

GEOLOGIA DI SOTTOSUOLO DELL'ALTA PIANURA A NE DI MILANO

Bini Alfredo¹, Strini Andrea¹, Violanti Donata² & Zuccoli Luisa¹

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli, 34, 20133 Milano;
alfredo.bini@unimi.it

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino, via Valperga Caluso 35, 10125 Torino; violanti@dst.unito.it

RIASSUNTO: Bini A., Strini A., Violanti D. & Zuccoli L., *Geologia di sottosuolo dell'Alta Pianura a NE di Milano*. (IT ISSN 0394-3356, 2004).

La ricostruzione del modello geologico del settore di Alta Pianura a NE di Milano è stata possibile integrando i dati derivanti dal rilevamento geologico di superficie e quelli provenienti dall'analisi dei dati di sottosuolo.

Il rilevamento di superficie ha permesso di distinguere sia unità allostratigrafiche sia unità litostratigrafiche costituite principalmente da depositi fluviali, glaciali e fluvio-glaciali di età compresa tra il Pleistocene inferiore e il momento attuale.

La geologia di sottosuolo è stata ricostruita mediante l'analisi dei cuttings provenienti da pozzi per acqua, di cui sono state eseguite descrizioni sedimentologiche, petrografiche e paleontologiche. Questi dati sono stati integrati con stratigrafie di ulteriori pozzi esistenti di cui non è stato possibile analizzare direttamente i cuttings di perforazione. La correlazione è stata fatta mediante la redazione di sezioni rettilinee variamente orientate in modo da avere una ricostruzione tridimensionale del sottosuolo. Le sezioni sono state tracciate in modo da intersecare il maggior numero di pozzi e su di esse sono stati anche proiettati i pozzi distanti non più di 300 m dalle sezioni stesse.

La ricostruzione si è basata sul riconoscimento e la ricostruzione di superfici e corpi sepolti individuabili tramite descrizioni litologiche o livelli marker, la cui validità è stata verificata mediante la taratura effettuata con i cuttings e i dati del rilevamento di superficie per la porzione sommitale della successione.

Questa analisi ha consentito di riconoscere anche alcune unità solo sepolte (Allogruppo di Vimercate, Allogruppo di Ronco Briantino, Ceppo di Lomagna). La ricostruzione della geologia di sottosuolo ha quindi consentito di avere una visione d'insieme dell'evoluzione della zona permettendo anche il perfezionamento dell'interpretazione della geologia di superficie in zone dove la scarsità di affioramenti rendevano dubbia l'interpretazione dei dati di rilevamento. È stato infine redatto un modello di evoluzione paleogeografica della zona.

ABSTRACT: Bini A., Strini A., Violanti D. & Zuccoli L., *Subsurface geology of the NE of Milan High Plain*. (IT ISSN 0394-3356, 2004).

The geological setting of an High Plain area NE of Milan is carried out by the correlation among superficial data and underground ones. Allo-units and litho-units have been recognised in the field relief. The units are principally composed of fluvial, glacial and glaciofluvial sediments and they have an age comprised between the lower Pleistocene and the present time. In order to carry out the underground model, cuttings of water wells have been analysed. The main characteristics used in cutting descriptions are: sedimentology, petrography and fossils contents. Moreover, a great number of drilling logs have been considered. The correlation is carried out using rectilinear sections; these sections are oriented in various directions, so that it is possible to determine a three dimensional model of the underground structures. Drills distant no more than 300 m from the sections have been projected on them.

The geological reconstruction is based on the determination and the reconstruction of buried surfaces and geological bodies. These surfaces and bodies are recognised by marker or lithological descriptions that are calibrated by superficial data and cutting analysis.

In this work three buried units have been recognised. They are: Allogruppo di Vimercate, Allogruppo di Ronco Briantino and Ceppo di Lomagna.

The underground model is useful to understand the geological evolution of the area. It is also useful to understand the superficial geological setting in areas in which outcrops are too distant to make a certain model. Finally, a paleogeographic evolution model of the area is proposed.

Parole chiave: alta pianura, depositi Plio - pleistocenici, geologia di sottosuolo, Milano, Italia.

Keywords: high plain, Plio-pleistocenic deposits, subsurface geology, Milan, Italy.

1. INTRODUZIONE

La comprensione dell'evoluzione plioquaternaria della pianura non può prescindere da una analisi della geologia di sottosuolo. Infatti, come messo in evidenza da precedenti lavori (BINI, 1997a; ZUCCOLI, 1997, 2000), la ricostruzione di sottosuolo permette di individuare reticoli idrografici sepolti totalmente obliterati da eventi successivi e che testimoniano situazioni paleogeografiche completamente diverse da quelle attuali. Inoltre l'a-

nalisi di sottosuolo consente di raffinare il modello derivante dal rilevamento geologico di superficie.

Per poter realizzare uno studio di questo tipo è però necessaria una stretta correlazione tra i dati di superficie e quelli di sottosuolo che, almeno in alcuni punti chiave, devono essere tarati tramite lo studio diretto di cuttings di perforazione o carote.

In questo lavoro si presentano i risultati di uno studio di questo tipo effettuato nell'area di alta pianura a NordEst di Milano.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area studiata è collocata nell'alta pianura milanese, a NE di Milano (fig. 1A), al margine delle avanzate dei ghiacciai mediopleistocenici, in particolare nella zona a cavallo tra il lobo dell'Adda (a Est) e il lobo del Lambro (a Ovest) dell'anfiteatro del Lario, e comprende quindi le morene più esterne di questi lobi.

L'area è caratterizzata a Est dalla profonda incisione del fiume Adda che taglia la successione sedimentaria per quasi 80 m in corrispondenza del ponte di Paderno. Internamente alla gola numerosi terrazzi testimoniano diverse fasi di riempimento e svuotamento della valle. Verso Ovest mancano incisioni altrettanto marcate e la zona è caratterizzata da terrazzi meno pronunciati, in genere non superiori alla decina di metri, che si chiudono verso Sud isolando i lembi più alti e più vecchi della successione.

3. MATERIALI E METODI

Lo studio è stato eseguito confrontando e correlando i dati provenienti dal rilevamento della geologia del Quaternario di superficie e dai dati di sottosuolo, provenienti da stratigrafie di pozzi e sondaggi o dallo studio diretto di cuttings di perforazione e da spezzoni di carote.

Nel rilevamento di superficie sono state distinte sia unità litostratigrafiche sia allostratigrafiche secondo un criterio di rilevamento da tempo consolidato (BINI, 1997b).

Le stratigrafie dei pozzi sono state fornite da studi privati, enti pubblici e imprese. Nove pozzi ubicati nei comuni di Agrate Brianza, Burago di Molgora, Ronco Briantino e Cornate d'Adda sono stati studiati in dettaglio in alcune tesi laurea (LORITO, 1997; MARONI, 1994; VEDRIETTI, 1993). I cuttings e gli spezzoni di carota sono stati analizzati dal punto di vista sedimentologico, distinguendo i livelli in base alla granulometria; sono state riconosciute le petrografie dei ciottoli delle ghiaie e dei conglomerati ed è stata prestata particolare attenzione all'eventuale contenuto paleontologico.

Le determinazioni dei microfossili sono state eseguite da Donata Violanti (Università di Torino), quelle relative al nannoplancton da Davide Castradori (AGIP) e quelle dei macrofossili da Cesare Corselli (Università di Milano Bicocca). È stato descritto il grado di alterazione dei ciottoli ed è stato determinato il colore della frazione fine mediante le tavole Munsell. Poiché i pozzi sono stati perforati per lo più a distruzione, sono andate perdute tutte le informazioni riguardo alle strutture sedimentarie quali laminazioni, gradazione o alternanze di livelli molto sottili.

Le sezioni sono state tracciate a scala verticale esagerata (1:1.000 in verticale, 1:25.000 in orizzontale) partendo dalla base topografica CTR (ed. 1984). Sulle sezioni sono stati inseriti i dati rilevati (geologia superficiale e morfologia). Le sezioni sono rettilinee, a differenza della maggior parte delle sezioni finora usate nelle ricostruzioni geologiche di questa zona, e passanti per i pozzi di maggiore interesse. I pozzi distanti non più di 300 metri dalla traccia della sezione, in zone coerenti dal punto di vista geologico, sono stati proiettati sulla sezione stessa.

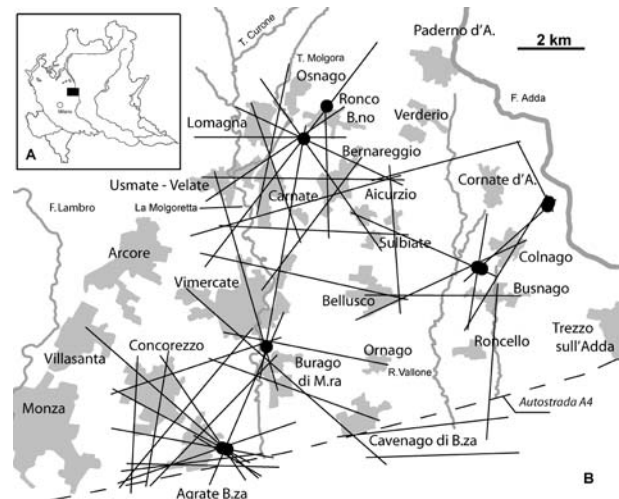


Fig. 1 - A - Posizione dell'area di studio (in nero); B - Carta schematica della zona; in grigio è indicata l'estensione dei centri abitati e l'idrografia principale: le linee corrispondono alla traccia delle sezioni, i cerchi indicano i pozzi analizzati direttamente.

