

Ensayo

Geografías de la Patagonia chilena. El pasado es la llave del futuro

GEOGRAPHIES OF CHILEAN PATAGONIA. THE PAST IS THE KEY TO THE FUTURE

Adolfo Reinaldo Börgel Olivares

Geomorfólogo, actualmente es docente de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

Email: kjborgel@gmail.com

Resumen

Factores ambientales, procesos naturales, intervención humana, pueden modificar el medio físico y con ello el ambiente. El equilibrio de la zona patagónica es precario, siendo posible su corrección mediante acciones sustentables. Este texto presenta una caracterización geológica y geomorfológica de la Patagonia chilena, sus límites y fronteras y una reflexión de las condiciones ambientales y sus posibilidades futuras.

Palabras claves: Patagonía chilena, zonal, medio, ambiente, tectostática, tectogénesis

Abstract

Environmental factors, natural processes, human intervention, can modify the physical environment. The balance of this area is poor, with possible correction through sustainable actions. Geological and geomorphological characterization of Chilean Patagonia, its limits and boundaries and a reflection of environmental conditions and future possibilities is presented.

Keywords: Chilean Patagonia, zonal, environment, tectostática, tectogenesis

Introducción

La Patagonia es una región que se encamina hacia un proceso de desertización y desertificación. Esta región se desarrolla entre el Golfo de Ancud por el Norte hasta las islas Diego Ramírez por el Sur.

Hutton señalaba en su famosa sentencia que “el presente es la llave del pasado”, distintamente, respecto de Patagonia podría decirse que “el pasado es la llave

del futuro”. Ello porque en el pasado Cuaternario y parte del Terciario, el volcanismo y la glaciación dejaron una herencia al futuro de esta región. Esta herencia es un basamento rocoso, cubierto por rodados glaciales y fluvioglaciales y sobre estos, una delgada y fina capa de cenizas volcánicas. Arriba de estas cenizas se sustentaron los *Nothofagus* que migraban

desde la Antártica tropical hace 66 millones de años atrás, moviéndose hacia el Norte bajo el influjo de los cambios climáticos de la época.

Cuando el ser humano entró en este territorio, la vocación ganadera le exigía espacios abiertos, lo cual determinó la quema de valles completos, los que ardieron durante meses en la primera mitad del siglo XX: Valle Emperador Guillermo, Mañihuales, Cisnes, Simpson, Alto Palena, etc. Ennegrecidos por las llamas y el humo, miles de árboles permanecen en pie como mudos testigos de la masacre ecológica y antropogénica; otros, derrumbados, se convierten en las llamadas "astillas" que han constituido una bendición regional, ya que su función ha sido retener el escaso suelo superficial, lavado por las aguas lluvias.

El viento proveniente del alisio del Sur-Este, es una gigantesca escoba que barre la superficie despojada de vegetación arbórea; sólo los ñirres soportan la fuerza mecánica del viento, el cual en su tarea de deflación y transporte va dejando al descubierto, por procesos de exhumación, los rodados abandonados por el hielo. El problema, es que si no se detiene este proceso, Patagonia estará representada en los mapas del futuro con dos tipos de desierto: una "hamada" o desierto de roca otorgada por el basamento metamórfico y otro desierto de ripios y bloques, un "reg" norafricano.

El futuro mapa de América del Sur informará la presencia del desierto Patagónico ¿Será posible tan trágico destino para esta región una de las más hermosas del planeta?

Caracterización geológica de la zona patagónica

Ha sido de larga discusión en el pasado la distinción entre el geosinclinal andino y el de Magallanes; fue Humberto Fuenzalida V.¹ (1964) uno de los geólogos que con mayor precisión discutió con máximo acierto estas relaciones. Su punto de vista se centró en el contenido faunístico de los depósitos. Aunque Fuenzalida reconoce que ambos geosinclinales presentan diferencias importantes, en especial en relación a las formas y asociaciones de los depósitos, no hay otras evidencias. Contribuye a confundir estas relaciones, las diferencias que presentan ambos geosinclinales en los tipos de depósitos: litofacies arcillosas y limosas en Magallanes y arenosas y calcáreas salinas en el geosinclinal andino. Además, Fuenzalida (1964) considera que en comparación con geosinclinales mediterráneos, donde el común denominador han sido las uniformes características faunísticas del Mar de Thetys, Magallanes es diferente. La particula-

ridad del geosinclinal magallánico se acentúa si se considera que, justo cuando agoniza el geosinclinal andino, comienza a desarrollarse el de Magallanes. Estas etapas no son tan definitivas ya que subsistiría actividad de la fosa andina, habiendo terminado en el Neocomiano el relleno por sedimentación marina, ésta habría sido reemplazada por sedimentos continentales. Fuenzalida (1964) concluye estableciendo que ambos geosinclinales estuvieron unidos durante algún tiempo, para luego separarse, debido a un arqueamiento del geosinclinal más austral.

Importante es la contribución de Fuenzalida al conocimiento del geosinclinal de Magallanes, fundado en los depósitos faunísticos que ingresaron a la fosa en su etapa de desarrollo; otros aspectos, como el límite de esta fosa con el geosinclinal andino y las diferencias de edad que ambos han tenido a lo largo del tiempo, han sido tratados por otros autores, lo

1 Fundador de la Escuela de Geología y de la Carrera de Geografía de la Universidad de Chile.

que no ha modificado mayormente las investigaciones desarrolladas en terreno, por este geólogo, geógrafo y gran naturalista..

Las estructuras geológicas de Patagonia desde un punto de vista cronológico se inician con el basamento metamórfico, situado en el Paleozoico Superior, privilegiando el área litoral, comprometiendo el dédalo de islas, archipiélagos, penínsulas, etc. la litología corresponde a filitas, pizarras y gneis, generadas a partir de depósitos marinos. Recubriendo el basamento está la serie Porfírica, formada por lavas, brechas y tobas. En discordancia con la formación anterior, se superponen sedimentos marinos, formados por pizarras negras localizadas en la cuenca del río Simpson y área de Baguales (Ruiz, 1942). La diorita andina se presenta como batolitos reducidos a stocks, ocupando parte central y borde costero de la zona comprendida entre el istmo de Ofqui y el Canal de Moraleda.

