

GEOMORFOLOGIA GLACIAL DE LA REGION DE LOS LAGOS

POR

WOLFGANG WEISCHET



Comunicaciones de la Escuela de Geología
N.º 4

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Santiago de Chile

Marzo 1964

GEOMORFOLOGIA GLACIAL DE LA REGION DE LOS LAGOS

POR

WOLFGANG WEISCHET



Comunicaciones de la Escuela de Geología
N.º 4

Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Santiago de Chile

Marzo 1964

ESCUELA DE GEOLOGIA
SANTIAGO
INSCRIPCION N.º. 28405



1964

GEOMORFOLOGIA GLACIAL DE LA REGION DE LOS LAGOS

por Wolfgang Weischet

INTRODUCCION

El punto de partida de los estudios iniciados en el año 1956 y continuados en 1960 y 1963, lo constituye las investigaciones realizadas sobre el tema por Juan Brüggén. El mismo las ha resumido en extensos capítulos de su última obra "Fundamentos de la Geología de Chile" (1950).

Los aspectos más decisivos de ellos se presentan aquí, para una mejor comprensión y como una introducción en la problemática en que se basará este trabajo.

Los lagos piemontanos del Sur de Chile deberían su origen en parte a la erosión de los glaciares y en otra al estancamiento de las aguas en sus orillas occidentales por muros morrénicos. Muchos de ellos se instalan entre colinas de la morrena frontal con un amplio desarrollo en la parte occidental, mientras al oriente se estrechan y presentan sus riberas acantiladas. Al lago Llanquihue le falta actualmente su prolongación oriental. La interrupción se debe al volcán Osorno que se eleva justo en medio de la cubeta glacial, entre el lago Todos los Santos y el lago Llanquihue. En el costado occidental del Llanquihue, al norte de su desagüe en el río Maullín, el lago se encuentra circundado por tres muros morrénicos de unos 3 a 5 kms de ancho y con una altura relativa de 30 a 50 m. Entre las morrenas se presenta un bajo llano pantanoso con un ancho, fluctuante entre los 3 a 7 kms el cual en ciertos lugares llega a ser tan angosto que los muros morrénicos casi se tocan. Los muros son muy semejantes en su forma exterior y en su estado de meteorización y denudación. El último denota una antigüedad muy escasa. Todos ellos no pueden pertenecer a diversas épocas glaciales. Sólo representan diferentes estadios del retroceso de los hielos durante la época postglacial.

En la página 230 se lee "los glaciares postglaciales que dieron origen a estos lagos". Las tres murallas morrénicas están cubiertas por un manto de "loess" de uno a uno y medio metros. El espesor de la cubierta de loess explica el hecho de que los grandes bloques de arrastre en la superficie de la morrena sean tan escasos. El Cordón morrénico más exterior yace en las cercanías de Coligual. Al otro lado de un angosto llano se continúan nuevas colinas en las cercanías de la estación ferroviaria de Fresia, las que deben corresponder muy posiblemente a la última época glacial. Morrenas correspondientes a esta misma época las hay en las cercanías de Osorno entre los ríos Rahue y Pilmaiquén en forma de un hermoso paisaje morrénico con colinas irregulares.

Indicios que permiten establecer la gran extensión de los glaciares del penúltimo período glacial se pueden observar sólo en un punto, en Trumao, a orillas del Río Bueno. Se puede esperar, una mayor expansión de las morrenas en la zona comprendida entre Osorno y Maullín.

Hasta aquí la exposición de Brügger (1950). Ella muestra claramente en donde deben ubicarse los nuevos trabajos y que finalidades deben perseguir. Las colinas del tramo occidental de la depresión longitudinal y del pie de las zonas montañosas de la costa deben ser geomorfológicamente analizadas, y gracias a un perfil transversal, debe buscarse una conexión con las partes mejor conocidas de la región lacustre, para aproximarse de esta manera a una completa subdivisión geológico-glacial.

Tal estructuración es proporcionada por Brügger (1946 y 1950), para la parte sub-tropical de Chile, en la siguiente forma: 1 α época glacial; 1 β época interglacial; 2 α época glacial; 2 β época interglacial; 3 α época glacial; 3 β estado de retroceso post-glacial.

Esta ordenación fuera de la analogía que posee con la del hemisferio Norte ubica las depositaciones morrénicas, en el Chile subtropical, en los alrededores de Santiago (en el caso de las más recientes) y la más antigua de la Cueva, en la Cordillera de la Costa, al oeste de San Fernando.

CONTENIDO

	Página
Introducción	I
I. Análisis Geomorfológico del Colinaje al Oeste de la ciudad de Osorno	1
1) Los depósitos de la Primera Glaciación	1
2) Edad relativa de la Morrena de Contaco	4
3) Análisis del Colinaje al este de la Morrena de Contaco	5
II. Análisis de la Parte Central de la cuenca Longitudinal	7
1) La red hidrográfica y las formas superficiales	7
2) La estructura del subsuelo en la parte occidental de la Cuenca Central	10
3) Análisis geomorfológico de la parte oriental de la Cuenca Central	17
III. Sumario y otras observaciones	20
1) Sumario	20
2) Otros lugares morrénicos	22
3) Diferenciación faciológica de los cuerpos de acumu- lación glacigénica	23

I. ANALISIS GEOMORFOLOGICO DEL COLINAJE AL OESTE

DE LA CIUDAD DE OSORNO

Los caminos construídos en los años 1955 y 1956 permitieron con sus numerosos cortes, por primera vez, hacer un análisis geomorfológico de la región conocida hasta entonces como parte de la Cordillera de la Costa, debido al hecho de que la capa de los suelos vegetales y la parte intemperizada son muy gruesos en general y alcanzan a veces un espesor de 2 1/2 a 3 m.

1) Los depósitos de la primera glaciación ("Contaco").

Ante todo, dos perfiles fueron analizados detalladamente: uno de Osorno, vía fundo Follert y el lugar Poaicho, hasta el valle del río Contaco, y el otro desde Osorno a lo largo del río Rahue hasta San Juan de la Costa. (Véase croquis fig. 1).

1.- En los depósitos entre el Fundo Follert y el valle del río Contaco, se trata morfológicamente de colinas irregulares de una altura de 250 hasta 300 m sobre el nivel del mar. El punto más alto en el camino se encuentra en la llamada Cumbre a 295 m un poco al este del lugar denominado Poaicho. Los valles más profundos alcanzan un valor entre los 30 a 40 m. En los cortes hasta el Fundo Follert, se perciben debajo del suelo vegetal y debajo de la capa de "lehm"* rojo, de vez en cuando, restos de rodados volcánicos multicolores descompuestos y en el valle del estero Forrahue la llamada "cancagua", sobre la cual hablaremos más adelante.

* Bajo el concepto "lehm" (loam en inglés) se entiende un material suelto, compuesto por una serie de materiales granulométricamente definidos como son: arcilla, limo, arenas finas y gruesas, ripio e incluso piedras de diferentes tamaños. La lengua española no tiene un término adecuado, razón por la cual parece útil usar el término extranjero definido. Según características más especiales se puede distinguir: un lehm fino (arcillas, limo y arenas finas), un lehm con piedras o, en algunos depósitos glaciogénicos, por ejemplo, un lehm con bloques.

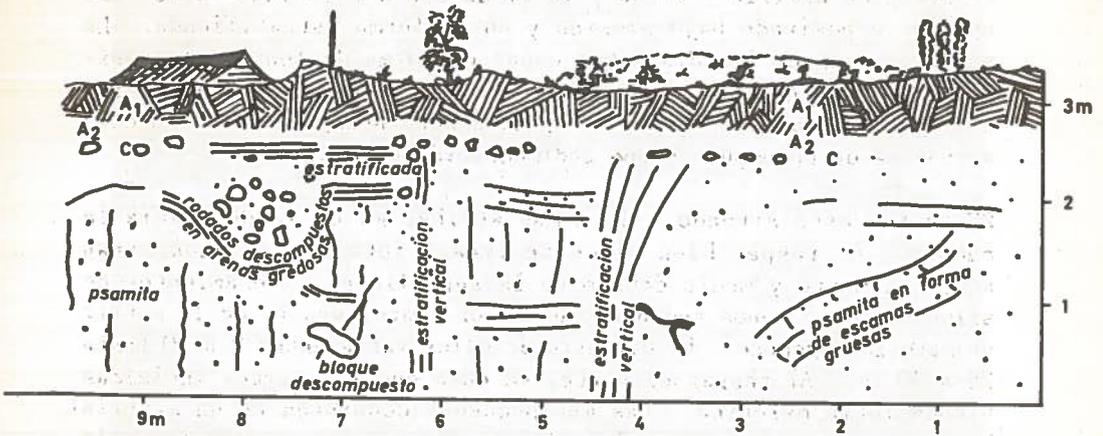
A partir del kilómetro 25 cambia el carácter del subsuelo. En el interfluvio, cerca de la cumbre, aflora una arenisca fina (psammita) de color amarillo-café levemente litificada. Al oeste de la cumbre, el terreno empieza a mostrar formas muy irregulares, de manera que los cortes del camino tienen mayor profundidad. Describiendo en líneas generales estos cortes, se ve una arenisca fina, poco litificada, de color amarillento hasta parduzco, entrecruzada por muchas vetas iluviales ferruginosas. La matriz arenosa consiste en granos finos de vidrio volcánico claro y cuarzo sedimentario bien redondeado. Como material accesorio se encuentran gran número de minerales. El depósito abarca partes muy diferentes ya sea estratificadas en capas gruesas o delgadas, ya en bancos o en masas amorfas. En general, las partes estratificadas muestran un manto (buzamiento) de 8 a 12, a veces de 20 grados hacia el oeste. El espesor total del depósito debe tener más de 200 m tomando en cuenta que la parte más baja se ha encontrado al pie del faldeo oriental del valle del Contaco, mientras que la parte más alta de la cumbre sobrepasa los 290 m. La base de los depósitos mencionados comprende a la altura de 150 m un estrato de sedimentación rítmica, que se compone de arenas finas de vidrio volcánico y cuarzo sedimentario incluyendo material accesorio de minerales, que es reemplazado en la parte inferior por gredas bituminosas, bien estratificadas.

En ninguna parte de este colinaje al este de la línea valle Contaco-Cunamo-río Rahue, se han encontrado rocas fundamentales (serie de esquistos cristalinos) como se hallan en la verdadera Cordillera de la Costa al oeste de Osorno, la cual en consecuencia, tiene un ancho máximo de unos 20 kms ensanchándose hacia el norte y el sur.

