
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

ARDITO DESIO, GIUSEPPE OROMBELLI

**Notizie preliminari sulla presenza di un grande
ghiacciaio vallivo nella media valle dell'Indo
(Pakistan) durante il Pleistocene**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 51 (1971), n.5, p. 387–392.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1971_8_51_5_387_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Geologia. — *Notizie preliminari sulla presenza di un grande ghiacciaio vallivo nella media valle dell'Indo (Pakistan) durante il Pleistocene.* Nota di ARDITO DESIO e GIUSEPPE OROMBELLI, presentata (*) dal Socio A. DESIO.

SUMMARY. — In the summer 1971 during the exploration of the middle Indus valley between Chilas and Besham Qila, three huge end moraines of the Pleistocene Indus glacier were discovered. The uppermost deposit blocks the bottom of the valley near Gunar (1220 m a.s.l.), the second near Dudishal (840 m), and the third near Shatial (800 m). The first is more recent than the other two.

Some more recent end moraines were discovered in the lower Gilgit valley, near Dak Chanki and upstream of Gilgit town.

The above end moraines are to be referred to three different Pleistocene glaciations for their different location and state of preservation.

In occasione di una spedizione scientifica effettuata nel corso dell'estate 1971, col contributo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, abbiamo percorso, fra l'altro, la media valle dell'Indo dalla confluenza del Gilgit sino a Besham Qila (277 km) lungo una nuova strada attualmente in costruzione, la Karakorum Highway. A sud di Besham Qila, la strada abbandona la valle dell'Indo per passare in quella di Swat, donde raggiunge la pianura del Punjab.

La ricognizione, per quanto sia stata troppo affrettata, causa le restrizioni locali di transito, ci ha tuttavia consentito di portare qualche luce su di un problema controverso, relativo alla presenza di un grande ghiacciaio nella media valle dell'Indo, durante il Pleistocene.

La questione, in realtà, è sorta circa un secolo fa per un motivo indiretto e cioè per cercare di spiegare la presenza di colossali «massi erratici» di rocce cristalline, non affioranti nei dintorni, sparsi qua e là nella pianura del Punjab sino ad un centinaio di chilometri dallo sbocco in pianura della valle dell'Indo. Qui non vogliamo però occuparci di proposito di questo problema, anche se esso è strettamente connesso con quello del Glaciale dell'Indo ed anche se noi stessi ci siamo preoccupati di esaminare i massi segnalati dai vari Autori.

Ci limiteremo soltanto a ricordare che, fra le ipotesi che sono state prospettate per spiegarne l'origine, una parte immagina che la valle dell'Indo fosse stata occupata nel Pleistocene da un ghiacciaio, il quale sarebbe arrivato sin dove ora si trovano i massi; un'altra, più accreditata, che il ghiacciaio s'arrestasse presso lo sbocco della valle tuffando la sua fronte in un lago trattenuto verso il sud dalla catena del Salt Range e che degli *iceberg* alla deriva trasportassero al largo i massi; un'altra ancora, che i massi siano stati tra-

(*) Nella seduta del 13 novembre 1971.

sportati in epoca recente dal fiume stesso durante le piene disastrose provocate dallo svuotamento improvviso di laghi di sbarramento glaciale. Salvo in quest'ultima, le varie ipotesi implicavano l'occupazione dell'intera valle dell'Indo da parte dei ghiacciai pleistocenici che, tuttavia, un Autore ⁽¹⁾ limitava soltanto alle due prime delle quattro grandi espansioni glaciali pleistoceniche. Durante la terza glaciazione, la media valle dell'Indo sarebbe rimasta in massima parte sgombra di ghiacci: soltanto dalla valle laterale di Astor – a 24 km dalla confluenza del Gilgit – sarebbe sceso un ghiacciaio vallivo che, insieme con due ghiacciai minori del versante nord del gruppo del Nanga Parbat, avrebbe sbarrato l'Indo provocando la formazione di un lunghissimo lago più a monte.