Durante el Terciario Inferior hubo efusiones de lavas y tobas dacíticas, sepultando en parte al complejo sedimentario del Cretácico. Aparecen en los cerros

altos de la zona, como el Mano Negra, Divisadero, entre otros. Las lavas dacíticas han introducido troncos que han aflorado como residuos más básicos, formando relieves que marcan procesos de erosión diferencial y acentuando una mayor agresividad del éste. Se trata de lacolitos que emergen como residuos resistentes de la formación Terciaria. Es una característica notoria en el paisaje de la región de Coyhaique. Más al sur de esta zona, en Puerto Guadal, sobre el lago General Carrera y en Chile Chico afloran depósitos del Terciario Marino, con restos fosilíferos, en areniscas (Muñoz, 1973).

De las rocas extrusivas más modernas, se destacan lavas básicas provenientes de varios conos y calderas volcánicas, elevadas sobre el granito andino; entre estos: Monte Macá, Yantales, Melimoyu, Hudson y Mentolat. La actividad volcánica se ha desarrollado entre el Terciario Superior y el Cuaternario Reciente. Finalmente, depósitos Cuaternarios recubren todo el espacio de la región, en superposición desde glaciales, fluvio-glaciales, marinos, eólicos del tipo "tephra" y lacustres.

Características geomorfológicas de la zona patagónica

La Patagonia es un verdadero laberinto de montañas, ventisqueros, islas y canales en un eje Norte-Sur estimado en 1.600 km, con anchos que varían entre 300 km en la latitud de la Península de Taitao y el borde oriental andino; sólo 100 km entre Alto Palena y el litoral en el Pacífico y 480 km entre Punta Dungeness, en el extremo oriental del estrecho de Magallanes y la isla Diego de Almagro en el Pacífico. Cubre una superficie aproximada de 272.000 km² (Börgel, 1983).

Al referirnos al término geográfico "Patagonia" o "Cordilleras Patagónicas" hay que hacer algunas distinciones: El primer aspecto es que bajo este concepto se involucran tres regiones, primeramente la sección

meridional de la Región de Los Lagos, entendiendo como tales las zonas de Chiloé insular y continental, desde el Golfo de Ancud al Sur, incluyendo Alto y Bajo Palena y Chaitén. En segundo lugar, toda la Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, y en tercer lugar la Región de Magallanes en toda su parte Norte y Central hasta los cerros Stockes y Daudet, bordeando la cuenca del lago Dickson. La última faja de hielo patagónico, la más meridional se prolongaría al occidente de las Torres del Paine, en dirección al Cerro Balmaceda de 2.035 m.s.n.m. En resumen, la extensión de este territorio en el sentido N-S va desde los 41°50' hasta los 51°30' Latitud Sur (IGM, 1985).

Las sub zonas que se reconocen son: la planicie litoral oeste y sur de Chiloé, la cordillera de la Costa en toda su extensión regional hasta la Península de Taitao, el llano central afectado por tectónica de hundimiento, los altos relieves englaciados occidentales con ríos y fiordos de control tectónico, altos relieves englaciados orientales con ríos y lagos de control tectónicos, ventisqueros patagónicos, relieves patagónicos insulares y la sección norte de la estepa fría magallánica (Börgel, 1983).

El segundo aspecto que es necesario distinguir es la aplicación del término región en oposición o solidariamente con el concepto de zona; para el caso del extremo Austral de Chile. El concepto regional envuelve los aspectos humanos, económicos, sociales y políticos de una parte de este territorio; en consecuencia, al referirnos a la Región de Aysén nos estamos localizando en el área de mayor poblamiento de las cordilleras patagónicas, donde la actividad humana ha intervenido el medioambiente, modificando el territorio en la misma medida que la accesibilidad interna ha permitido a sus habitantes avanzar sobre áreas pioneras. En este sentido, el camino longitudinal austral, más conocido como carretera o ruta austral ha mejorado la conectividad del territorio, penetrando al interior de valles y montañas de difícil acceso.

Augusto Grosse Icler, explorador de la Patagonia ha aportado mucho conocimiento a esta región, creada bajo el nombre de Provincia de Aysén el año 1928, con aproximadamente 103.000 km² y que hasta hace pocos años atrás, mediados del siglo XX aparecía en los mapas y cartas topográficas como "territorio inexplorado". De acuerdo a las consideraciones de este autor, se distinguen cuatro zonas interiores: a) la zona occidental con miles de islas deshabitadas, b) la zona pluvial que se eleva desde el litoral hasta los 1.200 metros de altitud cubierta de bosques impenetrables, con 60 km de ancho y 3.000 mm de precipitación, c) la zona de los parques al interior recorrida por el Camino Longitudinal Austral donde se

ha consolidado la colonización a través de una red de pequeños poblados; es el caso de Las Juntas, Cisnes, Coyhaique, y d) la Pampa semiárida al oriente, colindante con la línea de frontera con Argentina, donde esta aridez se acentúa (Grosse, 1982).

Si bien es cierto el concepto regional lleva a consideraciones más humanas que físicas como discusión geográfica y sobre lo cual volveremos más adelante, la zonalidad de las cordilleras patagónicas se puede expresar de dos formas: la zonalidad a partir del factor climático y la azonalidad derivada de la constitución del relieve. La zonalidad climática es seca y gradualmente fría en el sentido Norte-Sur; en cambio en el eje Oeste-Este la zonalidad se mueve de extremos húmedos y lluviosos en el litoral, disminuyendo gradualmente hacia el interior a una extrema sequía. En el concepto de zonalidad se incluye el viento, ya que la acción del Alisio del Sur-Este no sólo tiene una valoración térmica por la acción del ventilador polar antártico, sino por la función mecánica al actuar como desmantelador de superficies desprotegidas de vegetación, acentuando la exhumación de sustratos pétreos del postglacial, por arrastre de las débiles cubiertas de cenizas volcánicas Holocénicas.

