

MAURIZIO GAETANI



GEOLOGIA DEL NORD KARAKORUM

Stato dell'arte

2007

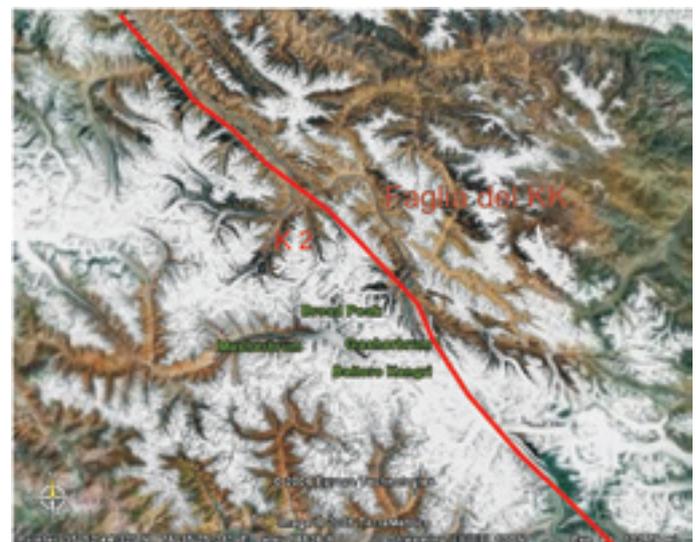
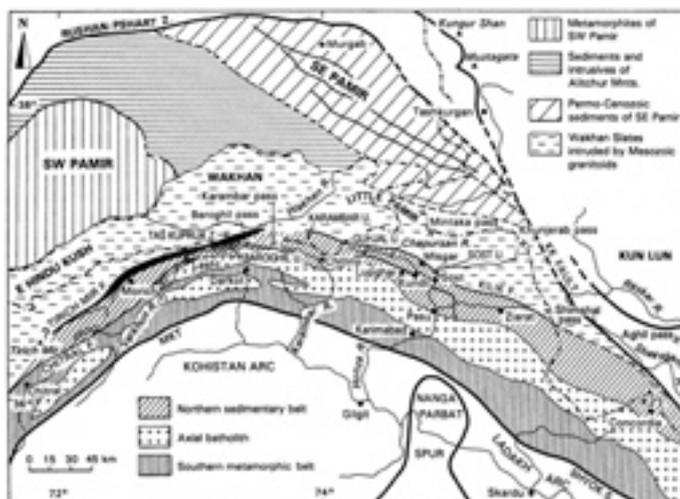
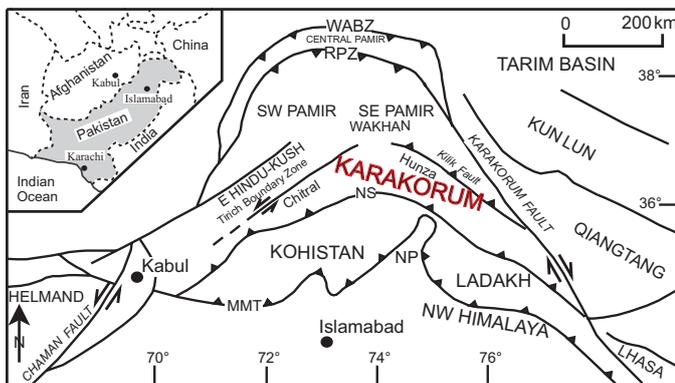
La catena del Karakorum appartiene al grande complesso di catene formatesi in seguito alla collisione tra la placca indiana e il margine composito dell'Asia. Nel loro insieme formano gli Himalayas, i paesi delle nevi. Geologicamente, la catena è compresa ad occidente tra l'Hindu Kush orientale, da cui è separata dal sistema di faglia del Tirich Mir e ad oriente è limitata dai blocchi cristallini che formano l'altopiano tibetano, attraverso la faglia del Karakorum. A Sud la catena si accavalla sull'Arco del Kohistan, mentre a nord il passaggio al Wakhan ed al Pamir meridionale è meno chiaro, anche perché, affiorando in territorio afgano, non è possibile studiare l'area in dettaglio. È probabile che la faglia del Tirich Mir si saldi a quella di Kilik, ma non sappiamo quanto profonda e significativa sia questa discontinuità a livello crostale. Una peculiarità della catena è che le massime altezze vengono raggiunte sui due lati della catena stessa. Infatti gli 8000 del Karakorum si trovano ad oriente, entro 10 km di distanza dalla Faglia del Karakorum, mentre i 7000 dell'Hindu Kush orientale si trovano in prossimità della Faglia del Tirich Mir.



Il Koyo Zom, massima vetta dell'Hindu Raj

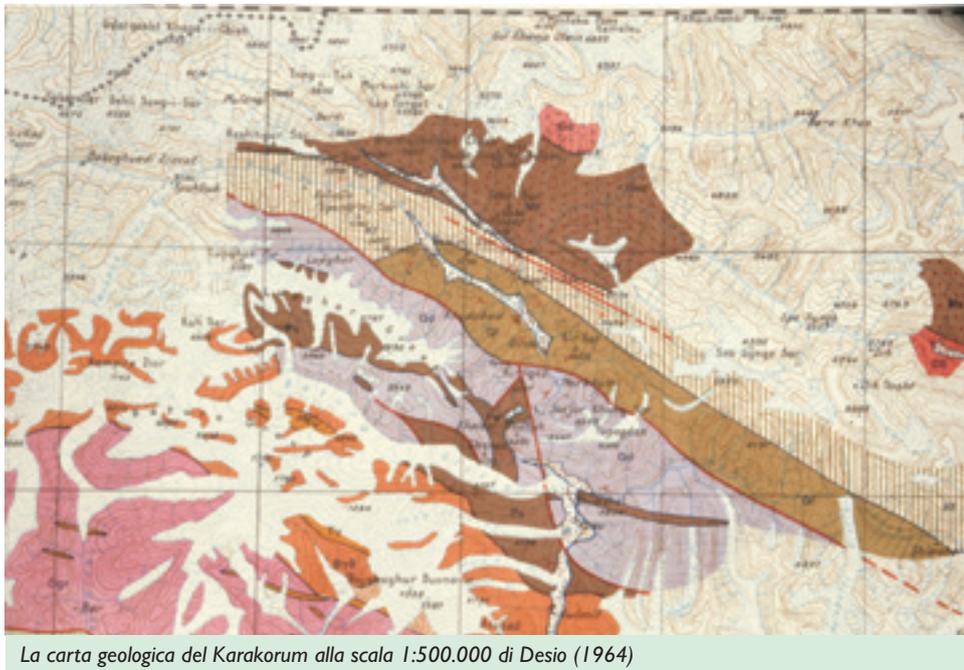
Queste grandi elevazioni si trovano dunque dove si sono verificate le massime compressioni recenti in seguito all'incunarsi della placca indiana. Al centro dell'arco si trovano invece le aree meno deformate della catena e la massima quota raggiunta è quella del Koyo Zom, che supera di poco i 6800 m. Nell'area centrale vi sono quindi le migliori possibilità per analizzare la stratigrafia delle successioni rocciose e qui ci siamo concentrati.

La catena del Karakorum è costituita da tre grandi elementi: A sud una fascia metamorfica con meta-sedimenti e rocce di origine magmatica il cui grado metamorfico aumenta verso oriente. Al centro si trovano i grandi batoliti granitici, prevalentemente cretacei ed eocenici ad occidente e al centro, anche più recenti (Miocene) ad est, con il Granito del Baltoro. A nord si trova la successione sedimentaria meglio conservata con il Basamento Cristallino di età pre-ordoviciano e la successione sedimentaria, che si estende dall'Ordoviciano al Cretaceo e forse anche alla base del Cenozoico.



CHE COSA SI SAPEVA PRIMA DELLA NOSTRA ATTIVITÀ?

Al tempo del British Raj, il Karakorum era davvero lontano. Per raggiungerlo si doveva partire da Srinagar in Kashmir o da Peshawar attraverso il passo di Malakand. Spedizioni geografiche od alpinistiche importanti si ebbero per il Karakorum orientale da parte del Duca degli Abruzzi (1909) e da parte di



La carta geologica del Karakorum alla scala 1:500.000 di Desio (1964)

De Filippi (1913/1914). La prima vera esplorazione ed estesa esplorazione geologica dell'area studiata da noi si deve ad Hayden, capo del Geological Survey of India, il quale, recandosi a Londra in congedo nel 1914, decise di andarci via terra, passando per Mosca. Entrò quindi in Chitral, arrivò a Baroghil, scese a Sud per il Darkot e giunto a Gilgit, risalì lo Hunza, per poi passare in Pamir. Le grandi montagne del Baltoro e della valle Shaksgam furono esplorate geologicamente per la prima volta dal giovane A. Desio, con la spedizione del Duca di Spoleto (1929).

Poi più nulla di consistente, sino a dopo la proclamazione dell'indipendenza del Pakistan. Desio riprese le ricerche e tra 1953 e 1962 percorse ampie zone del Karakorum e del Chitral. Ma la zona di confine rimaneva chiusa per i geologi. Nel 1971 Takhirheli e Talent riuscirono ad arrivare brevemente al Baroghil e Casnedi (1976) nell'ambito del progetto di sismica crostale con scoppi in Pamir e in Pakistan, risalì la valle di Karambar e vide in lontananza le rocce sedimentarie della zona di Chillinji. Ma la fascia a nord rimaneva chiusa.

La nostra attività di ricerca iniziò nel 1986, quando grazie ai buoni uffici del prof. Desio, ci venne accordato dalle autorità pakistane il permesso di studiare

l'alto Hunza e la valle laterale di Chapursan, sino ad allora chiusa agli stranieri. Lo stesso prof. Desio nel 1962 aveva tentato di entrare in Chapursan, ma era stato fermato poco dopo l'ingresso nella valle.

Dopo di allora, grazie a finanziamenti italiani ed europei, e grazie all'ottima collaborazione con il Geological Survey of Pakistan, le spedizioni si susseguirono numerose. Nel 1988 in Shaksgam, nel 1990 in Chitral, nel 1991 ancora in Hunza, quando arrivam-

mo anche al passo Shimshal, nel 1992 in Hunza e in alto Chitral, aperto con la fine della guerra in Afghanistan, nel 1993 ancora in Hunza, nel 1996 con la traversata dalla valle Chapursan al Chitral e nella zona di Yasin, nel 1998 intorno al Tirich Mir e infine nel 1999 ancora una volta in alto Chitral.

Questa attività esplorativa venne poi utilizzata per predisporre e condurre il transetto geologico dalla placca indiana all'Hindu Kush orientale, nell'ambito del 32° Congresso Geologico Internazionale, organizzato a Firenze dall'Italia.