Para explicar la génesis del depósito, son de mayor importancia tres cortes que a continuación se describirán:

1^{er} Corte: frente a las casas de Poaicho a 210 m de altura (véase fig. 2 y Fotos 1 y 2.

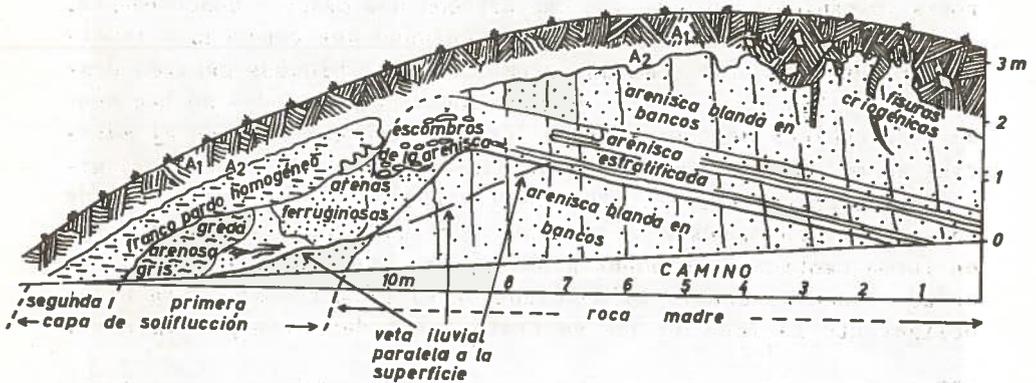
A ambos lados se ven los bancos arenosos de la psammita. Por otra parte, dentro del depósito se hallan partes en forma de lentes sobrepuestos que quedan nítidamente en evidencia por las vetas ferruginosas que siguen el trayecto de ellas. Más notable aún, son en primer lugar, las capas verticales paralelas, del mismo material estratificado, y nidos de bloques y rodados englobados. Estos últimos están completamente intemperizados, transformados en material gredoso de color amarillento o gris, a pesar de que muestran contornos nítidos. La matriz del material englobado,



Estructuras de empuje glacigenico en los depositos psamiticos de la morrena de Contaco (1a. glaciación)

(Lugar: Poaicho 31 Km. al oeste de Osorno 210 m.)

Fig. 2



Fisuras criogénicas y mandos de soliflucción sobre el cono transicional de la morrena de Contaco

(cerca de Poaicho 220 m 32 Km. al oeste de Osorno)

Fig. 3

consiste en arcilla y arena y la situación del conjunto demuestra que fué depositado bajo presión y no en forma estratificada. La superposición de las distintas capas en forma de lentes, la posición vertical de las capas estratificadas y además los nidos incluidos de bloques y ripio sólo pueden ser interpretados como consecuencia de un empuje y una sedimentación glacial.

2º Corte: está situado a 30 m más arriba, en el faldeo hacia la cumbre. Al raspar bien el corte (véase foto 3), se encuentran aquí, un metro y medio debajo de la superficie, afloramientos de siluetas más o menos redondas, de color claro, dentro de la matriz de material arenoso. El diámetro de ellas varía entre 8 a 10 hasta 25 a 30 cm. Al raspar el corte, se nota que las partes incluidas tienen forma esférica. Las más pequeñas consisten en un material homogéneo, mientras que en las más grandes se nota un aumento de la consistencia de la periferia hacia el centro. Se distinguen del medio que las rodea por su textura y por un mayor contenido en greda. La explicación de que podría tratarse de concreciones dentro de la arenisca tiene poca probabilidad en vista de la diferencia entre el material más gredoso de las partes incluidas, y el arenoso de la matriz. Hay que abandonarla por completo, en vista del hecho de que se encuentran esparcidos rodados caolinizados, de contornos precisos y además otros más gruesos con zonas de intemperización esférica. Finalmente se ha descubierto en el desmonte del corte artificial, bloques de 30 a 40 cm de diámetro de rocas volcánicas andinas, las que ofrecen una cáscara descompuesta.

Todas estas indicaciones en conjunto nos conducen a interpretar este depósito como una acumulación de bloques macizos descompuestos "in situ". Sólo en los bloques más grandes se han conservado núcleos de roca sólida, los que se encuentran en el material sacado de los cortes artificiales. Como se trata de volcánicas deben provenir de la alta cordillera, ya que la cordillera de la costa está compuesta de esquistos cristalinos. La depositación en forma caótica de bloques grandes, con material arenoso intercalado concurre con lo evidenciado en el primer corte para hacer beligerante la idea de que se trata de un depósito glacial.

3º Corte: se encuentra en la parte más alta del mismo complejo, exactamente en la cumbre a 290 m (véase foto) de altura. Debajo del suelo vegetal, que aquí tiene sólo un espesor de 30 cm se encuentra un depósito arcilloso-gredoso, pesado, con numerosas piedras redondas de origen andino, o sea volcánicas y plutónicas. Lo notable es -y parece, en primer instante contradictorio con



Foto 1. Corte en la morrena de Contaco cerca de Poaicho. Efectos de empuje glacigénico (depósitos en capas sobrepuestas, capas verticales)
Weischet, 1956.



Foto 2. Detalle del corte en la morrena de Contaco (id.fot.1) mostrando un nido de rodados gruesos intemperizados englobados en una matriz de greda y arenisca blanda.
Weischet, 1956.

todo lo que se ha observado en los otros cortes- que las piedras son frescas, duras, sin señales de intemperización. La granulometría varía desde bloques hasta ripio; el estado del desgaste, desde subanguloso hasta bien redondo.

La disposición no demuestra ninguna regularidad, es bien caótica, salvo en un horizonte de piedras paralelo a la superficie actual. Este último hecho da un primer indicio de explicación de las razones, por las cuales este afloramiento es tan diferente de los anteriormente discutidos a pesar de encontrarse sobre la misma base. Como el horizonte de piedras, paralelo a la superficie, es el resultado de una denudación activa y como además el corte topográficamente se encuentra en la cumbre del colinaje, es muy probable que el total del afloramiento represente el residuo denudativo del techo intemperizado de las masas anteriormente descritas.

Se puede resumir que el depósito mencionado contiene material de rocas andinas o sea volcanitas y plutonitas, que la estructura demuestra partes estratificadas alternando con partes empujadas o presionadas en las areniscas blandas y partes intercaladas de rodados o bloques descompuestos (podridos), y que la superficie está irregularmente ondulada. Todos estos son indicios de un depósito glacial. Así se llega a la conclusión de que se trata de un depósito morrénico, aunque la descomposición completa del material pefítico no permite ya encontrar indicios concluyentes como, por ejemplo, estrías glaciogénicas.

Segun el lugar de los estudios se puede dar al depósito el nombre de *morrena de Contaco*.

2).- La edad relativa de la morrena de Contaco.

Para determinar la edad relativa del depósito mencionado, pueden servir algunos fenómenos periglaciales en el depósito mismo y además sedimentos sobrepuestos, los que se encuentran en el perfil más al Norte entre el río Rahue y el valle de Cunamo.

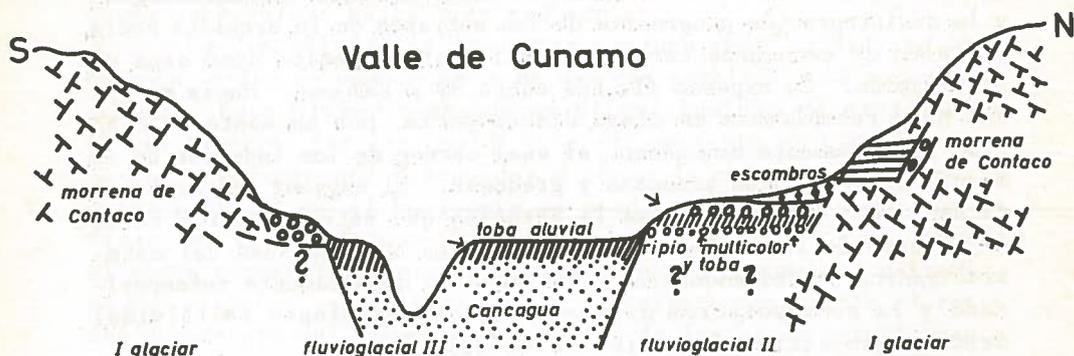
Desde luego, los fenómenos periglaciales se han encontrado en el km 32 un poco al oeste de Poaicho en el faldeo de una quebrada en una altura de 210 m. La parte derecha del corte (véase fig. 3) consiste en areniscas blandas, parcialmente estratificadas, en parte macizas. Desde el límite inferior del horizonte B se extienden hacia la parte sana del depósito fisuras criogénicas de un metro de largo. En la parte izquierda, o sea la que mira hacia la quebrada, se nota un reemplazo del depósito "in situ" por masas solifluidales. En estas últimas pueden distinguirse dos partes de diferente edad: la capa inferior consiste en una mezcla caótica de arenas ferruginosas y material areno-gredoso de color gris,

ambos desintegrados por la intemperización física. El carácter caótico, o sea la entremezcla de fragmentos limitados de areniscas y material gredoso como asimismo el encorvamiento (Hakenschlagen) y la desintegración progresiva de los estratos de la arenisca hacia el talud de escombros caracterizan la capa inferior como capa de solifluxión. Su espesor fluctúa entre 90 y 150 cms. Hacia el techo está reemplazada en clara discordancia, por un manto de lehm fino relativamente homogéneo, el cual carece de los indicios de la mezcla de partículas arenosas y gredosas. El espesor del manto es de unos 50 a 70 cms. Llama la atención que este se pierde cerca del frente de los estratos deshechos. La homogeneidad del material indica su descendencia de un regolito químicamente intemperizado y la sobreposición discordante, un movimiento solifluidal desde algún sitio más arriba en el faldeo.

La génesis de este afloramiento puede explicarse en la siguiente forma: posterior a la sedimentación (probablemente se trata de una parte del cono de transición de la morrena), se efectuó un ensanchamiento en los esteros, formándose los valles pequeños, (época interglacial) de la que dan testimonio las capas inferiores del primer manto de solifluxión. A esto sigue un período de solifluxión (época glacial). A una nueva época de intemperización química sigue otro período de solifluxión, en el que el perfil del suelo de la primera capa de solifluxión fué denudado, superponiéndose el limo café desde las partes superiores. Considerando la época de la formación de los valles (erosión lineal) como interglacial, debe suponerse -para establecer la edad relativa de la morrena de Contaco- que a la sedimentación han seguido dos períodos interglaciales y dos glaciales.

