

DEFINIZIONE DI ALCUNI TERMINI IN USO NELLA CARTOGRAFIA DEI DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI IN AMBITO ALPINO

Alfredo Bini¹, Andrea Borsato², Francesco Carraro³, Alberto Carton⁴, Daniele Corbari⁵,
Maurizio Cucato⁶, Giovanni Monegato^{7,8}, & Giovanni Battista Pellegrini⁸

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi, via Mangiagalli 14, 20133 Milano;

²Museo Tridentino di Scienze Naturali, via Calepina 14, 38100 Trento;

³Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi via Valperga Caluso 35, 10125 Torino;

⁴Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi, via Ferrata 1, 27100 Pavia;

⁵Ufficio Attività Generali e di Conoscenza del Territorio, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica
Regione Lombardia. Via Sasseti 32/2, 20124 Milano;

⁶c/o l'Ufficio Geologia e Prove Materiali, via Val d'Ega, n. 48, 39053 Cardano (BZ);

⁷Dipartimento di Georisorse e Territorio, Università degli Studi, Via Cotonificio, 114, 33100 Udine;

⁸Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica, Università degli Studi, via Giotto, 1, 35137 Padova.

RIASSUNTO: Bini A. et al., *Definizione di alcuni termini in uso nella cartografia dei depositi quaternari continentali in ambito alpino*. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

In questi anni nuovi approcci metodologici di rilevamento e cartografia dei depositi quaternari continentali hanno consentito l'abbandono del "modello classico" introdotto da Penck e Brückner (1909) basato sulle quattro glaciazioni, a favore di un approccio che utilizza unità stratigrafiche delimitate da discontinuità e definite secondo ambiti bacinali (idrografici e/o glaciali), inserite in una scala cronologica relativa (Unità Allostratigrafiche e Unità stratigrafiche a limiti inconformi). In questa nota, frutto del confronto tra diversi autori, vengono proposte le definizioni dei termini utilizzati in ambito alpino secondo tale approccio, al fine di chiarirne il significato e precisarne l'utilizzo. In particolare vengono discussi i termini: LGM (Last Glacial Maximum), postglaciale e Pre-LGM. Il termine LGM indica l'ultimo massimo glaciale locale, senza riferimento alcuno ad unità cronologiche o stratigrafiche. Col termine postglaciale si vuole indicare l'insieme di eventi che si succedono a partire dal termine dell'ultima massima espansione glaciale locale, mentre Pre-LGM indica l'insieme degli eventi che la precedono. Contestualmente alla spiegazione della terminologia introdotta, vengono anche brevemente affrontate le problematiche che ne derivano relativamente alla classificazione di depositi, delle unità ed alle conseguenti ricadute cartografiche, proponendo alcune possibili soluzioni.

ABSTRACT: Bini A. et al., *Definition of some terms used in the cartography of alpine continental Quaternary deposits*. (IT ISSN 0394 – 3356, 2004).

*In the past decade a new approach to cartography and mapping of Quaternary continental deposits allowed the abandonment of the now obsolete "classical model" by Penck & Brückner (1909), which was based on four major glaciations. The new approach utilizes stratigraphic units, which are bounded by discontinuities and defined by following glacial and/or hydrographic basins, framed within a relative chronological scale (Allostratigraphic Units and Unconformity-bounded stratigraphic units). The present paper, which synthesizes different approaches to Quaternary continental stratigraphy, proposes a definition of the terminology used in the Alpine area, in order to make clear the significance of each term, and assess its proper use. The terms **Last Glacial Maximum (LGM)**, **post-glacial**, and **Pre-LGM** are here discussed in detail. The term **LGM** indicates the last local glacial maximum, without any reference to stratigraphic and chronostratigraphic units. The term **post-glacial** is used to indicate the events which followed the last local glacial expansion. The term **Pre-LGM** indicates the events that preceded the last local glacial maximum. Furthermore, we here discuss some of the problems of classification that arise following the use of the new terminology, and suggest possible cartographic solutions.*

Parole chiave: LGM, pre-LGM, postglaciale, ubiquitario, indifferenziato, indistinto,

Keywords: Last Glacial Maximum, Pre-LGM, post-glacial, ubiquitary, undifferentiated, indistinct.

INTRODUZIONE

Gli studi condotti in questi anni in ambito alpino italiano hanno visto diverse scuole di pensiero affrontare in modo originale le problematiche di rilevamento e cartografia dei depositi quaternari continentali. Il confronto che sta avvenendo attualmente fra queste diverse scuole, anche all'interno del Progetto CARG, mostra come il quadro d'insieme che ne deriva sia sostanzialmente congruente, almeno per quanto riguarda il significato dei corpi cartografati, la cronologia dell'evoluzione quaternaria, e le ricostruzioni paleoambientali che ne conseguono. Comune a tutti i differenti approcci è l'abbandono

del "modello classico" delle glaciazioni alpine (Penck e Brückner, 1909), in accordo con quanto sancito nel *Final Report* dell'IGCP 24 "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere" (Sibrava, Bowen e Richmond, 1986), a favore di un approccio che utilizza unità stratigrafiche inserite in una scala cronologica relativa, secondo i normali principi della geologia. Si cartografano cioè corpi sedimentari e non "glaciazioni" o "interglaciali" (ossia eventi climatici), quindi corpi che non vengono più definiti secondo criteri climatici o morfologici, ma sulla base dei caratteri interni e delle discontinuità che li delimitano. A tal fine sono state utilizzate unità stratigrafiche definite fundamentalmente secondo ambiti bacinali

(idrografici e/o glaciali), caratterizzate sulla base delle discontinuità che le delimitano superiormente ed inferiormente, ed ulteriormente dettagliate nelle facies sedimentarie che le compongono (Bini *et al.*, 1989; Bini, 1997; Bini e Pellegrini 1998; Bini *et al.*, 2001).