LE NOSTRE 11 SPEDIZIONI

- 1986** HUNZA – Gaetani, Jadoul, Nicora, Garzanti, Tintori, Casnedi
- 1988** SHAKSGAM – Gaetani, Gosso, Pognante
- 1990** CHITRAL – Gaetani, Muttoni
- 1991** HUNZA-SHIMSHAL – Gaetani, Jadoul, Zanchi, Angiolini, Bini, Rigamonti
- 1992** HUNZA-KUNJERAB – Zanchi, Angiolini
- 1992** CHITRAL-CHILLINJI – Gaetani, Nicora, Angiolini, Le Fort
- 1993** HUNZA – Zanchi, Gritti, Caserio
- 1996** CHAPURSAN-CHITRAL – Gaetani, Zanchi, Angiolini, Le Fort
- 1997** CHITRAL-TIRICH MIR – Zanchi, Poli
- 1999** CHITRAL-KARAMBAR – Gaetani, Zanchi, Olivini
- 2004** CHITRAL-BAROGHIL – Gaetani, Zanchi

I PARTECIPANTI



Andrea Zanchi (Shimshal, 1991)



Eduardo Garzanti, Flavio Jadoul (Khunjerab, 1986)



Lucia Angiolini e Alda Nicora (Chitral, 1992)



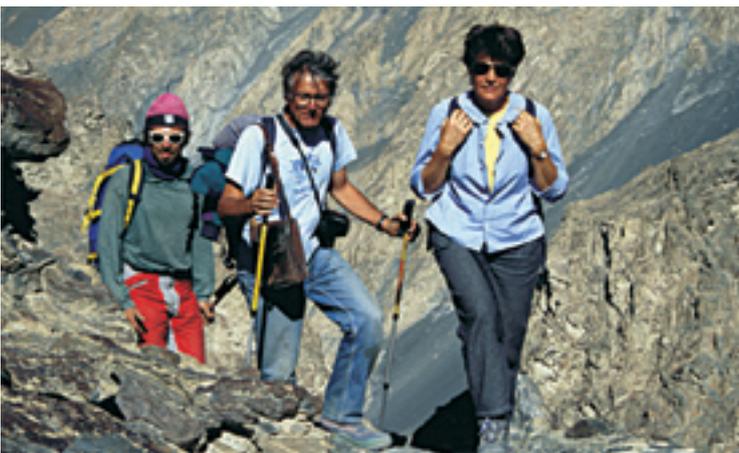
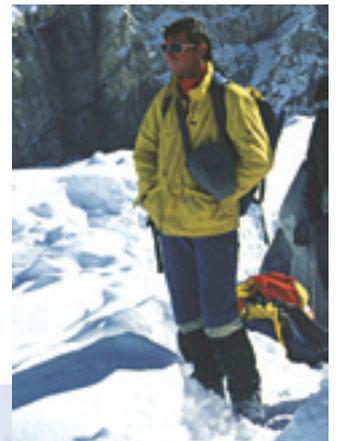
Da sinistra: Sameeni (Lahore), Flavio Jadoul, Lucia Angiolini, Alfredo Bini, Ivo Rigamonti, Maurizio Gaetani, Maurizio Gallo (guida). (Chapursan, 1991)



Alda Nicora (Karambar, 1992)



Patrick Le Fort del CNRS francese (Baroghil, 1992)



Maurizio Gallo, Maurizio Gaetani, Lia Gaetani (Shimshal, 1991)



Guido Gosso e Ugo Pognante in Shaksgam (1988)

A differenza dei primi esploratori, oggi è molto più semplice raggiungere le montagne. La Karakorum Highway o la strada per il Chitral consentono di arrivare abbastanza vicino al Nord Karakorum. Ci si può ulteriormente avvicinare mediante jeep, ma poi si deve per forza continuare a piedi. La carovana utilizza asini, yak, cammelli, ma soprattutto portatori.



Risalendo il ghiacciaio Chatteboi (1996)



Lungo lo Yarkhun (1992)



Verso il passo Aghil (1988)



Da Shimshal verso Shujerab(1991)



La fila dei portatori verso il Chillinji An (5100 m) (1996)

Nelle valli principali vi sono buoni sentieri, anche se talora arditissimi. Molto piacevoli se il tempo è favorevole.



Lungo la valle Lupghar (1986)



La lunga strada verso Shimshal (1991)

Ma quando la neve arriva troppo presto, allora la carovana ha dei problemi. Nel 1992 rimanemmo troppo a lungo tra le montagne. Ai primi di ottobre l'uscita verso Chillinji e la valle Karambar fu una ritirata alquanto complessa.



Gli yak sono formidabili. Riescono a saltare un crepaccio con un carico di un quintale sulla groppa (ghiacciaio Chatteboi, 1992)



La ritirata lungo la valle Karambar (ottobre 1992)

I campi possono essere in luoghi ameni, ed in condizioni confortevoli



Podshal di Lashkargaz (1999)



Ishkarwaz (1999)

Oppure rimediati tra le rocce

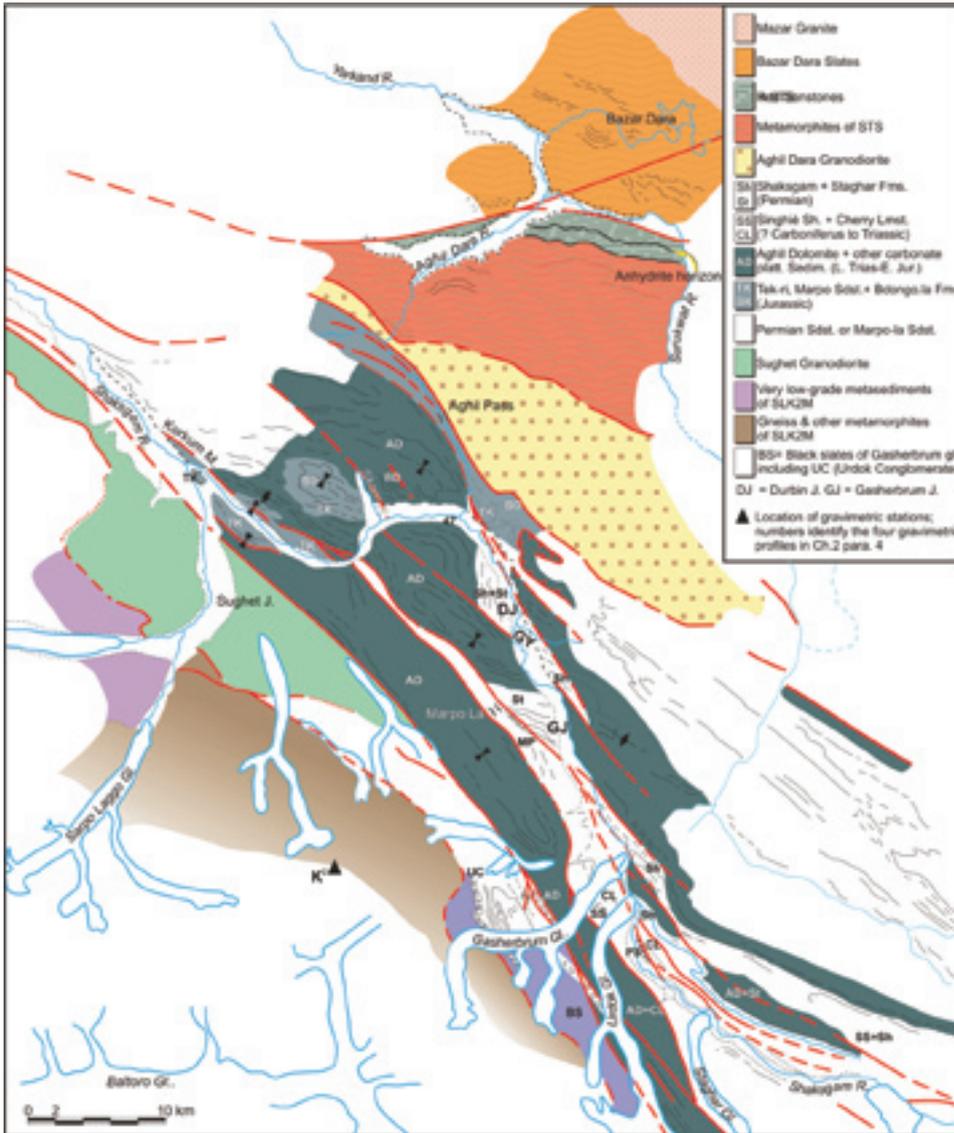


Verso passo Shimshal (1991)

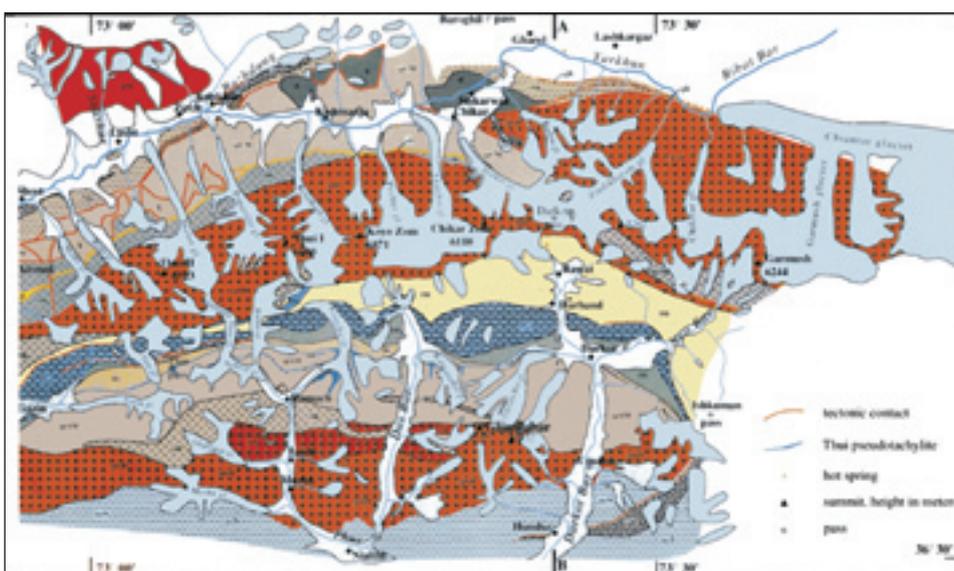


Campo sulla morena, verso il Chillinji An (1996)

I NOSTRI RISULTATI



Sulla base di queste spedizioni sono stati pubblicati oltre 35 articoli su riviste internazionali. Ed è stata prodotta una cartografia geologica che copre una fascia di oltre 200 km di lunghezza lungo i confini con l'Afghanistan e la Cina. Oltre ad uno schizzo geologico della Valle Shaksngam, in Cina, a Nord del K2. Da Gaetani et al. (1991) ridisegnata.

