

2. QUADRO CONOSCITIVO DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO

2.1 Descrizione fisica del sito

2.1.1 Premessa

La presente relazione presenta gli aspetti geologico - geomorfologici, pedologici, idrologici, idrogeologici e climatici del territorio del Parco Lago Segrino e SIC Lago di Segrino.

Il percorso conoscitivo dell'area di indagine si è svolto secondo le seguenti modalità:

- a) esame dei dati geologico – geomorfologici, climatici ecc. pregressi della zona, ottenuti attraverso ricerche di carattere bibliografico;
- b) analisi fotointerpretativa dell'area;
- c) rilevamenti in posto per la determinazione delle caratteristiche geologiche (litostratigrafiche, giacitura della roccia, distinzione tra substrato affiorante e ricoperto da detrito, faglie, zone cataclase, strutture sedimentarie, ecc.) geomorfologiche, pedologiche ed idrogeologiche dell'area entro i confini del SIC e di un suo adeguato intorno.

In particolare, sono stati eseguiti rilievi specifici volti, da un lato, alla produzione di una cartografia geologica ed idrogeomorfologica di dettaglio all'interno dei confini del SIC, dall'altro, allo studio della distribuzione areale della roccia affiorante e/o subaffiorante e della localizzazione e caratterizzazione degli spessori della copertura detritico - terrosa.

L'approfondimento dell'analisi sullo spessore delle coltri di copertura potrà essere di grande utilità per la gestione naturalistica e botanica prevista nel piano di riqualificazione del SIC, così come la definizione delle principali forme idrograficamente centrifughe o centripete.

2.1.2 Inquadramento geografico e geomorfologico

Il SIC Lago di Segrino è situato nella provincia di Como, all'interno della porzione meridionale della zona montuosa compresa tra i due bracci inferiori del lago di Como denominata "triangolo lariano", ad una latitudine Nord di 45°48' e ad una Longitudine Est di 9°16' (WGS 84).

La conformazione geomorfologica del contesto territoriale entro cui risulta inserito il SIC si presenta strettamente connessa all'attività modellatrice dei ghiacciai.

Nell'area vasta sono ben evidenti le tracce delle grandi glaciazioni succedutesi durante l'età pleistocenica, nel corso delle quali l'intera zona del bacino di Como, era stata ricoperta da un imponente calotta glaciale, di cui rimangono tracce di sovraescavazione in numerose valli e laghi di origine glaciale dal caratteristico profilo trasversale a "U" (zona di valbroina, Lago Segrino, ecc.) o

glacio - morenica (scaricatori glaciali e laghi intermorenici quali quelli di Pusiano, Montorfano, Alserio, Annone e vari laghetti di dimensioni minori) intervallati da rilievi morenici collinari.

In particolare, l'origine del Lago Segrino risale all'ultima glaciazione del Pleistocene (würmiana): la conca è stata, infatti, scavata da una delle diverse lingue glaciali in cui si suddivideva nella sua porzione centrale il ghiacciaio che occupava il bacino di Como.

Questa lingua, che si immetteva nella piana di Erba scendendo dalla Valassina tra il monte Scioscia e il monte Cornizzolo, al suo ritiro, depositò accumuli di detriti rocciosi che ne sbarrarono l'estremità meridionale.

Attualmente il lago non ha immissari veri e propri, se si esclude una piccola roggia con acqua saltuaria che proviene da Canzo, ma è alimentato principalmente da sorgenti sublacustri e perilacustri.

Un modesto emissario esce dalla parte meridionale e si getta nel lago di Pusiano.

Durante le lente fasi modellatrici postglaciali il Lago Segrino assunse una conformazione del tutto simile a quella attuale, sono, infatti, ancora ben evidenti archi morenici, rilievi montonati e arrotondati e paleosuperfici.

La conformazione finale assunta dal lago deriva anche dall'evoluzione del reticolo idrografico che ha subito diversificazioni a causa di fenomeni di cattura regressiva.

In una figura riportata nelle presenti note sono raffigurati i progressivi momenti salienti, cronologicamente non definiti se non in modo relativo, che hanno portato all'assetto idrografico attuale.

L'area occupata dal perimetro del SIC, avente una superficie complessiva pari a 2,8 chilometri quadrati, appartiene ai territori comunali di Eupilio, Canzo e Longone al Segrino. I confini che delimitano il SIC sono:

- pendici occidentali del monte Cornizzolo 1200 m (oriente)
- versante orientale del monte Scioscia 671 m (occidente)
- propaggini meridionali dell'abitato di Canzo (settentrione)
- frazioni di Galliano e Mariaga del Comune di Eupilio (meridione)

Le principali caratteristiche fisiche del lago e del suo bacino imbrifero sono:

LAGO

• Area	0,38 Km ²
• Perimetro	3,84 Km
• Larghezza massima	350 m
• Lunghezza massima	1.150 m
• Profondità massima	8,6 m

