

EDUARDO MARTINEZ DE PISON  
Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid

## OBSERVACIONES GEOMORFOLOGICAS EN EL NANGA PARBAT (HIMALAYA DEL PAKISTAN)

*«Pre-Islamic traditions blame many of life's misfortunes on mountain fairies, and Nanga Parbat is said to be a fairy citadel, topped by a crystal palace and guarded by snow serpents.»*

JOHN KING

### RESUMEN - RÉSUMÉ - ABSTRACT

Se exponen los caracteres morfoestructurales y de modelado glaciar del Nanga Parbat (8.125 m.), en el Himalaya occidental. Destacan cinco fases glaciares principales en el interior del macizo, correspondientes al Pleistoceno superior y al Holoceno. Se correlacionan estos episodios con los estadios recientes reconocidos en otros puntos del Himalaya y del Karakorum.

\* \* \*

*Observations géomorphologiques au Nanga Parbat (Himalaya, Pakistan).*- Nous présentons ici les caractères morphostructuraux et du modèle glaciaire du Nanga Parbat (8.125 m.), au Himalaya occidental. A l'intérieur du massif on observe cinq phases principales du Pléistocène supérieur et Holocène. Il est aussi possible de faire sa corrélation avec les épisodes récents reconnus aux autres lieux de l'Himalaya et Karakorum.

\* \* \*

*Geomorphological observations at Nanga Parbat (Himalaya of Pakistan).*- This article attempts to establish the nature of the structural landforms and the glacial landforms of the Nanga Parbat mountain (8.125 m.), in the Himalaya range. Five major glacial episodes are differentiated along the Upper Pleistocene and Holocene within the massif. It's possible to correlate these episodes with the recent ones known in other parts of the Himalaya and Karakorum.

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, morfoestructuras, modelado glaciar, Nanga Parbat, Himalaya.

MOTS CLÉ: Géomorphologie, formes structurales, modèle glaciaire, Nanga Parbat, Himalaya.

KEY WORDS: Geomorphology, structural landforms, glacial landforms, Nanga Parbat, Himalaya.

### INTRODUCCION

Las observaciones que permitieron la redacción de este trabajo se realizaron en el curso de la expedición «Peñalara» al Nanga Parbat, en los meses de Julio y Agosto de 1990. La expedición estuvo dirigida por Carlos Soria Fontán, que alcanzó la cima del pico (8.125 m.), junto con Pedro Nicolás, el 11 de agosto, por la ruta Kinshofer, sobre el valle de Diamir, que se abre en el flanco Noroeste de la montaña (SORIA, 1990). Integraban también la expedición Mariano Arrazola, médico de la misma, Angel Sánchez y Jorge Palacio. Los objetivos del estudio que corrió a mi cargo fueron geomorfológicos: las formas estructurales del Nanga Parbat y las derivadas del modelado glaciar de sus flancos en el ámbito de la alta montaña. La expedición estuvo apoyada por la Real Sociedad de Alpinismo Peñala-

ra y la investigación fue ayudada por la Universidad Autónoma de Madrid.

Aunque este trabajo estuvo centrado en el macizo del Nanga, debo sumar algunas observaciones más someras en los valles de Astor y del Indo, con formas correlativas a las de la montaña. En otros artículos he detallado el itinerario que realicé con este fin (MARTINEZ DE PISON, 1990). Recorrí los significativos flancos de Diamir, Rupal, Raikot y Pataro. Es decir, el gran valle interior noroccidental, el profundo surco meridional y la extensa vertiente norteña, con su valle que desciende directamente al Indo: tres orientaciones, tres morfologías diferenciadas y tres ámbitos glaciares distintos, con datos complementarios. También el sector alto de Pataro proporcionó datos para una contrastación con las formas glaciares recientes de los otros valles. A mi entender, ello permite establecer una pri-

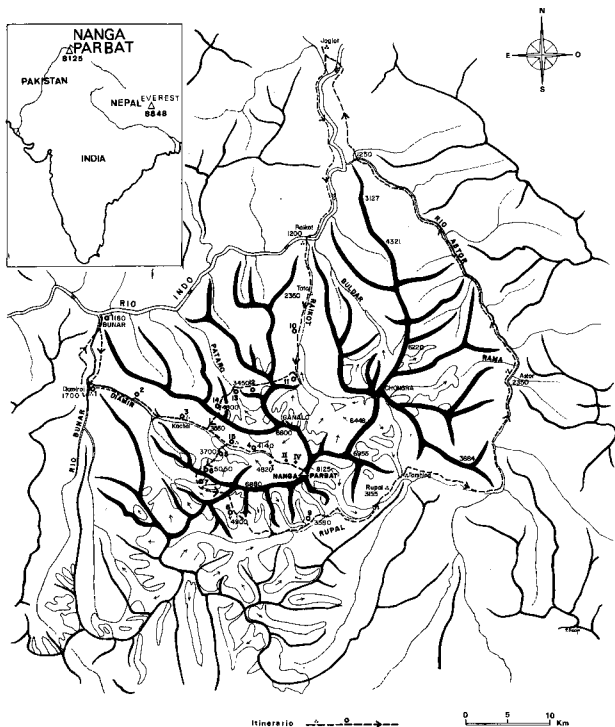


Fig. 1. Croquis del macizo del Nanga Parbat y recorrido de la expedición. Los números del itinerario corresponden a los campamentos.

mera interpretación de conjunto del relieve del macizo y realizar una correlación nueva con los datos obtenidos en nuestros trabajos anteriores en otros puntos de la cordillera. El valle de Diamir fue clave en el trabajo, al permanecer en él más tiempo y con mejor infraestructura, al poseer una morfología especialmente reveladora y al contar con el apoyo de los demás expedicionarios. A todos ellos quiero agradecer aquí la ayuda recibida, especialmente a Carlos Soria, jefe de la expedición, por su apoyo incondicional, y a Pedro Nicolás, a quien debo también datos e ideas, por su directa participación en el

estudio, por ejemplo en el establecimiento de las fases glaciares de Diamir, que fueron clave para el entendimiento de las demás. Del mismo modo expreso mi reconocimiento a los pakistaníes de nuestro equipo, que apoyaron la campaña en las rocas y glaciares del Nanga Parbat, de modo particular al mayor Mujahid Ahmed, al sirdar Samandar Khan y al guía de Kut Galf Sheer Rahmanq.

\*\*\*\*\*

En el macizo del Nanga Parbat (35° 15' N) termina bruscamente la alineación occidental de la

cordillera del alto Himalaya sobre la profunda depresión del Indo, con un desnivel de 7.000 m. en 25 km. entre la cumbre y el río. En todos sus flancos esta montaña destaca sobre su entorno no sólo a causa de sus rápidos desniveles, sino al estar recorrida por valles que materialmente se clavan entre ella y los relieves circundantes: los del Indo, Bunar, Rupal y Astor, con altitudes en sus tramos centrales sólo de 1.200, 1.500, 3.500 y 2.300 m., respectivamente.

Esta marcada individualidad del macizo del Nanga Parbat se debe a causas morfoestructurales, concretamente morfotectónicas, que independizan su relieve, aunque geológicamente sus rocas, alineación y deformaciones fundamentales se inserten en el conjunto occidental del Himalaya. Ello ha otorgado a esta montaña una peculiar personalidad, ya expresada tempranamente por Younghusband en 1896: «the distant Nanga Parbat —the Naked Mountain—... a true monarch of the mountains».

El macizo es una parte del gran bloque himaláico casi paralelo al del Karakorum en este sector del Pakistán, pero separado de éste por una depresión amplia y profunda, a 2.500 m. en el centro de este tramo, por la que corre el Indo en dirección Noroeste. Queda el río encajonado y preso entre compactas montañas que, al tiempo que lo alimentan, impiden su lógica salida hacia el sur, lo que le obliga a contornear el Himalaya en una larga vuelta, hasta que las grandes fallas —aún activas— que limitan en Nanga y toda la cordillera por su extremo noroccidental le permiten torcer su curso y abrirse un camino hacia las llanuras meridionales.

Este sector occidental del Himalaya presenta no sólo bloques internos levantados, como el del Nanga, sino uno también hundido, la fosa de Srinagar, a 1.800 m. de altitud, cuyos lagos indican el obstáculo originado por la depresión al drenaje de las aguas. Al Suroeste, la cordillera se alza linealmente sobre la depresión periférica de Islamabad, en bloques que aún no son muy altos, pero, tras la fosa de Srinagar, las altitudes aumentan en el macizo del Nun Kun por encima de los 7.000 m. Sin embargo, entre estas montañas y el Nanga Parbat queda otro sector más bajo, con cumbres sólo por encima de los 5.000 m., lo que contribuye al aislamiento del gran bloque del Nanga, bruscamente elevado en Rupal por encima de los 8.000 m., según una línea tectónica rígida, y acabado con la misma brusquedad al Norte en el Indo, según otra línea paralela.

\*\*\*\*\*

El bloque del Nanga Parbat posee cartografía parcial a 1:50.000, con curvas cada 50 metros, realizada en 1934 por la «Deutsche Himalaya Expedition», a cargo de R. Finsterwalder, y editada en 1980 por Österreichischen Alpenverein, que ha servido de base para nuestro mapa geomorfológico. No obstante, esta hoja no contiene el valle de Dia-

mir, salvo su cabecera, y ésta de modo no siempre correcto, lo que ha dificultado nuestro trabajo en este sector. Para referencias más extensas hemos utilizado el mapa de Gilgit, 1:250.000, del Army Map Service, de Washington.

## I. FORMAS ESTRUCTURALES

### 1. EL NUDO GEOLOGICO DEL NANGA PARBAT

Todos los materiales que constituyen este sector del Himalaya son antiguos, pero especialmente los del Nanga, datados como precámbricos. Pertenecen, por tanto, a la placa índica, cabalgante aquí sobre el área de Islamabad, en un conjunto de mantos que, con caracteres particulares, constituyen la típica estructura alóctona del Himalaya, que ya describimos en el área del Nepal, por ejemplo, en nuestro libro sobre el Everest (MARTINEZ DE PISON, 1990). Tal estructura está —de un modo peculiar— en la misma raíz de la explicación de los caracteres morfotectónicos del Nanga.