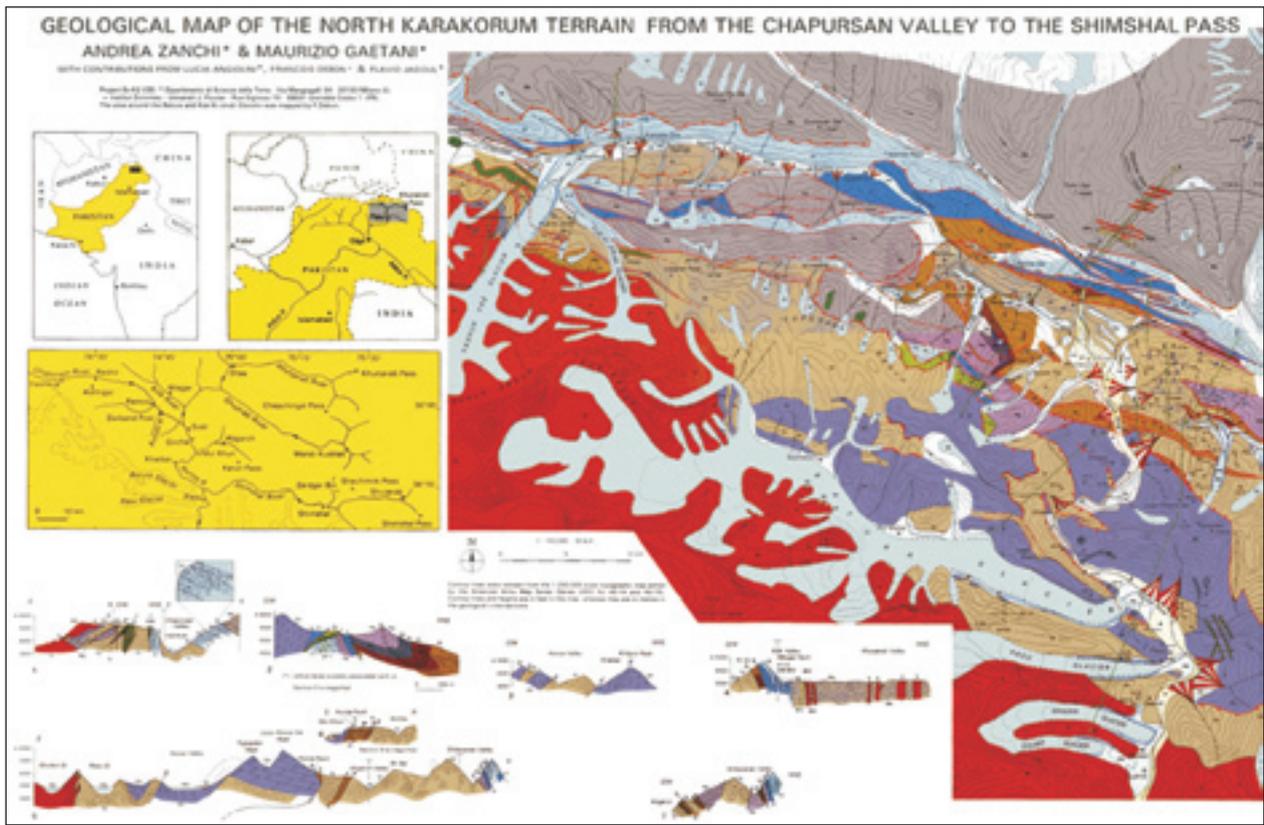


**GEOLOGICAL MAP OF WESTERN KARAKORUM RANGE,
NORTHERN PAKISTAN**
(Hindu Raj, Ghamubar, and Darkot Areas)
by
Patrick Le Fort* & Maurizio Gaetani**

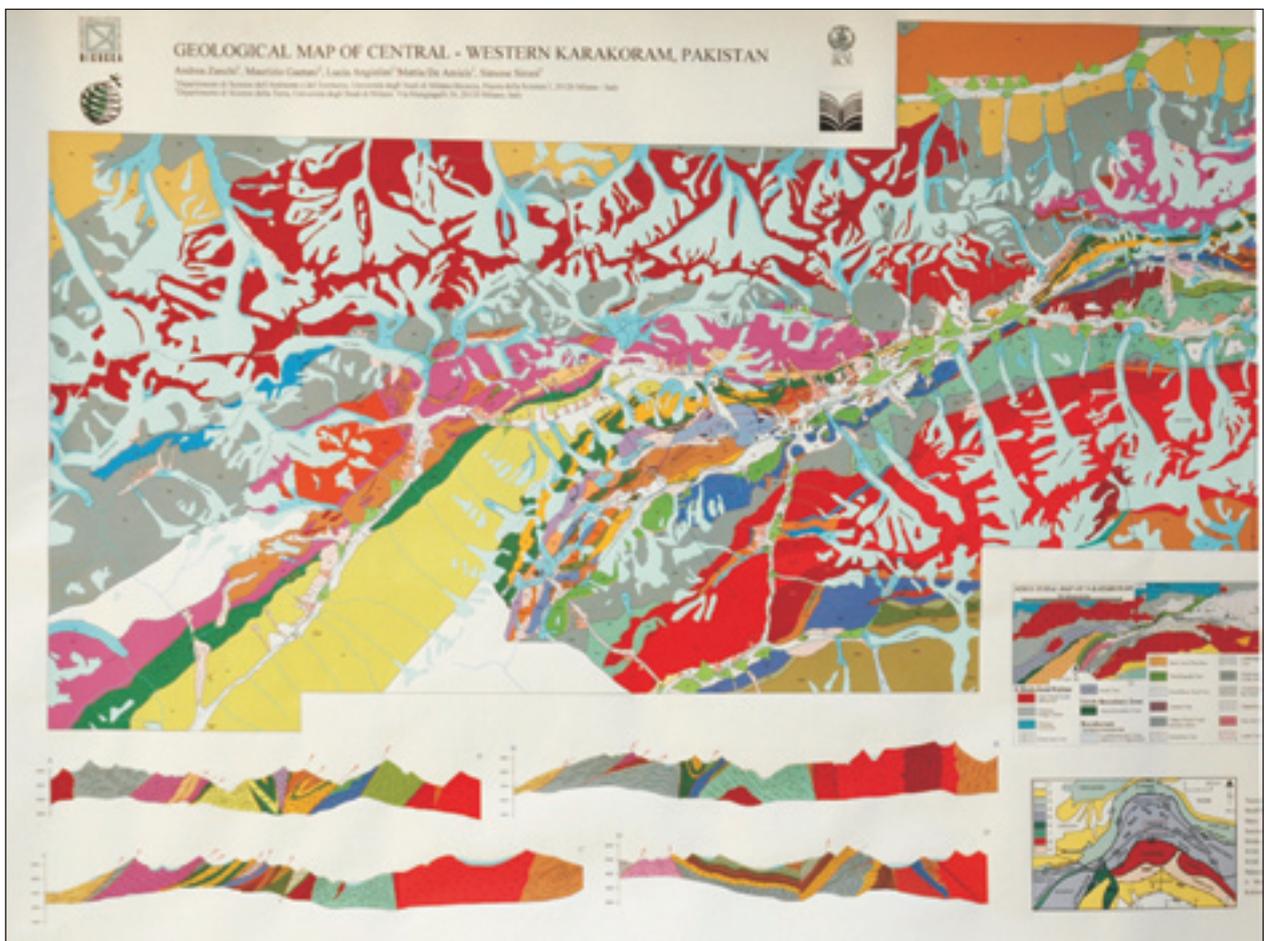
Le Fort & Gaetani (1998)

Grazie all'entrata, nel 1991, di Andrea Zanchi nel gruppo di ricerca, la produzione cartografica ebbe un notevolissimo impulso. Due sono i prodotti principali. La carta geologica di Hunza, uscita nel

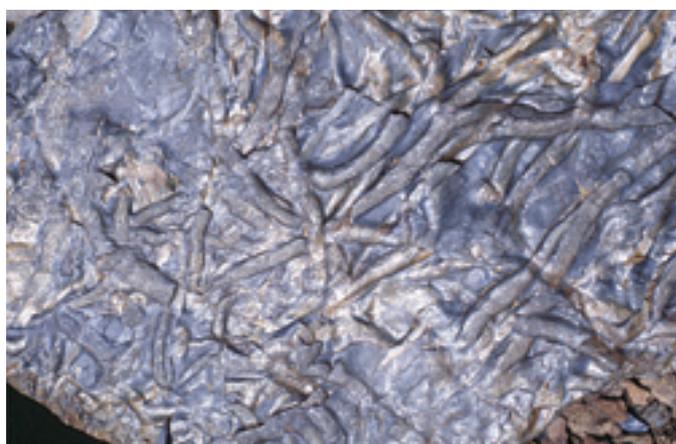
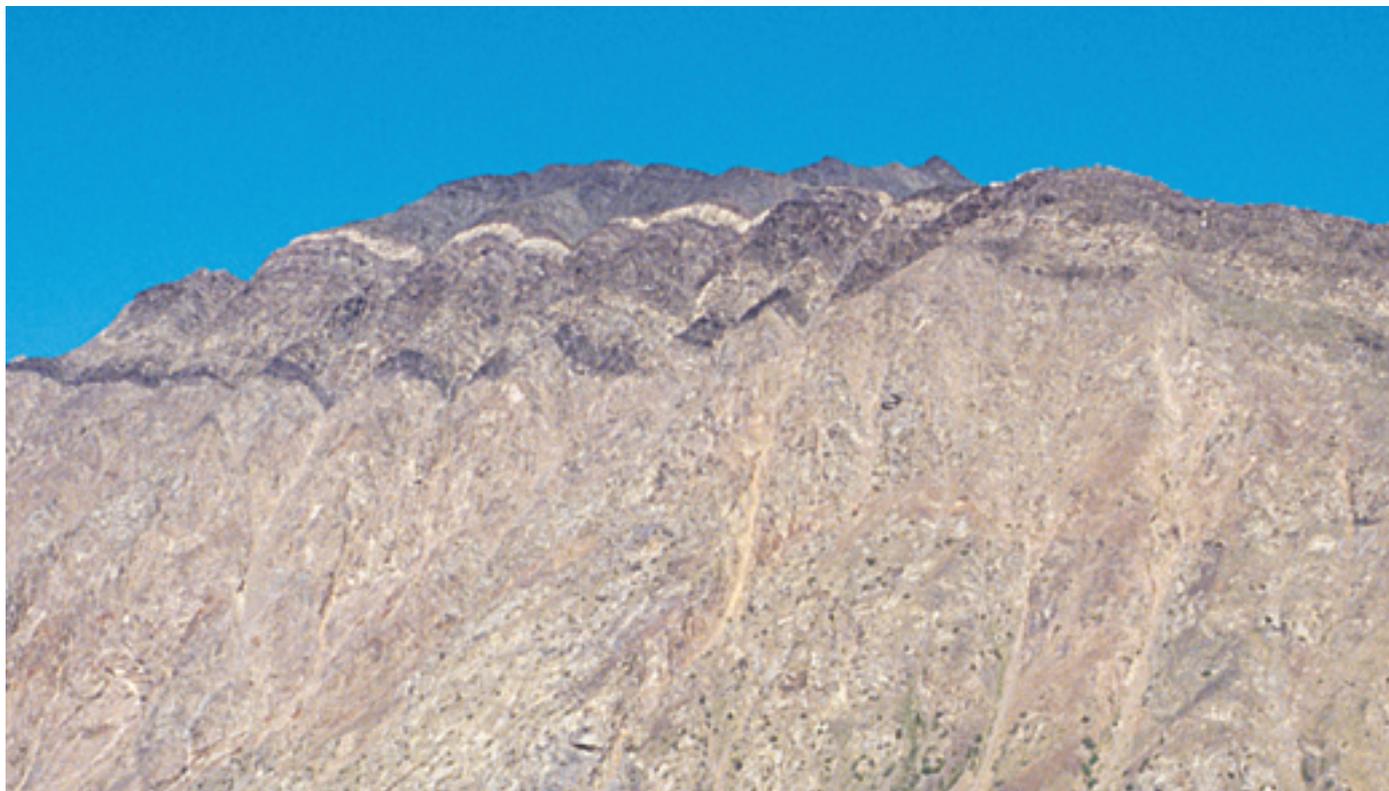
1994, di cui qui viene riprodotta la porzione occidentale, e la carta tra Chitral e Chapursan, quasi completata e di cui si devono ancora concludere le Note Illustrative.



Una parte della nuova carta geologica in preparazione (Zanchi et al.)