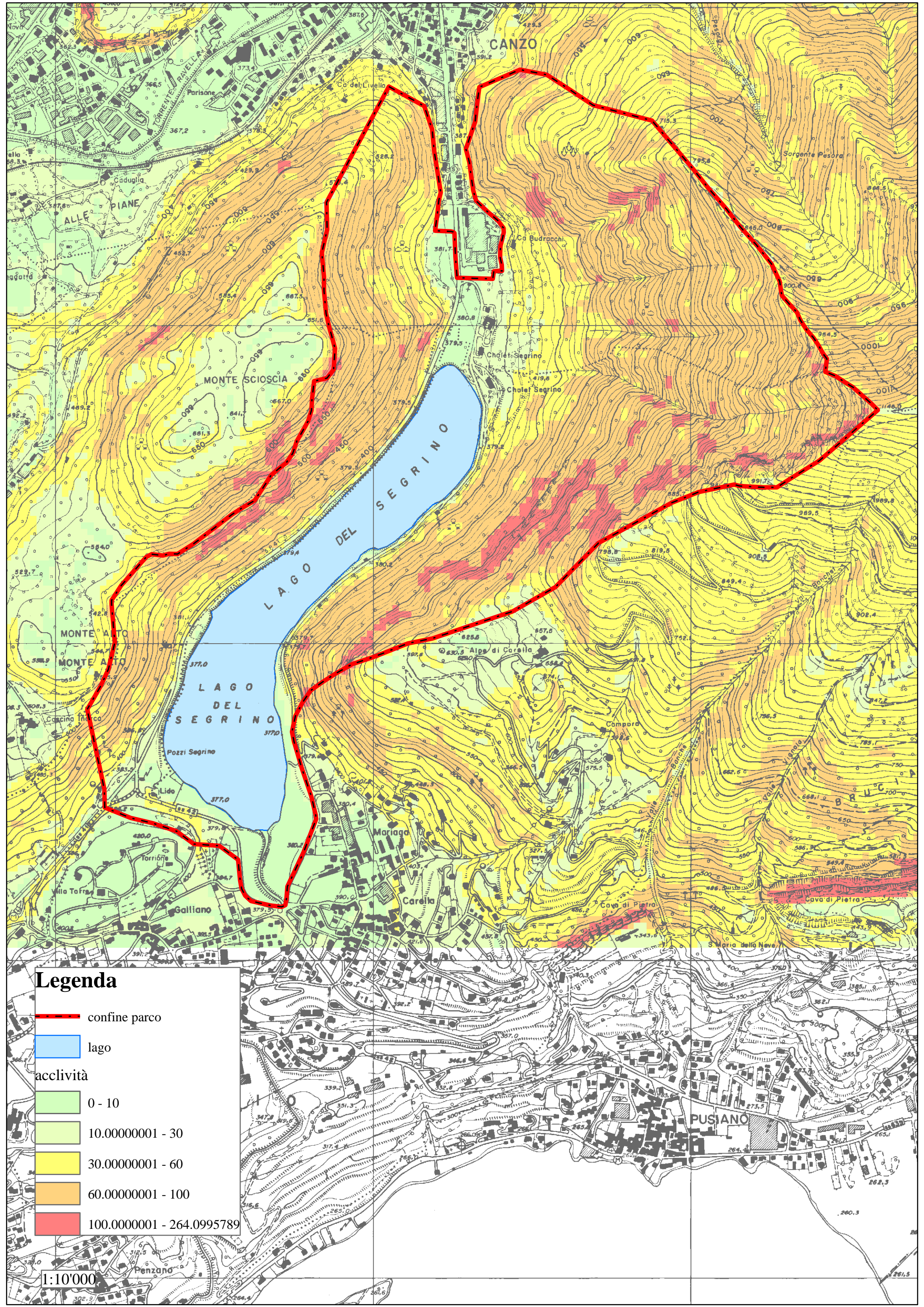
• Profondità media	3,17 m
• Altitudine del livello medio	374 m s.l.m.
• Volume d'acqua	$1,20 \times 10^6 \text{ m}^3$
• Portata media emissario	85 l/sec
• Tempo di rinnovo	0,42 anni
• Grado di incavamento	0,36
• Indice di sinuosità	1,76

BACINO IMBRIFERO

• Area complessiva	3,38 Km ²
• Area emersa	3,00 Km ²
• Altitudine massima	1,129 m s.l.m.
• Altitudine media	530 m s.l.m.
• Rapporto area emersa/sommersa	8,9

Nella pagina successiva viene allegata la carta alla scala 1:10.000 dell'acclività dell'area all'interno dei confini del SIC (la pendenza è espressa in percentuale).

Essa è stata realizzata digitalizzando le isoipse della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 tramite il software Arcgis, applicando un'interpolazione bilineare e, successivamente, correggendo manualmente le zone non correttamente definite.



Legenda

- confine parco
- lago
- acclività
 - 0 - 10
 - 10.00000001 - 30
 - 30.00000001 - 60
 - 60.00000001 - 100
 - 100.0000001 - 264.0995789

1:10'000

2.1.3 Inquadramento climatico

Clima regionale

La complessa situazione orografica e la posizione della regione portano il clima lombardo ad assumere caratteri particolari, unici alla scala europea, influenzati da una serie di elementi fondamentali, quali:

- vicinanza del Mediterraneo, fonte di masse d'aria calda umida e mite;
- prossimità dell'area atlantica, fonte di masse d'aria umida relativamente mite;
- vicinanza della massa continentale europea, fonte di masse d'aria fredda nella stagione invernale, il cui ingresso nella pianura padana è favorito dalla conformazione della pianura stessa;
- presenza dell'arco alpino e dell'Appennino settentrionale, barriere in grado di creare notevoli discontinuità delle masse d'aria;
- presenza di tutti i principali laghi prealpini italiani con peculiari effetti mesoclimatici;
- presenza di una delle principali valli alpine con direzione est-ovest (la Valtellina) e di alcune grandi valli con direzione nord-sud (Ticino, Val Chiavenna, Val Camonica) in grado di influenzare la circolazione nella bassa e media troposfera.

I fattori che, assieme ai sopra citati elementi di carattere regionale, determinano le caratteristiche climatiche locali sono: latitudine, altitudine, esposizione, giacitura, vicinanza a masse d'acqua e presenza di correnti marine e venti dominanti.

