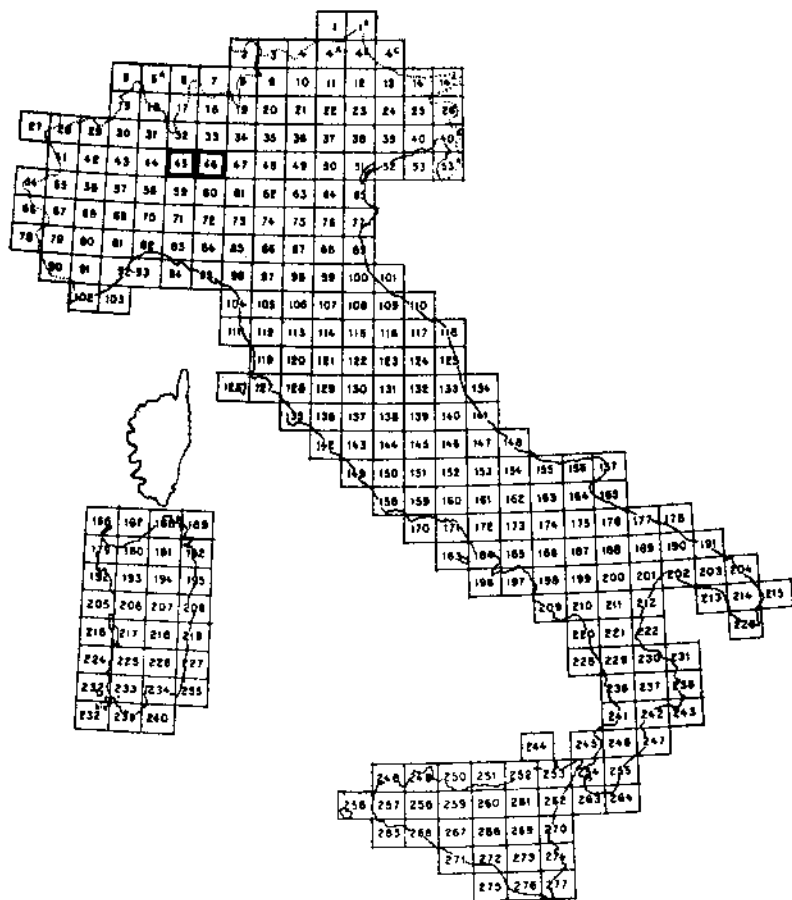


CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



QUADRO D'UNIONE DEI FOGLI AL 100.000



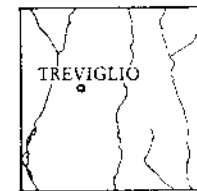
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE  
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1 : 100.000

FOGLIO 45 e FOGLIO 46  
**MILANO e TREVIGLIO**

GIOVANNI COMIZZOLI, ROMANO GELATI e LODOVICO DARIO PASSERI  
sotto la direzione di ARDITO DESIO



POLIGRAFICA & CARTEVALORI  
EROLANO (NAPOLI)  
1969



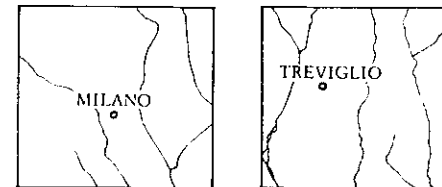
MINISTERO DELL'INDUSTRIA, DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO  
DIREZIONE GENERALE DELLE MINIERE  
SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA

NOTE ILLUSTRATIVE  
della  
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

ALLA SCALA 1: 100.000

FOGLIO 45 e FOGLIO 46  
**MILANO e TREVIGLIO**

GIOVANNI COMIZZOLI, ROMANO GELATI e LODOVICO DARIO PASSERI  
sotto la direzione di ARDITO DESIO



POLIGRAFICA & CARTEVALORI  
ERCOLANO (NAPOLI)  
1969

## SOMMARIO

I	—	PREMESSA . . . . .	Pag.	7
II	--	BREVE RASSEGNA DEI PRINCIPALI LAVORI PRECEDENTI . . . . .	»	8
III	—	SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME . . . . .	»	13
IV	--	STRATIGRAFIA . . . . .	»	14
FORMAZIONI MARINE				
		1) « Sasso della Luna » . . . . .	Pag.	14
		2) « Arenaria di Sarnico » . . . . .	»	15
		3) « Flysch di Bergamo » . . . . .	»	16
		4) « Conglomerato di M. Orfano » . . . . .	»	17
FORMAZIONI CONTINENTALI				
		5) Ceppo . . . . .	Pag.	18
		6) Morene del Mindel . . . . .	»	21
		7) Diluvium antico . . . . .	»	23
		8) Morene del Riss . . . . .	»	29
		9) Diluvium medio . . . . .	»	29
		10) Diluvium recente . . . . .	»	35
		11) Morene del Würm . . . . .	»	39
		12) Diluvium tardivo . . . . .	»	40
		13) Alluvium . . . . .	»	42
V	—	CENNI DI TETTONICA . . . . .	»	43

VI — GEOLOGIA APPLICATA . . . . . »	44
1) <i>Cave</i> . . . . . »	44
2) <i>Idrogeologia</i> . . . . . »	46
VII — BIBLIOGRAFIA . . . . . »	51

### AVVERTENZA

Nella leggenda del foglio « Milano » v'è un errore tipografico per cui il q<sup>1</sup> e il q<sup>2</sup> portano la stessa didascalia. È stato stampato un talloncino per correggere tale errore, ma può darsi che alcuni fogli siano rimasti senza la correzione. La didascalia del q<sup>1</sup> rimane così com'è, mentre la dicitura relativa al q<sup>2</sup> va così modificata: Ghiaie sabbiose con strato di alterazione superficiale argilloso, giallastro, potente fino a 100-150 cm. *Diluvium Medio*.

Sempre causa di un errore tipografico nel foglio « Treviglio » l'Arrenaria di Sarnico C<sup>9</sup>·7, viene attribuita al *Santoniano-Turoniano inferiore*, mentre va attribuita al *Santoniano-Turoniano superiore*.

Sempre per lo stesso foglio è stata stampata un'Errata-Corrige in un talloncino con la seguente dicitura:

a) Presso l'angolo nord-ovest del foglio sopra la parola *Bottanuco*, al posto della sigla fg<sup>WR</sup> va messo fg<sup>M</sup>.

b) All'angolo sud-ovest, presso la scritta *Portadore*, c'è una piccolissima area rimasta in bianco: è un lembo con la sigla fg<sup>WR</sup>.

c) Nella leggendina delle sezioni AGIP la scritta *Langhiano-Aquitano*, va corretta in *Langhiano-Aquitano*.

### I — PREMESSA

Queste brevi note illustrative sono destinate ad accompagnare la seconda edizione dei Fogli N. 45 « Milano » e N. 46 « Treviglio » della Carta Geologica d'Italia. Si tratta di un territorio di pianura, fittamente abitato ed intensamente coltivato di cui la città di Milano occupa su per giù il centro di figura del primo dei due fogli.

La prima edizione del foglio « Milano » era apparsa nel 1931 ed era opera di FEDERICO SACCO che ne aveva eseguito il rilevamento nel 1892, ossia 40 anni prima e 77 anni fa.

L'edizione presente non è un rifacimento di quella precedente, ma è il frutto di rilevamenti originali eseguiti fra il 1961 ed il 1963 alla scala di 1 : 25.000 ad opera dei rilevatori del Servizio Geologico distaccati presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Milano, GIOVANNI COMIZZOLI, ROMANO GELATI e LODOVICO DARIO PASSERI, sotto la direzione ed il controllo del Prof. ARDITO DESIO, direttore dell'Istituto stesso.

Le differenze fra le due edizioni del foglio sono non soltanto formali, ma anche sostanziali: basterà un confronto fra le due leggende per notare quanto maggiori siano i dettagli ed i dati che figurano nella seconda edizione in confronto alla prima.

La prima edizione del foglio « Milano » non era stata accompagnata da « Note illustrative ».

La prima edizione del foglio « Treviglio », opera anch'essa di F. SACCO che l'aveva rilevata nel 1893, era stata pubblicata nel 1931.

Il foglio attuale è stato rilevato ex-novo dagli stessi rilevatori ricordati sopra ed anch'esso, come il precedente, presenta ben maggiori dettagli della prima edizione.

## II — BREVE RASSEGNA DEI PRINCIPALI LAVORI PRECEDENTI<sup>o</sup>

Fra i primi Autori che si sono occupati del territorio compreso nell'area dei fogli « Milano » e « Treviglio » va qui ricordato in modo particolare SCIPIONE BREISLAK con la sua « Descrizione Geologica della Provincia di Milano » apparsa nel 1822, nella quale troviamo non solo menzionate le principali notizie geognostiche del periodo antecedente, ma anche trattato per la prima volta con una certa ampiezza dei terreni costituenti il nostro territorio. Si sa che a quell'epoca le concezioni sull'origine delle pianure alluvionali ed in particolare di quella padana erano molto primitive e ben diverse da quelle attuali, per cui certe spiegazioni, come l'attività del mare chiamata a spiegare la presenza di ciottoli di rocce della Valtellina e la forma pianeggiante della regione, oggi fanno un po' sorridere. Anche le lunghe elucubrazioni teoriche per rendere conto della presenza di certe argille o di altri materiali incontrati qua e là nella pianura non trovano riscontro nelle spiegazioni attuali. Comunque il BREISLAK ci parla a lungo e con dettagli del *ferretto*, del *ceppo*, della distribuzione delle ghiaie, delle sabbie, delle argille nel nostro territorio e ricorda anche certi resti fossili di grandi mammiferi scoperti qua e là nelle cave di ghiaia della pianura.

Limitatamente alle possibilità d'investigazione del sottosuolo di quell'epoca, BREISLAK cerca pure di ricostruire la composizione del sottosuolo della pianura, almeno sino ad una certa profondità, e di interpretare la circolazione delle acque sotterranee, soprattutto in relazione con la loro emergenza sotto forma di « fontanili ».

Tralasciando altri lavori di mediocre interesse, dobbiamo poi ricordare fra gli Autori che si sono occupati, anche se non sempre a proposito, del nostro territorio, ANTONIO STOPPANI il quale nelle sue « Note ad un corso

<sup>o</sup> A cura di L. D. PASSERI.

di Geologia » del 1865, ma soprattutto in apposita relazione intitolata « Il mare glaciale ai piedi delle Alpi » del 1874, fece scalpore sostenendo la contemporaneità delle espansioni glaciali col mare pliocenico che occupava la valle padana. Tale concetto, sviluppato più ampiamente nel suo volume su « L'Era Neozoica » del 1880, portò l'Autore ad occuparsi abbastanza diffusamente della composizione del nostro territorio e soprattutto della sua porzione nord-occidentale, pur perseguendo idee che, malgrado il successo iniziale, si rivelarono ben presto prive di fondamento nella interpretazione dei fatti. Tali fatti consistevano soprattutto nella presenza di conchiglie plioceniche contenute nelle morene quaternarie di Cascina Rizzardi (Como), ritenute quest'ultime coeve delle sabbie astiane del margine appenninico verso la pianura del Po ed il *ceppo* un deposito deltizio di età pliocenica. La vignetta che fa da frontispizio all'« Era Neozoica » (secondo volume della « Geologia d'Italia » di G. NEGRI, A. STOPPANI e G. MERCALLI) è l'illustrazione di una valle prealpina occupata da un grande ghiacciaio che tuffa la sua fronte nel mare.

In realtà le conchiglie plioceniche non erano altro che fossili rimaneggiati, strappati dal ghiacciaio lariano ai giacimenti pliocenici esistenti più a monte ed inglobati nelle morene, ed il *ceppo* un deposito fluvio-glaciale.

Un altro infortunio del genere capitò a T. TARAMELLI nel 1876, influenzato com'era dalle idee del suo illustre maestro. In tale anno infatti pubblicò una memoria sul *ferretto* della Brianza al quale attribuì un'origine « marino-glaciale » in seguito al rinvenimento di gusci di conchiglie, classificate come *Perna soldani* e *Ostrea* sp., presso Limbiate e Mombello (12 km a nord di Milano). Si trattava però delle spoglie di molluschi viventi dispersi in quei luoghi da una mensa vicina.

Del 1877 è la « Geologia » di G. CURIONI in cui non solo viene accennato alla costituzione della pianura lombarda compresa nei fogli « Milano » e « Treviglio », ma sono riportati anche i profili stratigrafici di due pozzi perforati a Milano ed a Monza.

Su quest'ultimo argomento numerosi dati ci sono offerti dalle opere di F. SALMOJRAGHI (1892) e soprattutto di E. MARIANI (1907-1928), di F. SACCO (1911-1933) e più tardi di E. NORDIO (1957), A. DESIO (1953), A. DESIO e F. VILLA (1960), mentre della stratigrafia e della idrogeologia della

pianura padana si sono pure occupati A. STELLA (1895 e 1915) e A. DESIO (1938).

Sono del 1893 e del 1894 due monografie di F. SACCO sugli anfiteatri morenici dei laghi di Como e d'Iseo accompagnati da carte geologiche alla scala di 1 : 100.000, in cui sono rappresentati con notevole dettaglio i territori dei fogli « Milano » e « Treviglio » ed è descritta con altrettanto dettaglio la stratigrafia. Le due carte geologiche suddette sono servite al SACCO per compilare, con poche varianti, anche la prima edizione dei fogli al 100.000 « Milano » e « Treviglio » della Carta Geologica d'Italia, apparsi rispettivamente nel 1931 e nel 1932. È opportuno ricordare che questo Autore distingue nel foglio « Milano » i seguenti livelli stratigrafici, tutti riferiti al Quaternario:

#### *Olocene*

a<sup>2</sup> — Alluvioni sabbioso-ciottolose (Alluvium).

a<sup>1</sup> — Alluvioni sabbiose ghiaioso-ciottolose terrazzate (Terrazziano).

#### *Pleistocene*

q<sup>2</sup> — Alluvioni sabbioso-ghiaioso-ciottolose più o meno argilloso-terrose, giallastre (Diluvium 2°).

q<sup>1</sup> — Alluvioni sabbioso-ghiaioso-ciottolose, più o meno argillose, giallo-rossicce, ferrettizzate (Diluvium 1°); talora in basso conglomeratiche, ceppoidi, passanti al Villafranchiano.