La geología del Nanga Parbat fue ya estudiada en una de las expediciones de preguerra por Peter Misch, que reconoció la litología del macizo señalando su disposición en bandas aproximadamente concéntricas, con paso progresivo del metamorfismo hacia un núcleo granitizado. El Nanga estaría así constituido por un núcleo de gneis altamente metamórfico en el área más elevada, con una aureola de menor intensidad pero también gneíscica hasta los ríos Indo y Astor, con apariencia bandeada. El contraste litológico de este bloque con el sector oriental de Astor y el septentrional al Indo eran manifiestos. También en 1935 Finsterwalder, el autor del mapa topográfico del Nanga señalaba ya una fuerte dislocación tectónica en Astor entre el Nanga Parbat y su margen oriental. La disposición de rocas y pliegues en las pizarras y mármoles del Nordeste del Indo, en Talichí, es igualmente disconforme con la estructura del Nanga, lo que nuevamente indica un contacto por falla. En la clasificación más recientemente propuesta por Madin (MADIN, 1989) estas rocas del Nanga pertenecen a los denominados «Shengus Gneiss», que se caracterizan como gneises pelíticos y psamíticos de grano fino y laminación delgada, cuyo protolito es precámbrico, pero cuyas metamorfización e intrusiones graníticas son terciarias (ZELTLER, 1989), derivadas de la colisión de la placa India y del cabalgamiento consiguiente.

Los trabajos más modernos distinguen cinco frentes principales de cabalgamiento en el sector, con sus respectivos mantos. Entre dos de estos frentes, con una disposición girada al NNE, casi ortogonal a la alineación preferente, quedan incluidos los gneises del Nanga Parbat y levantado el macizo morfológico actual (GANSSE, 1964; MADIN, 1989).

La secuencia de frentes tectónicos se inicia más al Sur de Islamabad, fuera ya de la cordillera geográfica, con un cabalgamiento extremo o frontal, que afecta a materiales terciarios de borde, señalando su carácter reciente y la progresiva localización del fenómeno hacia el Sur. Un segundo elemento se sitúa al Norte de esa población, en una línea donde ya comienza el brusco levantamiento montañoso compacto de la cordillera, afectando a sedimentos antiguos y mesozoicos de la Placa Indica. El tercer frente, el más importante geológica y morfológicamente (MCT), conforma ya el borde meridional del Nanga Parbat, con el manto constituido por gneises precámbricos, granitos y rocas sedimentarias, que constituyen la alta cordillera. Al

Norte, la torsión del nuevo frente de cabalgamiento del Indo alrededor del Nanga destaca el emplazamiento peculiar de este macizo en posición anómala y pinzada, con el brusco final, a su NW, de la alineación himaláica y el levantamiento enérgico de los gneises antiguos. Finalmente, al Norte, el frente del manto del Karakorum, tras el surco del Indo, indica, en cambio, la continuidad al NW de esta gran cadena montañosa, con individualidad, pese a su pertenencia a este conjunto estructural, no disociable.

El Nanga Parbat, afectado por el MCT, conforma, por su posición central, su torsión y el destacado emplazamiento del zócalo gneístico, por constituir el último eslabón noroccidental de la cordillera del alto Himalaya entre las ofiolitas del Indo, que prosiguen la gran sutura norhimaláica, y los conjuntos plegados de Cachemira, un verdadero nudo geológico. La disposición en torsión del Nanga Parbat hacia el NE, derivada del dispositivo tectónico de los mantos, afecta al emplazamiento de la banda de sus gneises y a la dirección de sus ejes estructurales, con ese mismo rumbo, en contraste con los de los pliegues del Nun Kun y de los centrados en la cubeta perisinclinal de Cachemira. Ello contribuye también al cierre morfológico de la depresión del Indo, que corre de SE a NW entre el Karakorum y el Nun Kun, lo que provoca la disección por el río del enlace montañoso así configurado, según las líneas de debilidad establecidas por las fallas norteñas del Nanga Parbat.

Dentro del gneis del Nanga Parbat aparecen también localmente estratos de mármoles y, sobre todo, intrusiones graníticas secantes a los gneises, en forma de diques o de núcleos masivos que destacan en el relieve o contribuyen a dar resaltes, tomar aspectos torreados, vertientes de rocas compactas, etc., por su mayor resistencia respecto a la erosión. El núcleo de este conjunto litológico está evidentemente levantado en el relieve actual por la tectónica, lo que eleva hacia el pico las posiciones respectivas de las rocas más o menos masivas, desnivelando su emplazamiento original. Junto al Campamento Base de Diamir hay en los gneises un gran pliegue tumbado; otros se observan, por ejemplo,

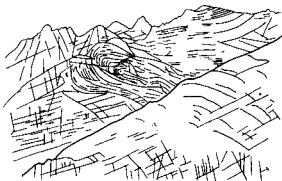


Fig. 3. Esquema de estructura plegada en el valle de Diamir.

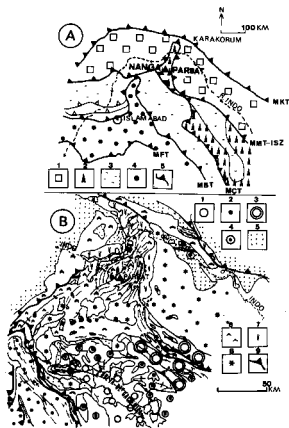


Fig. 2. EL NUDO GEOLOGICO DEL NANGA PARBAT

A: Esquema geológico del occidente del Himalaya (modificado y simplificado de Treloar —1989— y Madin et al. —1989—). **Litología:** 1. Secuencia del Arco de Islas del Kohistán. 2. Gneises precámbricos de la Placa Indica. 3. Sedimentos proterozoico-mesozoicos de la Placa Indica. 4. Molasa terciarias. 5. **Cabalgamientos:** MKT: Cabalgamiento del Karakorum. MMT-ISZ: Cabalgamiento y sutura del Indo. MCT: Cabalgamiento Central himaláico. MBT: Cabalgamiento Marginal himaláico. MFT: Cabalgamiento Frontal himaláico.

\*\*\*\*\*

B: Esquema geológico del Nanga Parbat (simplificado de Gansser, 1964). 1. Depósitos cuaternarios (aluviales, lacustres, etc.). 2. Sedimentos terciarios (areniscas, etc.). 3. Mesozoico (calizas, flysch, etc.). 4. Paleozoico-Precámbrico (orla de Cachemira). 5. Precámbrico (esquistos, etc.). 6. Gneises del Nanga Parbat. 7. Ofiolitas del Indo. 8. Granitos. 9. Cabalgamientos.

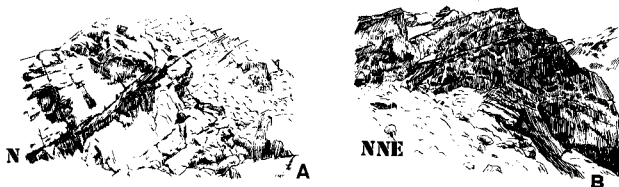


Fig. 4. Buzamiento del bandeado gneésico al Norte (A) en el alto valle de Diamir y al NNE (B), al pie de la pared de Diamir.

en el flanco Norte del Nanga. Por encima de un marcado bandeado de apariencia no noclinal, parte del trapecio cimero del Nanga está constituido también por materiales gneésicos plegados.

A lo largo de la ascensión a la cumbre del Nanga Parbat los expedicionarios recogieron muestras de rocas en la pared de Diamir. Agradecemos vivamente a Jerónimo López el análisis en la Universidad Autónoma de Madrid de varias de estas muestras, tomadas (ver fig. 9) a 4.200 m. (base del pico, punto A), a 5.300 m. (escarpe inicial, punto B), a 5.900 m. (peldaño intermedio, punto C), a 7.000 m. (rellano superior, punto D) y a 8.125 m., en la misma cima (punto E.). Pese a proceder, por tanto, de

lugares de diversa morfología, los caracteres bastante homogéneos de las rocas no parecen indicar una relación de estas formas con cambios en la litología, sino con la morfotectónica interna del pico.

En su base (A) se encuentra gneis con cuarzo, plagioclasa y biotita abundantes, fibrolita que crece sobre la biotita y zircón como mineral accesorio y orientación muy marcada. Junto a esta roca parece también ortogneis con abundante cuarzo de cristales relativamente grandes, plagioclasa, feldespato, biotita (a veces alterada a clorita), sillimanita (indicadora de alta temperatura) y algo de orientación, con granates, que se ven alterados en la muestra de mano.

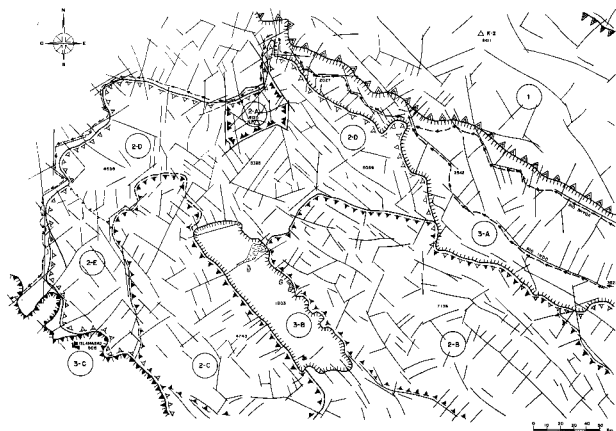


Fig. 5. Esquema de las principales alineaciones y unidades morfotectónicas del extremo occidental del Himalaya. 1. Bloque regional del Karakorum. 2. Bloque regional del Himalaya: 2A, Bloque sobreelevado y límite del Nanga Parbat. 2B, bloque elevado y central del Nun Kun. 2C, Bloque medio y externo de Pir Panjal. 2D, Bloques medios periféricos del Nanga Parbat. 2E, Bloque bajo de Abottad. 3A, Depresión del Indo. 3B, Fosa de Srinagar. 3C, Depresión periférica de Islamabad.

En la pared (B y C), el gneis presenta abundante cuarzo con cristales de cierto tamaño, biotita y plagioclasa frecuente y sillimanita —en C con granates.

En la parte superior (D), la roca es un ortogneis con similares caracteres y alguna orientación. La muestra de la cumbre (E) también es un ortogneis con abundante cuarzo, aunque algo menos que en las otras rocas, con cristales más pequeños que en éstas, muchas biotitas orientadas y alteradas en parte a sericita y clorita, con turmalina, apatito, zircón y granate como minerales accesorios y con orientación dominante, pero sin bandas definidas en la muestra.

## 2. TRAMA DEL RELIEVE SEGUN LAS ALINEACIONES MORFOESTRUCTURALES

El examen de las alineaciones morfoestructurales de este sector permite destacar una trama domi-

nante que dirige su morfología. Las líneas tectónicas que delimitan el Nanga Parbat en el extremo occidental del Himalaya van de Suroeste a Nordeste, por lo que son casi perpendiculares a la alineación más general y amplia de este sector de la cordillera (Noroeste-Sureste), que la delimita respecto a sus depresiones externas del Indo en Skardú y de Islamabad, y que también configura el alargamiento del eje de la cubeta de Srinagar y del bloque del Nun Kun.