Por otra parte, la acción eólica del Contralisio proveniente del Noroeste y Bravos del Oeste, ventila la vertiente occidental de glaciares y ventisqueros patagónicos, pero al descender hacia el Este, afecta el flanco oriental de dichas cordilleras por efecto adiabático (efecto Föhn), lo que se ha materializado las últimas dos décadas en una acentuada pérdida de masa glacial en el borde sotavento de dichas cordilleras.

Siguiendo este mismo razonamiento dinámico de la geomorfología zonal, la azonalidad se presenta bajo dos aspectos: la tectostática y la tectogénesis. La tectostática, referida a las características estructurales de las rocas, su disposición estratigráfica y sus compuestos minerales indican que, a partir de la fosa geosinclinal de Magallanes, el ordenamiento y

evolución del relieve, muestra un desarrollo consistente con el tipo de erosión diferencial, característico de la acción mecánica del clima con fuerte fragmentación de las rocas y abundante arrastre de sólidos por los sistemas hídricos de la región. La tectogénesis es más interesante, ya que un territorio que desde hace 15.000 años a la fecha presenta antecedentes ligados al hielo en constante retroceso, desde Valdivia por el norte hasta la isla de Los Estados por el sur, debe estar experimentando un levantamiento isostático equivalente al volumen de hielo perdido en los últimos milenios (Hollin-Shilling, s/f). Lamentablemente se carece de investigaciones sobre estas respuestas de la corteza terrestre, pero de acuerdo a la literatura geográfica internacional, Escandinavia se habría levantado alrededor de 110 metros desde el año 7400 A.C. a la fecha (Zeuner, 1956).

La situación de Patagonia es más controvertida que la de Escandinavia debido a que la tectónica de bloques en la zona austral, de acuerdo a lo observado en Isla Magdalena en Puerto Cisnes, sería de basculamiento de los bloques, por lo cual el efecto compensatorio de tipo eustático es difícil de calcular (Börgel, 1979). De acuerdo a las perforaciones realizadas por ENAP en Magallanes, se establece en un corte esquemático de un pozo productor los siguientes estratos de arriba hacia abajo: desde la superficie hasta cerca de 150 metros de profundidad material glacial, hasta 700 metros arenisca con agua artesiana, luego mantos de carbón en débil estrato; siguen arcillas y areniscas en el techo de los 700 metros y en la base hasta los 2.300 metros solamente arcillas, finalmente las arcillas Springhill de edad Cretácica con yacimiento (ENAP, 1952). Esta información tiene importancia para la zona patagónica situada más al norte del Estrecho de Magallanes, donde los depósitos de material glacial tienen menor espesor, lo que acusa una activa erosión derivada del supuesto levantamiento de la corteza terrestre.

A los aspectos zonales y azonales, debe agregarse la polizonalidad, proceso donde se inscriben las aguas superficiales y el rol geomorfológico que estas tienen. En efecto, las acciones mecánicas que el clima impone en estas zonas frías, con más de ocho meses promediando los 10 °C, es característico sólo de estos territorios australes.

Por otra parte, en las fajas ombrotérmicas de orientación Oeste-Este, se observa la disminución de precipitación hacia el Este, a la vez que aumentan las temperaturas. Lo anterior impacta en el escurrimiento de los ríos con fuerte fragmentación mecánica de las rocas en los cursos superiores; es decir en la faja oriental, hay una mayor carga sólida que en el sector cercano al Pacífico, provocando un desequilibrio en el perfil longitudinal por la abundante pluviometría de la zona. Rápidos y turbulencia caracterizan el desplazamiento violento de las aguas en sus tramos finales. Esta situación debe alertar la instalación de centrales hidroeléctricas en la sección inferior de los ríos patagónicos, sobre todo si éstas son de gran tamaño, ya que experimentarán una prematura colmatación por sedimentos aguas arriba y efectos mecánicos de ola por rupturas de lagunas colgantes, en el curso medio de estos ríos.

De todos los procesos geomorfológicos que se han mencionado, el viento es el que afecta con mayor energía la superficie de la zona patagónica y esto se relaciona con la permanencia del bosque nativo, el cual, si bien no se nutre de este suelo carente de fósforo y nitrógeno (Contreras et al., 1974), tiene un rol mecánico como sustentador de la capa superficial; aquellas zonas donde la vegetación ha sido quemada, como es el caso del valle Emperador Guillermo, vecino a la ciudad de Coyhaique, la superficie constituida por cenizas volcánicas y limos glacialacustres ha desaparecido, levantada por la actividad eólica. La fragilidad de la superficie es tal, que por exhumación en poco tiempo aparecen los rodados glacialfluviales del post glacial, limos, arcillas y cenizas volcánicas antiguas.

Los grandes procesos geomorfológicos de la Patagonia chilena

Temas importantes que se vinculan con la geomorfología son el volcanismo y las glaciaciones. Respecto del primero, fue Väinö Auer el investigador que realizó las tareas más extendidas en espacio y tiempo en Patagonia, describiendo lo que él llamó las "tephra" o capas de cenizas que cubrían los rodados y rocas abandonadas por el hielo, en su retroceso hacia las vertientes Atlántica y del Pacífico. Los trabajos de este investigador finlandés se realizaron en varias etapas: entre 1937-38 y 1947-53 y 1957; dos publicaciones, la primera en 1958 y la segunda en 1965 dan cuenta de los resultados con un total de 400 páginas, abundantes croquis, fotografías, cartas y mapas que ilustran el paisaje y el ambiente de una naturaleza salvaje prácticamente inexplorada en ese tiempo (Auer, 1965).

