

# BOSQUEJO PALEOGEOGRAFICO

DE LOS GLACIARES DEL DIAMANTE Y ATUEL

Por PABLO GROEBER

---

En el tomo VIII, número 4 (1953) de esta *Revista*, Polanski publicó un artículo destinado a demostrar la inexistencia de un englazamiento de los Andes en las latitudes aludidas, admitido por el autor y por varios colegas que han visitado la región. Tal negativa nos retrotrae al estado de conocimientos de hace unos 25 años y me induce a creer que he sido muy escueto en mis publicaciones al respecto. Polanski cree exenta de todo englazamiento a la cuenca del río Diamante.

La cuenca del Diamante se halla entre los 34 y 34°45', Lat. Sur y cubre unos 2600 km<sup>2</sup>. Se sitúa al sur de la cuenca del río Maipo que se extiende desde los 33° a los 35°15' y que cubre unos 4200 km<sup>2</sup>.

Por Brueggen y Fuenzalida sabemos que la cuenca del Maipo ha estado ocupada por ingentes masas de hielo por dos veces en el Cuartario superior. Las morrenas de la penúltima glaciación, seguidas detenidamente por uno y otro, se expanden ampliamente fuera de la cordillera; llegan a las puertas de Santiago y tocan el carril de autos de Santiago a Valparaíso, sobrepasan el primer cordón, bajo, de la cordillera de la Costa y rellenan la amplia vagnada de la parte inferior del estero Puanque hasta cerca de Melipilla, hasta donde avanza también la porción austral de la misma morrena a lo largo del río Maipo. Ella se caracteriza por consistir en gran parte por material ignimbrítico muy triturado que engloba rocas de la alta cordillera. El área extracordillerana ocupada por esta morrena mide aproximadamente 1200 km<sup>2</sup>. Menor es la expansión de las morrenas de la última glaciación: siguen solamente el curso del Maipo sin abrirse en abanico en el Valle Central. Están muy desarrolladas en Puente Alto y llegan hasta el ferrocarril longitudinal, en lengua relativamente estrecha.

Brueggen considera estas dos morrenas como pertenecientes al Cuar-

tario superior y paraleliza a la más vieja de ellas con la penúltima glaciación, es decir con la de Riss, a la cual corresponde la del Diamante, y la más reciente con la de Würm, que está representada en Sud América por la del Atuel.

Merece ser destacado que el englazamiento Diamante se relaciona a su vez íntimamente con ignimbritas que corresponden al Tilhuelitense superior ( $\alpha$  IV) tal como ha reconocido Irigoyen en sus estudios en la región del río Diamante.

Con ello no se agotan las observaciones referentes a esta penúltima glaciación. En una carta reciente, Fuenzalida me ha comunicado que halló una morrena del mismo tipo que la de Santiago en el puerto de Ancud en Chiloé y en la isla Calbuco. En Chiloé la morrena, con participación ignimbrítica crecida, asoma por debajo de un potente depósito fluvio-glacial de la última glaciación. Recuérdame Fuenzalida que esta penúltima morrena se presenta en el Valle Central en el salto de la Laja. Por su comunicación se ve que los hielos de Riss-Diamante se han extendido a los 40-42 grados de latitud hasta el océano Pacífico, lo que no debe extrañar dada su situación geográfica. Es bueno recordar que cerca de Concepción, en la cancha de golf, se encuentran grandes bloques erráticos lo mismo que en la costa de Peumo que, dada su posición, deben corresponder al segundo grupo de glaciaciones, posterior al Gran Interglacial, ya que se encuentran en el primer caso dentro del amplio valle del Bio Bio. Los restos de las glaciaciones anteriores al Gran Interglacial forman altas mesetas en la cordillera de la Costa. Los bloques erráticos consisten en rocas de la cordillera principal.

En cuanto a las morrenas del primer período puedo referirme a observaciones igualmente recientes de Fuenzalida (com. epist.) en el río Rapel inferior donde, fuera de otros hechos de interés, este observador halló un extenso pie de monte del tipo de los del lado este de los Andes, que contiene grandes bloques morrénicos. Dentro de poco tendremos la oportunidad de conocer los detalles por un trabajo que Fuenzalida tiene en redacción. Sólo menciono que los grandes bloques son de basalto, roca que falta totalmente en la cordillera de la Costa y que son de indudable procedencia andina; vienen muy verosímelmente de centros eruptivos de Coyocholitense ( $\beta$  II).

En vista del amplio desarrollo de las dos últimas glaciaciones en la cuenca del río Maipo, no extrañará un fenómeno semejante en la cuenca del río Diamante; es hasta imposible que sólo el lado occidental de la cordillera haya estado colmado de hielo y que el lado oriental haya carecido de él.

Polanski, al negar enfáticamente toda posibilidad de englazamiento capaz de enviar — en el Diamante y en el Llaucha — una lengua al Vorland, aduce que, en la última glaciación, el límite de la neviza se hallaba,

en la cordillera Frontal, a los 4200 m. Por otra parte afirma en el mismo artículo que la morrena del arroyo de las Vacas no es tal, sino un ente producido por soliflucción (pág. 202); pasemos por alto que no visitó el punto, que se encuentra a unos 1500 m sobre el mar, en las inmediaciones del extremo de la lengua del glaciar del Diamante. Para que haya habido soliflucción periglacial, el suelo debería haber estado congelado durante la mayor parte del año; sólo se contaba con veranos cortos, aunque relativamente cálidos, circunstancia que ocasionó una temperatura media anual situada un poco sobre cero, digamos a 4°, Como la temperatura disminuye a razón de 1°/200 m la isoterma de 0 grados