In particolare, per la regione Lombardia si distinguono tre mesoclimi: alpino, insubrico e padano.

All'interno di questa classificazione il clima del SIC appartiene a quello insubrico che caratterizza tutta la fascia prealpina. Questa zona, al confine tra Pianura Padana e Alpi, presenta un clima intermedio tra quello padano e quello alpino.

Le precipitazioni sono più abbondanti rispetto alle zone di pianura e inferiori a quelle alpine. In estate le temperature rimangono di poco più basse di quelle rilevate in pianura soprattutto per due motivi principali:

- il primo è l'altitudine, leggermente superiore;
- il secondo è la leggera presenza di brezze causate dalla vicinanza delle Alpi che creano correnti ascensionali muovendo le masse d'aria limitrofe.

Queste leggere brezze attenuano, pertanto, i valori della temperatura e dell'umidità rispetto a quelli della pianura.

La regione insubrica, inoltre, presenta svariati microclimi generati da particolari orografie o dalla presenza di bacini lacustri. In generale nelle aree limitrofe ai laghi si trova un mesoclima

insubrico differente sia sotto l'aspetto pluviometrico che termico. L'inerzia termica offerta dai laghi e il riparo causato dalle Prealpi generano un incremento della temperatura media invernale.

Durante l'estate, invece, si generano correnti d'aria, dovute ai versanti montuosi che si affacciano sul lago, le quali limitano l'innalzarsi della temperatura. Come diretta conseguenza, l'escursione termica giornaliera delle zone limitrofe ai laghi è inferiore di qualche grado rispetto a quelle tipiche degli altri due mesoclimi.

La Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici della Regione Lombardia ha pubblicato, nel 2000, le carte delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio lombardo. Le carte realizzate permettono di osservare come le precipitazioni medie annue (PMA) tendono progressivamente ad aumentare spostandosi verso nord, cioè verso i rilievi prealpini. All'altezza delle stazioni pluviometriche di Milano, Brescia, Desenzano (e altre), il valore della PMA si aggira, infatti, intorno ai 1000 mm/anno e l'andamento sinuoso risente dell'effetto delle valli principali (Adda, Brembo, Serio, Oglio) che favoriscono l'afflusso delle masse d'aria e di conseguenza delle perturbazioni.

Ai primi rilievi prealpini (stazioni di Varese, Olgiate Comasco, Lecco e altre) le precipitazioni raggiungono invece valori elevati compresi fra i 1400 e i 1600 mm/anno con un andamento sempre sinuoso ma molto più articolato rispetto alla pianura per l'influenza dell'orografia. È sui rilievi di questa prima fascia prealpina ed alpina che si raggiungono i valori più elevati di PMA di tutta la regione, con valori sempre superiori ai 2000 mm/anno.

In generale, dunque, l'intera regione dei laghi presenta una notevole abbondanza di precipitazioni, attribuibile in particolare all'orografia e al non trascurabile effetto delle masse idriche lacustri che umidificando i bassi strati possono favorire l'innescare di fenomeni temporaleschi. Altri elementi caratteristici della zona sono la scarsità delle nebbie e la presenza di venti locali caratteristici (brezza di lago).

Clima locale

L'area del SIC Lago di Segrino presenta una notevole abbondanza di precipitazione dovuta alle caratteristiche morfologiche dei versanti e all'effetto delle masse idriche lacustri presenti nell'area del triangolo lariano.

La zona in esame non è dotata di una rete sufficiente di stazioni meteo climatiche che abbiano registrato una lunga serie storica di dati per la valutazione dei fenomeni meteorologici.

Le caratteristiche climatologiche del territorio sono state analizzate ad opera dell'ERSAL, sulla base dei dati raccolti nelle stazioni pluviometriche-termometriche di Como e Cantù (più a lungo attive).

Dall'analisi delle relazioni tra precipitazioni e temperature mensili si evidenzia come i caratteri temperati del clima si esprimano mediamente nel periodo primaverile (marzo-maggio) ed

autunnale (settembre-ottobre) e come i mesi estivi presentino condizioni temperato-umide. Inoltre si osserva la tendenza media nei mesi da dicembre ad aprile ad avere valori inferiori alla temperatura media annua (circa 13°C) ed alla piovosità del mese medio (mesi freddi ed asciutti), così come nel periodo estivo solo luglio si colloca al di sotto del contributo medio mensile delle precipitazioni..

In particolare, nei mesi estivi l'umidità relativa dell'aria è mediamente alta e, in ogni caso, manca un periodo di aridità. Tale tipologia di clima è definita di tipo mesotermico umido senza la stagione secca.