Analoghe sono le suddivisioni del foglio « Treviglio » in cui però nel *Pleistocene* figurano, oltre ai precedenti: « Terreno morenico e Diluvio-morenico » e nel *Mio-pliocene* « depositi litoranei e maremmani. Marre, arenarie sabbiose, talora calcarifere e conglomerati (Messiniano) ». Nel *Cretaceo* compaiono « calcari ben stratificati biancastri e rosati, calcari marnosi ed arenarie ». Basterà confrontare questa leggenda con quella della nuova edizione dei fogli per rilevare le rettifiche ed i progressi nello studio geologico della regione.

Nei riguardi dei depositi morenici occorre ricordare qui l'opera di A. PENK ed E. BRUEKNER (1909), nella quale i depositi sia morenici (per quel poco che rientrano nell'area dei fogli), sia soprattutto fluvioglaciali trovano

un inquadramento nello schema generale delle divisioni d'ordine stratigrafico del versante meridionale delle Alpi. Ancora sullo stesso tipo di depositi, si sono occupati A. DESIO (1938) in una memoria di carattere geologico-agrario, accompagnata anche da una carta di tale carattere alla scala di 1 : 100.000, e poi S. VENZO (1948) in uno studio relativo all'apparato morenico dell'Adda di Lecco ed in uno successivo (1955) sulla serie stratigrafica di Paderno di Adda, relativi ambedue però al territorio situato a nord del limite del foglio « Milano ». Sempre ai terreni glaciali e fluvioglaciali è dedicata una memoria di A. RIVA (1957) sugli anfiteatri morenici a sud del Lario e sulle pianure diluviali fra Adda e Olona, con carta geologica alla scala di 1 : 50.000 che comprende una parte rilevante del territorio incluso nei fogli « Milano » e « Treviglio ». L'autore distingue morene del Mindel, del Riss e del Würm alle quali raccorda rispettivamente le alluvioni del Diluvium antico (ferretto), del Diluvium medio e del Diluvium recente, seguendo complessivamente la classificazione di A. PENK.

Ancora al Glaciale, ma della regione meridionale del lago d'Iseo, è dedicata una memoria di O. VECCHIA (1954), accompagnata da carte geologiche al 100.000 e 150.000 in cui figura una parte del nostro territorio orientale. Possiamo ricordare che in esse la pianura fra il Serio ed il Mella appare composta da fluvio-glaciale Riss attraversato, lungo i solchi dell'Oglio e del Longherone, da striscie di fluvio-glaciale Würm. Lo stesso Autore (1954) e M. B. CITA (1954) hanno trattato anche del conglomerato di M. Orfano di cui un lembo è incluso nel foglio « Treviglio ».

L'opera più recente sul territorio considerato è quella di P. GABERT (1962). È una monografia che si riferisce alla Pianura Padana occidentale sino al corso dell'Adda, accompagnata anche da carte geologiche sommarie in bianco e nero alla scala di 1 : 200.000 in cui è compresa l'intera area del foglio « Milano » e la porzione occidentale del foglio « Treviglio ».

Le suddivisioni del Quaternario usate dall'Autore per la regione che a noi particolarmente interessa è la seguente: dune, scarpate importanti nel livello fondamentale della pianura, terrazzi molto bassi e zone inondabili, bassi terrazzi, terrazzi del Quaternario superiore, terrazzi del Quaternario medio, terrazzi del Quaternario inferiore. I terreni del Villafranchiano, sottostanti ai precedenti non figurano nel nostro territorio. Per quanto si riferisce

alle correlazioni con i terreni morenici, P. GABERT mette in relazione i terrazzi del Quaternario inferiore col glaciale Mindel, quelli del Quaternario medio col Riss e quelli del Quaternario superiore col Würm. Secondo tale interpretazione il livello principale della pianura, che compare col segno convenzionale dei « terrazzi del Quaternario superiore », andrebbe attribuito al Würm.

Nel territorio del foglio « Treviglio » compare presso Romanengo, in mezzo al livello principale della pianura, riferito generalmente al Diluvium recente, un lembo profondamente ferrettizzato e sensibilmente sopraelevato che rappresenta il Diluvium antico. Di questo e di altri lembi del genere si è occupato A. DESIO (1952, 1965) riferendoli a sollevamenti quaternari, tenuto conto che coincidono con « alti » strutturali del sottosuolo padano.

Sulla composizione dei terreni marini sottostanti al materasso alluvionale quaternario e sui resti di grandi mammiferi trovati in quest'ultimo, notizie ci sono state fornite da F. SALMOJRAGHI (1892), da E. MARIANI in una serie di note (1907, 1909, 1910, 1915, 1927, 1928) e poi anche da F. SACCO (1925); le notizie si riferiscono al sottosuolo soprattutto di Milano, Monza, Vimercate e Cesano Maderno. Questo argomento è stato ripreso in altre pubblicazioni di E. NORDIO (1957) e di A. DESIO ed assai più ampiamente trattato con elementi originali in una memoria dell'Ente Nazionale Idrocarburi (1959) sui giacimenti gassiferi del sottosuolo padano, in cui è illustrato tale sottosuolo nei suoi orizzonti marini sino a livelli più profondi (Miocene), solo in piccola parte noti.

Ci rimane ancora da ricordare una nota di L. D. PASSERI (1965) sulle colline cretacee dei dintorni di Grumello, nell'angolo nord-orientale del foglio « Treviglio », in cui sono illustrate la composizione geologica e la struttura di tali rilievi. Di questi terreni v'era qualche notizia sia nelle note illustrative e nella carta geologica di A. VARISCO sulla provincia di Bergamo (1881), sia nella memoria di G. DE ALESSANDRI (1899) sulla Creta e l'Eocene della Lombardia, pure accompagnata da una carta geologica alla scala di 1 : 100.000<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Durante la stampa del presente opuscolo è uscito un importante studio di F. Ugolini e G. Orombelli (1968) relativo al glaciale e fluvioglaciale, di cui si è potuto tenere conto solo parzialmente.

### III — SGUARDO GEOLOGICO D'INSIEME

Presso l'angolo NE del foglio « Treviglio » affiorano terreni cretacei attribuibili a tre formazioni, oltre ad un esiguo affioramento di età miocenica circoscritto al M. Orfano. Il resto dei fogli è costituito interamente da terreni continentali del Quaternario che compongono l'alta e media pianura lombarda.

La successione delle unità stratigrafiche, dalle più antiche alle più recenti, è la seguente:

**C<sup>7-5</sup>** — *Sasso della Luna*: calcari marnosi e marne grigio-cineree (Albiano-Turoniano inferiore): spessore misurabile 250 m.

**C<sup>9-7</sup>** — *Arenaria di Sarnico*: arenarie grigie per lo più in grossi lanchi, talora passanti a puddinghe poligeniche (Turoniano superiore-Santoniano): spessore 400 m.

**C<sup>10</sup>** — *Flysch di Bergamo*: calcareniti, calcari arenacei, marne e calcari marnosi con selce alla base (Santoniano-Campaniano): spessore visibile 350 m.

**M<sup>4-1</sup>** — *Conglomerato del M. Orfano*: conglomerati poligenici a matrice calcarenitica con intercalati rari livelli marnoso-arenacei (Miocene inferiore-medio): spessore massimo misurabile 770-825 m.

**cg-qcg** — *Ceppo*: conglomerato poligenico a stratificazione indistinta o in banchi massicci; passa frequentemente a ghiaie sciolte per diminuzione del grado di cementazione. Contiene sottili lenti sabbioso-arenacee.

**m<sup>1</sup>, mM** — *Morene del Mindel*: deposito morenico profondamente alterato in argille rosso-ocree (« Ferretto »).

**q<sup>1</sup>, fgM** — *Fluvioglaciale mindeliano*: ghiaie poligeniche, con strato di alterazione superficiale argilloso-ocreo (« Ferretto ») potente sino a 2,50 m; (Diluvium antico).

**mR** — *Morene del Riss*: deposito morenico in superficie debolmente alterato in argille colore giallo-arancio.

**q<sup>2</sup>, fgR** — *Fluvioglaciale rissiano I*: ghiaie poligeniche con strato

limoso - argilloso (loess) superficiale di colore giallo-arancio potente sino a 1,50 m. (Diluvium medio).

**mW** — *Morene del Würm*: deposito morenico inalterato con ciottoli di natura e dimensioni varie, inglobati in una matrice argilloso-limosa grigiastra.

**q<sup>3</sup>, fgWR** — *Fluvioglaciale rissiano II-würmiano*: ghiaie poligeniche e sabbie fresche con intercalati limi e argille in orizzonti lenticolari; lo spessore dello strato di alterazione è inferiore al metro; tali depositi corrispondono al livello principale della pianura (Diluvium recente).

**q<sup>3v</sup>** — *Fluvioglaciale würmiano*: ghiaie poligeniche fresche; nel foglio « Milano » costituiscono il primo ripiano sotto il livello principale della pianura (Diluvium tardivo).

**a<sup>1</sup>** — *Alluvioni antiche*: ghiaie poligeniche e sabbie fresche con lenti argillo-limose costituenti un sistema di terrazzi al di fuori dell'alveo di piena dei corsi d'acqua (Alluvium antico).

**a<sup>2</sup>** — *Alluvioni recenti ed attuali*: ghiaie, sabbie, limi e argille degli alvei abbandonati ed attivi (Alluvium recente e attuale).

#### IV — STRATIGRAFIA

##### FORMAZIONI MARINE<sup>0</sup>

**C<sup>7-5</sup>** — Sasso della Luna<sup>1</sup>: *calcarei marnosi e marne grigio-cinerei (Albiano-Turoniano inferiore)*; spessore misurabile 250 m.

La formazione affiora solamente nei pressi di Capriolo in prossimità dell'angolo NE del foglio « Treviglio »; lo spessore della parte affiorante si aggira sui 250 m.

Si tratta di calcari marnosi cinerei e marne grigio-chiare con rari noduli

<sup>0</sup> A cura di L. D. PASSERI.

<sup>1</sup> La denominazione « Sasso della Luna », in uso nel Bergamasco per questo tipo di roccia a causa della sua facile disgregazione agli agenti atmosferici, fu comunemente accettata in letteratura già dai vecchi AA. tra i quali A. VARISCO.

e liste di selce cornea: verso l'alto passano a marne e calcari da rosa a giallastri, fittamente stratificati con una potenza di una cinquantina di metri.

Il limite inferiore non è visibile nell'ambito del foglio; il limite superiore è rappresentato dal contatto con la soprastante formazione della « Arenaria di Sarnico ». Oltre a qualche esemplare mal conservato di *Desmoceras latidorsatum* (MICHELIN) sono stati rinvenuti tra i microfossili *Globotruncana ticinensis* (GANDOLFI) e *Planomalina buxtorfi* (GANDOLFI).

La formazione viene attribuita all'Albiano superiore - Cenomaniano - Turoniano inferiore.

**C<sup>9-7</sup>** — Arenaria di Sarnico<sup>1</sup>: *arenarie grigie per lo più in grossi banchi, passanti talora a puddinghe poligeniche (Turoniano superiore - Santoniano)*; spessore 400 m.

Gli affioramenti sono localizzati nell'angolo nord-est del foglio « Treviglio », in lembi isolati a settentrione di Capriolo, in una vasta plaga a nord di Tagliuno e di Grumello del Monte. Non è possibile calcolare la potenza della formazione nell'area del foglio suddetto, ma nella vicina valle di Zandobbio, compresa nel foglio « Bergamo », sembra aggirarsi sui 400 m.

La formazione è costituita di arenarie da grigie a grigio-azzurre, in grossi banchi potenti da 30 cm a 2-3 m. Talora tra le arenarie si rinvengono livelli di puddinghe poligeniche e policrome a stratificazione per lo più massiccia, fino a 2-3 m, separati da giunti arenaceo-argillosi. I ciottoli che compongono le puddinghe hanno dimensioni assai variabili con diametro di uno o più centimetri e sono costituiti quasi esclusivamente da selce bianca, rossa, nera e giallognola. Talora la puddinga passa ad arenaria molto grossolana, anche nell'ambito di uno stesso strato, che allora assume struttura gradata.

La puddinga contiene spesso frammenti di Ippuriti.

Un livello pressoché continuo di tali puddinghe è presente presso il limite superiore della formazione. La potenza di tale livello varia considerevolmente da luogo a luogo ed è particolarmente consistente nel vallone a NE di Gandosso, dove esistono cave di pietre per macine da mulino.

<sup>1</sup> Questo tipo di roccia in passato veniva cavata come « pietra di Sarnico », ma i vecchi Autori, tra cui DE ALESSANDRI (1899), la chiamavano « arenaria di Sarnico ».



Questa formazione dà origine ad un terreno di alterazione caratteristico, costituito da una sabbia da giallastra a rosso-viva, diffusa sul versante settentrionale di M. della Croce. Tale sabbia veniva un tempo usata come « terra di fonderia ».

Il limite inferiore della formazione, visibile solo a nord di Capriolo, è rappresentato dal contatto con le marne ed i calcari rosa e giallastri del « Sasso della Luna ».

Qualche chilometro a nord di Gandosso, nell'area del foglio « Bergamo », sul versante sud della valle di Zandobbio fra l'« Arenaria di Sarnico » ed il « Sasso della Luna », s'interpone un « Flysch scistoso-argilloso » attribuito dagli Autori al Turoniano - Cenomaniano superiore.

Nelle puddinghe della formazione sono stati rinvenuti resti di *Hippurites* e *Acteonella*.

La formazione è attribuibile al Turoniano superiore - Santoniano.

C<sup>10</sup> — Flysch di Bergamo <sup>1</sup>: arenarie e argille costituenti sequenze ritmicamente ripetute in alternanza con orizzonti calcarenitici a tetto marnoso. Calcari marnosi in bancate talora da spessore notevole, intercalati (Santoniano p. p. - Campaniano; spessore visibile 350 m.

Due grossi lembi di questa formazione affiorano presso Credaro e Grumello del Monte e nell'area compresa fra Monte S. Stefano e Monte del Castello, presso il margine settentrionale del foglio « Treviglio ».

Si tratta prevalentemente di calcareniti grigio-nocciola, calcari più o meno arenacei, calcari marnosi e marne da gialli a nocciola, arenarie e argille da gialle a verdastre costituenti spesso sequenze ritmicamente ripetute. Nella parte più bassa della formazione si rinvencono calcari marnosi grigio-chiari (pietra da cemento) dallo spessore di pochi metri, con noduli di selce scura verso la base.