A - Study area location (in black); B - Schematic map of the study area. Grey colour shows residential areas and the main hydrography; straight lines are the geological sections, circles are the directly analysed wells.

Sono state tracciate principalmente sezioni perpendicolari e longitudinali al bacino di sedimentazione; inoltre sono state tracciate alcune sezioni oblique per poter seguire nelle tre dimensioni i corpi e le superfici riconosciuti nelle sezioni. La densità delle sezioni non è omogenea in quanto dipende strettamente dalla distribuzione dei pozzi, concentrati nelle aree di maggiore presenza industriale e abitativa (fig. 1B).

Le correlazioni tra i pozzi sono state eseguite partendo dai dati direttamente osservati, cioè dai dati di terreno e dai dati provenienti dall'analisi dei cuttings di perforazione, estesi poi alle stratigrafie dei pozzi adiacenti. L'analisi diretta dei cuttings di perforazione ha permesso non solo di distinguere i livelli in base alle caratteristiche tessiturali e petrografiche ma anche di evidenziare paleosuoli e profili di alterazione consentendo una migliore definizione di unità simili per sedimentologia e petrografia.

Nell'analisi delle stratigrafie esistenti sono stati reinterpretati alcuni termini usati dai sondatori; per esempio, i livelli definiti come torba solo raramente sono effettivamente costituiti da torba, ma più generalmente sono livelli ricchi in materia organica. I livelli definiti come argilla e ciottoli, argilla rossa e argilla gialla corrispondono per lo più a unità molto alterate. Sulla base di queste osservazioni è stato possibile, considerando le unità affioranti nelle adiacenze dei pozzi, tracciare in sottosuolo i limiti riconosciuti in superficie e, nel contempo, individuare anche alcune unità solo sepolte. Il reticolo di sezioni ha permesso inoltre di seguire nelle tre dimensioni le geometrie dei corpi sepolti, attribuendo quindi un preciso significato geologico alle superfici riconosciute. La ricostruzione della geologia di sottosuolo, dal punto di vista evolutivo e paleogeografico, ha consentito inoltre di affinare il modello di superficie in quelle aree in cui era meno chiaro.

4. GEOLOGIA DI SUPERFICIE

L'area era già stata oggetto in passato di numerosi studi (DESIO, 1938; RIVA, 1941, 1943, 1947, 1953, 1957; VENZO, 1948a, 1948b, 1949, 1950) che hanno analizzato in generale l'"Anfiteatro di Villa d'Adda". Lavori più specifici su singoli aspetti sono stati rivolti alla successione affiorante nella forra dell'Adda (OROMBELLI e GNACCOLINI, 1978; OROMBELLI 1979; CALDARA *et al.*, 1988; GIUSSANI, 1992) oppure ai paelosuoli (UGOLINI e OROMBELLI, 1968; CREMASCHI, 1987). BINI (1994) pubblica una carta del settore orientale dell'Anfiteatro dell'Adda, BINI e RIGAMONTI (2000) e ROSSI e RIGAMONTI (2000) analizzano la successione affiorante lungo la sponda bergamasca dell'Adda.

Il nuovo rilevamento di superficie (STRINI, 2001) è riportato schematicamente in fig. 2. Nella carta, a causa della scala ridotta, sono state tralasciate le unità affioranti nella forra dell'Adda e il Ceppo della Molgora. Di seguito è fornita una descrizione sintetica delle unità affioranti, mentre nelle tabelle 1, 2 e 3 sono confrontate le principali caratteristiche delle diverse unità.

Il termine inferiore della successione è rappresentato dalle Argille di Conche che affiorano sporadicamente solo nella forra dell'Adda in periodi di magra. In questa unità sono raggruppati affioramenti di sabbie e limi che appartengono molto probabilmente ad ambienti diversi. Sono presenti sia macrofossili di origine marina (Orombelli, *com. pers.*), sia livelli ricchi in sostanza organica, sia livelli fortemente screziati o arrossati. VENZO (1950) rinviene in un affioramento presso Paderno d'Adda un dente di *Anancus arvernensis*. Poiché la successione è profondamente deformata da frane a grande scala che interessano le pareti della forra (CALDARA *et al.* 1988; GIUSSANI, 1992) e poiché gli affioramenti sono sempre di ridotte dimensioni e distanti tra loro non è possibile, di fatto, ricostruire con precisione la successione sedimentaria solo in base ai dati di superficie.

Superiormente alle Argille di Conche affiora una potente successione di conglomerati suddivisi in tre formazioni: Ceppo del Naviglio di Paderno, Ceppo del Brembo e Ceppo dell'Adda. La divisione è resa possibile dalla marcata differenza della composizione petrografica tra le diverse unità. Il Ceppo del Naviglio di Paderno affiora nella parte settentrionale della valle dell'Adda e costituisce il termine inferiore della successione; è costituito principalmente da carbonati e da arenarie calcaree provenienti dalle successioni affioranti a Nord dell'area studiata. È caratteristica la presenza di grossi blocchi di arenaria di forma subangolare (sino a 50 cm). In un affioramento, a tetto del Ceppo del Naviglio di Paderno è presente un potente paleosuolo (spessore 250 cm) che marca il limite con il soprastante Ceppo dell'Adda.

Il Ceppo del Brembo si caratterizza per l'abbondante presenza di ciottoli di litologie brembane (Collio, Verrucano Lombardo). Esso costituisce il termine inferiore della successione a Sud di Porto d'Adda ed è in parte eteropico con il Ceppo del Naviglio di Paderno. Questi conglomerati sono suturati dal Ceppo dell'Adda, con petrografia più variabile, che affiora lungo tutta la forra. La parte superiore del Ceppo dell'Adda è profon-

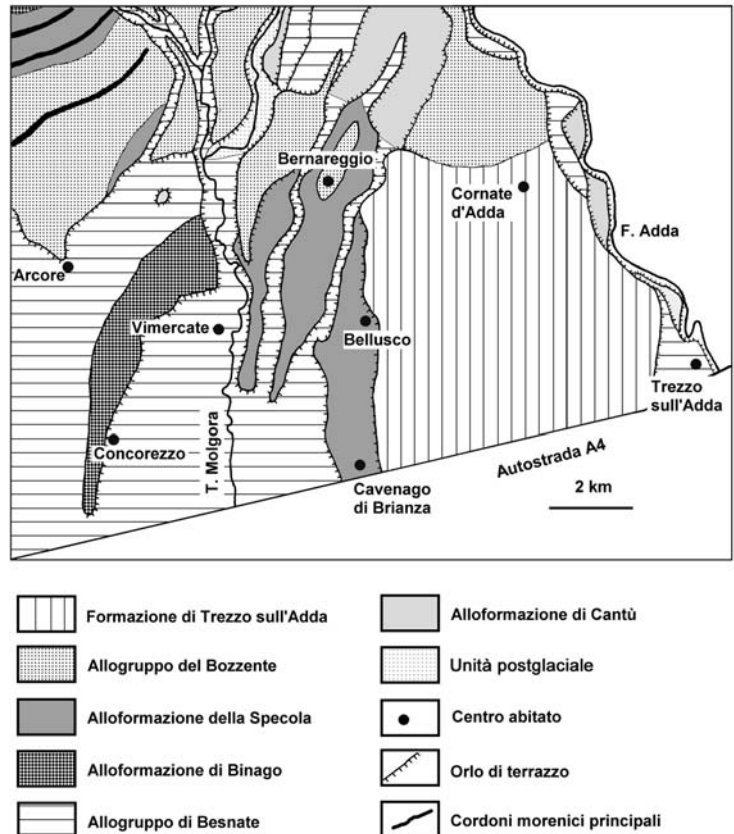


Fig 2 - Carta geologica schematica dell'area a NE di Milano.

Schematic geological map of the area NE of Milan.

damente alterata e costituisce una unità a sè stante denominata Formazione di Trezzo sull'Adda. Questa formazione si caratterizza per l'estrema alterazione che interessa l'intero spessore dell'unità con oltre il 90% dei ciottoli totalmente alterato. Il limite inferiore è un limite graduale con formazione di organi geologici che la mette in contatto con il sottostante Ceppo dell'Adda.

La Formazione di Trezzo sull'Adda e il Ceppo dell'Adda affiorano non solo lungo l'Adda, ma anche lungo alcuni corsi d'acqua minori quali il Rio Vallone e il Rio della Cavetta. Il Ceppo della Molgora è costituito anch'esso da un conglomerato a cemento carbonatico e contenuto petrografico variabile e, sebbene sia diffusamente presente in sottosuolo, ha scarsa evidenza e continuità in affioramento. Esso è presente nel settore più occidentale, lungo la Molgora, il Curone e corsi d'acqua minori.