En esta obra se refiere a las migraciones de flora Antártica y Subantártica, encontrada por investigadores nacionales como Gualterio Looser, Rudolfo Amando Philippi y Carlos Reiche, en latitudes tan bajas como la Cordillera Pelada en las cercanías de Valdivia, al Sur de Corral. Aunque la obra escrita cubre más de los tomos indicados, es importante señalar que los resultados responden a correlaciones climáticas, de vegetación, niveles marinos y volcanismo. Auer divide el post glacial en cuatro etapas o secuencias cronológicas, separadas por erupciones volcánicas, indicando que la actividad volcánica en el post glacial fue rítmica. En consecuencia los estratos volcánicos forman la base de la historia botánica en la región. Del mismo modo, concluye que los límites marginales de la estepa y el bosque, siguen la misma dirección que adoptan las isotermas y las isoyetas.

Actualmente la actividad volcánica en la región de Aysén se ha hecho presente, con la erupción del volcán Chaitén situado al Noreste de la localidad del mismo nombre y ocurrida en la madrugada del 2 de mayo de 2008. La erupción estuvo precedida por

más de 60 sismos y en un principio se atribuyó la erupción al volcán Michimahuida, cercano al Chaitén. La ruta terrestre Chaitén - Alto Palena - Futaleufú, recorre varios sectores interiores donde abundan potentes capas de cenizas volcánicas, razón por la cual es posible, que la recurrencia histórica de este volcán esté en lapsos de tiempo, estimados en más de 100 o 200 años de intervalo. La erupción continuaba a intervalos irregulares en abril de 2009, modificando la geografía local, obstruyendo sistemas de drenaje, expulsando a sus habitantes, cortando la ruta Austral.

Desde el punto de vista geomorfológico, las cenizas volcánicas han sido desde el Cuaternario a la fecha, la materia prima que ha permitido formar suelo, sepultando rocas y detritos desde la época glacial. Por otra parte, las erupciones del Volcán Hudson, si bien afectan con la expulsión de cloro a la capa de ozono, destruyendo los enlaces moleculares, en otro aspecto abonan los campos de pastoreo, fertilizando las praderas naturales de la región.

Varios investigadores, a partir de Väinö Auer han demostrado la aparición y expansión de los bosques de nothofagus (roble, raulí, lenga, coigüe, ñirre), desde su origen hace 66 millones de años en un puente terrestre que unía Antártica con Sudamérica, cuando la actual zona polar era una cálida y verde faja boscosa (Leppe, 2013).

Estrechamente ligado al volcanismo, se desarrollan las glaciaciones, ya sea intercalándose como procesos bien individualizados o superponiéndose una con otra. Esta última forma de coalescencia de dos procesos no es desconocida en la zona andina, existiendo muchos testimonios antiguos y recientes que ilustran este tipo de fenómeno. Cabe recordar el aluvión que se descargó el día domingo 29 de noviembre de 1987 en el río Colorado, afluente del río Maipo. Los estudios posteriores señalaron una corre-

lación espacial entre el Volcán Tupungatito y cubiertas de hielo sobre los 5.000 metros de altitud (Börgel, 1988). Entre los sucesos antiguos, en la cuenca del río Maipo, durante el Cuaternario, la glaciación Riss fue afectada en su etapa culminante por paroxismo volcánico desplazando con características de lahar, grandes volúmenes de material fluvioglacial que llegaron hasta la cuenca de Santiago. A esto siguieron abundantes emisiones de cenizas volcánicas que

han recubierto las granulometrías mayores del lahar (Tricart et al., 1965).

En Patagonia no existen evidencias de glaciaciones con compromiso volcánico y Jean Tricart ha sugerido que la morfología del hielo patagónico correspondería a una "calota glacial", tanto por la forma que tiene la acumulación de hielo, como por la fragmentación del relieve bajo el hielo; siendo de menor tamaño que un inlandsis (Börgel, 1994).

Límites y fronteras patagónicas

El conocimiento del hielo patagónico se ha logrado por la contribución de muchos exploradores, científicos, alpinistas y viajeros que han sido seducidos por la extraordinaria belleza de estos desolados parajes australes. Algunos dejaron publicaciones importantes, otras notas científicas incluyendo fotografías, cartografía, entre otros. En orden alfabético se pueden mencionar a A.M. de Agostini (1945), M. Aniya (1985-19992), M. Bertone (1960), C. Caldenius (1932), C.M. Clapperton (1993), C.J. Heusser (1984), L. Lliboutry (1956), C. Marangunic (1964), J. Mercer (1970), C. Nakajima (1987), R. Naruse (1990), S.G.H. Philander (1990), E. Shipton (1963), H.W. Tilman (1957), C.R. Warren (1992). Desde la década de los '90 figura la preocupación fundamental por el estudio de las variaciones que han experimentado los glaciares, en términos de retroceso o avance. Utilizando métodos de detección remota se han observado 48 glaciares en el Campo de Hielo Sur, diferenciando aquellos que desembocan en fiordos o en lagos proglaciares. En los últimos 50 años son más los glaciares que retroceden que aquellos que permanecen o avanzan. El glaciar O'Higgins es el que más pérdida de masa ha experimentado; por el contrario, el glaciar Pío XI ha avanzado 288 metros; el glaciar Moreno ha aumentado en 4,1 Km² su superficie.

El conocimiento de Patagonia se inició con Hans Steffen, contratado en 1889 para ejercer docencia en el Instituto Pedagógico y organizar la carrera de Historia y Geografía. Su formación como naturalista le permitió posteriormente dedicarse a la exploración de las cordilleras patagónicas, tierra inexplorada en esos años. Entre 1892 y 1902 realizó nueve viajes a la región, seis de ellos por encargo del gobierno para solucionar situaciones hidrográficas y preparar la futura demarcación de límites con Argentina. Relieve, hidrografía y vegetación fueron los temas abordados por Steffen y sus resultados están en la obra publicada en dos tomos, el primero en 1944 y el segundo en 1948. El autor tuvo arduas discusiones con el perito Moreno sobre la delimitación de la zona; el conocimiento de la geología le permitió a Steffen demostrar que no era fácil trazar una línea de altas cumbres con clara orientación Norte-Sur. Demostró que lenguas del basamento argentino entran al Oeste en forma de digitaciones mayores y, por el contrario, rocas del plegamiento andino se derraman como mantos de corrimiento sobre dicha plataforma, penetrando al Este. En otro de sus argumentos señala Steffen, como antigüedades relativas de las estructuras ya que, la plataforma argentina es parte del cratógeno o escudo anterior a la formación del geosinclinal que dio origen a las cordilleras pata-

gónicas (Börgel, 1989). Posteriormente, Luis Lliboutry (1952), profesor de la Universidad de Chile publica una obra basada en las expediciones realizadas con otros compañeros a la zona del cerro Fitz Roy al Norte del lago Viedma. Mediante la instalación de estaciones trigonométricas se determina ubicación de los cerros, sus alturas, ubicación de lagunas y ventisqueros y se otorga nombre a los accidentes geográficos; es una gran contribución, dada la confusión del relieve y donde la geometría de unos es parecida a la de otros cerros. También estudia el movimiento de los hielos, la vegetación y las estructuras de stocks; a ello agrega observaciones sobre el viento, precipitaciones, temperatura, entre otros.