Le unità di riferimento per tale lavoro sono state inizialmente le **Unità Allostratigrafiche** e, più recentemente, le **Unità a Limiti Inconformi** (UBSU = *Unconformity-bounded stratigraphic units*), come raccomandato dal Servizio Geologico Nazionale (2001) in considerazione che solo queste ultime risultano formalizzate nella International Stratigraphic Guide (1994). Appare opportuno precisare, tuttavia, che le USBU non corrispondono in maniera soddisfacente alle caratteristiche delle unità del Quaternario continentale in quanto le discontinuità che delimitano queste ultime:

1. non corrispondono necessariamente ad *unconformities*;
2. hanno solo raramente estensione regionale, come invece è previsto “preferibilmente” per le USBU;
3. non sono quasi mai “visibili”, come presunto per le USBU, ma sono più frequentemente solo “tracciabili” per interpolazione.

Da vari momenti di confronto e scambio di esperienze fra le diverse scuole è emersa l'esigenza comune di precisare il significato di alcuni termini di uso corrente nei vari gruppi che si occupano di rilevamento dei depositi quaternari continentali in ambito alpino; nello stesso tempo la presente nota ha lo scopo di fare conoscere tali termini ed il loro corretto utilizzo anche a quanti non si occupano direttamente di tali problematiche.

1. LAST GLACIAL MAXIMUM

In senso generale il termine **Last Glacial Maximum** (acronimo **LGM**) rappresenta l'ultimo massimo glaciale locale. Si vuole indicare in questo modo l'ultima grande espansione glaciale locale, senza riferimento alcuno ad unità cronologiche o stratigrafiche. Il termine *locale* fa riferimento, in prima approssimazione, a singoli bacini i cui ghiacciai non erano coalescenti e, in seconda approssimazione, all'intero ambito alpino, considerato come locale rispetto al resto dei rilievi europei ed extraeuropei. Lo LGM **non indica solamente l'acme glaciale ma l'intero evento**, comprendendo quindi sia le fasi di avanzata che quelle di ritiro del ghiacciaio (“tardiglaciale” *auctorum*).

Dalla definizione sopraesposta derivano alcune considerazioni: a) Il termine LGM non va inteso come sinonimo dell'ultima glaciazione a livello globale né deve essere utilizzato come sinonimo di Würm, o Würm III; b) lo LGM, come del resto ogni altra glaciazione, non è un evento isocrono, ma la sua durata temporale si riduce progressivamente spostandosi dalle zone più interne della catena alpina agli anfiteatri.

1.1. Depositi ed Unità riferibili allo LGM

Sono essenzialmente riferibili allo LGM i soli depositi glacialigenici. Nel tracciamento del limite dello LGM devono essere presi in considerazione solamente i depositi glaciali o, in assenza di questi, depositi di contatto glaciale e proglaciali le cui geometrie descrivono il limite della massa glaciale dello LGM (vedi Figura 1).

La cartografia dei depositi associati allo LGM deve

essere impostata secondo una logica di bacini (glaciali e/o idrografici) di pertinenza degli agenti deposizionali che concorrono alla formazione dei depositi, definendo quindi specifiche unità nei vari bacini. In bacini differenti i depositi glaciali legati a tale evento climatico non sono necessariamente sincroni né automaticamente correlabili, da qui la necessità di introdurre il concetto di “*massimo glaciale locale*”. Tale affermazione è valida non solo nel caso di bacini limitrofi, ma si estende all'intero ambito alpino. La contemporaneità degli eventi e la correlabilità dei depositi tra bacini differenti vanno dimostrate mediante l'utilizzo di datazioni o mediante il tracciamento laterale dei limiti nel caso di corpi fra loro in continuità. Le unità cartografiche che comprendono i depositi glaciali associati allo LGM hanno il rango di sistema/alloformazione.

La sigla LGM non deve essere utilizzata per denominare unità; può invece servire per caratterizzarne la descrizione (ad es. nelle note illustrative, Sintema di XXX – rappresenta lo LGM). Per evitare la possibilità di accorpamenti arbitrari fra aree e bacini differenti, è preferibile che tale caratterizzazione non venga riportata nelle legende delle carte ma solamente all'interno delle Note Illustrative.

La rappresentazione cartografica delle unità riferibili allo LGM dovrebbe privilegiare l'utilizzo di una stessa tonalità di colore estesa su tutti i bacini; le sue suddivisioni nei singoli bacini, ed eventualmente all'interno di questi (es. allomembri/subsintemi), dovrebbero essere evidenziate mediante sigle. Le differenze interne, date dalle variazioni laterali di facies, invece andranno rese mediante appositi soprassegni (vedi Figura 1). Tale scelta di resa cartografica non è vincolante: possono, ad esempio, essere utilizzati colori leggermente diversi per i diversi bacini oppure, colori uguali ma resi con retinature differenti nei diversi bacini, anche per sottolineare la non provata sincronicità delle unità.

All'interno delle unità LGM si utilizzano sottounità (subsintemi/allomembri) per definire i depositi glacialigenici delle valli secondarie durante la fase di deglaciazione (“tardiglaciale” *auctorum*).

1.2. Considerazioni e problematiche in corso di discussione

Il termine **Last Glacial Maximum** è diventato di uso corrente da parte di quanti si occupano dello studio del Quaternario continentale a livello internazionale (Crowley & North, 1991); viene però inteso con diverse accezioni e sfumature¹. In considerazione di questo fatto, si è preferito mantenere il termine nella sua dizione inglese, andando però a precisare il significato che tale termine assume nel contesto della ricerca scientifica condotta in ambito alpino italiano.

¹Il termine LGM nasce, con significato climatico, dalla stratigrafia continentale del Nord America, per indicare la massima avanzata della glaciazione Wisconsin (Würm) nella zona intorno ai grandi laghi, anche se poi viene normalmente utilizzato nella stratigrafia delle carote di ghiaccio ed in quasi tutti i lavori che si occupano dell'ultimo evento glaciale. LGM sensu stricto è stato cronologicamente definito da Crowley & North (1991) in base a isotopi e carbonati in oceano e ghiaccio come un intervallo di circa 1500-2000 anni intorno a 18 mila 14C BP e calibrato verso 21 mila cal BP.