Superiormente alla Formazione di Trezzo sull'Adda è presente la successione dei depositi glaciali e fluvioglaciali corrispondenti alle glaciazioni medio e tardopleistoceniche. I rapporti tra le unità sono alquanto articolati a causa della complessa geometria dei due lobi dell'anfiteatro in cui si sono alternate fasi di costruzione e smantellamento. Sono stati riconosciuti i depositi appartenenti a cinque unità allostratigrafiche che, dalla più antica alla più recente, sono: Allogruppo del Bozzente, Alloformazione della Specola, Alloformazione di Binago, Allogruppo di Besnate e Alloformazione di Cantù. Queste unità corrispondono a cinque diverse glaciazioni.

La loro identificazione è stata fatta in base alle

Tab. 1 - Sintesi delle principali caratteristiche delle principali unità affioranti (ad esclusione dei conglomerati e delle coperture loessiche).

Main characteristics of the outcropping units (except conglomerates and loess).

	ALLOGRUPPO DEL BOZZENTE		ALLOGR. DEL PONTE DI PADERNO	ALLOFORMAZ. DELLA SPECOLA	ALLOFORMAZ. DI BINAGO	ALLOGR. DI BESNATE	ALLOFORMAZ. DI CANTÙ
	FORMAZ. DI C.NA RONCHI PELLA	ALLOFORMAZ. DI C.NA FONTANA					
Facies	till, fluvioigl.	till, fluvioigl.	fluvioigl.	till, fluvioigl	till, fluvioigl.	fluvioigl., fluviali	fluvioiglaciali, versante fluviali
Litologia	diamicton, ghiaie con occasionali intercalz. sabbiose	diamicton, ghiaie	ghiaie e sabbie	diamicton, ghiaie con interc. sabbiose	diamicton, ghiaie	ghiaie, sabbie	ghiaie, limi e sabbie
Spessore del profilo alteraz.	> 10 m	> 10 m	non det.	fino a 6- 8 m	>250 cm	4 m	1,5 m
Clasti carb.	alterati	alterati	non alterati	alterati	alterati**	decarbonatati	decarbonatati in superficie
Clasti alpini	alterati	alterati	occasionalmente arenizzati	arenizzati o con cortex	con cortex ridotto, rari arenizzati	con cortex o non alterati	non alterati
% clasti alterati	> 90%	90%*	< 10%	> 70%	> 90**	40%	< 10%
Colore matrice	da 5YR a 10YR	da 2.5YR (occ) a 10YR	10YR	7.5 YR occas 5YR, 10YR	da 7.5YR a 10YR	da 7.5 YR a 10 YR	10YR
Argilla secondaria	abbondante	abbondante	assente	abbondante	presente	scarsa	assente
Copertura loessica	--	M. Carmelo, 5YR, 7.5YR, 7.5YR screziato, 10YR	assente	10YR, 7.5YR, 7.5YR screziato, occasionale 5YR	10YR	10YR o assente	assente
Morfologia	non dà luogo a morfologie peculiari	ampia cerchia nella zona di Camparada e piane fluvioiglaciali smantellate	terrazzi interni alla forra dell'Adda	morene conservate e piane fluvioigl.	morene e piane fluvioigl. poco conservate	piane ampie	piane fluvioigl.

+ il profilo di alterazione è difficilmente osservabile a causa dell'esposizione lungo pareti abrupte. Centazione da assente a buona in alcuni livelli; * stima fatta sulla parte inferiore della successione a causa delle difficili condizioni di affioramento; ** affioramenti con flysch dominanti che sono tutti decarbonatati.

Tab 2 - Caratteristiche principali delle coperture loessiche.

Main characteristics of loess units.

	MONTE CARMELO	5YR	7.5YR	10YR	7.5 YR screziato	10YR screziato
Colore	da 5RY a 7.5YR	5YR (2.5YR occ.)	7.5 YR	10YR	7.5 YR con screziature più arrossate e più giallate	10YR con glosse
Consolidamento	molto sovraconsolidato	supraconsolidato	occasionalmente sovraconsolidato	occasionalmente sovraconsolidato	supraconsolidato	da sovraconsolidato a non sovraconsolidato
Contenuto in argilla	abbondante	abbondante	presente	scarsa o assente	abbondante	presente
Figure pedogenetiche da gelo	sempre presenti	occasionalmente	occasionalmente	occasionalmente	sempre presenti	sempre presenti
Unità a tetto più antica	Alloformazione della Specola	loess 7.5YR	loess 10YR	Alloformaz. di Binago	7.5 YR, 10YR screziato	10YR
Unità a letto più giovane	Alloformazione di C.na fontana	Alloformazione della Specola	Alloformazione della Specola	Allogruppo di Besnate	Alloformazione della Specola	7.5YR screziato e M. Carmelo

Tab 3 - Sintesi delle unità conglomeratiche affioranti.

Main characteristics of the conglomerates units outcropping in the area.

	Ceppo del Naviglio di Paderno	Ceppo del Brembo	Ceppo dell'Adda	Ceppo della Molgora
Carbonati	41,8%	40,8%	59,3%	49%
Flysch + Congl. di Sirone	54%	16,3%	15,4%	38,3%
Selce	2%	1,6%	0,7%	0,4%
Cristallini + Metamorfici	1,4%	16,6%	18,7%	9,1%
Quarzo	0,2%	4,9%	2,1%	2%
Verrucano	0,2%	15,5%	1,5%	0,2%
Vulcaniti	0,4%	3,6%	2%	1,3%
Ultramafiti			1,7%	
Altro		0,4%		
superficie	erosionale,	erosionale,	organi geologici	organi geologici
superiore	con paleosuolo			
cementazione	buona	da buona a media	da buona a media	da buona a scarsa

caratteristiche di alterazione e alla posizione geometrica. Non esistono, sul territorio analizzato, elementi per poter effettuare datazioni geocronometriche. Tuttavia, correlando le unità a quelle dell'anfiteatro del Lario (settore Occidentale) si possono attribuire al Pleistocene medio l'Allogruppo del Bozzente, l'Alloformazione della Specola e l'Alloformazione di Binago (BINI, 1987, 1997a; ZUCCOLI, 1997, 2000); al Pleistocene medio-superiore l'Allogruppo di Besnate mentre l'Alloformazione di Cantù corrisponde all'ultima glaciazione ed è quindi riferibile al Pleistocene superiore (BINI, 1997a).

L'Allogruppo del Bozzente si caratterizza per una estrema alterazione dei clasti, un forte arrossamento e un arricchimento in argilla secondaria. L'Alloformazione della Specola è caratterizzata da una alterazione meno intensa, ma sempre cospicua, interessando oltre il 70% dei clasti e raggiungendo, nella zona di definizione, 8 m di spessore (ZUCCOLI, 1997). L'Alloformazione di Binago e l'Allogruppo di Besnate hanno un'alterazione marcatamente più ridotta.

L'Alloformazione di Cantù ha una alterazione estremamente ridotta con fronte di decarbonatazione che si attesta a una profondità di 1,5 m e l'alterazione che interessa circa il 10% dei ciottoli.

Tutte le unità, ad eccezione dell'Alloformazione di Cantù, sono coperte da una o più coltri di loess. L'Allogruppo del Bozzente è coperto a tetto da una caratteristica coltre di loess fortemente pedogenizzata che è stata elevata al rango di formazione denominata Formazione di Monte Carmelo (BINI, 1997a; ZUCCOLI, 1997, 2000). Nell'area sono state distinte in totale 6 coltri loessiche i cui rapporti stratigrafici non sono sempre semplici da definire. Infatti l'intensa opera di sfruttamento come materia prima per l'edilizia, e la rimobilizzazione durante le fasi glaciali successive, rende gli affioramenti di loess piuttosto frammentari.

5. GEOLOGIA DI SOTTOSUOLO

L'area è già stata oggetto di una prima ricostruzione di sottosuolo rivolta soprattutto alla caratterizzazione

degli acquiferi (DENTI *et al.* 1988) mentre alcuni lavori precedenti (DESIO e VILLA, 1960; MARIANI, 1938) avevano considerato singole stratigrafie di pozzi.

Nella ricostruzione presentata in questo lavoro sono state individuate le unità già riconosciute in superficie e alcune unità solo sepolte che sono l'Allogruppo di Ronco Briantino, l'Allogruppo di Vimercate e il Ceppo di Lomagna.

I caratteri e il significato paleogeografico di queste unità sono descritte nel paragrafo successivo.

La ricostruzione di sottosuolo ha permesso di individuare un reticolo di paleovalli, in parte con andamento completamente diverso dall'attuale idrografia, che è illustrato nella fig. 3. Nella stessa figura è indicata la principale idrografia attuale. Nella figura 4 (A,B,C) sono illustrati i rapporti stratigrafici tra le unità riconosciute in sottosuolo.