Prima di indicare le manifestazioni glaciali da noi individuate in questa regione, è necessario premettere un breve cenno generale di carattere topografico e morfologico a scopo essenzialmente orientativo su questa parte, ancora così poco conosciuta, del bacino dell'Indo.

Come media valle dell'Indo intendiamo intanto riferirci al tronco compreso fra la confluenza del F. Gilgit ed il termine della valle presso lo sbarramento artificiale in costruzione presso Tarbela ⁽²⁾. Esso ha una lunghezza di circa 416 km ed una pendenza media di quasi tre per mille. La quota del punto di confluenza suddetto è di 1230 m, quella dell'alveo a Tarbela di 338 m s.l.m., per cui il dislivello fra i due punti è di 892 m.

Dal punto di vista morfologico, la valle può essere divisa in due parti molto diverse fra loro anche come lunghezza: quella superiore, fra la confluenza del Gilgit e la confluenza del F. Astor (24 km), ha un'orientazione nord-sud e presenta il fondo relativamente spazioso ed occupato da vasti terrazzi lacustro-glaciali rivestiti da ampie conoidi alluvionali; quella inferiore (392 km) nella quale il fiume rimane rinserrato in una profonda gola rocciosa, di cui occupa quasi interamente l'alveo, e che percorre con numerose rapide.

Questa seconda parte è assai tortuosa, e, come orientazione generale, può essere a sua volta divisa in quattro tratti: quello che segue la confluenza dell'Astor sino a Band-i-Sazin (153 km) è diretto est-ovest; quello successivo, sino al ponte di Kamila (32 km), è diretto nuovamente nord-sud; degli altri due quello che va da Band-i-Sazin sino a circa 7 km a valle di Besham Qila (75 km) è orientata nordest-sudovest, mentre l'ultimo (132 km) riprende la direzione generale nord-sud, ma descrive una serie di forti sinuosità prima di raggiungere la pianura.

Questo andamento tanto irregolare del corso medio dell'Indo è, senza dubbio, la documentazione di una storia morfologica assai complessa, di cui tuttavia, non vogliamo occuparci in questa occasione.

(1) DAINELLI G., *Studi sul Glaciale*, Sped. Ital. De Filippi nell'Himàlaia, Caracorum e Turchestàn Cinese (1913-1914). Ser. II, 3, Bologna 1922.

(2) Lo sbarramento si trova a 14 km a valle del villaggio di Tarbela. Quando parliamo di Tarbela, ci riferiamo allo sbarramento. Le distanze sono misurate sulle carte al 253.440 lungo il corso del fiume e non corrispondono a quelle stradali.