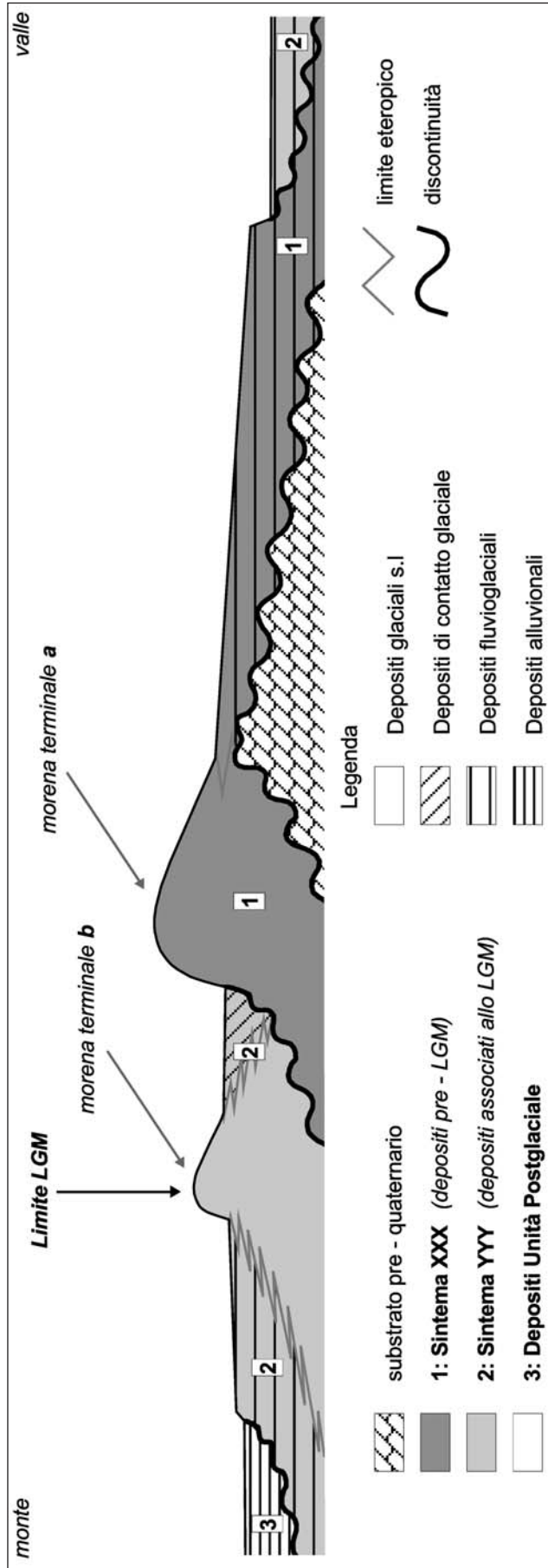


Fig. 1 - Sezione geologica idealizzata che esemplifica i rapporti stratigrafici fra unità quaternarie in area di anfiteatro; si immagina che la sezione sia tracciata perpendicolarmente ai cordoni morenici terminali "a" e "b". I Sintemi XXX e YYY (1 e 2 rispettivamente) sono costituiti da depositi legati a due distinte glaciazioni; l'Unità Postglaciale (3) comprende i depositi successivi all'ultimo evento glaciale. I depositi del Sintema YYY sono associati all'ultimo evento glaciale dell'area (LGM); tali depositi si sovrappongono solo parzialmente a quelli del Sintema XXX, sedimentati da un precedente evento glaciale (Pre-LGM). Nella porzione interna dell'anfiteatro i depositi alluvionali dell'Unità Postglaciale erodono e ricoprono i depositi fluvioglaciali riferibili allo LGM, mentre nella porzione esterna sono questi ultimi ad erodere e ricoprire i depositi fluvioglaciali correlati col precedente evento glaciale. I limiti che definiscono queste unità sono discontinuità significative; all'interno di ogni sintema, tali limiti sono diacroni. Il limite massimo raggiunto dal ghiacciaio nell'ultima glaciazione (Limite LGM) è materializzato dal margine interno della morena terminale b. In assenza di tale cordone, il limite del ghiacciaio può essere tracciato, con maggior grado di approssimazione, a partire dalla geometria dei depositi di contatto glaciale e/o proglaciali. La distinzione fra le diverse facies dei depositi in un dato sintema è resa graficamente mediante un apposito sovrassetto, mentre colore e sigla del sintema rimangono invariati. *Idealized geological section perpendicular to the terminal moraines "a" and "b" synthesizing the stratigraphic relationship between Quaternary units in the Amphitheatre. Synthemes XXX and YYY (1 and 2 respectively) are made up of two different glaciation deposits; the Post-glacial Unit comprises deposits younger than the Last Glacial Maximum (LGM); The Syntheme YYY deposits are related to the local LGM, and overlap only partially the Syntheme XXX deposits, which are related to an older glacial event (Pre-LGM). In the inner part of the amphitheatre the Post-glacial Unit alluvial deposits erode and overlap the fluvioglacial LGM deposits, while in the outer part these latter erode and overlap the fluvioglacial Pre-LGM deposits. The boundaries that define these units are significant discontinuities, and within each syntheme these boundaries are diachronous. The maximum extent reached by the glacier during the last glaciation (LGM boundary) is identified by the inner margin of the lateral moraine "b". Lacking this moraine ridge, the LGM boundary can be traced approximately from the geometry of the contact-glacial and/or proglacial deposits. The distinction between different facies within a syntheme is graphically visualized by an overmark, while colour and syntheme initials remain unchanged.*

Proprio dalle esperienze di rilevamento condotte nell'ambito alpino italiano emerge che quanto è stato cartografato come depositi LGM nelle valli principali si colloca in un intervallo temporale abbastanza ben definito, compreso all'incirca tra 25 e 11 ka BP (date non calibrate), coincidendo quindi con lo stadio isotopico 2. Tuttavia, allo stato attuale delle conoscenze, non si è sicuri della stretta contemporaneità degli eventi nei differenti bacini. Inoltre, mentre nelle valli principali per i depositi glaciali riferibili allo LGM si osserva questa complessiva convergenza delle età, nelle catene periferiche prealpine (es. Monti Lessini), contraddistinte da piccoli ghiacciai locali con dinamiche proprie e non necessariamente sincrone con quelle dei grandi ghiacciai vallivi, tale evento può essere antecedente (es. stadio isotopico 4).