No obstante, dicha cubeta está delimitada en sus extremos NW y SE y afectada en el área deprimida de su lago por esa misma directriz morfotectónica, que aísla también, como indicamos, el pilar del Nanga del eje del Himalaya NE-SW. Se imprime, así, la cubeta en el relieve de modos tan lineales y con dibujo tan cerrado, que puede considerarse como una fosa tectónica con estructuras plegadas adaptadas.

Así pues, el juego de estas dos alineaciones ortogonales determina la disposición general e in-



Fig. 6. Esquema de las alineaciones morfoestructurales del Macizo del Nanga Parbat (2A).



Fig. 7. Contraste de los buzamientos del bandeado gneístico a ambos lados del circo de Mazeno, labrado a favor de una falla, y cruce de bandas y fracturas en la pared.

terna de los distintos y contrastados bloques himaláicos y ocasiona la rígida terminación de la cordillera en su extremo noroccidental. Según tales pautas se distinguen en el conjunto diversas unidades orográficas. En primer lugar, distintos bloques: el regional del Karakorum y el regional del Himalaya, en principio; dentro del último, se diferencian varias unidades levantadas: el bloque bajo de Abottabad y el de Pir Panjal, de altitudes medias, forman las primeras montañas septentrionales a la depresión periférica de Islamabad. Circundando por el Norte la fosa interna de Srinagar, se disponen los bloques de transición con el macizo del Nanga Parbat y con el del Nun Kun. Este se extiende al Este de Srinagar según la dirección himaláica, superando en su culminación los 7.000 m. de altitud. Nuevamente al Este de la depresión del Indo, también alargada de NW a SE, se alza el Karakorum. El macizo orográfico del Nanga Parbat aparece así como un bloque individualizado, aunque inserto en el sistema, en posición marginal y claramente sobrelevado.

La morfología interior de estas unidades está dirigida igualmente por las alineaciones morfoestructurales NW-SE, con rígidos cruces ortogonales de carácter secundario, pero netos. En los sectores norteño y occidental del Indo aparece además un componente Norte más marcado, al que se adaptan los trazados del valle y de algunos afluentes y que afecta parcialmente al macizo del Nanga Parbat.

Al igual, pues, que las fracturas de estas directrices intervienen en el dibujo interno de cada bloque, en el caso del Nanga Parbat el levantamiento de esta mole montañosa de rocas metamórficas, propicias a la fracturación, se hace en su flanco

Norte de modo escalonado, mediante fracturas que van de NE a SW y que conforman subbloques a modo de peldaños, a veces recortados entre sí por valles que se han adaptado a esas líneas de debilidad en el roquedo; son observables, por ejemplo, en el escalonamiento de los espolones que enmarcan los valles de Diamir, Pataro y Raikot, o en las aperturas de los circos de Ganalo y Mazeno en Diamir.

De este modo, los bruscos contactos periféricos Norte y Sur del Nanga y las laderas del pico, por un lado de Diamir y Raikot y por otro de Rupal, se deben igualmente a grandes fracturas transversales a la alineación principal. En el flanco Sur el levantamiento, si bien de menor desnivel global que el del Norte, es prácticamente inmediato sobre una falla fundamental —el salto, con un solo escalón intermedio, es de 4.500 m. en 5 km.—, lo que da lugar a una marcada disimetría entre ambas vertientes.

El carácter dominante en el centro-Sur del macizo de las fracturas NE-SW, ocasiona también aquí, en definitiva, la forma del muro con ese mismo rumbo que tiene el más alto bloque del Nanga y que forma la incurvada arista cumbreña desde los Mazenos a los picos de Raikot y Chongra.

En cambio, la incisión del valle de Diamir se prolonga a lo largo de una línea estructural, en este caso de debilidad morfológica, paralela a las que constituyen el mismo eje, los bloques mayores y los bordes externos de la cadena, es decir, NW-SE. Fracturas impresionantes de este tipo surcan casi verticalmente las paredes de Diamir del Nanga Parbat y del Mazeno, abiertas en canales a las que se adaptan los glaciares suspendidos y por las que descienden frecuentes aludes, que forman a su pie co-

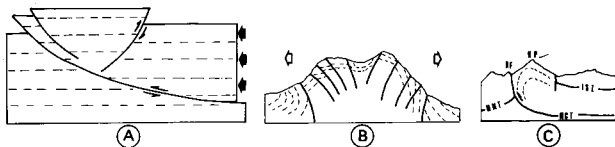


Fig. 8. Modelos de bloque en morfoestructuras de cordillera, aplicables al macizo del Nanga Parbat.

A: derivado de fracturas de compresión, según Mattauer.

B: afectado por fracturas de extensión, según Belussov.

C: Bloque Nanga Parbat-Haramosh, según Madin et al., 1989.

(RF: Falla de Raikot. NP: Nanga Parbat. MMT-ISZ: Cabalgamiento del Kohistán-Indo. MCT: Cabalgamiento Central.

nos de nieve, hielo y rocas. En la cresta dan lugar a collados y portillas, de modo que el mismo dibujo del pico del Nanga y sus relieves internos, especialmente en Diamir y en Rupal —compartimentando la pared—, sigue la disposición de estos haces de fracturas y del bandeado de la roca.

Además, como ya hemos indicado, existen otras alineaciones morfoestructónicas también importantes, que intervienen en la forma del Nanga. Por ejemplo, la Norte-Sur, que contribuye a delimitarlo al Este, en Astor, y al Oeste, en Bunar y que ocasiona buena parte de la directriz del valle de Raikot.

De este modo, siguiendo estas pautas estructurales, las grandes paredes se extienden de SW a NE y los principales valles se abren al NW y N en el flanco septentrional y al ENE en el meridional.

### 3. EL LEVANTAMIENTO DEL BLOQUE DEL NANGA PARBAT

Desde hace tiempo se viene señalando la juventud del levantamiento tectónico que desnivela estos materiales y da la forma actual al Nanga Parbat. Efectivamente, una parte importante de ese levantamiento puede haberse dado en el Cuaternario, como parecen probar ciertos niveles de sedimentos de este período en los valles externos, que se encuentran colgados, y la incisión muy agudizada de los ríos, en momentos más recientes que en los que se elaboraron dichos niveles. Se ha probado, incluso, actividad holocena en fallas del borde del macizo, derivada de la importancia especial de la fractura límite del Nanga y del Himalaya occidental (conocida como «Falla de Raikot»), posiblemente a escala de la corteza terrestre (MADIN, 1989; SHRODER, 1989). En algún caso se ha calculado la posibilidad de una continuación actual del levantamiento del macizo en razón de 5 mm. anuales. La excepcional altitud alcanzada por el Nanga y esta activa dinámica serían consecuencia inmediata de que tal falla de Raikot formaría parte de la más fundamental dislocación himaláica, directamente resultante de la colisión entre placas que generó la cadena. Tan gran accidente —asociado a los demás que se

han descrito— es causante, pues, del formidable tajo sobre el Indo, del volumen y la altitud del bloque e, indirectamente, de sus paredes y de su forma.

Algunas interpretaciones de este sector del Himalaya y de este tipo de macizos pueden precisar más el carácter del bloque morfoestructónico del Nanga Parbat. Madin (1989) indica que la falla de Raikot, que corre por el Norte del macizo y a la que se adapta esta parte del trazado del Indo, es la fractura terminal de desgarré del cabalgamiento central himalayo (MCT), que se emplaza al Sur de este bloque. Su plano se verticaliza en la falla y es subhorizontal en el cabalgamiento. Dicho de otro modo, la terminación occidental del MCT se incurva, dando lugar en su rotación a una falla de rumbo-deslizante de plano subvertical, coincidiendo también con el final del Himalaya y de la placa Indica. Tal terminación, resultante de una compresión oblicua, es causante, pues, del vigoroso levantamiento local del margen del manto, constituido por el cratón indico, lo que da origen al macizo metamórfico Haramosh-Nanga Parbat. (Fig. 8-C).

Este tipo de bloque resultante de compresión es esquematizado por Mattauer (1976) (Fig. 8-A) en relación con un paso progresivo de fallas inversas profundas de buzamientos horizontales y cabalgamiento plano a fallas superficiales verticales, lo que concuerda con el modelo de Madin y permite comprender el concreto bloque del Nanga Parbat, afectado por grandes fallas verticales y en forma de V, que contribuyen al dibujo general del macizo y al de su interior. Esta morfoestructura del bloque culminante, muy visible en Rupal y en Diamir, puede, además, explicarse por la aparición de un nuevo factor derivado del levantamiento: la extensión. Las fracturas en abanico o en V del Nanga Parbat se explicarían, según la hipótesis de Belousov (Fig. 8-B), por apertura o basculamiento de fallas, inducidos como efecto secundario del levantamiento, ya que la pérdida consiguiente de apoyo lateral ocasiona la quiebra del equilibrio gravitacional del bloque levantado y la extensión de la parte alta del Macizo (BELOUSSOV, 1978).

La asociación de detalle de la morfología al dispositivo morfoestructónico es evidente, pues éste



no sólo determina el emplazamiento de los volúmenes, sino que a él se asocian las formas de erosión propias de la montaña: paredes, canales, rellenos, espolones (Fig. 9), lo que acentúa su dibujo en el relieve.

La pared rocosa con estas formas se desarrolla en Diamir entre los 4.800 y los 6.700 m.; por encima de ella las pendientes se suavizan en el peldaño de Bazhin hasta la base del trapecio cimero (7.300 m.), en relación con el insólito y elevado sector aplanado situado al NE de la cresta, conocido como «Nordgipfel» o «Silla de Plata» (7.500 m.); su interpretación morfológica no es segura, al aparecer cubiertos de hielo, pero ambos peldaños podrían estar en relación con fracturas cimeras, explotadas en forma de cuenco o de rellano colgado. Las formas en V de las fracturas, que se encajan entre sí de modo sistemático, cruzándose con el bandeado gneísico, expresivas tectónicamente, controlan, pues, el relieve de la pared y la forma del pico, dando lugar en su reunión a la canal principal de la pared de Diamir. El arrasamiento cimero, en cambio, debe corresponder no sólo a la erosión de montaña, sino al generalizado en todo el macizo, pero escalonado por las fallas en la culminación de cada bloque, anterior al levantamiento reciente, aunque posterior al pagamiento.

## II. EL MODELADO GLACIAR

La disimetría morfoestructural Norte-Sur del Nanga Parbat crea condiciones fisiográficas y climáticas contrastadas en ambos flancos. La extensión del muro culminante de SO a NE ocasiona, además, el amplio cuenco septentrional de Raikot y la proliferación de circos de Rupal.