En las investigaciones glaciológicas se han empleado diferentes métodos con el objeto de establecer cronologías, es así como Heusser empleó la dendrología, analizando no sólo los anillos de los árboles milenarios, sino más bien, las deformaciones de los troncos. Consideraba que cuando el hielo penetraba en un bosque, el último avance quedaba grabado en los troncos, por presión mecánica que el hielo habría provocado en la fase de crecimiento del árbol. Mercer (1970) aplica métodos ligados al clima, identificando cordones morrénicos y los complejos estadales por re avances del hielo, situación que complica establecer una cronología más expedita. En el borde oriental la edad del hielo es 12.500 años B.P. y en occidente 11.000 B.P. y más chicos que hoy. Habría que ensayar una correlación no sólo con el clima, sino también con la tectónica y los procesos eustáticos, sin dejar de mencionar una tercera intervención: el volcanismo. Si se pudiera identificar la dirección y potencia del basculamiento de bloques, habría una causal para identificar las tendencias del escurrimiento del hielo, velocidad y dirección de éste, entre otros.

A pesar de los esfuerzos, hay un conocimiento del área englaciada de Patagonia que requiere más atención de los científicos. Los Campos de Hielo

Norte y Sur, son una gran reserva de agua para un futuro planeta que necesitará mayor cantidad de recursos hídricos. De las antiguas expediciones con fines de reconocimiento se destaca la realizada por el Dr. Federico Reichert y tres chilenos en el Campo de Hielo Norte. Se efectuó entre los meses de enero a marzo de 1940, iniciándose la penetración desde la laguna San Rafael, siguiendo en ascenso al monte San Valentín de 4.085 metros de altitud, alcanzaba la cumbre, la expedición desciende en skies al borde oriental, recorriendo varios sectores de hielo continental (Reichert, s/f).

Para los estudios de delimitación de fronteras, se hacía referencia con mayor fuerza al término "Cordilleras Patagónicas". El concepto "Campos de Hielo" surgió para localizar con mayor precisión, las dos calotas de hielo, una en el sector norte y otra en el sector sur; separadas por el estrecho Baker el cual se divide en tres brazos, al norte, sur y centro, penetrando al este hacia la desembocadura del río Bravo; de este modo no hay puente continental entre ambos campos de hielo: sólo brazos de mar, fiordos y anchos y profundos valles fluviales. La calota glacial norte derrama hacia el Pacífico seis glaciares, a saber de Norte a Sur: Glaciar Reichert, Gualas, San Rafael, San Quintín, Benito y Steffen; hacia la vertiente oriental, caen los glaciares: Grosse, Fiero, Leones, Soler, Nef, Cachet, Colonia, Arco, Glaciar Pared Norte, Glaciar Pared Sur y Glaciar Piscis. Dos elevaciones emergen de esta calota glacial norte; en el borde nororiental de la calota se yergue el monte San Valentín con 3.900 msnm sobre el nivel del mar y en el extremo sur del Cerro Arenales con 3.365 msnm sobre el nivel del mar (Naruse & Aniyia, 1992).

En la calota glacial sur hacia la vertiente del Pacífico derraman los glaciares Jorge Montt, Ofhidro, Bernardo, Témpano, Occidental Hammic, Greve, Pío XI o Brüggén, Glaciar Hps-10, Asia y Amalia; hacia el oriente derraman los glaciares Oriental, O'Higgins, Viedma, Upsala, Moreno, Frías, Dickson, Grey y Tyn-

dall. De la calota glacial sur emergen sobre el hielo numerosos picachos, el monte Fitz-Roy, monte Murrallón, Torres del Paine, etc. Como ha quedado mencionado en párrafos anteriores, la fragmentación de los cordones de relieve bajo y sobre el hielo no hace posible una clara delimitación de la frontera, ya sea sobre el principio de altas cumbres, divisoria de aguas o ambas en forma complementaria.

Desde el punto de vista geomorfológico al observar un mapa físico de la zona, resaltan cuatro accidentes: pasos o portezuelos que comunican sectores aislados, masas de hielo y aguas con escorrentía hacia el Pacífico, hielos y aguas con escorrentía hacia el Atlántico y, hielos y aguas sin salida hacia el océano, endorreicas de nivel de base lagunar. De acuerdo a estos accidentes deberían reconocerse en la calota glacial tres tipos de divisoria de aguas: divisoria no interoceánica; divisoria interoceánica no coincidente con altos relieves y divisoria de aguas coincidente con altos relieves. Además, se detectan siguiendo las curvas de nivel, umbrales glaciales bajo el hielo con difluencias glaciales, depresiones profundas, probables lagos o lagunas bajo el hielo. Sólo mediante acuciosas investigaciones geofísicas y apoyadas en métodos de teledetección se puede lograr una cartografía real del relieve, bajo la calota de hielo.

Los problemas de límite tienen variado origen. En el caso de Chile con sus países vecinos la causal es la misma que han debido soportar otras regiones de América siendo colonias de España; territorios como el llamado "despoblado de Atacama" o la "trapananda" refiriéndome a los dos extremos de nuestro territorio, fueron la herencia de los virreinos; es el mejor ejemplo del encuentro entre la Historia y la Geografía. Los hechos históricos perturban la realidad geográfica, en la misma medida que la ocupación de un territorio vacío adquiere valor económico, cuando el ser humano ingresa en él. Así ocurrió con el Far west, con Alaska, el Congo, Atacama y Patagonia.