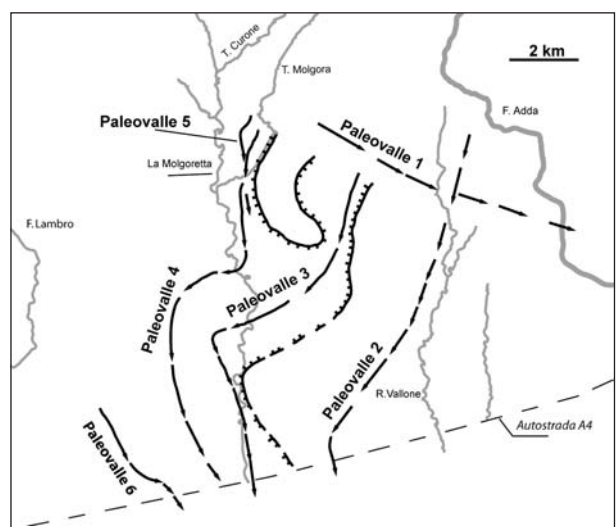


Fig 3 - Carta delle paleovalli riconosciute in sottosuolo. In grigio è indicata l'idrografia attuale.

Map of the paleovalleys determined by underground analysis. Present hydrography in grey.

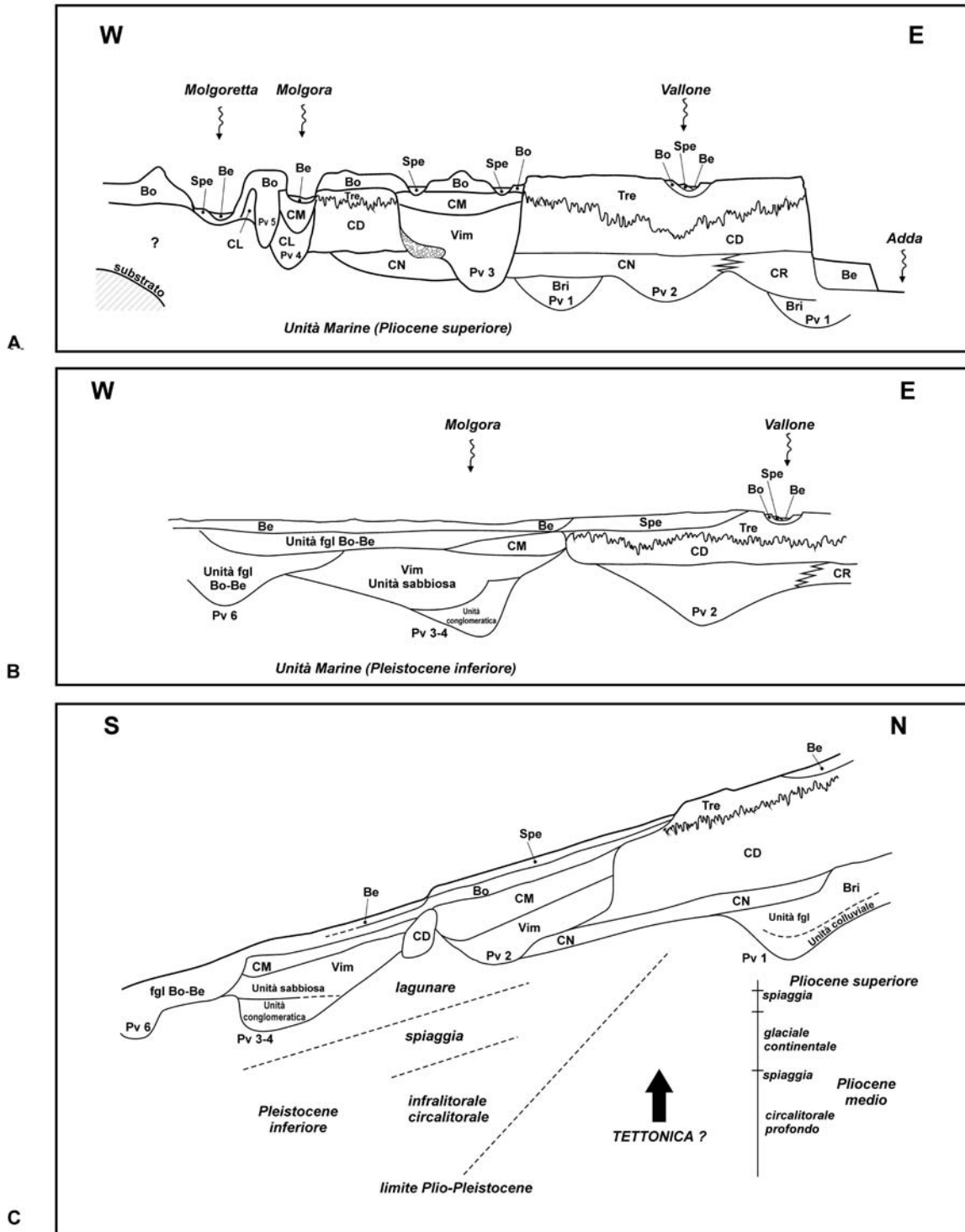


Fig 4 - Schemi dei rapporti stratigrafici - A - Schema dei rapporti stratigrafici orientato E-W a Nord del territorio esaminato. Si noti che la paleovalle 1 è indicata due volte per specificarne i rapporti con le altre unità. La paleovalle 1 è l'unica disposta E-W, mentre tutte le altre sono N-S; B - Schema dei rapporti stratigrafici orientato E-W a Sud del territorio esaminato all'altezza di Agrate Brianza - Cavenago di Brianza. Si noti che l'assetto geologico è più semplice di quello a Nord; C - Schema dei rapporti stratigrafici in un transetto N-S della zona esaminata (asse Ronco Briantino - Vimercate - Burago di Molgora - Agrate Brianza). Si noti la differenza di età del tetto delle unità marine spostandosi da Nord verso Sud. Bri = Allogruppo di Ronco Briantino; CN = Ceppo del Naviglio di Paderno; CR = Ceppo del Brembo; CD = Ceppo dell'Adda; Tre = Formazione di Trezzo sull'Adda; CM = Ceppo della Molgora; CL = Ceppo di Lomagna; Bo = Allogruppo del Bozzente; Spe = Alloformazione della Specola; Be =Allogruppo di Besnate indifferenziato.

Stratigraphic frameworks of the area. A - Stratigraphic framework E-W in the northern part of the study area: note that paleovalley 1 is signed twice in order to specify the stratigraphic relationships. The paleovalley 1 is E-W oriented; all the other ones are N-S oriented. B - Stratigraphic framework E-W in the South part of the area at Agrate Brianza - Cavenago di Brianza latitude. The geological settlement is more simple in this area than in the North one; C - Stratigraphic framework N-S oriented (Ronco Briantino - Vimercate - Burago di Molgora - Agrate Brianza axis); it is evident the different age of the top of the marine units moving from the northern part to the southern part. Bri = Allogruppo di Ronco Briantino; CN = Ceppo del Naviglio di Paderno; CR = Ceppo del Brembo; CD = Ceppo dell'Adda; Tre = Formazione di Trezzo sull'Adda; CM = Ceppo della Molgora; CL = Ceppo di Lomagna; Bo = Allogruppo del Bozzente; Spe = Alloformazione della Specola; Be =Allogruppo di Besnate indifferenziato.

In linea di massima si può dire che l'Allogruppo di Ronco Briantino costituisce un insieme di unità continentali che riempiono la paleovalle 1. L'Allogruppo di Vimercate costituisce il riempimento della paleovalle 3 e di parte della 4 ed è possibile distinguere al suo interno due unità, una più grossolana e una più sabbiosa. Nella parte superiore di questa unità confluiscono sicuramente anche i depositi appartenenti alle facies fluvioglaciali delle unità più vecchie che non possono essere distinti in singole unità. Infatti i depositi fluvioglaciali appartenenti a glaciazioni differenti possono essere distinti solo in base all'alterazione, ma in una successione sedimentaria ricostruita solo in base alle stratigrafie di pozzi o cuttings essi appariranno per lo più come un'unica sequenza di ghiaie in cui gli eventuali orizzonti di alterazione possono essere stati erosi e quindi riconosciuti solo occasionalmente.

Il Ceppo di Lomagna, che costituisce il riempimento della paleovalle 4, non è costituito da un unico evento sedimentario in quanto contiene paleosuoli, più abbondanti verso l'alto della successione.

6. RICOSTRUZIONE PALEOGEOGRAFICA

La ricostruzione della geologia di sottosuolo ha permesso una prima ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica dell'area, a partire dal Pliocene superiore.

Osservando gli schemi dei rapporti stratigrafici si nota come la situazione sia molto articolata a Nord e tenda a semplificarsi verso Sud.

Dopo la fase di erosione messiniana, l'area era invasa da bracci di mare che penetravano profondamente nella valle del Lario.