Allo stato attuale dei lavori le unità riferibili allo LGM hanno per la maggior parte il rango di sintema/alloformazione. Il problema del rango si pone però nel caso di bacini molto articolati in cui le valli laterali, nel corso dell'ultimo evento glaciale, hanno ospitato masse glaciali che non sono mai state in relazione diretta con il ghiacciaio vallivo principale e la cui evoluzione non è necessariamente sincrone con questo (e fra di loro). Una possibile soluzione potrebbe essere quella di elevare le unità riferibili allo LGM al rango di supersintema/allogruppo. Un altro problema si pone per le aree d'alta montagna, dove i distinti ghiacciai vallivi erano uniti in un'unica zona d'accumulo: in questo contesto la suddivisione per bacini delle unità associate allo LGM non ha più significato. In tali contesti sarà necessario individuare soluzioni, sia di nomenclatura delle unità sia di resa grafica, idonee a rappresentare queste peculiari situazioni.

2. POSTGLACIALE

Per **postglaciale** si vuole indicare in ambito alpino l'insieme di eventi, che si succedono a partire dal termine dell'ultima espansione glaciale locale. Postglaciale non è sinonimo di Olocene, ma rappresenta un evento corrispondente ad un arco temporale che va dalla parte terminale del Pleistocene superiore all'Olocene. Pertanto, il postglaciale così definito non ha il significato di Postglaciale presente in taluna letteratura, indicante un intervallo di tempo.

2.1. Depositi ed unità riferibili al postglaciale

L'Unità Postglaciale (acronimo **UPG**) è una unità *informale* (cfr. 4a) che comprende tutti i depositi che si formano dopo il ritiro del ghiacciaio dello LGM da una data area.

È un'unità *ubiquitaria* (cfr. 4e) ossia, a differenza delle unità associate allo LGM, non viene distinta sulla base dei bacini (idrografici e/o glaciali) di pertinenza degli agenti deposizionali che concorrono alla formazione dei suoi depositi, in quanto il suo limite superiore è l'attuale superficie topografica e può essere seguito con continuità da bacino a bacino. La sua superficie limite inferiore è evidentemente diacrona in quanto coincide con la superficie limite superiore dello LGM. Proprio per tale motivo l'Unità Postglaciale non è equiparabile all'Olocene.

L'UPG possiede il rango di sintema/alloformazione

ed è marcatamente diacrona su tutta la sua estensione. In particolari contesti, l'UPG potrebbe essere elevata al rango di supersintema/allogruppo. In ambito alpino l'UPG può essere suddivisa in sottunità di uso strettamente locale per rappresentare singoli corpi rappresentativi di eventi deposizionali importanti a livello di un dato bacino, o di porzioni significative di questo (es. frane arealmente estese).

Nelle aree di alta montagna dove si hanno depositi glaciali legati alla Piccola Età Glaciale (PEG), evento sincrone per tutti i bacini, sono di uso generale le seguenti sottunità:

- la sottunità Postglaciale inferiore.
- la sottunità Postglaciale PEG.
- la sottunità Postglaciale superiore.

Si precisa che gli aggettivi "*inferiore*" e "*superiore*" hanno significato stratigrafico; depositi così denominati, presenti tanto in altri quanto nei medesimi ambiti, non necessariamente sono tra loro sincroni. Tale classificazione si riferisce ad un ambito strettamente locale.

La rappresentazione cartografica dell'UPG dovrebbe avvenire mediante l'utilizzo di un unico colore esteso su tutti i bacini; le sue eventuali suddivisioni in sottunità andranno evidenziate mediante sigle. Le differenze interne, date dalle variazioni laterali di facies, andranno rese mediante appositi sovrasegni.

2.2. Problematiche in corso di discussione

L'Unità Postglaciale viene trattata in modo specifico a seconda che si operi in ambito alpino o in ambito di pianura; appare evidente come in questi due diversi contesti l'UPG abbia necessariamente età differenti. Relativamente all'ambito della pianura, l'Unità Postglaciale comprende tutti i depositi di natura prevalentemente fluviale (ma anche lacustri/palustri) più recenti dei depositi fluviali/fluvioglaciali appartenenti ad unità associate allo LGM (vedi Figura 1). All'interno di questi possono essere fatte distinzioni, con valenza locale (vedi il significato di sopra). Per depositi legati ad eventi significativi, oppure sulla base di evidenze archeologiche o di datazioni, possono essere create delle sottunità assegnando a queste nomi locali.

L'utilizzo dell'Unità Postglaciale pone problemi di logica in tutti quegli ambiti vallivi corrispondenti ad aree non glacializzate. In questi contesti, in assenza di depositi periglaciali correlabili con lo LGM, i depositi cartografabili nell'UPG sono quelli che evidenziano rapporti con l'attuale sistema morfoclimatico o per i quali vi siano elementi di datazione numerica o relativa che consentano di differenziarli da quelli più antichi. Per la cartografia di questi ultimi si rinvia al § 3.2.