Si osserva frequentemente una stratificazione gradata, con lamine parallele e ondulate, e solchi d'erosione che indicano un deposito in gran parte costituito da torbiditi.

La stratificazione è sempre ben distinta.

<sup>1</sup> Formazione istituita da R. GELATI e L. D. PASSERI (nel 1967).

Il limite inferiore è costituito dal passaggio dai calcari marnosi a noduli di selce al livello di puddinga che costituisce il tetto della Arenaria di Sarnico. Il limite superiore non appare nell'area del foglio per cui non è possibile definire la potenza della formazione. Nell'area del M. S. Stefano la serie affiorante supera i 350 m di potenza.

Non sono stati ritrovati macro-fossili determinabili; è stata segnalata *Modiola* aff. *typica* FORBES, specie campaniana, nelle cave di Credaro. La microfauna è rappresentata da *Globotruncanae Globigerinae* ed *Heterohelicidae* frequentemente di piccolissime dimensioni; numerose *Globotruncanae* del tipo *lapparenti*; presenti ma più rare *G. arca* (CUSHMANN). Altrove sono presenti nella medesima formazione anche *G. lapparenti tricarinata* (QUEREAU), *G. concavata* (BROTZEN), *G. fornicata* PLUMMER. La formazione va attribuita al Santoniano ed al Campaniano.

M<sup>41</sup> — Conglomerato del M. Orfano: conglomerati poligenici a matrice calcarenitica con intercalazioni di rari livelli marnoso-arenacei (Miocene inferiore-medio); spessore massimo misurabile 770-825 m circa.

Gli affioramenti sono limitati al M. Orfano, a est del fiume Oglio; è una collina lunga e stretta isolata nell'alta pianura bresciana, di cui solo la estremità NO rientra nel foglio « Treviglio ».

Si tratta di conglomerati poligenici a ciottoli di varie dimensioni con qualche frammento angoloso di calcare selcifero. Il cemento calcarenitico è più abbondante verso la parte alta della formazione. I ciottoli sembrano provenire esclusivamente dalle formazioni mesozoiche affioranti sui monti più prossimi verso nord. La stratificazione è in banchi, non sempre ben distinti, tra i quali si intercalano raramente livelli marnoso-arenacei. In tali livelli M. B. CITA (1954) ha rintracciato numerose forme di microfossili, alcune cretacee, evidentemente rimaneggiate, altre mioceniche tra cui *Cibirides boueanus* (D'ORB.), *Elphidium orthemburgense* (EGGER), *Globoquadrina quadrvaria* (CUSH. e ELL.), riferite al Miocene inferiore-medio.

Trattandosi di affioramenti isolati nella pianura non compaiono né il limite superiore, né inferiore della formazione.

Secondo O. VECCHIA (1954 a) lo spessore massimo misurabile al M. Orfano, lungo la sezione passante per Spina, ammonta a 770-825 m.

Nella trivellazione di un pozzo a S. Pancrazio, a 2 km circa a NO di Spina, è stato rinvenuto lo stesso conglomerato a 188 m di profondità.

#### FORMAZIONI CONTINENTALI<sup>0</sup>

##### 5) **cg, qcg** — Ceppo.

Costituisce la più antica formazione continentale affiorante nei territori dei fogli « Milano » e « Treviglio ».

Studiato da molti Autori, gli furono attribuite età ed origini diverse. Come s'è fatto cenno a pag. 9, A. STOPPANI lo considerò delizio e d'età pliocenica in parte seguito da T. TARAMELLI (1876) che lo riferì ad un deposito alluvionale pliocenico; F. SACCO (1893) in base alla sua posizione stratigrafica sottostante ai depositi glaciali e fluvioglaciali della Brianza, lo attribuì al Villafranchiano. A. PENCK e E. BRUECKNER (1909) considerarono il Ceppo in parte interglaciale, in parte glaciale. A. RIVA (1941) lo riferì per lo più all'interglaciale Gunz-Mindel. Sul fiume Adda, nella sezione di Paderno, S. VENZO (1955) distinse un Ceppo calcareo, riferibile al Villafranchiano, sottoposto ad un Ceppo con elementi valtelinesi, riferibile all'interglaciale Gunz-Mindel. GABERT (1963) attribuì il Ceppo al Villafranchiano mettendo in relazione la sua origine con movimenti orogenetici avvenuti alla fine del Pliocene.

##### a) *Area di affioramento.*

Il Ceppo compare lungo l'asta dei principali corsi d'acqua e nelle incisioni più profonde. Sul fiume Lambro affiora tra Albiate e Gerano ove costituisce strette fasce lungo le rive del corso d'acqua. Affiora inoltre con evidenza particolare in Valle Cantalupo e in Valle Pegorino e sulla Strada Statale n° 36 a NE di Usmate. Sui fiumi Adda e Brembo affiora pressoché in continuità dal limite settentrionale del foglio « Treviglio » fino all'altezza di Cassano d'Adda; sul fiume Oglio da Credaro fino a Palazzolo sull'Oglio.

##### b) *Configurazione morfologica.*

La configurazione morfologica degli affioramenti di Ceppo è caratteristica; la sua notevole compattezza unita ad un elevato grado di permeabilità

<sup>0</sup> A cura di R. GELATI.

gli permettono di mantenersi facilmente in pareti verticali, come sono quelle vere e proprie muraglie che fiancheggiano il fiume Lambro all'altezza di Gerano e in Val Pegorino, l'Adda e il Brembo dal limite nord del foglio « Treviglio » fino a Cassano d'Adda, l'Oglio tra Credaro e Palazzolo. La sua configurazione areale è osservabile in corrispondenza di poche larghe incisioni ed è ricavabile dal coordinamento delle perforazioni che l'hanno raggiunto. Dove affiora più ampiamente la superficie del Ceppo è caratterizzata da grande varietà di forme: sacche di dimensioni varie, canali più o meno profondi, dossi variamente configurati sono presenti ovunque. Nei dintorni di Sovico, sulla destra del Lambro, i depositi ghiaiosi del Diluvium recente ben esposti nelle cave, colmano per un tratto di circa un chilometro un'antica ansa del Lambro profondamente incisa nel Ceppo. Le stesse condizioni si ritrovano probabilmente in corrispondenza della piana ghiaiosa sulla destra del Lambro a nord di Albiate. Sull'Oglio la superficie del Ceppo è particolarmente irregolare tra Tagliano e Credaro. A NE di Usmate, nell'area di Villa Dal Verme, affiora in posizione altimetricamente superiore ai più recenti depositi del Diluvium recente costituenti il livello generale della pianura. Anche qui è stato profondamente inciso dall'erosione prima dell'accumulo dei depositi successivi. Le perforazioni forniscono altre documentazioni al riguardo. Nella località di Triuggio, ad esempio, due perforazioni ubicate a breve distanza l'una dall'altra, hanno incontrato il Ceppo rispettivamente a 66 e 21 m sotto il piano di campagna. A Bernareggio e Sulbiate superiore, in due località distanti circa 2 km e poste quasi alla stessa altezza, il Ceppo è stato incontrato rispettivamente a 40 e 70 m di profondità.

##### c) *Caratteri litologici.*

Il Ceppo è un conglomerato poligenico i cui elementi sono costituiti principalmente da calcari delle formazioni mesozoiche (si riconoscono soprattutto calcari di Varenna, di Esino, di tipo Maiolica), selci delle formazioni del Giurassico medio-superiore, arenarie prevalentemente cretatiche (riferibili soprattutto al « Piano di Sirone »), conglomerati di tipo Verrucano, dioriti, tonaliti, graniti riferibili ai massicci intrusivi della Valtellina, dell'Adamello ed infine gneiss, micascisti, filladi e quarziti del basamento cristallino.

I ciottoli calcarei, di solito prevalenti, sono soprattutto grigi, neri o nocciola; le selci sono varicolori, le arenarie per lo più grigie.

I ciottoli di rocce cristalline sono in genere subordinati a quelli di rocce sedimentarie; sono arrotondati, di dimensioni molto variabili. Il diametro massimo da noi osservato è di 14 cm, ma sono soprattutto frequenti quelli di diametro inferiore a 10 cm. I ciottoli più grossi sono per lo più di natura calcarea.

I ciottoli sono inglobati in una matrice sabbioso-limosa a cemento calcareo; il grado di cementazione è variabile e sviluppato soprattutto dove il deposito è esposto all'aria ed alla circolazione idrica sotterranea e superficiale. Il conglomerato, nella maggior parte dei casi, presenta stratificazione poco distinta con fratture di piccola entità irregolarmente distribuite. Talora, come ad esempio sulla destra del Brembo all'altezza di Marne, si notano tracce di stratificazione massiccia. Gli orizzonti conglomeratici a giacitura suborizzontale o leggermente immersi a sud hanno spesso la forma di lenti allungate.

#### d) *Spessore.*

L'intero spessore del Ceppo nell'area dei fogli « Milano » e « Treviglio » non è misurabile sugli affioramenti neppure in corrispondenza delle incisioni più profonde poiché la sua base non è mai esposta. Solo le perforazioni forniscono indicazioni in proposito. Lo spessore massimo finora noto per l'area del foglio « Milano » è stato trovato nei pozzi di Triuggio e Ronco Briantino rispettivamente con 54 e 60 m. Più a sud lo spessore si va rapidamente riducendo. Alla altezza della linea Lainate-Paderno Dugnano-Caponago è ridotto a lembi sottili e discontinui; le sue propaggini meridionali si incontrano nella zona di Gessate alla profondità di 13-15 m sotto la copertura del Diluvium antico. Sul foglio « Treviglio » affiora per uno spessore di circa 60 m tra Tagliano e Credaro sul fiume Oglio, circa 40 m a Trezzo sull'Adda, circa 10 m a Vaprio.

#### 6) *m<sup>1</sup>, mM* — Morene del Mindel.

Per il foglio « Milano » la maggior parte dei vecchi Autori non riconobbero il morenico e il fluvioglaciale antico. T. TARAMELLI nel 1870 trattò del « ferretto » della Brianza interpretandolo come un sedimento marino; F. SACCO nel 1892 nel suo foglio « Milano » comprese sia le morene, sia i depositi fluvioglaciali sotto il nome di Diluvium 1°. Sulla carta geologico-agraria della provincia di Milano A. DESIO nel 1938 distinse le morene prewurmiene ferrettizzate sviluppate da Triuggio-Lesmo fino oltre Camparada che considerò strettamente associate al Diluvium antico equivalente al Mindeliano. Più tardi (1941) A. RIVA attribuì al Mindel tali morene. Per quanto riguarda il foglio « Treviglio » nel 1893 F. SACCO indicò semplicemente col nome di « Diluvio-morenico » depositi della zona di Zocco di sopra a nord del M. Orfano. La loro natura morenica e la loro età mindeliana fu precisata da CACCIAMALI nel 1907 e più tardi da O. VECCHIA (1954-1955).

#### a) *Area di affioramento.*

Le morene del Mindel si sviluppano nella parte nord-orientale del foglio « Milano » e costituiscono un ampio cordone di colline disposte ad arco da Triuggio attraverso le valli Cantalupo e Pegorino sino a Lesmo e al Dosso di Velate. All'interno dell'arco (Correzzana e Campo Fiorenzo) costituiscono piatti dossi arrotondati distribuiti più o meno regolarmente. La composizione del cordone morenico è esposta presso la Villa Belvedere, tra Lesmo e Camparada. Probabilmente la collina di Villa Visconti, sulla destra del Lambro, è pure una morena del Mindel. Nel foglio « Treviglio » affiorano limitatamente nella zona di Zocco di sopra.

#### b) *Configurazione morfologica.*

Il territorio occupato dalle morene del Mindel ha caratteri morfologici nettamente distinti da quelli delle aree circostanti. Dalla pianura ghiaiosa e dai pianalti ferrettizzati si passa improvvisamente ad un paesaggio tipico di bassa collina. Al colle di Villa Visconti, isolato sulla destra del Lambro,

fa seguito immediatamente a nord-est il primo arco collinare Triuggio-Lesmo-Camparada-Dosso di Velate. La sua continuità è solo interrotta presso Canonica dalle incisioni dei torrenti Pegorino e Cantalupo.

All'interno di questo primo arco collinare si sviluppa un'ampia conca valliva che va dai dintorni di Zaccone Franco verso la località California e rimane limitata a nord dalle alture di Villa del Sacro Cuore e Correzzana, probabili resti di un secondo arco morenico più interno.

### c) *Caratteri litologici.*

La composizione litologica delle morene del Mindel è esposta soprattutto presso Villa Belvedere. Si tratta di un deposito formato essenzialmente da clastici inglobati caoticamente in una matrice argillosa. La natura dei clastici è spesso difficilmente riconoscibile per la loro profonda alterazione. Si tratta comunque di calcari e calcari dolomitici, dolomie, selci, quarziti, gneiss, micascisti, rocce granitoidi, rocce di origine vulcanica quali porfidi e porfiriti. I calcari ed i calcari dolomitici sono riferibili alle formazioni del Trias medio-superiore tanto diffuse nel bacino lariano, le dolomie hanno affinità notevole con quelle della «Dolomia principale», le selci si ritrovano con caratteri analoghi soprattutto nei sedimenti del Malm costituenti una facies pressoché continua nella zona prealpina lombarda; gneiss e micascisti probabilmente derivano in gran parte dal Cristallino della « Serie dei Laghi », le vulcaniti si possono far derivare soprattutto dalla Valsassina e dalla Valganna.

L'alterazione dei ciottoli è stata prodotta da fenomeni di ossidazione, decalcificazione ed argillificazione. Le rocce carbonatiche sono ridotte a masse porose, quelle metamorfiche ed endogene ad impasti sabbiosi assai friabili; solo le selci e le quarziti mantengono quasi invariati i loro caratteri litologici.

Il grado di alterazione dei ciottoli diminuisce con la profondità. Le dimensioni sono molto variabili; i ciottoli con diametro massimo di 1-3 cm sono mescolati caoticamente a blocchi del diametro di 50-60 cm. Hanno forma poliedrica con spigoli smussati; talora il grado di arrotondamento è abbastanza elevato.

