scivolamento della coltre superficiale morenica, parziale riattivazione di un dissesto quiescente di più ampia superficie (018SVm), che si ubica sul versante idrografico destro della valle del Ponte (nome informale) presso il Ponte di Laino sulla SP14 (Foto 2). Lungo la zona di accumulo si apprezzano modestissime venute d'acqua e difficoltà di attecchimento della vegetazione arborea.



Foto 2

Nel contesto in esame, di censimento dei dissesti legati alla gravità, in relazione all'adeguamento agli strumenti di *pianificazione sovraordinata* (Allegato 2 del P.A.I., "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – determinazione delle aree in dissesto"), sono state cartografate n.2 frane quiescenti non perimetrare (Fq), come illustrato nelle *Figure 5.1* e *5.2*, stralcio del Foglio 075 sez.IV, San Fedele Intelvi. I sopralluoghi effettuati hanno permesso di accertare che nel primo caso (*Figura 5.1*) si tratta di una porzione di versante a modesta pendenza, in località Selvetta, soggetta a fenomeni erosivi della coltre superficiale detritica ad opera delle acque battenti e/o per fenomeni di ruscellamento. Nel secondo caso (*Figura 5.2*), il dissesto indicato dal P.A.I. in sponda idrografica sinistra del T. Lirone, località Rovascio, va associato ad una frana quiescente peraltro identificata con *codice 018SVm* in *Tavola 3*.

I suddetti riscontri costituiscono l'aggiornamento al quadro del dissesto del Comune di Laino.

*Figura 5.1**Figura 5.2*

Versanti con copertura superficiale in condizioni di equilibrio limite: nell'ambito di questa tipologia di dissesto, abbastanza diffusa in ambito comunale, sono stati distinti:

- settori posti lungo le incisioni dei corsi d'acqua più importanti laddove le scarpate, per erosione regressiva, possono dare origine a locali distacchi di singoli blocchi di roccia e/o piccoli scivolamenti di materiale detritico (regolite), aspetto favorito dall'acclività elevata;
- settori dove la copertura superficiale morenica o eluvio-colluviale manifesta localmente fenomeni di erosione arealmente limitati; si tratta di scivolamenti, colate, scollamenti e decorticamenti del suolo con parziale movimento traslativo per gravità (creeping) e fenomeni di inclinazione della vegetazione arborea (reptazione), fenomenologie acuite dall'azione contestuale delle acque battenti e di scorrimento superficiale, per imbibizione-saturazione. Ad ampia scala emerge pertanto una potenziale propensione al dissesto per motivi di carattere geotecnico (equilibrio limite) e/o morfologici (acclività del versante). I dissesti coinvolgerebbero peraltro volumi complessivamente modesti stante il ridotto spessore della copertura superficiale. Esempi di piccoli scivolamenti e colate della coltre superficiale sono ben evidenti in corrispondenza della rete viaria comunale in ambito montano, fenomeni predisposti dagli scassi artificiali necessari alla realizzazione dei tracciati;
- settori ubicati lungo i corsi d'acqua del reticolo idrico minore che, per azione delle acque incanalate durante gli episodi di piena, sono interessati da fenomeni di erosione spondale.

C) Forme, processi e depositi legati alle acque superficiali: sono forme derivate dal rimodellamento sia per erosione sia per accumulo delle acque correnti superficiali (torrenti, ruscelli, acque non incanalate, etc.)

Alveo torrentizio in erosione attivo e/o interessato da trasporto solido: sono alvei torrentizi nei quali si verificano fenomeni di erosione lineare con approfondimento del letto (incisione del substrato roccioso). In tal caso si tratta di fenomeni attivi perlopiù legati all'elevata acclività del profilo di fondo che favorisce una più marcata azione erosiva del medesimo; tale aspetto riguarda buona parte dei corsi d'acqua minori, con particolare riguardo a quelli afferenti in sinistra idrografica del T. Lirone.

Tali corsi d'acqua possono essere interessati da un consistente trasporto solido che si accumula in alvei in genere incassati rispetto al rilievo topografico e può determinare effetti di sovralluvionamento laddove monore è la pendenza (cfr. *Tavole 1 e 3*).

Durante piogge di particolare intensità, laddove l'acclività consente l'innesco del movimento, tali accumuli possono potenzialmente mobilizzarsi e, durante il trasporto verso valle, evolvere in colate detritiche di modesta portata a causa di fenomeni erosivi di scalzamento alla base.

Si tratta di una corrente torbida con velocità di movimento strettamente legata alla pendenza ed alla densità della colata medesima.

Area soggetta a erosione della coltre superficiale per l'azione delle acque battenti e/o per ruscellamento diffuso: sono aree laddove il denudamento naturale ad opera degli agenti atmosferici (scarso attecchimento della vegetazione su pendii acclivi, ablazione dello strato corticale del deposito, etc.) od antropico (movimentazione terre, disboscamento), determina condizioni favorevoli all'instaurarsi di fenomeni erosivi da parte del gelo e disgelo, delle acque battenti e di ruscellamento superficiale.

Area soggetta a fenomeni di ristagno: riguarda il settore retrostante il cordone morenico in località Sesso il quale, sbarrato naturalmente da detta struttura e parzialmente depresso topograficamente, è soggetto a ristagno di acque meteoriche in occasione delle precipitazioni, aspetto accentuato dallo spagliamento delle acque di un piccolo rivo ivi presente.

Nel contesto proprio alle forme e ai processi legati all'azione delle acque superficiali, si includono anche eventi di dissesto segnalati dal Comune di Laino, censiti nell'*"Inventario delle frane e dei dissesti idrogeologici della Regione Lombardia"*, 2002), relativi a (cfr. *Tavola 3*):

- 1) Valle del Ponte - sovralluvionamento, erosione e franamento delle scarpate laterali a seguito di abbondanti precipitazioni, con ostruzione della strada comunale.
- 2) Valle Lunga - sovralluvionamento, erosione e franamento delle scarpate laterali a seguito di abbondanti precipitazioni, con ostruzione della strada comunale.
- 3) Valle della Tenesina - trasporto in massa di materiale detritico sino al fondovalle del T. Lirone a seguito di abbondanti precipitazioni, con danneggiamento del ponte di Ponna.
- 4) Ponte di Ponna - erosione spondale in sinistra idrografica immediatamente a monte del ponte di Ponna a seguito di fenomeni di trasporto in massa di materiale conseguenti ad abbondanti precipitazioni.
- 5) Rio Costone di Pigra - trasporto in massa di materiale detritico sino al fondovalle del T. Lirone a seguito di abbondanti precipitazioni.
- 6) SP14 - franamento di materiale detritico dalla scarpata a monte della strada provinciale a seguito di abbondanti precipitazioni.
- 7) Valle della Bolletta - sovralluvionamento, erosione e franamento delle scarpate laterali a seguito di abbondanti precipitazioni, con ostruzione della strada comunale.

Venute d'acqua: si tratta di emergenze idriche assai esigue arealmente ed in termini di portata, che si concentrano in genere alla base dei versanti solitamente in corrispondenza del piede di aree di frana.

Esempi in tal senso sono stati riscontrati immediatamente a tergo della sorgente Il Castello, al piede della frana codificata come *005SVm*, in corrispondenza della frana attiva *002SVm* presso il ponte di Laino sulla SP14 e, presso il Ponte di Coscia, in corrispondenza di lineamenti tettonici che coinvolgono il substrato roccioso.

In questa definizione possono rientrare parte delle venute idriche in località Selvetta captate per uso idropotabile, sebbene le implicazioni siano relative alla componente idrogeologica in senso stretto, più che a implicazioni di carattere geotecnico.

6. CARATTERI LITOLOGICI DI DETTAGLIO

Dopo aver analizzato le caratteristiche geologico-geomorfologiche generali dell'area di studio (cfr. § 4 e 5), questo capitolo è dedicato all'approfondimento degli aspetti litologici delle unità del substrato roccioso in precedenza descritte e di quelle appartenenti alla coltre dei depositi superficiali quaternari affioranti sui versanti. A tal fine sono stati utilizzati i tematismi specifici riportati nelle "Carte Geoambientali della Comunità Montana Lario Intelvесе", provvedendo ad integrare i dati in esse contenuti con rilievi diretti. E' stato pertanto prodotto l'elaborato riportato in *Tavola 4*, organizzato a partire dalla distribuzione areale illustrata dalla Carta Geologica di *Tavola 2*, in modo da distinguere le unità litologiche dei *depositi superficiali* e del *substrato roccioso*.

6.1 Depositi superficiali

I depositi presenti nell'area di studio sono stati classificati nelle seguenti unità:

- depositi glaciali
- depositi alluvionali
- depositi eluviali e colluviali
- accumuli di frana

Depositi glaciali (Unità *mo*): sono legati all'attività deposizionale delle fasi glaciali succedutesi durante il Pleistocene. Si tratta essenzialmente di depositi morenici, rappresentati dall'unità del Morenico Würm Auct. e sono connessi all'ultima fase di espansione dei fronti glaciali alpini verso Sud, avvenuta nel Pleistocene sup., circa 600.000 anni fa che, nell'area ha raggiunto quote massime di circa 1200 m s.l.m.. Da un punto di vista litologico i depositi morenici si presentano eterogenei essendo costituiti da ciottoli, ghiaie e sabbie immersi in matrice sabbioso-limoso; la componente grossolana si presenta perlopiù inalterata. Spesso inglobano massi erratici anche di notevoli dimensioni, costituiti da rocce ignee e metamorfiche di origine alpina e subordinatamente da rocce sedimentarie di età relativamente più recente, che evidenziano il più delle volte tracce della loro origine glaciale (striature).

La porzione sommitale è talora contraddistinta da fenomeni di alterazione superficiale per uno spessore di circa 1 m, con suoli ad evoluzione poco spinta di colore bruno.

I depositi morenici würmiani si rinvengono in corrispondenza dei ripiani morfologici con discreta continuità laterale e spessore massimo di 3 m, ma localmente più consistente laddove l'andamento sepolto del substrato roccioso lo consente, soprattutto in corrispondenza del capoluogo. In ogni caso lo spessore

risulta maggiore rispetto a quello riscontrabile sui versanti, laddove è contenuto a 1-1.5 m. Spesso i depositi glaciali risultano commisti ai depositi eluviali.

Depositi eluviali (el) e colluviali (ec) - Rappresentano la coltre superficiale che ricopre il substrato roccioso, dal quale si origina per disgregazione ed alterazione ad opera dei processi fisico-chimici, talora commista a depositi morenici.

La porzione a diretto contatto con il substrato evidenzia ancora la struttura litologico-sedimentaria "relitta" del medesimo (regolite) mentre, proseguendo verso l'alto, il maggior grado di alterazione e disgregazione ad opera degli agenti atmosferici identifica un deposito costituito da frammenti litici spigolosi ed eterometrici, litologicamente costituiti da clasti di natura perlopiù calcarea immersi in abbondante matrice fine. In questo caso si parla di coltre eluviale.

Con il termine di colluvio si indicano sempre i depositi derivanti dal disgregamento del substrato roccioso, ma trasportati e depositi lontano dall'area di origine, al di sopra di un substrato anche litologicamente differente. Depositi francamente colluviali, costituiti in prevalenza da materiale grossolano quali ciottoli e blocchi con matrice sabbiosa e ghiaiosa nettamente subordinata percentualmente, in parte cementati ad opera delle acque di percolazione ricche in carbonato, sono stati riconosciuti presso la località Selvetta e a valle della SP14 in località Il Castello, sulla scarpata fluviale del T. Molino di Quai che raccorda al T. Telo di Osteno. In merito alle caratteristiche sopra descritte, nell'elaborato di *Tavola 4* i depositi in oggetto sono identificati con le rispettive sigle sempre associate con quella identificativa delle caratteristiche del substrato roccioso da cui si originano.

Depositi alluvionali (al) - I depositi in oggetto accorpano le alluvioni antiche e recenti riscontrabili in corrispondenza del T. Lirone e, in plaghe di estensione assai limitata, lungo il T. Telo di Osteno, visto che quest'ultimo scorre preferenzialmente in un alveo scavato entro il substrato roccioso.