Los grandes desniveles existentes en ellos dan lugar a circos de fuertes pendientes, cuyo pie alcanza alrededor de los 4.000-4.500 m. en varios casos. En el valle de Diamir, la erosión glaciaria y torrencial se establece a lo largo de una línea de fractura; en su cabecera, aprovecha su cruce con otra casi ortogonal, lo que da a la artesa y los circos un dibujo en planta en forma de «T». Todo ello indica la clara adaptación de la morfología glaciaria a los condicionantes morfoestructurales, con una variedad notable en los estilos de glaciario existente. Podríamos, pues, diferenciar tres grandes tipos: el de Diamir, el de Raikot y el de Rupal. Por otra parte, el aspecto que ofrecen los glaciares actualmente existentes es el de un retroceso generalizado, el de una clara fragilidad en su equilibrio, el de un paisaje de alta montaña en progresivo estado de deglaciación.

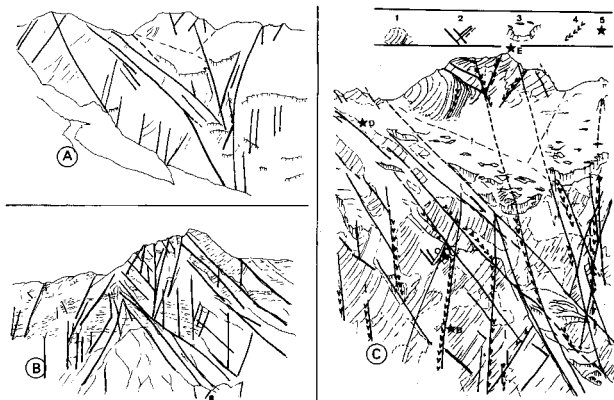


Fig. 9. Esquema morfoestructural del Nanga Parbat.

1: Escarpes gneísicos con su bandeado. 2: Fracturas. 3: Rellanos glaciares con escarpes frontales. 4: Canales labradas en la pared. 5: Puntos de obtención de muestras de roca. A: Esquema del flanco de Diamir. B: Esquema del flanco de Rupal. C: Esquema de la pared de Diamir. El sistema de fracturas en V del Nanga Parbat en Diamir y Rupal correspondería con facilidad a una estructura definida por Belousov en el Tien-Chan como «fenómeno de extensión en la parte superior de un bloque levantado». Pero también el levantamiento podría corresponder al modelo de cabalgamiento cuyo buzamiento se torna vertical hacia arriba, lo que sería coherente con la asociación de la falla de Raikot al MCT (Medin 1989). Por todos estos caracteres el Nanga Parbat puede definirse como un bloque morfoestructural de cordillera típico.

## 1. EL VALLE DE RUPAL

El valle de Rupal es paralelo a la pared del Nanga Parbat, no radial desde ella —como Raikot y Diamir—, hundido bajo sus 4.500 metros de desnivel, al que descienden glaciares desde su cabecera, fuera ya del macizo principal, y desde la imponente ladera sur del gran pico. Al estar dirigido hacia el Nordeste posee vertientes de solana y umbría bien definidas. Esa orientación favorece, además, en el área del circo de Rupal la alimentación glaciar por su menor insolación. Debido a ello el glaciar propiamente de Rupal, externo al Nanga, recorre su cabecera con gran desarrollo, tras confluir diversas lenguas en flujos yuxtapuestos. Circos más bajos, pues que los del Nanga, en la pared de umbría, poseen mejor alimentación y conservación que los de la ladera opuesta, nutriendo de hielo al glaciar del valle, mientras que los de solana quedan suspendidos sobre él sin alcanzarlo.

Sin embargo, la altitud de la arista cimera del pico es más que suficiente para generar circos en sus inmediaciones en esta fachada del Nanga. La pared aparece así compartimentada, en función de las fracturas que la cruzan, en 11 circos principales. De ellos los más orientales presentan superficies y aparatos de mayor entidad.

Se diferencian así dos sectores. El occidental se extiende desde los Mazenos al Nanga y posee seis aparatos independientes, de los cuales sólo los dos más orientales alcanzan el valle (Shaigiri y Hange). El otro sector sigue hasta el Chongra Peak y da albergue a sólo dos glaciares, pero notablemente mayores (Bazhin y Chongra). El giro al Este de los circos en este tramo, la posible entrada de ventisca de los vientos del Oeste, la amplitud de la cuenca de alimentación y, en el área próxima a la cumbre, la altitud de ésta son factores que modifican esos caracteres, pero esa amplitud parece también estar debida a causas morfotectónicas —las fracturas NE—, que dirigen más la extensión de las formas de erosión según la posición del muro, que su compartimentación.

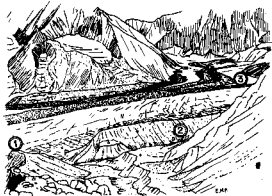


Fig. 10. Morrenas recientes y actuales de glaciar de Rupal. 1: fase intermedia. 2: PEH. 3: actuales.

En el valle, en cambio, podemos diferenciar cuatro sectores. El occidental, donde se aloja la lengua de Rupal, con los glaciares colgados del Nanga. En segundo lugar, el que se extiende entre el frente de esa lengua, en franco retroceso, y el glaciar de Bazhin, que bloquea al valle transversalmente, con dos frentes de aparatos del Nanga alojados en el fondo de Rupal y los consiguientes repesamientos fluvio-lacustres, hoy rellenos de sedimentos. El tercer sector va desde la lengua de Bazhin, un glaciar negro con frente igualmente en regresión, hasta la lengua de Chongra, de similares características; es un área con desarrollo de las morrenas de fases recientes, terrazas fluvio-glaciares escalonadas y conos de deyección encajados, consecuentes con la evolución glaciar que he visto en otros valles. El cuarto sector, Tarshing, tras las morrenas del Chongra, evocadoras de varias pulsaciones, es ya un ámbito morfológico actualmente extraglaciario, con terrazas amplias y conos, algunos relativamente antiguos. Como luego comentaremos, es posible que también existan datos —directos o indirectos— de etapas glaciares anteriores en el relieve del valle de Astor, pues en él se encuentran formas de modelado con hombreras que parecen indicarlo y también, tanto en este valle como en el del Indo, sobre dos niveles de terrazas recientes, otros más antiguos, colgados en las laderas.

Cerca de la cabecera del valle de Rupal, en el flanco Sur del Nanga Parbat, aún en los hielos procedentes de la arista de los Mazenos, aparecen en el margen y frente del glaciar Mazeno Sur —cubierto de bloques— varios arcos correspondientes a dos fases glaciares recientes (4.450-4.400 m.), una próxima al frente de hielo actual, asimilable a la Pequeña Edad del Hielo (PEH) y otra, cercana en el espacio y en el tiempo a ella, formando dos y tres arcos. En el margen del glaciar alto, a 4.910 m., la morrena lateral izquierda está también desdoblada, indicando un generalizado retroceso reciente. Las morrenas frontales se cierran dentro de este valle afluente y, por analogía a una fase similar en el frente glaciar de Khumbu (Everest Sur), hemos denominado «fase de Dugla» a este penúltimo estadio constatable.

Enlazando ya con el valle glaciar de Rupal se encuentran morrenas laterales de esta misma procedencia pero de una fase más antigua, aún holocena, que podemos denominar intermedia. Son, pues, éstas asociables a un momento de conexión de la lengua de este afluente con el glaciar principal. Cerca de este aparato y a lo largo de su recorrido reaparecen a 4.150 m., en cambio, como muros laterales, las dos fases más recientes, con dos episodios de la PEH y uno de la fase de Dugla. La lengua de Rupal, que muestra huellas de recesión lateral reciente, está surcada en su interior por varias morrenas medianas actuales, consecuencia de la yuxtaposición de flujos desde diversos arcos.

La terminación frontal del glaciar de Rupal es

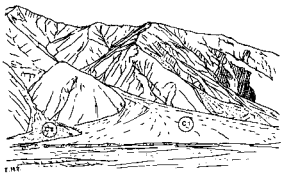


Fig. 11. Dos generaciones de conos recientes en Rupal.

abrupta, con hielo negro y morrenas frontales desdibujadas, pero con un notable cortejo proglacial. A partir de aquí el valle principal queda exento de hielo propio longitudinal, pero es bloqueado cuatro veces por lenguas transversales procedentes del Nanga, aparatos de circo y ladera muy pendientes. La primera de estas lenguas, Shaigiri, cubierta de bloques, cierra con sus muros laterales, aguas arriba, un voluminoso cono de deyección y presenta arcos morrénicos de las dos fases recientes y un notorio retroceso de la lengua. El intervalo entre este frente y el de Hange y hasta el de Bazhin, que también invaden el valle de Rupal, está relleno por materiales fluvio-lacustres, retenidos en momentos anteriores por ambas lenguas.

Igualmente, al pie de los afluentes se abren amplios conos, algunos en funcionamiento actual y otros de etapas holocenas recientes, puesto que rellenan una antigua artesa pleistocena, parcialmente ocupada también por el hielo en la fase intermedia, cuyas morrenas laterales son parcialmente visibles entre el frente actual de Rupal y el de Shaigiri. Puede observarse en algunos de ellos que proceden, parcialmente al menos, de los frentes PEH. De uno de los conos arranca también un derrumbe lobulado con grandes bloques que se implanta a 3.580 m. sobre los depósitos de fondo de valle, significativo de la inestabilidad postglacial de las pendientes.

El frente del glaciar Hange, también con las dos fases morrénicas recientes, está claramente retrocedido, formando un lago entre el hielo y los arcos frontales. En esas fases no llegó a represar plenamente el valle de Rupal. En la morrena frontal PEH aparecen con frecuencia cantos rodados, lo que es también habitual en otras morrenas de la misma fase en el Himalaya, pareciendo indicar que este estadio constituyó un reavance del hielo, tras un retroceso, sobre materiales de un cono relativamente más antiguo.

El gran glaciar de Bazhin se alimenta en el circo labrado en la gran cuenca-pared entre el Nanga Parbat y el Raikot Peak, que posee unos siete kilómetros de cresta entre 7.000 y 8.000 m. de altitud. Se desliza por un corto y ancho canal, con el hielo cubierto, y alcanza el valle de Rupal a 3.500 m., hasta chocar con la ladera opuesta de esta artesa, a la que bloquea con visible espesor. El río Rupal se

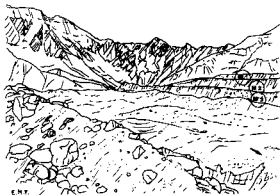


Fig. 12. Diferentes fases recientes en el glaciar de Chongra.

introduce bajo el hielo, lo atraviesa y reaparece en el frente por una cueva subglacial.

En los márgenes de esta lengua se encuentran las tres fases reconocidas (PEN, «Dugla» e intermedia). Las dos más recientes reproducen la forma frontal de las lenguas que las generaron no lejos del frente actual de hielo y la más antigua algo más abajo, lo que constituye un testimonio bastante preciso de las etapas de esta evolución glacial.