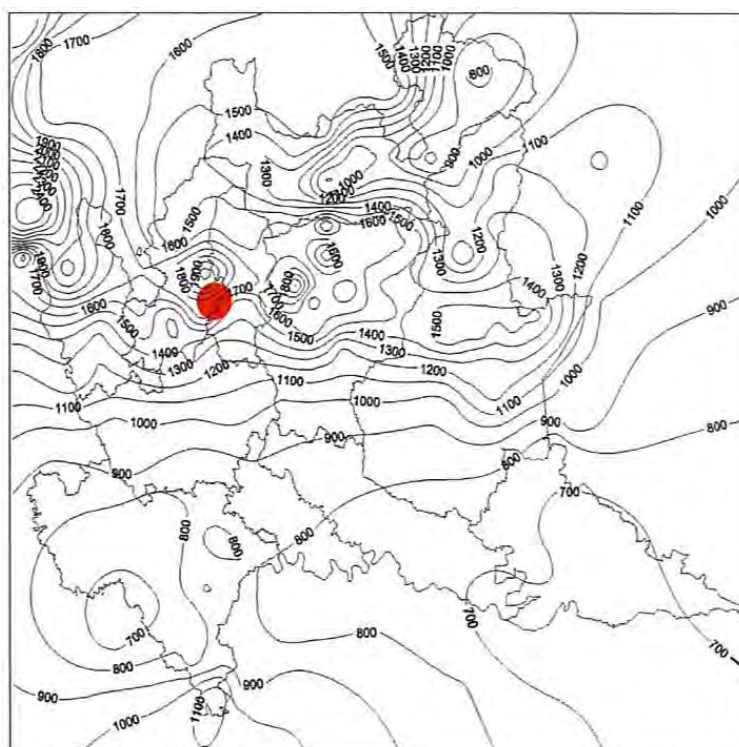


Figura 1: distribuzione delle precipitazioni medie annue in mm realizzata dell'ERSAL desunta dai dati del Servizio Idrografico nell'arco temporale compreso tra il 1921 e il 1970; come si può notare l'area del SIC, evidenziata in carta con il cerchio rosso, ricade nel settore a piovosità compresa tra 1500 e 1900 mm/anno.

L'unica stazione di monitoraggio più prossima ai confini del SIC è quella di Erba della quale però manca una lunga serie storica. La tabella successiva riporta, per questa stazione meteorologica, i dati di piovosità e temperatura desunti dalla pubblicazione dell'Assessorato Ecologia e Ambiente della provincia di Como dal titolo "Studio climatologico della provincia di Como" (aprile 2004).

Stazione di ERBA (1994-2002)

Anno	Piovosità Media Annua (mm)	Temperature medie stagionali (°C)
1994	1370,4	Inverno 5,19 Primavera 14,19 Estate 25,21 Autunno 14,85
1995	1261,6	Inverno 5,26 Primavera 13,16 Estate 22,83 Autunno 14,48
1996	1934,0	Inverno 4,15 Primavera 13,36 Estate 23,24 Autunno 12,84
1997	1001,8	Inverno 5,30 Primavera 14,38 Estate 22,70 Autunno 14,58
1998	1295,0	Inverno 7,09 Primavera 12,75 Estate 23,00 Autunno 12,33
1999	1536,8	Inverno 3,87 Primavera 13,49 Estate 22,05 Autunno 13,40
2000	2116,2	Inverno 4,27 Primavera 13,55 Estate 22,33 Autunno 13,53
2001	1402,2	Inverno 4,95 Primavera 13,29 Estate 22,63 Autunno 12,89
2002	2235,6	Inverno 3,57

		Primavera 13,15 Estate 22,01 Autunno 13,62
--	--	--

Si fa presente che dai dati rilevati dalla stazione meteorologica di Asso, nel trentennio 1951-1982, si ha una piovosità media pari a 1787,3 mm. La piovosità media nel cinquantennio 1951-2002 è risultata leggermente inferiore e pari a 1695,5 mm/anno.

I dati rilevati alla stazione di Erba, anche se limitatamente ad un periodo di soli 9 anni, indicano un decremento della piovosità media annuale che arriva a un valore di 1572,6 mm/anno. Questo è dovuto a periodi particolarmente secchi corrispondenti agli anni 1995, 1997 e 1998.

In funzione delle precipitazioni correlate alle caratteristiche morfologiche del territorio, alle successioni rocciose e alla loro copertura, in zona si riscontra una discreta circolazione idrica nel sottosuolo che, con percorsi sotterranei più o meno tortuosi, riporta le acque a giorno per formare una serie di sorgenti.

2.1.4 Geologia

Dal punto di vista geologico l'ambito territoriale del triangolo lariano (cartografato al Foglio 32 "Como" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000) risulta inserito in contesto geologico-strutturale alquanto complesso, tipico di questo settore della catena pre-alpina.