3. PRE LAST GLACIAL MAXIMUM

Pre Last Glacial Maximum (Pre - LGM) indica l'insieme degli eventi che precedono l'ultimo massimo glaciale locale (LGM). I depositi ed unità riferibili al Pre - LGM comprendono tutti i depositi legati ad eventi sedimentari precedenti lo LGM. Come già visto per i depositi associati allo LGM, il loro studio e cartografia deve avvenire secondo una logica bacinale. Inoltre, nello studio di tali depositi, occorre distinguere fra depositi glaciali (o comunque in chiara relazione con un evento glaciale) e depositi non glacialigenici, in quanto cambia il

modo in cui vengono inquadrati dal punto di vista stratigrafico e dunque cartografati.

3.1. Depositi glacigenici in aree di anfiteatro

Nelle aree di anfiteatro l'identificazione e la cartografia dei depositi legati agli eventi sedimentari precedenti lo LGM sono attuabili senza problemi particolari. Infatti, in questo contesto, caratterizzato da ampie superfici per la deposizione dei sedimenti e da limitata attività erosiva, i depositi sono solitamente ben conservati, permettendo il riconoscimento di diverse unità sulla base sia dei rapporti geometrici sia dei caratteri delle superfici limite superiori (morfologia, presenza di coltri eoliche, alterazione, ecc.).

Le differenze di caratteri consentono non solo la distinzione dei depositi riferibili allo LGM da quelli precedenti, ma anche il riconoscimento di vari sintemi /alloformazioni derivanti dagli episodi glaciali ad esso precedenti (vedi Figura 2).

Possono però presentarsi casi in cui, pur in presenza di una successione di corpi sedimentari riconoscibili su base morfologica (es. morene e rispettive piane glaciali), non si riesca a distinguerli sulla base dei caratteri oggettivi della superficie limite superiore. In mancanza di tali dati non si riesce ad operare alcuna suddivisione in sintemi/alloformazioni, benché tali corpi siano dovuti ad eventi deposizionali diversi. Tuttavia, in questi casi, è possibile istituire localmente delle unità informali (es. Unità di...) per poi comprenderle tutte all'interno di un supersintema/allogruppo (vedi Figura 2).

3.2. Depositi glacigenici degli assi vallivi

In ambito vallivo e nelle valli tributarie dell'anfiteatro il discorso è più complesso in quanto subentrano due fattori assenti negli anfiteatri. *"Innanzitutto i sedimenti depositi durante i vari episodi glaciali occupano vaste aree negli apparati, dove i limiti delle massime espansioni raggiunte durante i vari episodi glaciali sono distanziati anche di parecchi chilometri, mentre sui versanti delle valli che afferiscono agli apparati, gli stessi sedimenti occupano aree limitate racchiuse in un piccolo intervallo di quote (spesso poche decine di metri). Ossia a grandi variazioni frontali dei ghiacciai negli apparati corrispondono piccole variazioni in quota nelle valli. In secondo luogo sui versanti delle valli l'erosione è molto più intensa e quindi i depositi più antichi sono conservati solo come massi erratici isolati e/o piccoli lembi in luoghi più riparati"* (Bini et al., 2001).

Le esperienze di rilevamento hanno evidenziato come nell'ambito vallivo sia sempre riconoscibile l'unità associata allo LGM; inoltre nel tratto inferiore delle valli, a ridosso degli anfiteatri, sono spesso riconoscibili anche la/le unità più antiche relative alle glaciazioni precedenti lo LGM. Ma al di fuori di questo limitato ambito, i depositi di ambiente glacigenico precedenti lo LGM si presentano frammentari e oggettivamente non più riconducibili alle unità riconosciute in anfiteatro. Per semplificare e risolvere i problemi di cartografia, le esperienze maturate hanno portato a riunire i depositi precedenti lo LGM in un unico supersintema/allogruppo per ogni bacino (Es. *Supersintema di XXX, bacino YYY*). Ovviamente tale supersintema/allogruppo cessa di esistere passando dall'ambito vallivo a quello dell'anfiteatro (vedi Figura 2).

Dall'utilizzo di questo approccio, tenendo conto

che le UBSU sono indipendenti dal concetto di tempo, consegue che l'intervallo temporale rappresentato dai depositi del supersintema/allogruppo vallivo include almeno gli intervalli temporali relativi ai depositi pre - LGM compresi nei singoli sintemi/supersintemi dell'anfiteatro, ma non ne costituisce il raggruppamento a rango superiore.

Il supersintema/allogruppo dei depositi Pre-LGM può venire cartografato in modo *indistinto* (cfr. 4c), oppure si possono riconoscere localmente corpi in successione stratigrafica o importanti per estensione: in questi casi vengono distinte ed istituite *unità informali* nell'ambito di quel dato supersintema/allogruppo (vedi Figura 2). È opportuno sottolineare come tali unità non abbiano il valore di sintemi/alloformazioni (legati ad un singolo evento sedimentario valido a livello bacinale) ma di unità con significato strettamente locale, inglobanti sedimenti quasi sicuramente compresi in uno dei tanti sintemi/alloformazioni (oppure subsintemi/allomembri) presenti in anfiteatro, senza però potere definire univocamente a quali riferirle.

3.3. Depositi non glacigenici

Si tratta generalmente di depositi fluviali, di versante e di frana, talora cementati, ma anche depositi colluviali e, raramente, depositi lacustri. Nel complesso si tratta di depositi slegati dalle vicende glaciali o, in ogni caso, non direttamente riconducibili ad esse. Questi depositi possono essere cartografati all'interno di un Gruppo (unità litostratigrafica), creato *ad hoc* in ogni bacino e che può essere suddiviso in *unità formali* (cfr. 4a) (es. Formazioni) per corpi estesi e significativi, espressione di eventi sedimentari singoli, ma sempre di valore locale. Per singoli affioramenti di piccola estensione è meglio usare il Gruppo a livello *indistinto*.

Relativamente ai soli depositi cementati, solitamente poco estesi ed appartenenti a più episodi sedimentari, per rimarcarne il significato geologico, può essere conveniente cartografarli in un Gruppo a sé stante, invece di istituire delle unità informali all'interno di un unico Gruppo che racchiuda tanto i depositi cementati quanto quelli sciolti.