En relación con las fases recientes se establecen a partir de aquí dos niveles de terrazas y de conos, que enlazan respectivamente entre sí y con aquéllas. El nivel alto procede principalmente de la fase intermedia, pero posee un sector relacionable con la de Dugla, mientras el inferior tiene conexión con la PEH.

La última lengua del Nanga que alcanza Rupal, la de Chongra, no presenta un frente tan definido, pues la presencia del cono de Tarshing y el incremento de la superficie de las terrazas hacia Astor dominan en la morfología. Sin embargo, en sus márgenes muestra entre 3 y 4 arcos correspondientes a pulsaciones de las fases recientes. Por encima del cono de Tarshing y más allá del torrente intermorrénico que lo alimenta, existe un arco más desplazado de la fase intermedia y, sobre él, en la ladera, una forma de obturación de un cono antiguo, correspondiente a una superior magnitud del espesor de la lengua. Valle abajo se reproduce una forma similar por encima del nivel alto de terrazas, que parece indicar una continuidad del glaciar de esta etapa y, en la confluencia de los valles de Rupal y Astor durante más de 6 km. en este último, aparecen formas de hombreras que podrían tener origen glacial.

Ello indicaría la prolongación de ese gran aparato más antiguo hasta 2.500 m. de altitud, suficientemente alejado de las fases anteriores y con sus formas remodeladas de tal modo que podríamos estimarlo como Pleistoceno. Estudios posteriores podrán mostrar si algunos rellanos colgados en esta parte del valle de Astor, situados a más de 3.000 m. o alrededor de 2.700 m. de altitud, son o no enlazables con esta lengua o con fases de modelado anteriores —glaciares o de otro tipo— en este sector.

En suma, en el valle de Rupal podemos distinguir las siguientes fases glaciares: 1ª, una etapa correspondiente posiblemente al Pleistoceno superior; 2ª, una fase intermedia holocena; 3ª, la fase reciente de «Dugla»; 4ª, el estadio de la Pequeña Edad del Hielo.

## 2. LOS VALLES DE RAIKOT Y PATARO

En *Raikot* el valle se prolonga linealmente en una larga extensión que permite el desarrollo completo de los fenómenos glaciares y sus morrenas, gracias a la configuración de este flanco escalonado y tendido del Nanga. La lengua actual se aloja en una artesa glacial heredada más amplia; el valle tiene dirección Sur-Norte, es rectilíneo y salva una fuerte desnivel hasta los 1.190 m. del mismo Indo.

El retroceso reciente y el recubrimiento por rocas de las lenguas son aquí nuevamente hechos habituales. Lo que caracteriza al flanco de *Raikot* especialmente es su extensa área de acumulación de hielo en el complejo de circos que se alojan bajo la larga y alta arista de *Jiliper* (5.200), *Ganalo* (6.600), *Nanga* (8.125), *Raikot* (6.955), etc., lo que da lugar a 7 comienzos de lenguas glaciares, que luego convergen en tres y, hace no mucho lo hacían en una sola. Esas lenguas proceden de 5 circos; los tres más importantes alimentan al glaciar principal con cinco flujos internos: éstas son las serpientes de nieve de la leyenda que defienden la ciudadela de cristal del Nanga. La imagen de esta grandiosa ladera resplandeciente, surcada por estos flujos de hielo a lo largo de 20 km. de arista y salvando en cascada desniveles de 3.500 m. es no sólo uno de los paisajes glaciares más imponentes que puedan verse, sino uno de los más majestuosos espectáculos de la Tierra.

Orlando la lengua aparecen nuevamente las tres fases recientes, así como en la colina morrénica interglaciar a 4.500 m. En cambio en el ámbito frontal se desarrolla, más abajo que estos cordones morrénicos, otro próximo al de la fase intermedia, con algunos desdoblamientos locales. En conjunto, ambos dan lugar a un solo grupo pulsador con, por lo menos, seis subfases. Sin embargo, es preferiblemente dissociable sólo en dos episodios principales, que denominamos fases intermedias reciente y antigua.

Hasta que las formas de erosión torrencial muerden el sector inferior de este valle, se emplazan, colgadas en ambas laderas y relativamente erosionadas, sendas morrenas laterales, aparte de una terraza baja muy reciente en el fondo de la vaguada. Estos muros altos, bien desarrollados y retrabajados, distantes en su extremo más de 4 km. de los anteriores y sin cierre frontal, poseen caracteres distintos a los que llevamos viendo, en tiempo y en magnitud de glaciación, por lo que es razonable considerarlos pleistocenos recientes.

Por debajo de la morrena más antigua la fisonomía del valle es de garganta torrencial, sin huellas morfológicas glaciares aparentes. Sin embargo, la erosión remontante fluvial desde el Indo y la proglaciar de esa fase antigua han desfigurado este sector fuertemente desnivelado de salida del valle como para que no sea reconocible otro modelado glacial más viejo, que, no obstante, es posible.

En efecto, por encima de la morrena antigua, en la ladera izquierda hay huellas claras de una hombrera característica de erosión glacial y que, por tanto, correspondería a una lengua anterior de mayor volumen y quizá a una extensión superior de cuencos y vallejos glaciados. De ser esto así, el frente de esa lengua habría descendido también más por el valle, de lo que no quedan huellas por su erosión posterior, y, dada la cercanía del Indo, no sería extraño que hubiera bajado hasta este valle. Quizá algunos depósitos que parecen de origen glacial y que se han encontrado en esta parte del Indo tengan que ver con esta fase de *Raikot*.

Por lo tanto, pueden establecerse en *Raikot* las siguientes fases: 1ª, fase antigua del Pleistoceno reciente (estadio del Indo); 2ª, fase moderna del Pleistoceno reciente (estadio de *Tató*); 3ª, fase intermedia antigua del Holoceno (estadio de los *Fairy Meadows I*); 4ª, fase intermedia reciente del Holoceno (estadio de los *Fairy Meadows II*); 5ª, fase de «Dugla»; 6ª, «Pequeña Edad del Hielo». Pueden agruparse en tres etapas principales: Pleistoceno reciente, intermedia holocena y últimos arcos.

\*\*\*\*\*

En el alto valle de *Pataro* hemos examinado dos cabeceras, la de *Jiliper* y la de *Pataro*. En la primera se observan los episodios recientes: alrededor del glaciar cubierto con tendencia a rocoso, los arcos de la PEH y de la fase de *Dugla*; más bajos, los de la fase intermedia reciente formando un frente de glaciar rocoso fósil y, en forma de muros, los de la intermedia antigua. En la cabecera de *Pataro*, pueden también identificarse las mismas etapas en forma de arcos. La parte inferior del valle no fue reconocida por nosotros en esta campaña, pero todos estos arcos se inscriben en artesas más amplias y antiguas.

En todos estos ámbitos las pérdidas actuales de hielo son visibles y constantes. El próximo circo de *Karu Sagar* (4.100 m.) está, igualmente, en proceso de deglaciación, con evidente recesión de su lengua oriental. Las canales rocosas se rellenan de derrubios inestables, las crestas experimentan una intensa erosión que las vuelve ruínicas, con portillares y agudos pitones, marcándose una diferencia neta entre los gneises rojizos y bandeados, con acentuado desmoronamiento, y las áreas de rocas más compactas, que dan relieves más masivos. La pérdida de hielo se acompaña, a veces, con colonización de prados en los sectores más estables a altitudes próximas a los 4.000 m.



Fig. 13. Alto valle de Diamir, desde el Paso del mismo nombre (5.050 m.). La arista inmediata y la vertiente opuesta pierden desde aquí altitud y aparecen deglaciadas (aunque con formas glaciares recientes locales), lo que ocasiona la fragmentación intensa del roquedo y la formación de canchales activos. En cambio, glaciares de domo con lenguas en retroceso cubren las áreas de cumbre, más elevadas, de Gamallo y del Mazeno. En el fondo del valle, el frente de la lengua de Diamir alcanza los 3.450 m. de altitud.

### 3. EL VALLE DE DIAMIR

El valle de *Diamir* está constituido por un surco bien individualizado, aunque con el afluente de *Airí*, con formas claras de origen glaciar por encima de los 2.100 m. de altitud y con morfología de garganta fluvial por debajo de esa cota, en un contraste muy marcado en el paisaje, tanto por cambio en la anchura del valle y en su forma en U y en V, como por la presencia de diversas morrenas a partir de dicha cota hacia arriba y de terrazas aluviales hacia abajo. Aunque eso no impide que pudieran haber existido otras fases glaciares más antiguas, cuyos frentes llegarán más bajos, como apuntan algunos autores, sus huellas en el paisaje estarían borradas por los procesos posteriores hasta el punto de no intervenir hoy directamente en la constitución de las formas del relieve. Ello limita el interés geográfico de tales posibles fases, aunque no el de su historia geológica.

Los tres circos de *Diamir* (*Ganalo*, *Nanga* y *Mazeno*) se abren bajo el pico por la erosión glaciar, adaptada, como hemos dicho, a una fractura transversal (NE-SO). En los dos circos laterales se forman cuencos, relativamente colgados, y el central se esboza en la vertiente, con diversos flujos y escarpes y se acuña en la base de la pared en la convergencia de fracturas en V, típicas del pico.

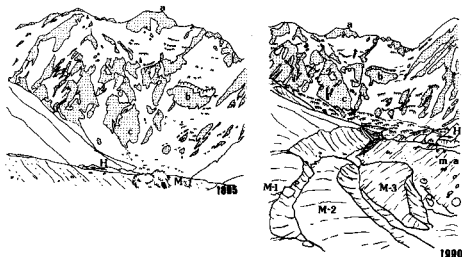
La pérdida actual de hielo en longitud y en volumen del glaciar principal, hasta la base del circo, y en los aparatos que cuelgan por las laderas del valle, es claramente visible. Sin duda, el paisaje que encontró *Mummery* en su exploración del *Nanga* por *Diamir* en 1895 fue, en este aspecto, diferente; un ambiente más glaciar, con más hielo en los circos y, sobre todo, en sus bases y en las lenguas, con algunas pendientes más regulares en el flujo de hielo, con otras configuraciones de *seracs*, menos roca subyacente descubierta en márgenes y «ventanas»

glaciares, menos laderas rocosas inestables, menos pedreras en altitud. Estas, en cambio, aparecen hoy en abundantes sectores como consecuencia de la pérdida de masa glaciar y de su recubrimiento, más generalizada por encima de los 4.500 m. Si, como decimos, la lengua de *Diamir* ha perdido longitud y volumen a lo largo de este siglo (como es visible en la base de los circos y junto a sus morrenas recientes), aunque de modo mucho menos acusado, también ha experimentado pérdidas el hielo de la parte alta del glaciar. Ambos hechos se observan directamente en el terreno y también comparando el espesor de la lengua, las bases de los circos y la vertiente del *Nanga* en fotos de 1895 (*Hastings*, compañero de *Mummery*) y de 1990.