La matrice che li ingloba è di natura prevalentemente argillosa con un contenuto di  $Fe_2 O_3$  del 10-11 % che determina una colorazione rosso-mattone con tonalità rosso-cupa o giallastra. Tutto il deposito è ricoperto da uno strato di alterazione noto con il nome di « ferretto »; si tratta di una sostanza argillosa di tipo caolinico, impura, plastica, di colore variabile dal giallo-chiaro al rosso-mattone. Il suo spessore è variabile da luogo a luogo. A Villa Belvedere raggiunge i 2 m, a Triuggio non è inferiore a 3 m, in località Osteria della Cappelletta (a nord di Camparada) non supera 2,30 m. All'esterno del cordone collinare Triuggio-Lesmo-Camparada-Dosso di Velate i depositi morenici del Mindel si innestano ai depositi del Diluvium antico. Questo passaggio è particolarmente evidente nella zona Lesmo-Camparada ove alla collina si attacca un esteso pianalto ferrettizzato degradante verso sud fino ad Arcore. Sempre nella zona di Villa Belvedere alle morene mindeliane si sovrappone una sottile coltre di *loess*.

### d) *Spessore.*

La potenza della morena mindeliana varia in relazione alla sua configurazione morfologica ed alla configurazione del substrato.

In perforazione essa è stata accertata per 40 m circa nei dintorni di Lesmo, per 45 m nei dintorni di Correzzana.

### 7) $q^1$ , fgM — Diluvium antico (*Fluvioglaciale mindeliano*).

Col nome di Diluvium antico vengono indicati i depositi alluvionali costituenti i ripiani altimetricamente più elevati, ripiani che nell'area Lesmo-Camparada si innestano nella cerchia morenica mindeliana. I depositi del Diluvium antico sono noti da tempo per quanto dai vari Autori siano indicati con nomi diversi.

S. BREISLAK nel 1882 parlò genericamente di « ferretto » riprendendo un termine di uso comune tra gli abitanti della regione. Sia STOPPANI (1880), sia T. TARAMELLI (1877) impiegarono questo termine, ed il secondo se ne occupò in una memoria di cui è stato già detto a pag. 9. F. SACCO nel 1892 introdusse la denominazione di Diluvium 1°. Nel 1895 A. STELLA usò il nome Diluvium inferiore o antico per gli altipiani più intensamente ferrettizzati della Valle del Po. A. PENCK e E. BRUCKNER (1909) usarono la deno-

minazione di « Ferrettoflächen » e riferirono al Mindel i depositi alluvionali corrispondenti. A. DESIO nel 1938 impiegò il termine di Diluvium antico considerandolo strettamente legato alla glaciazione del Mindel. Più tardi (1914-1957) A. RIVA per i depositi alluvionali del Diluvium antico tornò al vecchio termine di « ferretto » e confermò con nuovi dati il loro riferimento alla glaciazione del Mindel. Successivamente S. VENZO riprese il termine di Diluvium antico (1948-1955).

#### a) *Area di affioramento.*

Il Diluvium antico si estende nella parte settentrionale dei fogli « Milano » e « Treviglio »: forma estesi pianalti prevalentemente allungati in direzione nord-sud e separati tra loro da aree più depresse colmate da depositi più recenti. Procedendo da ovest verso est forma una prima lunga penisola che dalle zone di Barlassina e Misinto si estende verso sud sino ad Ospiate. Costituisce poi le « groane », compare a Meda occupando un'area piuttosto ristretta su cui sorge la parte alta del paese.

Il Diluvium antico ha largo sviluppo tra Albiate e Mezzago. Compare infatti sulla destra e sulla sinistra del Lambro tra Albiate e Canonica Lambro; a sud di Lesmo e Camparada l'area da esso occupata ha la forma di un triangolo il cui vertice, rivolto verso sud, arriva sino ad Arcore. L'area diluviale ora descritta è separata dai torrenti Molgoretta e Molgora dai lembi di Villa Dal Verme e Ronco Briantino-Carnate. Forma inoltre le alture di Cascina Cazzù e Bernareggio, l'estesa area Verderio-Villa Fornaci-Trezzo sull'Adda, il pianalto Suisio-Chignolo d'Isola.

Il Diluvium antico si appoggia direttamente alle formazioni mesozoiche tra Chiuduno e Capriolo. Costituisce infine un esteso pianalto, isolato nella pianura diluviale recente a nord-est di Romanengo.

#### b) *Configurazione morfologica.*

I tratti morfologici essenziali dei pianalti del Diluvium antico sono i seguenti: elevata posizione altimetrica, leggera immersione a sud, leggere ondulazioni superficiali. La posizione altimetrica è il carattere preminente; quei pianalti costituiscono aree nettamente sopraelevate rispetto al Diluvium medio e soprattutto rispetto al livello principale della pianura (Dilu-

vium recente) e agli alvei dei corsi d'acqua attuali. Il passaggio dagli uni agli altri è contrassegnato da scarpate morfologiche tanto meno ripide ed elevate quanto più ci si sposta da nord verso sud. Nell'area delle « groane » il dislivello tra il Diluvium antico ed il Diluvium recente passa dai 14-16 m di Misinto-Cogliate-Barlassina ai 5-7 m di Garbagnate; verso Ospiate i due orizzonti terrazzati si vanno raccordando gradualmente l'uno all'altro lungo un piano leggermente inclinato. Il pianalto a nord della linea Arcore-Usmate è sempre nettamente delimitato rispetto al livello fondamentale della pianura da una ripida scarpata morfologica; anche qui però il dislivello decresce verso sud da valori massimi di 20-25 m a valori aggiranti sui 10 m. Un gradino di 15-16 m limita il pianalto Verderio-Trezzo-Villa Fornaci dal Diluvium recente nella zona di Sulbiate-Aicurzio; di circa 10 m nella zona di Trezzo, il salto si riduce a circa 7 m a Ornago, 4-5 m a Basiano-Masate, a 1-2 m verso Cambiagio. I due orizzonti si innestano l'uno all'altro attraverso una scarpata a tenue pendenza alta 1-1,5 m appena a nord di Villa Fornaci. I pianalti ferrettizzati hanno una pendenza maggiore del livello principale della pianura, cosicché si raccordano a poco a poco con questo. La superficie presenta leggere ondulazioni dovute probabilmente al lavoro delle acque superficiali. Tali ondulazioni sono evidenti soprattutto nelle « groane », sul pianalto Arcore-Camparada-Usmate, nei dintorni di Trezzo sull'Adda.

#### c) *Caratteri litologici.*

Il Diluvium antico consiste in un deposito di origine fluvio-glaciale profondamente alterato nella sua parte superiore. I processi di alterazione sono analoghi a quelli descritti per le morene del Mindel. In questo caso però è possibile osservare i caratteri dello strato di alterazione su più vasta area. Esso mostra una colorazione tanto più rossa quanto più la sottostante ghiaia è ricca di ciottoli calcarei. L'intensità della colorazione perciò tende ad aumentare da ponente a levante in quanto è in questa direzione che i ciottoli di calcare diventano più abbondanti. Inoltre lo strato di alterazione non è generalmente omogeneo. La mancanza di omogeneità è causata dalla presenza frequente di ciottoli ridotti a masse scheletriche, irricognoscibili e dall'opera delle acque di infiltrazione che durante il lungo periodo di « fer-

rettizzazione » hanno dilavato e rimaneggiato l'argilla eluviale che si andava via via formando. Lo spessore di « ferretto » del Diluvium antico è più uniforme di quello delle morene mindeliane e va da 1,50 a 2,50 m.

Dallo strato superficiale di puro « ferretto » si passa gradualmente verso il basso a ghiaie alterate fino a ghiaie del tutto o quasi inalterate. In queste si trovano i tipi litologici già segnalati nelle morene mindeliane. I ciottoli però hanno forma arrotondata ed il diametro più comune è inferiore a 10 cm. Sono caratterizzati da un grado di selezione elevato e tendono a disporsi in letti suborizzontali o molto leggermente inclinati. La matrice in cui sono compresi è prevalentemente sabbioso-argillosa; le sabbie e le argille formano non di frequente lenti di circa 1 m di spessore massimo.

Sezioni particolarmente significative si possono vedere nei dintorni di Arcore, Carnate, Usmate, Cavenago, Trezzo.

Ai bordi della strada Arcore-Camparada, immediatamente a monte del cavalcavia ferroviario di Cascina Misurato, a partire dal piano di campagna si osserva la successione seguente:

5 — Terreno agrario (20-30 cm);

4 — Argilla limosa giallo-rossiccia, a grana molto fine, piuttosto omogenea, molto plastica (20-40 cm);

3 — Argilla limosa rosso-chiara, meno omogenea della precedente, a grana leggermente più grossolana (1 m);

2 — Argilla limosa color rosso mattone, con nuclei color terra d'ombra, assai poco omogenea e con basso grado di plasticità. Ciottoli completamente decomposti, ridotti a masse scheletriche, sono inglobati con una certa diffusione nella massa argillosa (2-2,25 m);

1 — Ghiaie ad elementi sensibilmente alterati, di cui tuttavia è possibile definire la natura: si tratta in gran parte di gneiss micacei, gneiss minuti, micascisti, selci, quarziti, molto più scarsi graniti, calcari ed arenarie. I ciottoli hanno forma arrotondata e sono immersi in una matrice argillosa con abbondanti lamine di mica, a colorazione rossiccia. Di questo livello non è osservabile la parte basale.

In località Fornace Cuisana, tra Ronco Briantino e Carnate, a partire dal piano di campagna si trova la seguente successione:

3 — Terreno agrario (20 cm);

2 — Argilla limosa, plastica ed omogenea, giallo-rossiccia, con rare chiazze e punteggiature di tinta rosso-cupa. Rari ciottoli completamente decomposti. Lo spessore di questo livello è di 2,20-2,30 m; talora raggiunge 4 m;

1 — Argilla ocrea con ciottoli di gneiss, filladi, micascisti, granodioriti, selci, quarziti e calcari particolarmente abbondanti, più o meno alterati; quelli di natura silicea sono sensibilmente più freschi. Non si osserva la parte basale.

A NE di Usmate, in località Villa Dal Verme, affiora la seguente sezione;

4 — Terreno agrario (30 cm);

3 — Argilla limosa giallino-rossiccia a grana molto fine, piuttosto omogenea ed assai plastica (1 m);

2 — Argilla limosa rossiccia con chiazze rosso-brune; inglobati nella massa argillosa si osservano ciottoli completamente alterati, di cui è impossibile definire la natura (1 m);

1 — Ghiaie ad elementi sensibilmente alterati di natura irricognoscibile che si frantumano con facilità. I ciottoli sono immersi in una abbondante massa argilloso-ocrea eterogenea. L'alterazione dei ciottoli diminuisce con la profondità; la base non è osservabile.

In località Fornace Radaelli, ad ovest di Trezzo sull'Adda, alla cava ubicata a nord della strada per Busnago, si osserva la seguente successione (dall'alto):

3 — Terreno agrario (0,50 m);

2 — Argilla limosa rossastra, a tonalità rosso-bruna e talora patina superficiale più chiara (2,50 m);

1 — Argilla rossastra con inglobati ciottoli completamente decomposti, ridotti a masse scheletriche. Tale orizzonte affiora per uno spessore di 1,5 m.

Una sezione attraverso il pianalto di Romanengo è osservabile in località C.na Motta, a nord di Ticengo. Una argilla di colore da rosso-bruno a rosso-giallo, omogenea e plastica, osservabile su di uno spessore di 3-4 m, ricopre sabbie quarzose grigio-giallastre.

Il contatto tra il Diluvium antico ed il Ceppo è sempre piuttosto netto e si adegua alle irregolarità della superficie del Ceppo. La notevole rotondità dei ciottoli, l'elevato grado di selezione, la giacitura suborizzontale della stratificazione e la disposizione lenticolare delle sabbie e delle argille non lascia dubbi sull'origine fluviale del Diluvium antico. La sua deposizione più che a veri e propri corsi d'acqua sembra sia da attribuire alle fiamme degli antichi scaricatori glaciali che rimaneggiavano il materiale morenico disperdendolo su vaste aree all'esterno degli antichi anfiteatri.

I pianalti diluviali antichi, come si è accennato, si immergono sotto ai depositi più recenti che li circondano.

I vecchi Autori (B. CORTI, F. SACCO, E. MARIANI) hanno tentato di distinguere i vari depositi diluviali anche nel sottosuolo della città di Milano, ma le loro interpretazioni sono piuttosto controverse ed in parte arbitrarie.

#### d) *Spessore.*

Lo spessore del Diluvium antico è direttamente controllabile solo dove affiora il substrato conglomeratico. All'inizio di Valle Cantalupo è di 20 m circa, nella zona di Sovico si aggira sui 21 m, sui 15 m nella zona Velate-Usmate. Le perforazioni danno ulteriori indicazioni, per quanto più imprecise. Tra Macherio e Biassono si è riscontrata una potenza di circa 35 m, nella zona Misinto-Birago è stata accertata una potenza di 25 m, di 49 m a Bellusco, 14 m a Masate, circa 12 m a Gessate presso l'unghia terminale del terrazzo.

Le variazioni di spessore dipendono da vari fattori quali erosione, grado di cementazione, diversità di accumulo originario. È logico tuttavia pensare che soprattutto in conseguenza delle modalità di accumulo lo spessore del

Diluvium antico sia più notevole nell'area d'innesto con le cerchie moreniche e vada gradualmente diminuendo via via che ci si allontana dalle stesse.

#### 8) **mR** — Morene del Riss.

Morene rissiane nel foglio « Treviglio » sono state segnalate da O. VECCHIA nel 1954 in una zona in cui SACCO aveva segnato nel 1893 « Terreno morenico », non meglio precisato, e CACCIAMALI nel 1907 aveva distinto depositi morenici gunziani, mindeliani e rissiani.

#### a) *Area di affioramento.*

I depositi morenici rissiani sono localizzati nell'angolo di nord-est del foglio « Treviglio », tra le località di Credaro, Castello di Paratico e Fosio.

#### b) *Configurazione morfologica.*

Costituiscono il Colle di Castel Montecchio sulla destra del fiume Oglio, i dossi collinari di q. 224 m, q. 258 m (località Breduzzole-Boriotti) ed in parte del Castello di Paratico, sulla sinistra dell'Oglio. Sono i resti di un'unica cerchia morenica sezionata in più punti dalle valli fluviali di C.na Buncine, di S. Pietro e dell'Oglio.