Il materiale deposto è costituito da blocchi anche di dimensione plurimetrica, a sottolineare un'energia di trasporto molto elevata da parte della corrente, ciottoli, ghiaie e sabbie con locale supporto di matrice limosa; il grado di arrotondamento è in genere elevato.

Localmente la coltre alluvionale pare avere spessore piuttosto consistente (6 m) ad esempio all'ingresso della "forra" in località Il Castello.

Accumuli di frana (fr) - La litologia di tali depositi è data da una commistione di ghiaie, sabbie e sabbie limose; nel caso delle frane attive, in corrispondenza della nicchia di distacco possono rinvenirsi anche ciottoli e blocchi. Per le frane quiescenti la litologia è del tutto analoga a quella delle coltre eluvio-colluviale e/o morenica originaria. Gli spessori sono in genere contenuti a 2-3 m.

6.2 Substrato roccioso

Le unità geologiche analizzate alla scala generale nel § 4, facendo sempre riferimento alla distribuzione areale riportata in *Tavola 2*, possono essere classificate nelle seguenti unità litologiche:

Calcari mediamente o sottilmente stratificati non selciferi (*Unità Cs*) - appartengono alla formazione del Calcare di Moltrasio laddove prevalgono litologie calcaree e calcareo-marnose e assetto geometrico fornito da stratificazione con immersione articolata, e alla Dolomia a Conchodon affiorante lungo l'incisione fluviale all'immissione tra T. Telo e T. Telo di Osteno, con bancate prettamente calcaree a stratificazione media ed inclinazione da 25 a 90° circa. In entrambi i casi l'immersione a grande scala ha direzione Nord.

Essi risultano ricoperti in gran parte da depositi quaternari, nello specifico dalla coltre eluviale di alterazione chimico-fisica di spessore al massimo metrico e da depositi morenici che localmente possono raggiungere spessori prossimi a 3 m.

Calcari selciferi (*Unità Cn*) - corrispondono all'unità del Calcare di Moltrasio relativamente alla facies comunemente identificata dalla presenza di liste e noduli di selce. La stratificazione del Calcare di Moltrasio è caratterizzata da un giacitura ed inclinazione degli strati alquanto variabile, essendo l'unità soggetta a pieghe e scivolamenti sinsedimentari a piccola e media scala.

Detti termini rocciosi sono ricoperti da depositi morenici e, alle quote più elevate, da una coltre eluvio-colluviale di esiguo spessore.

7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E GEOMECCANICHE INDICATIVE

Nell'ambito della pianificazione territoriale la caratterizzazione tecnica di terreni e rocce riveste particolare importanza per le sue ripercussioni pratiche nella progettazione di edifici, opere e infrastrutture.

Nel caso specifico sono tuttavia del tutto assenti informazioni e dati relativi ad indagini specifiche effettuate in ambito comunale che avrebbero potuto fornire indicazioni di carattere geomeccanico, geotecnico ed eventualmente idrogeologico, anche di massima, ad esempio relativamente alla presenza di venute d'acqua al passaggio tra substrato e depositi superficiali, saturazione dei depositi superficiali medesimi a debole profondità, etc..

In ogni caso, senza carattere di esaustività stante le problematiche implicite in tale tipologia di caratterizzazione tecnica (effetto scala, limitazioni connesse al carattere puntuale del dato eventualmente disponibile), vengono di seguito indicati range di valori di alcuni parametri significativi, desunti da dati bibliografici e subordinatamente da rilievi effettuati in area limitrofa sulle medesime unità litostratigrafiche affioranti in ambito comunale, per progetti di opere civili, distinguendo i depositi sciolti dalle unità del substrato roccioso.

7.1 Depositi quaternari

I parametri, essendo relativi a terreni morenici e/o alla coltre eluvio-colluviale, unità estremamente eterogenee sotto l'aspetto litologico essendo composte da ghiaie, sabbie, limi e ciottoli, hanno carattere puramente indicativo e sono pertanto caratterizzati da un range assai ampio dei valori del singolo parametro.

In ogni caso la parametrizzazione geotecnica è strettamente legata all'addensamento dei terreni medesimi per cui, a partità di litologia dominante, possono esservi notevoli discrepanze dei valori medi.

In aggiunta un eventuale contenuto d'acqua è in grado di modificare sensibilmente il valore medio.

- | | |
|--|--|
| • peso di volume | $\gamma_t = 1,4 \div 1,85 \text{ t/m}^3$ |
| • angolo di resistenza al taglio | $\varphi = 23^\circ \div 34^\circ$ |
| • coesione | $c = 0 \text{ kPa}$ |
| • modulo di Young | $E > 3 \div 25 \text{ MPa}$ |
| • velocità onde di taglio entro i primi 30 m | $V_{s30} = 90 \div 250 \text{ m/s}$ |

7.2 Substrato roccioso

Visto il carattere puramente indicativo della presente parametrizzazione, di seguito vengono indicati i valori di massima considerando accorpati la Dolomia Conchodon e il Calcere di Moltrasio stante le loro

caratteristiche geomeccaniche simili alla scala dell'ammesso roccioso. Alla scala dell'affioramento dette caratteristiche variano notevolmente in quanto il comportamento geomeccanico è vincolato al grado di fratturazione (frequenza e persistenza areale delle discontinuità) della roccia.

- peso di volume $\gamma_t = 2.1 \div 2.7 \text{ t/m}^3$
- angolo di attrito interno $\varphi = 36^\circ \div 50^\circ$
- coesione $C = 190 \div 380 \text{ kPa}$
- modulo di Young $E > 1000 \text{ kg/cm}^2$
- velocità onde di taglio entro i primi 30 m $V_{s30} 3300 \div 4000$

Come anticipato i valori riportati sia per il terreno sia per il substrato roccioso devono essere inquadrati all'interno di una caratterizzazione preliminare e qualitativa, non specifici ad esigenze progettuali ben definite; pertanto essi non devono essere assolutamente sostitutivi di indagini e accertamenti necessari per ogni singolo progetto come richiesto dalla normativa vigente (ex D.M. 11.3.88 e D.M. 14 Gennaio 2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni").

8. ACCLIVITA' DEI VERSANTI

La valutazione della pericolosità in ambito montano non può prescindere da un'accurata analisi dell'acclività del territorio. I fenomeni di dissesto e i processi morfodinamici attivi o potenzialmente attivi, sono infatti strettamente connessi con il grado di acclività; all'aumento progressivo della pendenza di un versante corrisponde infatti un'amplificazione dei fenomeni di erosione superficiale e di trasporto a valle di materiale detritico e di frammenti litologici distaccatisi dalla roccia in posto.

Di contro, il diminuire della pendenza dei versanti favorisce eventuali fenomeni chimici e chimico-fisici di alterazione del suolo e del substrato roccioso.

La difesa naturale che impedisce il verificarsi di tali fenomeni è rappresentata dalla copertura vegetale, la cui permanenza e attecchimento comunque diviene più difficoltosa all'aumentare dell'inclinazione del versante.

Pertanto, in accordo con il quadro normativo di attuazione alla legge per il Governo del Territorio, è stata proposta una carta dell'acclività (*Tavola 5*) atta a suddividere l'intero territorio comunale in classi definite da valori di pendenze omogenei.

L'elaborazione dei dati di acclività, delle caratteristiche litologiche e delle evidenze emerse durante specifici rilievi di verifica, risultano propedeutici alla stesura della carta di fattibilità alle azioni di piano, indispensabile per una corretta pianificazione urbanistica alla luce del possibile rischio idrogeologico.

Per la redazione del suddetto elaborato si è proceduto alla preliminare suddivisione del territorio comunale in celle a maglia quadrata di lato 200 m; all'interno di ogni riquadro è stata successivamente calcolata l'acclività media, espressa in gradi sessagesimali.

In corrispondenza di strutture morfologiche particolari quali rotture di pendenze, linee di cresta, pianori isolati, impluvi ecc., laddove si sarebbero riscontrati campi di valori acclività troppo ampi, si è provveduto ad un'ulteriore suddivisione delle celle, isolando i singoli elementi morfologici e calcolando quindi per ognuno di questi il valore medio di acclività.

In base a dette considerazioni l'intero territorio comunale, esteso per circa 6.8 km², è stato suddiviso in 243 maglie (200 x 200 m) dalle quali sono stati ricavati complessivamente 269 valori di acclività media, con valori in termini assoluti compresi tra 0° e 55°.

Per l'elaborazione dei dati così ottenuti è stato utilizzato un programma di contouring specifico per la gestione territoriale dei dati ("Surface Mapping System ver.7.0"); in funzione della distribuzione areale dei dati l'ottimale interpolazione statistica è stata ottenuta mediante l'applicazione dell'algoritmo di kriging.

Per la rappresentazione grafica si è ritenuto opportuno suddividere l'intero territorio in 10 classi di acclività optando una spaziatura delle linee ad uguale inclinazione ("isocline") di 5°; i campi di valori adottati sono i seguenti:

1. acclività compresa tra 0° e 5°
2. acclività compresa tra 5° e 10°

3. acclività compresa tra 10° e 15°
4. acclività compresa tra 15° e 20°
5. acclività compresa tra 20° e 25°
6. acclività compresa tra 25° e 30°
7. acclività compresa tra 30° e 35°
8. acclività compresa tra 35° e 40°
9. acclività compresa tra 40° e 45°
10. acclività > 45°

L'analisi dell'elaborato indica una sostanziale distribuzione dei valori minori di acclività in corrispondenza del terrazzo morfologico su cui insiste l'area urbanizzata e un progressivo aumento verso i settori di fondovalle dei corsi d'acqua (T. Lirone e T. Telo di Osteno) e, sebbene in minor misura, verso le aree montane circostanti.

In ragione di ciò la massima acclività si riscontra in corrispondenza delle scarpate fluviali prossime ai corsi d'acqua principali, in prossimità delle linee di cresta alla sommità dei versanti, lungo le incisioni dei corsi d'acqua minori e, in generale, nelle aree di affioramento del substrato roccioso.

Aree con acclività omogenea sono riscontrabili su tutto il versante retrostante il centro abitato; altri settori degni di nota dal punto di vista dell'acclività sono riconoscibili in corrispondenza dei ripiani di origine glaciale presso le località Sesso e Cascia di Sopra in area montana e in località Il Castello, a Nord del capoluogo.

9. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'assetto idrogeologico generale del territorio del Comune di Laino è strettamente connesso con la presenza di termini di natura calcarea, calcareo-silicea e calcareo-marnosa contraddistinti da permeabilità secondaria per fratturazione. In questo contesto è verosimile ammettere una contestuale azione corrosiva-erosiva esercitata dall'acqua e l'instaurarsi di fenomeni di dissoluzione carsica dei carbonati lungo le linee di discontinuità in superficie (fratture, faglie, stratificazione), nonché in corrispondenza delle principali aste idriche che incidono il substrato roccioso, per cui verrebbe favorita l'infiltrazione nel sottosuolo di parte dei volumi idrici defluenti. Nel caso di circolazione idrica per carsismo, si tratterebbe di circuiti di modesta gerarchizzazione con vuoti concentrati in corrispondenza delle fratturazioni di maggiore importanza, pertanto di tipo sub-superficiale. Ciò verrebbe confermato dalla modesta portata di alcune sorgenti che scaturiscono dal substrato roccioso per intercettazione da parte della superficie topografica, con regime strettamente connesso all'impulso delle precipitazioni, sottintendendo bacini idrologici di estensione contenuta. Nello specifico tale comportamento riguarda la sorgente dell'Abis lungo via detta ai Monti, la sorgente Ponte di Ponna entro l'incisione del T. Lirone, presso l'omonima struttura, ed una piccola sorgente immediatamente a valle della SP14 in località San Vittore. Nella ricostruzione idrogeologica proposta, le coltri moreniche ed eluviali, ovvero termini caratterizzati da permeabilità primaria per porosità, risultano subordinate poiché di esiguo spessore e quindi in grado di immagazzinare quantitativi idrici scarsi o nulli; in tale contesto è tuttavia ipotizzabile una modesta circolazione idrica al contatto tra substrato e deposito soprastante, ad esempio in corrispondenza del capoluogo, laddove la morfologia e l'andamento del substrato roccioso sepolto (depressioni) permettono l'immagazzinamento locale di modesti quantitativi idrici. Fanno eccezione i terreni colluviali insistenti sul versante a ridosso dell'abitato di Laino in località Selvetta che in virtù di spessori maggiori, litologia relativamente grossolana, bacino di alimentazione più esteso (in parte per lo sbocco nell'area di monte di circuiti carsici sub-superficiali) e conformazione morfologica del territorio, sono in grado di immagazzinare risorse idriche anche consistenti. In tale contesto idrogeologico si debbono inserire anche i sedimenti alluvionali del T. Lirone, per caratteristiche granulometriche e per spessori localmente cospicui. A confermare quanto indicato sono rispettivamente da sottolineare il gruppo di sorgenti denominate Brai, ex Brai e Toaggia in località Selvetta e la sorgente Il Castello sita alla confluenza di una valletta nel T. Lirone, connessa ad una falda di subalveo. La *Tavola 6* illustra la ricostruzione delle principali peculiarità idrogeologiche dell'area di indagine.