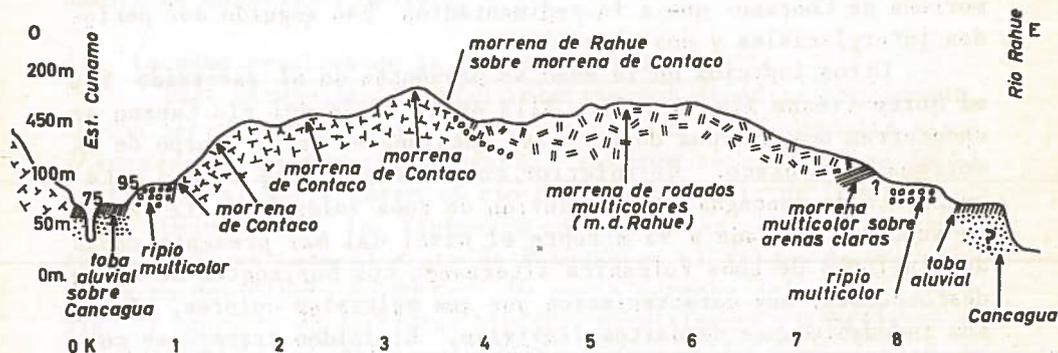
Otros indicios de la edad se presentan en el recorrido más al Norte (véase fig. 4 y 5). Allá en el valle del río Cunamo se encuentran dos cuerpos de terrazas encajonadas en el cuerpo de la morrena de Contaco. El inferior, con su superficie a 75 m está compuesto de canchagua con un aluvión de toba volcánica. La terraza superior situada a 95 m sobre el nivel del mar presenta capas de aluviones de toba volcánica alternando con horizontes de ripio descompuesto, muy característico por sus múltiples colores. Ambos son indudablemente depósitos fluviales. El faldeo trasero se compone hasta la cumbre, en una altura de 195 m de material morrenico tipo Contaco. Entonces, el depósito de ripio multicolor descompuesto y de canchagua a su vez, son más recientes que la morrena de Contaco. Ambos depósitos serán discutidos más adelante.

3). - Análisis del colinaje al este de la morrena de Contaco.



Encajonamiento de sedimentos glacifluviales en los depósitos de la morrena mas antigua (Contaco)

Fig. 4



Perfil entre el valle de Cunamo y el Rio Rahue cerca de la desembocadura del Est. Forrahue

Fig. 5

Detrás de la cumbre sigue un colinaje maduro irregular, dentro del cual se puede observar en un corte de camino a una altura de 160 m como cambia el depósito arenoso con características de la morrena de Contaco, dando paso a una acumulación sobrepuesta, cuyos componentes a veces dominantes, pero siempre característicos, son rodados podridos de varios colores de volcanitas y plutonitas. Estos últimos constituyen, en una mezcla variada de material, el subsuelo del colinaje casi hasta el río Rahue.

Un análisis más detallado de la composición y la estructura interior demostrará que se trata también de un depósito glacial, en parte morrénico, en parte fluvioglacial. Para comprobar ésto, se pueden utilizar las siguientes observaciones:

1) Un corte a 100 m de altura cerca de Cuquimo muestra una matriz de lehm marrón en el cual se encuentran en distribución caótica, fragmentos de material grueso desde subanguloso hasta bien redondo. Con pocas excepciones todos los rodados están intemperizados en tal forma que es posible rasparlos totalmente con una cuchilla o una picota, mientras muestran todavía en color y textura claramente el carácter petrográfico. La mayor parte son volcanitas, la minoría plutonitas, ambas provenientes de la alta cordillera. La matriz más fina contiene nidos de ceniza volcánica, la cual ha dado origen a una cementación parcial del depósito.

Erráticos del tamaño bloque son muy poco frecuentes: pero de vez en cuando se encuentra uno que otro como es el caso cerca del río Rahue frente a Osorno a 120 m de altura (véase foto 4). Consisten de un conglomerado de la serie porfirítica de la alta cordillera. La base del bloque es de las mismas características anteriormente descritas.

2) El segundo corte característico se encuentra en el camino longitudinal entre La Unión y Valdivia, en el valle del estero Polcura en la subida del valle longitudinal hacia la cordillera de la costa a 130 m de altura. Con referencia a las formas del terreno se trata en esta región también de un colinaje, situado dentro de una rinconada en la cordillera de esquistos cristalinos, la cual sobrepasa en el alto Los Tayos el terreno de colinas en unos 250 m.

La gran masa del depósito (véase foto 5) consiste en rodados de varios colores, de origen petrográfico volcánico o plutónico, pero fuertemente intemperizados. Entremezclados se hallan limo, arcillas y cenizas volcánicas. La posición de los rodados es irregular; algunos tienen su eje mayor en dirección casi vertical y finalmente se encuentra un bloque anguloso de esquistos cristalinos, o sea de la misma roca que compone la base del depósito y las partes adyacentes en la rinconada.



Foto 3. Afloramiento de bloques descompuestos y rodados caolinizados en la morrena de Contaco cerca de Poaicho.

Weischet, 1956.

Foto 4. Bloque errático formado por conglomerado de la Serie Porfirítica en la morrena de Rahue. Cerca del Río Rahue al oeste de Osorno, 120 m. s.n.m.



Foto 5. Afloramiento en la morrena de Rahue. Corte en el camino longitudinal al oeste de La Unión en el valle de Polcura. Rodados podridos de varios colores caóticamente dispuestos, entremezclados con limo, arcillas, ceniza volcánica y (encima de la picota) un fragmento descompuesto de esquistas cristalinas.

Weischet, 1956.

3) El tercer corte muestra otra vez una parte muy parecida a la anterior con el notable detalle (véase foto 6) de un cuerpo englobado en forma de un terrón consistente de arcilla fina bien estratificada. Esta composición, vale decir, rodados como envoltorio de un terrón arcilloso puede interpretarse únicamente como resultado de un depósito morrénico. (El ventisquero arrastró del subsuelo el material arcilloso en forma de bloques congelado y lo depositó junto con el material transportado desde la alta cordillera).

Es muy probable que el terrón represente un testigo de la morrena de la glaciación anterior, o sea de la morrena de Contaco. Un afloramiento propio de esta morrena lamentablemente no existe, porque los cortes del camino sólo se encuentran en la parte más alta de los depósitos.

El análisis de los tres cortes comprueba claramente que el conjunto sedimentario, caracterizado antetodo por los depósitos multicolores podridos, incluye por lo menos acumulaciones morrénicas. Su ubicación en el techo de la morrena de Contaco cerca de Cunamo y la menor intemperización del material permiten clasificarlo como más joven que la morrena de Contaco. Por otra parte, el hecho de que la terraza con los rodados multicolores podridos esté encajonada en el cuerpo de la morrena de Contaco hace probable que los dos depósitos están separados por un período interglacial, como época predominante de erosión lineal.

Sedimentos interglaciales, hasta ahora no se han encontrado.

Por su situación topográfica se denomina a este depósito morrena de Rahue.

Esta morrena de Rahue alcanza en el mismo camino a Valdivia una altura hasta de 200 m en el lugar Los Ulmos frente a la cuenca del Rincón del Diamante. Es en Los Ulmos, donde se efectúa un cambio en las formas de la superficie, de tal manera que el colinaje irregular es reemplazado por una planicie inclinada. El subsuelo está igualmente formado por los rodados multicolores; pero ahora con estructura fluvial, lo que significa que los rodados presentan una imbricación sin matriz de material más fino. La planicie inclinada y la sedimentación fluvial indican con seguridad el cono de transición de la morrena a los campos fluvioglaciales.

Lo anteriormente expuesto puede resumirse diciendo que al oeste de la línea de comunicación entre Osorno y La Unión se encuentra un colinaje que incluye dos acumulaciones morrénicas de dos épocas glaciales.

II. Análisis de la parte central de la cuenca longitudinal.

1).- La red hidrográfica y las formas superficiales.

Desde luego, la depresión central de la región de los lagos está caracterizada por una diferente forma de la red hidrográfica, la cual puede dar algunas indicaciones para la geomorfogénesis (Ver Carta Preliminar 1: 250,000 N° 4073 Osorno y Fig. 1). Mientras en el colinaje del oeste se encuentran sólo esteros pequeños de curso irregular, la parte central muestra una serie de ríos y esteros menores con cursos paralelos en dirección Sureste-Noroeste, los cuales terminan en una convergencia hidrográfica meridional, marcada por el Río Negro y la parte inferior del río Rahue.

Es de hacer notar, en el trayecto de esta convergencia hidrográfica, que allí donde el río Rahue vira en forma casi rectangular hacia el oeste, se continúa la depresión topográfica hacia el Norte. Ocupa esta depresión el estero Caracol y la aprovecha también el trazado del ferrocarril. Por otra parte, vuelve a tomar el río Rahue una dirección longitudinal poco después de haber hecho un recorrido al oeste, entrando en un surco que está insinuado hacia el Sur por un ancho valle fósil, aterrizado, que fué ocupado por ríos periglaciales y en el cual se han inscrito los esteros de Forrahue y Lumaco.

El dominio de los ríos paralelos de dirección Sureste Noroeste ofrece por su parte una subdivisión en dos franjas longitudinales. La occidental, una faja con un ancho entre 15 a 20 km extendida desde San Pablo a Purranque, pasando al este de Osorno, demuestra una multitud de esteros pequeños fuertemente meandrizantes y de gran ramificación, con lo cual resulta una gran densidad hidrográfica. El límite oriental de esta franja corresponde más o menos a la línea que conecta las convergencias fluviales de las corrientes que provienen del borde de la alta cordillera y que una vez unidas traspasan la franja occidental a tres canales (Río Rahue, más abajo de Pichil, río Damas aguas abajo de su confluencia con el estero Tijeral y río Pilmaiquén, posteriormente a su unión con el río Chirri).

La franja oriental está caracterizada, fuera de la misma tendencia en la dirección del escurrimiento con una breve convergencia, por el curso recto y muy prolongado, como así también por menor densidad hidrográfica.

Es de esperar que estos hechos hidrográficos los cuales resaltan también en el mapa Preliminar 1:250.000, estén en relación genética con la formación geomorfológica relativamente reciente de la región. Lamentablemente no se dispone de cartas topográficas especiales para un mejor estudio de los detalles del relieve. Un estudio panorámico desde un avión,* especialmente

* Agradezco muy cordialmente al Sr. Artur Gadicke, Nochaco, por este vuelo informativo, como así también por muchos otros.

durante el período de lluvias invernales proporciona más indicios, los cuales se dejan complementar especialmente con la ayuda de la interpretación de fotos aéreas.