#### c) *Caratteri litologici.*

Si tratta di un deposito formato da clastici grossolani inglobati caoticamente in una matrice argilloso-limosa. I ciottoli, prevalentemente di natura calcarea, sono molto alterati. I prodotti dell'alterazione di colore giallorossiccio ricoprono in modo discontinuo il deposito. La limitatezza dell'affioramento non consente ulteriori precisazioni.

#### d) *Spessore.*

Mancano elementi per valutare lo spessore del deposito morenico rissiano.

#### 9) **q<sup>2</sup>, fgR** — Diluvium medio (*Fluvioglaciale rissiano I*).

Col nome di Diluvium medio si indicano i terreni costituenti quei ripiani terrazzati che occupano una posizione altimetricamente intermedia tra quella

del Diluvium antico e il livello principale della pianura. Spesso illustrato unitamente al Diluvium antico è stato separato cartograficamente dal SACCO nel 1892 con il nome di Diluvium 2°: la sua area di distribuzione però si discosta sensibilmente da quella indicata nella prima edizione del foglio « Milano ». Nel 1895 A. STELLA usò il termine di Diluvium medio. Nel 1909 A. PENCK e E. BRUECKNER chiamarono « Hochterrassenschotter » i pianalti immediatamente sottostanti alle più elevate superfici ferrettizzate. Il termine di Diluvium medio fu ripreso più tardi da A. DESIO (1938) nella descrizione geologica della provincia di Milano considerandolo equivalente alla glaciazione rissiana. Da ultimo A. RIVA (1957) cercò di documentare la corrispondenza tra cerchie moreniche rissiane e Diluvium medio nella zona compresa tra i fiumi Adda e Olona.

#### a) *Area di affioramento.*

Le aree di affioramento del Diluvium medio stanno nella parte settentrionale del foglio « Milano » e costituiscono estese spianate che si allungano da nord a sud assottigliandosi a meridione. La loro configurazione può essere paragonata a quella di vere e proprie penisole sopraelevate rispetto al livello principale della pianura, collegate a nord con le maggiori cerchie moreniche esterne. Sovente i depositi del Diluvium medio si appoggiano ai lati dei più alti terrazzi del Diluvium antico formando un gradino intermedio tra questi ed il Diluvium recente.

Procedendo da ovest verso est, il Diluvium medio occupa un'area di forma triangolare tra Cislago, Stazione di Rovellasca e Origgio. Si appoggia poi al bordo occidentale delle « groane » da Misinto-Rovellasca fino ad Ospiate, in località Cascina Radio.

Un altro lembo di Diluvium medio compare sul lato orientale delle « groane » nella zona di Barlassina ed ad occidente di Meda. Il Diluvium medio è poi particolarmente sviluppato nell'angolo nord-est del foglio limitatamente all'area Albiate-Monza-Aicurzio-Gessate.

#### b) *Configurazione morfologica.*

I tratti morfologici essenziali dei ripiani terrazzati del Diluvium medio sono i seguenti: configurazione superficiale piuttosto piatta e uniforme.

leggera pendenza verso sud, posizione altimetrica tra i pianalti del Diluvium antico e il livello principale della pianura (Diluvium recente). Sono separati dall'uno e dall'altro nella maggior parte dei casi da una scarpata morfologica ripida soprattutto nell'area settentrionale. Si osservano ad esempio gradini di 5-6 m nei dintorni di Gerenzano, Rovello Porro, Albiate, Villanova, Oreno. Il passaggio dai pianalti del Diluvium medio a quelli del Diluvium antico e del Diluvium recente si realizza spesso attraverso un piano inclinato talora appena percettibile, soprattutto in corrispondenza dei lembi meridionali, come nel caso della lingua di Diluvium medio che si spinge sino a Monza.

Pure l'isola di Diluvium medio affiorante a Velasca attraverso Oreno e Concorrezzo sino a Cascina Bastoni è limitata, sul lato occidentale, da un piano inclinato appena percettibile nella porzione meridionale. Così pure la brusca scarpata morfologica che limita il Diluvium antico dal Diluvium medio a Verderio, Bellusco e Ornago, già a Cavenago di Brianza è così bassa e tenue da essere poi praticamente inavvertibile nell'area di Gessate. La superficie del Diluvium medio è piatta e uniforme in contrasto con quella dei pianalti più antichi sempre leggermente ondulata. Rispetto a quelli, inoltre, si immerge a sud con una pendenza leggermente inferiore, ma superiore a quella del livello principale della pianura.

Si segnalano ad esempio le piatte penisole di Cislago-Origgio-Rovello Porro, di Albiate-Monza, di Cogliate-Misinto-Ospiate, ed ancora i lembi dell'area di Oreno, Concorrezzo, Villa Fornaci, Bernareggio, originariamente formanti un ripiano continuo, ora invece separati da valli più o meno estese colmate da depositi più recenti.

#### c) *Caratteri litologici.*

Il Diluvium medio è un deposito di natura essenzialmente ghiaiosa. Si tratta di ghiaie di origine fluvioglaciale coperte da uno strato superficiale di natura limoso-argilloso (*loess*). Il contatto tra questo e le ghiaie sottostanti è brusco e talora di tipo erosionale.

Le ghiaie sono formate soprattutto da ciottoli di rocce cristalline: prevalgono graniti, dioriti, porfidi quarziferi, porfiriti, gneiss micacei, quarziti; meno frequenti le filladi ed i micascisti; molto scarsi i calcari. Per quel che



riguarda la loro provenienza, si tratta soprattutto dei massicci intrusivi dell'Alto Lario, della Valtellina, dell'Adamello, delle rocce metamorfiche del basamento cristallino, delle vulcaniti del Lago di Lugano e della Valsassina. Per quanto riguarda i calcari, sempre poco frequenti, non si sono osservati sicuri caratteri diagnostici.

I ciottoli sono inclusi in una matrice argilloso-sabbiosa. L'argilla, che conferisce talora al deposito una colorazione giallo-marroncina, è stata probabilmente trasportata dalla superficie fino a notevole profondità dalle acque di percolazione. I ciottoli, molto arrotondati, hanno dimensioni varie, ma inferiori a quelle del Diluvium antico; il loro diametro supera raramente i 10 cm.

Lo strato superficiale è costituito da limi argillosi, notevolmente omogenei e ad elevato grado di assortimento. Il loro spessore si aggira nella maggior parte dei casi attorno al metro; non mancano però accumuli più potenti dovuti alle acque di dilavamento specialmente dove i terrazzi si addossano alle scarpate di quelli più antichi. Il passaggio dallo strato superficiale alle ghiaie pressoché inalterate è più rapido che nel Diluvium antico (20-30 cm). Di frequente l'alterazione dei ciottoli interessa solo la loro parte più esterna.

I depositi del Diluvium medio si immergono sotto quelli del Diluvium recente nelle zone Cislago-Origgio-Saronno, Rovellasca-Arese, Albiate-Monza, Concorrezzo-Vimercate-Aicurzio-Gessate, sotto quelli dell'Alluvium nelle zone di Rovello Porro, Meda-Scveso-Barlassina.

Buone sezioni attraverso il Diluvium medio si osservano nei dintorni di Biassono, Villanova, Arese, Vimercate, Saronno.

A Biassono nella cava per argille da laterizi situata di fronte al Cimitero, a lato della strada per Bareggio, il profilo è il seguente a partire dal piano di campagna:

4 — Terreno agrario, 20 cm;

3 — Limi argillosi marroncino-rossicci, assai omogenei e ad elevato grado di plasticità, contenenti alla base rari ciottoli completamente decomposti, 1 m;

2 — Ghiaie sabbiose ad elevato contenuto di argilla; i ciottoli sono sensibilmente alterati, 20 cm;

1 — Ghiaie sabbiose con argilla dovuta alle acque di percolazione soprattutto nella parte più alta; prevalgono ciottoli, pressoché inalterati di granito, diorite, gneiss porfidi, porfiriti, molto più rare le filladi, assai scarsi i calcari. I ciottoli molto arrotondati hanno un diametro massimo di 7-8 cm. Nella parte sabbiosa quarzo, biotite e muscovite in notevole percentuale (70%), per il resto si trovano feldspati, anfiboli, olivina.

A Villanova, all'ingresso orientale del paese si osserva la serie seguente, sempre a partire dal piano di campagna:

3 — Terreno agrario, 30-40 cm;

2 — Limo argilloso giallino-rossiccio con punteggiature rosso scure di ossido di Fe; è abbastanza plastico e ingloba rari ciottoli sensibilmente alterati (80-90 cm);

1 — Ghiaie sabbioso-argillose; l'argilla è stata trascinata verso il basso dalle acque di percolazione e conferisce soprattutto alla parte superiore dell'orizzonte una colorazione giallino-rossiccia. I ciottoli sono leggermente alterati in corrispondenza del tetto del deposito; l'alterazione interessa un sottile strato esterno; il loro nucleo è pressoché fresco. Prevalgono, graniti, granodioriti, gneiss vari, quarziti, porfidi, in ciottoli arrotondati con diametro medio di 4-5 cm. Il livello affiora per uno spessore di 1-1,20 m.

A Vimercate, lungo la strada per Bernareggio, all'altezza del cimitero, è visibile la seguente sezione:

3 — Terreno agrario (30-40 cm);

2 — Limo argilloso giallino-rossiccio, plastico e omogeneo; spessore circa 1 m;

1 — Argilla sabbiosa grigio-giallastra con rari ciottoli variamente alterati o addirittura freschi, di natura varia: granodioriti, dioriti, gabbri,

porfiriti, quarziti, micascisti, gneiss micacei, meno frequenti calcari ed arenarie. Soprattutto nella parte più alta del livello l'argilla trascinata dagli orizzonti immediatamente sovrastanti ha funzione legante tra i ciottoli. La potenza dell'affioramento è di 2-2,20 m.

A Saronno e Arese nei vari spaccati naturali, le caratteristiche del Diluvium medio si mantengono pressoché uguali a quelle di Biassono, Villanova, Vimercate. Varia soltanto la potenza della coltre limoso-argillosa e si nota una percentuale leggermente più bassa di ciottoli calcarei. Nell'area di Rovello Porro lo strato superficiale raggiunge uno spessore di 2 m, mentre non supera il metro nell'area di Rovellasca-Pertusella. Ad Arese è stata rilevata la seguente sezione:

4 — Terreno agrario (50 cm);

3 — Limo argilloso rossiccio, untuoso al tatto, assai plastico (1,20 m);

2 — Sabbia argillosa grigio-rossastra; probabilmente costituisce un livello ad andamento lenticolare (70 cm);

1 — Ghiaie grigio-rossicce ad elementi di natura cristallina prevalente (porfidi, porfiriti, graniti, micascisti e gneiss) mediamente affioranti per uno spessore di 2,10 m.

d) *Spessore.*

Lo spessore del Diluvium medio può essere determinato solo con le perforazioni poiché non affiora la sua base. Essa peraltro o sposa le irregolarità del sottostante conglomerato poligenico, o si appoggia ai depositi per vari aspetti simili del Diluvium antico.

Dati sufficientemente attendibili provengono solo da pozzi perforati a Macherio, Vimercate, Saronno, Cavenago Brianza: in questi casi il Ceppo è presente sotto il Diluvium medio e permette di conseguenza di delimitare quest'ultimo con sicurezza. Gli spessori segnalati sono i seguenti: 37 m a Macherio, 14-17 m a nord di Vimercate, 40 m nei pressi di Saronno, 10 m a

Cavenago. I dati a disposizione tuttavia non sono sufficienti per ricostruire l'esatta distribuzione in senso verticale ed orizzontale del deposito. Al di fuori delle aree di affioramento il Diluvium medio si sviluppa al di sotto del Diluvium recente; i vecchi Autori lo segnalano anche nel sottosuolo di Milano. I criteri di definizione da essi usati non offrono però garanzie di sicurezza.

10) q<sup>3</sup>, fgWR — Diluvium recente (*Fluvioglaciale rissiano II-nürmiano*).

Sotto il nome di Diluvium recente vengono compresi quei depositi di natura ghiaioso-sabbioso-argillosa che costituiscono il livello principale della pianura su cui poggia anche la città di Milano.

Descritti da S. BREISLAK nel 1822, da T. TARAMELLI nel 1876 furono rappresentati schematicamente nella sua carta geologica al 450.000 come «alluvioni di risultiva del basso piano (Glaciale recente)». Più tardi F. SACCO nella prima edizione dei fogli «Milano» e «Treviglio» rappresentò in modo sensibilmente diverso dalla carta attuale i depositi del Diluvium recente, da lui compresi sotto la denominazione di «Terrazziano».