9.1 Permeabilità delle unità affioranti

Per una caratterizzazione idrogeologica dei termini affioranti è necessario classificare distintamente i materiali incoerenti (depositi superficiali) da quelli coerenti (substrato roccioso); come anticipato nel

precedente paragrafo nel primo caso infatti la permeabilità è dovuta alla presenza di sistemi di canalicoli e di vuoti intergranulari di origine singenetica (permeabilità primaria), nel secondo caso essa è dovuta principalmente a fenomeni di dissoluzione chimica quali il carsismo (tipico delle rocce carbonatiche), oppure alla presenza di reticoli di fessure e fratture che si instaurano durante o dopo la messa in posto delle unità rocciose (permeabilità secondaria).

Sulla base dell'interpolazione tra le varie caratteristiche quali la composizione litologica delle varie unità identificate in affioramento (cfr. *Tavola 4*), la stratificazione generale, l'inclinazione degli strati, il grado di fratturazione, l'acclività e le caratteristiche chimico-fisiche dei terreni di copertura quali, alterazione, granulometria e tessitura, è stato possibile suddividere le medesime in classi di permeabilità, così come illustrato in *Tavola 6*.

Vengono di seguito elencate le unità affioranti in ambito comunale con la rispettiva classe di appartenenza, facendo riferimento al comportamento medio generale (*Tabella 9.1*).

DEPOSITI SUPERFICIALI AFFIORANTI	
Permeabilità primaria elevata	Deposito alluvionale
Permeabilità primaria media	Deposito colluviale
Permeabilità primaria da media a ridotta	Deposito morenico (senso lato)
Permeabilità primaria da ridotta a molto ridotta	Deposito morenico (settore depresso topograficamente retrostante il cordone morenico in loc. Sesso, soggetto a fenomeni di ristagno)
SUBSTRATO ROCCIOSO	
Permeabilità secondaria da elevata a media	<u>Calcare di Moltrasio</u> (facies calcareo-silicea, banchi mediamente stratificati, giacitura sub-verticale, fratturazione dell'ammasso)
Permeabilità secondaria da media a ridotta	<u>Calcare di Moltrasio</u> (facies calcareo-silicea, banchi sottilmente e mediamente stratificati, locale fratturazione dell'ammasso)
Permeabilità secondaria ridotta	<u>Dolomia a Conchodon</u> (banchi sottilmente e mediamente stratificati) <u>Calcare di Moltrasio</u> (facies calcareo-marnosa, banchi mediamente stratificati, giacitura da sub-orizzontale a 30-40°, acclività elevata)

Tabella 9.1

Si sottolinea come la copertura eluviale affiorante alle quote più elevate non sia stata considerata in quanto, stante il suo esiguo spessore, la valutazione della permeabilità è da riferirsi al substrato sottostante. Le caratteristiche della struttura idrogeologica del territorio comunale determina condizioni di vulnerabilità alta della risorsa idrica sotterranea rispetto a possibili fenomeni di contaminazione.

9.2 Approvvigionamento per scopo acquedottistico e tipologia delle sorgenti captate

L'approvvigionamento idrico del Comune di Laino si deve alle seguenti strutture di captazione, la cui ubicazione è riportata in *Tavola 1* unitamente allo sviluppo delle reti di adduzione, con le relative infrastrutture, e fognaria, nonché in *Tavola 6*:

- n.2 pozzi siti in Comune di Pello Intelvi (esterni a tutta la cartografia proposta), che alimentano il serbatoio San Rocco, sito all'ingresso di Laino;
- gruppo di sorgenti denominate Brai costituito da n.8 scaturigini (cod. EBR 1÷8) in sinistra idrografica del Rio Brai (nome informale) in località Selvetta;
- gruppo di sorgenti denominate ex Brai costituito da n.5 scaturigini (cod. EBR 1÷5) in destra idrografica del Rio Brai (nome informale) in località Selvetta;
- gruppo di sorgenti denominate Toaggia costituito da n.9 scaturigini (cod. TO 1÷9) lungo il Rio della Selvetta, in località omonima;

Si tratta di sorgenti che scaturiscono da depositi morenici al contatto con il substrato roccioso, in corrispondenza di piccole vallecole che incidono in modo sensibile la morfologia del versante ed intercettano di fatto la tavola d'acqua.

Il bacino di alimentazione delle sorgenti captate coinvolge verosimilmente buona parte del versante immediatamente a tergo, costituito da depositi a granulometria discretamente grossolana e di spessore localmente consistente; la conformazione del medesimo ad ampio ripiano morfologico, favorisce inoltre i fenomeni di filtrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo. In tal senso si sottolinea tuttavia l'eventualità che una parte dell'alimentazione provenga dallo sbocco di circuiti carsici sub-superficiali, mascherati dall'ubiquitaria copertura dei depositi superficiali.

Il regime delle portate delle sorgenti, benché strettamente connesso con quello delle precipitazioni, è in grado comunque di assicurare portate minime durante l'anno idrologico.

All'interno del territorio comunale di Laino sono presenti altre sorgenti captate per scopo idropotabile, ma sfruttate da parte del confinante Comune di Ponna.

Nel dettaglio esse sono rappresentate dalla sorgente Il Castello (cod. CA) sita in fregio al T. Lirone presso l'omonima località e dalla sorgente denominata Ponte di Ponna lungo il T. Lirone (cod. PO), che soddisfano rispettivamente il fabbisogno delle frazioni di Ponna inferiore e Ponna media e superiore.

La sorgente Il Castello è sita alla confluenza di una valletta nel T. Lirone, alla base della quale sono anche presenti venute d'acqua; è connessa ad una falda di subalveo sebbene, per le evidenze appena indicate, sia del tutto lecito ipotizzare un parziale contributo di alimentazione anche dal versante a tergo.

La sorgente Ponte di Ponna scaturisce dai termini rocciosi del Calcere di Moltrasio in corrispondenza dell'alveo del T. Lirone ed apparterebbe verosimilmente allo sbocco di un circuito carsico sub-superficiale. In ragione di ciò e della mancanza di evidenze di tipo idrologico, morfologico e geologico-strutturale è al momento impossibile definirne anche approssimativamente il bacino di alimentazione.

Le caratteristiche salienti delle captazioni idropotabili esistenti in ambito comunale sono descritte anche nelle schede censimento dell'*Allegato 10*.

9.2.1 Classificazione delle sorgenti

Le sorgenti vengono classificate di norma secondo tre parametri di seguito elencati (Civita 1972):

1. caratteristiche chimico fisiche delle acque;
2. valori delle portate di magra;
3. assetto geologico-strutturale che da origine ad una sorgente.

In riferimento al punto 1, Civita suddivide qualitativamente le sorgenti in normali, termali, minerali e termo-minerali; nel presente caso si è in presenza di **sorgenti normali**.

In riferimento al punto 2, le sorgenti normali sono state classificate quantitativamente da Meinzer in base alla loro portata di magra annua, come segue (*Tabella 9.2*).

Classe	Portata minima annua l/sec
1	>10.000
2	da 1.000 a 10.000
3	da 100 a 1.000
4	da 10 a 100
5	da 1 a 10
6	da 0.1 a 1
7	da 0.01 a 0.1
8	<0.01

Tabella 9.2

Per quanto attiene le sorgenti esaminate, dalle misure di portata media indicative desunte in sede dei rilievi effettuati per il risanamento dei bottini di presa e stimate dai tecnici comunali in base alla dichiarazione annuale dei consumi, è emerso che le stesse rientrano nelle classi n.6 e 7.

In riferimento al punto 3, in base alle caratteristiche geologico-strutturali che danno luogo alla sorgente, sempre Civita riconosce tre classi principali, a loro volta suddivise in due sottoclassi (*Tabella 9.3*).

Classe sorgenti		Sottoclasse
1	per limite di permeabilità	a) Sorgenti per limite di permeabilità indefinito b) Sorgenti per limite di permeabilità definito
2	per soglia di permeabilità	c) Sorgenti per soglia di permeabilità sottoposta d) Sorgenti per soglia di permeabilità sovrainposta
3	per affioramento della superficie piezometrica	e) Sorgenti per affioramento di falde o reti acquifere libere f) Sorgenti per affioramento di falde o reti acquifere in pressione

Tabella 9.3

Dalle osservazioni di superficie inerenti all'assetto geologico-strutturale, sia a piccola che grande scala, si osserva che:

a) le sorgenti Brai, ex Brai e Toaggia, emergono laddove si verifica l'intercettazione della superficie piezometrica (tavola d'acqua) da parte del rilievo topografico. Si classificano di conseguenza come "**sorgenti per affioramento della superficie piezometrica (3e)**" (Figura 9.1).

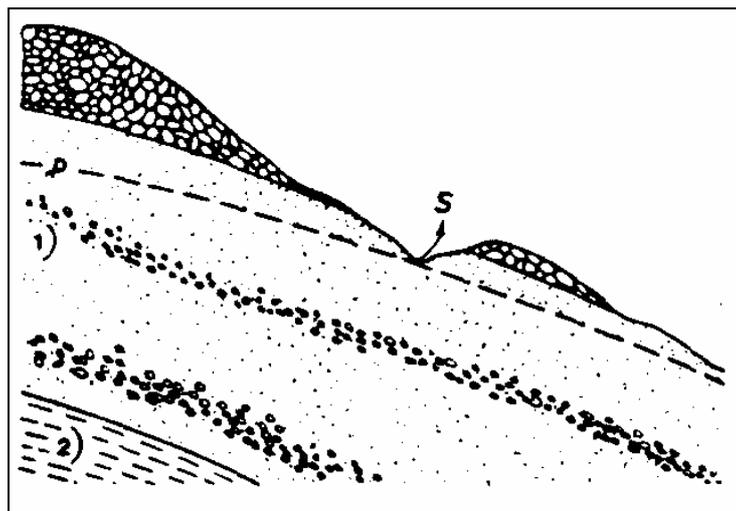


Figura 9.1

b) la sorgente Ponte di Ponna, dalla natura del substrato roccioso che costituisce il bacino di alimentazione, dall'assetto geologico-strutturale e in virtù della permeabilità secondaria dei termini calcarei, è verosimilmente classificabile come "**sorgente per limite di permeabilità indefinito (1a)**" in acquifero calcareo a carsismo incompleto (Figura 9.2).

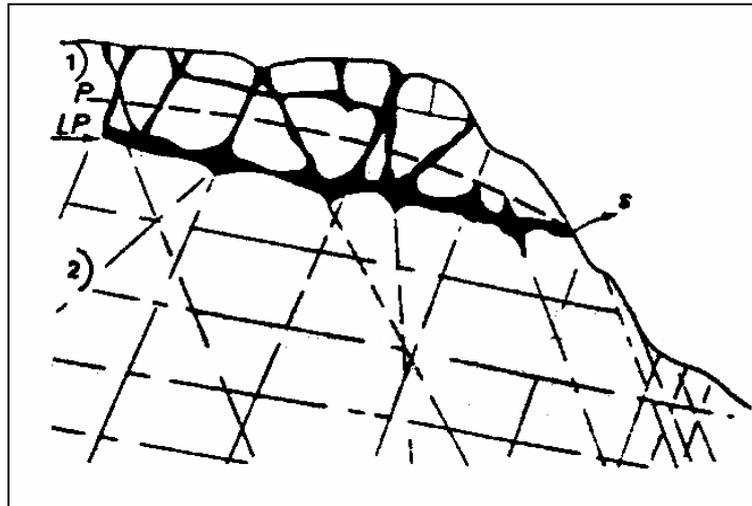


Figura 9.2

c) la sorgente Il Castello capta una falda di sub-alveo del T. Lirone, sebbene parte dell'alimentazione derivi dall'apporto di infiltrazioni sub-superficiali dal versante a tergo e da un impluvio laterale. Sulla base di queste osservazioni, si propone uno schema indicativo della modalità di circolazione idrica (*Figura 9.3*).