Gran cantidad de rocas desprendidas de las paredes y laderas y de bloques arrancados del lecho glaciar se acumulan sobre el hielo a partir de los 4.600 m. Forman un tapiz que es transportado por la lengua hasta su frente a 3.450 m. Es, pues, esta lengua un «glaciar cubierto», lo que es un factor positivo para la conservación del hielo, al protegerlo de la fuerte radiación solar del verano.

En los altos cordales que enmarcan el valle, en progresivo descenso hacia el NW, se encuentran domos glaciares y lenguas colgadas, en los sectores de arista del *Ganalo* y del *Mazeno*. Pasadas éstas el roquedo aparece ya desnudo, aunque con algunas huellas recientes de glaciación en sus tramos más elevados. De los domos de hielo cimeros descienden marcadas canales de aludes, a cuyo pie se abren conos de hielo. Pero el proceso reciente de recesión glaciar va descubriendo cada vez más espolones y canales rocosos. Las caídas de bloques, la ocupación de las vaguadas por pedreras, los conos de derrubios, los de deyección bajo las torrenteras de fusión nival y glaciar, los frecuentes «debris-flow» en estos depósitos inestables de ladera, sustituyen a los procesos glaciares. La colonización de los prados

Fig. 14. La comparación entre una fotografía de la pared y el valle de *Diamir*, hecha en 1895 por *G. Hastings*, con los mismos lugares en la actualidad, permite observar parcialmente el retroceso del hielo de la lengua en este siglo respecto a la posición de sus más recientes morrenas (M-2, M-3), así como su pérdida de volumen, y, de modo más acusado, las modificaciones experimentadas en la forma y superficie del hielo en las bases de los circos. Incluso en el área de alimentación de la vertiente del *Nanga*



ha progresado la superficie de roca descubierta.

H: lengua de *Diamir*. M-1, M-2 y M-3: episodios glaciares recientes. m-a: morrena actual. Punteado: roca descubierta en la ladera del *Nanga*. a, b, c: puntos comunes de situación en ambos gráficos.



Fig. 15. Domos glaciares culminantes en el alto valle de Diamir, con canales de aludes en las laderas.

en los fondos planos y pendientes estables supera los 4.200 m. de altitud. Las lenguas colgadas muestran también su retroceso frontal y la incisión de sus torrentes de fusión, muy activos, abre canales en las morrenas subactuales y en los conos proglaciares que salen de ellas, con un claro cambio de dominante morfogenético desde el más glaciar pasado siglo a los fines de éste.

A 4.200 m. se encuentran grandes bloques esparcidos y superpuestos a conos estabilizados, con prados y matorrales. Los bloques aparecen colonizados por líquenes, pero limitadamente. Por su emplazamiento pueden considerarse como del final de la PEH, cuando aún las crestas descompuestas del Oeste del Ganalo albergaban glaciares de canalizo y de ladera, dentro de un paisaje general más glaciado que el actual.

Los conos que tapizan la vertiente de solana de Diamir, por encima de los 4.000 m., entre la morrena de la lengua principal y los escarpes, pueden considerarse formados básicamente en la PEH, aunque sus orígenes pueden estar en la fase inmediatamente anterior y, en casos, prosiguen actualmente activos, con aportes en sus raíces, sobre ellos o entre ellos. Arrancan de morrenas colgadas de esa etapa y entazan con el margen morrénico de la lengua del valle, formando abanicos mixtos de derrubios, de flujos y de deyección. Se observan en esas lenguas suspendidas los frentes de hielo retrocedidos y la formación de lagunillas entre ellos y el arco frontal. Otros conos, con sus raíces en empinadas canales, se forman directamente por caída de bloques desde los frentes de hielo colgados. No obstante, la recesión glaciar está afectando a estos hielos más altos con retraso respecto a los del fondo del valle.

En el circo lateral de Seri Galf (4.500 m.), se aloja aún un glaciar cubierto, procedente del domo y área de umbría del Pico de Diamir, donde pasa a blanco. También se encuentran, en el fondo del cir-



Fig. 16. Lengua procedente del domo glaciar culminante en la arista de los Mazenos.

co, restos de un aparato rocoso fósil. En el sector occidental del circo hay grandes torres de rocas granitizadas, escindidas según fracturas limpias, entre amplias pedreras móviles. Al Este y al Sur, en cambio, los gneises fisurados y esquistosos presentan un relieve extremadamente ruñiforme, casi enterrado en sus escombros muy activos, salvo en el bloque morfotectónico del Pico de Diamir, cubierto por su altitud mayor por glaciares de domo y de ladera, con esbozo de un circo colgado. En las crestas superiores a 5.000 m., las agujas rocosas coinciden con la presencia de diques ácidos más resistentes. Este paisaje y esta morfodinámica suceden, pues, hoy al ambiente más glaciar de la PEH. La denudación de la roca trae consigo una alta erosionabilidad de aristas y laderas y un progresivo tapizado de pedreras inestables.



Fig. 17. Sector en proceso de deglaciación en la arista del Ganalo, con crestas ruñiformes, canales de aludes, conos de derrubios y de deyección, morrenas locales y «debris flow» abundantes.

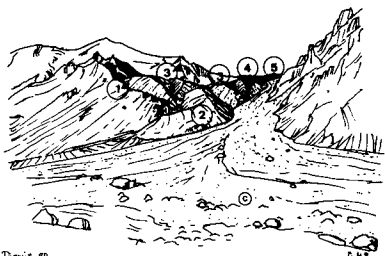


Fig. 18. Diferentes posiciones en la evolución del glaciar lateral del Paso de Diamir (Serí Galí), con su frente a 4.300 m. 1: artesa afluyente pleistocena. 2: morrena lateral de la fase intermedia. 3 y 4: dos estadios de la fase reciente. 5: posición del frente actual y salida del cono de deyección proglacial (C).

Dizáir - 69

A partir del frente de hielo de este circo (4.300 m.), se reconocen próximos e individualizados, los estadios que caracterizan a los otros valles ya examinados (Fig. 18): dos arcos suspendidos de las últimas fases, uno de la intermedia, que tiende a conectar con el valle principal, y la forma de modelado de enlace en el Pleistoceno con la artesa de Diamir. Tapiza la salida del circo hasta el fondo del valle un amplio cono de deyección con flujos de derrubios digitados, con signos de actividad.

De modo congruente, en el valle afluyente de Airl, cuya cabecera compuesta está formada por extensos glaciares cubiertos, alguno con terminación rocosa, la montaña aparece también fuertemente descarnada, destacando sus morfoestructuras, con clara pérdida reciente de recubrimiento de hielo. En el glaciar del Mazeno Pass la línea de cambio de glaciar cubierto a blanco, coincide con el límite inferior del área de alimentación, se sitúa a 4.850-4.900 m. de altitud.

Los rrellanos y canales helados de la pared del Nanga, que constituyen el árca glaciar en que nace la lengua de Diamir, debido a sus pendientes, son áreas de acumulación inestables; aunque por su altitud sean de claro balance positivo, su capacidad de almacenamiento es limitada, con fuerte transferencia de hielo por flujo veloz y por aludes. Desde los 4.800 m. se aproximan los glaciares del Ganalo y del Nanga Parbat, con una breve morrena intermedia, para reunirse más abajo en una sola lengua. El Ganalo presenta aquí una móvil cascada de seracs con caídas frecuentes y un escarpe de hielo con bloques intercalados. A partir de este punto la lengua comienza a cubrirse irregularmente. Por debajo de los seracs y de algunos ojales con afloramientos del lecho rocoso («rongnons»), aparecen ya mesas de glaciar e, inmediatamente, el aparato se cubre de modo generalizado, con aparición de lagunas intra y yuxtataglaciares. La morrena derecha del aparato muestra una gran pérdida reciente de espesor del hielo de la lengua a unos 4.500 m. de altitud, pese a la cercanía del área de alimentación. No es este ca-

so único, pues también en el alto glaciar de Khumbu, al Sur del Everest, se observa localmente una pérdida cercana a unos 100 m. de espesor en su morrena derecha, a 5.400 m.

Inmediatamente se establece la triple confluencia de circos, con los aportes del área del Mazeno. A partir de aquí, en ambos márgenes de la lengua se encuentran ya marcados dos estadios recientes, que a 4.100 m. pasan a tres, pudiendo considerarse al externo como de la fase que venimos llamando de «Dugla» y los internos de la Pequeña Edad del Hielo. En la linde del hielo se construye ocasionalmente también una morrena actual poco desarrollada con dos episodios menores. El glaciar, negro, presenta descenso de volumen y anchura del hielo en todo su recorrido. Desde Kut Galí hacia abajo, nuevamente son dos los muros laterales y es visible hielo sucio entre el masivo recubrimiento por bloques de la lengua.

El frente actual del hielo alcanza los 3.450 m. y, algo más alejado, aunque a cota similar, se establece el arco frontal abierto de la PEH. También cercano, pero independiente, se encuentra el de la fase de «Dugla» a 3.320 m. Las morrenas de las fases intermedias que identificamos en los otros valles del Nanga, también aparecen aquí valle abajo, distanciadas del grupo más reciente, formando dos muros morrénicos paralelos; de ellos, el más antiguo sólo presenta un segmento lateral que se detiene a 3.150 m., mientras el más interno y moderno, bien desarrollado, posee un frente más completo, con tres pulsaciones, alojado en el fondo del valle a 2.920 m.

Tras la confluencia con el valle de Airl —cuya cabecera, ampliamente glaciada actualmente, es ejemplo de la importancia que debieron tener sus aportes en momentos de progresión glaciar— se aprecian las huellas de una lengua antigua de mayores altura y longitud y, posiblemente, duración, con grandes morrenas laterales, erosionadas por procesos de ladera, torrenciales y de flujo, por acaravamientos e incluso taffonis. Estas morrenas



se reúnen en un frente colgado en la garganta y recortado por la torrencialidad posterior a ella, a 2.100 m. de altitud. A partir de aquí, como ensucida insístiremos, cesan las formas de origen glaciario netas.

Así pues, en el sector de Diamir que posee formas glaciares efectivas, hay datos en diversos arcos morrónicos de cuatro fases principales posiblemente de los últimos 10.000 años, en progresivo retroceso, más la actual con clara regresión del hielo. Varios de estos estadios de glaciación presentan subfases o pulsaciones dentro de un mismo episodio. De este modo distinguimos una fase antigua (Pleistoceno reciente), otra intermedia con dos subfases mayores y dos menores (Holoceno), otra muy reciente («Dugla») y una última histórica, la llamada «Pequeña Edad del Hielo» (siglos XVII-XIX), con dos pulsaciones.