Il Karakorum centro-occidentale rappresenta la zona migliore per studiare la successione della fascia sedimentaria settentrionale. Nella zona tra Khan Kun e Chillinji, si hanno addirittura affioramenti di Basamento Cristallino. Questo fu identificato per la prima volta nel 1994 da P. Le Fort. I metasedimenti della Fm. Chikar sono intrusi dalle masse del Granito di Ishkarwaz. Sino ad ora non abbiamo età radiometriche per questi corpi rocciosi, ma essi sono ricoperti in discordanza da sedimenti con Acritarchi dell'Ordoviciano inferiore.



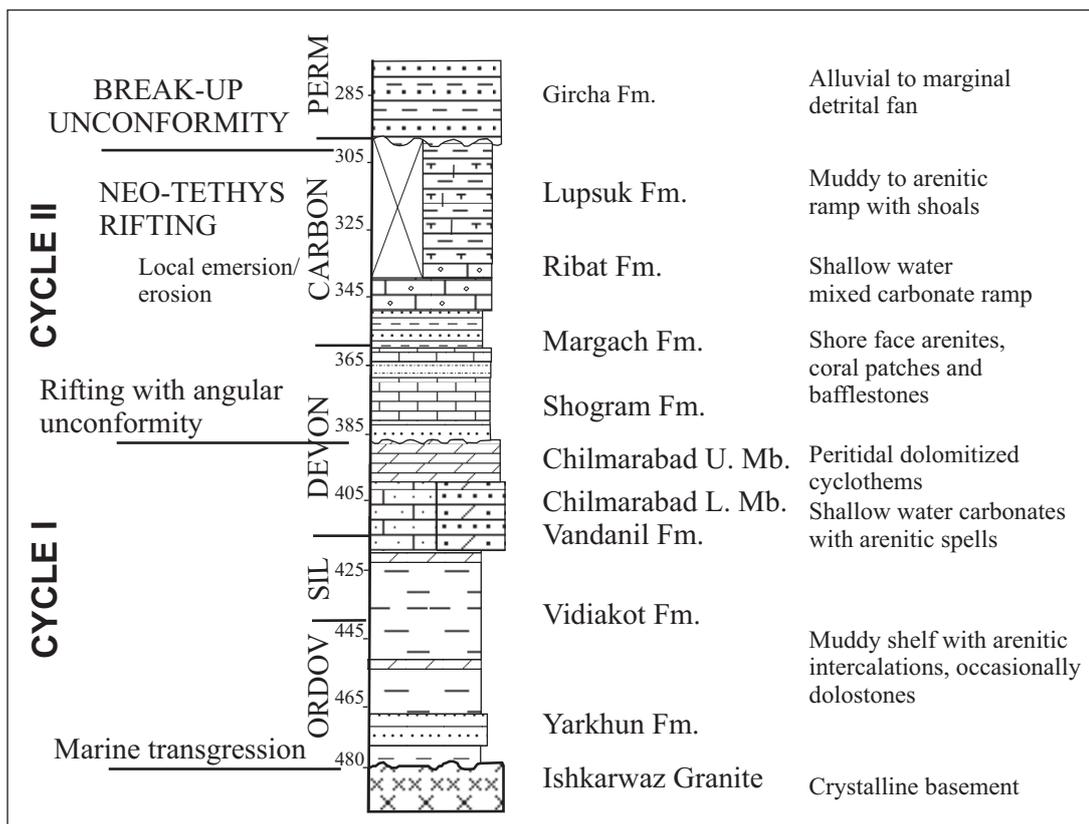
I primi sedimenti formano la prima banda scura nella parte alta della parete (Da Chikar verso N). In essi si rinvengono piste di trilobiti (*Cruziana* sp.) e molte piste di limivori (*Planolites* sp.).

Sono documentate le serie Arenig e Llandeilo dell'Ordoviciano. Poi la successione prosegue con una monotona sequenza di peliti e ardesie scure, sinora sterili. Per cui si suppone che sia presente anche il Siluriano, ma non è documentato.



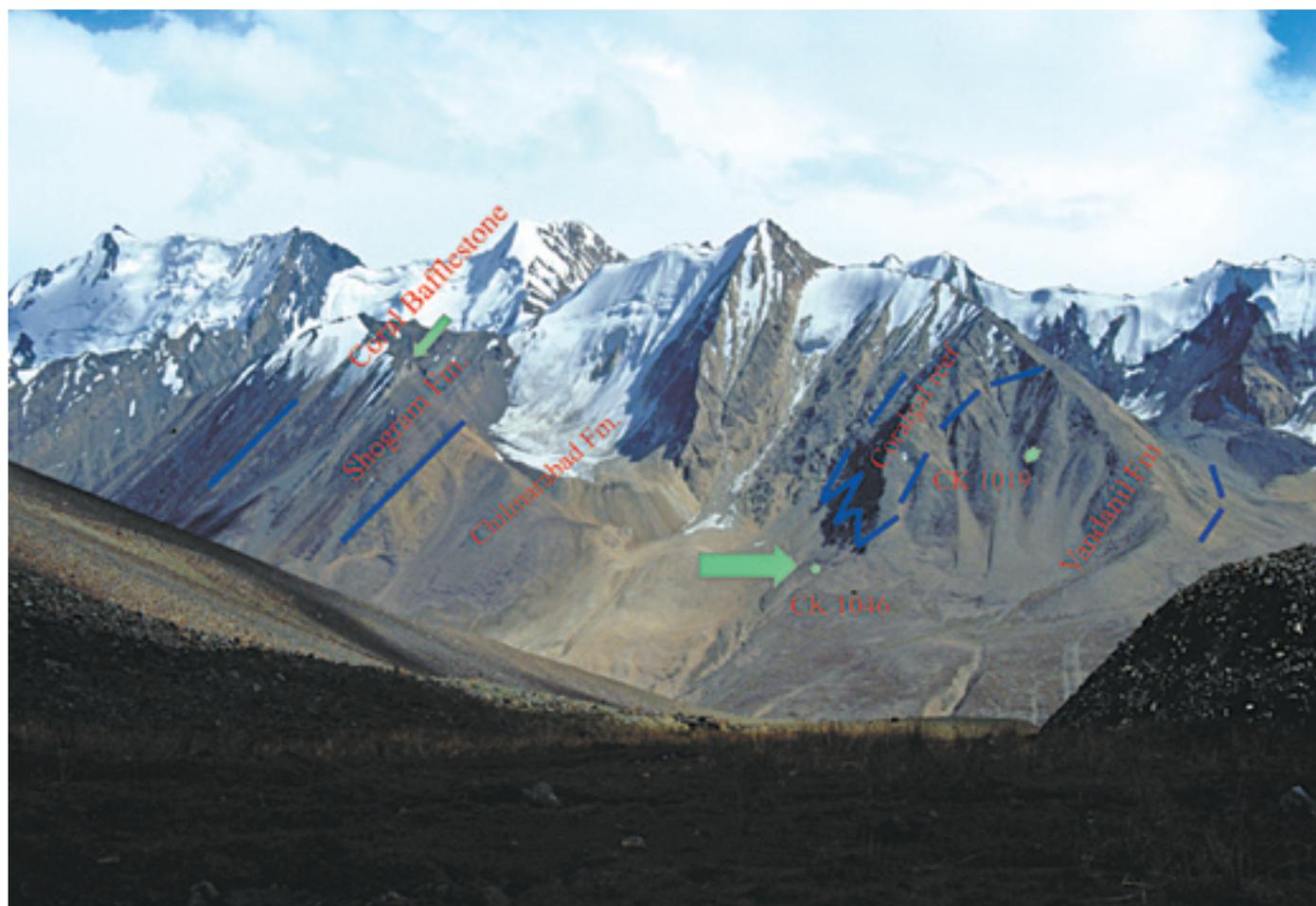
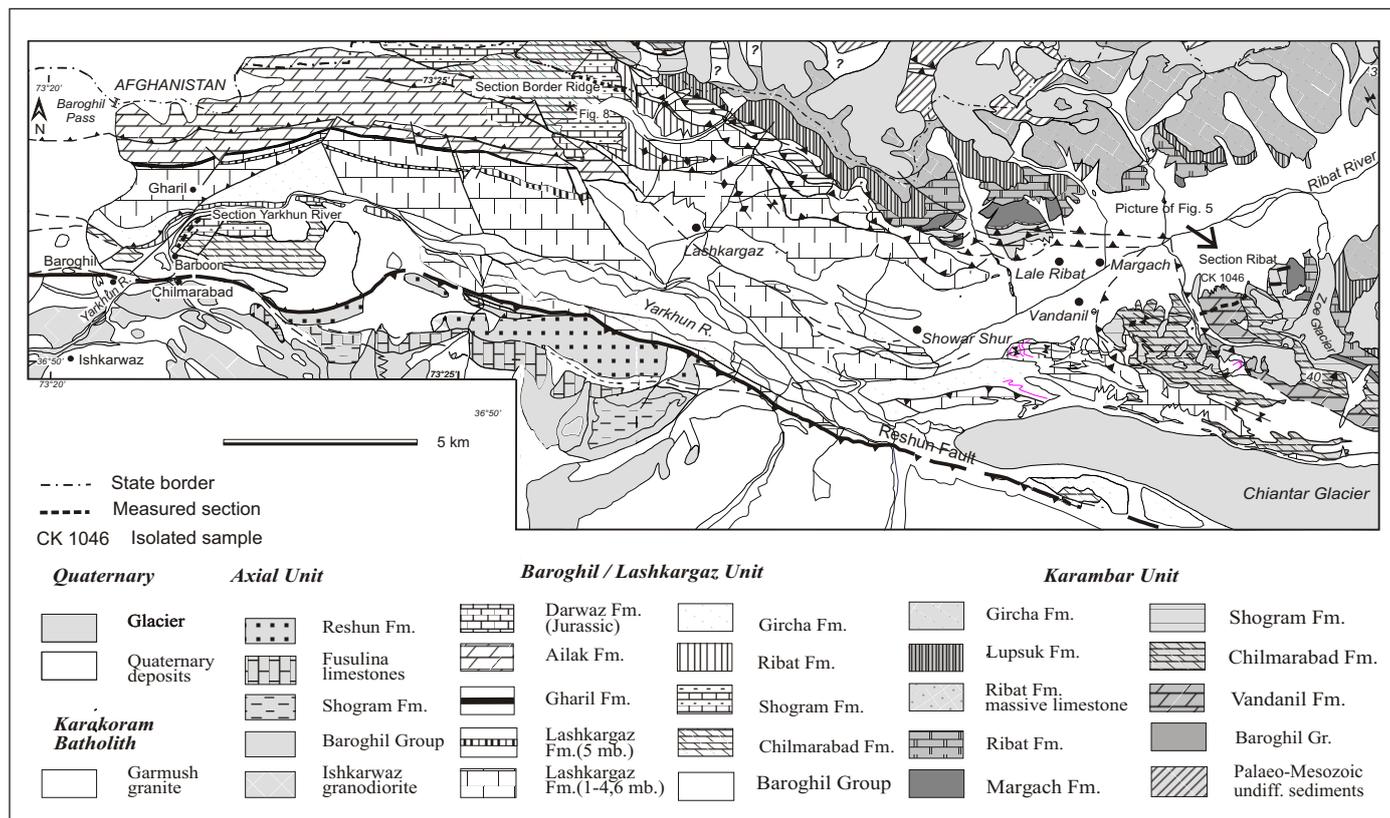


La Faglia di Reshun separa due mondi abbastanza diversi. A sud di questa affiora anche il Basamento Cristallino e la successione paleozoica è alquanto ridotta, con poco o punto Devoniano e Carbonifero. A nord della Faglia di Reshun invece affiorano le successioni paleozoiche più complete. E' probabile che questa faglia, che si collega ad est con la Faglia dell'Alto Hunza, sia impostata su un vecchio lineamento collegato alle fasi estensionali del Paleozoico superiore.