A. PENCK e E. BRUECKNER (1909) denominarono i depositi suddetti «Niedere Terrassenschotter». A. DESIO (1938) riprese per gli stessi il termine di Diluvium recente considerandoli coevi della glaciazione del Würm; la stessa interpretazione fu mantenuta da A. RIVA (1941-1957). S. VENZO nel 1948 illustrando l'anfiteatro morenico dell'Adda ritenne i depositi del Diluvium recente di origine fluvioglaciale e li riferì al singlaciale Riss II-I; più tardi (1955) ne limitò la datazione alla fase di espansione (fase anaglaciale) del Riss II.

a) *Area di affioramento.*

Il Diluvium recente occupa gran parte dei fogli «Milano» e «Treviglio». Nella parte settentrionale è limitato alle fasce altimetricamente più basse comprese tra i pianalti del Diluvium antico e medio. Nella parte centro-meridionale costituisce tutta l'estesa ed uniforme pianura ad eccezione delle strette fasce alluvionali e di Diluvium tardivo che si accompagnano ai corsi d'acqua del Ticino, dell'Olona, del Lambro, del Seveso, dell'Adda, del Brembo, del Serio, del Cherio e dell'Oglio.

b) *Configurazione morfologica.*

La morfologia del Diluvium recente è molto uniforme; si tratta infatti di una pianura che si insinua a nord tra i lembi diluviali più antichi, mantenendosi ad una quota sensibilmente inferiore. È evidente in quest'area come la distribuzione delle ghiaie del Diluvium recente contrassegni l'alveo di antichi corsi d'acqua incisi nei pianalti più elevati. A sud degli affioramenti di Diluvium medio e antico la pianura del Diluvium recente si sviluppa uniformemente ed è interrotta soltanto dagli alvei degli attuali corsi di acqua, Ticino, Olona, Lambro, Adda, Brembo, Serio, Cherio e Oglio fiancheggiati da più ordini di terrazzi.

c) *Caratteri litologici.*

La natura del Diluvium recente è meno uniforme di quella del Diluvium medio e antico; essa è quasi costantemente caratterizzata dalla presenza di uno strato superiore di alterazione di 25-70 cm di spessore. Questo strato di alterazione di natura essenzialmente argilloso-sabbiosa non è sempre conservato; l'aratura dei campi lo ha quasi sempre rimaneggiato mescolandolo con la coltre superiore di « humus » e non di rado con le sottostanti ghiaie e sabbie. Anche dove lo strato di alterazione non ha subito tale rimaneggiamento la vegetazione spontanea ha sensibilmente trasformato la parte superiore del deposito, che ha assunto perciò una colorazione bruno-rossastra o bruno-giallastra dovuta alla presenza di acidi humici per 20-25 cm di spessore. Dove l'aratro si è affondato maggiormente non si trova più lo strato superiore di argilla ed al suo posto si vede un orizzonte, potente sino a 50 o 60 cm, di ghiaie o di sabbie rossastre, o giallastre, più o meno argillose composte da una mescolanza di elementi freschi e di elementi alterati, più scure e più humiche presso la superficie del suolo. Questo rimaneggiamento può essere ancora più profondo dove hanno avuto luogo scavi di vario genere ad opera dell'uomo, come si può vedere alla periferia dei maggiori centri abitati. Un'altra causa di modificazione della costituzione dello strato superficiale della pianura diluviale è l'irrigazione che ha determinato localmente la deposizione di limo argilloso. Le acque di dilavamento e la stessa irrigazione hanno determinato anche sulla superficie dei depositi del Diluvium recente l'aspor-

tazione dello strato di materiali di alterazione in qualche zona sopraelevata e la deposizione di questi in aree depresse. Non è raro il caso di trovare nel Diluvium recente appezzamenti di terreno ghiaioso o sabbioso privi di eluvium ed altri con eluvium sino ad un metro di spessore. Può essere utile ricordare che l'argilla accumulatasi sul fondo di lievi depressioni della pianura viene spesso utilizzata da piccole fabbriche di laterizi. Questi giacimenti di argilla, per solito assai impura, si incontrano tanto sui terreni sabbiosi quanto su quelli ghiaiosi ed hanno in generale estensione limitata (qualche chilometro quadrato) e forma lenticolare. Non si nota alcuna regola nella distribuzione delle lenti argillose poiché depressioni più o meno accentuate si formano senz'ordine sulla superficie di tutti i con di deiezione.

Per quanto riguarda la natura dei depositi del Diluvium recente, sotto lo strato di alterazione superficiale, si incontrano ghiaie, sabbie, limi e argille. Le ghiaie più o meno sabbiose prevalgono nella parte settentrionale, le sabbie, i limi e le argille in quella meridionale. Il passaggio tra un tipo e l'altro è per lo più graduale. Non sarà inutile indicare qui le principali caratteristiche dei tipi di sedimenti.

*Zona a ghiaie prevalenti.* È formata da ciottoli di dimensioni medie e grosse che si aggirano fra quelle di una testa d'uomo e quelle di una noce. I ciottoli hanno forma arrotondata con frequente tendenza verso la forma ovale. Mancano quasi del tutto elementi angolosi e, se presenti, si tratta di frammenti composti da rocce durissime e fragili, ad esempio diaspri. Le ghiaie sono nella maggior parte dei casi stratificate e la stratificazione è per lo più determinata da una successione di lenti e strati a granulometria diversa, ma composti ciascuno da elementi di dimensioni simili tra loro. Sono pure frequenti straterelli sabbiosi che si alternano con ghiaie più o meno grossolane. I ciottoli delle ghiaie sono quasi sempre mescolati con notevole quantità di sabbia, per cui più che di ghiaie si deve parlare di ghiaie sabbiose. L'argilla è pure presente molto spesso negli strati superficiali e talora si mescola con la ghiaia e la sabbia sino ad una certa profondità. Questa argilla, salvo eccezioni, è stata portata nel sottosuolo dalle acque di dilavamento e da quelle d'irrigazione.

Per quanto riguarda la natura litologica dei ciottoli, prevalgono quelli

composti da rocce intrusive, quali graniti, granodioriti e dioriti provenienti in gran parte dalle masse intrusive della Valtellina e dell'Adamello. Meno frequenti sono quelli di rocce effusive, soprattutto porfidi quarziferi, come quelli della Valganna e della Valsassina. Sono abbondanti le rocce metamorfiche, quali gneiss, gneiss ghiandolari, kinzigiti, scisti cloritico-epidotici, quarziti, micascisti, filladi, anfiboliti della cosiddetta « Serie dei Laghi ». Sono pure presenti ciottoli di arenaria provenienti in gran parte dal « Piano di Sirone » tanto esteso nella fascia collinare prealpina, ed anche di calcari, in gran parte riferibili ai calcari di Esino; le dolomie, piuttosto scarse, ricordano quelle della Dolomia Principale.

I ciottoli calcarei aumentano in percentuale da ovest verso est e dalla superficie verso il basso; ciò si osserva soprattutto nella zona nord-orientale. Accanto ai ciottoli inalterati s'incontrano abbastanza spesso ciottoli profondamente decomposti di evidente derivazione da depositi più antichi. Tali ciottoli si fanno molto abbondanti in prossimità dei ripiani del Diluvium antico e del Diluvium medio.

*Zona a sabbie prevalenti.* La regione prevalentemente sabbiosa ha una composizione sensibilmente più costante di quella ghiaiosa. Le sabbie hanno una grana uniforme anche dove possiedono composizione mineralogica diversa. La tinta varia dal grigio al giallo e nella parte superiore sono alterate come le ghiaie.

Lo strato di alterazione ha la solita composizione argillosa, ma contiene numerosi granuli di sabbia; il suo spessore è da 25 a 50 cm. Sotto lo strato di alterazione la sabbia è ancora frammista ad argilla sino ad una profondità variabile da luogo a luogo. Più sotto è formata quasi completamente da granuli di natura quarzosa, con feldspati, miche, minerali pesanti e con frammenti calcarei subordinati.

Le sabbie sotto la superficie freatica vanno soggette ad una lavatura ad opera delle falde acquifere in movimento per cui si presentano prive o assai povere di argilla. Queste sabbie sono note comunemente col nome di « sabbie vive ». Nei dintorni di Morimondo, Zibido S. Giacomo, Melegnano, Mediglia, Paullo, Villavesco esistono intercalazioni di straterelli argillosi o ghiaiosi.

*Zona a limi e argille.* Nella parte meridionale del foglio i depositi del Diluvium recente sono composti da sedimenti pelitici nei quali talora si trovano argille a colorazione grigio-giallastra e giacitura lenticolare. Lenti di questo genere associate spesso a torbe affiorano in superficie intorno a Gaggiano, Gambaredo, Vizzolo Casalmiocco, tra Crema e Trescore Cremasco.

*Fossili.* Nel Diluvium recente sono stati trovati qua e là resti di mammiferi fossili di clima freddo; E. MARIANI segnalò infatti frammenti di molari, di zanne e di femore di *Elephas primigenius* BLUM trovati nel sottosuolo di Milano (zona di Porta Ticinese e Porta Vittoria) a 3-6 m di profondità. Nella zona di Masate (Vaprio d'Adda) sono stati trovati resti di bovini aventi lo stesso significato climatico.

#### d) Spessore.

L'esatta delimitazione dello spessore del Diluvium recente è possibile solo in perforazione ove le ghiaie si appoggiano direttamente su livelli ben identificabili, il Ceppo, le argille superficiali del Diluvium antico e medio, le argille fluvio-lacustri del Villafranchiano. Nella zona a ghiaie prevalenti lo spessore della coltre diluviale recente varia sensibilmente. Nel foglio « Milano » ad Arcore, ad esempio, si è misurato uno spessore di soli 5-13 m, a Brugherio tale spessore è già di 35-48 m, a Seveso di aggira sui 20 m, più all'interno della pianura ghiaiosa, verso Seregno, esso è già di 44-60 m. Appena a nord di Milano, all'altezza di Ospiate-Sesto S. Giovanni, le ghiaie si incontrano fino alla profondità di 35-40 m; così pure nel sottosuolo di Milano. Nel foglio « Treviglio » si è misurato uno spessore di 20 m a Vaprio, di 20 m a Spirano, di 33 m a Brignano Gera d'Adda, di 30 m a Malpaga.

Più a sud, nelle zone a sabbie e argille prevalenti, riesce praticamente impossibile con i dati delle perforazioni separare il Diluvium recente dalle formazioni più antiche.

#### 11) mW — Morene del Würm.

Morene würmiane nel foglio « Treviglio » sono segnalate da CACCIALMARI nel 1907 e VECCHIA nel 1954 in una zona in cui SACCO aveva segnato nel 1893 « Terreno morenico » non meglio precisato.

Si estendono su di un'area molto limitata costituendo semplicemente il cocuzzolo quotato 326 m, a sud-est di Fosio, sulla sinistra del fiume Oglio, nell'angolo di nord-est del foglio « Treviglio ». Tali morene, secondo VECCHIA, farebbero parte della cerchia würmiana Paratico-Seranica interrotta dall'Oglio presso Fosio. Sono costituite prevalentemente da argille grigio-giallastre con inglobati ciottoli e massi prevalentemente calcarei e arenacei, inalterati. La morena è ricoperta da uno strato di alterazione di colore bruno-giallastro, accumulato ai piedi della collina quotata 236 m.

## 12) q<sup>3</sup> — Diluvium tardivo (*Fluvioglaciale würmiano*).

Col nome di Diluvium tardivo vengono indicati sul foglio « Milano » quei depositi che costituiscono un livello di terrazzi intermedio tra il livello principale della pianura e le alluvioni sviluppate al di fuori dell'alveo di piena dei corsi d'acqua attuali. In passato questi depositi venivano associati a quelli del Diluvium recente; S. VENZO (1955) li distinse sull'Adda e sul Brembo attribuendo loro un'origine fluvio-glaciale e li mise in relazione con fasi anaglaciali del Wurm. A. RIVA (1957) li descrisse con il nome di « terrazzo basso » ritenendoli formati nella « fase di esaurimento » della glaciazione würmiana.

### a) Area di affioramento.

Il Diluvium tardivo è una delle formazioni arealmente meno estese nel foglio. Affiora nella zona di Meda, sulla sinistra del T. Terro; costituisce una fascia della larghezza massima di un chilometro che si spinge a sud sempre più assottigliandosi fino all'altezza di Seveso. Un secondo lembo segue il corso del F. Olona da San Lorenzo fino a Castellazzo e ha una larghezza massima di circa 1200 metri tra Garbarola e Pogliano Milanese. Il Diluvium tardivo compare anche a Morimondo, nell'angolo nord-orientale del foglio, lungo il corso del Ticino.

### b) Configurazione morfologica.

Il Diluvium tardivo dà luogo ad aree piane sospese a lato del Diluvium recente lungo i principali corsi d'acqua. Dal Diluvium recente lo separa una scarpata morfologica più o meno rilevata: presso Meda da un'altezza massima

di circa 2 m si va gradualmente abbassando ed attenuando, cosicché all'altezza di Seveso si riduce solo ad un piano debolmente inclinato. Tra San Lorenzo e Castellazzo il dislivello si annulla gradualmente a partire da un valore di circa 3 m. A Morimondo il Diluvium tardivo si trova circa 5 m sotto il livello principale della pianura. I rapporti tra i terrazzi del Diluvium tardivo e l'Alluvium antico variano pure da luogo a luogo; presso Meda i due livelli sono separati da un debole piano inclinato, a San Lorenzo da una scarpata di circa 3 m che si attenua fino a scomparire verso Castellazzo.

### c) Caratteri litologici.

Il Diluvium tardivo è formato essenzialmente da ghiaie grigiastre di origine fluvio-glaciale. La natura dei ciottoli è varia: prevalgono graniti, granodioriti, porfidi quarziferi, porfiriti; in quantità considerevole sono pure presenti ciottoli di micascisti, quarziti, calcari dolomiti e dolomie. Le loro dimensioni variano da pochi millimetri a 10 cm circa; la forma è piuttosto arrotondata.

Nelle ghiaie sono contenute lenti di sabbia ed anche, per quanto più scarse, di argilla.

Il Diluvium tardivo ha quindi caratteristiche litologiche molto simili a quelle del Diluvium recente della regione settentrionale. Se ne differenzia, tuttavia, per l'assenza di un evidente strato di alterazione: esiste tutt'al più una coltre di humus marroncino spesso fino a 50 cm.

### d) Spessore.

È praticamente impossibile valutare con attendibilità lo spessore del Diluvium tardivo. Esso infatti poggia sempre sul Diluvium recente al quale è litologicamente molto affine, per cui anche nei sondaggi riesce difficile la separazione dei due depositi. Nelle cave che si aprono nel Diluvium tardivo dei dintorni di Nerviano si osservano ghiaie di tale livello sino alla profondità di 15 m rispetto al piano di campagna.

## 13) Alluvium.

All'Alluvium sono stati attribuiti i depositi che costituiscono gli alvei attuali dei corsi d'acqua. Sono incastrati nel livello principale della pianura

(Diluvium recente) oppure nel Diluvium tardivo, per cui si distinguono oltre che per la posizione altimetrica per la mancanza di uno strato di alterazione superficiale e per la presenza di uno straterello sottile di humus (non più di 20 cm).

Presso la scarpata dei terrazzi diluviali recenti, medi e antichi l'Alluvium è talora coperto da uno strato di argilla colluviale prodotta dal dilavamento delle argille di alterazione dei sovrastanti terrazzi.

L'Alluvium ha una composizione litologica più varia ed irregolare dei depositi più antichi. Ghiaie, sabbie e argille si succedono e spesso si sostituiscono lungo l'alveo di un corso d'acqua, per quanto in generale prevalgono ghiaie anche dove gli alvei attraversano i depositi sabbiosi del Diluvium recente. Le dimensioni dei ciottoli vanno diminuendo da monte verso valle. La loro natura litologica, per quanto varia, rassomiglia molto a quella del Diluvium recente.