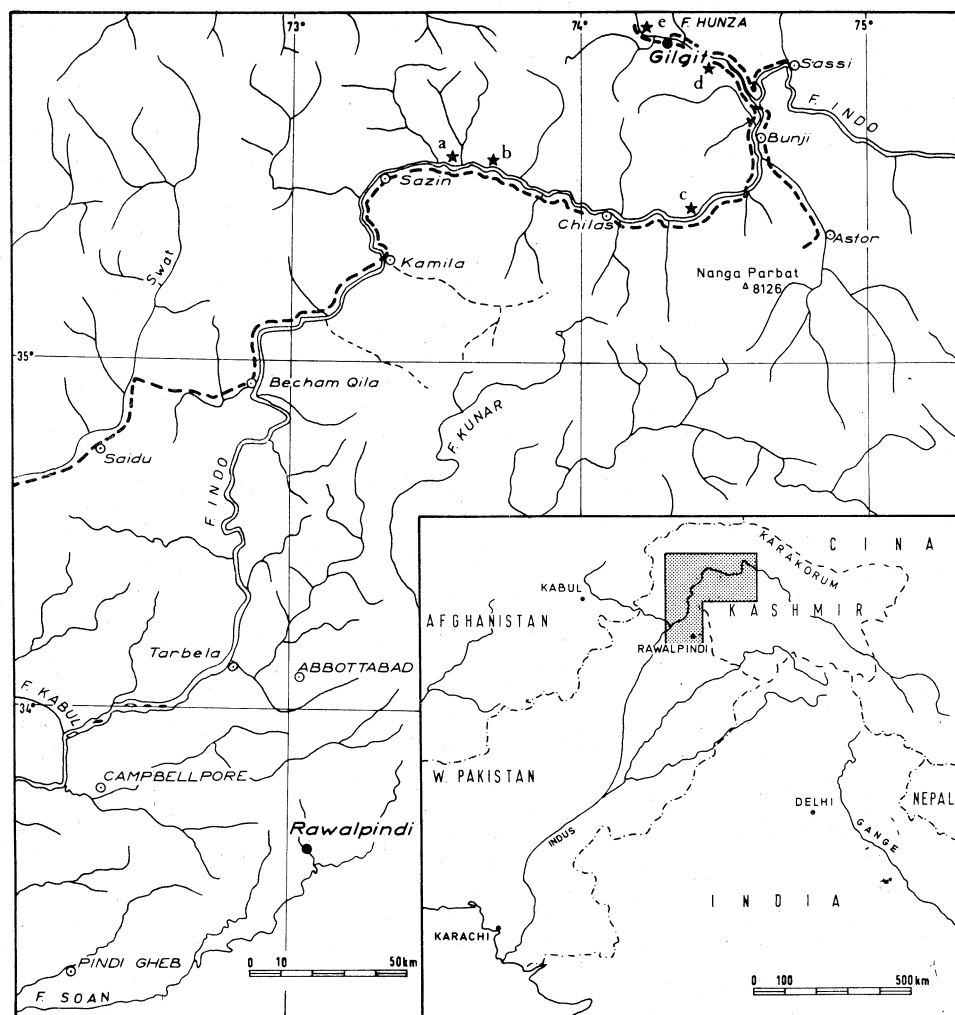


Fig. 1. — La media valle dell'Indo e l'itinerario percorso. Gli asterischi indicano l'ubicazione dei principali sbarramenti morenici osservati: *a* — Shtial; *b* — Dudishal; *c* — Gunar; *d* — Dak Chapki; *e* — Henzal.

Passando ora alle tracce lasciate dai ghiacciai pleistocenici nella media valle dell'Indo dobbiamo segnalare la presenza di tre vistosi sbarramenti morenici situati tutti e tre fra la confluenza del Gilgit ed il villaggio di Sazin, sul lato opposto della confluenza del T. Tangir.

Il primo che abbiamo incontrato, a partire da monte verso valle, si trova presso Gunar, a circa 1220 m s.l.m. ed a circa 57 km dalla confluenza del Gilgit e 33 km a valle della confluenza dell'Astor. Si tratta di un grandioso argine morenico, dalla superficie ondulata, che in origine doveva sbarrare interamente la valle e che il fiume ha inciso per più di un centinaio di metri. Dove il deposito glaciale è meglio conservato, lascia vedere anche il passaggio dalla struttura caotica della morena alla struttura sensibilmente stratificata

del fluvioglaciale, che più a valle costituisce gli alti terrazzi che fiancheggiano il corso del fiume e che si raccordano, anche morfologicamente, verso monte, con l'argine morenico suddetto.

Il deposito glaciale è ricco di limo molto coerente, tanto che può reggersi anche su pareti verticali. I ciottoli ed i massi immersi nel limo quando precipitano in basso, lasciano su queste pareti delle cavità che conferiscono un aspetto singolare alla parete stessa, simulando talora forme di certe pareti rocciose che vanno sotto il nome di « sculture alveolari ».