En los temas limítrofes hay dos componentes principales: lo jurídico y lo geográfico; en el primero hay documentación histórica y compromisos adquiridos por el país a través de acuerdos entre gobiernos; en el segundo, está el territorio en disputa con todos sus componentes geomorfológicos.

En la disputa con Argentina por la delimitación en la zona de Alto Palena, el trazado del límite debía considerar dos accidentes geográficos: un cerro llamado Pico Virgen y un río llamado Encuentro. Cuando Hans Steffen estuvo en el Hito 16 señalado como punto del río Encuentro, sólo faltaba conocer si dicho río tenía como nacientes el llamado Pico Virgen. Examinando las piedras arrastradas por el río, su identidad petrográfica, su grado de redondeamiento y la granulometría, se hizo un seguimiento por el vado del río hasta llegar al pie del cerro homónimo, lo cual demostraba que ese era el límite que necesitaba el tribunal en Londres, presidido por Lord McNair para dar sentencia (1961). El estudio realizado en terreno por geógrafos chilenos fue presentado en Inglaterra por el profesor Beckinsale, R. P. geomorfólogo inglés de la Universidad de Oxford, siendo la primera vez en la historia de la diplomacia que un argumento geomorfológico echaba luz sobre un contexto jurídico.

Esta anécdota revela que para dar solución a situaciones limítrofes, como a cualquier problema de orden territorial es indispensable conocer el territorio profundizando el conocimiento del medio y el ambiente (Chorley et al., 1964). En el caso de Chile, la geometría del territorio, un hinterland montañoso, un litoral despoblado, con extremos desérticos en el norte y hielos en el sur, situado en la zona de colisión de dos grandes placas tectónicas, con un muro andino a la espalda y la mayor cuenca oceánica del planeta al frente, es un espacio geográfico que requiere un exigente análisis para lograr un desarrollo que sustente sus riquezas naturales para las generaciones de ahora y del futuro.

El medio geográfico patagónico y las condiciones ambientales

El impacto humano en la región se inició con la introducción de la actividad ganadera, estimulada hacia 1920 por el Estado, invitando a la ocupación de tierras para establecer población, desarrollar económicamente la región y generar infraestructura de comunicaciones. Tanto Patagonia como zona y Aysén como región presentan una dualidad conceptual, que el territorio refleja en su ocupación y reconocimiento. A esta invitación concurren tres compañías ganaderas: Estancia Industrial de Aysén, Estancia Río Backer y Estancia Cisnes, las que se asentaron en homónimos lugares para reproducir ovejas y construir caminos entre la costa y el interior del territorio (Ovalle, 1982). Después de la fundación de Aysén, al año siguiente en 1929, se funda Coyhaique, originalmente llamada Baquedano; estas dos ciudades fueron pioneras en términos urbanos y al poco tiempo estaban conectadas por camino ripiado.

Hacia 1932 se exploró la cuenca del río Cisnes, ya que ésta es la comunicación natural entre el océano Pacífico y la vertiente oriental sobre la Pampa Argentina; sin embargo, sólo en la década del 70 se levanta el poblado de Puerto Cisnes en el borde del canal Puyuhuapi, constituyéndose en un importante nexo del Camino Longitudinal Austral. En igual fecha se establecen comunicaciones terrestres entre Puerto Ibáñez y el Lago General Carrera y hacia el norte Chaitén en la costa y Alto Palena y Futaleufú quedan unidos por tierra. Hacia fines de la década del '70 sólo 70.000 habitantes poblaban la región de Aysén en un territorio equivalente en superficie a Bélgica, Holanda y Dinamarca que en total albergaban más de 24 millones de habitantes. Sin embargo, hay que considerar que de los 10 millones de hectáreas que comprende la Región de Aysén sólo 1 millón tiene potencial de aprovechamiento agropecuario, en paños dispersos en la parte interior del continente y con escasa conectividad entre cada centro de

explotación. Hacia 1979, los estudios realizados por geógrafos en CONARA, organismo creado en la época, tuvo como objetivo establecer en el menor plazo posible la conectividad interna de la región. Así surge el proyecto denominado "Camino Longitudinal Austral", proceso que se inicia mediante sendas de penetración al interior de bosques milenarios, pantanos y roqueríos en relieves de montañas (ENAP, 1952).

Respecto de las zonas pantanosas, estas cumplen un rol geomorfológico importante, ya que, constituyen los residuos finales en el tránsito de aguas glaciales y glacifluviales en áreas deprimidas del relieve. Ocupan una cifra cercana al 10% del total de hectáreas destinadas a actividad agropecuaria: 92.997,27 ha de las cuales 21.690,2 ha están bajo dominio de propiedad fiscal (Börgel et al., 1992). Las áreas de pantano conocidas como "Mallines" en Patagonia, pueden ser objeto de saneamiento como lo demuestran estudios aplicados por la Estación Experimental Remehue de Osorno en la Región de Los Lagos, y aplicados sobre suelos del tipo "ñadi". Mediante técnicas de manejo y fertilización se obtienen entre cuatro a siete mil kilos de materia seca por hectárea, producción de carne estimada entre 390 a 520 kilos por hectárea, con una carga animal del orden de 3 a 3,3 animales por hectárea.

La Geografía y los geógrafos trabajan para promover el ordenamiento ambiental y en el caso de las zonas pantanosas de Patagonia, existen las condiciones para la conversión de tierras malas en áreas productivas, estimulando la colonización de tierras fiscales. Corregir las zonas de pantano contribuye a mejorar el ambiente, ya que de no hacerlo la región se expone a un aumento del gas metano, el cual tiene propiedades más efectivas que el CO₂ como gas invernadero. Las consecuencias sobre el ambiente son impredecibles, pero seguramente habrá una acele-

ración en la destrucción de glaciares y ventisqueros y una aridez progresiva en toda la región.