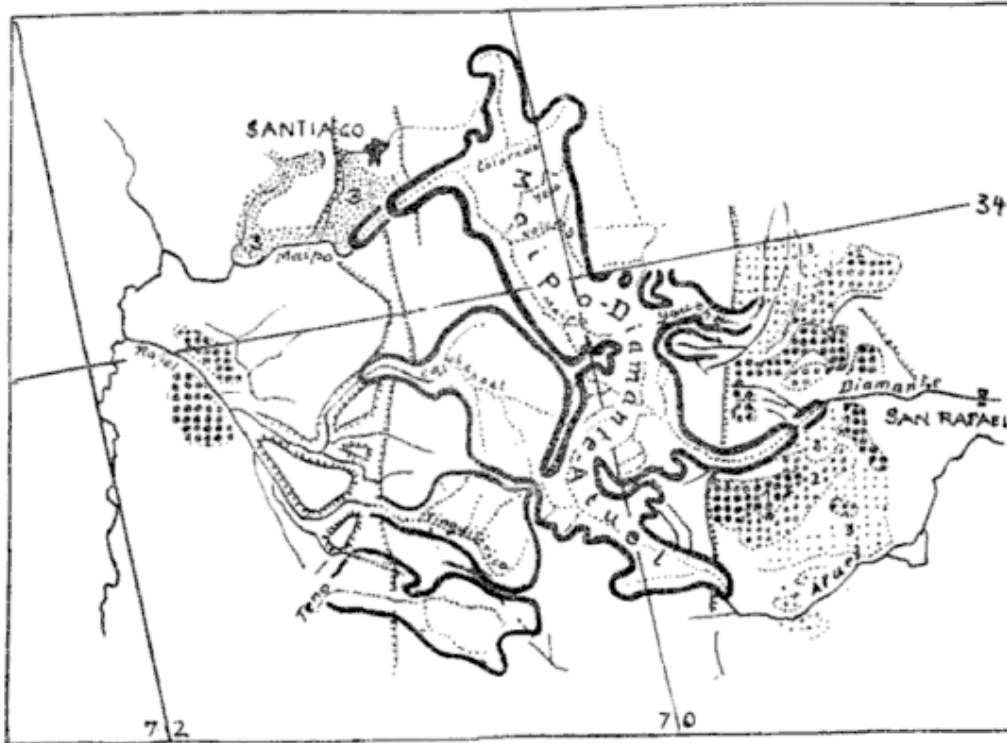


Fig. 1. — Cuencas imbriferas mancomunadas de los glaciares del Maipo-Diamante-Atuel

debe haberse encontrado a los 2300 m sobre el mar y no a 4200 m. Desde luego, no pretendo identificar la isoterma de 0 grados con el límite de la neviza, pero el intervalo de casi 2000 m, es absurdo. Con su apreciación de que la morrena del arroyo de las Vacas sea debida a soliflucción, Polanski, impensadamente, aporta un dato a favor de la posibilidad de una lengua del glaciar del Diamante en las inmediaciones del lugar, ya que no es difícil que tal cosa suceda dentro de una zona de tan baja temperatura.

Conviene poner en claro la cuestión del límite de la neviza en la región del Diamante, partiendo de las condiciones actuales.

Como puede verse en las hojas Sosneao y Maipo en 1 : 500.000, tratadas en esta *Revista* (11/2) (1947) y en los panoramas que las acompañan, en el alto Atuel y en los confluente centrales del río Diamante, el

límite actual de la neviza se halla en el cordón del límite con Chile entre los 3600 y 3700 m de altura. En el cerro Overo está por los 3800-3900 m sobre el mar, en la cabecera del río Tordillo, confluyente del río Blanco a los 3800 m en el Guanaqueros por los 4000 m, en el cerro Listado y en la cuenca del río Bayo a los 3900 y menos metros, en el nicho de arroyo Espumoso muy bajo, a los 3500-3600 m en el lado norte de arroyo del Gorro a los 3700-3800 m. Solamente en el cerro Maipo, expuesto y barrido por los vientos, se encuentra arriba de los 4000 m.

Brueggen y los demás colegas que han recorrido la cordillera están de acuerdo en que, durante la última glaciación, el límite de la neviza se encontraba 1000 a 1200 m debajo de su situación actual. Ello significa un descenso de 5 a 6 grados de temperatura.

Si el aire fuese o hubiese sido seco, la correspondiente variación adiabática de la temperatura de  $1^\circ$  por cada 100 m de diferencia de nivel, habría dado una disminución del nivel de la neviza de sólo 500 a 600 m; pero siendo y habiendo sido húmedo el aire, se requiere y se requirió un desnivel de 200 m para que la temperatura variara en  $1^\circ$  grado C. Una rebaja de la temperatura de  $6^\circ$  ha sido obtenida por muchos autores, entre otros, por Trevisan para el Apenino y la última glaciación. Una disminución de 4 grados que presenta Polanski es un valor excepcional, si bien admitido por Penck, no confirmado para extensas regiones.

Aun hoy, en clima árido, el gradiente de temperatura es de  $1^\circ/200$  m en Mendoza, como enseña la temperatura media actual de la ciudad de Mendoza y la de Puente del Inca. En la primera ella es de  $16,5^\circ$ , en el segundo punto de  $6,5^\circ$  y el desnivel entre ambos de 2000 m. En vista de que en un englazamiento interviene, como es notorio, no sólo un descenso de temperatura, sino también un aumento de precipitación, vale decir mayor humedad, no puede suponerse que el gradiente de temperatura haya sido diferente y menor en tiempo de la última glaciación.

Queda, pues, establecido un descenso del nivel de la neviza de 1000 a 1200 m en lo que respecta a la última glaciación con referencia al estado actual. El área de alimentación del glaciar del Diamante hacía base, entonces, a los 2600-3000 m, según la posición del punto.

Casi toda el área cordillerana, drenada por el Diamante (véase lámina) se encuentra por encima de este nivel. Cubre 2100 de los 2600 km<sup>2</sup> de la cuenca imbrífera, es decir, su 7/9 parte. La acumulación de nieve y hielo se inició, pues, dentro de esta órbita; su espesor aumentó paulatinamente y culminó, p. e., en el valle del río Negro a los 4000 m aproximados. Observamos en el flanco sur del Cerro Guanaqueros, casi enteramente constituido por basalto (Basalto III) la ubicación de la hombrera a esta altura que es también la en que desembocan los pequeños afluentes, procedentes de circos, insertados en la cumbre del cerro. En el lado sur

del amplio valle, en cuyo fondo corrió un escorial de Basalto IV, tales vestigios de hombrera sólo se ven en el cerro Bravo, igualmente constituido de basalto, verosímilmente I, pero no en la prolongación NE del cordón, porque ella está compuesta de sedimentos jurásicos, entre ellos por yeso, que son de solidez insuficiente para la elaboración del valle en U. Pero a su punta o contrafuerte nororiental (cota 4040 m) se adosa una vieja morrena mediana que separó los hielos del río Negro y Blanco, sigue por un trecho al NE y hace pie a los 3500 m Tordillense.

Hacia el este descendió de a poco la superficie del glaciar de tipo patagónico; pero se encontraba aun en suficiente altura para que los hielos pudieran enviar un ramal al este, a través del abra ancha (3 km) del portezuelo Colorado (2840 m) y para llevar bloques y fango a la rampa oriental del paso y revestirla de material morrénico. Alisamiento por hielo se observa en los diques de andesita hornblendífera mollelitense alojados en Diamantino, hasta arriba de los 3000 m.