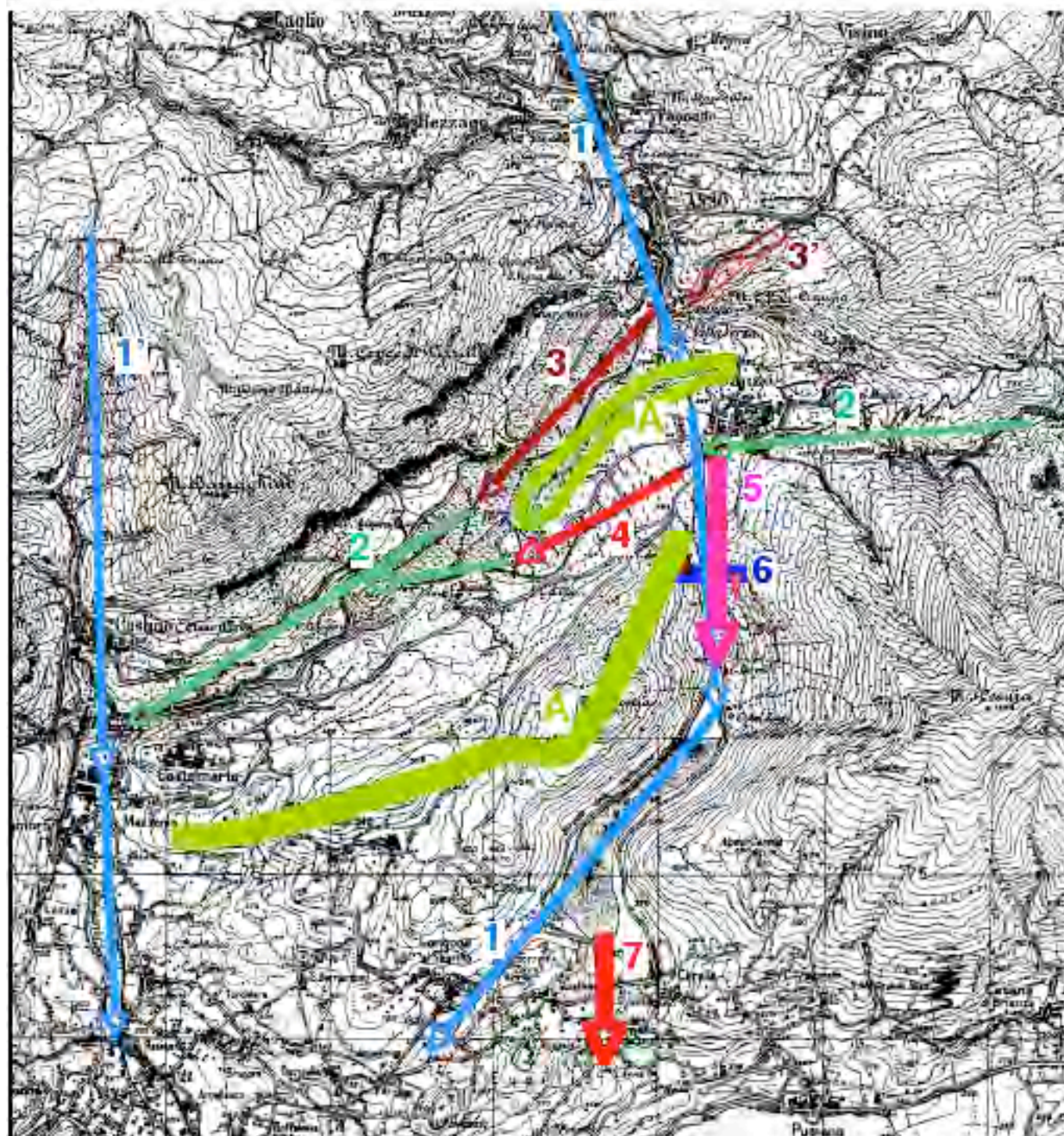
L'area appartiene al settore delle Alpi Calcaree Meridionali, catena che si estende dal Lago Maggiore, ad ovest, al bacino pannonico, ad est, lunga circa 700 km e di larghezza variabile dai 50 ai 150 km.

Le Alpi Meridionali, chiamate anche Sudalpino, sono costituite da nuclei ercinici in parte metamorfosati e da una successione di sedimenti permo-mesozoici e terziari non metamorfosati ma variamente piegati in più fasi dal Permo-Carbonifero al Plio-Quaternario. Nel complesso l'edificio è strutturato circa secondo una grande "monoclinale", sia pure con elementi complessi quali i duplex che hanno favorito grandi sovrascorrimenti con embriciature (tipici sono quelli delle Grigne), che vede i terreni ringiovanire progressivamente da Nord verso Sud.

L'assetto litostratigrafico - strutturale è visualizzato nello stralcio della Carta Geologica della Regione Lombardia prodotta da Montrasio *et al.* (1990) riportata nella pagina seguente.

Le fasi orogenetiche dapprima erciniche e, di seguito, alpine hanno improntato questa catena, sollevando la porzione settentrionale e, di contro, lasciando progressivamente ribassate le successioni poste a meridione.

Le Alpi Calcaree Meridionali sono separate dalle Alpi in s.s. dal lineamento insubrico e costituiscono il settore più avanzato verso nord del Promontorio Africano o Insubria.



1 Percorso del paleo Lambro

1' Percorso del T. Valledlunga

2 / 2' Andamento di corsi d'acqua secondari affluenti del T. Valledlunga (2) e del paleo Lambro (2' = T. Ravella)

3 Erosione regressiva con fenomeno di cattura del paleo Lambro con l'ausilio del T. Foce (3')

3' T. Foce

4 Erosione regressiva con cattura del T. Ravella

5 Tratto rimasto attivo sino al momento di cattura del T. Ravella

6 Valle a "V"

7 Emissario attuale del Lago del Segrino

A Asse di dosso spartiacque

Il lineamento insubrico è una geosutura molto evidente costituita da un fascio di linee ad andamento variabile nei diversi settori ma a comportamento e significato relativamente unitario e omologo. Sintetizzando si può affermare che la sua caratteristica principale è di separare unità in origine adiacenti e affini ma a destinazione e tettonogenesi del tutto diversa: da un lato il Sudalpino raccorciato più o meno in situ e Sud vergente, dall'altro l'Austroalpino traslato in falde verso nord e metamorfosato.

Cronologicamente la linea insubrica è già attiva durante il Permo - Carbonifero, e da qui in avanti controllerà strettamente l'evoluzione sedimentaria sudalpina, che viene spiegata di seguito.

Nel Carbonifero sup. e nel Permiano sup. - inizio Scitico, a nord della Linea Pusteria - Gailtal persistevano condizioni di alto strutturale con sedimentazione continentale mentre a sud della linea, nello stesso periodo, una fascia marina si estendeva circa in senso Est-Ovest (con deposizione di successioni torbiditiche in Carnia e della Formazione a Bellerophon del Permiano superiore).

Nelle Alpi Calcareae meridionali si ebbe una breve interruzione del regime marino solo nel Permiano medio con la deposizione della molassa del Verrucano lombardo (equivalente delle analoghe successioni venete delle Arenarie della Val Gardena), che però, in prossimità della Linea Insubrica, presenta le facies di piana alluvionale più distale o soggetta a episodiche ingressioni marine.

Sempre a Sud della Linea Insubrica si riscontrano numerosi lineamenti di importanza regionale con andamento circa Nord-Sud e SSW – NNE.