L'Alluvium è infatti composto in gran parte da materiali rimaneggiati del Diluvium recente e, talora, anche del Diluvium medio e antico. Non è difficile trovare tra le ghiaie dei fiumi attuali ciottoli profondamente alterati, provenienti senza dubbio dai depositi più antichi.

L'Alluvium è stato suddiviso in Alluvium antico e Alluvium recente e attuale.

#### a<sup>1</sup> — Alluvium antico.

Forma più sistemi di terrazzi sviluppati lungo i principali fiumi. Tali terrazzi si elevano a diverse altezze sull'alveo dei corsi d'acqua; a nord di Cassano d'Adda sui fiumi Adda e Brembo è riferito all'Alluvium antico un sistema di terrazzi elevato di oltre 20 m rispetto all'alveo attuale.

Sono soprattutto ghiaie e ghiaie sabbiose a comporre i terrazzi antichi nelle parti più settentrionali dei fogli « Milano » e « Treviglio ». La natura dei clastici è estremamente eterogenea; prevalgono comunque gli elementi derivanti da rocce sedimentarie come calcari, calcari marnosi, dolomie e arenarie. Sabbie e limi sono particolarmente diffusi lungo il Lambro meridionale, sul Serio a sud di Sergnano, sull'Oglio a sud di Rudiano. I depositi dell'Alluvium antico non presentano alterazione superficiale.

#### a<sup>2</sup> — Alluvium recente e attuale.

Comprendono rispettivamente le alluvioni dell'alveo di piena dei corsi d'acqua e quelle che formano il letto normalmente occupato dalle acque. Esse sono distribuite in fasce strette lungo i principali corsi d'acqua. Si tratta essenzialmente di ghiaie e ghiaie sabbiose; la presenza di sabbie, limi e argille, in orizzonti lenticolari più o meno allungati è strettamente legata alle divagazioni dei corsi d'acqua.

### V — CENNI DI TETTONICA<sup>0</sup>

Le colline cretacee che sono incluse nell'area del foglio « Treviglio » sono interessate da un sistema di pieghe e di faglie per lo più a carattere locale.

Particolare interesse presenta la sinclinale rovesciata a sud, con asse diretto est-ovest, che si trova proprio al limite settentrionale, a contatto con il foglio « Bergamo ». Di tale sinclinale tutta la gamba settentrionale coricata si trova nel foglio « Bergamo » e solo parte del nucleo, composto da terreni appartenenti al Flysch di Bergamo, e la gamba meridionale sono compresi nel foglio « Treviglio » (L. D. PASSERI, 1965). A sud della sinclinale rovesciata passano una anticlinale con asse diretto grosso modo ONO-ESE ed altre pieghe minori: gli strati si immergono gradualmente sotto i depositi alluvionali della pianura.

Sulla collina di Capriolo gli strati presentano immersioni comprese tra ONO e NO e così pure sulla collina del Castello di Paratico. Si tratta della gamba meridionale di una sinclinale, ricoperta in gran parte da depositi quaternari, il cui asse coincide praticamente con il corso del F. Oglio in quel tratto, e la cui gamba settentrionale riemerge nell'attiguo foglio « Breno » sulla collina di Sarnico.

Nell'area del foglio si incontrano talora lembi di depositi ferrettizzati, isolati e sopraelevati in genere di qualche metro sul livello della pianura circostante, nettamente distinguibili dalle alluvioni più fresche.

La presenza di simili lembi, fu già segnalata nel 1937 da A. DESTO. In una successiva nota nel 1952 interpretò l'affioramento di questi lembi, attri-

<sup>0</sup> A cura di L. D. PASSERI.

buiti al Diluvium antico (Mindel), con un loro sollevamento durante una tardiva fase di attività orogenica, che avrebbe accentuato la curvatura delle anticlinali sepolte del substrato della pianura, spingendo in alto, in età posteriore al Mindel, i depositi continentali che si trovano in corrispondenza delle cerniere. Infatti si può constatare come a questi lembi corrispondano sempre nel substrato pieghe anticlinali e in genere allungate nella stessa direzione di quelli.

Nel foglio « Treviglio » un lembo di alluvioni ferrettizzate del Mindel compare a Romanengo. È un lembo allungato da nord a sud per circa 10 km, con una larghezza massima di poco più di 3 km, terminante a sud e a nord per graduale immersione nella pianura. Nel substrato v'è una struttura anticlinale gassifera produttiva.

## VI — GEOLOGIA APPLICATA

### 1) CAVE.

Al colle del Castello del Paratico e sulla collina di Capriolo si allineano diverse cave nell'Arenaria di Sarnico. Attualmente le cave sono abbandonate, ma attestano come in passato si estraesse in gran quantità quella roccia, conosciuta in commercio come « Pietra di Sarnico » e usata nell'edilizia. L'arenaria essendo tenera può essere lavorata facilmente, ma d'altra parte, esposta alle intemperie, si scurisce in breve tempo subendo un progressivo processo di sgretolamento che ne arrotonda gli spigoli e cancella le decorazioni superficiali. Dai livelli conglomeratici inclusi nell'« Arenaria di Sarnico » si cavano le macine per i mulini e una grossa cava abbandonata esiste nella Valle di Gandosso dove i conglomerati sono particolarmente potenti.

Le uniche cave in attività attualmente sulle colline sono situate sui terreni del Flysch di Bergamo dove vengono estratti a blocchetti il calcare arenaceo e la calcarenite, impiegati nell'edilizia con successo per la compattezza del materiale e la sua resistenza agli agenti atmosferici, come pure il calcare nocciola-chiaro inalterabile col tempo.

Il *ceppo* è usato in Lombardia come pietra di rivestimento soprattutto per esterni; tagliato in blocchi e lastre viene usato grezzo ed anche lucidato.

° A cura di G. COMIZZOLI.

Commercialmente è distinto in *ceppo rustico*, *mezzano* e *gentile* a seconda delle dimensioni dei ciottoli e della maggiore o minore omogeneità del cemento. Il *ceppo rustico* è una puddinga a matrice calcarea o calcareo-arenacea con ciottoli che raggiungono o superano i 10 cm di diametro; per riduzione delle dimensioni dei ciottoli si passa al *ceppo mezzano* ed infine al *ceppo gentile* che è una arenaria grossolana a matrice arenaceo-calcarea. Nell'ambito del foglio « Milano » attualmente non sono coltivate cave di *ceppo*; queste si trovano invece nell'area del foglio « Treviglio », lungo i corsi dell'Adda e del Brembo.

Il «ferretto» che ricopre i depositi morenici del Mindel con una coltre discontinua e di potenza variabile si presta poco a ricavare argilla da laterizi.

Nel Diluvium antico, invece, sono aperte numerose cave che sfruttano il «ferretto» per la fabbricazione di laterizi. In queste cave, coltivate in modo razionale e spesso su aree molto estese, lo scavo viene eseguito lungo una fronte più o meno lunga che interessa tutto lo spessore del banco argilloso variante in genere da 2 a 3 m. Le principali cave si trovano sui pianalti della Brianza, a Ronco Briantino, nell'area delle « Groane » tra Cogliate e Bollate, a Villa Fornaci ed a Trezzo d'Adda. Una cava importante di argilla è aperta presso Credaro nella parte nord-est del foglio « Treviglio ».

Nel Diluvium medio, per quanto lo strato argilloso superficiale sia meno potente di quello del Diluvium antico e più irregolare, sono aperte pure cave di argilla per laterizi a Rovello Porro, a Turate e a Biassono. Tale strato viene sfruttato completamente, per una potenza poco superiore al metro.

Nel Diluvium recente alcune cave, situate presso C.na Gatti (Sesto San Giovanni), a Vizzolo Predabissi ed a sud di Assago, sfruttano l'argilla colluviale per una potenza generalmente inferiore al metro.

Ben più numerose e di notevole importanza economica sono le cave di ghiaia e di sabbia per l'edilizia. Queste cave, spesso di grandi dimensioni, sono numerose soprattutto nei dintorni di Milano, specialmente verso oriente, sulla destra del Lambro, dove i laghi Redecesio, Malaspina, ecc. dimostrano l'entità degli scavi. Cave, coltivate con sistemi modernissimi, si spingono a volte sino a 30 m sotto il piano di campagna penetrando quasi sempre entro la falda freatica. Altre cave, di dimensioni assai minori, sono aperte lungo gli orli dei terrazzi specialmente nella porzione meridionale dei fogli « Milano »

e « Treviglio », dove il Diluvium recente è costituito essenzialmente da sabbia che viene utilizzata per sistemazioni e bonifiche agrarie.

Nell'Alluvium sono pure numerose le cave che sfruttano le ghiaie e le sabbie; talvolta le cave sono aperte negli stessi alvei dei fiumi.

## 2) IDROGEOLOGIA.

### *Acque superficiali.*

Nell'area dei fogli « Milano » e « Treviglio », le acque superficiali danno luogo ad una fitta rete di fiumi, torrenti, canali, rogge e cavi. I corsi d'acqua principali sono, da ovest ad est, il Ticino, l'Adda in cui affluiscono il Brembo e il Serio, l'Oglio. I corsi d'acqua minori rappresentano in buona parte gli scaricatori naturali di bacini imbriferi prealpini, in parte sono invece derivazioni artificiali dai fiumi e dalle risorgive (fontanili). Tra i corsi d'acqua minori rivestono importanza particolare l'Olonza, il Seveso, il Lambro, la Molgora, il Cherio: sono corsi d'acqua prealpini, con bacini imbriferi limitati alla cerchia prealpina, privi di ghiacciai e con portate assai modeste.

I canali, di fondamentale importanza per l'irrigazione di tanta parte della pianura, derivano le acque dei fiumi maggiori. Sono il Canale Villoresi ed il Naviglio Grande alimentati dal Ticino, il Canale Muzza, il Naviglio della Martesana ed il Canale Vacchelli alimentati dall'Adda. A questi canali si aggiungono quelli, numerosissimi, ma di portata assai inferiore, che prendono origine dai fontanili.

### *Acque sotterranee.*

Il sottosuolo di gran parte della pianura compresa nei fogli « Milano e Treviglio » è ricco di acque che impregnano a varie profondità le alluvioni, come si può facilmente desumere da quanto hanno scritto gli Autori precedenti. Tali acque hanno origine non solo dalle precipitazioni palesi ed occulte ma anche dai corsi d'acqua superficiali per disperdimento nel sottosuolo e dalle acque di irrigazione provenienti dai maggiori canali.

A Milano e nei più importanti centri abitati le falde acquifere sotterranee sono abbastanza conosciute sino a profondità notevole, grazie a numerose perforazioni eseguite per l'approvvigionamento di acqua potabile e di uso industriale. Non mancano tuttavia dati sull'area settentrionale dei fogli

dove compaiono i depositi morenici. Così, nei dintorni di Triuggio, Lesmo e Camparada i pozzi per acqua sfruttano piccole falde locali situate a profondità molto variabile, generalmente al di sotto di 40 m dal piano di campagna.

Sui pianalti del Diluvium antico i pozzi sono egualmente poco numerosi e quasi sempre situati presso il limite con il Diluvium medio e con il Diluvium recente. La prima falda giace generalmente al di sotto di 40 m di profondità: a Sulbiate essa è situata tra 46 e 47,5 m, la seconda falda tra i 69 e 74,5 m e la terza tra i 93 e 100 m.

Nel Diluvium recente i pozzi per acqua sono numerosissimi ed in alcuni casi raggiungono profondità notevoli, passando in tal caso entro i depositi più antichi del Diluvium medio e antico. I pozzi di viale Byron a Milano (302 m) e quello di via Ghilini a Monza (300,27 m) scendono sino al substrato marino.

A scopo indicativo riportiamo di seguito i dati sulla profondità delle falde alle quali attingono i pozzi dei maggiori centri abitati e delle principali aree industriali. Nel maggior numero dei casi mancano indicazioni sul regime delle falde. I dati sono stati in parte desunti dal lavoro di A. DESIO e F. VILLA (1960), in parte raccolti presso gli Uffici Tecnici Comunali.

Per il foglio « Milano »:

*Saronno* — 1ª falda: 29-39 m, 2ª falda: 68-83 m;

*Seregno* — 1ª falda: 22-52 m, 2ª falda: 60-69 m;

*Arcore* — 1ª falda: 26-40 m, 2ª falda: 52-55 m, 3ª falda: 85-93 m;

*Vimercate* — 1ª falda: 15-21 m, 2ª falda: 41-43 m, 3ª falda: 107-121 m;

*Desio* — 1ª falda: 23-50 m, 2ª falda: 52-58 m.

*Monza* — Sono state individuate sette falde acquifere alle seguenti profondità: 40-60 m, 90-110 m, 120-130 m, 145-150 m, 175-185 m, 225-230 m, 260-265 m. In tutto il territorio circostante sono sfruttate attualmente solo le falde al di sotto dei 110 m di profondità.

*Sesto San Giovanni* — Sono note numerose falde acquifere: quelle attualmente sfruttate sono situate tra 40 e 80 m di profondità. La prima falda si trova a 15 m sotto il piano di campagna.



*Milano* — Sono state individuate numerose falde. La prima e la seconda falda, che giacciono rispettivamente a 4 m e a 12-13 m di profondità, sono ora praticamente esaurite. Attualmente vengono utilizzate soltanto le acque delle falde comprese tra 40 e 110 m. Le falde più profonde sono pochissimo conosciute e dove sono state raggiunte non sono state utilizzate per la scarsa portata e a causa della presenza di H<sub>2</sub>S e di cloruri.

*Rho* — 1<sup>a</sup> falda: 4-25 m, 2<sup>a</sup> falda: 60-65 m, 3<sup>a</sup> falda: 76-84 m;

*Melegnano* — 1<sup>a</sup> falda: 23-39 m.