Una altura similar tenía el cuerpo principal del glaciar del Diamante en la garganta aguas abajo de la desembocadura de los ríos Blanco y Negro, de modo que este tramo aun intercordillerano, puede ser considerado como parte de la cuenca imbrífera, por lo menos durante el auge del último englazamiento. La verdadera lengua en área de disipación puede contarse desde la puerta del Diamante situada por la desembocadura del arroyo de Las Saucas, donde su lomo estaba a los 2400 m y su base a los 1900 m aproximados. La distancia hasta los restos morrénicos más alejados (al NE de La Josefa) es de unos 50 km a la morrena frontal y lateral aguas arriba del cerro Diamante de unos 35 km. Si comparamos el cuerpo del glaciar con una pirámide con base triangular de  $\frac{2 \cdot 0,4}{2}$  km<sup>2</sup> y una altura de 50 y 35 km, el volumen del hielo habría sido  $6,6 \cdot 10^9$  y de  $4,3 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>.

Si consideramos el volumen del hielo de la cuenca imbrífera como constante, y de  $0,5 \cdot 2,6 \cdot 10^{12}$  m<sup>3</sup>  $1,3 \cdot 10^{12}$  m<sup>3</sup>, la lengua sería alimentada por la precipitación que cae sobre la superficie de la cuenca de alimentación englazada, menos un porcentaje de evaporación, que según Polanski es irrisorio en clima nival. Obtenemos el monto de la precipitación del siguiente modo:

El río Diamante actual posee cerca del cerro Diamante un caudal anual de 40 a 50 m<sup>3</sup>/sec. que es el sobrante de la precipitación de la cuenca imbrífera; tal sobrante puede estimarse según el canon vigente, en un tercio del total que asciende a  $2,6 \cdot 10^9 \cdot x$  m<sup>3</sup>  $40 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365$  m<sup>3</sup> o sea a 1450 mm anuales, usando un caudal de 50 m<sup>3</sup> sec.

Según Trevisan la precipitación en tiempo de la última glaciación ha superado en 4/3 a la actual. Su monto habría sido, pues, de 3500 y 4200 mm. Tal cantidad no puede extrañar; es la que rige hoy, según Knoche

y Fuenzalida, en las alturas mayores de la cordillera de las latitudes en cuestión. El nivel de esta precipitación bajó, entonces, junto con el de la neviza, en unos 1000 a 1200 mm en la última glaciación, hecho que es interesante retener. La precipitación anual sobre el área de acumulación llegaba a  $11 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  a  $9,1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  y para hielo a  $1,2$  a  $1 \cdot 10^{10} \text{ m}^3$ .

En consecuencia, hubo un excedente considerable de  $3,4$  a  $7,7 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  en los casos extremos. En este excedente cabe una mayor evaporación, un mayor tamaño o volumen de la lengua del glaciar del Diamante y los ramales emitidos al glaciar de Llaucha y del Maipo.

El cálculo de estas magnitudes puede ser afinado, pero dado el amplio margen que resultó, ello no influirá esencialmente en el resultado, un tanto burdo. La equiparación del volumen de precipitación con el de la lengua glaciaria representa un caso en extremo desfavorable para la «justificación» de una lengua glaciaria extraordinaria del glaciar del Diamante; en rigor, la precipitación de la zona imbrífera debe equiparar solamente el monto de derretimiento de la lengua, para que se mantenga estable, únicamente para su formación y emplazamiento interesarían las magnitudes dadas.

Polanski dice que, medida desde los circos, la distancia a la terminación del glaciar de Diamante sería de 100 km y que para suministrar el hielo suficiente tendría que haber llovido o nevado unos 15 m al año, lo que tilda de absurdo, lo que, sin duda, es. Pero en su apreciación se quedó corto. Si sumamos la superficie de los circos desde los cuales se habrían alimentado los glaciares de la región, no bastaban ni 250 m de precipitación anual, dado que la suma de su superficie no llega a cubrir  $5 \text{ km}^2$ , que son  $1/252$  parte de la cuenca imbrífera.

Su aseveración de que los glaciares se alimentan desde los circos, implica un error de concepto que estaba en boga en Europa en el alborar de la glaciología alpina. Tal error consiste en que los glaciares de valle se consideraban alimentados exclusivamente desde los circos de la cabecera y en menor grado desde los circuitos menores de los afluentes; ello nació de la contemplación del englazamiento actual con sus míseros ventisqueros de valle y fué extrapolado, digamos, sin control numérico a un englazamiento regional, aplicando «geología lírica», en la cual no interviene ni el ojo del buen cubero.

Al revisar las reconstrucciones del englazamiento de los Alpes orientales diseñadas por Penck, observamos que las masas de hielo sepultaron totalmente aquella cadena, de una manera que sólo los picos y las crestas más altas sobresalían de este maremagnum. La desproporción entre la cabida de los circos y el volumen de la masa de hielo es tajante. Tal desproporción no puede ser salvada tampoco, atribuyendo mayor velocidad de escurrimiento al hielo desde los circos a los valles, porque al mismo tiempo se requeriría, para mantener los circos colmados, un

aumento de precipitación que llegaría mucho más que a los 15 m anuales, cantidad tildada de absurda por Polanski. Es inevitable admitir que toda la porción de relieve situada arriba del límite de la neviza de la última glaciación, desempeñaba el papel de cuenca de acumulación de los hielos, por irregular que haya sido su superficie.

En la cordillera patagónica austral sobrevive todavía un estado de cosas que ilustra fielmente el carácter de englazamiento de las áreas hoy desprovistas de tal fenómeno. Amplísimos ríos de hielo de varias leguas de ancho se escurren entre cordones que emergen escasamente del mar de los glaciares y les en vían pequeños afluentes que se pierden en el « hielo continental patagónico » de Kuehn, como una gota de agua en el mar, para emplear a mi vez también un término de « geología lírica ». Si hoy desapareciesen estos inmensos glaciares que rellenan depresiones tectónicas, más que a valles, ellos no podrían ser regenerados desde las montañas englazadas vecinas bajo las condiciones actuales; sería preciso que el límite de la neviza se acerque o alcance el nivel del mar, para que se pudiese acumular de nuevo hielo en las depresiones y formar glaciares que rebasan por sobre los cordones menores y que envían ramales por los portezuelos de las cadenas medianas y mayores. Estos glaciares sobreviven, no porque reciban hielo desde los cordones, sino porque su propia superficie se eleva por encima del límite de la neviza.

No existe, pues, ninguna imposibilidad geográfica-fisiográfica-climática para el desarrollo de un englazamiento intracordillerano general y para una emisión de lenguas proporcionalmente reducidas al « Vorland », por lo menos hasta el Diamante y el Llaucha.