Así, cambia la composición del paisaje (landscape pattern) entre los lugares Cancura-Nochaco (sobre el camino Osorno-La Enseñada) y Chahuilco-río Negro en la siguiente manera: A ambos lados del río Coihueco se extiende un paisaje de terrazas fluviales en un ancho de cerca de 2 km. Los pocos arroyos tributarios desembocan con saltos en el río principal. El resto que ha quedado de la vegetación natural comprende, en el paisaje del parque, fuera de varios árboles siempre verdes, ante todo el roble (*Nothofagus obliqua*) de hojas caducas. La terraza más alta se extiende hacia el oeste sin disección como "Ñadi" hasta la orilla occidental del río Chan-Chan. Sobre el terreno perfectamente plano se alzan, en partes pantanosas, formaciones de "ñadi" con los característicos "ñires" (*Nothofagus antarctica*). Las tierras desboscadas muestran igualmente aguas freáticas superficiales extendidas sobre áreas grandes.

Al oeste del río Chan-Chan cambia la fisonomía. Por una parte hay pastizales que demuestran sistemas de fosas de drenaje en forma rectilínea y paralela las cuales están llenas de agua durante el invierno, demostrando de esta manera el alto nivel del agua freática. Sin embargo, no alcanza a extenderse en la superficie misma como en el Ñadi. Por otra parte, se hallan elevaciones suaves del terreno, parcialmente sembradas, las cuales tienen por la presencia del roble, un carácter de paisaje de parque. La composición de los dos ambientes ecológicos del terreno es muy irregular. Hacia el oeste aumenta la participación de los lugares pantanosos.

Cerca de la nueva carretera Panamericana y allí donde se extiende la franja con los esteritos de transcurros meandrizantes, cambia nuevamente la fisonomía del paisaje. Ya en los flancos de los esteros se puede apreciar que el terreno se ha hecho más fuertemente ondulado. Más allá de los esteros predomina el paisaje de parque con los robles. Inscritos en este paisaje se encuentran numerosas depresiones cerradas que entran a la vista como charcos de agua o islas verdes en barbecho, ambos con contornos bien redondos u ovalados.

Este panorama relaciona primero las superficies de la terraza plana del "Ñadi" con la franja de los esteros paralelos de transcurso rectilíneo, segundo, el terreno suavemente ondulado y muy drenado, con la parte superior de la zona de recolección de los esteros pequeños e irregulares, y tercero que el terreno pro-

nunciadamente colinar presenta al mismo tiempo las concavidades cerradas ovaladas con la parte central e inferior de la zona de los esteros pequeños (véase Mapa).

2. - La estructura del subsuelo en la parte occidental de la Cuenca central*.

La nueva carretera panamericana corta en el trazo entre la variante a Purranque y Casa de Lata, en ángulo agudo a la faja de terreno con sus pequeños ríos y muy ramificados y fuertemente meandrificadores. Sus cortes permiten enterarse de la constitución estructural del subsuelo. Los afloramientos de poca altura en las elevaciones suaves del terreno en la parte sur al oriente de Purranque muestran capas horizontales de un lehm fino color café oscuro o café rojo, que sólo en sus partes inferiores contiene algunos rodados pequeños no intemperizados, mientras las capas del lecho son de material homogéneo y sin piedras. Sin poder exponer, por el momento, con seguridad los detalles genéticos, puede decirse que las capas del lecho representan con gran probabilidad, *sedimentos eólicos* en cuya composición predomina el polvo volcánico. Es posible que se trate de productos llevados por la acción del viento de los canales fluvioglaciales en las cuales había sido depositado gran cantidad de material volcánico fino como se puede presumir en vista de la gran proporción de ceniza volcánica incluida en los ventisqueros. A veces a la ceniza periglacial pulverizada por la acción del viento se da el nombre de "Loss" volcánico. Ya que el concepto de "Loss" desde su región clásica de ubicación y descripción lleva un gravamen sedimento-petrográfico (entre otros: una gran proporción en cal, que confiere al "Loss" cierta textura), debería buscarse un término que permita resaltar la diferencia petrográfica sin llevar a errores de interpretación. (Por ejemplo: "vulcano-eolicum periglacial". El nombre criollo es "trumao").

Aparte de las elevaciones del terreno, se halla a la vista en zanjas de las partes planas de la región, un lehm de color naranja, parcialmente gris claro hasta blanco a veces más arenoso a veces más gredoso, en el cual están englobados bloques erráticos de casi 1 m^3 de tamaño, poco intemperizados. Deben interpretarse estas capas horizontales como lehm de la morrena de fondo (en término alemán "Geschiebelehm"). La configuración de la superficie y la estructura del subsuelo caracterizan a esta parte sur con sus ondulaciones poco elevadas como paisaje de morrena de fondo con

* Pude sondear los afloramientos en colaboración con el Sr. Charles Wright, asesor en suelos de la FAO. Las interpretaciones que se hacen a continuación son el resultado de reflexiones y discusiones hechas en conjunto.

islas de sedimentación eólica.

En las cercanías del Estero Chifin (cerca de 6 km al noroeste del río Negro) se cambian las formas de la superficie. Los accidentes del terreno se hacen más pronunciados (en relación con ello se presentan numerosas depresiones cerradas sin desagüe. Cerca del estero Rafunco, en el subsuelo del colinaje irregular, se encuentra la siguiente situación: (véase fig. 6). La base está constituida de un material limo-arcilloso multicolor con piedras podridas en mezcla caótica del tipo Rahue, entremezclado con lehm homogéneo, todo con una estructura de empuje glacial. Encima de éste, hay un material amarillento café con cuerpos englobados que consisten en material multicolor típico del que constituye la morrena de Rahue, los cuales se ofrecen como cuerpos aislados de contornos bien nítidos contra las masas adyacentes. Vale decir que las masas del material multicolor deben haber sido desplazadas como bloques solidificados. Este hecho se puede entender sólo si se piensa en terrones congelados. Más arriba sigue un depósito fluvial en capas entrecruzadas. Pero lo más notable es que el último (material fluvial) consiste en una mezcla de granos angulares de lehm tipo Rahue y de granos más frescos poco trabajados. Granos esquinados de un material limoso no petrificado en un depósito fluvial entrecruzado, pueden ser también entendidos sólo con la intervención de una congelación temporal. Como techo del total se presenta un material arcilloso marrón o rojo-marrón con rodados semimeteorizados. El estado de la descomposición de los rodados está caracterizado por el hecho de que no pueden ser raspados como los rodados de la morrena de Rahue, mientras muestran por otra parte fisuras, o cáscaras de meteorización, las cuales, permiten quebrarlos fácilmente con un golpe de martillo o de picota.

Este afloramiento demuestra que el depósito tipo Rahue fué retrabajado tanto por empuje como por transporte local por medio del agua, y fué cubierto al final por un estrato de material, que según el estado de meteorización en que se encuentra parece ser más reciente que los depósitos de la glaciación Rahue. La disposición caótica los caracteriza como morrena.

En el camino antiguo Osorno-Río Negro cerca del sitio en que se desprende el camino a Chahuilco, se encuentran las mismas condiciones y además de vez en cuando, también bloques erráticos.

Todas estas experiencias, es decir una faja de colinaje irregular intercalada en terrenos más bajos y menos pronunciados, la evidencia de cuencas cerradas, y de un drenaje imperfecto; la presencia de material retrabajado de la morrena de Rahue y el cubrimiento con material más reciente, no dejan otra salida sino la de reconocer el depósito como cordón propio y distinto de una morrena terminal de una glaciación posterior a la de Rahue. Se la



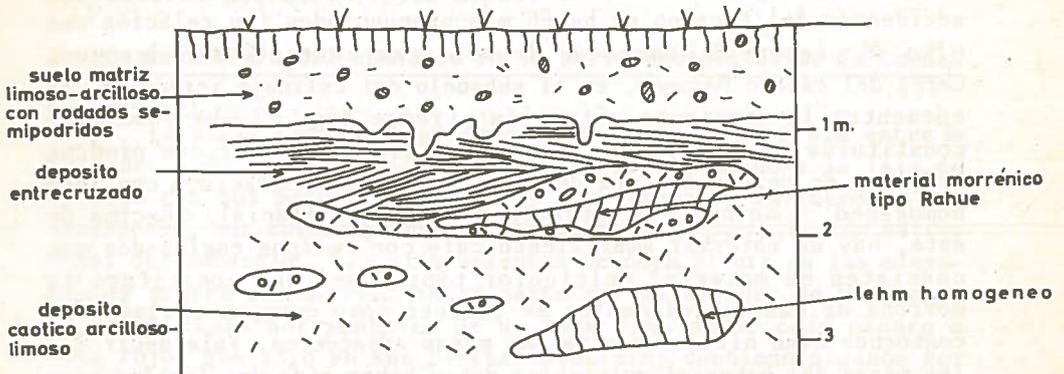
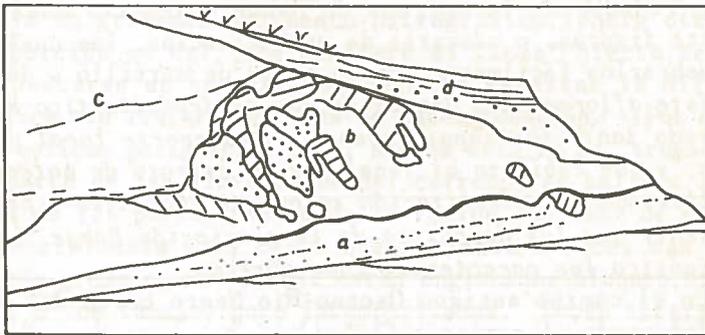


Fig. 6



Corte en la canchagua en la orilla Norte del Rio Las Damas, cerca de Osorno

Fig. 7

puede designar con el nombre de río Negro.