A differenza dell'area a Sud del Lago Maggiore, dove sono stati chiaramente individuati i sedimenti che testimoniano la progradazione del Ticino verso la pianura durante il Pliocene medio (BINI, 1997a; ZUCCOLI, 1997), nell'area interessata la sedimentazione marina continua per tutto il Pliocene. L'Adda percorreva la valle del ramo di Como del Lario al termine della quale deponeva il Ceppo di Portichetto del Pliocene superiore (TOMASI, 2001).

Nell'attuale valle dell'Adda, oggetto del presente studio, le condizioni marine sono perdurate sino al Pliocene superiore. Più complessa è la situazione della valle del ramo di Lecco del Lario che doveva essere in qualche modo ostruito e la cui trattazione esula dagli scopi del presente lavoro.

La successione sedimentaria marina appare spesso intervallata da depositi grossolani che possono essere giustificati considerando la limitata distanza dalla costa. La sedimentazione al fondo poteva quindi ricevere apporti dai versanti, da frane, da correnti di torbida o, semplicemente, dalla progradazione di torrenti che costruivano il proprio delta conoide.

Da condizioni marine si passa gradualmente a condizioni di laguna, in cui si depositano livelli particolarmente arricchiti in materia organica. Tuttavia la mancanza di una fitta rete di pozzi e sondaggi non consente, al momento attuale, una ricostruzione più particolareggiata dell'andamento della linea di costa e dell'evoluzione del bacino.

Nel Pliocene superiore, condizioni marcatamente continentali sono testimoniate dall'incisione nei sedi-

menti marini di una valle disposta E-W riempita da sedimenti fluvioglaciali, fluviali e glaciali (Paleovalle 1; fig. 3). La direzione di approfondimento della valle è verso Est, cioè verso l'attuale corso dell'Adda. Il riempimento potrebbe testimoniare una prima glaciazione correlabile in via preliminare con la Glaciazione S. Salvatore (BINI, 1997a; ZUCCOLI, 1997, 2000).

Con il Pleistocene inferiore il quadro paleogeografico cambia radicalmente e la sedimentazione nell'area è dominata da due flussi principali, uno proveniente da Nord e uno da Est (fig. 5).

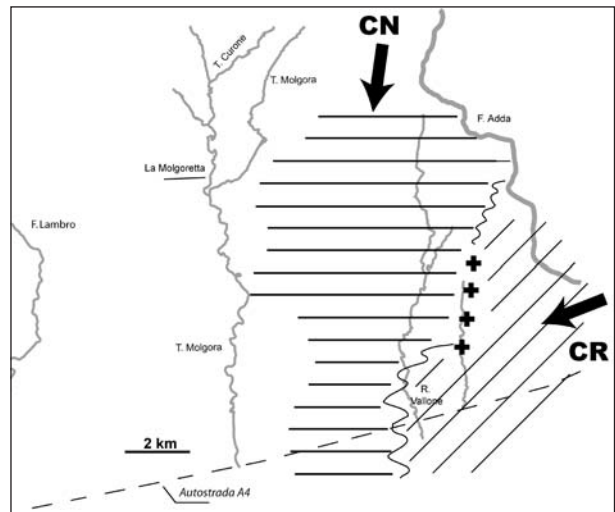


Fig 5 - Mappa schematica dell'area durante il Pleistocene inferiore. Le pianure del Ceppo del Naviglio di Paderno e del Ceppo del Brembo sono separate da un alto in unità marine. L'eteropia tra le due unità è dedotta dai dati di sottosuolo. Le frecce indicano la direzione degli apporti del Ceppo del Naviglio di Paderno (CN) e del Ceppo del Brembo (CR).

Schematic map showing the study area during the early Pleistocene, deduced by Ceppo del Naviglio di Paderno and Ceppo del Brembo outcrops and by underground analysis. The Ceppo del Naviglio di Paderno plain and Ceppo del Brembo plain are divided by a knoll (signed with cross) composed of marine units. Heteropic relationship is evident in underground analysis. Arrows show the main flow direction of Ceppo del Naviglio di Paderno (CN) and Ceppo del Brembo (CR).

I corsi d'acqua provenienti da Nord incidono nelle unità marine una valle ben seguibile in sottosuolo che viene riempita dal Ceppo del Naviglio di Paderno (paleovalle 2). L'andamento della valle è circa NNE-SSW nel settore più settentrionale, piega più marcatamente verso SW tra Bellusco e Ornago fino all'altezza di Cavenago di Brianza dove la valle devia ad angolo retto verso Sud. Contemporaneamente, da Est, un corso d'acqua proveniente dal bacino del Brembo depositava una potente successione di ghiaie, ben riconoscibili in base alla petrografia.

Le due pianure in una prima fase rimangono separate da un dosso disposto circa N-S costituito da depositi marini (Argille di Conche) ben individuabile in sottosuolo da Colnago a Roncello (fig.6).

Con il progredire della sedimentazione il Brembo da Est e i corsi d'acqua da Nord colmano la paleovalle e superano l'alto in depositi marini cosicché le due pianure diventano coalescenti; l'eteropia tra le due formazioni è ipoteticamente collocabile in sottosuolo tra Porto d'Adda

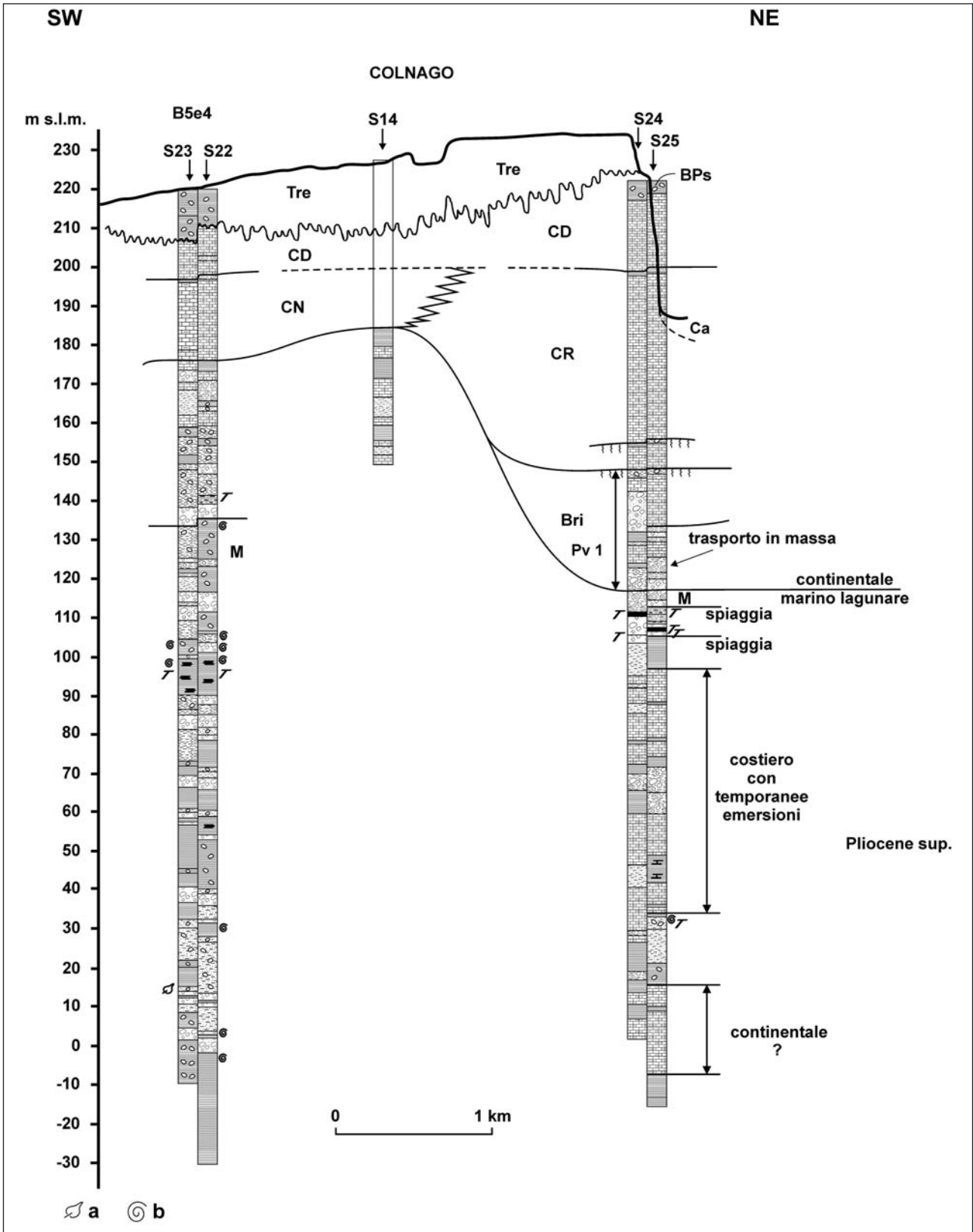


Fig. 6 - Sezione geologica all'altezza di Colnago. E' evidente l'alto in unità marine che divide il Ceppo del Brembo (CR) dal Ceppo del Naviglio di Paderno (CN). Con il proseguire della sedimentazione le due unità superano il dosso e le due unità diventano eteropiche. CD = Ceppo dell'Adda, Tre = Formazione di Trezzo sull'Adda; Ca = Alloformazione di Cantù; BPs = Unità di Porto d'Adda Superiore (Allogruppo di Besnate); T = torba o materia organica; M = depositi marini; a = resti vegetali; b = conchiglie.