Incluyo aquí el arroyo Llaucha por la siguiente razón :

El amplio anfiteatro del alto Diamante y arroyo del Gorro, en cuyo centro se emplazó el aparato basáltico chapualitense superior del Maipo, rellenándolo con sus mantos hasta los 3400 m de altura, tiene una superficie de unos 250 km<sup>2</sup> y estaba colmado de hielo, ya que el límite de la neviza se hallaba a 700 m más abajo de su fondo. El anfiteatro desempeñó un papel semejante al del bajo de Caviahue, que era a su vez receptáculo de hielo en la última glaciación. Las alturas circundantes sobrepasan largamente los 4000 m, hasta los 5000 m pero entre ellas existen abras relativamente bajas, en relación con el fondo del anfiteatro, pues se trata de viejos portezuelos cuyo nivel fué alcanzado y superado por los escoriales de basalto IV en el punto donde el Diamante abandona la cuenca intermontánea, pero no del todo igualado en el caso de los pasos que conducen al río Bayo, al arroyo Durazno y al río Colorado, como al del Llaucha. El abra que comunica con este último es especialmente ancho y playo; ancha también es la parte alta del arroyo que corre en una amplia cubeta rellena por ingentes masas morrénicas. En vista de que la parte más alta del abra se eleva como lomo de



suaves laderas en los Plumerillos, solamente unos 200-300 m sobre el fondo del anfiteatro del alto Diamante, sus hielos sobrepasaron el umbral con gran espesor y se extendieron dentro de la cubeta del alto Llaucha, haciendo posible que se desarrollara un glaciar de valle que alcanzó a asomarse un poco fuera de la cordillera, dejando sus bloques algo al S de Pareditas. Dicho sea de paso que el grueso de la masa de hielo del anfiteatro se vertía por el abra del hito Maipo y el abra de los pasos de Alvarado al oeste.

Una cuenca de acumulación de hielo y de extensión semejante se encontraba en la cabecera de los ríos Atuel y Barroso-Bravo que hoy nacen en una depresión intermontánea y muy juntos uno del otro. Esta depresión albergó un núcleo glaciar continental, ramificado al Atuel y al Diamante. Las cuencas del Maipo, Diamante y Atuel estaban, pues, mancomunadas a la manera de las cuencas de los glaciares de la cordillera patagónica.

*Etapas de retroceso.* — Las semejanzas de los rasgos glaciológicos del Diamante y del Maipo no se agotan con lo expuesto. Se observa, además, el mismo número de altos en el retroceso.

En la cuenca del Maipo, las morrenas del primer alto (o reavance) se encuentran en el río Colorado a unos 20 km arriba de su junta con el Maipo; las del río Yeso se encuentran en su desembocadura al colector, lo mismo que las del río Volcán. Lo propio vale para el río Maipo, cuya morrena terminal durante el primer alto se desarrolla aguas arriba de esta última confluencia.

Las morrenas del segundo alto están en el río Colorado en la cercanía del afluente Olivares; en el río Yeso se desarrollan aguas arriba de la laguna Encañada y endican la laguna Negra; en el río Volcán se hallan en lo Valdez.

Debo la mayor parte de estos datos a Fuenzalida, a quien le agradezco sus comunicaciones.

En el Diamante; se tiene la morrena del primer alto al pie NW del cerro Diamante, la del segundo por la desembocadura de los ríos Negro y Blanco. Un tercer alto está alojado en los nichos de los circos altos insertados en las cumbres de los cordones. Ya se dijo que deben paralelizarse con el glaciar de la alta montaña noruega.

*Copahue.* — Una confrontación de estos datos con los que se obtuvieron en la región de Copahue aclara aun los puntos tratados. Antes del 1930 se admitía tácitamente, sin mayor discusión y sin aporte de observaciones, la existencia de dos glaciaciones, no muy definidas y sin localización clara. Bajo la influencia de consenso general, Caldenius tomó las tres morrenas que endican el lago Buenos Aires por representantes



de máxima extensión de los hielos de la última glaciación, por las del alto báltico y del Salpausselkä, tratándose en realidad, como parece, solamente de oscilaciones del alto del Salpausselkä, que contiene tres reavance, casi encimados como los arcos de morrenas del Buenos Aires. Dicho sea de paso que la denominación de las morrenas con los nombres de las fases de retroceso de los hielos empleada por Caldenius, da lugar a confusión.

El autor de estas líneas, al redactar su artículo sobre la región de Copahue y su glaciación diluvial (GAEA), creyó haber hallado las morrenas de aquellas dos glaciaciones que estaban en la mente de los geólogos en aquel tiempo y que él y varios colegas creían haber reconocido vagamente en diferentes partes de la cordillera; es de notar que nadie hizo mayor hincapié en ello, por lo precario de los datos acumulados.

Visitas posteriores, un tanto esporádicas, a la región de Caviahue, Hualcupén y Trocoman permitieron el reconocimiento de grandes bloques erráticos en la región de Loncopué, que evidentemente pertenecían a una morrena que se había extendido desde la cordillera del oeste de la cual proceden los ríos afluentes del Agrio, hasta el valle de este río, la morrena aparece cubierta por rodados fluvio-glaciales que forman una terraza de unos 100-150 m de altura sobre el colector y de un ancho de unos 10 km en término medio entre ésta y la cordillera del oeste. La terraza es surcada por los valles de los afluentes mencionados, entre ellos por el Hualcupén. A ambos lados del río y sobre la terraza se halla una morrena lateral muy bien desarrollada de varios cientos de metros de ancho; ella se extiende aproximadamente desde el pie de la cordillera, es decir desde la puerta del Hualcupén hasta el valle del Agrio en un trecho de unos 10-12 km. En vista de que las « dos glaciaciones » aisladas por el autor anteriormente no pasan más al este que las puertas de Hualcupén y de Trolope, se tendría en la morrena indicada una tercera glaciación y otra cuarta representada por los bloques erráticos que asoman por debajo de la gran terraza fluvio-glacial. En la cercanía de Loncopué, sobre el lado izquierdo del Agrio, halló Kraglievich(s) restos de un gran gravigrado, de edad no mayor que Bonaerense. Las cuatro englazamientos tendrían que ser, pues, muy recientes, postbonaerenses o tres de ellas postlujanenses. Ello no es sino absurdo.

De ello se concluye que dos de las morrenas que siguen el curso actual del Hualcupén corresponden a otros tantos altos prolongados del hielo durante su retroceso y la tercera, la exterior, a su máxima extensión. La morrena en su mayor parte sepultada por los depósitos fluvio-glaciales con el perezoso corresponde a la penúltima glaciación que llamamos aquí Diamante y que en términos generales corresponde a la de Riss. El gravigrado sería, pues, de edad lujanense, es decir, del último Interglacial o eventualmente del Riss.

En el citado trabajo sobre la región de Copahue pueden verse las reconstrucciones de las «dos glaciaciones» y su alcance, sus respectivas morrenas frontales y el desborde del hielo desde el bajo de Caviahue hacia los ríos vecinos Hualcupén y Trocoman, de los que se desprende la altura que debe haber alcanzado la superficie de la masa glaciaria.