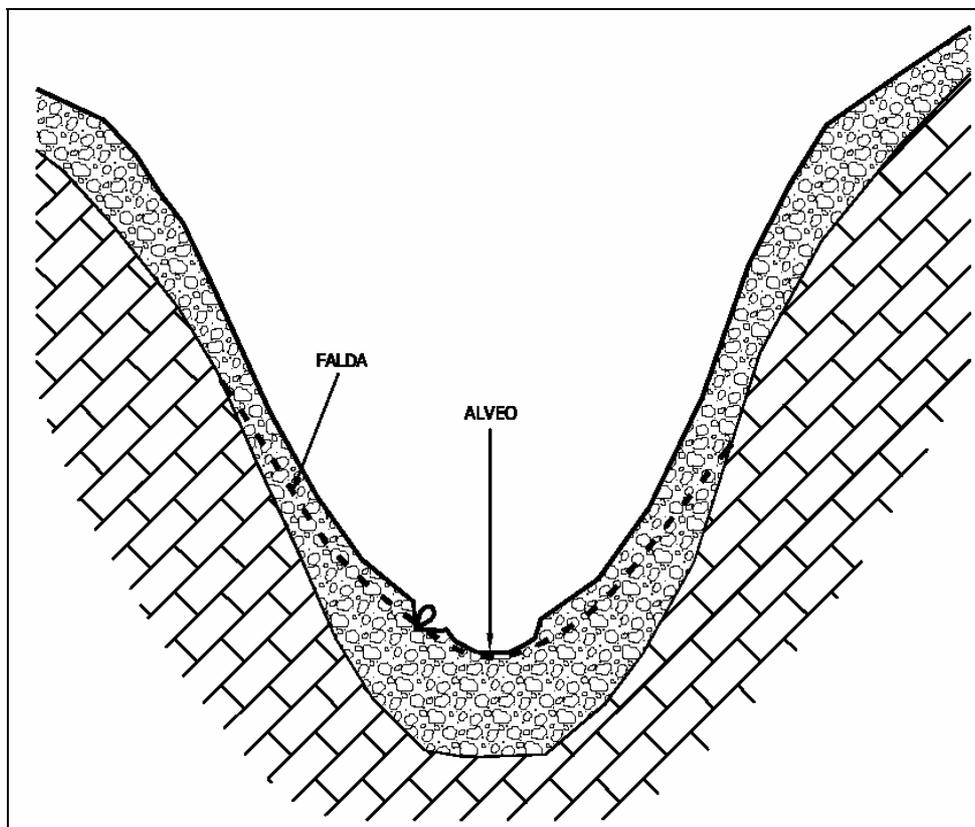


Figura 9.3

9.3 Stato qualitativo delle acque di sorgente

La definizione del quadro idrochimico e microbiologico delle acque è relativo alle acque scaturenti dalle sorgenti Brai, ex Brai e Toaggia utilizzate dal Comune di Laino, effettuata grazie agli accertamenti analitici disponibili su campioni prelevati relativamente all'anno 2007 in corrispondenza dei serbatoi di accumulo Brai e Toaggia, siti presso gli omonimi gruppi di sorgenti.

Si tratta pertanto di concentrazioni medie relative alla facies idrochimica del complesso delle sorgenti in località Selvetta.

I parametri chimico-fisici oggetto di accertamento hanno evidenziato concentrazioni ubiquitariamente inferiori alla C.M.A. imposta dal D. Lgs. 152/06 che disciplina le acque destinate al consumo umano.

Di seguito viene descritto sinteticamente il quadro idrochimico ricostruito per l'area in esame:

- il pH rilevato risulta compreso tra 7.86 e 8.0, mentre per quanto concerne la conducibilità elettrica si rilevano per le sorgenti valori compresi tra circa 395 e 420 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- i cloruri presentano concentrazioni nulle, mentre l'ammoniaca, sostanza indice di ambiente riducente, è assente
- in riferimento a composti di origine antropica quali i nitrati si rilevano concentrazioni molto basse comprese tra 6.8 e 12.7 mg/l. Pressoché assenti sono i composti organo-alogenati clorurati e il PCB.

Per quanto concerne il quadro microbiologico, sono state accertate in passato sporadicamente cariche batteriche in numero superiore a quello previsto dalla normativa, tali da richiedere un minimo trattamento delle acque prima della loro fornitura.

Tale problematica, imputabile alle condizioni igieniche dei bottini di presa e alla bassa soggiacenza della tavola d'acqua, fattori che di innesco di processi chimici aerobici con proliferazione delle cariche batteriche, è attualmente superata poiché l'Amministrazione Comunale ha recentemente provveduto al rifacimento delle camerette secondo le prescrizioni sanitarie in merito contenute nel D. Lgs. 152/06.

10. RISCHIO SISMICO

L'art.57 comma 1 della L.R. n.12 introduce linee guida specifiche per la definizione del rischio sismico basate sulle più recenti metodologie disponibili, conseguenti alla nuova classificazione del territorio nazionale.

Quest'ultima indica che tutti i Comuni devono dotarsi di uno studio atto a valutare la pericolosità sismica locale (PSL) per una corretta fase pianificatoria ed esecutivo-progettuale.

L'analisi del rischio sismico alla scala del territorio comunale comporta quindi la definizione di indicazioni relative all'azione sismica già nello studio dedicato alla fase di pianificazione, rimandando alla fase progettuale-esecutiva l'applicazione specifica delle norme tecniche costruttive.

Questo nuovo aspetto della direttiva costituisce una novità in quanto recepisce le recenti normative in merito al rischio sismico e ne specifica alcuni profili a livello comunale (microzonazione), quali la risposta sismica locale, sulla base della classificazione sismica dei comuni lombardi.

L'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, propone ed illustra le procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito in ambito regionale, con la finalità di definire l'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio.

Il nuovo approccio è organizzato con una struttura modulare, che si presta ad una continua e graduale implementazione e aggiornamento in base alla zona sismica e agli scenari di pericolosità individuati in ambito regionale, sulla scorta delle situazioni litologiche e morfologiche presenti.

L'analisi del rischio sismico è volta a definire la risposta sismica locale, cioè valutare come le condizioni geologiche, litologiche e geomorfologiche di una determinata zona possano influenzare la pericolosità sismica di base in occasione di un sisma, producendo effetti diversi nella valutazione generale della medesima.

L'obiettivo è pertanto quello di definire una microzonazione sismica in grado di interagire con le opere e le infrastrutture previste in ambito pianificatorio.

10.1 Risposta sismica locale

La classificazione delle zone sismiche del territorio nazionale (Allegato 1 dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003), inserisce il Comune di Laino in "zona 4" la quale identifica i comuni a rischio sismico più basso di tutto il territorio nazionale.

Tuttavia, alla scala strettamente locale, numerosi fattori possono concorrere a determinare condizioni differenti nei confronti della pericolosità sismica di base. I diversi effetti derivanti dalle condizioni locali (geolitologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, etc.), vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti; pertanto il primo approccio è finalizzato a riconoscere alla scala del territorio comunale le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico, previa identificazione della categoria di terreno presente.

In funzione delle caratteristiche del terreno vengono distinti due categorie di effetti locali:

1. “effetti di sito o di amplificazione sismica locale”
2. “effetti di instabilità”

10.1.1 Effetti di sito o di amplificazione sismica locale

Interessano tutti i terreni che, nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese, manifestano un comportamento stabile. Gli effetti sono rappresentati dall'insieme delle caratteristiche di un terremoto di riferimento (ampiezza, frequenza, durata) relativo ad una formazione rocciosa di base, modificate a seguito dell'attraversamento di strati ad essa soprastanti in conseguenza dell'interagire delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Si distinguono due gruppi di effetti, che possono essere contestualmente presenti nel medesimo sito, nella fattispecie gli effetti di amplificazione topografica e gli effetti di amplificazione litologica.

Gli effetti di amplificazione topografica si manifestano in presenza di morfologie superficiali ed irregolarità topografiche più o meno articolate, peculiarità che favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche, con amplificazione variabile in funzione del tipo di terreno presente.

Gli effetti di amplificazione litologica si verificano qualora, alla scala locale, siano palesi particolari strutture geologiche sepolte e litologie con determinate proprietà geotecniche e/o meccaniche, in grado di provocare esaltazione delle azioni sismiche e fenomeni di risonanza trasmesse al terreno e alle infrastrutture.

10.1.2 Effetti di instabilità

Gli effetti in questione interessano tutti i terreni che manifestano un comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese; sono in genere rappresentati da dissesti e movimenti anche di grandi masse di terreno, incompatibili con la stabilità delle strutture.

Nella fattispecie il sisma risulta il fattore di innesco e/o riattivazione di:

- crolli, scivolamenti rotazionali e traslazionali, colamenti, etc., lungo versanti in roccia o materiale sciolto aventi equilibrio precario;
- deformazioni permanenti del suolo connessi a densificazione in terreni granulari sopra falda e liquefazione in terreni sabbiosi in falda, in terreni aventi caratteristiche fisico-meccaniche scadenti;
- fenomeni di subsidenza in presenza di carsismo sotterraneo;
- movimenti differenziali e movimenti relativi orizzontali e verticali in presenza di contatti stratigrafico/tettonici.

10.2 Analisi della sismicità del territorio comunale

La metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14 Gennaio 2008, "Norme Tecniche per le Costruzioni", in vigore dal 1 luglio 2009, dall'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003, dalla D.G.R. n.14964 del 7 Novembre 2003 e dal d.d.u.o. n.19904 del 21 Novembre 2003), viene compiutamente illustrata nell'Allegato 5 della D.G.R. n.8/7374.

La metodologia di valutazione dell'amplificazione sismica locale, fondata su analisi dirette e prove sperimentali su aree campione in ambito regionale che fanno riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni), prevede l'applicazione di tre livelli di approfondimento:

- 1° livello, di tipo qualitativo e propedeutico ai successivi livelli di approfondimento, riconosce le aree passibili di amplificazione sismica sulla base di differenti scenari di pericolosità sismica locale derivanti da situazioni tipo dell'assetto del territorio (geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche), ad esempio dai contenuti della cartografia di inquadramento proposta nella Fase di analisi dello studio geologico.

Gli scenari sono identificati con le sigle Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 (zone PSL) e si prefiggono di trattare tutte le possibili casistiche geologiche in ambito regionale, sebbene siano passibili di revisione sulla base di evidenze particolari o fattori strettamente locali non contemplati nello schema di valutazione originario di seguito illustrato (*Tabella 10.1*).

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

Tabella 10.1

Detti scenari sono stati individuati poiché in grado di produrre effetti sismici locali che si esplicano con fenomeni di instabilità (Z1a-b-c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), amplificazioni topografiche (Z3a-b), amplificazioni litologiche (Z4a-b-c-d), comportamenti differenziali (Z5).

Essi permettono la redazione della carta della pericolosità sismica illustrata dalla *Tavola 7* e l'assegnazione diretta della classe di pericolosità dei singoli scenari e dei successivi livelli di approfondimento necessari per la fase esecutivo-progettuale.

Il I° livello è obbligatorio in fase pianificatoria per tutti i Comuni ricadenti in Zona sismica 4.

- II° livello mirato ad una caratterizzazione di tipo semi-quantitativo degli effetti di amplificazione sismica nelle aree a pericolosità sismica locale (PSL) individuate con il I° livello, fornisce una stima della risposta sismica dei terreni in termini di fattore di amplificazione (Fa). Nello specifico l'analisi di II° livello è mirata ad individuare entro le aree PSL, previa applicazione di opportune procedure, situazioni nelle quali gli effetti locali sono in grado di produrre incrementi del fattore di amplificazione rispetto al valore di soglia ricostruito per ciascun comune in ambito regionale da uno studio del Politecnico di Milano, ovvero accertare se la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale ($F_a \text{ calcolato} > F_a \text{ di soglia comunale}$). Nel caso in cui si verifichi tale superamento, si dovrà procedere agli approfondimenti di III° livello oppure adottare per la fase progettuale parametri previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore.