La geomorfología está directamente involucrada con la actividad humana, demostrando que el hombre es un factor modificador del medioambiente: alterando el medio definido como el conjunto de factores físicos que posee un territorio, pero también modificando el ambiente, factor sistémico que define las energías que se descargan sobre el medio. Como principio sistémico, la agradación o degradación de un medio físico, como es Patagonia, va a depender de la valoración que adquieran energías como la radiación ultravioleta, relacionada con la estabilidad de la capa de ozono, de la actividad del viento como energía eólica empobreciendo la cubierta superficial, despojándola del suelo orgánico, del control de la energía hidráulica transportada por ríos, aún primigenios, entre otros. A diferencia de otras disciplinas, como la geofísica o la geología, la geomorfología sólo se ocupa de la superficie del planeta, como espacio físico de colisión entre las fuerzas endógenas y exógenas estableciendo entre ellas, correlaciones e interrelaciones que definen el grado de equilibrio del territorio para soportar una intervención en armonía con ese estado de biostasia.

En Chile se requieren urgentes estudios sobre Geografía de la Salud, ya que hay enfermedades que son endémicas a nivel regional y algunas se circunscriben a pequeñas cuencas hidrográficas o a determinados relieves con petrografías desconocidas. En la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo habría una correlación entre el Cordón Férreo y dolencias gástricas por el arrastre de las aguas locales con minerales ferromagnesianos; en esta área, cercana a la localidad de Cisnes, parte importante de la población padece de cirrosis, atribuida erróneamente a la ingesta de vino. En otras zonas vecinas al Valle Emperador Guillermo, cercano a Coyhaique hay contaminación derivada del arrastre por las aguas de cenizas volcánicas conteniendo sílice. En Coyhaique mismo, como ciudad, el uso de leña en las activida-

des domésticas agrava un tipo de contaminación intra domiciliaria. En general, la aspersión eólica es en toda la región, lo cual afecta las vías respiratorias de la población rural. Paralelamente la explotación de la madera ha exhumado de los estratos superficiales, cantidades importantes de cineritas, eliminando la posibilidad de regenerar vegetación nativa, como es el caso de cipreses, lingue, tepú, mañío, tepa, ñirres, lengas, etc, especies que han sido objeto de indiscriminada explotación. La regeneración de árboles nativos es difícil en Patagonia debido a que las condiciones de fertilidad del suelo no son las mismas que durante el Cuaternario; la química básica para las especies nativas descansa en la existencia de nitrógeno y fósforo en el suelo.

Otro aspecto se refiere a la radiación ultravioleta, que afecta en el litoral a las algas marinas energizando procesos vinculados a la marea roja. Lo anterior, relacionado a la capa de ozono y su mayor actividad registrada a partir del mes de septiembre de cada año. Además de afectar al hombre, animales y vegetación, la radiación impacta el balance glacial ya que la radiación de onda corta tiene un factor de penetración muy profundo en el cuerpo del glaciar. Secundariamente perturba el proceso de autocatalisis que protege la superficie del hielo, generando una irreversible pérdida de agua en la región, por ablación de estas superficies (Börgel, 1969).

Finalmente hay que prevenir la construcción de grandes centrales hidroeléctricas en consideración al precario equilibrio morfoclimático de la zona, pero más que eso, por el sistema de transmisión y los efectos electromagnéticos que se producen al instalarse sobre rocas graníticas. Estas rocas emiten por degradación natural, gas radón el cual bajo la actividad mencionada, se transforma en polonio, causal de cáncer al pulmón (Börgel, 1969).

Patagonia para su desarrollo necesita estar dotada de energía para que le permita auto sustentarse y no ser dependiente de proveedores lejanos, con costos

adicionales, tanto internos como de sus vecinos más cercanos. Lo anterior reafirma la valoración como integrantes de una nación a la cual pertenece esta región. La salud ambiental se relaciona estrechamente con las energías naturales que posee la Tierra; de acuerdo a esta premisa, hay que destacar en Patagonia la presencia de a lo menos cuatro tipos; a saber: energía hídrica, eólica, mareomotriz y geotermal.

La energía hídrica tiene sus inconvenientes cuando esta se refiere a la hidroelectricidad; razones han sido dadas en este escrito y se vinculan con el carácter primigenio de los ríos, con procesos geomorfológicos cercanos al postglacial, con perfiles de desarrollo aún incompletos. Lo anterior vale para la instalación de represas en cuencas hidrográficas de gran tamaño, donde la inestabilidad morfoclimática de la zona, implica posibilidades de desastres, incluyendo la propia represa. Sin embargo, pequeñas centrales, explotando cuencas de un tamaño equivalente a algunos afluentes de cuencas mayores, no tendrían impacto porque el sistema de vigilancia, ante rupturas súbitas de lagunas colgantes o morrenas locales, estaría anticipando dichos eventos.

Reflexiones finales

Hemos observado en el desarrollo de este ensayo que es necesario distinguir entre los conceptos de región y zona, de tal modo que, en particular el territorio patagónico es uno de los pocos en Chile que presenta esta dualidad geográfica. Dicho en otros términos, en Patagonia hay dos territorios: uno, es el espacio geográfico de las calotas de hielo, libre de ocupación humana, carente de vida animal y vegetal, poseedor de un gran potencial en recursos hídricos y sometido al libre juego de los agentes naturales. El otro territorio ha sido objeto de la colonización, primero estimulada por el Estado otorgando tierras fiscales, luego afianzando soberanía median-

La idea de construir mini centrales para generar energía a determinados sectores productivos de la zona, tendrá un menor impacto que, grandes centrales con objetivos transregionales, como es el caso del proyecto Hidroaysén. Con las mini centrales se reduce el problema de instalar torres de alta tensión, cuyos efectos electromagnéticos dañan la salud de las personas que viven sobre superficies de rocas graníticas.