Fuera de los dos altos mayores en el retroceso se observa aun un tercero que ya no se manifiesta por glaciares de valle con sus respectivas morrenas frontales, sino que está confinado a los circos ubicados como nichos o nidos de golondrina debajo del canto de las sierras y entre éste y la hombrera más alta de la media caña de los valles en U como por ejemplo en el Hualcupén. Algunos de estos nichos están cerrado adelante por pequeñas morrenas frontales. En otra ocasión he manifestado que el primer retroceso y su alto puede sincronizarse con el estado báltico (sensu lato), el segundo con el alto de Salpausselkä y el tercero con la época en que se mantuvo una calota de hielo de mayor extensión que la actual sobre la alta sierra de Noruega.

Se dijo que los cirquitos y nichos están insertados en la sierra en niveles superiores a la hombrera más alta del valle en U. Donde no desembocan directamente en la hombrera, sino donde se hallan algo internada en la parte culminante de las sierras y envían un corto vallecito en U al gran valle del colector, termina a su vez al nivel del canto de la hombrera. Ello nos indica que han encontrado su fin allí donde el hielo contenido en ellos desembocó en el glaciar del valle principal. Es evidente que terminan en tal forma «colgante» por no haber podido profundizar su lecho porque su nivel de base vocal era dado por el nivel de la superficie del glaciar del río colector.

De ello hemos deducido, tiempo ha, que los pequeños circos que acompañan lateralmente un colector no indican siempre el límite de la neviza como pensaba Penck y con él Polanski, sino el nivel hasta el cual se elevaba el lomo del glaciar colector de un valle mayor.

*Crecientes.* — Paso a analizar someramente la legendaria capacidad de transporte de las crecientes, sin entrar a discutir por ahora la parte dinámica del fenómeno. Sólo cito los efectos de unas crecientes de nota.

1) La creciente del río Colorado en enero de 1915. Ella fué originada por la repentina profundización del canal de desagüe del lago Carri Lauquen por el chiflón de agua que se formó, al ceder un gran pedruzco de precario empotramiento en la valla endicante, compuesta de bloques y piedras de todo tamaño y de material arenoso. La valla había cerrado el paso al río Barrancas y tenía una altura relativa de 150 a 200 m sobre el antiguo fondo del río. Aguas arriba se formó el lago Carri Lauquen de 25 km de largo y de 1 km de ancho con fondo plano de sedimentos limosos. El espejo del lago descendió 90 m de modo que en

los 20 km superiores apareció su lecho. En esta porción el volumen del agua desaparecida se calcula en 1,5 km<sup>3</sup>, con correcciones en 1,2 km<sup>3</sup>. Según referencias recogidas sobre el lugar inmediatamente después del fenómeno, las aguas abandonaron el lago en 8 horas, a razón de 40.000 m<sup>3</sup>/sec.

Me fué referido que el agua tardó cerca de media hora desde la Puerta de Domu Co (Agua « fuerte », es decir, con olor a podrido) hasta las comisarias del Barrancas inferior, una distante 30 km; la velocidad resultante ascendería, pues, a unos 16 m/sec.; que es por cierto descomunal.

¿Cuál fué el efecto de semejante crecida, 3 veces más caudalosa que el río Paraná y 16 veces más veloz?

Delante de la valla endicante se extiende un abanico de rodados de forma de triángulo cuyo vértice opuesto a la valla penetra en la garganta del río Barrancas y cuya altura es de unos 2 km; forma un plano inclinado en 1 : 50 aproximadamente; sobre su superficie se observan algunos bloques, cuyo volumen no llega al m<sup>3</sup>. La garganta del río se extiende hasta la Puerta de Domu Co, tiene 8 km de largo, 50 a 100 m de ancho y es contenida por paredones de roca dura, andesitas molleliteses; estos paredones tienen hasta 200 m de altura y caen al valle con 60-70° de inclinación. La garganta tenía antes de la creciente un fondo de ripio que permitía un tránsito cómodo, cuando el río no estaba crecido, pues había que vadearlo decenas de veces; después de la creciente, hasta hoy ha quedado intransitable, no porque se llenó de bloques sino porque el revestimiento de ripio fué limpiado y las aristas de la roca aflorante dificultan la marcha en uno u otro sitio. Quizás hayan caído también algunos bloques grandes desde las ladera empinadas, pero ninguno de ellos ha sido traído desde la valla que endica el lago. Ello se desprende del hecho de que, aguas arriba de la garganta desemboca en el triángulo de ripio el arroyo Quili Co desde el NE y de que se ha formado una laguna en el arroyo endicada por una barrera de ripio, cuya altura mayor de 15 a 20 m se halla contigua al triángulo y cuya longitud de 500 m ocupa todo el ancho del valle del Quili Co. La creciente tiró el material dentro del embudo de la desembocadura, pero no agregó al ripio común, bloques de mayor tamaño.

Aguas abajo de la Puerta de Domu Co, el valle del Barrancas estaba revestido por depósitos arenosos de grano fino y mediano que recubrían el ripio infrastante y posibilitaban cultivos pequeños por trechos. Tal aspecto tenía todo el Barrancas inferior y el río Colorado hasta cientos de kilómetros aguas abajo. En el Barrancas y en el Colorado superior, esta cubierta terrosa fué limpiada y barrida casi totalmente hasta el rincón de Escalona, al W de la sierra Chachahuen; aguas abajo gran parte de la cubierta ha subsistido, por el considerable ensanchamiento

del valle. Donde éste empieza a estrecharse para entrar en la garganta situada al S de Chachahuen y cavada entre basaltos, la resaca forma un lobanillo arenoso de 1 a 2 m de altura sobre el cual se han arraigado chañares y ante todo retamos, no existentes antes en la región.

En la zona de San Isidro, sito en el límite de Mendoza, Eva Perón, Neuquén, Río Negro, ya no se observa ni siquiera del dique lateral de resaca. Desde la Puerta de Domu Co para abajo no existen bloques, ni barreras laterales de ripio, ni bloques en el río, los que podrían haber sido traídos desde la garganta del Barrancas; sólo ripio bien redondeado en cubierta aplanada aparece en el valle.

Es obvio que la profundidad de las aguas en creciente disminuyó con el ensanchamiento del valle y que disminuyó su caudal por infiltración.

Si semejante creciente no ha podido desplazar bloques de un tamaño algo saliente, menos capacitadas son para ello las que pueden bajar por los arroyitos y arroyos, de la cordillera frontal, y que podrán tener un volumen de 100 m<sup>3</sup>/sec. en casos excepcionales. Menos podrán transportar bloques de varios metros cúbicos a 100 km de distancia y esto sobre la superficie de un cono de deyección sin ser encauzados lateralmente.

No niego que hallarse en una creciente es impresionante, pero ello no permite atribuirle facultades que no posee.