L'analisi di II° livello è obbligatoria in zona sismica 2 e 3 nelle aree a pericolosità sismica locale Z3 e Z4 e interferenti con l'urbanizzato e/o con le zone di espansione urbanistica, per tutte le tipologie di costruzione, oppure in zona sismica 4 sempre nelle aree Z3 e Z4 qualora sia in previsione la realizzazione di nuovi fabbricati definiti strategici o rilevanti (elenco al d.d.u.o. n.19904/2003), o comunque per le costruzioni il cui uso prefiguri affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali.

- III° livello atto a definire gli effetti di amplificazione attraverso indagini più approfondite, dirette ed indirette; si applica in fase progettuale sulla base di differenti casistiche e, come anticipato, qualora la determinazione del fattore di amplificazione ricavato con il II° livello all'interno degli scenari PSL si dimostri inadeguato nei confronti dei parametri stabiliti a livello nazionale.

L'analisi di III° livello si applica in fase progettuale nelle zone PSL individuate come Z1, Z2, Z5 per edifici strategici e rilevanti e negli scenari Z3a e Z3b nel caso si prevedano strutture flessibili e sviluppo verticale indicativamente compreso tra 5 e 15 piani.

Il III° livello è anche obbligatorio nel caso di progetto di costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, industrie con attività pericolose per l'ambiente, reti viarie e ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, sociali essenziali, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici.

Infine si sottolinea che gli approfondimenti di II° e III° livello non devono essere eseguiti nelle aree considerate inedificabili a seguito del riscontro di problematiche geologiche, geomorfologiche e ambientali, o sottoposte a vincolo da specifica normativa, fermo restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica (cfr. carte di Fattibilità alle Azioni di Piano di *Tavole 10 A-B-C* del presente studio).

10.3 Carta della Pericolosità sismica locale: analisi di I° livello

Allo stato attuale il Comune di Laino non ha in previsione la realizzazione di edifici strategici o rilevanti, tantomeno sono previsti Piani di Lottizzazione che prevedano la realizzazione di edifici individuati agli elenchi delle suddette deliberazioni.

Pertanto, al fine di adeguare lo studio geologico a corredo dello strumento urbanistico alle recenti disposizioni in merito alla componente sismica, il piano di lavoro comporta la predisposizione del solo I° livello di approfondimento, da svilupparsi con la redazione di un elaborato grafico e del presente paragrafo descrittivo:

Per quanto concerne le prescrizioni necessarie all'implementazione degli approfondimenti di II° e III° livello, si rimanda allo specifico paragrafo delle Norme Geologiche di Piano, che dovrà essere la base di lavoro e di indirizzo per detti approfondimenti che si rendessero necessari nel caso di previsioni urbanistiche future da parte dell'Amministrazione o di privati, riguardanti la realizzazione di opere strategiche e/o rilevanti in ambito comunale.

L'analisi sismica in adeguamento allo studio della componente geologica ai sensi della recente direttiva di applicazione, prevede l'elaborazione di una Carta della Pericolosità Sismica Locale, nello specifico redatta alla scala 1:5.000 (*Tavola 7*), che riporta le differenti situazioni litologiche e geomorfologiche riscontrate alla scala del territorio comunale, in grado di determinare effetti sismici locali, individuando quindi aree a pericolosità sismica locale (PSL).

La normativa prevede che il I° livello di approfondimento non comporti alcun aggiornamento della Carta di Sintesi, tantomeno variazioni delle classi stabilite nella Carta di Fattibilità geologica per le azioni di piano; quest'ultima dovrà tuttavia illustrare lo sviluppo areale delle zone di pericolosità sismica locale individuate.

In aggiunta nelle Norme Geologiche di Piano a corredo dello studio geologico dovranno essere recepite le prescrizioni in ordine agli interventi da effettuarsi nelle singole aree PSL individuate per le previsioni urbanistiche future.

Per la perimetrazione delle aree PSL in ambito comunale si è fatto espresso riferimento alle situazioni tipo individuate dalla Regione Lombardia elencate nella precedente *Tabella 10.1*, con gli adattamenti del caso alle informazioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche utilizzate in fase di redazione delle carte di base del presente Studio Geologico del territorio comunale (carta geologica, geomorfologia e geotecnica).

Poiché l'analisi sismica ha come prima finalità l'individuazione delle problematiche inerenti l'interazione tra terreno e opere di fondazione-struttura in occasione di un terremoto di riferimento, ad esempio per l'effetto di amplificazioni sismiche, per l'attribuzione dei singoli scenari di pericolosità si è dato maggior "peso" alle caratteristiche litologiche dei terreni entro il cosiddetto "spessore di interesse geotecnico" ossia dell'orizzonte normalmente interessato dalla posa delle fondazioni, dalla realizzazione degli interrati etc..

Di seguito vengono schematicamente e in sintesi descritti gli scenari individuati nella carta della pericolosità sismica locale redatta (*Tavola 7*).

—
SCENARIO Z1a - *Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi*

I settori pertinenti riguardano le frane attive censite, una ubicata sulla scarpata fluviale di raccordo con il T. Telo di Osteno e la seconda riscontrabile sul versante idrografico destro della valle del Ponte, presso il Ponte di Laino, in fregio alla SP14. Le problematiche sono connesse all'instaurarsi di fenomeni di instabilità nei confronti delle sollecitazioni sismiche incompatibili con la stabilità degli edifici. Tale scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H3** (è fatto divieto di edificazione)

SCENARIO Z1b - *Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti e/o relitti*

Le aree interessate riguardano le frane quiescenti censite in ambito comunale. Le problematiche sono connesse a fenomeni di potenziale instabilità nei confronti delle sollecitazioni sismiche incompatibili con la stabilità degli edifici. Tale scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e approfondimenti di **III° livello** nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

SCENARIO Z1c - *Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana*

Nell'ambito della definizione dell'assetto morfo-strutturale sono state evidenziate aree in ambito montano, contraddistinte da una copertura terrigena in condizioni di equilibrio limite (piccoli scivolamenti e/o colate, scollamenti e decorticamenti del suolo di ridotto sviluppo con parziale movimento traslativo per gravità), nonché settori lungo le incisioni dei corsi d'acqua più importanti laddove le scarpate, per erosione regressiva, possono dare origine a locali distacchi di singoli blocchi di roccia e/o scivolamenti di materiale detritico (regolite), aspetto acuito dalle condizioni di elevata acclività. Le problematiche sono connesse a fenomeni di potenziale instabilità a causa della sollecitazione sismica di riferimento, da cui deriva l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e approfondimenti di **III° livello** nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

—
SCENARIO Z3a - *Zona di ciglio di scarpata subverticale con altezza $H > 10 m$*

I settori di interesse riguardano essenzialmente gli orli di scarpata al raccordo tra i terrazzi morfologici di origine glaciale e le scarpate fluviali, nonché quelli che delimitano ripiani limitati arealmente posti a differente quota altimetrica sui versanti. Le problematiche sono connesse ad amplificazione topografica. Tale scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e la necessità di approfondimenti **II° livello**, nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

SCENARIO Z3b - *Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo, appuntite e/o arrotondate*

Le zone si individuano essenzialmente in corrispondenza della linea di spartiacque al limite meridionale del Comune. Le problematiche sono connesse ad amplificazione topografica. Tale scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e la necessità di approfondimenti **II° livello** nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

SCENARIO Z4a - *Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi*

La zona di affioramento corrisponde alle alluvioni antiche e recenti che colmano il fondovalle del T. Lirone, costituiti essenzialmente da blocchi e ciottoli anche di notevoli dimensioni, talora in matrice ghiaioso-sabbiosa. Le problematiche sono connesse ad amplificazione litologica e geometrica. Lo scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e la necessità di approfondimenti **II° livello** nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

SCENARIO Z4c - *Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi*

Lo scenario accorpa i depositi morenici presenti a varia quota sui versanti, solitamente di discreta estensione areale e spessore in genere contenuto a 3 m. Le problematiche sono connesse ad amplificazione litologica e geometrica. Lo scenario determina l'assegnazione di una **Classe di pericolosità H2** e la necessità di approfondimenti **II° livello** nel caso di realizzazione di edifici strategici e/o rilevanti

FASE DI SINTESI/VALUTAZIONE

11. VINCOLI TERRITORIALI ESISTENTI

Le principali limitazioni d'uso del territorio di Laino derivano da normative in vigore di carattere pianificatorio-urbanistico, idrogeologico e idraulico. Esse sono state individuate ed illustrate nella cartografia riportata in *Tavola 8*.

11.1 Vincolo idrogeologico

Il territorio comunale è sottoposto a vincolo idrogeologico relativamente alle aree esterne al centro urbano, vincolo istituito e normato con Regio Decreto n. 3267 del 30 dicembre 1923 e con Regio Decreto n. 1126 del 16 maggio 1926.

La sua disciplina è stata in seguito rivista e ridefinita con la L.R. n.8 del 5 aprile 1976, adeguandola alle necessità attuali, pur mantenendo lo spirito originale il quale, data l'epoca, nel tempo si è rivelato assolutamente lungimirante.

Lo scopo principale del vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico: non è preclusivo della possibilità di trasformazione o di nuova utilizzazione del territorio, ma mira alla tutela degli interessi pubblici e alla prevenzione del danno pubblico.

A livello comunale, l'Amministrazione comunque provvede con le proprie procedure e norme tecniche alla gestione del vincolo idrogeologico in ordine alle opere di trasformazione urbanistica ed edilizia del territorio e degli ecosistemi vegetali, che comportano movimenti di terreno o modificano il regime delle acque, attraverso la richiesta di specifica perizia geologica finalizzata a verificare l'impatto di tali opere sulla stabilità dei versanti e sul normale deflusso delle acque.

11.2 Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile

La necessità di tutelare dall'inquinamento le acque sotterranee in prossimità delle opere di captazione porta ad individuare delle aree di salvaguardia entro le quali applicare vincoli d'uso del territorio, concepiti con lo scopo di garantire l'approvvigionamento idropotabile compatibilmente con i requisiti sanitari vigenti, ai sensi dell'art.94 del D.Lvo 152/06. Tale normativa, sulla base delle locali condizioni di vulnerabilità della risorsa idrica sotterranea prevede l'istituzione di aree suddivise in:

- *zona di tutela assoluta (ZTA);*
- *zona di rispetto (ZR);*
- *zona di protezione (ZPA).*

La zona di tutela assoluta, adibita esclusivamente all'opera di presa ed alle costruzioni ad essa accessorie, deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 10 m ed essere adeguatamente recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche.

La zona di rispetto deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 m rispetto al punto di presa. In assenza dell'individuazione della ZR, la perimetrazione della stessa viene implicitamente intesa di estensione di raggio pari a 200 m, definito anche "criterio geometrico" ai sensi del comma 6 dell'art. 94 del D.Lgs. 152/06. La definizione della ZR è anche possibile con altre metodologie, ad esempio il "criterio temporale o del tempo di sicurezza", applicabile nel caso di acquiferi vulnerabili dietro specifica proposta avanzata dal richiedente/concessionario (D.G.R. 15137/96).

La zona di protezione, è invece riferita al bacino imbrifero e alle aree di ricarica delle falde e/o delle sorgenti; per la tutela del patrimonio idrico le Regioni possono indicare limitazioni e prescrizioni in relazione alla destinazione d'uso del territorio.

Poiché il fabbisogno idropotabile del Comune di Laino è garantito in gran parte dalla captazione di sorgenti, le aree di salvaguardia sono state distinte in Zona di Tutela Assoluta (ZTA) e in Zona di Rispetto (ZR) in conformità a quanto disposto dall'Accordo tra Stato e Regioni del 12 dicembre 2002.