Un altro sbarramento morenico s'incontra presso Dudishal, a circa 840 m s.l.m., 75 km più a valle. È anche questo un grande argine che sale sino a circa 500 m sul fondovalle attuale, composto da una matrice ricca di limo grigio-chiaro, nel quale sono immersi i ciottoli, non abbondanti, ed i massi. Il deposito è in parte frazionato dall'erosione in forme che ricordano i nostri calanchi appenninici. Verso valle è ben visibile il passaggio dalla struttura caotica a quella stratificata che contrassegna il passaggio dalla morena al deposito fluvioglaciale. L'aspetto generale di questo deposito ha un'aria di maggiore vetustà di quello precedente, il quale deve perciò appartenere ad una glaciazione diversa e, comunque, più recente.

Finalmente, 18 km ancora più a valle, nei pressi di Shatial, a circa 800 m s.l.m., abbiamo incontrato un terzo sbarramento morenico, molto elevato sul fondovalle, ma non dissimile come struttura dal precedente; forse il suo aspetto è di ancora maggiore vetustà: tanto più che porta tracce di alterazione superficiale.

Più a valle i depositi glaciali scompaiono. È forse ovvio aggiungere che tali depositi, insieme con quelli fluvio-glaciali, non sono limitati ai tre sbarramenti sopra descritti: fra essi, come pure più a monte, esistono sui lati della valle depositi del genere anche molto abbondanti; ma soltanto i tre suddetti rappresentano apparati morenici frontali che contrassegnano soste prolungate della fronte di un grande ghiacciaio che occupò ripetutamente la valle dell'Indo durante il Pleistocene.

A questo punto dobbiamo aggiungere che la documentazione che il ghiacciaio pleistocenico ci ha lasciato nella media valle dell'Indo non si limita ai depositi glaciali. La morfologia dei fianchi della valle è tipicamente glaciale, con le caratteristiche sfaccettature triangolari dei contrafforti, con le soglie rocciose sospese delle valli laterali, con le smussature dei dossi più sporgenti ecc. Queste ed altre caratteristiche morfologiche delle valli glaciali sono molto evidenti sino allo sbarramento morenico di Shatial, mentre più a valle sembrano scomparire.

Quale significato dobbiamo attribuire ai tre sbarramenti glaciali della media valle dell'Indo?

Secondo Dainelli (1922), che si è occupato più estesamente di altri del Ghiacciaio dell'Indo, durante la terza glaciazione la valle sarebbe stata sbarrata da un ghiacciaio che scendeva dalla valle di Astor e ad esso si aggiungevano alcuni ghiacciai minori che scendevano dal versante settentrionale del Nanga Parbat. Secondo una sua rappresentazione cartografica del bacino dell'Indo,

in quell'epoca il ghiacciaio suddetto avrebbe avuto due fronti, una verso monte, poco sotto Bunji, una verso valle, nei pressi di Chilas. Lo sbarramento avrebbe provocato, verso monte, la formazione di un grande lago che si sarebbe spinto entro la valle di Hunza all'incirca sino a Baltit e nell'alto Indo sin nei pressi di Rondu.

Va detto qui che tutte queste ricostruzioni del Dainelli sono soltanto frutto di induzioni, poiché l'Autore non ha mai visitato la media valle dell'Indo; anzi non è sceso più a valle di Katchura, ossia a poco più di una ventina di chilometri da Skardu. Anch'esso, come altri, aveva immaginato che i famosi « massi erratici » del Punjab fossero stati trasportati dal ghiacciaio dell'Indo che, durante una delle prime due glaciazioni, sarebbe sfociato nel grande lago pedemontano ipotizzato da precedenti Autori. Ma durante la terza glaciazione, non soltanto la valle media dell'Indo, ma anche quella superiore, salvo uno sbarramento consimile a quello suddetto presso Katchura, sarebbe stata sgombra di ghiacci ed occupata invece da un altro lago nel quale tuffavano le fronti i ghiacciai delle valli laterali.