2) *Volcán.* — Como es notorio, la línea del ferrocarril de Jujuy a La Quiaca es interrumpida en los veranos con bastante frecuencia por los depósitos del torrente de barro que procede de las alturas situadas al oeste cuando sobre ellas caen lluvias fuertes. La región y sus condiciones geológicas-topográficas han sido descritas por Pastore-Groeber y por Harrington en trabajos a que me remito. El camino que recorre el torrente tiene un largo de 10 km y una inclinación de 5 grados (900 m de desnivel en 10 km de camino); se escurre en un zanjón cortado en el cono de deyección del Volcán y trae, a más de barro, lascas de esquistos aflorantes en la cabecera que pueden llegar a una superficie de 25 a 30 dm<sup>2</sup>, y bloquecitos de un diámetro hasta de 50 cm como puede verse en la fotografía que acompaña el trabajo de Pastore-Groeber. El material rocoso es suministrado desde restos de morrenas viejas que se hallan a la base de las acumulaciones del cono de deyección, como fué averiguado por los autores citados. Su presencia no es, pues, debida a la acción de las crecientes, a pesar de la extraordinaria vehemencia de las mismas y de su encauzamiento en un canal estrecho y profundo que concentra su fuerza. El torrente de barro rebasa por sobre el cono de deyección preexistente en forma de otro cono mucho más reducido y los materiales se abren en abanico sin que se forme una valla lateral en

torno del detritus rebasado. El aspecto morfológico de este cono actual difiere claramente de la valla lateral que construye un glaciar al rebasar desde un surco contenedor por sobre una terraza, y desde luego de su morrena frontal, tal como lo hizo el glaciar del Diamante algo aguas arriba del cerro Diamante.

*Desgaste.* — Echemos un rápido vistazo al desgaste que consume el material rocoso transportado por aguas corrientes. Para ilustrar el fenómeno cito un ejemplo traído por Schoklitsch en su trabajo *Ueber die Zerkleinerung der Geschiebe in Flussläufen, Akad. Wiss. Wien. Math.-Naturw. Klasse IIa Sitzungsber.*

Lugares	Distancia en km.	Volumen en cm <sup>3</sup>	
		Arriba	Abajo
Pernegg-Graz .....	40	9400	2300
Graz-Gössendorf .....	10	2300	1900
Gössendorf-Wildon .....	16	1900	950
Wildon-Landscha .....	17	950	850
Landscha-Unterschwarza .....	13	850	570
Unterschwarza-Dippersdorf .....	15	470	350
Dippersdorf-Leitersdorf .....	12	350	270
Leitersdorf-Mauth/Eichendorf .....	18	270	180
Mauth/Eichendorf-Wernsee .....	11	180	170
Wernsee-Untermauthdorf .....	8	170	50

En 111 km de transporte los bloques mayores han sido reducidos a la vigésima séptima parte de su tamaño inicial, en 160 km a la centésima octogésima octava parte, en término redondo, a la trigésima y doscentésima parte. Los bloques encontrados por Dessanti que tienen 2 a 4 m<sup>3</sup>, deben haber tenido un volumen de 60 a 120 m<sup>3</sup> al iniciar su marcha desde el pie o interior de la Cordillera Frontal de que son oriundos. Tales bloques no se observan dentro del grupo de Mogotes inmediato al pie de la Cordillera Frontal en ninguna parte. Sólo pueden ser fletados sin desgaste por golpes y frotamiento, cuando por largos trechos flotan contenidos en hielo. Su acarreo no ha sido « crecencial ».

Los bloques hallados por Dessanti son chicos en comparación del que encontró Irigoyen (com. epist.) en la Guayquerías del Este, en un sitio llamado Lomas Puntudas; mide 5 por 5 por 7 metros, tiene un volumen de 175 m<sup>3</sup> y con densidad de 2,7 unas 450 toneladas de peso. Irigoyen calculó la fuerza que debía tener el agua de creciente para llevar el bloque a su emplazamiento, siempre que haya tenido el mismo tamaño al iniciarse el transporte, lo que no es posible admitir, tratándose de transporte por agua. Irigoyen puso:

$$F = \frac{d \cdot Q^2}{2g \cdot O}$$



donde  $d$  es la densidad del agua con material limoso en suspensión;  $Q$ , el caudal buscado;  $g$ , 981 cm;  $O$ , la superficie de la roca que recibe el golpe de agua.

$$450 = \frac{1,2 \cdot Q^2}{20,35}; Q = 512 \text{ m}^3/\text{sec}.$$

La velocidad del agua sería pues: 14,3 m/sec.

Al partir el bloque que es de granito blanco que ocurre en la Cordillera Frontal, pero no en las Guayquerías, procede entonces de unos 100 km de distancia, debería haber tenido un peso de 13.500 toneladas



Fig 2. — Bloques erráticos de las Huayquerías (Lomas Puntudas.)

al iniciar la marcha. Para moverlo se necesitan 9660 m<sup>3</sup>/sec. y una velocidad de casi 30 m/sec., manteniéndose la proporción de 5 : 5 : 7 de los lados, aumentada a 15, 5 : 15, 5 : 21, 7.

No hay creciente por imponente que sea que corra a razón de 108/ km hora.

No es posible llamar a la soliflucción en auxilio, porque ella necesita pendientes que se miden en grados y no en minutos y segundos que rezan para el declive desde la Cordillera Frontal al ambiente de las Guayquerías. Para que haya soliflucción el cascajo debe estar acondicionado en hielo, de modo que volvemos al punto de partida del englazamiento. No transporta la soliflucción bloques a 100 km de distancia.

Inserto una comunicación epistolar de Irigoyen ilustrada por la foto adjunta: Dice Irigoyen: « Las Lomas Puntudas constituyen una elevación en forma de varias colinas que se destacan en el borde nororiental de las Guayquerías del este, al NE de la Represa del Zampal y en las

cercanías del río seco del mismo nombre. Sus coordenadas geográficas son aproximadamente  $33^{\circ}23'40''$  de latitud y  $68^{\circ}29'00''$  de longitud W y alcanzan una altura de 870 m sobre el nivel del mar. Bajando por el río seco del Zampal, ya desde varios kilómetros de distancia se distinguen en su cima los grandes bloques y pedregones que constituyen su cubierta. Al acercarse llaman la atención las dimensiones de algunos de ellos. Durante la campaña de levantamiento geológico que para Y. P. F. efectuáramos en 1952 en compañía del doctor H. Martínez Cal, tuvimos oportunidad de recorrer prolijamente la zona, en especial, el faldeo sudeste de la loma que lleva la señal L. 17 (868,8 m s. n. m.) lugar en el que se encuentran los pedregones mayores. Uno de ellos, formado por un gran bloque de granito blanco, tiene un volumen total superior a los  $150 \text{ m}^3$  y su origen debe buscarse en la Cordillera Frontal que dista unos 75 km del lugar de nuestras observaciones. Es tal el tamaño de este bloque que se ha intentado usar su roca y se lo ha can-teado en parte, comenzando a dividirlo « a punta » en tres o más pedazos que se encuentran agrupados cerca del hombre parado a la derecha en la fotografía adjunta, pero que originalmente han constituido una sola masa granítica, cuyas dimensiones máximas visibles son  $5 \cdot 5 \cdot 7 \text{ m}$ . Detrás del hombre de la izquierda (Irigoyen) aparece también otro bloque, a su alrededor otros pedregones menores, pero en general mayores al metro cúbico, constituyentes de este depósito morrénico que aparentemente es el más oriental aflorante en la región ».