Nello specifico le zone di rispetto (ZR) sono state delimitate con criterio "geometrico" il quale, secondo le prescrizioni del suddetto Accordo normativo, prevede che la ZR si configuri come una porzione di cerchio di raggio non inferiore a 200 m con centro nel punto di captazione, estesa in posizione di monte idrogeologico rispetto alla presa e delimitata verso valle dall'isoipsa passante per la captazione.

Per il dettaglio relativo all'ubicazione delle captazioni idropotabili e alla normativa vigente riguardante le attività vietate e/o soggette a regolamentazione all'interno delle aree di vincolo si rimanda rispettivamente alle *Tavole 1 e 6* e alle Norme Geologiche di Piano a corredo dello Studio Geologico.

11.2.1 Zone di salvaguardia del territorio comunale

Entro il territorio comunale di Laino sono presenti le seguenti opere di captazione per le quali è prevista l'adozione dei vincoli indicati nel D.L.vo 152/06 e nell'Accordo tra Stato e Regioni, entro i quali l'applicazione delle norme di destinazione d'uso è disciplinato alla scala regionale dalla D.G.R. n.7/12693 del 10 Aprile 2003:

- gruppo sorgenti Brai (n.8 sorgenti)
- gruppo sorgenti ex Brai (n.5 sorgenti)
- gruppo sorgenti Toaggia (n.9 sorgenti)
- sorgente Il Castello (nome informale)
- sorgente Ponte di Ponna (nome informale)

Come premesso, il gruppo di sorgenti Brai, ex Brai e Toaggia sono utilizzate dal Comune di Laino,

mentre le sorgenti Il Castello e Ponte di Ponna soddisfano il fabbisogno del limitrofo Comune di Ponna. La delimitazione delle Zone di Rispetto proposta in *Tavola 8* deriva dall'interpolazione del cerchio di raggio 200 m sotteso alla singola captazione verso monte, mentre per la Zona di Tutela Assoluta (ZTA) delle sorgenti Brai, ex Brai, Toaggia, Il Castello e Ponte di Ponna, è stata prevista con cerchio di raggio pari a 10 m.

11.3 Vincoli idraulici di difesa del suolo: Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Raccordo con gli strumenti di pianificazione sovraordinata)

In relazione agli strumenti di *pianificazione sovraordinata*, si è proceduto a riportare nella carta dei vincoli la proposta di aggiornamento del quadro del dissesto ricostruito con la presente indagine, con legenda uniformata P.A.I..

Nello specifico sono state riportate le aree di frana attiva (**Fa**), quiescente (**Fq**) e relitta o stabilizzata (**Fs**), al cui interno vige una precisa normativa a cui l'Amministrazione deve attenersi per definire le attività vietate o soggette a regolamentazione, stabilita dall'art.9 delle Norme di Attuazione del P.A.I..

Il riferimento normativo indicato viene riportato per comodità di lettura da parte dei tecnici comunali nelle Norme Geologiche di Piano a corredo dello Studio Geologico.

11.4 Vincoli idraulici di difesa del suolo: Reticolo idrografico minore (D.G.R. n.7/13950 del 1 Agosto 2003)

Il reticolo idrografico minore (S.R.I.M.), parte integrante del Documento di Piano, è stato oggetto di apposita predisposizione da parte degli scriventi contestualmente alla stesura del presente Studio Geologico (S.G.). Pertanto esso è in fase di approvazione in quanto inoltrato alla Regione Lombardia, sede Territoriale di Como, per l'espressione del parere di competenza.

Lo studio, condotto in conformità con la normativa vigente, è stato sviluppato in modo da definire struttura e classificazione del reticolo idrografico alla scala comunale, con lo scopo di proporre la perimetrazione delle fasce di rispetto fluviali entro le quali il Comune è tenuto ad applicare vincoli e norme di tipo urbanistico.

Il medesimo studio, al quale si rimanda per gli approfondimenti del caso, è corredato da un'apposita Appendice normativa redatta in forma di articoli (Norme Attuative), riguardante i criteri di classificazione dei corsi d'acqua, le attività vietate o soggette ad autorizzazione all'interno delle fasce di rispetto fluviali e la definizione dei criteri per l'esercizio delle attività di polizia idraulica sul reticolo idrografico.

Il tracciamento delle fasce di rispetto ha tenuto conto, quale elemento valutativo fondamentale, delle problematiche connesse a potenziali fenomeni di dissesto idrogeologico-idraulico, per cui è risultato imprescindibile dare priorità al mantenimento delle condizioni conservative di sicurezza idraulica in fregio al corso d'acqua.

Ne deriva un criterio di perimetrazione che prevede una distanza sistematica di 10 m dal corso d'acqua,

atta a garantire un sufficiente margine di sicurezza nei confronti di problematiche idrauliche, quali possibili divagazioni del corso d'acqua in occasione degli eventi di piena, accentuate dalla presenza di materiale solido trasportato e depositato in alveo.

Tale perimetrazione consente inoltre l'accessibilità al corso d'acqua per l'espletamento di tutte le necessarie attività di manutenzione, recupero e/o riqualificazione ambientale.

Solo in due casi concernenti tratti tombinati, si è invece proceduto ad una perimetrazione delle fasce di rispetto adottando una distanza di 5 m, previa implementazione di apposita verifica idraulica dei manufatti di immissione al tratto tombinato di valutazione dell'officiosità, utilizzando le metodologie di calcolo approvate dall'Autirità di Bacino del Po.

In riferimento alla distanza della fascia di rispetto dai corsi d'acqua, esse vanno intese come misurate dal piede arginale esterno oppure, in assenza di arginature in rilevato, dalla sommità della sponda incisa.

In sede di valutazione di progetti urbanistici limitrofi ai corsi d'acqua, tale aspetto dovrà essere preventivamente individuato in sito.

12. CARTA DI SINTESI

La Carta di Sintesi (*Tavola 9*) fornisce il quadro sintetico d'insieme dello stato del territorio sotto l'aspetto morfodinamico ed è propedeutica alla redazione della carta della fattibilità geologica che stabilisce gli indirizzi definitivi di pianificazione urbanistica del territorio del Comune di Laino. Trattandosi di uno studio generale, le valutazioni del rischio sono state eseguite in maniera qualitativa attraverso una valutazione "incrociata" dei dati desunti dallo studio analitico (Fase di Analisi), per cui preme sottolineare come le problematiche individuate debbano necessariamente essere oggetto di verifica puntuale e di dettaglio all'atto della progettazione ed esecuzione dei singoli interventi. Gli ambiti di pericolosità intrinseca (situazioni di criticità) evidenziati sul territorio riguardano le seguenti categorie di rischio:

- aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti
- aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico
- aree vulnerabili dal punto di vista idraulico
- aree con caratteristiche geotecniche scadenti e/o di variabilità litologica

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

12.1.1 Aree di frana attiva, quiescente e relitta o stabilizzata

Durante i rilievi sono stati localizzati n.2 dissesti attivi, classificabili come frane per scivolamento, che interessano la coltre di depositi superficiali per uno spessore massimo di 2 m circa.

Il dissesto identificato all'ingresso del Comune di Laino, presso la piattaforma ecologica (codice *001SVm*), presenta una evoluzione modesta per arretramento della nicchia. Per la messa in sicurezza di questo dissesto è stato approvato un progetto di sistemazione con interventi di ingegneria naturalistica.

Il dissesto identificato come *002SVm*, riattivazione di una frana quiescente, ubicato presso il ponte di Laino lungo la SP14, presenta modestissime venute d'acqua lungo la zona di accumulo.

Le frane quiescenti e, tantomeno quelle relitte, non hanno fornito indizi morfologici di riattivazione. Per quelle relitte, oltretutto il contesto attuale evidenzia condizioni morfologico-ambientali del tutto differenti rispetto a quelle riconducibili all'epoca del dissesto originario, tanto che la loro identificazione in sito è risultata pressochè impossibile.

12.1.2 Aree a potenziale innesco di scivolamenti della copertura superficiale per condizioni di equilibrio limite e aree a pericolosità potenziale per crolli di singoli blocchi di roccia

Riguardo alla prima situazione di criticità, in corrispondenza di alcuni settori acclivi sui versanti o alla base dei medesimi al raccordo con i fondovalle e/o degli impluvi del reticolo minore, sono state individuate aree laddove la copertura terrigena o detritica superficiale è in condizioni di equilibrio limite (scivolamenti di pochi metri cubi, decorticamenti, reptazione, creeping, etc.), per l'azione contestuale della gravità e degli agenti fisici (acque battenti e ruscellamento superficiale). Sebbene al momento le evidenze di innesco di fenomeni erosivi siano arealmente contenute, nel complesso questi settori si

devono considerare esposti a rischio potenziale. Si consiglia pertanto, soprattutto nei settori a tergo dell'abitato di Laino, un controllo costante dello stato dei versanti finalizzato ad evidenziare possibili attivazioni di fenomeni erosivi superficiali e, nel caso, provvedere immediatamente alla loro mitigazione. Nella seconda situazione, si tratta di quei settori connessi allo sviluppo delle scarpate morfologiche principali dei T. Telo, Telo di Osteno e Lirone, laddove le pareti rocciose sub-verticali per condizioni di acclività, per grado di fratturazione e per azione degli agenti atmosferici (soprattutto crio-clastismo), possono essere potenzialmente soggette a distacco e/o crolli di singoli massi, di dimensioni comunque contenute.

12.1.3 Aree in erosione accelerata per azione delle acque battenti per ruscellamento in depositi superficiali

Si tratta di due settori localizzati in località Selvetta, a tergo dell'abitato di Laino, e in località Sesso, laddove la coltre eluvio-colluviale manifesta diffusi fenomeni di erosione superficiale ad opera delle piogge battenti, espliciti essenzialmente con decorticamenti.

12.1.4 Aree pericolose per innesco di fenomeni di trasporto in massa

In corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua del reticolo minore nel tratto montano, è spesso evidente l'accumulo di materiale grossolano trasportato dalla corrente in occasione di episodi di piena (sovralluvionamento). Tali accumuli alluvionali sono potenzialmente mobilizzabili a seguito di episodi temporaleschi con conseguente innesco di fenomeni di trasporto di materiale detritico verso valle all'interno dell'asta fluviale, che possono evolvere in colate detritiche qualora, per erosione spondale, sia anche presente matrice fine a legare la componente grossolana. In ogni caso si tratta di settori del tutto decentrati rispetto alle aree urbanizzate e/o ai centri rurali, anche in tal caso pertinenti all'alveo di deflusso.

12.1.5 Venute d'acqua

Di portata assai esigua e comunque testimonianza di una circolazione idrica sub-superficiale alla scala locale, sono state apprezzate al piede della frana attiva 002SVm presso il ponte di Laino sulla SP14, presso il Ponte di Coscia, laddove sono evidenti dislocazioni del substrato roccioso, e alla base del versante in parte in frana (frana quiescente codificata come 005SVm), che dalla località Il Castello si raccorda al T. Lirone; in questo caso le venute idriche concorrono verosimilmente alla parziale alimentazione della sorgente di subalveo ivi presente.

12.2 Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

12.2.1 Aree con emergenze idriche

Si tratta, nel complesso, dell'area interessata dall'emergenza delle sorgenti Brai, ex Brai e Toaggia in località Selvetta, captate dall'Amministrazione per la fornitura idropotabile, dove alla base del versante

retrostante l'abitato di Laino e al contatto tra il substrato roccioso e la coltre di depositi morenici, qui di esiguo spessore, si hanno emergenze per intercettazione della tavola d'acqua ad opera della superficie topografica. L'assetto morfologico strutturale non sembra comportare problematiche connesse agli aspetti puramente geotecnici e/o di stabilità della coltre superficiale.

12.2.2 Aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi

Un aspetto molto importante ai fini della pianificazione territoriale è rivestito dalla vulnerabilità delle aree di probabile alimentazione delle sorgenti censite in ambito comunale.

Nel corso della fase di analisi, sulla base delle caratteristiche di permeabilità delle unità affioranti è emerso che l'intero territorio del Comune di Laino è contraddistinto da una vulnerabilità alta (cfr. § 9.1).