L'approccio appena descritto può essere utilizzato anche nelle valli non glacializzate.

Ogni supersintema/allogruppo o Gruppo dovrebbe essere rappresentato cartograficamente mediante l'utilizzo di uno specifico colore diverso da bacino a bacino; le sue eventuali suddivisioni in unità andranno evidenziate mediante sigle. Le differenze interne, date dalle variazioni laterali di facies, andranno rese mediante appositi sovrassegni, laddove l'unità non sia indifferenziata (cfr. 4d).

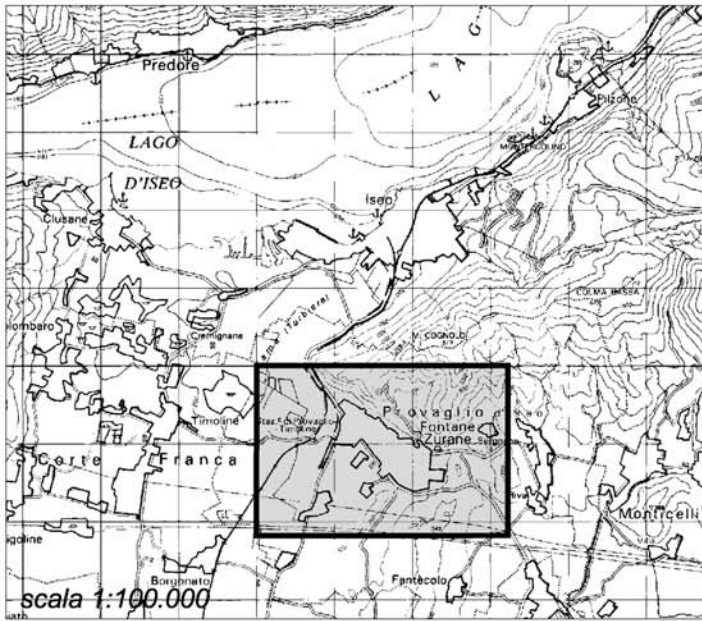
4. SIGNIFICATI DELLA TERMINOLOGIA UTILIZZATA

a) Unità *formale/informale*:

termine relativo ai Codici di Stratigrafia. Una unità formale risponde appieno alle definizioni dei Codici; una unità *informale* non risponde pienamente a tali definizioni.

b) Unità *formalizzata/non formalizzata*:

una unità *formalizzata* risponde appieno alle definizioni dei Codici ed è stata validata dalla



Legenda

Unità geologiche

- Pg** Unità Postglaciale
- Is** Sintema di Iseo (depositi associati allo LGM)
- Unità pre - LGM : area anfiteatro.*
- Rot** Supersintema di Monterotondo
Localmente è suddiviso nelle seguenti unità informali: RTi - RBo - RTo
- Pi1** Sintema di Monte Piane
- Unità pre - LGM : area asse vallivo.*
- Alo** Supersintema di Monte Alto
Localmente è suddiviso nelle seguenti unità informali: ALa - AMa - AVi
- substrato indifferenziato

Facies

- Depositi di versante s.l.
- Depositi colluviali e falde detritiche
- Depositi glaciali s.l.
- Till d'alloggiamento
- Depositi di contatto glaciale
- Depositi fluvioglaciali
- Depositi lacustri/palustri