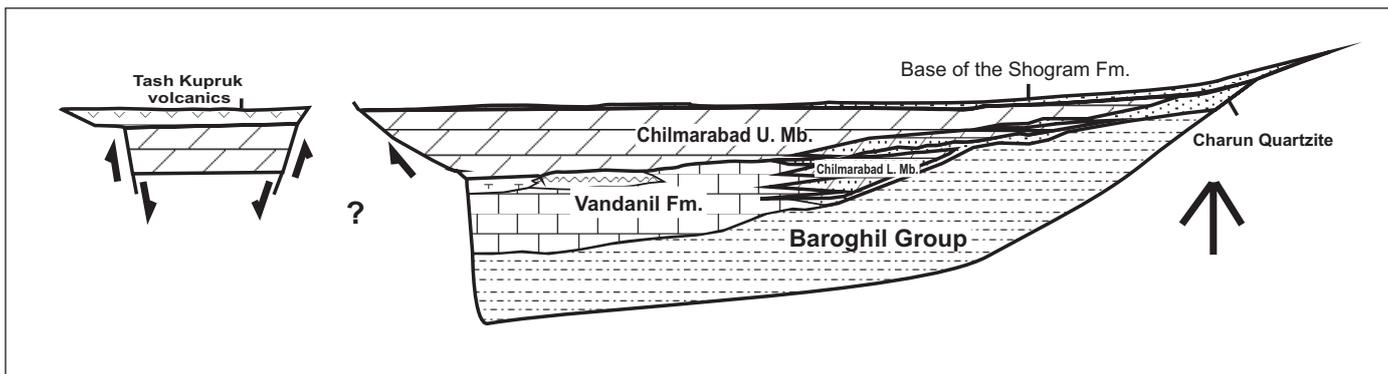
Nella successione del Nord Karakorum si possono distinguere diversi grandi cicli sedimentari. Il più antico, dall'Ordoviciano al Devoniano medio, vede un graduale instaurarsi di una grande piattaforma carbonatica peritidale, cui giungono apporti terrigeni significativi, tra cui caratteristici clasti di selce nera. Da Gaetani, 1997, aggiornato.

Nella falda Karambar, in valle di Ribat, si ha la successione più completa per l'intervallo Devoniano-Carbonifero, la sezione Ribat. Da Gaetani et al. (in preparazione) sulla base della carta geologica di Zanchi et al.

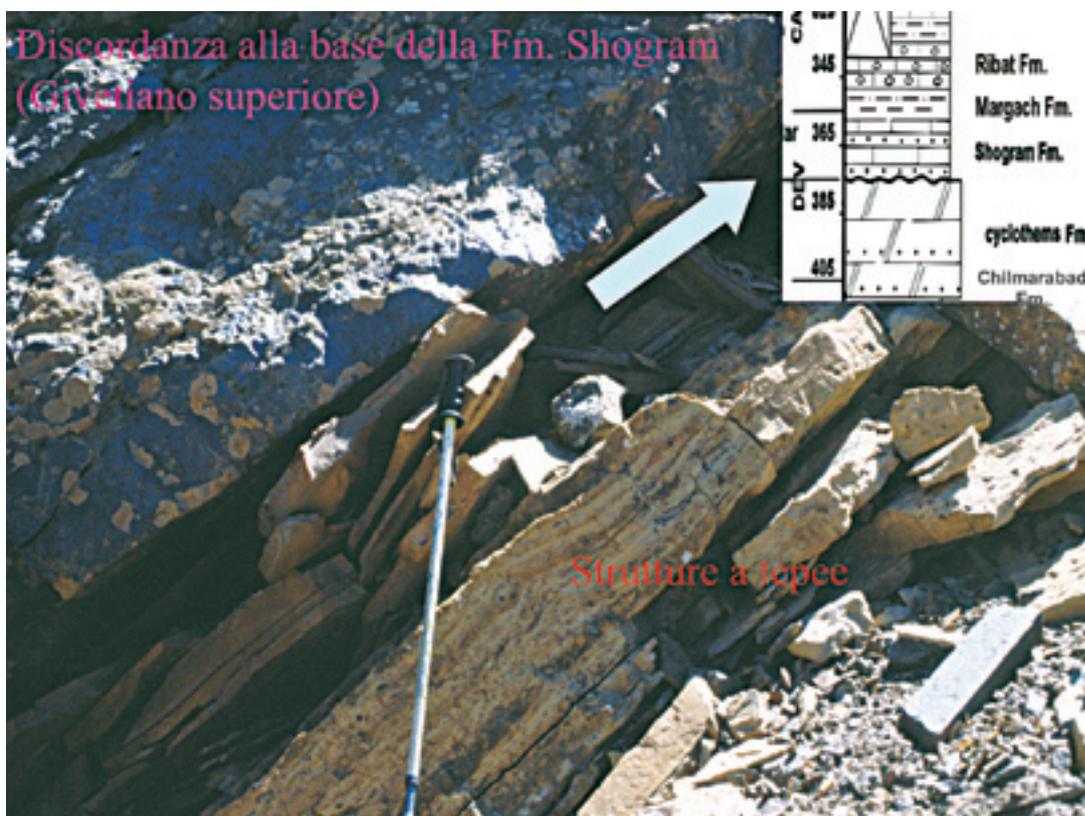


La sezione Ribat, dal Siluriano al Carbonifero inf. (foto A. Zanchi). Il campione CK 1019 contiene conodonti del Devoniano inferiore, mentre il campione CK 1046 contiene coralli e brachiopodi del Givetiano.

Tentativo di ricostruzione della successione del Paleozoico inferiore in Chitral e alto Yarkhun, prima del *rifting* del Givetiano. I basalti e le piroclastiti della Tash Kupruk sono interpretati con effusi in depressioni connesse al *rifting*. (da Gaetani et al., in preparazione).

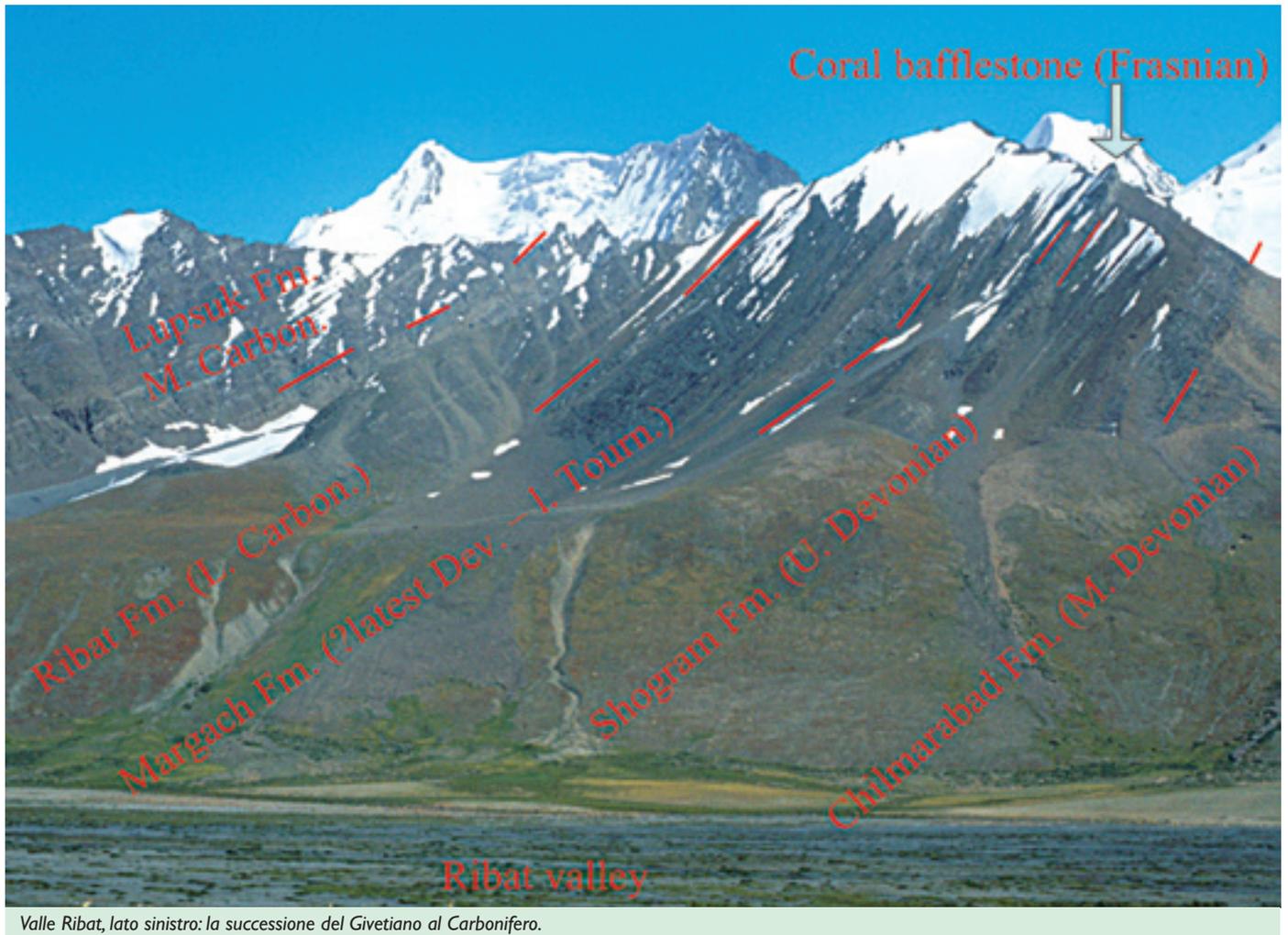


Con il Givetiano si ha il primo episodio estensionale, che corrisponde alla discordanza osservata alla base della Formazione Shogram. Il secondo ciclo sedimentario inizia con la discordanza tra le Fm. di Chilmarabad e di Shogram, con i conglomerati basali di ambiente alluvionale della Shogram che erodono il tetto della piana tidale, con strutture di emersione (tepee).



La Fm. Shogram, Givetiano - ? Famenniano, è particolarmente ricca in brachiopodi (*Cyrtospirifer* sp. nel riquadro) e contiene uno o due banchi a coralli coloniali.