Per il foglio « Treviglio »:

*Trezzo sull'Adda* — 1<sup>a</sup> falda: 15-21 m, 2<sup>a</sup> falda: 27-33 m,

*Vaprio d'Adda* — 1<sup>a</sup> falda: 27-39 m, 2<sup>a</sup> falda: 45-50 m, 3<sup>a</sup> falda: 54-58 m;

*Spirano* — 1<sup>a</sup> falda: 10-23 m, 2<sup>a</sup> falda: 25-33 m, 3<sup>a</sup> falda: 35-53 m;

*Treviglio* — 1<sup>a</sup> falda: 21-23 m, 2<sup>a</sup> falda: 37-45 m, 3<sup>a</sup> falda: 65-75 m;

*Caravaggio* — 1<sup>a</sup> falda: 26-41 m, 2<sup>a</sup> falda: 48-62 m,

*Crema* — Sono stati individuati sei livelli acquiferi a queste profondità: 35-50 m, 60-80 m, 90-110 m, 121-130 m, ed infine la più profonda da 161 a 190 m.

Come si può notare dai dati sopra riportati, l'andamento della superficie freatica è molto variabile nel territorio in esame. Una sommaria illustrazione del suo andamento è contenuta in una memoria di A. DESTO (1938) con riferimento a valori del periodo 1915-1923. Da questo lavoro risulta che la profondità della falda va decrescendo dai pianalti diluviali fino al limite meridionale dell'alta pianura; mentre si mantiene pressoché costante nella media pianura, per aumentare poi nella bassa pianura.

Per quanto riguarda i rapporti della falda freatica con le acque superficiali, si può constatare che in corrispondenza dei pianalti i fiumi determinano un richiamo d'acqua dalla falda, mentre nella piana alluvionale è invece la falda freatica che esercita un'azione drenante nei confronti dei fiumi. È da

notare inoltre che nei terreni dell'Alluvium si verifica una stretta corrispondenza fra il regime della falda freatica e quello dei corsi d'acqua, anche se di portata modesta: in realtà la falda freatica si confonde con le acque di subalveo. Al contrario la falda freatica che impregna i depositi del Diluvium risente molto poco o affatto delle oscillazioni di livello dei corsi d'acqua.

L'area di minima profondità della falda freatica nella pianura dei fogli « Milano » e « Treviglio » coincide con la fascia dei fontanili.

Per *fontanili* si intendono quelle sorgenti di emergenza che si manifestano spontaneamente o sono provocate artificialmente con scavi, al passaggio dall'alta pianura ghiaiosa alla bassa pianura prevalentemente sabbiosa. La zona dei fontanili dei fogli « Milano » e « Treviglio » fa parte della vasta fascia che nella Pianura Padana e Veneta si estende da Mondovì sin quasi all'Isonzo. La porzione di pianura caratterizzata dalla presenza dei fontanili è compresa nell'area del foglio « Milano » tra le curve di livello 100 e 160 m; in qualche punto a sud di Milano vi è ancora qualche fontanile a quota lievemente inferiore (1-2 m) ai 100 m. Nell'area del foglio « Treviglio » i fontanili occupano una fascia compresa tra le curve di livello 75-160 m.

Il limite settentrionale della fascia dei fontanili su gran parte del foglio « Milano » ha un andamento irregolare con salienti in corrispondenza dei corsi d'acqua di una certa importanza. Verso ovest, dopo una notevole inflessione in corrispondenza del fiume Adda, ha un andamento regolare sino al fiume Serio per poi deviare verso sud con decorso quasi nord-sud sino all'Oglio.

Il limite meridionale ha un andamento più regolare; taglia la pianura milanese in direzione ENE-OSO, si inflette decisamente sull'Adda, assume una direzione NO-SE tra Adda e Oglio.

Il limite settentrionale coincide pressapoco col passaggio dalle ghiaie alle ghiaie sabbiose (percentuali di sabbia sino al 50 %); il limite meridionale con il predominio delle sabbie spesso associate con limo e argilla.

La frequenza dei fontanili non dipende solo da cause naturali; come s'è detto, alcuni vengono infatti creati artificialmente, altri interrati alla periferia della città via via che l'area abitata si estende. Mentre fino al 1938 secondo A. Desto (1938) nei dintorni di Milano la densità si aggirava su 4-5 fontanili per chilometro quadrato, nel 1958 il valore per la stessa area è stato valutato

ad un fontanile per 2,66 km<sup>2</sup>, con una portata di 75 l/sec per chilometro quadrato.

La portata è molto variabile da un fontanile all'altro; in media supera 1 l/sec, ma non raggiunge 1 m<sup>3</sup>/sec. Secondo STELLA (1915) fra Ticino e Adda, lungo il limite settentrionale della fascia, i fontanili fornirebbero un contributo complessivo di 0,25-0,75 m<sup>3</sup>/sec per chilometro lineare.

La portata dei fontanili varia nel tempo: il regime dipende da quello della falda freatica che è legata al regime delle precipitazioni, all'irrigazione ed all'apporto dei corsi d'acqua.

Osservazioni compiute su tutti i fontanili segnati sulle tavolette dell'I.G.M. nella zona compresa tra Monza, Milano e San Giuliano Milanese durante i mesi di febbraio e marzo 1963 hanno dimostrato che parecchi fontanili (i più prossimi alla città) si sono estinti o sono in via di estinzione. La causa è da ricercare nell'abbassamento del livello freatico provocato dal notevole emungimento della falda stessa con pozzi. Ad esempio, nella sola città di Milano il numero dei pozzi in servizio a fine marzo 1963 era di 730 comunali e di circa 2300 privati, con un'erogazione complessiva valutata sui 40 m<sup>3</sup>/sec.

In seguito a questo fortissimo emungimento il livello della falda freatica che a Milano alla fine del secolo scorso era situato a 3-4 m di profondità (F. SALMOJRAGHI, 1892), si trovava all'inizio del 1963 in media a 23 m. Quindi in poco più di 70 anni si è verificato un abbassamento medio del livello freatico di circa 20 m: il fenomeno si è particolarmente accentuato dal dopoguerra in poi. Analoghi abbassamenti del livello freatico, seppure meno elevati, si sono manifestati anche altrove come a Monza (6-8 metri) e a Sesto San Giovanni.

La temperatura dell'acqua dei fontanili dei dintorni di Milano è relativamente costante e si aggira sui 10°-13° C. Questo fatto assume notevole importanza in agricoltura, perché consente l'irrigazione « termica » invernale di vaste aree prative, chiamate in Lombardia « marcite »; la crescita della vegetazione erbacea, usata come foraggio, è resa appunto possibile dalla costante presenza di un velo protettivo di acqua proveniente dai fontanili.

*Istituto di Geologia — Università di Milano, settembre 1966.  
Ultime bozze restituite il 9 maggio 1969.*

## VII — BIBLIOGRAFIA

- ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI (1959), *I giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale*, « Atti del Convegno di Milano, settembre ottobre 1957 », Acc. Naz. Lincei e Ente Naz. Idroc., vol. II, Roma.
- ARTINI E. (1927), *Osservazioni mineralogiche sui materiali incontrati da due trivellazioni profonde recentemente eseguite a Milano*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. LXVI, pp. 1-13, Milano.
- BREISLAK S. (1822), *Descrizione geologica della provincia di Milano*, « Imperiale Regia Stamperia », vol. di 260 pp, Milano.
- CITA M. B. (1954), *Osservazioni micropaleontologiche su alcuni campioni raccolti nei conglomerati terziari del Bresciano*, « Riv. Ital. Paleont. », vol. 60, n. 4, pp. 213-219, Milano.
- CURIONI G. (1877), *Geologia*, U. Hoepli, Milano.
- CURIONI G. (1877), *Geologia applicata delle Provincie Lombarde*, 2 vol. in 8°, 714, pp. 43 figg., 1 carta geol. al 72.000, Hoepli, Milano.
- DE ALESSANDRI G. (1899), *Osservazioni geologiche sulla Creta e sull'Eocene della Lombardia*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. 38, fasc. III, pp. 253-320, 2 carte geol. al 100.000, Milano.
- DESIO A. (1938), *Caratteri fisici e geologici della Provincia di Milano*, « Ann. Sper. Agr. », vol. 32, pp. 3-47, 1 carta geol. al 100.000, Roma.
- DESIO A. (1952), *Movimenti orogenici quaternari nella Pianura Padana*, « Rend. Acc. Naz. Lincei », Ser. II, vol. 12, fasc. 6, pp. 658-660, Roma.
- DESIO A. (1955), *Il nostro suolo prima dell'uomo*, in: « Storia di Milano », vol. I, pp. 1-14, Fond. Treccani, Milano.
- DESIO A. (1965), *I rilievi isolati della pianura Lombarda ed i movimenti tettonici del Quaternario*, « Rend. Ist. Lomb. Acc. Sc. e Lett. », vol. 99, pp. 881-894, 1 fig., Milano.
- DESIO E VILLA F. (1960), *Stratigrafie dei pozzi per acqua della Pianura Padana, I: Lombardia*, « Ist. Geol. Milano », vol. in 8°, 370 pp., 1 carta 1 : 400.000, Milano.
- FRÄNZLE O. (1965), *Die pleistozäne Klima- und Landschaftsentwicklung der nördlichen Po-Ebene im Lichte bodengeographischer Untersuchungen*. « Abh. Mat. Natur. Kl. », n. 8, pp. 331-471, 15 fig. 1 tab., 1 carta 1:500.000, Wiesbaden.
- GABERT P. (1962), *Les plaines occidentales du Pô et leurs piedmonts (Piémont, Lombardie occidentale et centrale)*, « Etude morphologique », vol. di 531 pp. con carte geol. e figg., Louis-Jean, Gap.

- GELATI R., PASSERI L. D. (1967), *Il Flysch di Bergamo: nuova formazione cretacea delle Prealpi Lombarde*. « Riv. Ital. Pal. Strat. », vol. 73, n. 3, pp. 835-850, 1 tav., Milano.
- MARIANI E. (1907), *Resti fossili di elefante trovati in alcune cave di sabbia vicino a Milano*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XLVI, pp. 3-9, Milano.
- MARIANI E. (1909), *Osservazioni geologiche sui pozzi trivellati di Milano e sul pozzo trivellato di S. Vittore a Monza*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XLVIII, pp.43-69, Milano.
- MARIANI E. (1910), *Su un molare di elefante fossile trovato nel sottosuolo di Milano*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XLIX, pp. 33-35, Milano.
- MARIANI E. (1915), *Note geologiche sui recenti pozzi trivellati di Milano*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. LIV, pp. 117-127, Milano.
- MARIANI E. (1927), *Osservazioni geologiche su tre profonde trivellazioni e sul Pliocene marino nel sottosuolo di Milano*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. LXVI, pp. 89-104, Milano.
- MARIANI E. (1928), *Sul Pliocene del sottosuolo di Monza e Vimercate (Lombardia)*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. LXVII, pp. 136-143, Milano.
- NORDIO E. (1957), *Il sottosuolo di Milano*, Comune di Milano, « Ist. Geol. Milano », vol. di 108 pp., Milano.
- PASSERI L. D. (1965), *Cenni sulla tettonica delle colline cretacee a sud di Zandobbio (Orest lago d'Iseo)*, « Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. », vol. 99, pp. 716-724, 1 carta geol., Milano.
- PASSERI L. D. (1966), *Antichi alvei del fiume Serio a Sud di Crema*, « Rend. Ist. Lomb. Sc. Lett. », A, vol. 100, n. 4, pp. 1148-1157, 2 fig., Milano.
- PENCK A. e BRUECKNER E. (1909), *Die Alpen im Eiszeitalter*, Band. III, pp. 778-798, Chr. Herm. Tauchnitz, Leipzig.
- RIVA A. (1957), *Gli anfiteatri morenici a sud del Lario e le pianure diluviali tra Adda ed Olona*, « Atti Ist. Geol. Univ. Pavia », vol. VII, pp. 1-85, con carta geol., Pavia.
- SACCO F. (1893), *Gli anfiteatri morenici del lago di Como*, « Ann. R. Acc. Agr. », vol. 36, pp. 1-59, Torino.
- SACCO F. (1894), *L'apparato morenico del lago d'Iseo*, « Ann. R. Accad. Agric. », vol. 370, pp. 367-423, Torino.
- SACCO F. (1911), *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana*, « Ann. R. Acc. Agr. Torino », vol. LIV, pp. 195-203, Torino.
- SACCO F. (1924), *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana*, Parte II, pp. 114-123, « Ministero lavori Pubbl. Serv. Idrogr. », Torino.
- SACCO F. (1925), *Il Pliocene marino sotto Cesano Maderno (Monza)*, « Atti R. Acc. Sc. Torino », vol. LX, pp. 240-249, Torino.
- SACCO F. (1933), *Geoidrologia dei pozzi profondi della Valle Padana*, Parte III, pp. 365-407, « Ministero Lavori Pubbl. Serv. Idrogr. », Roma.
- SALMOJRAGHI F. (1892), *Osservazioni geologiche sopra alcuni pozzi recentemente perforati nella provincia di Milano*, « Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett. », vol. XXV, pp. 1149-1161, Milano.
- STELLA A. (1895), *Sui terreni quaternari della valle del Po in rapporto alla carta geologica italiana*, « Boll. R. Comit. Geol. It. », Ser. III, vol. VI, pp. 108-136, Roma.
- STOPPANI A. (1874), *Il mare glaciale ai piedi delle Alpi. Ricordo del Congresso Geologico di Roma*, « Riv. Ital. », pp. 3-54, Milano.
- STOPPANI A. (1880), *L'Era Neozoica*, Vallardi, Milano.
- TARAMELLI T. (1877), *Alcune osservazioni sul ferretto della Brianza*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XIX, pp. 332-369, 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. », vol. 102, pp. 767-799, 9 fig., Milano.
- VECCHIA O. (1954), *I terreni glaciali pleistocenici dei dintorni del lago d'Iseo (Lombardia)*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XCIII, fasc. I-II, pp. 235-362, 22 figg., 1 carta geol. al 100.000, 1 schizzo geomorf. al 50.000, Milano.
- VECCHIA O. (1954), *Nuove osservazioni sui conglomerati terziari dei colli tra Brescia e l'Oglio*, « Riv. Ital. Paleont. », vol. 60, n. 4, pp. 205-212, 1 fig., Milano.
- VENZO S. (1954), *Stratigrafia e tettonica del Flysch (Cretaceo-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale*, « Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia », vol. XXXI, pp. 1-133, 24 fig., nel testo, 2 quadri di profili tettonici, 4 tav., Roma.
- VENZO S. (1955), *Le attuali conoscenze del Pleistocene lombardo con particolare riguardo al Bergamasco*, « Atti Soc. It. Sc. Nat. », vol. XCIV, pp. 155-200, Milano.