Elementi morfologici

- Orlo di terrazzo
- Cresta di cordone morenico
- Cresta di Rogen Moraine

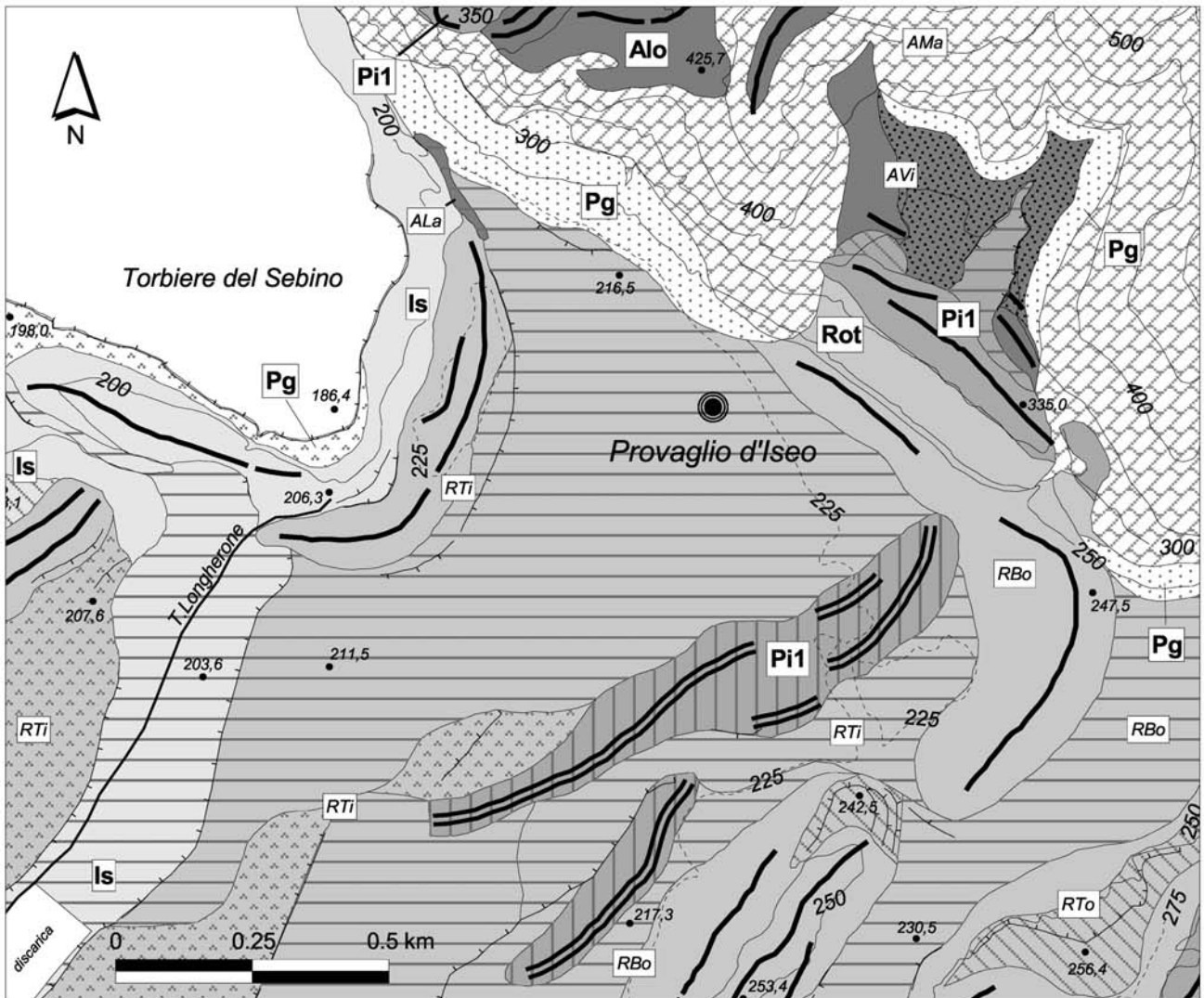


Fig. 2 - Stralcio semplificato della Carta Geologia D5a4 "Passirano" – scala 1:10.000 (Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica, 2001). *Dati derivanti dai rilevamenti eseguiti per il Progetto CARG Regione Lombardia, in convenzione con il Servizio Geologico Nazionale.* La carta mostra il quadrante NE dell'anfiteatro morenico di Franciacorta; tale area presenta sia le problematiche tipiche degli anfiteatri sia quelle degli assi vallivi, in quanto è bordata sul suo lato NNE da rilievi montuosi con i quali, nel corso del Quaternario, ha interagito il ghiacciaio vallivo camuno al suo sbocco in pianura. Per questo motivo sono presenti sia le unità Pre – LGM proprie dell'anfiteatro (in questa area sono: il *Supersintema di Monterotondo - Rot* ed il *Sintema di Monte Piane- Pi1*) sia le unità Pre – LGM dell'asse vallivo (*Supersintema di Monte Alto - Alo*). Nell'area affiorano inoltre i depositi associati allo LGM (*Sintema di Iseo - Is*) e quelli ad esso successivi (*Unità Postglaciale - Pg*). La distinzione fra le diverse facies dei depositi in un dato sintema è resa mediante un apposito sovrascigno, mentre colore e sigla del sistema rimangono invariati.

Osservazioni:

1. Depositi glaciali dell'**LGM** bordano le torbiere (**Limite LGM**), mentre i suoi depositi fluvioglaciali fuoriescono dalla cerchia morenica lungo il paleovalle del T. Longherone. Tutti i depositi riferibili allo LGM sono stati cartografati come *Sintema di Iseo*.
2. Nell'area di anfiteatro, all'esterno del *Sintema di Iseo*, affiorano le unità Pre – LGM che sono state cartografate sia come sintemi (*Sintema di Monte Piane*) sia come supersintemi (*Supersintema di Monterotondo*). Quest'ultimo è stato localmente suddiviso in unità informali (dalla più interna alla più esterna, rispettivamente: *Unità di Timoline - RTi*, *Unità di Borgonato - RBo* e *Unità di Torbiato - RTo*); allo stato attuale delle conoscenze non è possibile stabilire se queste unità corrispondano a pulsazioni di una stessa glaciazione o appartengano a distinti eventi glaciali. Dove non è stato possibile operare tale suddivisione, si è cartografato il supersintema come indistinto (**Rot**).
3. Nel settore NE dell'area, dove sono presenti i rilievi in substrato, in posizione esterna al *Sintema di Monte Piane* si è cartografato il *Supersintema di Monte Alto*, proprio dell'asse vallivo. Tale scelta deriva dal fatto che non è stato possibile correlare i depositi presenti con le unità dell'anfiteatro s.s. Anche in questo caso il supersintema è stato localmente suddiviso in unità di significato locale (*Unità di San Pietro in Lamosa – ALa*; *Unità di Madonna del Corno – AMa*; *Unità di Pian delle Viti – AVi*). Dove non è stato possibile operare tale suddivisione si è cartografato il supersintema come indistinto (**Alo**).
4. All'estremo N dell'area, subito ad E del *Supersintema di Monte Alto*, è visibile un piccolo lembo del *Sintema di Monte Piane* che prosegue verso N (per poche centinaia di metri), ormai in area valliva s.s. Immediatamente dopo l'unità perde la sua evidenza sia morfologica che dei caratteri della superficie limite superiore. I depositi presenti sono stati fatti rientrare nel supersintema vallivo, data l'impossibilità di riferirli con sicurezza ad una delle unità dell'anfiteatro.

Commissione Italiana di Stratigrafia. Una unità *non formalizzata* è una unità formale non ancora formalizzata.

- c) *Indistinta/o*: unità (di qualsiasi rango) non suddivisa in sottounità (es. Gruppo non suddiviso in Formazioni); rappresenta quindi una non divisione rispetto al tempo ed ai rapporti stratigrafici.
- d) *Indifferenziata/o*: unità (di qualsiasi rango) non suddivisa al suo interno sulla base delle facies in essa presenti.
- e) *Ubiquitaria/o*: unità (di qualsiasi rango) non distinta sulla base del bacino di appartenenza.