Un poco al Sur del puente sobre el estero Sagllue se encuentra en el mismo dominio de las colinas irregulares, el corte de unos diez metros de altura, reproducido en la foto 7. Desde la base hasta la misma cumbre de la colina, yacen sobrepuestos unos 2 1/2 metros de "lehm" fino, sin estructura definida con algunos guijarros meteorizados; a continuación cerca de 3 1/2 metros de una gravilla de basalto, color gris-negruczo y ligeramente cementada (esta es ampliamente conocida en la Provincia de Osorno con el nombre local de "cancagua") y finalmente 3 1/2 metros de un "lehm" fuertemente estructurado entremezclado con englobamientos esféricos bastante significativos de otro tipo de "lehm". El diámetro de estos oscila entre los 50 a 120 cms y contienen, sin excepción un material flojo limo-arcilloso cuyo grado de consolidación es sensiblemente menor que el del "lehm" circundante (en correspondencia con esto las intrusiones en forma de bloques dan origen a cavidades de meteorización en la muralla del corte). Varios de estos englobamientos muestran una similitud externa con las acumulaciones de polvo volcánico periglacial meteorizado anteriormente descritas sobre todo en lo que se refiere a su color marrón-rojizo, su composición granulométrica, su contenido en componente de arcilla halloysítica y su textura columnar por efecto de un corrugamiento. Estas texturas corrugadas a menudo no se encuentran en la posición normal, vale decir vertical, sino en alguna otra posición inclinada lo cual significa que fueron movidas de su posición original con la acción de los ventisqueros. Además de esto el "lehm" no se halla tocando en todas partes las paredes de las formas esféricas sino que yace dentro de ellas de la misma manera en que está contenida la carne de la nuez dentro de la cáscara.

Otros englobamientos muestran en parte material más arenoso o en parte más arcilloso. Pero todos ellos coinciden en la característica de ser englobamientos esféricos de un material primitivamente suelto que se halla circundado por un sedimento de "lehm" el cual muestra una estructura de empuje glacial.

Los englobamientos se concentran en la parte media del depósito. En la base se encuentra una capa de cerca de medio metro de espesor de un material limoso-arcilloso, homogéneo, y los últimos 70 a 90 cms del techo, cerca de la superficie actual, se encuentran igualmente libres de las estructuras anteriormente descritas.

Todas las observaciones consideradas en conjunto permiten aparentemente, sólo una interpretación del conjunto como depósito glaciogénico. Los ventisqueros en su avance han extraído de las

capas de polvo volcánico intemperizado terrones congelados (en el clima periglacial durante el avance de los ventisqueros se puede suponer, por lo menos, una congelación estacional o posiblemente permanente) dándoles con la dinámica interna del ventisquero formas redondeadas y depositándolas en la región de ablación.

La superficie límite entre la cubierta de acumulación glaciogénica y el depósito de "cancagua" subyacente es una superficie un poco escalonada en su desarrollo horizontal. En la "cancagua" misma se puede diferenciar un complejo en forma de banco en la parte basal y otra porción más bien "estratificada". Las estructuras de la última se hacen visibles solamente a través de los procesos de la descomposición y de la denudación en el corte, mientras que en cortes hechos artificialmente y recientes no se ponen en evidencia las diferenciaciones finísimas de la estructura. Ambos complejos tienen cierta consolidación; ellos consisten casi en su totalidad en una sábula o arena gruesa basáltica cuyos granos presentan el máximo, estompamiento de las aristas (Kantenrundung). La parte restante se compone de un material fino, amarillento-café, limo-arcilloso, ordenado en láminas. Es notable observar que en la superficie del corte (dirección Norte-Sur) las huellas de las capas y de las láminas tienen una disposición más o menos horizontal mientras muestran perpendicularmente un buzamiento insólito, (20 a 25°), en dirección oeste.

En el complejo subyacente en forma de banco, se encuentra en su límite superior, circunscrito sólo a una parte de la extensión del corte, un depósito fluvial de rodados basálticos aplanados y bien trabajados. Más abajo se repite prácticamente el mismo material del complejo superior con la única diferencia que el material es un poco más grueso, la solidificación mayor y no tiene huellas de estratificación.

En lo referente a la génesis comprueban la acción del agua corriente en la depositación en banco, la acumulación de rodados y la estratificación; el carácter de los bancos, por su parte, prueba un transporte en un medio sobrecargado; la escasa usura del ripio y arena gruesa con intercalaciones finas de limo, comprueban un transporte de corto recorrido. Los depósitos en bancos pueden ser originados por flujos de barro en los canales de drenaje periglacial mientras la parte estratificada con el notable buzamiento de las láminas puede ser interpretado como abanico de transición ("outwash cone" o "uber gansg kegel") frente a ventisqueros muy cargados de cenizas basálticas.

Al norte y sur de la ciudad de Osorno aflora únicamente la cancagua en todos los cortes a lo largo de las carreteras, de

los ríos y del ferrocarril, con ciertas diferencias en la composición y la estructura del suelo. Se trata de depósitos en gran parte macizos y amorfos de color gris compuestos de arenas basálticas y andesíticas cuyos granos varían en el diámetro de 1 hasta 4 mm. Los granos son frescos y poco trabajados. Entre los granos se encuentra cierta cantidad de un material disparejo, fino, gredoso, arcilloso de color amarillo-café. (La canchagua se usa para la construcción y el arreglo de caminos. En las canteras se mantienen acantilados casi perpendiculares, lo que señala que el depósito tiene cierta firmeza. Por otra parte, se puede deshacer fácilmente un terrón de canchagua mediante golpes de pala).

Los cortes en el camino, a veces de 10 m de altura, hechos durante la construcción de la carretera panamericana, entre Osorno y Río Bueno en los años 1955 hasta 1961, permite una apreciación, más nítida de las diferencias en la composición y en la estructura interna de la canchagua*. El tramo de la carretera corre a través de un colinaje pronunciado con relieve local que normalmente va de 80 a 100 m (45 m hasta 150 m sobre el nivel del mar). De acuerdo con la tesis de Brügger (1950) tenemos que aceptar que él supone la existencia de depósitos de las morrenas terminales de la última glaciación en esta región, al alcance de las observaciones gracias a los recientes trabajos camineros. Los siguientes cortes se han descrito como característicos:

1).- El primero (Véase Foto N° 8 y Fig. 7) se encuentra en la bajada de la carretera en la orilla norte del río Las Damas en la periferia este de la ciudad de Osorno. Muestra canchagua típica debajo de un depósito de terraza fluvial más reciente (parte d en la fig. 7), en toda la altura de más o menos 6 m se pueden distinguir 3 complejos diferentes. Los dos metros inferiores (parte a) ofrecen un embancamiento grosero. Encima de él yace en la parte media (b) una mezcla caótica de bloques de canchagua y nidos de lehm marrón, fino, limitado por una superficie irregular de deposición. En alguno de los bloques de canchagua se puede establecer una cierta estratificación del mismo tipo como la que fué descrita en la página 20, refiriéndonos al corte cerca del estero Sagllue. Sin embargo, la estratificación dentro de los bloques

* Las observaciones que siguen ya se hicieron en Abril de 1956 y en otras oportunidades en el año 1960 y en Julio de 1963, en esta última ocasión las hicimos en compañía de Charles Wright.



Foto 6. Terrón de arcilla estratificada en el seno de una acumulación caótica de rodados. Morrena de Rahue en la parte alta del valle de Polcura al oeste de La Unión.

Weischet, 1960.

Foto 7. Corte del camino al sur del puente sobre el Estero Sagllue

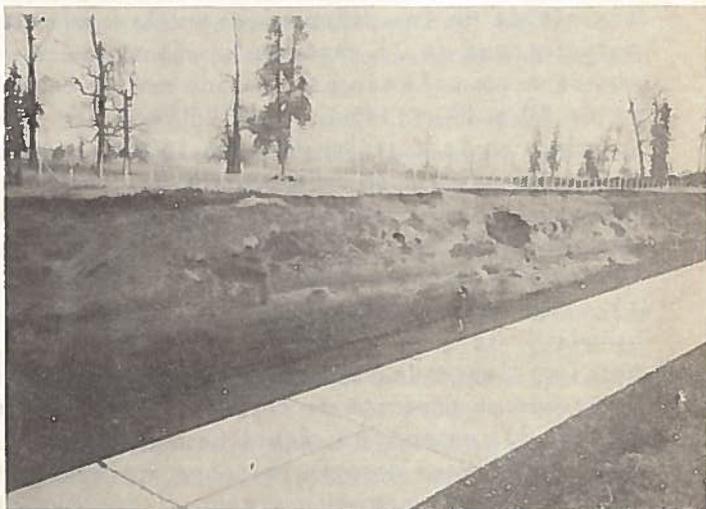


Foto 8. Morrena de la época "Río Negro" Mezcla caótica de bloques de canchagua y nidos de lehm fino; capas de canchagua estratificada con deformación por empuje glacial. Orilla norte del río Las Damas, al oeste de Osorno.

Weischet, 1960.

está diversamente orientada*. Este último hecho como igualmente la mezcla de cancagua con bloques de lehm fino, puede ser solamente interpretada como producto del arrastre del material por medio de los ventisqueros en avance. El depósito de arrastre del complejo b está sobrecubierto igualmente a través de una superficie irregular fuertemente inclinada, por un sedimento de cancagua amorfa y maciza (complejo c). Ya que la cancagua en los tres complejos muestra un igual grado de intemperización se debe interpretar correctamente la sedimentación de dichos complejos como diversas fases de un mismo período glacial. En particular la parte organizada en banco (a), representa tal como en el corte cerca del estero Sagllue, el sedimento fluvioglacial antepuesto al frente del glaciar, la parte caótica del depósito (b) de arrastre durante el paso del frente del glaciar, y la parte amorfa y maciza (c), en el techo, el sedimento de derretimiento durante la disolución de las masas de hielo.

2.- El segundo corte, también con unos 6 m de altura, se encuentra 15 kms al norte de Osorno cerca del lugar Remehue (ver foto 9). En la masa de la cancagua están englobados partes de un material extraño de color amarillento-café. Es de notar que todos los cuerpos englobados tienen forma de lentes, colas o franjas, es decir, formas que en su hábito exterior conservan la consecuencia del movimiento interno del depósito durante su formación. Se trata de un movimiento relativo de las masas entre sí y bajo presión, condiciones que prevalecen en la base de los ventisqueros.

La composición del material extraño englobado es muy diversa. En gran parte está constituido de un lehm amarillo-marrón, caolinizado, el que parece representar muchas veces la forma de rodados gruesos o pequeños bloques; otras veces hay también partes con englobamientos angulosos**.

Todos estos afloramientos citados prueban que la cancagua fué depositada durante un período glacial, sin embargo, no permiten todavía las condiciones descritas de la depositación y de

* En los perfiles de la Panamericana entre Remehue y San Pablo se encuentran idénticas condiciones.

** Condiciones muy parecidas se encuentran también en las bermas del río Rahue. Especialmente en la confluencia del estero Forghue con el río Rahue se ven claramente nidos de algunos metros cúbicos de volumen consistentes en bloques redondos intemperizados. El estado de la descomposición es muy parecido al de la morrena de Contaco. No se han encontrado en este lugar rodados con las características de la morrena de Rahue.

los englobamientos, una aclaración en cuanto a su edad.