Geological cross section near Colnago. The knoll made up of marine units divides Ceppo del Brembo (CR) and Ceppo del Naviglio di Paderno (CN). When the two units reach the top of the knoll, the two units become heteropic. CD= Ceppo dell'Adda; Tre = Formazione di Trezzo sull'Adda; Ca = Alloformazione di Cantù; BPs = Unità di Porto d'Adda Superiore (Allogruppo di Besnate); T = peat or organic matter; M = marine deposits; a = vegetals remains; b = shells

e Colnago. Verso Ovest la piana costituita dal Ceppo del Naviglio di Paderno si estendeva fino a Ronco Briantino e Villanova dove in sottosuolo è evidente la progressiva riduzione dei depositi di questa formazione. La forte eterogeneità dei depositi appartenenti al Ceppo del Naviglio di Paderno in sottosuolo fa supporre che in realtà l'intero corpo non sia la testimonianza di un unico evento deposizionale ma risulti dalla deposizione di più corpi sedimentari depositi in condizioni diverse.

La durata di questa fase non è identificabile a causa della mancanza di elementi databili nella successione, tuttavia è stata sufficiente affinché si potesse creare, almeno localmente, un paleosuolo a tetto del Ceppo del Naviglio di Paderno.

Su una paleosuperficie probabilmente molto articolata, costituita dalle due piane coalescenti, si depone un nuovo corpo di ghiaie che oblitera completamente la topografia precedente e che si espande per una superficie considerevole, dall'Adda fino Ronco Briantino e Carnate a Ovest e da Paderno d'Adda fino all'autostrada MI-VE per spingersi ancora più Sud dell'area rilevata. Questi depositi, costituenti il Ceppo dell'Adda, testimoniano un corso d'acqua di notevoli dimensioni proveniente da Nord (fig. 7).

Questo conglomerato era stato attribuito precedentemente al dominio valsassinese (OROMBELLI, 1979), tuttavia il rilevamento geologico di tutto l'Anfiteatro del Lario, lo spessore, l'estensione e la petrografia del conglomerato indicano che il Ceppo dell'Adda costituisce l'espressione sedimentaria dell'Adda. La diversione dell'Adda da Como a Lecco avviene durante il Pleistocene inferiore. Allo stato attuale delle ricerche non è possibile stabilire se la diversione sia dovuta a tettonica, a semplice dinamica fluviale o ad una glaciazione.

La successione costituita dal Ceppo dell'Adda e dalle sottostanti unità è successivamente tagliata da una valle (paleovalle 3) che disarticola la superficie originaria (figg. 3 e 8). La paleovalle 3 inizia dal versante dell'attuale valle dell'Adda (GIUSSANI, 1992), ha un andamento circa NE-SW nel tratto più a monte e piega in modo deciso verso Sud in corrispondenza dell'abitato di Vimercate. Questo andamento ricalca in parte quello della paleovalle 2.

Una seconda paleovalle (4) si imposta più a Ovest della precedente. La valle, tagliata direttamente nei depositi marini, ha un andamento N-S nel tratto più settentrionale, dove ricalca l'attuale corso della Molgora, mentre in corrispondenza di Vimercate cambia di direzione verso SW per poi disporsi parallelamente alla paleovalle 3.

I talweg delle due paleovalle restano separati sino alla loro confluenza all'altezza di Caponago. Le valli 3 e 4 testimoniano un fenomeno erosivo di portata considerevole, se si considera che all'altezza dell'abitato di Bernareggio la differenza di quota tra il talweg e il top dei versanti della paleovalle 3 è di quasi 100 m.

La forma della paleovalle 3 mostra, in destra idrografica, un ampio semicerchio (fig. 3). In corrispondenza di questo e a Ovest del talweg, il fondovalle costituisce un ripiano sul quale insistono corpi di conglomerati via via più spessi andando in direzione del piastrone di Ceppo dell'Adda (fig. 8). Questi depositi possono essere interpretati come corpi di frana, in analogia con quanto

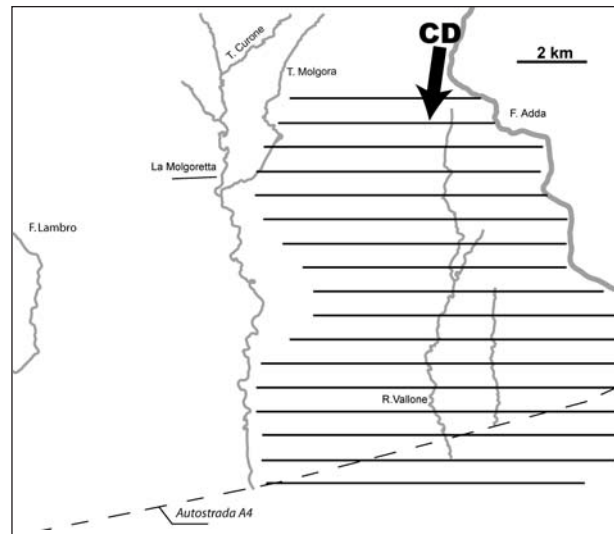


Fig. 7 - Carta schematica della piana del paleo Adda, dedotta dagli affioramenti del Ceppo dell'Adda, della Formazione di Trezzo sull'Adda e dai dati di sottosuolo. CD = Ceppo dell'Adda. Le frecce indicano la direzione principale degli apporti.

Schematic map of the paleo Adda plain, deduced from Ceppo dell'Adda and Formazione di Trezzo outcrops and underground analyses. CD = Ceppo dell'Adda. Arrows show the main flow direction.

attualmente visibile nella forra dell'Adda (CALDARA *et al.*, 1988) dove la successione è dislocata da imponenti fenomeni di rilascio.

I riempimenti delle paleovalle 3 e 4 presentano molte analogie. In una prima fase la paleovalle 3 è percorsa da corsi d'acqua a energia elevata, che depongono sedimenti grossolani costituenti la porzione inferiore dell'Allogruppo di Vimercate. L'energia di questi corsi d'acqua diminuisce verso Sud come è testimoniato dal ridotto spessore di questi depositi. Successivamente e contemporaneamente al progressivo colmamento della valle l'energia dei corsi d'acqua si riduce a tal punto che si instaurano sempre più spesso specchi d'acqua stagnante, con deposizione di livelli fini ricchi in materia organica. Con il progredire della sedimentazione viene superato l'alto topografico che separava le valli 3 e 4 cosicché i corsi d'acqua della paleovalle 3 possono divagare anche nella paleovalle 4, che era stata riempita dai depositi grossolani del Ceppo di Lomagna, e che, in questa fase, non è più attiva e non presenta più apporti da Nord.

Successivamente le valli vengono nuovamente percorse da corsi d'acqua a elevata energia che trasportano i sedimenti grossolani, oggi costituenti il Ceppo della Molgora, parzialmente affiorante presso Aicurzio, Vimercate, Cernusco Lombardone e in altre località. In questo conglomerato sono presenti sia corpi con clasti di litologie locali, sia corpi con clasti di litologie cristalline. Il corso d'acqua che scorreva nella paleovalle 4 depositava ghiaie di composizione strettamente locale provenienti, almeno in parte, dal bacino del Curone.

Gli apporti con marcato incremento di litologie esotiche, dato che il Ceppo della Molgora è successivo ai primi eventi glaciali, possono essere attribuiti al rima-

neggiamento di precedenti sedimenti glaciali o fluvio-glaciali.

Con il Pleistocene medio le condizioni cambiano in modo radicale in quanto il territorio è interessato dalle avanzate glaciali di cui rimangono ampie tracce in superficie.

Le prime grandi avanzate glaciali depositano i sedimenti oggi compresi nell'Allogruppo del Bozzente in cui si individuano almeno due fasi maggiori (BINI, 1997a; ZUCCOLI 1997, 2000).

La prima fase di avanzata glaciale (Formazione di C.na Ronchi Pella) arrivava a lambire l'abitato di Usmate -Velate; uno scaricatore glaciale doveva percorrere la paleovalle 5 disposta circa N-S e ben evidente da Lomagna a Carnate. Le morene relative a questa fase sono state in seguito smantellate e oggi la Formazione di C.na Ronchi Pella è individuabile solo in

sporadici affioramenti.

Il successivo evento glaciale (glaciazione C.na Fontana, i cui depositi sono raggruppati insieme alla F. di C.na Ronchi Pella nell'Allogruppo del Bozzente) raggiungeva in pratica il limite della glaciazione precedente, costruendo l'imponente cerchia di Camparada a Ovest e una cerchia, oggi smantellata, a Est. Di quest'ultima rimane evidente il dosso di Bernareggio mentre verso Est la cerchia si chiudeva probabilmente poco a Nord di Cornate d'Adda.