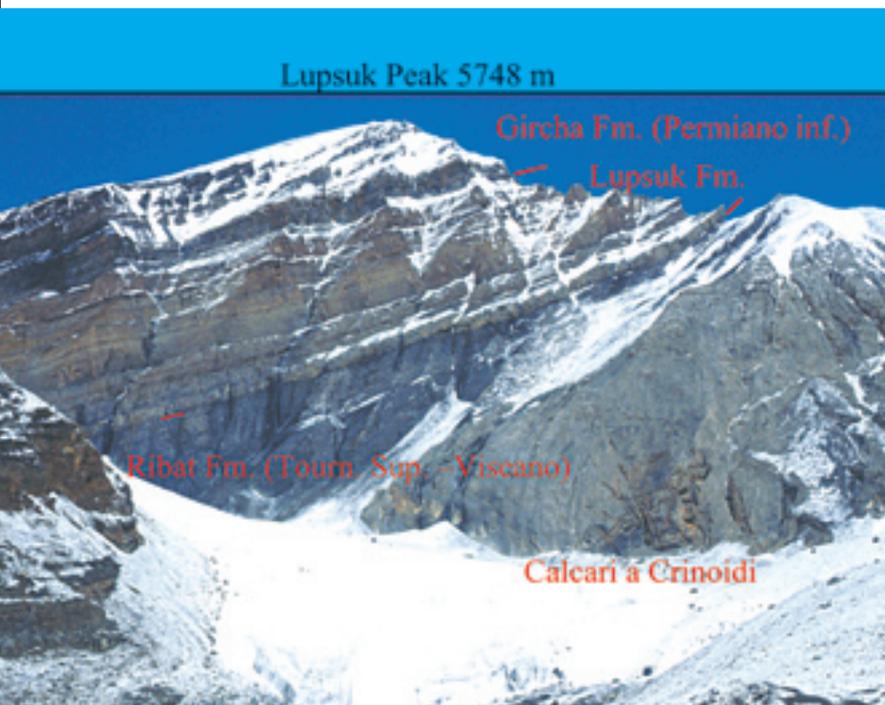
Verso la fine del Devoniano si ha una intensificazione della subsidenza e degli impulsi estensionali, con sedimentazione prevalentemente terrigena (Fm. Margach), in cui compaiono anche clasti di origine vulcanica. Con il Viseano tuttavia si ha una ripresa generalizzata della sedimentazione carbonatica (Fm. Ribat).



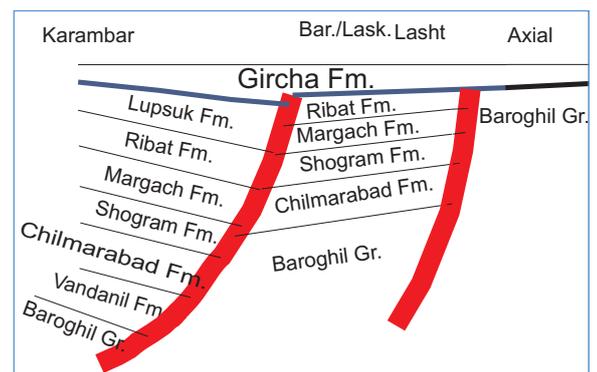
Valle Ribat, lato sinistro: la successione del Givetiano al Carbonifero.

Le fasi estensionali riprendono durante il resto del Carbonifero e solo nelle successioni più distali sono conservate successioni del Carbonifero superiore. Più a sud e soprattutto a sud della faglia di Reshun, molte successioni sono lacunose e la Fm. Gircha ricopre i vari blocchi in discordanza.

Questa viene interpretata come la break-up-unconformity e segna l'inizio della rotazione del blocco Karakorum verso nord, distaccandosi definitivamente dal margine indiano. In mezzo si aprirà la Neo-Tetide.



L'alto vallone del ghiacciaio Lupsuk, con lo sviluppo della successione carbonifera.



Il grande prisma sedimentario, prevalentemente terrigeno, della Fm. Gircha con età Asseliana e Sakmariana forma la base della successione permiana in tutte le diverse unità strutturali. In Hunza e verso est, tutte le unità strutturali presentano alla base dei thrust questa unità, mentre non ne sono conservate di più antiche. Intorno al lago Karambar la Fm. Gircha forma il nucleo della grande sinforme.

Buona parte della Gircha venne deposta in condizioni di mare basso, come testimoniano spettacolari increspature d'onda. Con il Sakmariano superiore, in concomitanza con la deglaciazione generalizzata sul Gondwana, anche in Karakorum si ristabiliscono condizioni marine con prevalente sedimentazione carbonatica. L'intervallo dal Sakmariano al Wordiano è spesso riccamente fossilifero con fusuline e brachiopodi predominanti. Più rari i conodonti e i piccoli foraminiferi.



Il lato sud-est della valle Ribat



Il lago Karambar presso il passo omonimo



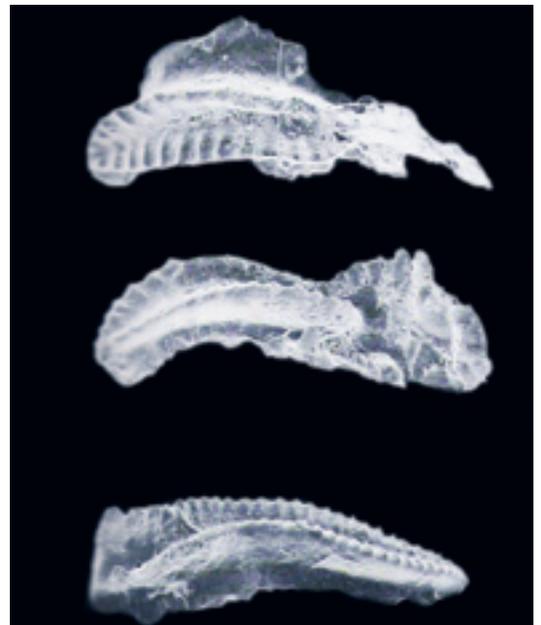
Valle di Ashtigarh



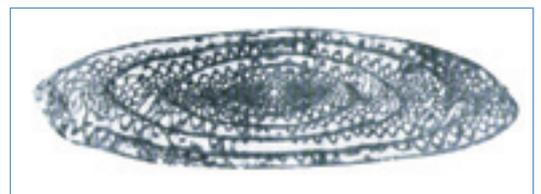
Callytharrella sinensis (Sun)



Calcare zeppo di *Parafusulina*. Fm. Lupghar, area di Khudabad

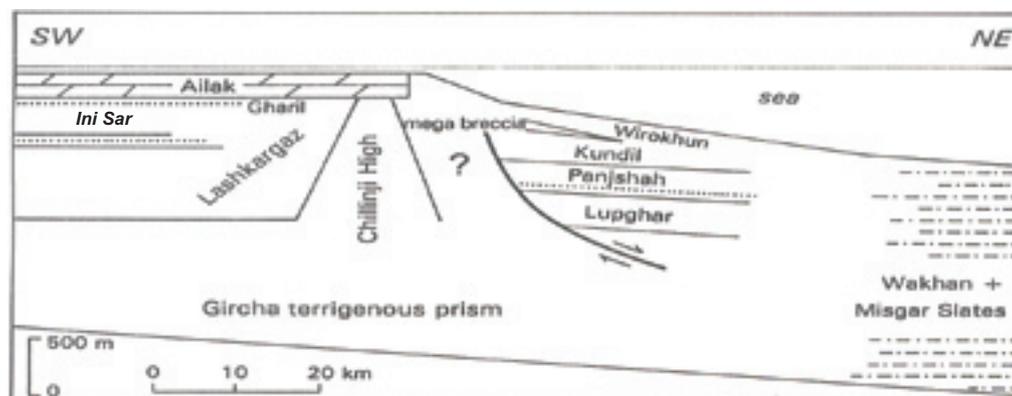


Adetognathus paralautus Orchard

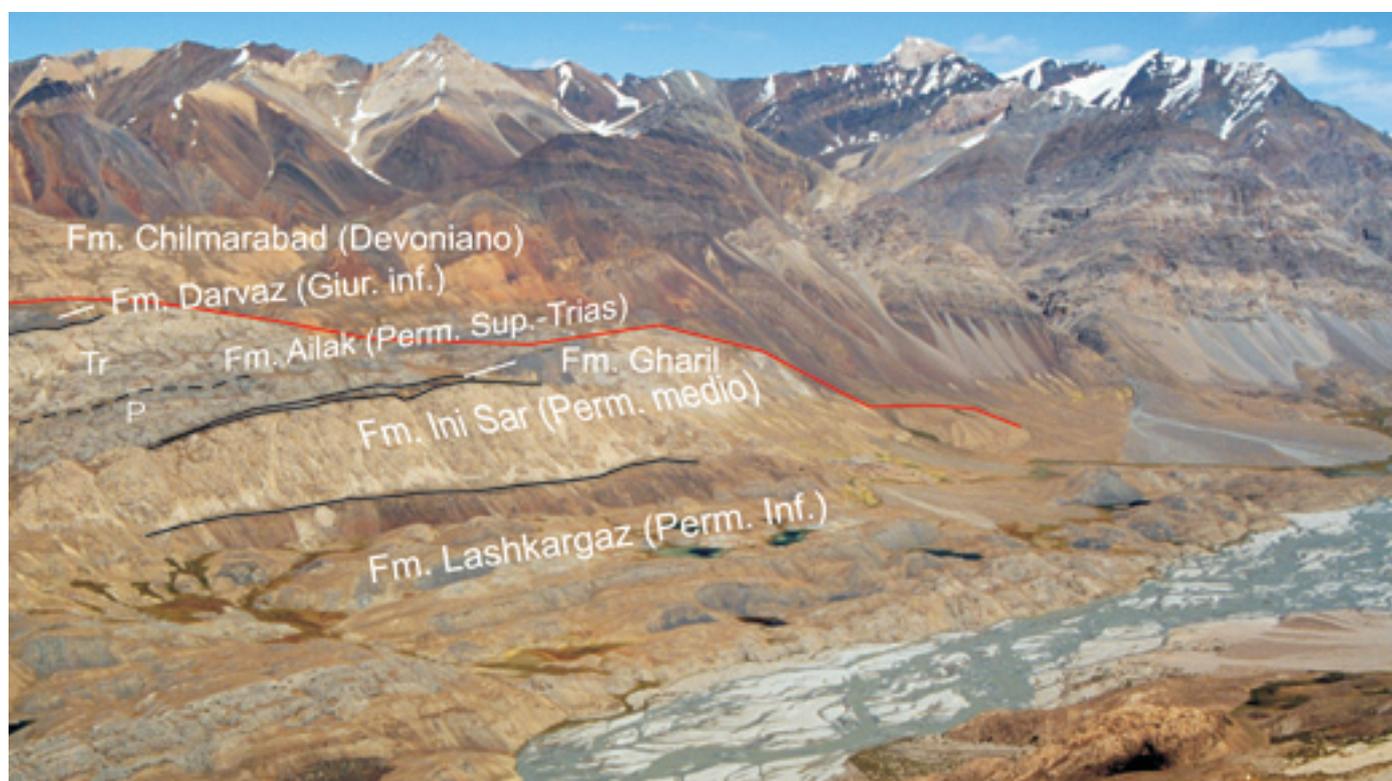


Parafusulina (*Parafusulina*) *jarkhunensis* (Reed)

Durante il Permiano si verificano anche significative variazioni laterali degli ambienti deposizionali. Le aree a sud dell'allineamento delle faglie di Reshun/Alto Hunza, così come le aree occidentali sono meno subsidenti e su di esse a partire dal Permiano medio si instaurano condizioni di piana peritidale carbonatica, mentre verso nord-est il bacino diviene progressivamente più profondo. Ad occidente, verso la fine del Permiano medio si hanno emersioni con depositi alluvionali e formazione di suoli lateritici (Fm. Gharil), mentre ad est cospicui corpi di frana sottomarina contraddistinguono lo sprofondamento del bacino, in cui si depositano fanghiglie ricche di silice.