Como indicios geomorfológicos para la *determinación de la edad relativa de la morrena de cancagua*, el corte de Remehue muestra las siguientes condiciones:

1.- En el pie del corte se nota un manto de falda de un espesor de alrededor de 1 1/2 m es decir, relativamente delgado, de material solifluidal. En la parte inferior consiste de lehm homogéneo amarillo café, con un estrato de material húmifero, ambos provenientes de un suelo antiguo. En la parte superior, el lehm homogéneo está cubierto por una capa de cancagua la cual se prolonga pendiente arriba, hacia el depósito morrénico in situ. La capa mencionada debe ser considerada como parte de las masas solifluidales. Después de la denudación del suelo vegetal, entra en los procesos denudativos periglaciales el material fresco de la morrena. En el techo sigue el suelo vegetal actual. Basándose en esta situación dada se puede concluir, que hubo solamente una época con soliflujión (o sea una época glacial) posterior a la sedimentación de la morrena de cancagua.

Fuera de esto, pueden recordarse las observaciones en el valle de Cunamo (Ver fig. 4) donde se encuentra la cancagua pura como ceniza volcánica, sin involucramiento de arcilla, en forma de depósito fluvial encajonado en el cuerpo de la morrena de Contaco. Por esta razón, la cancagua debe ser más joven que la morrena de Contaco.

Esta vaga limitación -deposición durante el penúltimo período glacial y más reciente que la morrena de Contaco, falta de material retrabajado de la morrena de rípios multicolores (morrena de Rahue), en cambio englobamientos de material intemperizado en grado similar al de la morrena de Contaco, lo mismo que la falta de conocimiento acerca de los depósitos morrénicos tipo Río Negro (que alcancé a conocer sólo en 1960 y describo en páginas 18-20)- condujeron a la suposición, hecha con toda precaución en la primera publicación (Weischet 1958) de que la morrena de cancagua corresponde como depósitos morrénicos de fondo, al complejo de la morrena de Rahue. Esta suposición hay que revisarla a base de las siguientes observaciones nuevas.

En primer lugar, el hecho de que al pie de las colinas morrénicas de Remehue exista una sola cubierta solifluidal, pone de manifiesto que la cancagua pertenece al penúltimo período glacial, o sea a la época de la morrena de Río Negro. En segundo lugar, otros indicios han sido proporcionados por los resultados de nuevas observaciones dentro del depósito mismo de cancagua.

Un poco más al Norte del corte anteriormente descrito en

las cercanías de Remehue se encuentra la situación reproducida en la foto 9. En la canchagua de por sí maciza se hallan intercalados nidos de diversos tamaños, los cuales contienen tobas volcánicas de lapilli, en las que ya se presentan trocitos de piedra pómez. Estos últimos se transforman por ligera presión con los dedos en una sustancia coloidal. Según las experiencias de Charles Wright (1963) esto es una prueba evidente de que el vidrio volcánico ha sido transformado en una arcilla de tipo alofán. Esto representa la primera etapa de mineralización del vidrio volcánico y se encuentra comúnmente en suelos volcánicos recientes, mientras los suelos más desarrollados ofrecen cada vez más arcillas haloysíticas, caoliníticas y en casos extremos arcillas gibsíticas, como es el ejemplo de la morrena de Contaco.

Puesto que la canchagua encierra cenizas volcánicas relativamente recientes, con menor grado de descomposición que el de la morrena de Rahue, entonces el depósito mismo tiene que ser también más joven que la morrena de Rahue.

Finalmente se encuentra entre los dos ramales que de la carretera Panamericana llevan hacia San Pablo, un depósito morrénico con estructura caótica típica, en el cual la canchagua se encuentra entremezclada, por una parte con rodados frescos, y por otra parte, con englobamientos de lehm de intemperización color marrón y sobrecubierto por un lehm glacial del mismo tipo descrito ya para la región situada al oriente de Chahuilco, donde se han encontrado rodados completamente descompuestos junto con otros solamente semi-podridos; dentro de la matriz fina no existe un horizonte separador u horizonte de intemperización entre la parte de la canchagua y la de lehm glacial, de manera que el complejo, en conjunto, puede ser considerado como un depósito cronológicamente unitario.

De todos estos antecedentes debe sacarse la consecuencia que la morrena de canchagua pertenece a la época glacial siguiente a la de Rahue, vale decir correspondiente a la época de Río Negro.

3.- *Análisis geomorfológico de la parte oriental de la cuenca central. (Morrenas basales y morrenas terminales de la última glaciación ("El Salto").*

En la región al este del cordón morrénico de la tercera glaciación ("Río Negro") predominan, contrastando con el colinaje irregular de la morrena terminal, terrenos suavemente ondulados y hasta planos posiblemente pertenecientes a la existencia de morrenas basales. El estudio de afloramientos, tiene que limitarse a cortes de poca profundidad a lo largo de los caminos o canales

de drenaje. En general se encuentra nada más que un limo de color amarillento conteniendo a veces intercalaciones de gredas claras o restos de rodados descompuestos de vulcanitas o plutonitas. En el fundo Mulpumo se ha podido sacar de canales de drenaje, fuera de sedimentos finos de gredas o de limo, bloques erráticos y un diente de mastodón. Resulta, por ende, que estos sedimentos deben ser aceptados como depósitos glaciales.

El aspecto cambia abruptamente en una bajada de pocos metros de altura al oriente de la línea divisoria de aguas entre los tributarios del río Rahue a un lado y del río Pilmaiquén al otro. Es aquí donde se inicia una planicie inclinada, que comienza en una altura de 110 m subiendo lentamente hasta 220 m al pie de los cordones morrénicos frente al lago Puyehue. Al comienzo de la planicie inclinada se encuentra el siguiente afloramiento (ver foto 11): la base está formada por ripio con estratificación cruzada, lo cual demuestra una sedimentación fluvial. Petrográficamente el ripio se compone ante todo, de rodados basálticos, los cuales están bien firmes sin señal de descomposición. (Se usa para ripiar caminos). Hacia el techo está limitado por un estrato de 10 a 20 cm de espesor, el cual se compone de toba volcánica, mezclada con rodados basálticos y solidificada por iluviones ferruginosos. Más arriba sigue una zona de 50 a 60 cms de potencia con una mezcla de toba y rodados, y al final, el perfil del suelo vegetal.

Estos indicios del subsuelo coinciden con la forma planicie inclinada para determinarla como abanico de transición hacia las morrenas más recientes frente a los lagos.

Aparte de la geomorfología se menciona que las partes inferiores de los abanicos de transición se caracterizan por una ecología geográfica especial. Son los parajes en los cuales se extiende la formación vegetal denominada "Ñadi" que está adaptada al alto nivel de las aguas freáticas encima del horizonte iluvial anteriormente mencionado.

En el punto más alto del cono de transición se observa al pie de un terreno de colinas irregulares a una altura relativa de 30 a 50 m cerca del pueblo El Salto, el siguiente afloramiento (ver foto 12). La gran masa del material se compone de rodados basálticos frescos, entremezclados con arena volcánica gris-oscura o amarillenta, en disposición caótica. Muy significativas son además bloques basálticos subangulosos.

Según la forma superficial y la estructura sedimentaria no hay duda que se trata de una morrena terminal. De acuerdo con las investigaciones de Juan Brügger, se pueden distinguir tres



Foto 9. Corte 15 km al norte de Osorno (vecindades de Remehue). Lehm y rodados descompuestos englobados en la canchagua con forma de lentes, colas o franjas. Morrena de la época Río Negro. Weischet, 1956.

Foto 10. Detalle de la morrena de la época Río Negro.



Foto 11. Depósito fluvio-glacial de la última glaciación en la parte inferior ripio fresco basáltico, en la superior toba volcánica. Entre ambos una capa ferruginosa impermeable (horizonte iluvial). Camino Osorno Puyehue, 6 km al oeste de Agua Buena.



cordones separados que tienen la misma composición litológica. Por la posición geográfica se puede dar al complejo el nombre de "Morrena de El Salto."

En dos puntos no estoy de acuerdo con la interpretación de Brügger. Primero, Brügger consideró el material fino que cubre las morrenas como manto de Loess. De un análisis petrográfico en el Instituto de Petrografía de Munich resalta bien claramente que se trata de polvo volcánico y por lo tanto es muy probable que V. Auer (1956) tenga razón en la afirmación que aquí cito: "El material llamado Loess por Brügger es exactamente el mismo de la erupción (del lado argentino)".

El segundo punto es la interpretación como *morrenas post-glaciales*. Por razones de analogía con las morrenas de la última glaciación frente a los Alpes que se encuentran en una posición geográfica completamente comparable a las de la Región de Los Lagos sería más conveniente definir las como *depósitos frontales de la última glaciación*. Así es más fácil establecer una correlación con los trabajos de Auer, Salmi, Caldenius, para nombrar algunos, en el lado argentino y con las definiciones que se han hecho en el hemisferio norte.

Por otra parte, puede alegarse en favor de Brügger, que la proporción entre el avance de los ventisqueros durante las primeras y la última glaciación es tan diferente que la última más bien no merece calificarse como una época glacial comparable. Sin embargo, es preferible calificarla como tal.

SUMARIO

Partiendo de la definición de que las morrenas terminales del estudio máximo de la última glaciación yacen en las orillas occidentales de los lagos preandinos, se debe distinguir, como corolario de las investigaciones anteriormente presentadas, cuatro períodos glaciales separados e independientes. Las morrenas finales que han sido encontradas al este de los valles cordilleranos marcarían fases regresivas.

Los cuatro períodos glaciales son:

1. La morrena de Contaco. (1^a glaciación)
2. La morrena de Rahue. (2^a glaciación)
3. La morrena de Río Negro. (3^a glaciación)
4. La morrena de El Salto. (4^a glaciación)

La comprobación de un origen glaciogénico de los depósitos almacenados en forma de cordones fué inducida de los núcleos erráticos de material suelto (trozos de arcilla y bloques de "lehm" fino claramente delimitados) que se han descrito como englobamiento incorporados o incrustados dentro de masas de "lehm" de arrastre. Fuera de estos se tienen en cuenta los indicios clásicos de estos depósitos tales como la caótica sedimentación, las estructuras de empuje glacial, el efecto glaciogénico de represamiento, trozos erráticos, hoyos en el terreno creados por el hielo muerto lenticular, y otras particularidades de las formas superficiales de las morrenas de Rahue y Río Negro. Este material puede haber sido incorporado dentro de la depositación, en la forma anteriormente señalada, solamente si al momento de la translación haya sido "endurecido" por la congelación del suelo, vale decir, convertido dicho material en una masa compacta y sólida. Para las morrenas de la última época agregamos todavía datos decisivos (véase fotos 14 y 15).