Antistante alla cerchia di Camparada si estendeva un'ampia piana fluvio-glaciale, oggi smembrata e testimoniata da terrazzi che si chiudono all'altezza di Arcore. Più a Est, nel lobo dell'Adda si instaurava una piana fluvio-glaciale testimoniata da superfici terrazzate a Sud degli abitati di Bernareggio e Carnate; le acque fluvio-glaciali sfruttavano in parte la paleovalle 3 ormai quasi

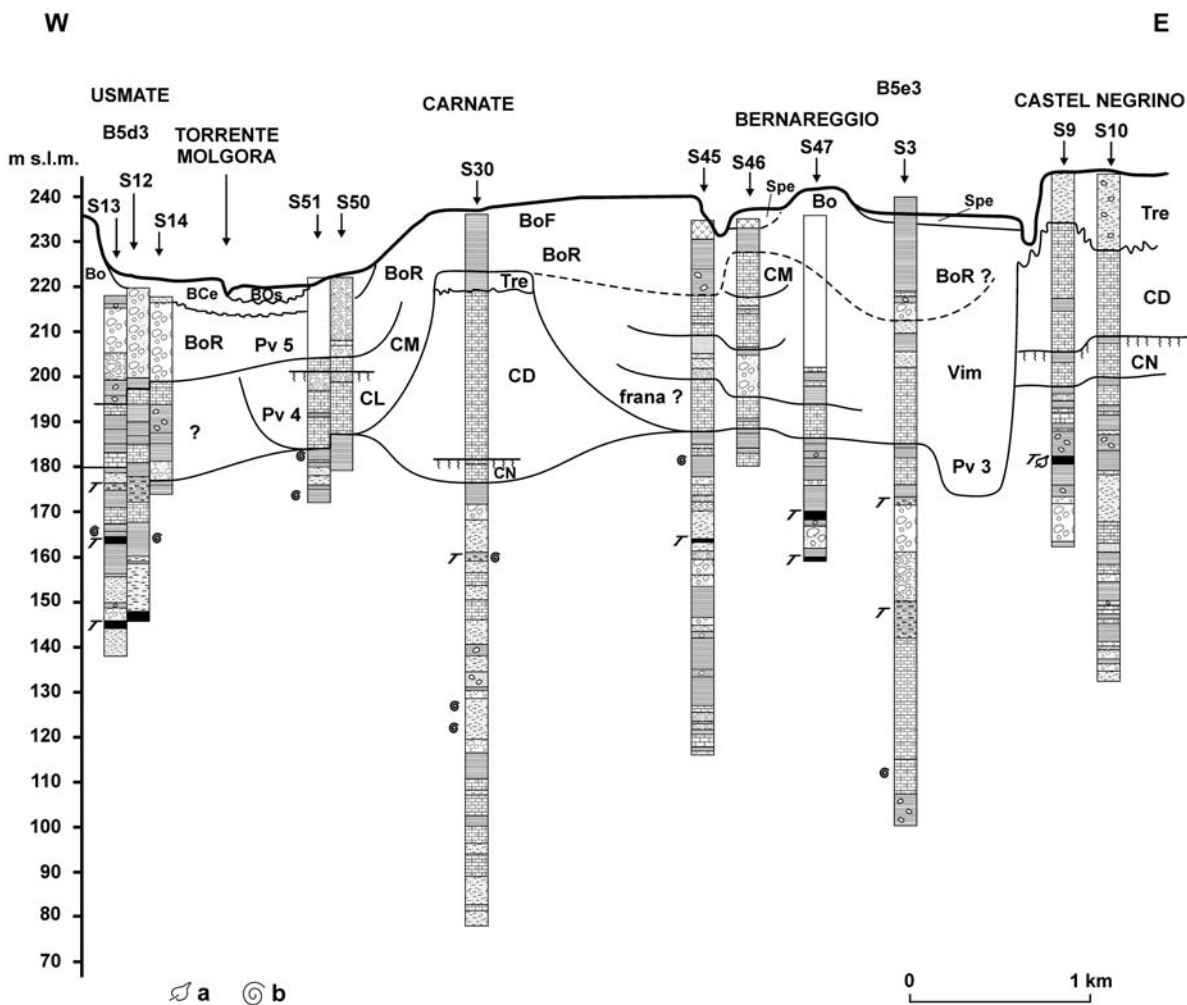


Fig. 8 - Sezione geologica tra Usmate e Castel Negrino; sono evidenti le paleovalle 3 e 4. Il profilo della paleovalle 3 mostra un'ampia spianata sulla quale si impostano corpi di conglomerato interpretati come il prodotto di frane alla grande scala lungo i versanti della paleovalle.

Le sigle delle unità sono le medesime della fig. 5. BoR = Formazione di C.na Ronchi Pella; BoF = Alloformazione di C.na Fontana BCe = Unità di Cernusco Lombardone; BOs = Unità di Osnago; T = torba o materia organica; a = resti vegetali; b = conchiglie.

Cross section from Usmate to Castel Negrino; paleovalleys 3 and 4 are evident. Note that the paleovalle 3 profile has a wide terrace on which conglomerates bodies are present. The conglomerates are interpreted as the effect of great landslide along the paleovalley slope. The unit abbreviations are the same of fig. 5. BoR = Formazione di C.na Ronchi Pella; BoF = Alloformazione di C.na Fontana BCe = Unità di Cernusco Lombardone; BOs = Unità di Osnago; T = peat or organic matter; a = vegetals remains; b = shells.

totalmente riempita mentre ancora più a Est, lungo l'allineamento Castel Negrino - Cornate d'Adda, la precedente superficie topografica costituita dalla Formazione di Trezzo sull'Adda rimaneva preservata dall'erosione, in prossimità di Castel Negrino, da un terrazzo vergente a Nord. Uno scaricatore glaciale minore doveva sfruttare l'incisione del Rio Vallone.

Le glaciazioni successive hanno costruito morene interne alle precedenti, ancora conservate nel lobo del Lambro e totalmente smantellate (per quanto riguarda l'Alloformazione della Specola e l'Alloformazione di Binago) nel lobo dell'Adda.

Durante la glaciazione Specola un'ampia valle fluvioglaciale disposta NNE-SSW si impostava tra Bernareggio, Aicurzio e Bellusco; dallo stesso lobo uno scaricatore di minore portata sfruttava la già esistente valle del Rio Vallone. Dal lobo del Lambro, invece, uno scaricatore sfruttava una valle posta a NE di Usmate Velate. Le due pianure si univano appena a Nord di Vimercate, costituendo così un unico sandur di vaste dimensioni. Alla glaciazione Specola o Binago possono essere attribuite anche le ghiaie dell'Allogruppo del Ponte di Paderno che costituiscono corpi interni alla forra dell'Adda, in parte cementati e coperti dai successivi depositi dell'Allogruppo di Besnate. Sono attribuiti alla glaciazione Binago alcuni affioramenti lungo il Rio Vallone, che doveva quindi funzionare da scaricatore glaciale, e un grosso terrazzo posto tra Concorezzo e Vimercate che sottende depositi marcatamente arricchiti in litologie locali.

La glaciazione Besnate è invece molto più articolata in quanto consta di numerose fasi, ognuna delle quali ha dato luogo a morene e terrazzi variamente giustapposti che sulla carta di fig. 2 sono stati tutti raggruppati nell'Allogruppo di Besnate indistinto. È da notare che sia nel lobo del Lambro sia in quello dell'Adda le morene relative a questa fase si attestano a Nord dell'area studiata e, a partire dall'ultima unità dell'Allogruppo, uno scaricatore usava la valle dell'Adda, tagliando l'alimentazione al Rio Vallone.

Allo stesso modo la glaciazione Cantù è rappresentata solo da depositi fluvioglaciali che nel lobo dell'Adda costituiscono terrazzi interni alla forra e piccole pianure a Nord di Cornate d'Adda, mentre nel lobo del Lambro (almeno per quanto riguarda il settore in esame) sono limitati a piccoli terrazzi lungo il corso della Molgora.

L'area a SudOvest, come si evidenzia anche dagli schemi dei rapporti stratigrafici, è molto meno articolata. Essa è interessata solo dall'incisione delle paleovalle 3 e 4 e da una valle (paleovalle 6) con direzione NW-SE. Quest'ultima valle è riempita da depositi fluvioglaciali indistinguibili, che comprendono tutta la serie che va dall'Allogruppo del Bozzente alle prime unità dell'Allogruppo di Besnate ed è interpretabile in prima approssimazione come un paleovalveo del Lambro che scorre attualmente ad appena 2 chilometri di distanza.

Nello figura 4C è evidente come il tetto dei sedimenti marini si abbassi verso Sud e che in questa direzione sia di età più recente rispetto alle aree a Nord. Questa disposizione è dovuta alla subsidenza della pianura, al sollevamento isostatico della catena e probabilmente anche a tettonica.