Wadia, in una sua cartina geologica ⁽³⁾, indica la presenza di morene sul fondo della valle dell'Indo soltanto presso lo sbocco delle valli di Bulder e Rakhiot, che scendono dal versante settentrionale del Nanga Parbat. Sembra, dunque, che anche secondo Wadia la media valle dell'Indo non abbia posseduto nel Pleistocene un suo proprio ghiacciaio.

Da quanto abbiamo sommariamente esposto nelle pagine precedenti, le nostre osservazioni compiute durante il viaggio dell'estate 1971 portano, invece, alla conclusione che la valle ha avuto un suo proprio ghiacciaio il quale spingeva la fronte non sino al suo termine nella pianura del Punjab, bensì sino a circa 257 km da essa.

Qualche dubbio potrebbe essere sollevato sull'origine del deposito glaciale di Gunar, nel senso che potrebbe essere avanzata l'ipotesi che il ghiacciaio che l'ha deposto provenisse dalla valle di Astor e da quelle minori del versante nord del Nanga Parbat indicate da Wadia. Ma non vedremmo allora per quale motivo un altro sbarramento morenico non dovrebbe trovarsi anche più a valle, intorno allo sbocco della valle del Bunar che pure proviene dall'alta cresta del Nanga Parbat. Comunque, non è qui la sede per discutere tutti questi problemi che potranno essere chiariti con lo studio dei materiali componenti la morena.

Un'ipotesi del genere di quella esposta per la morena di Gunar, non potrebbe, comunque, essere proposta per le altre due morene, di Dudishal e di Shatial, poiché le valli laterali più prossime hanno sviluppo assai modesto e non presentano alle loro testate montagne elevate, nemmeno lontanamente paragonabili al Nanga Parbat.

(3) WADIA D. N., *Note on the Geology of Nanga Parbat (Mt. Diamir), and Adjoining Portions of Chilas, Gilgit District, Kashmir*. « Rec. Geol. Survey of India », 46, 212-234, Calcutta 1932.

Ci rimane ora da aggiungere qualche parola sull'età dei tre sbarramenti morenici. Come s'è accennato sopra, la morena di Gunar presenta i caratteri di un deposito più recente di quelli di Dudishal e di Shatyal e, presumibilmente, va riferita ad una glaciazione posteriore a quella responsabile delle altre due morene.

Se, provvisoriamente, ci riferiamo alle attribuzioni cronologiche adottate da Dainelli per l'alta valle dell'Indo, dovremo riferire alla ultima glaciazione l'apparato morenico frontale esistente nei pressi di Dak Chauki, nella valle del Gilgit, ove, sulla superficie di un grande terrazzo di fondovalle, composto da depositi fluvio-lacustri o lacustro-glaciali, s'inarca un caratteristico e ben conservato anfiteatro morenico, con la convessità rivolta verso ovest. L'anfiteatro si trova circa 26 km a monte della confluenza Indo-Gilgit ed a circa 1430 m s.l.m.

Questo piccolo anfiteatro non potrebbe essere attribuito in nessun caso alla terza glaciazione, o a glaciazioni anteriori del Dainelli, sia per la sua perfetta conservazione, sia perché giace sulla superficie dei terrazzi che Dainelli considera contemporanei alla sua terza espansione glaciale.

Ne viene di conseguenza che la morena di Gunar dovrebbe essere riferita alla terza glaciazione del Dainelli e, conseguentemente, quelle di Dudishal e di Shatyal alla seconda, se ambedue appartengono ad una stessa glaciazione. Ma sulle attribuzioni cronologiche dei depositi glaciali del Dainelli dobbiamo fare varie riserve.

Queste sono comunque conclusioni preliminari che richiedono di essere ulteriormente controllate e sviluppate, anche per le conseguenze che possono derivare nei riguardi dell'altro problema, quello relativo all'origine dei « massi erratici » della pianura del Punjab.