### III. LOS PROBLEMAS MORFOLOGICOS DE LAS AREAS BAJAS

#### 1. DESCRIPCION MORFOGRAFICA

Valle abajo de la mencionada morrena, final de Diamir, el paisaje cambia. Las laderas se estrechan hacia una morfología de profunda garganta torrencial, con grandes coluviones heredados, formados por bloques e incididos por torrentes recientes. En el valle bajo de Diamir aparecen dos o tres niveles de terraza con una altura de unos 100 m. sobre el cauce. La terraza baja está constituida por material heterométrico y la alta por tres conjuntos, el inferior de granulometría menor, el intermedio de grandes bloques y el superior mixto. son materiales fluvoglaciares correspondientes a las dos fases glaciares más bajas que acabamos de señalar, con lógica intensificación en el arrastre de bloques coincidente con los momentos de máximo de la fase más antigua.

En las laderas del valle bajo de Bunar, parcialmente tapizadas por amplios conos de deyección recientes, ahora incididos por cárcavas gigantes, se observan tres niveles: el más alto, colgado en altura, arenoso, aparece fuertemente erosionado (también en el Indo los niveles más elevados tienen el mismo carácter); el medio constituye un sistema de hombreras semidestruidas y el bajo es una terraza bien desarrollada, en cuyo lecho central se encuentra el mismo conjunto con bloques del álgido glaciario; idéntico corte se observa en los conos de deyección procedentes de otros barrancos.

En el cono de deyección de Bunar en su desembocadura en el Indo se encuentran dos generaciones bien marcadas, cuyo nivel alto está recortado perpendicularmente por una antigua posición más meridional del cauce del Indo y el nivel bajo, con unos 100 m. de espesor, debe corresponderse

con una etapa de actividad glaciario eficaz y relativamente reciente.

En el Indo, desde Jaglot son visibles dos terrazas bien definidas, potentes y separadas, a veces sobrelevada la superior, lo que quizá podría interpretarse en parte como respuesta de la incisión eficaz del río al levantamiento tectónico general cuaternario. En este valle se vuelven a observar dos o tres niveles, el bajo y medio de gran espesor, recortados por el río y los torrentes afluentes en potentes incisiones longitudinales y transversales, y compuesto en algunos conos de desembocadura por bloques y cantos en muro y techo y arenas intercaladas en los lechos centrales. Se distinguen también conos de cantos y bloques, procedentes de valles afluentes, que enlazan con terrazas más arenosas del Indo. El nivel superior, de notable espesor, se localiza apreciablemente elevado, recortado y suspendido; puede aparecer bien estratificado, con cantos grueso y arenas. Otras formaciones superficiales se localizan también con abundancia en el valle, como pedreras, debris-flow, dunas trepadoras, etc., situándose en sus proximidades elementos de origen glaciario procedentes de los macizos montañosos que lo enmarcan.

Más adelante comentaremos las interpretaciones existentes del Cuaternario del valle del Indo. Sin embargo, podemos indicar aquí los principales elementos morfológicos que aparecen en él en las proximidades del Nanga Parbat. Son visibles dos conjuntos de niveles colgados en forma de rellanos. El superior se inclina en rampa desde cerca del interfluvio Norte hacia el eje del valle como el resto de una antigua superficie local de modelado, inserta y ahora suspendida dentro del cuenco torrencial del Dirkhil Gah. El siguiente parece encajado en un punto por debajo del superior, con mayor homogeneidad altitudinal e implantación en el surco longitudinal del Indo, aunque alrededor de 500 m. y más por encima del cauce actual. La incisión que lo recorta indica un cambio en el sistema de modelado con una notable energía de disección reciente, en la que han intervenido una arroyada competente, posiblemente también procesos relacionados con el glaciario, una intensa fracturación del roquedo y un componente neotectónico nada desdeñable. El estudio del sistema morfogénico causante de estas formas y el de su edad están parcialmente aún sin realizar, aunque ofrece un claro interés.



Fig. 19. Esquema de las fases glaciares de Diamir (Nanga Parbat).

0: Hielo actual (frente a 3.450 m.). 1: Pequeña Edad del Hielo (3.450 m.). 2: Fase de «Dugla» (3.320 m.). 3: Fase Intermedia A (2.920 m.). 4: Fase Intermedia B (3.150 m.). 5: Pleistoceno reciente (2.100 m.). Flechas: direcciones de los flujos principales de hielo.

En el fondo del valle se encuentran dos conjuntos de terrazas —altas y bajas— con un total de cuatro niveles, que se extienden de modo casi generalizado por este sector. No obstante, el superior tiene erosionado un tramo desde la confluencia casi conjunta de los valles de Raikot y Buldar con el Indo, al desplazarse el curso de éste, como consecuencia de ello, hacia el Norte. Sin establecer con precisión las edades de estos niveles no es posible efectuar una conexión entre ellos y las etapas morfogenéticas observadas en la montaña, pero ese nivel erosionado apunta a la posibilidad de considerar la terraza alta en relación con la fase más antigua intramontana y los dos niveles inferiores con las etapas más recientes. Otros fenómenos posteriores, como la evolución de laderas, a veces con grandes deslizamientos, contribuyen a modificar las formas de modelado del valle: uno de esos deslizamientos es histórico y famoso por las magnitudes del precipiamiento y el aluvión consiguientes a los que dio lugar en 1841: sus efectos reconfiguran el valle localmente al Norte del Nanga Parbat.

Como ya indicamos, en el valle bajo de Rupal y en algunos sectores del de Astor, próximos al área glaciaria reciente del Nanga Parbat, se aprecian formas de hombreras que podrían indicar una continuidad del modelado glaciario pleistoceno en sectores limitados de este último valle. También se observan dos niveles de rellanos colgados por encima de las terrazas aluviales, formados en etapas más antiguas. Nuevamente están sobre elevados, probablemente —como venimos diciendo— por la acción combi-

nada en el Pleistoceno de una incisión enérgica y un levantamiento del bloque montañoso. Nuestro trabajo, limitado al área de montaña, no nos permite plantear si estas formas tuvieron o no relación con una morfogénesis glaciaria relativamente antigua o con otros procesos.

Las terrazas aluviales de Astor poseen dos niveles principales, que son también visibles en diversos conos de deyección, en relación con las principales etapas glaciares recientes, ya que enlazan con los frentes morrénicos holocenos de Rupal. Las formas colgadas de algunos conos antiguos en Rupal, indican su coetaneidad con una lengua del Pleistoceno superior de espesor suficiente como para retenerlos en la ladera y de longitud también mayor que las que depositaron los mencionados frentes morrénicos. Por ello, con bastante seguridad esta lengua pudo internarse hasta el final del área de hombreras cercana, aguas abajo, a la confluencia del valle de Rupal con el de Astor.

En el sector próximo a la población de Astor se observan un nivel antiguo colgado, dos terrazas intermedias bien desarrolladas y recortadas, especialmente la superior, y una tercera, subreciente, cercana al cauce. La terraza superior está, además, bastante generalizada a lo largo de este tramo del valle. También en los conos de deyección procedentes de valles afluentes se constatan dos niveles similares y, acaso, otro suspendido.

No nos fue posible estudiar el interesante frente morrénico del glaciar de Sachen, en el valle afluente de Rama. En él se detectan, sin embargo,



Fig. 20. Escalonamiento de niveles en el valle del Indo, al pie del Nanga Parbat. (Signos según la cartela del mapa de formas de modelado. Las flechas indican el desprendimiento de 1841). Se observan cuatro terrazas recientes y dos niveles colgados antiguos.

CUADRO I

POSIBLE CORRELACION DE LAS FASES GLACIARES DESDE EL PLEISTOCENO RECIENTE ENTRE LOS MACIZOS DEL NANGA PARBAT, EVEREST, NUMBUR Y EL KARAKORUM

EDAD	NANGA PARBAT <sup>1</sup>	EVEREST SUR <sup>2</sup>	EVEREST NORTE <sup>2</sup>	NUMBUR <sup>3</sup>	KARAKORUM <sup>4</sup>	KARAKORUM <sup>4</sup>	EDAD
Histórica	«Pequeña Edad del Hielo» 3.450 m.*	«P.E.H.» 4.900 m.	«P.E.H.» 5.200 m.	«P.E.H.»-G1-5 (internas) 4.200 m.	Pasu II	Diran	Histórica
Holoceno	Fase reciente (3.320 m.*	Dugla 4.595 m.	Sang Doo Po 5.130 m.	G1-5 (externas) 4.040 m.	Pasu I	Diran	Holoceno
Holoceno	Fases intermedias 2.920 m.*	Periche 4.171 m.	Rongbuk 5.000 m.	G1-3 y G1-4 4.000 m.	Batura	Minapin	Holoceno
Pleistoceno reciente	Fase antigua de montaña - 1/2.100 m.*	Lukla 2.400 m.	Chedung 4.700 m.	G1-2 3.400 m.	Gbulkin II	Hunza	Pleistoceno reciente
	Fase antigua de montaña - 2/1.200 m.***	Surke 2.300 m.		G1-1	Gbulkin I		

<sup>1</sup> Observaciones propias.

<sup>2</sup> M. de Pisón, E. y López, J.: «Major Pleistocene and Holocene glacial episodes in the Khumbu region, southern side of Mount Everest (Nepalese Himalaya). *Geogaceta*, nº 6, 1989, pp. 35-38.

<sup>3</sup> M. de Pisón, E., López, J. y Nicolás, P.: *Observaciones geomorfológicas en la vertiente tibetana del Everest*. Madrid, Universidad Autónoma, 1989, 159 pp.

<sup>4</sup> M. de Pisón, E., López, J. y Nicolás, P.: *Ibid.*

<sup>5</sup> Derbyshire et al.: «Quaternary glacial history of the Hunza Valley, Karakoram mountains, Pakistan». En *The International Karakoram Project*, Cambridge University Press, v. 2, 1984, pp. 456-495.

<sup>6</sup> Shroder et al.: «Quaternary glacial chronology and neotectonics in the Himalaya of northern Pakistan». *Geological Society of America. Special Paper* 232, 1989, pp. 275-294.

<sup>7</sup> M. de Pisón, E.: «Observaciones morfológicas de la expedición al Diran Peak (Karakorum)». *Bol. R. Soc. Geográfica*, CXV, 1979, pp. 155-190.

\* Altitud de los frentes morrénicos en el valle de Diamir.

\*\* Cota de la confluencia del valle de Raikot con el del Indo.

varias fases de arcos holocenos —cinco principales— que pueden relacionarse con el cono proglacial y fluvio-glacial que sale a Astor con dos generaciones encajadas. Valle de Astor abajo de la confluencia reaparecen formas de hombreras en un tramo, indicando la posibilidad de modelado glaciar de este sector, en el Pleistoceno superior, de una lengua procedente del Nanga Parbat por el valle de Rama. Aguas abajo el valle pierde este carácter y se transforma en una profunda garganta torrencial. El modelado holoceno ha podido desfigurarse una morfología glaciar heredada, pero, igualmente, no permite constatar esa acción morfogenética posible con evidencia.