In posizione ancora più distale forse continuavano a deporsi le argilliti delle Wakhan e Misgar Slatess, ora trasformate in ardesie.



La sezione dal Permiano al Giurassico di Lashkargaz (foto Zanchi)



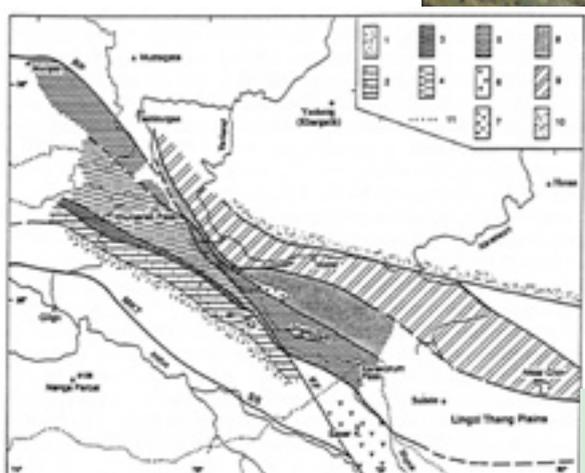
In valle Hunza la parte alta del Permiano medio è rappresentata dai calcari con selce della Fm. Kundil, di ambiente bacinale, in netto contrasto con le dolomie della Fm. Ini Sar di piana tidale. Inoltre non vi è traccia della temporanea emersione, registrata dalla Fm. Gharil.

Procedendo in posizione ancora più distale, e nella attuale configurazione verso nord, si ha ancora una serie di scaglie tettoniche che tuttavia, affiorando in territorio afgano, non sono per ora raggiungibili. Ad esse fa seguito il grande complesso di slates, già individuato da Hayden quasi un secolo or sono, note con il nome di Wakhan Slates. Più a nord ancora si arriva alle successioni del Pamir sud-orientale, in cui le successioni del Permiano e Triassico hanno facies e ritmi deposizionali abbastanza confrontabili con il Karakorum settentrionale.



La vette si susseguono ardite nel corridoio del Wakhan. In lontananza il Pamir sud-orientale.

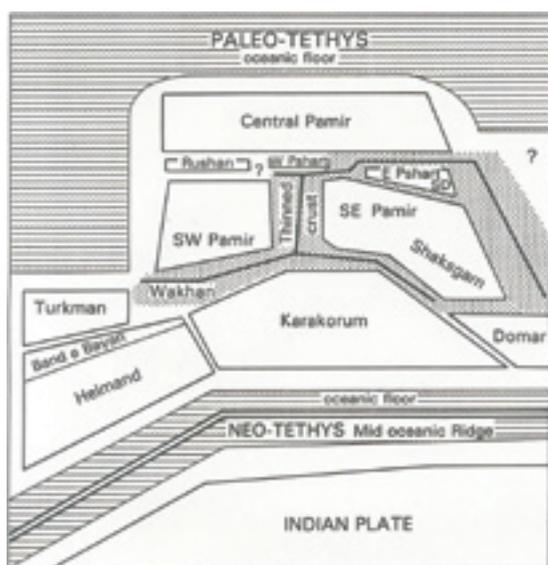
La monotona successione delle Wakhan Slates, di età paleozoica, rappresenta probabilmente la conoide distale profonda della piattaforma continentale della microplacca Karakorum.



La Faglia del Karakorum (trascorrente destra) ha spostato di diverse decine di km i terreni del Pamir-sud orientale, che ora affiorano in valle Shaksgam, sul versante settentrionale della catena, a N del K2 e degli altri 8000 del Karakorum.



Le vele del ghiacciaio Gasherbrum. Sullo sfondo la successione permiana e triassica, che ha stili e tempi deposizionali confrontabili con quella della valle Hunza in Karakorum.



Una possibile interpretazione è quindi quella di immaginare che diverse parti della frangia peri-gondwaniana si siano staccate dal margine gondwaniano con l'apertura della Neo-Tetide e che tra di esse si siano aperte vie d'acqua profonda con crosta assottigliata o anche in qualche caso con emergenza di vera crosta oceanica. (Da Gaetani, 1997).



Durante la spedizione del 1988 ponemmo il campo base non lontano dal luogo dove anche Desio pose il suo campo nel 1929, come indica questa foto tratta dal resoconto di Desio (1936).

La sedimentazione in contesto bacinale continua attraverso il limite Permiano/Triassico in valle Hunza, a differenza di quanto si osserva ad occidente. Trattandosi di rocce alquanto duttili, le marne della Fm. Wirokhun sono quasi sempre laminate tettonicamente. Solo alla testata del vallone di Wirokhun (q. 4300 m), in valle Chapsursan, abbiamo trovato una sezione abbastanza conservata.



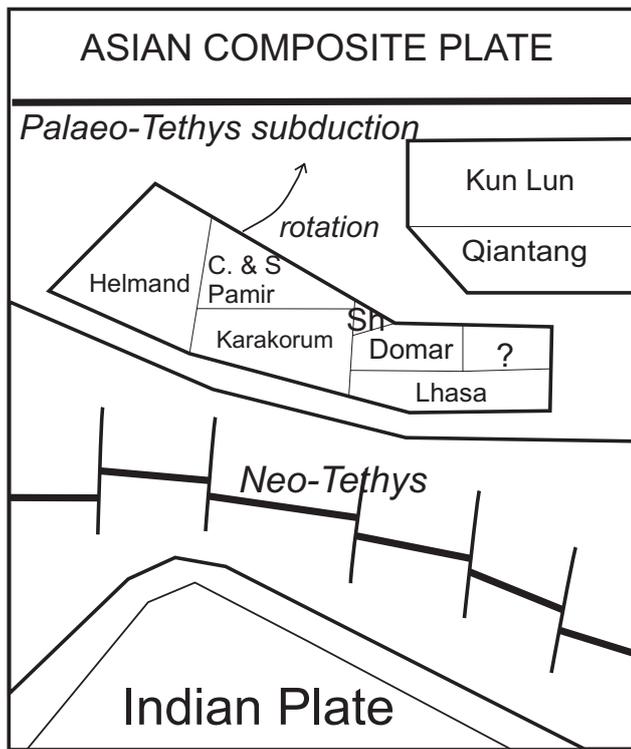
Gli strati sono subverticali e l'intervallo del limite P/T si trova alla destra di Lucia Angiolini. (1991).



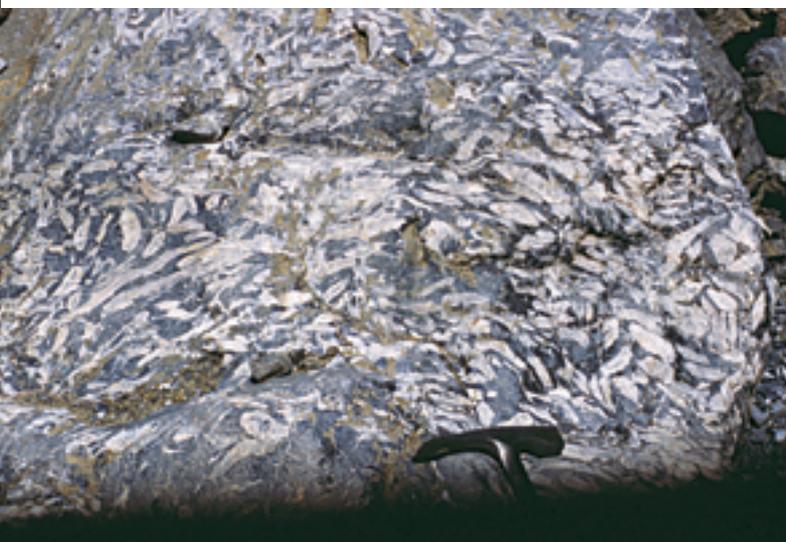
Dettaglio dell'intervallo del limite P/T.



Gli apporti carbonatici riprendono più consistenti nel Triassico, per cui si passa ai calcari laminati della Fm. Borom. Nella parte superiore si rinvencono rare *Daonella indica*, che provano un'età ladinica.

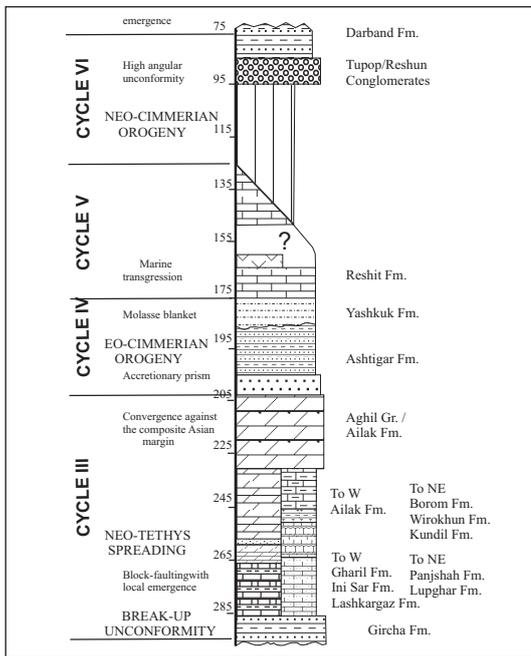


Continuando l'espansione della Neo-Tetide, i vari blocchi della frangia peri-gondwaniana, raggruppati con il nome di Megalhasa o di blocchi cimmerici si avvicinarono al margine attivo asiatico, con la conseguenza di una graduale diminuzione della subsidenza ed il ritorno generalizzato a condizioni di mare basso, con sedimentazione carbonatica.



Estese dolomitizzazioni, facies a Megalodonti, *Lithiotis* e Ostreidi sono tutti aspetti molto caratteristici della provincia tetidiana per questo intervallo di tempo.

In Karakorum non vi è una pronunciata deformazione cimmerica, ma tuttavia vengono deposte due unità molto significative, le formazioni di Ashtigarh e di Yashkuk, del Giurassico inferiore. Nella prima sono presenti clasti di rocce mafiche e di rocce silicee. Nella seconda, debolmente discordante sulla prima, la segnatura è quella tipica dell'orogene riciclato. L'area sorgente era forse situata nelle montagne Alitchur in Pamir meridionale. In Karakorum abbiamo quindi dapprima i depositi sinorogenici del prisma di accrezione e poi le molasse, con litareniti di prevalente colore rosso.



Il grande ciclo sedimentario connesso con l'espansione neo-tetidiana si conclude con l'orogenesi eo-cimmerica ed il Karakorum viene accrezionato al margine asiatico. La zona di subduzione si sposta a sud e, nel Giurassico superiore, in contesto oceanico, inizia a formarsi una zona di convergenza che darà origine all'arco del Kohistan, mentre tra Karakorum e Kohistan si aprirà un bacino di retroarco.

La trasgressione del Giurassico medio è caratterizzata da calcari di piattaforma esterna o rampa carbonatica, con rari noduli di selce.



Valle di Ribat

La storia del Giurassico superiore/Cretaceo inferiore è ancora poco nota. Verso la fine del Cretaceo inferiore avviene la chiusura del retroarco alle spalle dell'arco del Kohistan e si accentua la subduzione della Neo-Tetide. Anche il Karakorum viene coinvolto nella convergenza. Le successioni sedimentarie sono intensamente deformate, con spettacolari discordanze angolari anche di 90° , ma non sono metamorfosate. Nei solchi di questo margine estremamente attivo si potevano ancora depositare sedimenti marini. Scarsi coccoliti indicano che condizioni marine possono essere continuate sino al Campaniano. Ma più generalmente si hanno potenti coltri conglomeratiche prevalentemente alluvionali (i conglomerati di Reshun e di Tupop).