En cuanto a la morrena del Quemado, Irigoyen manifiesta que sus bloques no están encauzados como afirma Polanski, sino que forman un enorme abanico desde más al sur del Quemado hasta el río Tunuyán por el norte, o, mejor dicho, hasta los últimos afloramientos de las Guay-querías del Este.

#### PORMENORES

Para terminar debo referirme a algunos puntos de la exposición, un tanto caleidoscópica de Polanski; se mencionan por orden de aparición.

Página 200, líneas 20-24: Supan, al hacer su aperçu sobre el mayor desarrollo de las fuerzas físicas en el hemisferio austral, no se acordó de que los tifones son casi exclusivos del hemisferio norte y que las crecientes son tan violentas en el Tien Shan como en Mendoza, como puedo afirmar por haberlas vivido en una y otra región. Por otra parte, no apoya su Conmot que es « europa-céntrico », con valores numéricos que permitirían establecer comparaciones y para poder ensalzar las crecientes que deberían haber llevado bloques de 13.500 toneladas a 100 km de distancia.

Página 200, líneas 27-31: Que el bloque retratado junto al jinete-



haya sido traído por una creciente, debe ponerse en duda hasta que no haya testigos oculares que hayan presenciado y cinematografiado el fenómeno.

Página 201, líneas 3-19: Piedras estriadas pueden encontrarse, tras afanosa búsqueda, en morrenas vivas y cuando en ellas se hallan rocas sumamente tenaces. Cuanto más antiguo es un depósito glaciario, más raras son tales curiosidades.

Página 201, líneas 17-19: Para que bloques de caras cóncavas abunden en depósitos puramente fluviales o torrenciales de tal modo que aparecen en cualquier afloramiento que sólo descubre una ínfima parte de un terreno geológico, debería haber existido un sinnúmero de saltos en los trechos superiores de los arroyos. Debe anotarse que la excavación cóncava corresponde a la roca viva, pero no a las piedras que se hallan en la batea, porque ellas son movidas constantemente por el agua que cae y porque son ellas que elaboran la concavidad. Sería, pues, preciso que la creciente arranque de cuajo roca firme con batea y que la transporte a distancia, sin que desaparezca la concavidad. Tal proceso es contradictorio en sí y su admisión disparatada.

En cambio, cuando — en la zona de derretimiento — se precipita agua desde lo alto del glaciar por grietas, a veces a cientos de metros de profundidad, puede caer en un número de rocas firmemente contenidas en la morrena de fondo y puede limar concavidades en ellas mediante el movimiento rotatorio de trozos menores. Si por el movimiento del glaciar el bloque es volcado, puede ofrecer otra cara a otra caída de agua y adquirir concavidad en otro frente. Dado que se dispone de una cantidad cualquiera de bloques, ellos pueden ser frecuentes en un depósito y ser descubiertos en un corte natural.

Página 202, líneas 21-26: He señalado la existencia de un « boulder clay » en el arroyo Vacas, al NE de Aguas del Toro. Fango glaciario encierra trozos de granitos y de otras rocas de la Cordillera Frontal: ellas no se tocan entre sí a la manera del « plum-pudding ». No dudo de que el mismo Polanski, de haber visitado el lugar indicado, habría llegado a la misma conclusión y descartado la manida explicación de « soliflucción ».

Página 203, líneas 4-8: La descripción glaciológica de la cuenca del río Grande podrá ser presentada en otra ocasión; es demasiado extensa para ser objeto de esta exposición. Sólo menciono que el límite de la neviza se hallaba por los 2600-2700 m y que los glaciares bajaban a hasta menudo los 1400 m. Las elevaciones se mantienen generalmente por debajo de los 3000 m; sólo excepcionalmente sobrepasan tal altura. Al S del paralelo 35°30', las bateas de los confluente de los tributarios mayores se mantienen bastante por debajo de los 2600-2700 m y oscilan entre los 1600 y 2000 m. No hubo, pues, lugar a una acumulación regional de

P.



nieve y hielo en tales bateas que podría haber conducido a un englazamiento continental del tipo patagónico y que se encuentran únicamente los testimonios de glaciares dispersos, agrupados a la manera actual de la alta Cordillera de Mendoza o de cualquier cadena de montañas, con excepción de la cordillera patagónica.

No es, pues, lícito utilizar mi anotación de que no hubo englazamiento regional en la cuenca del río Grande, para concluir de ello que tampoco la hubo en la cuenca mancomunada de los ríos Maipo-Diamante-Atuel.

Página 205, líneas 4 ss. : Valles en U no son « conditio sine qua non » para una región englazada. Ejemplo de ello es la región de Nahuel Huapí. Donde, como al oeste del lago, las rocas son tenaces de tal modo que los bancos de aglomerados de andesita son pulidos de manera que el pulimento corta trozos de roca y matrix, observamos valles en U, por lo menos en parte, pero donde el terreno está formado por areniscas patagónicas, el relieve es accidentado y consiste en crestas, zanjas, aristas, torrecitas, tablas, etc.

Página 205, líneas 38 ss. : La admisión de una constancia aproximada de la declinación durante el Cuartario está muy lejos de ser indubitable. De acuerdo con lo expuesto por mí en un trabajo sobre *Las causas de los cambios climáticos en el pasado geológico* (*Rev. Mus. Mar del Plata*, II y conferencia GAEA, 29-IV 54) creo haber demostrado que tal aserto no es viable y que los englazamientos cuartarios se deben a un endeuzamiento del eje de la Tierra hasta los 12 y 15°.

Página 206, líneas siguientes : En el mismo trabajo creo haber explicado satisfactoriamente este fenómeno, es decir, el de la existencia de una faja de máxima acumulación de la hielo en región extrapolar y de carácter migratorio.

Página 206, líneas 14-15 : La región del Diamante del Vorland cordillerano se encuentra entre los 2300 y 1400 m de altura y no a los 800-1000 m como afirma Polanski.

Página 207, líneas 3 ss. : Los datos consignados proceden de la parte norte mendocina de la Cordillera Frontal; no es aquí el lugar de discutir la diferencia de régimen climático a que está sujeta y compararlo con las condiciones del clima de la región del Diamante y de su cuenca imbrífera ; sólo menciono que la Cordillera Frontal recibe humedad por medio de la masa aérea tropical atlántica sur, mientras que la cuenca imbrífera del Diamante como la del Maipo se surten desde el Pacífico. No se puede, pues, extrapolar de la Cordillera Frontal al interior de la Cordillera Principal, sita al S de los 33 y 34° de latitud.