Aunque es muy verosímil que las lenguas pleistocenas recientes procedentes del macizo del Nanga Parbat hubieran podido alcanzar esta garganta, no es fácil afirmar si formaban frentes diferenciados de origen transversal o si se reunían en una lengua común longitudinal que siguiera con continuidad el valle principal. Sin embargo, las huellas discontinuas del modelado inclinan a pensar en la primera hipótesis como más probable.

\*\*\*\*\*

## 2. EL PROBLEMA DE LAS GLACIACIONES PLEISTOCENAS

Aguas abajo de las últimas morrenas mencionadas en Diamir las formas de modelado no son, pues, identificables fisiográficamente en sus rasgos mayores como resultantes de la morfogénesis glaciar. El paisaje derivado del modelado glaciar directo se detiene aquí y las formas valle abajo son particularmente torrenciales y fluviales y, de modo similar, los sedimentos mayoritarios constituyen conos y terrazas, con 2 ó 3 niveles habitualmente, y derrubios de ladera. Sin embargo, algunos de los depósitos intercalados o yuxtapuestos a los torrenciales, lacustres, fluviales y fluvio-glaciares del Indo, han sido atribuidos a un origen glaciar, lo que significaría una mayor extensión de los hielos por los valles del Indo y de Astor en fases pleistocenas más antiguas, cuyas formas directas habrían quedado en gran medida borradas por otros procesos.

Desde el establecimiento de la cronología poliglacial en el Karakorum por Danielli en 1922, diversos autores han señalado la existencia de varias glaciaciones en estas áreas. Así, Desio y Orombelli indican en 1971 tres fases glaciares pleistocenas,

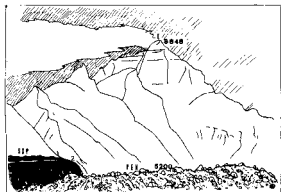


Fig. 21. Morrenas recientes en la vertiente norte del Everest.

PEH: Arco frontal del estadio de la «Pequeña Edad del Hielo».

SDP: Estadio de Sang Duo Po, con desdoblamiento en la morrena lateral derecha (1-2).

E: Everest.

cuyos frentes alcanzarían respectivamente Shatial, a unos 80 km. valle abajo de la base del Nanga Parbat, Gunar, al pie mismo de la montaña y Dak Chauki, cerca de Gilgit, más de 50 km. valle arriba de la confluencia de Raikot.

En 1984, en el marco del «Karakoram Project», Derbyshire realizó dataciones más precisas y propuso una cronología para el valle de Hunza que podemos tomar como punto de partida (DERBYSHIRE, 1984). Tras dos glaciaciones antiguas (Shanoz y Yunz, la primera de las cuales parece en principio más cuestionable), reconoce en el Pleistoceno superior tres fases (Borit Jheel, con edad entre 60.000 y 50.000 años, Ghulkin I, con 47.000 años y Ghulkin II, finipleistocena). Posteriormente indica también otras tres fases: Batura, en el Holoceno medio, Pasu I, entre 830 y 325 años y Pasu II, referida a las oscilaciones glaciares del siglo pasado, cercanas al hielo actual.

Más recientemente han trabajado en estos mismos temas en los valles basales del Nanga Parbat, por un lado L. Owen, C. Scott y M. Clarke, de la Universidad de Leicester, y, por otro, J.F. Shroder y otros investigadores norteamericanos. Estos últimos han publicado en 1989 una detallada cronología glaciár pleistocena del inmediato sector del valle del Indo y una hipótesis sobre la extensión de los hielos cuaternarios en esta comarca, en relación con las aportaciones anteriormente mencionadas (SHRODER, 1989). Habiendo restringido nuestras observaciones al área de montaña, realizamos aquí un comentario únicamente de los datos de estos autores como complemento de interés sobre el posible glaciarrismo más antiguo y desarrollado del Nanga Parbat y su entorno.

Shroder y sus colaboradores proponen tres glaciaciones pleistocenas de muy diferente carácter entre la primera y las dos siguientes. La más antigua podría situarse en el Pleistoceno inferior y estaría mostrada por una diamictita tectonizada en Jalipur,

anteriormente mencionada por diversos autores y reconsiderada como de origen glaciár por Shroder. El tipo de sedimento, su emplazamiento, el carácter de la glaciación supuesta y la misma topografía del macizo, que al parecer se ha levantado en el Pleistoceno con una tasa de 4 a 5 mm/año, obligan a una cierta prudencia en la consideración de esta etapa.

La glaciación intermedia presentaría dos fases. La posición frontal de la primera es localizada en Shatial (fase mayor de Desio) y la de la segunda en Chilas (a unos 20 km. valle abajo del Nanga Parbat), aunque los depósitos de ambas son reconocidos en numerosos lugares del Indo hasta Gilgit. La lengua correspondiente a esta glaciación intermedia ocuparía, según los autores, el gran valle del Indo desde el de Gilgit, el de Hunza y desde el alto Indo, lo que le otorgaría una magnitud realmente colosal, tanto en volumen como en longitud, que sin embargo, no se refleja en netas formas de modelado específicamente glaciares.

Finalmente, la glaciación reciente podría situar sus frentes disociados, alcanzando el Indo transversalmente, procedentes de los distintos macizos y tomando sólo en algún punto de confluencia —como en Hunza-Gilgit— un corto recorrido longitudinal. Al pie del Nanga Parbat sus huellas aparecerían bajo los valles de Raikot, Pataro, Gunar y Bunar. Shroder distingue cuatro fases que, en sus momentos mayores, poseerían gran espesor, bloqueando el Indo y dando lugar a la formación de sedimentos lacustres aguas arriba de las lenguas. La fase primera sería posterior a una edad de 100.000 años, la segunda y la tercera a 41.000 años y la cuarta a 38.000-31.000 años.

Esta interesante seriación de la evolución glaciár cuaternaria del Indo podría, pues, prolongar en el tiempo y en el espacio la que hemos analizado en el ámbito intramontañoso. No hemos, sin embargo, como en el macizo, a unas formas netas, lo que aconseja tomarla con cautela. Esta prudencia puede estar en relación principalmente con tres aspectos. Primero, en lo referido a la glaciación antigua, tanto respecto a su existencia, poco probada, como a su ubicación geográfica en el caso de ser confirmada. En segundo lugar, respecto a la consideración como «till» de todos los depósitos analizados como tales, lo que posiblemente requeriría mayor demostración sedimentológica. Y, tercero, las morfologías equívocas existentes para una lengua supuestamente tan desarrollada como la que se propone en la glaciación intermedia, hacen pensar en una menor precisión en la reconstrucción geográfica que en la histórica: es posible, por ello, que la propuesta de aportes de hielo locales, transversales y discontinuos desde los macizos montañosos al Indo —señalada para la última glaciación pleistocena—, fuera también una interpretación más válida para la intermedia que la única gran lengua compuesta, procedente del Karakorum a través de un recorrido de más de doscientos kilómetros. Dejando para un futuro la

precisión cartográfica y de cortes significativos del enlace entre los valles del Nanga Parbat y del Indo, estos datos apuntan a generalizar la llegada de los hielos de la montaña hasta el valle basal en una o varias fases pleistocenas, como nos indican las formas de modelado del valle de Raikot, que antes comentábamos.

#### IV. CORRELACION DE LAS FASES RECIENTES

Tiene también interés relacionar las fases recientes observadas en la montaña con las apuntadas por Derbyshire y con las anotadas por nosotros en otros puntos del Himalaya central y el Karakorum.

De forma provisional y aproximada puede efectuarse una correlación Nanga Parbat-Karako-

rum con bastante semejanza. También sin grandes contrastes se observan posibles similitudes con el Himalaya central, especialmente con el macizo del Numbur. Las vertientes Norte y Sur del Everest presentan problemas propios de correlación entre la fase de Sang Duo Po, al Norte, (pulsadora y próxima a la de la «P.E.H.») y la de Fugla, al Sur, (próxima también a la de «P.E.H.») o la de Periche (pulsadora), pero, en conjunto, permiten igualmente una posibilidad de correlación general con cuatro o cinco fases principales: una o dos del Pleistoceno reciente y tres holocenas, de las cuales la última corresponde al episodio histórico de la «Pequeña Edad del Hielo». Ello significa la posibilidad de establecer, al menos, una homogeneidad en la cronología glaciár reciente del Himalaya y el Karakorum, lo que no sucede tan claramente con las etapas glaciares postuladas para momentos anteriores.

#### BIBLIOGRAFIA

- BELOUSSOV, V.: *Géologie Structurale*, Moscú, Mir, 1978, 295 pp.
- GANSSER, A.: *Geology of the Himalayas*. Londres, Interscience, 1964, XVI+ 289 pp.
- DERBYSHIRE, E. et al.: «Quaternary glacial history of the Hunza Valley, Karakoram mountains, Pakistan». En *The International Karakoram Project*, Cambridge University Press, 1984, pp. 456-495.
- MADIN, I. P. et al.: «The northwestern Nanga Parbat-Haramosh Massif. Evidence for crustal uplift at the northwestern corner of the Indian Craton». *Special Paper 323, Geological Society of America*, 1989, pp. 169-182.
- MARTINEZ DE PISON, E.: «Observaciones morfológicas de la expedición al Diran Peak (Karakorum)». *Bol. Real Soc. Geográfica*, 1979, pp. 155-190.
- MARTINEZ DE PISON, E.: «Formas, rocas y glaciares del Nanga Parbat». *Peñalara*, 456, 1990, pp. 40-47.
- MARTINEZ DE PISON, E. y LOPEZ MARTINEZ, J.: «Major Pleistocene and Holocene glacial episodes in the Khumbu region, southern side of Mount Everest (Nepalese Himalaya)». *Geogaceta*, 6, 1989, pp. 35-38.
- MARTINEZ DE PISON, E.; LOPEZ, J. y NICOLAS, P.: *Observaciones geomorfológicas en la vertiente tibetana del Everest*. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, 1989, 159 pp.
- MATTAUER, M.: *Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre*. Barcelona, Omega, 1976, 524 pp.
- SHRODER, J. F. et al.: «Quaternary glacial chronology and neotectonics in the Himalaya of northern Pakistan». *Special Paper 232, Geological Society of America*, 1989, pp. 275-294.
- SORIA, C.: «Ascensión al Nanga Parbat por la ruta Kinshoffers». *Peñalara*, 456, 1990, pp. 6-14.
- ZEITLER, P. K. et al.: «Geochronology and temperature history of the Nanga Parbat-Haramosh Massif, Pakistan». *Special Paper. 232, Geological Society of America*, 1989, pp. 1-22.