Simplified sketch from the geological map D5a4 "Passirano" at the 1:10.000 scale (Regione Lombardia, Direzione Generale Territorio ed Urbanistica, 2001) derived from surveys made within the "Progetto CARG Regione Lombardia" in collaboration with the National Geological Survey. The map shows the NE part of the Franciacorta glacial amphitheatre, where both amphitheatre and valley problems occur, because on the NNE side the amphitheatre is bounded by mountain ridges that, during Quaternary times, interacted with the Val Camonica glacier.

*Because of this, within the area are present both Pre – LGM amphitheatre units (Monterotondo Supersyntheme: **Rot** and Monte Piane Syntheme: **Pi1**) and pre – LGM valley units (Monte Alto Supersyntheme: **Alo**). Furthermore LGM (Iseo Syntheme: **Is**) and post-glacial (Unità Postglaciale - **Pg**) are presents. The distinction between different facies within a certain syntheme is graphically visualized by an overmark, while colour and syntheme initials remain unchanged.*

Some details:

1. *The LGM glacial deposits surround the peat-mosses (LGM boundary), while their fluvioglacial counterparts spread out from the terminal moraine ridge along the Longherone paleoriver-bed. All the deposits referred to the LGM were mapped as Iseo Syntheme.*
2. *In the amphitheatre, outer from the Iseo Syntheme, outcrop the Pre – LGM units that were mapped both as syntheme (Monte Piane Syntheme) and supersyntheme (Monterotondo Supersyntheme). The latter was locally subdivided into three informal units (respectively: Unità di Timoline - RTi, Unità di Borgonato - RBo e and Unità di Torbiato - RTo). At the present state of knowledge it is not clear whether these units correspond to several pulses within the same glaciation or if they represent distinct glacial events. In the areas where it was impossible to distinguish these units the supersyntheme was mapped as indistinct (**Rot**).*
3. *In the NE part, where bedrock outcrops, in outer position with respect to Monte Piane Syntheme, the Monte Alto Supersyntheme is mapped within the axial part of the valley. This is due to the impossibility to correlate these deposits with the amphitheatre units. Also in this case the supersyntheme was subdivided in local informal units (Unità di San Pietro in Lamosa: ALa; Unità di Madonna del Corno: AMa; Unità di Pian delle Viti: AVi). Where it was impossible to distinguish these units the supersyntheme was mapped as indistinct (**Alo**).*
4. *At the far North, just E from Monte Alto Supersyntheme, we can notice a little outcrop of Monte Piane Syntheme which continues northwards for few hundred meters within the valley. Far North the unit loses both morphological evidence and the characteristics of the upper bounding discontinuity. Because of the impossibility to unambiguously relate these deposits to a amphitheatre units, they were mapped within the valley supersyntheme.*

5. CONCLUSIONI

Nel rilevamento dei depositi quaternari continentali in ambito alpino l'approccio alle tematiche espone (come pure le di classificazione dei depositi in unità) dipendono dal contesto geologico in cui si lavora; le soluzioni cartografiche che possono essere adottate possono variare in funzione della scala della rappresentazione cartografica e delle possibilità grafiche che si hanno a disposizione. Pertanto, il presente documento non vuole imporre soluzioni predefinite o vincolanti, ma fare chiarezza sul significato dei termini, in modo che

chi li utilizza o li affronta abbia un quadro di riferimento il più possibile chiaro ed univoco. Inoltre alcune problematiche affrontate sono ancora in corso di verifica e confronto, e troveranno soluzione solo al termine dei lavori di rilevamento, quando si avrà a disposizione il quadro completo delle unità e si porterà a sintesi l'intero lavoro. E' necessario comunque precisare che il lavoro, in quanto frutto del confronto tra diversi autori con approcci metodologici differenti, rappresenta una piattaforma comune che non necessariamente riflette le idee espresse dai singoli autori in altri lavori pubblicati in precedenza.

RINGRAZIAMENTI

Lavoro eseguito da componenti del "Sottocomitato Alpi - Gruppo di lavoro per il coordinamento del Quaternario dei progetti CARG dell'arco Alpino".

Si ringraziano tutte le persone che, a vario titolo, hanno offerto contributi utili ad approfondire gli aspetti delle problematiche sopraesposte, ed in particolare R. Bersezio, G.B. Castiglioni, V. Maggi, G. Orombelli, e C. Ravazzi.

BIBLIOGRAFIA CITATA:

- Bini A. (1997) - *Problems and methodologies in the study of the Quaternary deposits of the Southern side of the Alps*. - *Geologia Insubrica*, **2** (2).
- Bini A., Bosi C., Carraro F. & Orombelli G. (1989) - *Rapporto novembre 1989*. - Commissione Italiana di Stratigrafia, Gruppo di lavoro sul Quaternario.

- Bini A. e Pellegrini A. (1998) - *Geologia del Quaternario*. - *Geologia Insubrica*, vol. **3** (2).
- Bini A., Felber M, Pomicino N. & Zuccoli L. (2001) - *Geologia del Mendrisiotto (Canton Ticino, Svizzera): Messiniano, Pliocene e Quaternario*. - *Berichte des Bundesamt für Wasser und Geologie*, **1**, 459 pp.
- Crowley T.J. & North G.R., (1991) - *Paleoclimatology*. - Oxford University Press, New York, 339 pp.
- International Stratigraphic Guide (1994).
- North American Commission on Stratigraphic Nomenclature (1983) - *North American Stratigraphic Code*. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **67** (5): 841-875.
- Penck A. & Brückner E. (1909) - *Die Alpen im Eiszeitalter*. - Leipzig, bd. 3.
- Servizio Geologico Nazionale (2001) - *Indicazioni per il rilevamento del Quaternario continentale*. - Documento interno SGN, 2001.
- Šibrava V., Bowen D.Q. & Richmond G.M. (1986) - *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere*. - Report IGCP n° **24**, *Quat. Sc. Rev.*, 5(1-4).

Ms. ricevuto il 9 gennaio 2004
Testo definitivo ricevuto il 9 febbraio 2004

Ms. received: January 9, 2004
Final text received: February 9, 2004