Le prime suddividono il settore delle Alpi Calcareae Meridionali in zone con caratteristiche strutturali e deformative diverse e coincidono con sistemi di faglie prevalentemente sub-verticali traslative originatesi già nel Permo-Carbonifero.

In prossimità di questi sistemi di faglie durante il Permo-Carbonifero si depositarono i primi sedimenti di origine fluvio-lacustre (Formazione di Collio), successivamente sormontati dai depositi alluvionali del Verrucano lombardo. Tali formazioni costituiscono la transizione tra il basamento Ercinico della catena (rocce metamorfiche e cristalline) e la copertura sedimentaria mesozoica delle Alpi Calcareae Meridionali

Con l'inizio del Mesozoico, gran parte del dominio del Sudalpino venne invaso da un mare epicontinentale che si rese responsabile della deposizione del Servino (Scitico inferiore). Questa formazione, che è rappresentata da litotipi molto diversi tra loro (quarzareniti, argilliti, marne dolomitico-siltose, calcari etc.) a luoghi si presenta riccamente fossilifera.

Le sue litologie evidenziano una deposizione in un ambiente marino poco profondo legato all'apertura della Tetide, oceano che si sviluppava per migliaia di chilometri dividendo in senso est - ovest due enormi masse continentali (Eurasia a N e Africa a S).

Nello Scitico superiore si verifica un'inversione di tendenza nel bacino della Tetide con progressiva diminuzione della sedimentazione terrigena ed aumento di quella evaporitica e carbonatica con facies spesso cariate con evidenti lenti di gesso e di anidriti e con rare brecce poligeniche formatesi a spese di terreni preesistenti. Questa formazione è nota in letteratura come Carniola di Bovegno. I terreni dello Scitico rappresentano un ciclo sedimentario trasgressivo - regressivo entro il quale sono stati riconosciute due sequenze deposizionali distinte.

Con l'Anisico, inizia il ciclo medio triassico contraddistinto da sedimentazione calcarea e con tassi di subsidenza e di accumulo piuttosto elevati.

Nell'Anisico, in Lombardia, si vengono ad avere rapidi movimenti negativi che portarono all'instaurarsi di un ambiente di mare aperto con una deposizione di tipo prevalentemente chimico e biochimico (Calcare di Angolo e Calcare di Prezzo).

Durante il Ladinico entro i solchi profondi si sono depositati calcari fossiliferi ricchi in selce (Calcare di Buchenstein), che presentano giunti pelitici con microclasti verdi conosciuti in letteratura come pietre verdi. Queste sono testimoni di un'attività vulcano-tettonica localizzata sul bordo meridionale prealpino e documentano, probabilmente, la prima vera attivazione della fascia mobile meridionale.

Nelle aree emerse si instaurò un ambiente differente (scogliera) che favoriva la deposizione di calcari dolomitici, dolomie e calcari a Dasycladacee in cicli peritidali, che costituiscono il Calcare di Esino. L'organizzazione in cicli shallowing upward è testimoniata in questa formazione da sottili paleosuoli, filoni e cavità carsiche.

La Formazione di Wengen, sempre ladinica, che è eteropica al Calcare di Esino, rappresenta depositi di natura torbida instauratisi tra i bracci di mare che si sviluppavano tra le scogliere esiniane. Essa è rappresentata da arenarie, siltiti, argilliti, marne e calcari micritici. Al suo interno si rinvenivano frequentemente i prodotti di disfacimento della piattaforma sotto forma di megabrecce per lo più a sciame e di dimensioni ridotte.

Al passaggio Ladinico-Carnico si ebbe una ripresa dell'attività vulcano-tettonica che trova riscontro nella sedimentazione, a carattere più terrigeno, della formazione del Metallifero Bergamasco.

Con il Carnico superiore in Lombardia centro-orientale si ebbe un ciclo regressivo, accompagnato da manifestazioni vulcaniche, che portò a condizioni di emersione con la costituzione di depositi continentali (arenarie di Val Sabbia) cui seguì un mare lagunare che favorì la deposizione di successioni evaporitiche con abbondante gesso e anidrite. Questi depositi vengono riconosciuti come Formazione di San Giovanni Bianco e chiudono il ciclo mediotriassico.

Tra la fine del Carnico e l'inizio del Norico l'area lombarda fu interessata da un ulteriore cambiamento paleogeografico-climatico connesso con le prime fasi di apertura dell'Oceano Atlantico e dell'Oceano Ligure - Piemontese.

La sedimentazione divenne prevalentemente carbonatica di mare poco profondo.

In Lombardia si instaurarono ambienti marino-transizionali (laghi effimeri) o piccoli bacini non sempre comunicanti con il mare aperto e con influssi di acque meteoriche in un regime climatico monsonico; la messa in posto dei potenti corpi di megabrecce intraformazionali è probabilmente in relazione con una tettonica sinsedimentaria e con ripetuti episodi di emersioni locali.

E' in questo contesto che si depositò la Formazione di Castro.

Nel Norico inferiore nel settore orientale dell'area lombarda si instaurò un ambiente di rampa carbonatica che fu sede di una sedimentazione carbonatica testimoniata dal membro basale della Dolomia Principale Membro della Val Vestino.

Tra il Norico inferiore e il medio in tutta la Lombardia si mantennero condizioni ambientali di mare poco profondo, con subsidenza regolare e costante, che favorirono la deposizione di oltre 1000 metri di Dolomia Principale.

Si poteva assistere alla presenza di enorme piane tidali (v. ad es. la zona del M. Rai, M. San Martino, ecc.) talora ancora limitate dai reef e dalle zone lagunari (bacini di deposizione delle facies del TN2, del Membro di Lumezzane, delle dolomie fetide, delle "dolomie zonate" ecc.).