En lo que se refiere a la diversificación temporal de cada cordón morrénico, lo que en otras palabras equivale a decir la pertenencia de ellos a diversos períodos glaciales, se proporcionan los siguientes hechos observados:

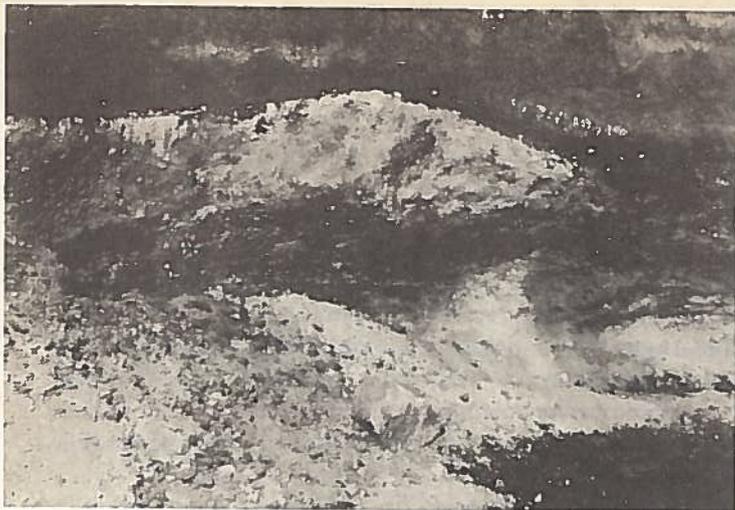


Foto 12. Morrena terminal de la última glaciación. Material basáltico caóticamente dispuestos; encima, capa de toba volcánica. El Salto frente a Puyehue.

Foto 13. Morrena terminal de la última glaciación. Bloques de basalto y la capa de loess (Bruggen) que corresponde a un depósito de polvo volcánico. Localidad: faja pantanosa al Sur de Puerto Octay.



Foto 14. Estructuras de presión glaciogénica en varves. Parte de la morrena terminal de la última glaciación frente al Lago Ranco.



Foto 15. Material areno-gredoso en forma de terrones esquinados incluido dentro de la morrena terminal de la última glaciación. Parte sur de Angelmó.



Foto 16. Depósito morrénico tipo Río Negro. Rodados podridos (izq. de la picota) y semipodridos (centro derecha). Camino Loncoche Lago Villarrica.

Weischet, 1960.

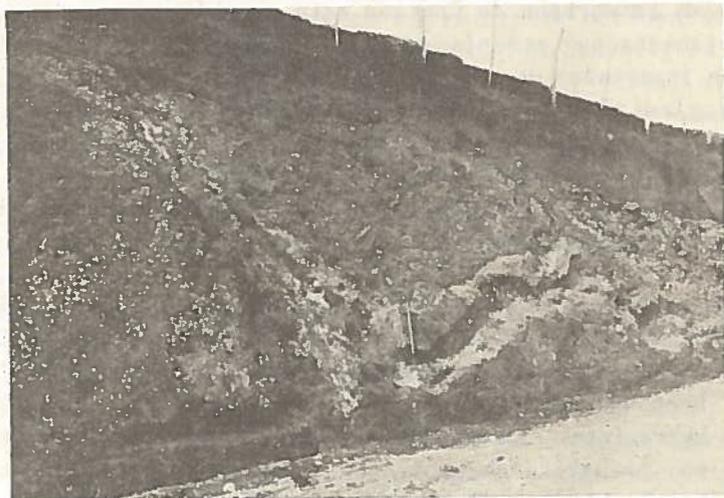


Foto 17. Estructuras de empuje glacigénico en areniscas finas con rodados y bloques descompuestos. Morrena del tipo Contaco en la parte Sur de la Bahía de Ancud.

1. Es característico para cada una de las morrenas el distinto grado de intemperización. En la morrena de Contaco todas las vulcanitas y plutonitas están desmenuzadas hasta llegar a un "lehm" regular de color amarillo-marrón, incluso cuando el diámetro de los fragmentos de piedra corresponde al diámetro de los bloques más grandes (diámetro de 20 a 30 cm). Solamente las erráticas más grandes poseen todavía un bloque con su núcleo inalterado.

En la morrena de Rahue el grado de meteorización es caracterizado por el hecho de que los guijarros que contiene aún cuando han conservado el color original de la roca, tienen sus minerales tan fuertemente descompuestos que las piedras pueden ser raspadas sin resistencia por un cuchillo u otro objeto duro. Permanecen no alterados solamente los cuarzos y las cuarcitas.

Las masas de acumulación de la morrena de Río Negro ofrecen rodados que parcialmente tienen idéntico grado de descomposición que los de morrena de Rahue, y fuera de esto, también plutonitas y vulcanitas no susceptibles de ser raspadas. Trabajando en los cortes mismos se manifiesta la diferencia en el hecho de que los componentes menos alterados se desprenden de la muralla dejando tras de sí una correspondiente forma negativa o sobresalen del muro en relieve (compárese fotos 5 y 16).

Por último, las morrenas represas de la glaciación El Salto están compuestas predominantemente de bloques y guijarros no intemperizados.

2. Para el caso de las morrenas antiguas, las condiciones geológicas de depositación hacen posible una relativa datación. Es así como la morrena de Contaco está recubierta en ciertos lugares directamente por acumulaciones de la morrena de Rahue. Además se hallan insertados dentro del cordón morrénico de Contaco sedimentos fluvio-glaciales de las morrenas de Rahue y Río Negro dispuestos en una manera aterrazada (fotos 4 y 5). Se halla también contenido en el cuerpo de la morrena de Río Negro un material con el típico grado de meteorización de la de Rahue y como si hubiese sido trabajado fluvigénicamente.

3. Otra indicación en cuanto a la diferenciación en edad de las morrenas la constituyen las investigaciones desarrolladas, independientemente a las nuestras, por Charles Wright (1963) sobre la distribución regional de los diversos minerales arcillosos en las zonas morrénicas. La morrena de Contaco contiene "gibsita" además de la muy predominante caolinita. En la cubierta de intemperización de la morrena de Rahue falta la gibsita estando más represen-

tada la caolinita asociada a la halloysita. La morrena de Río Negro contiene minerales alofaníticos mientras que las morrenas de la última glaciación sólo ofrecen un vidrio volcánico apenas descompuesto. Una exacta investigación de estos resultados preliminares logrados por Eduardo Besoain ha sido iniciada por Charles Wright y será entregada próximamente.

OTROS LUGARES MORRENICOS

Como complemento para la distribución de las formas glaciogénicas ya descritas detalladamente para la región central de la zona lacustre, agréguese a continuación particularidades de otros lugares en los cuales se ha encontrado depositaciones morrénicas.

Los cordones de morrenas terminales de la última glaciación se han formado con regularidad en el borde occidental de los lagos pre-andinos. LAUER (1961) los ha esquematizado en un boceto general de la zona. Aún cuando la masa principal del cuerpo de morrenas recientes está constituido por cenizas volcánicas frescas, rodados y bloques de basalto (véase la foto 13), hay también ciertos puntos en los cuales el material suelto congelado se ha metido dentro de la acumulación a manera de cuñas dentro de grietas. La foto 14 muestra varves glaciogénicas en la orilla occidental del lago Ranco (un poco al norte del arranque del Río Bueno) y la foto 15 nos ofrece escombros angulosos, arenas finas y "lehm" que se encuentra sobre la parte sur de la bahía de Angelmó (Puerto Montt).

Depositaciones de tipo Río Negro se encuentran a mitad de camino entre Loncoche y Villarrica (ver foto 16), en el camino de Paillaco hacia Río Bueno a la altura de Los Corrales, y además al oeste de Los Muermos en la carretera a la boca del Maullín.

Acumulaciones morrénicas cuyas características las asocian a las de Rahue pueden observarse en los cimientos de la fortaleza de Ancud, en las cercanías de Los Muermos en la parte norte del río Maullín e igualmente en el camino a Loncoche.

Rastros de los depósitos morrénicos más antiguos que posean las características areniscas amarillas de embanque ya descritas mezcladas con bloques y rodados intemperizados, yacen sobre la base del piso basáltico en la parte sur de la bahía de Ancud (véase foto 17). Es además muy probable que los afloramientos de las

orillas del río Maullín en la parte final de su estuario, al nordeste de Lepihue, pertenezcan también al conjunto de la morrena de Contaco. La base plana de las mareas (tidal flat, playa de bajamar) se compone de una arenisca como matriz con bloques grandes de cantos redondeados de plutonitas y vulcanitas. En contraste, empero, con los afloramientos que hemos considerado hasta ahora, tanto los bloques como la arenisca se presentan apenas meteorizados. Las plutonitas y vulcanitas son relativamente frescas. Pero hay que tomar en cuenta que este depósito se encontró bajo el agua durante las épocas interglaciales, vale decir, durante los períodos de intemperización química de tal manera, que pudo conservarse mucho mejor que los demás depósitos similares situados a mayor altura.

A pesar de lo fragmentario del conocimiento acerca de la distribución regional de las morrenas antiguas en relación con la zona más particularmente investigada de Osorno, muestran muy claramente los lugares de presentación de estos materiales dos importantes hechos: por una parte, que al aumentar la latitud el anfiteatro de las morrenas terminales de las diversas glaciaciones se presenta con un mayor alejamiento respecto al borde de la alta cordillera, y que por otra parte, se observa que la expansión de la glaciación en el prepaís andino, durante las glaciaciones más antiguas, fué bastante más grande que durante el último período.

El primer hecho se explica fácilmente de una manera actualística. Hacia el sur, con la progresiva aproximación a la zona de circulación subantártica, las condiciones para la formación de un inlandeis se hacen más favorables debido a las altas precipitaciones y las bajas temperaturas.

Ambas circunstancias ponen de manifiesto una diferencia esencial entre las condiciones climáticas durante el Pleistoceno antiguo y reciente. Esto se haya en buena concordancia con los antecedentes que han sido allegados del estudio de las zonas clásicas de centros glaciales en el hemisferio septentrional.

LA DIFERENCIACION FACIOLOGICA DE LOS CUERPOS DE

ACUMULACION GLACIGENICA

Un fenómeno notable, y susceptible de ser comprobado por cada observador, lo constituye el de la fuerte diferenciación

faciológica de los distintos depósitos morrénicos.