Pertanto in fase di pianificazione da un lato è indispensabile garantire la salvaguardia di tale risorsa con l'applicazione dei vincoli e delle prescrizioni di legge (cfr. § 11.2), secondo la perimetrazione illustrata nella Carta di Sintesi che individua per le sorgenti una zona di tutela assoluta con estensione di 10 metri di raggio dal punto di captazione ed una zona di rispetto, definita con "criterio geometrico", che istituisce vincoli d'uso su un'area di 200 m di raggio centrata sul punto di captazione, non estesa a valle, in senso idrogeologico.

Dall'altro risulterebbe opportuno conoscere anche le aree di presunta alimentazione della risorsa idrica per una loro preventiva protezione. In mancanza di indagini specifiche in sito, si è comunque voluto proporre una delimitazione delle zone di possibile alimentazione delle sorgenti sulla base delle caratteristiche tipologiche delle medesime ricostruite nella fase di analisi (cfr. § 9.2.1) e da evidenze morfologiche, secondo quanto illustrato in *Tavola 9*.

Per il gruppo di sorgenti Brai, ex Brai e Toaggia l'area di presunta alimentazione comprende verosimilmente tutto il settore retrostante, che per litologia relativamente grossolana, discreto spessore della coltre superficiale e conformazione morfologica atta a favorire l'infiltrazione, permette di immagazzinare risorse idriche anche consistenti.

Per la sorgente Il Castello si ritiene che un certo contributo di alimentazione derivi dal ripiano morfologico omonimo, fatta salva l'alimentazione di sub-alveo verosimilmente più cospicua.

In riferimento alla sorgente Ponte di Ponna, le informazioni di cui si dispone sono tali da ipotizzare una zona di alimentazione preferenziale posta immediatamente a monte e connessa ad un circuito carsico sub-superficiale.

12.3 Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

12.3.1 Tratti di corso d'acqua interessati da fenomeni di erosione d'alveo e di sponda e/o da trasporto solido

Si tratta essenzialmente delle pertinenze fluviali di cui al § 12.1.4, in linea generale contraddistinte da alvei incassati, soggetti a fenomeni di erosione di sponda e al fondo, con sviluppo di trasporto solido in occasione di episodi di precipitazione intensa, problematica che può generare fenomeni di sovralluvionamento.

12.4 Aree con caratteristiche geotecniche scadenti e/o di variabilità litologica

Si tratta di problematiche geologiche in grado di interagire con il sistema manufatto-terreno di fondazione, che pertanto influenzano gli indirizzi tecnico-progettuali per la realizzazione delle opere edili. Allo stato attuale, non avendo a disposizione alcun dato relativo ad indagini in sito, anche puntuali (scavi, prove penetrometriche, etc.), per interventi di espansione urbanistico-industriale, non è possibile proporre alcuna delimitazione areale atta a caratterizzare ad inquadrare aspetti di disomogeneità litologica.

Unico dato certo riguarda quanto di seguito indicato.

12.4.1 Aree con possibili fenomeni di ristagno

Interessano il settore retrostante il cordone morenico in località Sesso, laddove una morfologia depressa consente il ristagno delle acque di ruscellamento superficiale, con conseguente accumulo nel tempo di consistente frazione fine (asportazione della coltre eluviale dal versante) nei primi metri di suolo e modificazione dei caratteri geotecnici dei terreni per fenomeni di imbibizione ciclica e/o ristagno per scarso o nullo drenaggio.

12.5 Produttori reali e potenziali di inquinamento

Sulla Carta di Sintesi di *Tavola 9*, per la difficoltà di riportare i graficismi alla scala proposta, non sono stati riportati i potenziali centri di pericolo.

In ambito comunale non insistono insediamenti a rischio di incidente rilevante (I.R.I.R.), definite ai sensi del D.Lgs 334/99, pertanto i centri di pericolo vanno essenzialmente ricercati nella piattaforma ecologica comunale, nell'area cimiteriale, in eventuali scarichi comunali in corso d'acqua, nelle attività (artigianali, industriali, commerciali) che utilizzano sostanze potenzialmente pericolose e nelle attività ricomprese all'interno delle zone di salvaguardia dei punti di approvvigionamento potabile.

Anche i principali collettori di rete fognaria, non proposti nella carta di sintesi ma riportati nella cartografia di *Tavola 1* rientrano in questa categoria; in tal senso tutta l'area urbana o assimilabile è allacciata alla rete fognaria.

Per quanto concerne i centri di potenziale pericolo all'interno delle zone di salvaguardia delle sorgenti (ZR di 200 m), in difformità rispetto all'elenco delle attività vietate o soggette a regolamentazione (cfr. Norme Geologiche di Piano), allo stato attuale insistono una carrozzeria, un deposito di attrezzi agricoli ed una concessionaria. Tutte le suddette attività artigianali sono peraltro allacciate alla rete di pubblica fognatura, entro la quale afferiscono anche le acque bianche provenienti dai rispettivi piazzali.

FASE DI PROPOSTA

13. CARTA DELLA FATTIBILITA' E DELLE AZIONI DI PIANO

Al fine di fornire dei criteri applicativi mirati ad individuare la compatibilità degli interventi previsti dallo strumento urbanistico, è stata redatta la carta della fattibilità geologica per le azioni di piano, che ha valenza di carta della pericolosità.

Nel caso in oggetto, l'elaborato è stato redatto dalla sintesi dei fattori geologico-geomorfologici, geotecnici, idrogeologici ed idraulici, nonché degli elementi di carattere territoriale sussistenti per l'area del Comune di Laino, che sono in grado di generare nell'immediato condizioni di rischio per il territorio o per le opere.

Gli elementi e le indicazioni acquisiti in ordine alle limitazioni e alle destinazioni d'uso del territorio, permettono di indirizzare interventi, studi e indagini necessari per eventuali approfondimenti e individuare anche misure mitigative del rischio.

Lo sviluppo areale delle classi di fattibilità viene illustrato dalle *Tavole 10A-10B-10C* restituite alla scala 1:2.000, utilizzando la base cartografica scala 1:5.000 della Comunità Montana adottata per le Fasi di Analisi e di Sintesi/Valutazione. Il medesimo elaborato è stato anche restituito anche alla scala 1:10.000 con base topografica della Carta Tecnica Regionale (*Tavola 11*)

Si ricorda che la definizione delle classi di fattibilità costituisce il frutto di valutazioni con validità a carattere generale, per cui i limiti territoriali tra le differenti zonazioni proposte non devono essere considerati come elementi assoluti ed irremovibili, bensì come aree transizionali per le quali il grado di fattibilità intrinseco dipenderà in modo sostanziale dalle condizioni geologiche rilevabili attraverso l'esecuzione delle indagini puntuali suggerite nelle Norme Geologiche di Piano.

Si sottolinea a tal proposito che le indagini territoriali di carattere geotecnico proposte ai fini dell'indagine, assumono un significato puramente preliminare in quanto a carattere strettamente puntuale, pertanto non dovranno e non potranno essere considerate sostitutive di indagini geognostiche mirate, necessarie ai fini della realizzazione delle singole tipologie edificatorie.

13.1 Definizione delle classi di fattibilità

Il procedimento adottato per la definizione delle classi di fattibilità è conforme ai contenuti della recente D.G.R. n.8/7374 del 28 maggio 2008, 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 della L.R. 11 marzo 2005, n.12*".

L'attribuzione della classe di fattibilità è stata effettuata definendo preventivamente un "valore di ingresso" desunto dalla sintesi degli elementi di carattere territoriale-ambientale e vincolistico.

Il valore di ingresso è contemplato nelle "Indicazioni per l'attribuzione delle classi di fattibilità - Tabella 1: Classi di ingresso", contenute nella normativa di riferimento nelle sezioni relative alle "Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti", "Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico", "Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico", "Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche".

Nella fattispecie, per quei settori nei quali sono state accertate condizioni di rischio potenziale, il valore attribuito soggiace all'individuazione, in parte o totalmente, delle seguenti prerogative:

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti

- | | |
|---|-----------------------------|
| a) aree di frana attiva e quiescente | <i>valore di ingresso 4</i> |
| b) aree a pericolosità potenziale per crolli causa la presenza roccia fratturata | <i>valore di ingresso 4</i> |
| c) aree a pericolosità potenziale per possibilità di innesco di scivolamenti della coltre superficiale stimate in base all'acclività e alle caratteristiche geotecniche dei terreni | <i>valore di ingresso 3</i> |
| d) aree interessate da trasporto in massa | <i>valore di ingresso 4</i> |

Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico

- | | |
|---|-----------------------------|
| a) aree con emergenze idriche | <i>valore di ingresso 4</i> |
| b) aree ad elevata vulnerabilità, di probabile alimentazione delle sorgenti ad uso potabile | <i>valore di ingresso 3</i> |

Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

- | | |
|---|-----------------------------|
| a) aree potenzialmente interessate da erosione in alveo e da trasporto solido | <i>valore di ingresso 4</i> |
|---|-----------------------------|

Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| a) aree di possibile ristagno | <i>valore di ingresso 3</i> |
|-------------------------------|-----------------------------|

Si sottolinea che gli interventi di previsione urbanistica ricadenti entro le zone di rispetto dei pozzi idropotabili (ZR) sono regolamentati dalla classe di appartenenza desunta dalla caratterizzazione geologica specifica, avendo valenza prioritaria l'aspetto territoriale.

Sarà sempre necessario redigere una relazione tecnica di conformità ai sensi della D.G.R. n.7/12693 del 10 Aprile 2003 ("Direttive per la disciplina dell'attività all'interno delle aree di rispetto" del Art. 94 comma 4 del D.Lgs. 152/06), con la quale andranno messe in luce tutte quelle problematiche di carattere idrogeologico ed ambientale di potenziale impatto sulla risorsa idrica sotterranea, proponendo eventuali soluzioni mitigative e fornendo prescrizioni circa le corrette operazioni di cantiere.

13.2 Classi di fattibilità geologica

Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

In questa classe ricadono le aree per le quali sono state accertate condizioni di rischio moderato, tali per cui sussistono modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso.

La definizione della classe di fattibilità è stata condotta principalmente sulla base dell'assetto geomorfologico e in subordine per condizioni litologiche ed idrogeologiche, per cui si è scelto di suddividerla in due sottoclassi:

Classe 2a - comprende *aree pianeggianti, sub-pianeggianti e con acclività inferiore a 20°, nelle quali sussistono modesti problemi di carattere geotecnico ed idrogeologico.*

Riguarda essenzialmente l'area del capoluogo ed il ripiano morfologico di Cascia di sopra.

Morfologia: da pianeggiante a sub-pianeggiante, localmente interrotta da modesti dislivelli topografici ed ondulazioni, come ad esempio presso il capoluogo.

Litologie: prevalentemente incoerenti (sabbie e ghiaie con ciottoli), con presumibili intercalazioni a livello locale di sabbie limose. Spessori in genere esigui (2-3 m), comunque difficilmente quantificabili poiché vincolati all'andamento del substrato roccioso sepolto.

Idrogeologia: assenza di scaturigini. Probabile presenza di livelli di saturazione del terreno in corrispondenza di depressioni e/o concavità del substrato roccioso presso il capoluogo.

Geotecnica: struttura dei terreni caratterizzata da parametri geotecnici assai variabili localmente.

Idraulica: all'interno delle aree appartenenti a detta classe di fattibilità si possono escludere fenomeni di esondazione da parte del reticolo idrografico minore.

Classe 2b - comprende *aree con acclività compresa tra 20 e 25° nelle quali possono potenzialmente verificarsi modesti fenomeni di dissesto della coltre superficiale.*

Si tratta di aree poste al margine delle pertinenze di Classe 2b, laddove le acque battenti e di ruscellamento e la maggiore acclività si possono ritenere gli agenti principali responsabili di eventuali problematiche di dissesto, da ritenersi comunque di modesta entità e circoscrivibili a scivolamenti superficiali.

Morfologia: moderatamente acclive al margine dei ripiani morfologici, in ogni caso con acclività all'incirca compresa tra 20 e 25°.

Litologie: prevalentemente incoerenti, sabbie e ghiaie con ciottoli in matrice sabbioso-limosa con spessore contenuto a 1-2 m. Substrato roccioso calcareo subaffiorante nelle aree maggiormente acclivi.