7. CONCLUSIONI

Tramite la stretta integrazione tra i dati provenienti dal rilevamento di superficie, dall'analisi di cuttings di perforazione e carote e dalle stratigrafie di pozzi per acqua, è stato possibile ricostruire un modello di sottosuolo dell'area a NE di Milano. Questo modello supera il tradizionale limite delle ricostruzioni di sottosuolo in quanto le correlazioni tra i pozzi non vengono effettuate solo in base alla litologia, ma sono distinti corpi geologici e superfici, riconoscibili grazie al confronto con i dati di superficie. Oltre al tracciamento in sottosuolo dei limiti riconosciuti in superficie è stato possibile determinare alcune unità solo sepolte.

Il lavoro ha permesso di ricostruire un reticolo di valli sepolte oggi totalmente colmato.

La definizione delle geometrie dei corpi sepolti inoltre può essere il primo passo verso un migliore e più dettagliato modello idrogeologico, in quanto i limiti tra unità geologiche che spesso hanno diverse caratteristiche idrauliche condizionano la circolazione di acqua nel sottosuolo.

La mancanza di una omogenea distribuzione dei pozzi fa sì che il modello oggi proposto possa essere migliorato in futuro qualora fossero disponibili ulteriori dati.

8. RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano tutte le imprese, gli enti e gli studi professionali che hanno messo a disposizione i campioni e i dati. Si vogliono ringraziare in particolar modo il Prof. Corselli per la determinazione dei macrofossili e Davide Castradori (AGIP) per la determinazione del nannoplancton. Si ringrazia altresì il Dott. Peterlongo del C.A.P., il dott. Giussani della Montedison e il Dott. Ghezzi dello studio Geotecnico Associato.

9. BIBLIOGRAFIA

- BINI A. (1994) - *Carta geologica dell'Apparato Glaciale dell'Adda (sponda Bergamasca)* - Tavola esterna allegata a: CREMASCHI M., BINI A., FERLIGA C., MARCHETTI M., RAVAZZI C. e ROSSI S., 1994: Montagna e pianura: i processi geologici recenti e gli effetti sull'ambiente. In: Storia economica e sociale di Bergamo: i caratteri originali della Bergamasca. Fondazione per la Storia economica e sociale di Bergamo. Istituto di studi e ricerche.
- BINI A. (1997)a - *Stratigraphy, chronology and palaeogeography of Quaternary deposits of the area between the Ticino and Olona rivers (Italy-Switzerland)*. Southern Alps Quaternary Geology, IGCP 378 Meeting, Lugano ottobre 1995 - Geologia Insubrica 2 (2), pp. 21-46.
- BINI A., (1997)b - *Problems and methodologies in the study of quaternary deposits of the southern side of the Alps*. Southern Alps Quaternary Geology, IGCP 378 Meeting, Lugano ottobre 1995 - Geologia Insubrica 2 (2), pp. 11-20.
- BINI A. & RIGAMONTI I. (2000) - *Le unità lito - e allo-stratigrafiche dei depositi superficiali. 3.8 Il bacino*

- dell'Adda - In: Carta geologica della provincia di Bergamo, scala 1:50.000 e relative note illustrative, pp. 214-237. Provincia di Bergamo.
- CALDARA M., CANCELLI A. & GIUSSANI A. (1988) - *The Adda Canyon, south of Lecco: An example of landslide induced morphology*. In: Bonnard C.: Landslides - Glissements de terrain. Proceedings of the fifth international symposium on landslides 10-15 July 1988, Losanna, vol 1, pp. 89-94.
- CREMASCHI M. (1987) - *Paleosol and Vetusols in the central Po Plain (Northern Italy) a study in Quaternary Geology and Soil Development*. Unicopoli, Milano.
- DENTI E., FRANCANI V., FUMAGALLI L., PEZZERA G. & SALA P. (1988) - *Studio idrogeologico del foglio Vimercate IGM 1:50.000* - Studi idrogeologici sulla pianura padana, **4**, pp 2-39.
- DESIO A. (1938) - *Caratteri fisici e geologici della Provincia di Milano*. Ann. Sperim. Agraria, **32**, pp. 3 - 47.
- DESIO A. & VILLA F. (1960) - *Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana. 1-Lombardia* - Università di Milano. Ist. di geologia, 370 pp.
- GIUSSANI A. (1992) - *Movimenti franosi profondi e superficiali lungo il Naviglio di Paderno (F.Adda, Lombardia)* - Studi Trentini di Scienze Naturali, **68** (1990), pp. 1-24.
- LORITO R. (1997) - *Analisi sedimentologica e paleontologica di alcuni sondaggi eseguiti a Cornate d'Adda (MI)* - Tesi di laurea inedita. Università degli Studi di Milano.
- MARIANI E. (1928) - *Il Pliocene del sottosuolo di Monza e Vimercate (Lombardia)* - Atti Soc. It. Sc. Nat., **67**, pp. 136-143.
- MARONI M. (1994) - *Studio della stratigrafia di alcuni pozzi profondi nella zona di Agrate Brianza, Brugherio e Burago Molgora*. - Tesi di laurea inedita. Università degli Studi di Milano.
- OROMBELLI G. (1979) - *Il Ceppo dell'Adda: revisione stratigrafica* - Riv. Ital. Paleont., **85** (2), pp. 573 - 652.
- OROMBELLI G. & GNACCOLINI M. (1978) - *Composizione petrografica e provenienza del "Ceppo" di Paderno d'Adda* - Gruppo di Studio Quatern. Padano, Quaderno 4, pp. 7 - 30.
- RIVA A. (1941) - *Notizie sul glaciale della Brianza* - Boll. Soc. Geol. It. **60** (1), pp. 50-64.
- RIVA A. (1943) - *Il morenico antico in Brianza* - Boll. Comit. Glac. It., **22**, (1942), pp. 1 - 6.
- RIVA A. (1947) - *Commento alla carta geomorfologica 1:30.000 dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco di Sergio Venzo* - Boll. Soc. Geol. It., **66**, pp. 22-24.
- RIVA A. (1953) - *Stato attuale dello studio del Quaternario del territorio a Sud del Lario e compreso tra l'Adda e l'Olona, fino alla latitudine di Monza* - La Ricerca Scientifica, **23** (2), pp. 226 - 231.
- RIVA A. (1957) - *Gli anfiteatri morenici a Sud del Lario e le pianure diluviali tra Adda e Olona* - Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **7**, pp. 5 - 95.
- ROSSI S. & RIGAMONTI I. (2000) - *Le unità lito - e allostratigrafiche dei depositi superficiali. 3.7 Il bacino del Brembo*. In: Carta Geologica della provincia di Bergamo, scala 1:50.000 e relative note illustrative, pp.179-214. Provincia di Bergamo.
- STRINI A. (2001) - *Gli occhi polini della Brianza orientale. Genesi ed evoluzione del fenomeno nel quadro geologico regionale* - Tesi di dottorato di ricerca, Università degli Studi di Milano, 550 pp.
- TOMASI F., 2001 - *I depositi plioquaternari tra la valle del torrente Lure e la valle del Torrente Seveso (CO)* - Tesi di laurea inedita, Università degli Studi di Milano.
- UGOLINI F. & OROMBELLI G. (1968) - *Notizie preliminari sulle caratteristiche pedologiche dei depositi glaciali e fluvioglaciali fra l'Adda e l'Olona in Lombardia* - Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett., **A 102**, pp. 767 - 799.
- VEDRIETTI F. (1993) - *Analisi stratigrafica di due pozzi situati nel Comune di Ronco Briantino* - Tesi di laurea inedita. Università degli Studi di Milano.
- VENZO S. (1948)a - *Rilevamento geomorfologico dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco* - Atti Soc. It. Sc. Nat., **LXXXVII** (1947) (1-2), pp. 79 - 140.
- VENZO S. (1948)b - *La serie quaternaria dell'apparato morenico dell'Adda di Lecco comparata col diagramma di Milankovitch* - Boll. Soc. Geol. It., **56** (1947), pp. 82 - 83.
- VENZO S. (1949) - *Risposta al commento di Riva sulla mia carta geomorfologica dell'apparato morenico dell'Adda. Osservazioni sulla carta geomorfologica tra il Canturino e la Brianza occidentale, 1949, del Dott. Arturo Riva* - Boll. Soc. Geol. It., **68**, pp. 58 - 65.
- VENZO S. (1950) - *Rinvenimento di Anancus arvernensis nel Villafranchiano dell'Adda di Paderno, di Archidiskodon Meridionalis e Cervus a Leffe. Stratigrafia e clima del Villafranchiano Bergamasco* - Atti Soc. It. Sc. Nat., **89** (1/2), pp. 43 - 122.
- ZUCCOLI L. (1997) - *Geologia dell'Alta Pianura lombarda tra i pianalti di Castelseprio e Tradate - Appiano Gentile* - Tesi di dottorato di ricerca, Università degli Studi di Milano, 453 pp.
- ZUCCOLI L. (2000) - *Geologia dei Pianalti di Castelseprio e Tradate (Provincia di Varese)* - Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Science, **13**, pp. 57-80.

Ms. ricevuto l'11 maggio 2004
 Testo definitivo ricevuto il 2 novembre 2004

Ms. received: May 11, 2004
 Final text received: November 2, 2004.