Durante la fase tettonica distensiva connessa con i primi movimenti di apertura dell'Oceano Ligure-Piemontese, le faglie si riattivarono frantumando le vaste piattaforme carbonatiche (Dolomia Principale, Calcare di Zu p.p., Dolomia a Conchodon, Corna) in alti strutturali e bacini subsidenti secondo il modello di un margine passivo. È proprio nel contesto di questi estesi e profondi bacini delimitati da pilastri (horst) che venne a depositarsi il Calcare di Moltrasio.

Molto noti nella letteratura sono i bacini del M. Nudo e del M. Generoso (zone depocentrali della deposizione del Calcare di Moltrasio) che hanno le loro propaggini orientali e sud orientali nel M. San Primo e nel M. Cornizzolo.

In corrispondenza delle direttrici maggiori lungo le quali hanno avuto luogo le principali disarticolazioni della piattaforma sudalpina (secondo superfici listriche) nel più recente quadro evolutivo morfotettonico si sono impostati i più grandi laghi della Lombardia centrale.

Infatti, il ramo orientale del Lago di Como, il lago di Lugano e il Lago Maggiore si sono originati in seguito all'attivazione delle Linee di Lecco, di Lugano e del M. Oriolo.

Calcare di Moltrasio

Il Calcare di Moltrasio è una formazione datata al Lias Inferiore, caratterizzata da calcari, calcari – marnosi grigio scuro, spesso nerastri, con al tetto giunti marnoso – argillosi. Talora nella parte più alta della formazione gli strati sono dolomitizzati.

Nella quasi totalità i calcari contengono selce in noduli o lenti parallele, mentre i fossili risultano scarsi, concentrati principalmente sulle sponde del Lago di Como, se non del tutto assenti. Tra i

fossili ritrovati nel Calcare di Moltrasio sono stati ritrovati brachiopodi, frequenti bivalvi e soprattutto ammoniti (spesso di grosse dimensioni).

L'età di questa litologia è riferibile al Sinemuriano sulla base dei ritrovamenti di ammoniti nella vicina successione del M. Albenza.

Nella zona rilevata, entro i confini del SIC, il Calcare di Moltrasio si presenta con strati aventi spessore compreso tra i 10 e i 60 cm, frequentemente selciferi con noduli, arnioni, liste e strati di selce scura. Inoltre, il calcare si presenta generalmente fratturato, talora con ricementazione, e con localizzate aree di fratturazione più intensa.

Proprio per questa ragione il valore di permeabilità dei calcari è da ritenersi piuttosto elevato.

La giacitura degli strati è abbastanza costante con immersione SSW e inclinazione compresa tra i pochi gradi e i 40°. Fa eccezione il settore nord-orientale dove gli strati immergono verso NNW con inclinazione compresa tra i 30° e i 50° per effetto della presenza di una debole piega avente asse disposto all'incirca Est-Ovest.

Più in generale, la formazione del Calcare di Moltrasio è stata suddivisa in base ai diversi caratteri che ne contraddistinguono la successione stratigrafica in cinque litofacies che vengono di seguito descritte dall'alto stratigrafico verso la base.

LITOFACIES 1

è caratterizzata da calcari grigio scuro, micritici, in strati planari decimetrici con interstrati marnosi e la presenza di selce in liste e di grossi noduli con silicizzazione incompleta e bioturbazione.

La litofacies tipo è presente in Val Imagna, dove costituisce la porzione basale della formazione con spessori variabili tra 10 e 20 m ed è distinguibile per la stratificazione più sottile, l'abbondanza di selce nera in liste e per la scarsità di peliti.

La microfacies prevalente è costituita da wackestone e packstone fini, bioclasti bioturbati con abbondanza di spicole di spugne monoassone non orientate, radiolari, subordinati lagenidi, piccoli ostracodi, filamenti pelagici e frustoli carboniosi.

L'ambiente di deposizione era quello di una depressione bacinale (piattaforma esterna profonda), dove il principale meccanismo di sedimentazione era la decantazione dei fanghi micritici e di peliti associati a torbide carbonatiche fossili.

LITOFACIES 2

è formata da sequenze cicliche irregolari, generalmente sottili, di calcari grigio scuro, micritici, associati a calcareniti, con interstrati marnosi con sottili laminazioni parallele.

La stratificazione è decimetrica con superfici di strato piano-parallele o ondulate, e con selce nera sia in liste che in noduli; sulle superfici degli strati calcarenitici sono frequenti le piste di organismi limivori.

All'analisi microscopica questi calcari si presentano come packstone fini bioclastico - pellettiferi o intraclastici.

I fossili più comuni sono: radiolari, spicole di spugne in prevalenza monoassone, lagenidi, piccoli ostracodi e rari frammenti di echinodermi.

L'ambiente di sedimentazione è quello di un pendio a basso gradiente passante a piana bacinale in cui si depositavano, in associazione ciclica con le micriti della facies 1 sequenze di torbiditi carbonatiche alimentate verosimilmente da nicchie di distacco e slump (Foto 1) che si formavano sul pendio o in prossimità di scarpate tettoniche.



Foto 1: gli strati, ancora allo stato semiplastico, sono scivolati lungo pendio subendo vistose deformazioni.

LITOFACIES 3

è caratterizzata da brecce, megabrecce e paraconglomerati con clasti in prevalenza intraformazionali o del Calcare di Sedrina superiore a struttura amalgamata e caotica.