Resumiéndose a grosso modo las descripciones particulares de los capítulos anteriores bajo el punto de vista de la composición del material en los diversos frentes morrénicos, entonces podemos designar a la morrena de Contaco como "morrena psamítica" por sus arenas amarillo marrón y sus areniscas sueltas; la de Rahue por sus piedras policromas como "morrena de guijarros"; las morrenas frontales de los lagos son "morrenas de bloques y guijarros". La morrena de Río Negro es una morrena de guijarros como la de Rahue sobre todo en el curso inferior del río Maullín y al norte del río Pilmaiquén, vale decir en sus flancos septentrional y austral. En la parte occidental del Llanquihue predomina por el contrario el "lehm" fino y en la zona restante -a ambos lados de Osorno- la "cancagua". El colinaje osornino se ha esculpido sobre una morrena de cenizas volcánicas.

Las diferencias faciológicas dan a entender con sus rasgos esenciales cambios climatológicos bastante extendidos desde finales del Terciario los cuales hacen fácilmente explicables las variaciones de carácter que ha tenido la intemperización y las acumulaciones que de las dichas condiciones climáticas dependían.

Los hielos de la primera glaciación sucedieron a una época "la cual era en todas las partes del planeta considerablemente más cálida que en la actualidad" (SCHWARZBACH, 1961). Incluso para el Plioceno debemos considerar, junto con TAYLOR (1940), condiciones térmicas en el hemisferio sur que eran más altas que las actuales. Con una humedad suficiente se producía consecuentemente una meteorización química que actuaba incluso a una profundidad discreta*. En correspondencia con este hecho tenía que ser el material de arrastre glacial que siguió a aquella época de una naturaleza psamítica y pelítica.

Durante el Pleistoceno prevalece, especialmente en las glaciaciones de la alta cordillera y también durante los interglaciales, la intemperización física. Como sedimentos fluviátiles típicos se presentan las psefitas (rodado o "huevillo" de diverso tamaño) en lugar de las psamitas. Los glaciares de la segunda y

* Restos de ella se encuentran bajo la forma de capa caolinizada que recubre los esquistos cristalinos de las altiplanicies de la cordillera costera, como en los alrededores de Corral, por ejemplo.

tercera glaciación debieron acoger necesariamente en su masa, con el avance que ejecutaban desde la cordillera, los rodados y bloques de la fosa de relleno los cuales fueron nuevamente sedimentados en la morrena final.

Durante la última glaciación, cuando los glaciares sólo descendieron un poco fuera del borde andino, se llevó a cabo la depositación de los bloques y guijarros angulosos los cuales deben ser considerados como material que fué arrastrado desde la alta cordillera, material que se contrapone por su mayor cantidad a los guijarros, ya que sólo una pequeña parte de la llanura aluvial con su sedimento típico preglacial fué trabajada por el glaciar.

El hecho, por último, que la morrena de Río Negro a ambos lados de Osorno conste en su mayor parte de cenizas volcánicas, es la consecuencia indudable de la existencia de una gran actividad volcánica en la zona de alimentación de las masas de hielo ubicadas al este de los lagos Rupanco y Puyehue.

BIBLIOGRAFIA

- Auer, V.:* Der Torf und die Torfschichten als historische Urkunden Feuerlands und Patagoniens. (Geol. Rdsch. 32, 1941, S. 647-71).
- : Las capas volcánicas como nuevo método de cronología post-glacial en Fuegotpatagonia. (Gaea.VIII, 1948, S. 311 bis 344)
- : Preliminary results of studies on the quaternary geology of Argentine. (Ann. Acad. Scient. Fennicae 25, 1951).
- : The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part I: The Ice and Interglacial Ages. (Ann. Acad. Scient. Fennicae, Series A, III: Geologica-Geographica, 45, 1956).
- Berninger, O.:* Wald und offenes Land in Südchile seit der spanischen Eroberung. (Geogr. Abh., R. 3, H. 1, Stuttgart 1929).
- Brüggen, J.:* Über den Ursprung der Chilenischen Seen. (Verh. Dtsch. Wiss. Ver. Santiago 6, 1920, S. 327-53).
- : La glaciación actual y cuaternaria de la cordillera de los Andes. (Anales Univ. de Chile, 1928).
- : Zur Glazialgeologie der chilenischen Anden. (Geol. Rdsch. 20, 1929, pp.2-35).
- : La cronología de las épocas glaciales de Chile (Rev. Universitaria Santiago, 1946, pp. 27-39).
- : Fundamentos de la Geología de Chile, Santiago 1950.
- Galdenius, C. C.:* Las glaciaciones cuaternarias en la Patagonia y Tierra del Fuego. (Geografiska Annaler 1932, pp. 1-164).
- Czajka, W.:* Die Reichweite der pleistozanen Vereisung Patagoniens.

(Geol. Rdsch. 45, 1957, pp. 634-86).

Feruglio, E.: Descripción geológica de la Patagonia, Y.P.F. Buenos Aires 1950.

Fuenzalida Villegas, H.: Capítulo II, Tomo I, Orografía, in Geografía Económica de Chile. Ed. Corp. de Fom. de la Prod., Santiago 1950.

--: Capítulo IV, Tomo I, Clima in: Geografía Económica de Chile. Ed. Corp. de Fom. de la Prod. Santiago 1950.

Mathei, A.: Landwirtschaft in Chile. Bielefeld u. Leipzig 1929.

Meyer Rusca, W.: Die Chilenische Schweiz. Santiago 1950.

Mortensen, H.: Geographische Forschungsreise in Chile. (Forsch. u. Fortschr. 1927, pp. 166-68).

Muñoz Cristi, J.: Capítulo III, Tomo I, Geología in: Geografía Económica de Chile. Ed. Corp. de Fom. de la Prod., Santiago 1950.

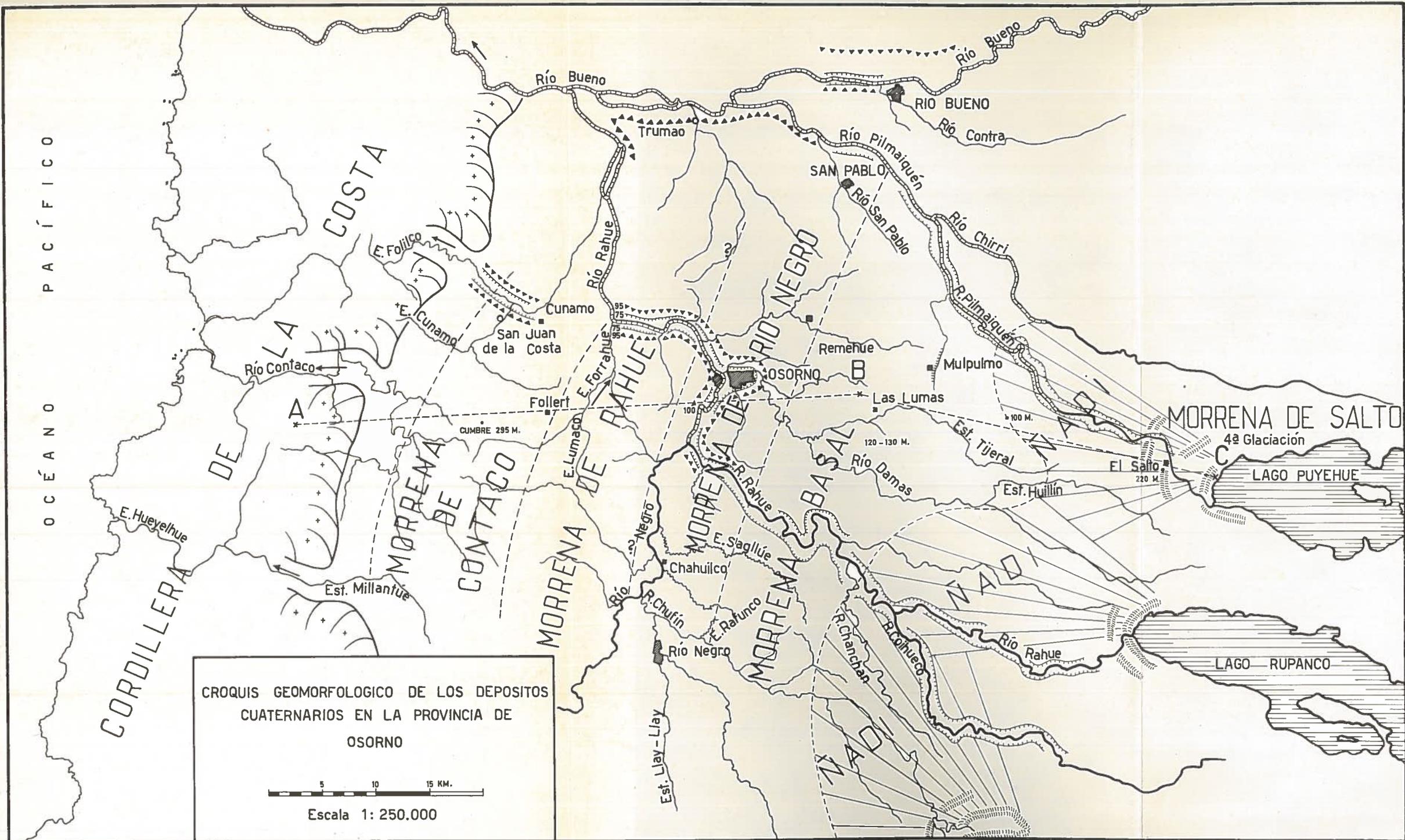
Salmi, M.: Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands. (Publ. Inst. Geogr. Univ. Helsingiensis 1941,6).

Schmithusen, J.: Die raumliche Ordnung der chilenischen Vegetation In: Forschungen in Chile. (Bonner Geogr. Abh., H. 17, 1956).

Schwabe, G.H.: Die ökologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile). In: Forschungen in Chile. (Bonner Geogr. Abh., H. 17, 1956).

--: Über das Klima im Küstengebiet von Südkhile. (Ann. Hydr. u. Marit. Met. 1939, pp. 31-38).

Weischet, W.: Der glazial bedingte Formenschatz der südchilenischen Langssenke im West-Ost Profil beiderseits Osorno. Petermanns Geogr. Mitt. 1958, 3. Quartalsheft, pp. 161-162.



CROQUIS GEOMORFOLOGICO DE LOS DEPOSITOS CUATERNARIOS EN LA PROVINCIA DE OSORNO

5 10 15 KM.

Escala 1: 250.000