Idrogeologia: assenza di scaturigini: Solo in corrispondenza del settore di versante in località Selvetta sono evidenti numerose manifestazioni sorgentizie con palese imbibizione dei depositi di copertura alla scala locale. Tuttavia per motivi legati alla vulnerabilità della risorsa idrica, tale settore viene accorpato in Classe 3d.

Geotecnica: struttura caratterizzata da parametri geotecnici alquanto variabili in ragione della litologia che contraddistingue i depositi morenici ed eluvio colluviali affioranti e presenti nel primo sottosuolo.

Idraulica: si possono escludere fenomeni di esondazione da parte del reticolo idrografico minore.

Classe 3 – Fattibilità con consistenti limitazioni

Accorpa tutte quelle zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso del territorio, a seguito dell'entità e della natura dei rischi individuati.

La definizione della classe di fattibilità è subordinata al riscontro di problematiche inerenti il dissesto idrogeologico (evoluzione morfodinamica) che dipendono sostanzialmente dai caratteri geotecnici e/o geomeccanici dei terreni e/o dei litotipi presenti e dal relativo assetto morfologico (acclività), nonché relative agli aspetti connessi con la tutela della risorsa idrica.

Si delineano pertanto le seguenti sottoclassi:

Classe 3a – *accorpa aree potenzialmente predisposte al dissesto idrogeologico per la possibilità di innesco di colate e/o scivolamenti della coltre superficiale detritica e/o terrigena, stimate in base ai caratteri geotecnici.*

Si tratta di settori di versante contraddistinti acclività maggiore di 25° laddove sono state riscontrate palesi condizioni di equilibrio limite della copertura terrigena superficiale, esplicate attraverso fenomeni di scivolamento, decorticamenti, reptazione, creeping, etc., sebbene di portata nel complesso modesta. L'azione delle acque superficiali (atmosferili) è il fattore che riveste maggior peso nella predisposizione all'innesco dei dissesti.

Morfologia: articolata e contraddistinta da un acclività maggiore di 25°.

Litologie: incoerenti, prevalentemente sabbioso-ghiaioso-limose e localmente ciottolose, con matrice limoso-sabbioso laddove affiorano terreni morenici ed eluvio-colluviali. Substrato roccioso da affiorante a subaffiorante.

Idrogeologia: locale presenza di scaturigini, in parte al contatto tra depositi superficiali e substrato e in parte connesse con la probabile circolazione sub-superficiale entro il substrato calcareo.

Geotecnica-geomeccanica: struttura alquanto eterogenea dei terreni e delle rocce, in quest'ultimo caso derivante dalla variabilità litologica, dagli spessori degli strati e dall'orientazione della stratificazione e delle famiglie di discontinuità.

Idraulica: si possono escludere fenomeni di esondazione da parte del reticolo idrografico minore che si imposta in genere entro vallecole che incidono marcatamente il profilo topografico.

Classe 3b – *accorpa aree a pericolosità potenziale per dissesto della coltre superficiale terrigena e/o detritica stimate sulla base di un'acclività maggiore di 25°.*

Si tratta sempre di settori di versanti montani dove, a differenza di quanto indicato nella Classe 3a, pur non avendo riscontrato palesi problematiche di dissesto idrogeologico della coltre superficiale, l'acclività accentuata è potenzialmente responsabile di innesco di movimenti gravitativi della coltre superficiale.

Morfologia: articolata e contraddistinta da un acclività maggiore di 25-30°.

Litologie: incoerenti, prevalentemente sabbioso-ghiaioso-limose e localmente ciottolose, con matrice limoso-sabbioso laddove affiorano terreni morenici ed eluvio-colluviali. Substrato roccioso da affiorante a subaffiorante.

Idrogeologia: locale presenza di scaturigini, in parte al contatto tra depositi superficiali e substrato e in parte connesse con la probabile circolazione sub-superficiale entro il substrato calcareo.

Geotecnica-geomeccanica: struttura alquanto eterogenea dei terreni e delle rocce, in quest'ultimo caso derivante dalla variabilità litologica, dagli spessori degli strati e dall'orientazione della stratificazione e delle famiglie di discontinuità.

Idraulica: si possono escludere fenomeni di esondazione da parte del reticolo idrografico minore che si imposta in genere entro vallecole che incidono marcatamente il profilo topografico.

Classe 3c – comprende le *aree di frana relitta e/o stabilizzata*.

Per tali aree non sono state riscontrate evidenze di potenziale rimobilizzazione della coltre superficiale, anche parziali, tanto che la loro identificazione in sito è risultata pressochè impossibile alla luce del contesto morfologico in essere.

Morfologia: acclività variabile, in genere prossima o superiore a 20°.

Litologie: incoerenti, prevalentemente sabbioso-ghiaiose. Substrato roccioso da affiorante a subaffiorante. Buon attecchimento della cotica erbosa e della vegetazione arborea ed arbustiva.

Idrogeologia: assenza di scaturigini.

Geotecnica-geomeccanica: struttura verosimilmente eterogenea dei terreni.

Idraulica: assenza di fenomeni di esondazione da parte del reticolo idrografico minore

Classe 3d – comprende le *aree ad elevata vulnerabilità, di probabile alimentazione delle sorgenti idropotabili*.

Riguarda il settore di ricarica e/o di probabile alimentazione delle sorgenti Brai, ex Bari e Toaggia in località Selvetta e della sorgente denominata informalmente Il Castello, in fregio al T. Lirone, la cui definizione soggiace ad un criterio morfologico alla luce della tipologia di sorgente identificata in base ai caratteri idrogeologici. Come anticipato nel § 12.2.2, per la sorgente Ponte di Ponna non è stato possibile definire un'area di alimentazione in ragione delle scarse informazioni disponibili e della tipologia della sorgente stessa, verosimilmente connessa ad un circuito carsico sub-superficiale.

Morfologia: moderatamente acclive.

Litologie: terreni incoerenti ghiaioso-sabbiosi-limosi.

Idrogeologia: livello di saturazione sub-affiorante sia per le scaturigini in località Selvetta sia per la sorgente Il Castello in corrispondenza del fondovalle.

Geotecnica: struttura caratterizzata da parametri geotecnici alquanto variabili in ragione della litologia che contraddistingue i depositi morenici ed eluvio colluviali affioranti e/o presenti nel primo sottosuolo.

Idraulica: relativamente alla sorgente Il Castello poiché il manufatto di captazione insiste nel fondovalle del T. Lirone, possono verificarsi periodiche esondazione del medesimo. Remota possibilità di interferenza con i piccoli rii che decorrono in prossimità di alcune delle sorgenti del gruppo Brai e Toaggia.

Classe 3e – comprende le *aree soggette a ristagno*.

Riguarda il settore retrostante il cordone morenico in località Sesso che, stante la conformazione dell'area a guisa di depressione morfologica a tergo, permette il ristagno delle acque di pioggia e quelle "spagliate" da un piccolo rio ivi presente. I cicli successivi di impaludamento hanno di conseguenza ostacolato il drenaggio nel sottosuolo.

Morfologia: sub-pianeggiante

Litologie: terreni limoso-sabbioso-argillosi di spessore difficilmente quantificabile.

Idrogeologia: probabile saturazione dei terreni a debole profondità.

Geotecnica: struttura caratterizzata da parametri geotecnici scadenti in ragione del verosimile prevalere di litologie fini, soggette a fenomeni di compressibilità.

Idraulica: fenomeni di spagliamento del Rio Sesso su parte dell'area in occasione di abbondanti precipitazioni.

Classe 4 – Fattibilità con gravi limitazioni

La definizione della classe di fattibilità è la diretta conseguenza del riscontro di problematiche connesse agli aspetti di dinamica geologica in atto (evoluzione morfodinamica del rilievo) o riattivabili a cicli brevi, che si esplicano attraverso crolli di singoli blocchi di roccia, frane, erosione al fondo e di sponda dei corsi d'acqua minori, potenzialmente in evoluzione con fenomeni di trasporto in massa entro l'alveo, etc., nonché da problematiche di tipo vincolistico (fasce di rispetto del reticolo idrico, zone di tutela assoluta delle captazioni idropotabili).

Le delimitazioni proposte, che considerano anche l'aspetto di mantenimento della naturalità dei siti in ambito montano, accorpano pertanto tutti i settori per i quali sono state riscontrate gravi limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso, tali da comportare, a seguito dell'entità e della natura dei rischi individuati, l'esclusione di qualsiasi nuova edificazione (inedificabilità assoluta). Fanno eccezione gli interventi di regimazione idraulica e quelli mirati alla realizzazione di opere di sistemazione idrogeologica. Per gli edifici esistenti saranno consentiti gli interventi di ristrutturazione e consolidamento così come definiti dall'art.31 lettere a), b) c) della legge 457/1978.

In merito ad eventuali proposte di declassazione di aree ricadenti in Classe 4 di fattibilità, sempre che consentita dalla disposizioni regionali previste dalla Tabella 1: "Classi di ingresso" della D.G.R. n.8/7374, dovrà essere accompagnata da idoneo studio geologico di compatibilità redatto seguendo le metodologie di approfondimento di cui agli Allegati 2 (parte II), 3 e 4 della suddetta deliberazione, che verifichi la pericolosità ed il rischio di sito in modo da attestare la compatibilità degli interventi previsti entro il contesto generale e che accerti la possibilità di interventi di mitigazione idonei.

L'eventuale proposta di declassamento potrà essere pienamente efficace solo ed esclusivamente a seguito dell'avvenuto recepimento della modifica della documentazione geologica a supporto della pianificazione nella strumentazione urbanistica vigente.

La caratterizzazione territoriale ha fornito i seguenti elementi:

Morfologia: da acclive a molto acclive per le aree montane.

Litologie: terreni in genere incoerenti (sabbie, ghiaie, ciottoli), tuttavia da considerarsi eterogenei sotto l'aspetto geometrico e tessiturale, substrato roccioso da subaffiorante ad affiorante sui versanti.

Idrogeologia: scaturigini captate per uso idropotabile.

Geotecnica: struttura eterogenea dei terreni e delle rocce, in quest'ultimo caso connessa ad implicazioni neotettoniche e strutturali (zone di dislocazione e fratturazione, zone cataclastiche, etc.) sulle quali notevole influenza ha l'azione degli agenti atmosferici (erosione superficiale, denudamenti di terreno o roccia per scivolamenti o crolli, etc.).

Idraulica: allagamenti connessi a fenomeni di esondazione localizzate all'alveo di piena inciso dei corsi d'acqua, talora con fenomeni di sovralluvionamento per trasporto solido.

13.3 Accorgimenti in fase esecutiva per tutti gli interventi urbanistici

La realizzazione di qualsiasi intervento urbanistico dovrà prevedere i seguenti accorgimenti:

- a) allo scopo di evitare l'eventuale allagamento degli scavi, il drenaggio delle acque dovrà avvenire in modo controllato al fine di scongiurare possibili effetti negativi sulla stabilità degli edifici limitrofi;
- b) durante la predisposizione degli scavi in terreno o roccia, si dovrà assicurare la stabilità dei medesimi, quella delle strutture in adiacenza nonché del sistema viario (urbano e agroforestale).

RACCORDO CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA: AGGIORNAMENTO ALL'ELABORATO 2 DEL P.A.I.

14. AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEL DISSESTO

Il Comune di Laino, in adempimento all'art.18 delle Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), alla luce dei rilievi a corredo della Fase di Analisi e delle modifiche relative allo stato di dissesto individuate nel presente studio (cfr. § 5.1 Elementi di dinamica morfologica e alla cartografia di *Tavola 3* - Fase di analisi: Carta geomorfologica e del dissesto), è tenuto alla predisposizione di una Carta del Dissesto con legenda uniformata a quella del P.A.I., in modo da permettere alla competente struttura Regionale l'aggiornamento del proprio inventario dei fenomeni franosi.

Il quadro del dissesto proposto con relativa legenda uniformata a quella del P.A.I., è illustrato nella *Tavola 12*.

La relativa legenda, riportata anche sulla Carta dei Vincoli (*Tavola 9*) illustra le aree alle quali dovranno essere applicati i vincoli dell'art.9 delle N.d.A. del Piano, unitamente alla correlazione tra voci legenda P.A.I., Classi di Pericolosità e Classi di Fattibilità Geologica.

Marzo 2010

dr.geol. Raffaele Boninsegni

dr.geol. Luca Laveni