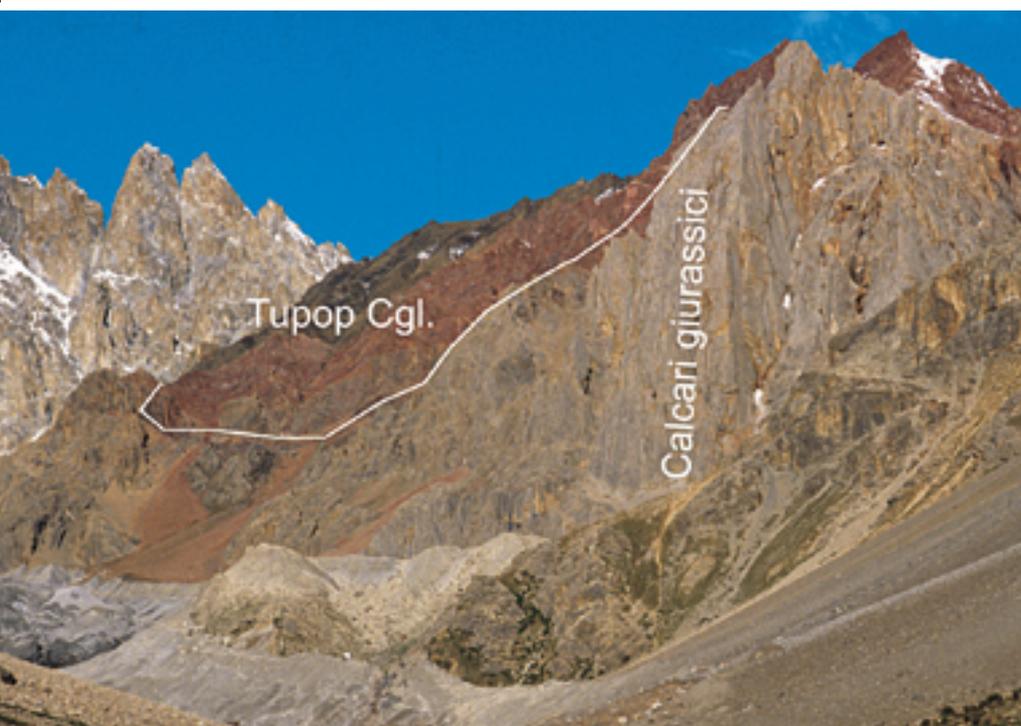
Valle di Kundil



Marne campaniane della Fm. Darband

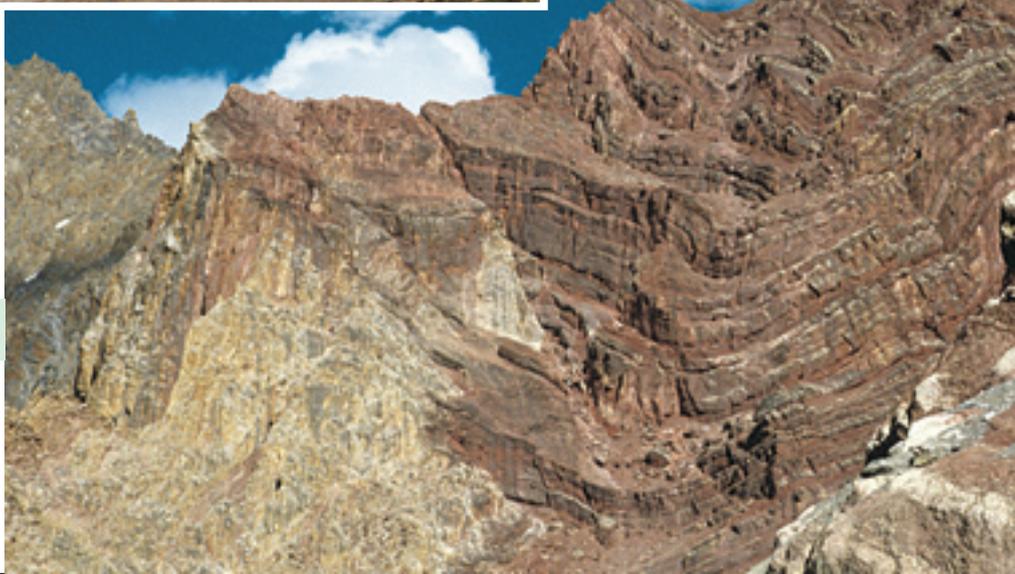


Conglomerati poligenici della Fm. Tupop

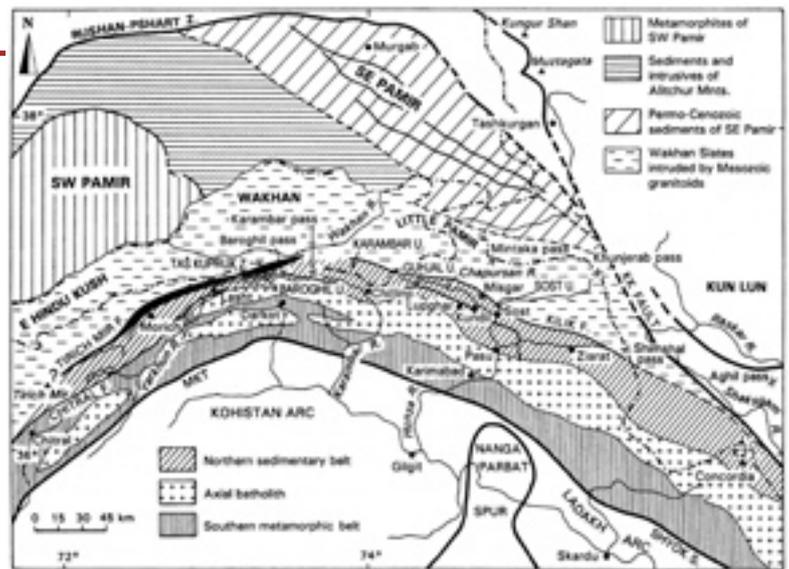


Discordanza angolare alla testata della valle Tupop

Discordanza angolare sul lato orientale della valle Kundil

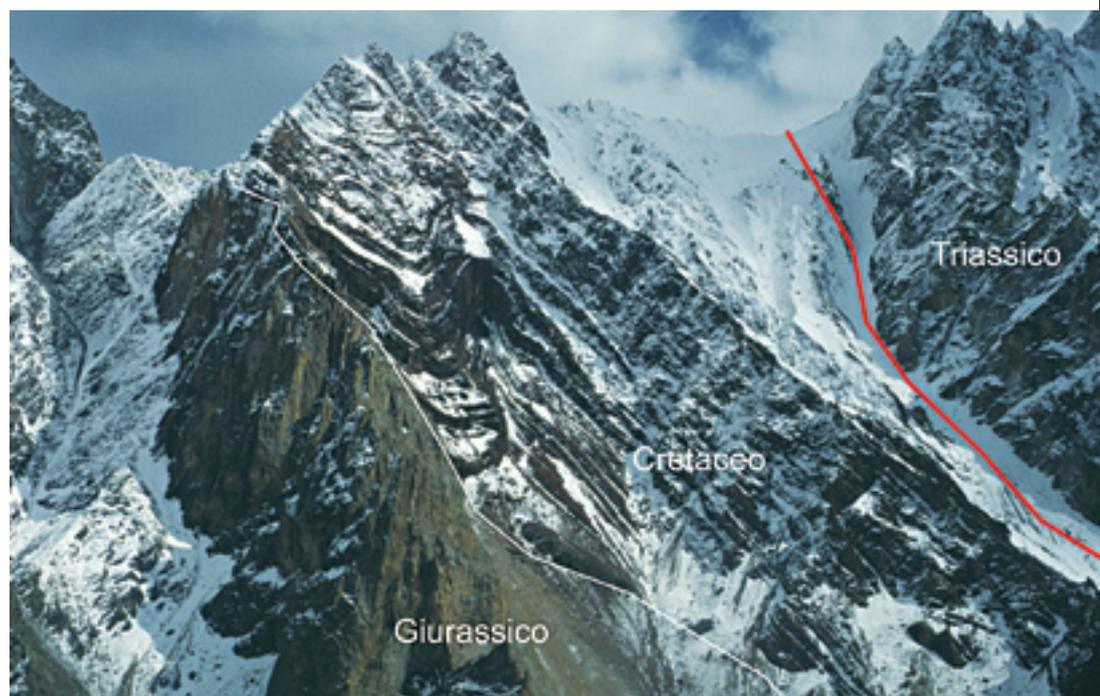


La subduzione di estese porzioni crostali durante il Cretaceo porta in profondità grandi masse che originano enormi corpi magmatici di composizione granitoide. Essi poi risalgono intrudendosi anche nella copertura sedimentaria e formando un complesso di batoliti che nell'insieme danno luogo al Batolite Assiale della catena.



Alla testata del ghiacciaio di Karun Bar (valle di Nialthi), il Granito del Passo Darkot (a sinistra) ha assimilato parte della successione sedimentaria (le rocce più scure).

L'espansione dell'Oceano Indiano provoca durante il Cenozoico la chiusura dei resti dell'Oceano Neo-Tetide sino a giungere alla collisione della placca indiana con il margine asiatico, collisione che forma la catena himalayana e ulteriormente deforma il Karakorum. In questo caso, le dolomie della Fm. Aghil (Triassico) si accavallano sulla successione già deformata durante il Cretaceo.



Versante orientale della valle di Kundil



Il monarca della catena, il K2, si erge di oltre mezzo km sulle vette circostanti. Si tratta di un batolite granitico del Cretaceo, successivamente gneissificato. Nella parte orientale della catena il metamorfismo cenozoico risulta particolarmente intenso. Veduta da nord-est della parte alta del Crestone Abruzzi e della via normale alla vetta.



GRAZIE!!! È stato davvero bello!

Questa ventennale attività non sarebbe stata possibile senza la collaborazione, l'aiuto e l'amicizia di molte persone. Innanzitutto mia moglie Lia, che ha partecipato a molte di queste spedizioni, sopportando anche i discorsi ossessivamente geologici nelle serate in tenda. Poi tutti i più giovani colleghi, con cui abbiamo diviso sole, vento e neve su queste meravigliose montagne. E che poi hanno fatto tantissimo per completare le ricerche in laboratorio, preparare le documentazioni scientifiche e disegnare le carte geologiche, come Lucia Angiolini e Andrea Zanchi, per cui il Karakorum fu galeotto. Grazie ai tecnici del Dipartimento, che hanno gestito sezioni sottili, disegni e fotografie.

Grazie al Direttore del Geoscience Laboratory di Islamabad del Geological Survey of Pakistan, per aver permesso e sostenuto la nostra attività, in un rapporto di cordiale e fruttuosa collaborazione.

Infine grazie a coloro che hanno organizzato la logistica delle spedizioni, da Renato Moro della Focus in Italia ad Ashraf Aman della Adventure Tour Pakistan. E alle tante guide e portatori, che hanno faticato per noi anche in situazioni non sempre facili.