Página 207, líneas 25-38 : El hecho de que en Mendoza, crecen hoy olivos, nogales y naranjos no significa que no puede haber habido englazamiento de nota en la Cordillera, del mismo modo que tales cultivos

en Italia no implican que el Apenino — mucho más bajo — no haya llevado glaciares.

El dato de temperatura de mediodía de 20 a 23 grados a 4000 m de altura no tiene fuerza negativa en cuanto a un englazamiento cuartario, como tampoco lo favorecería, haberse medido, al alba y en los mismos días — 5 a — 10°. Que en el llano haya a la tarde 30-35° en la actualidad no impide englazamiento cuartario de la altura. Ya que se aduce el Tien Shan, puedo referir que, en julio de 1908 he medido en Kutscha, al pie sur del Tien Shan medio y a 1200 m de altura, 72° con el termómetro de insolación y 51 con el termómetro de revolución seco. Ello no obstante, la sierra al N de este pueblo alberga el glaciar de Mus.-Art. (hielo-paso, en tártaro) de 40 km de largo. Actualmente el glaciar termina a 10 km abajo del paso a 2500 m de altura; en el Cuartario alcanzó a asomarse al llano por unos kilómetros a 1800 m sobre el mar.

El clima extremadamente continental de Asia Central no impide que los glaciares en torno del Khan Tengri (Rey de los Duendes — Mongol — 7200 m) alcancen 70 km de largo y el del Mus. Tagh Ata (hielo del cerro abuelo, tártaro) 108 km.

Hasta la sierra aislada Bogdo Ola (Santa Sierra) (Mongol), sita entre el llano de Dsungaria y la depresión de Turfan que está debajo del nivel del mar, lleva un englazamiento considerable. Tiene 6450 m de altura máxima, pero emite desde su estribación este de 5400 m un glaciar de valle de 12 km de largo hacia el S que termina a 2000 m sobre el mar.

Página 208, líneas 12 ss.: La disminución de la temperatura cuartaria en 4 grados, admitida por Penck y recogida por Polanski, debe considerarse exigua. Trevisan y otros llegaron a una temperatura en 5-6 grados menor, lo mismo que Brueggen y Fuenzalida.

Página 208, líneas 36 ss.: Hubiera sido preferible que Polanski visitara los lugares de hallazgo de morrenas extracordilleranas del Diamante, en lugar de sostener su inexistencia sobre la base de observaciones hechas en los Alpes y en la Cordillera Frontal. No dudo de que hubiese reconocido el carácter morrénico de las acumulaciones aguas arriba y abajo del cerro Diamante. Se hubiera evitado esta discusión que por pública, es poco grata.

Página 209, líneas 8-10: El hecho de que Rodrigo y Dessanti no hayan anotado estos afloramientos en su levantamiento, no significa que no existen. Muy a menudo se presinde de la cubierta cuartaria, para hacer resaltar la composición de una región. En su tesis Rodrigo menciona especialmente las morrenas del NW de La Josefa y de la junta del arroyo Hondo con el Diamante. Por lo visto, Polanski no leyó el trabajo.

Que Storni no mencione los restos de morrenas en el valle del Diamante se explica porque se hallaba fuera de su región de estudio. Como

padrino de esta tesis, me cupo recorrer con Storni la zona en una época en que tales restos no habían sido aún observados. La morrena aguas arriba del cerro Diamante fué vista por mí en el año 1936 y el boulder clay del arroyo Vacas y los bloques al N de La Josefa en 1940 al visitar a González Stegemann en su región de tesis.

Página 209, líneas 16 ss. : En primer término menciono que Polanski — en una conversación sostenida hace poco — está de acuerdo conmigo en relacionar los cuatro pies de monte con otras tantas glaciaciones cuartarias. Tal manifestación me permite completar el artículo de Polanski en lo que se refiere a este punto. Ello puede hacerse extensivo a la interpretación del carácter de los grupos Mogotes-Tristeza y a la edad de los mismos ; los había paralelizado con el englazamiento Donau (Cáucaso). Muchos años ha, he manifestado que estos grupos, en primer término el de Tristeza, eminentemente clásticos, se debían al surgimiento inmediatamente anterior, acaso aun en parte simultáneo, de importantes cordones de sierra. Según mi interpretación, fuera de una destrucción por aguas corrientes, intervino el hielo que cubría en forma de coraza los lomos aún sin modelar y de flancos más o menos lisos. La intervención de hielo en la destrucción no parece haber sido continua, sino presente sólo en 3 ó 4 ocasiones, como parece indicar la presencia de niveles de bloques en la serie que llega a los 1000 m de espesor. La propagación del depósito va desde el hoyo de la Paz hasta el río Tecka, como se reconoció por observaciones traídas por Suero en la sierra al este del mismo.

Respecto a estos depósitos debe anotarse lo siguiente :

Si se quiere colocar el límite inferior del Cuartario a la base del primer nivel de pie de monte, el grupo Tristeza-Mogotes-Río Negro, cae en el Plioceno ; prefiero localizarlo en un Eocuartario que aun falta en el cuadro de las épocas geológicas, por no presentarse en torno de los Alpes. El tal Eocuartario es intermedio entre el Cuartario corriente y el Plioceno. Del Plioceno-Araucano al Eocuartario hubo un cambio de clima de mucha importancia, fuera de un movimiento aun mas importante. Mientras que en el tiempo del Araucano, dada la coloración de sus depósitos, reinaba un clima subtropical atestiguado por depósitos rojos, y templado cálido, a juzgar por sus estratos pardo-amarillentos (« Amarilla » de Y. P. F.), el grupo Mogotes-Tristeza-Río Negro carece en absoluto de coloración impuesta o secundaria, es gris, es del color de las rocas no alteradas. Ello indica un régimen de clima frío o seco en el cual no se alteraban las rocas en la zona de suministro de material. Es preferible admitir clima frío, ya que el transporte de las enormes masas de rodados implica frecuente y abundante precipitación.

Debe destacarse que entre Araucano y Mogotes-Tristeza-Río Negro se encuentra una discordancia de primera magnitud. Como he destacado

en repetidas ocasiones, el grupo Mogotes-Tristeza se adosa contra elevaciones de nacimiento inmediato anterior a su deposición; ello puede verse en la sierra Palao y según Irigoyen en el Cordón de la Tristeza, norte y en el arroyo de las Saucas. No es, pues, lícito, englobar Tristeza-Mogotes en el Plioceno y atribuirle — por ser plioceno — un origen de clima cálido, como lo hace Polanski en página 211.

Sólo me he referido muy someramente a algunos tópicos; otros serán objeto de un tratamiento más detallado.