I componenti, spesso compenetrati l'un l'altro, sono calcari grigio scuri, micritici e calcareo-marnosi; ad essi si associano, con percentuali non superiori al 25%, clasti extraformazionali grigio chiari e scuri appartenenti alla successione compresa tra il Calcare di Zu e il Calcare di Sedrina.

Caratteristiche di questa facies, sono le successioni presenti nel vallone che scende dalla chiesa di Morterone e nella valle del torrente Remola, dove si trovano brecce a geometria lenticolare, con alla base superfici di erosione non sempre distinguibili per l'amalgama dei vari corpi sedimentari sovrapposti e discordanti l'un l'altro.

I singoli accumuli hanno spessore mediamente metrico e sono intercalati a orizzonti di calciruditi minute e paraconglomerati intraformazionali con clasti spigolosi, dispersi in abbondante matrice calcareo-marnosa. Lo spessore degli accumuli è valutabile come superiore a 50 metri.

Lateralmente, questa facies è transizionale a calcari micritici ben stratificati, caratterizzati da slumps.

Sono localmente diffusi: gasteropodi, bivalvi rivestiti da foraminiferi sessili (*Nubecularia* sp.), frammenti di echinodermi, foraminiferi (*Nodosaria* sp., *Glomospira* sp., Textularidi, *Ophtalmidium* sp., *Aulotortus tumidus* (Kristan – Tollmann), *Spirillina liassica* (Jones), dasycladaceae, brachiopodi, ammoniti spicole, rari idrozoi, Problematica (*Thaumatoporella* sp., *Bacinella* sp.) coproliti ed ooidi micritizzati.

L'associazione a Foraminiferi: *Ophtalmidium*, *Nodosaria* e *Aulotortus* viene ritenuta da Schott (1983) tipicamente liassica.

Alcune di queste micro facies presentano notevoli analogie con la facies 5 della stessa formazione e quelle del substrato (Calcare di Zu e Dolomia a Conchodon) rendendo il più delle volte difficile l'attribuzione formazionale dei singoli clasti delle brecce.

La coesistenza nelle brecce di questa facies è comunque provata, a livello microscopico, dalla presenza di *Triasina hantkeni* (Majzon) di età retica (Calcare di Zu) e di *Spirillina liassica* (Jones) (facies intraformazionali e litozona sommitale del Calcare di Sedrina).

Queste brecce sono interpretate come accumuli da trasporto in massa (*mass flow*, Middleton & Hampton, 1973) con colate di fango e di detrito semiconsolidato originati da un'attività tettonica sin sedimentaria con presenza di nicchie di distacco da superfici poco inclinate (Castellarin, 1972, 1982).

LITOFACIES 4

è costituita da brecce, megabrecce prevalentemente extraformazionali (facies a blocchi), in orizzonti di spessore anche superiore al metro, con clasti decimetrici ed eccezionalmente plurimetrici.

Le litofacies dei componenti sono date da: clasti micritici in prevalenza intraformazionali, calcari oolitici intraclastici e bioclastici dell'immediato substrato Retico-Hettangiano.

Questa facies affiora sulla strada presso Morterone con olistoliti calcarei plurimetrici, inglobati in calcari marnosi e calcarenitico-ruditici canalizzati e deformati per impatto e carico. A sudovest della Costa dei Boldes affiora con una litofacies simile alla precedente in blocchi metrici.

Le micro facies dei clasti extraformazionali e degli olistoliti, consistono in wackestone e packstone bioclastici con coproliti (*Parafevreina thoronetensis*, (Bronniman)), piccoli ooidi, bioclasti spesso rivestiti da foraminiferi sessili, gasteropodi, echinidi, foraminiferi bentonici (*Triasina hantkeni*, Majzon; Involutinidae, molte *Nodosaria* sp. E *Frondicularia* sp.), ostracodi, spicole, Problematica (*Bacinella irregularis* (Radocic), *Thaumatoporella* sp.), rare spugne e Dasycladaceae.

L'ambiente deposizionale è simile a quello della litofacies 3 con brecce amalgamate; le brecce a blocchi e gli olistoliti sembrano indicare la presenza di una scarpata verosimilmente tettonica con distacchi e crolli da pareti subverticali secondo modelli analoghi a quelli ricostruiti per il Giurassico nella zona a nord del Lago di Garda (Castellarin 1972, 1982)

LITOFACIES 5

è formata da calcari grigi, micritici, in grossi banchi amalgamati, localmente fossiliferi e con tasche riempite da calcari finemente oolitici e bioclastici, da piccoli filoni sedimentari e da fratture tensionali diffusi alla scala microscopica.

Questa facies è presente presso Morterone, dove poggia direttamente sul Calcare di Zu tramite una transizione di 5 metri di calcari marnosi tipicamente bioturbati e stratificati della litofacies 1 del Calcare di Moltrasio. In passato questo affioramento è stato attribuito alla Dolomia a Conchodon (Desio & Venzo, 1954) o al Retico indifferenziato.

I fossili rinvenuti sono: lamellibranchi, piccoli gasteropodi, alghe Dasycladaceae, ostracodi, placche di echinoidi, lagenidi, radiolari, spicole.

L'ambiente deposizionale di questa litofacies va riferito a una piattaforma subtidale aperta che permette la costituzione di banchi carbonatici o potrebbe trattarsi di sedimenti fini amalgamati provenienti da unità tardo triassiche e deposti in prossimità dell'alto strutturale entro una nicchia di distacco (Jadoul & Doniselli, 1986).

Nella zona circostante il Lago del Segrino sono presenti essenzialmente le "litofacies" 1 e 2, ben visibili lungo i versanti affacciati al lago, praticamente in affioramenti abbastanza continui, solo localmente ricoperti da coltri colluviali e detritiche, in genere, di potenza limitata.