Respecto de la energía eólica, Patagonia se caracteriza por abundantes vientos, provenientes del SE (alisios) y NW (contra alisios o bravos del Oeste) lo cual, siendo vientos constantes, favorece una producción de energía satisfactoria para la región. La energía extraída de los movimientos de marea están presentes en los fiordos de la región; al interior del fiordo Andrés, he observado velocidades de hasta 15/km/hora en los períodos de bajamar - altamar. Finalmente la energía geotermal está identificada en toda el área Liquiñe-Ofqui. El área Puyuhuapi ha sido dispuesta como centro de explotación turística, en base a la surgencia de aguas con temperaturas sobre los 45°C.

te una infraestructura de servicios, transporte y comunicaciones. El primero es una zona geográfica; el segundo es una región geográfica, pero finalmente el territorio es uno sólo. Esta dualidad conceptual zona-región es el desafío que tienen los geógrafos para emprender la tarea por el ordenamiento del territorio: primero reconocer las aptitudes y limitaciones naturales del espacio geográfico y sólo después, proyectar una intervención controlada y planificada del medio natural. Se trata de dos medios geográficos, uno con ambientes en proceso de deterioro antrópico; el otro, natural, según las reglas de la naturaleza.

El desafío para este territorio es identificar la identidad de las energías que se están descargando, en cada caso, evitando que estas culminen en un nivel de desastre. Patagonia sigue siendo un territorio desconocido y aunque estamos a 100 años de los primeros seres humanos que se aventuraron a explorar este espacio, no existe un proyecto nacional sobre este medio ambiente.

Desde el punto de vista de la naturaleza, Patagonia tiene un precario equilibrio; se trata de un paisaje primigenio, agresivo en sus agentes y procesos. La penetración humana en estos espacios debe ser muy cuidadosa, ya que la ruptura del orden natural desencadena respuestas imprevisibles. La intervención equivocada o descontrolada de la capa vegetal herbácea, deja al descubierto materia edáfica no consolidada, la que desaparecerá lavada por las llu-

vias o el viento. Patagonia fue exfoliada de recursos sostenibles por ganaderos y madereros de un modo irreversible por codicia e ignorancia de esta dualidad conceptual.

Tengo la convicción como profesor de Geomorfología Aplicada que Patagonia está en el camino sin retorno de convertirse en un territorio desertificado por el ser humano, con un substrato de desertización por su origen glaciovolcánico. Su superficie será como la del planeta Marte cubierta de rocas fragmentadas, piedras y arenas. El único recurso potencial que posee hoy día es el agua. Como dice Jean Tricart (1965): "al entrar en un territorio desconocido, lo primero es identificar el proceso líder; este proceso es el que mantiene el equilibrio natural de un territorio".

Bibliografía

- Aniya, M. et al. (1979). Recent glacier variations in the Southern Patagonia Icefield, South America. *Artic and Alpine Research*. Vol. 29-N1: 1-12.
- Auer, Vaino. (1965). *Wissenschaftliche Ergebnisse der Finnischen Expedition nach Patagonien 1937-1938 und der Finnisch Argentinischen Expeditionen 1947-1953-1957*. Helsinki.
- Börgel, R. et al. (1992) Geografía física y humana de la XI Región de Chile y sus zonas pantanosas: perspectivas de ordenamiento ambiental. *Revista de Geografía Norte Grande*-N°19:105-119.
- Romero, H; Börgel & R; Vio, D. (1983). *Fundamentos Geográficos de Territorio Nacional*. Tomo I Colección Geografía de Chile. IGM: 247.
- Börgel, R. (1979) "Hacia una ética Ecográfica Ambiental - La isla Magdalena". *Revista Universitaria Pontificia Universidad Católica de Chile*. N°2:75-87.
- . (1988). Cajón del río Colorado: un estudio de área de desastre en la cordillera de los Andes Centrales de Chile. SAF.
- . (1994). La calota glacial en el campo de hielos sur (Chile Austral). *Revista de Geografía Norte Grande*-N°21:37-42.
- . (1989). La contribución del Dr. Hans Steffen a los estudios de Geografía Física. *Revista de Geografía Norte Grande*-N°16:33-37.
- . (1969). La conducta de la atmósfera en el marco del ordenamiento natural. Seminario Ozono y Territorio. Instituto de investigaciones del Patrimonio Territorial de Chile-USACH. *Revista IMPATER, Boletín* N°3:33-42.
- Contreras, H. et al. (1974). *Reforestación de la Precordillera Patagónica*. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. Santiago de Chile.
- Chorley, R. J. et al. (1964). *The history of the study of Landforms*. Vol.1. Editado por John Wiley. Londres.
- ENAP. (1952). *Memoria Anual*. Santiago de Chile.
- Fuenzalida, H. (1942). El geosinclinal Andino y el geosinclinal de Magallanes. *Comunicaciones de la escuela de Geología* N°5. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago de Chile.
- Fuenzalida, R. & Etchart, H. (1981). Evidencia de migraciones volcánicas recientes desde la línea de volcanes de la Patagonia Chilena. *Separata*.

- Fuenzalida, H. (1964). "El geosinclinal andino y el geosinclinal de Magallanes" Comunicación de la Escuela de Geología. N° 5 Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Santiago - Chile. Abril, 1964: 27.
- Grosse, A. (1982). Reseña histórica. En: Revista de caminos. Dirección de viabilidad N°146: 13-22. Santiago.
- Hollin-Schilling (s/f). The last great ice sheets. Editado por John Wiley. NY. USA.
- Instituto Geográfico Militar-IGM (1985). Atlas Geográfico de Chile para la educación. Santiago. Chile.
- Leppe, M. (2013). Referencia de prensa del 19 de septiembre de 2013. En: Diario El Mercurio. Santiago de Chile.
- Lliboutry, L. (1952). Estudio cartográfico, geológico y glaciológico de la zona del Fitz Roy. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Serie AN°17. Argentina.
- Mercer, J. (1970). Variations of some patagonian glaciers since the late-glacial II. Instituto de studios polares. Universidad de Ohio. Separata in American Journal of Science. USA.
- Muñoz, J. (1973). Geología de Chile. Editorial Andrés Bello. Santiago. Chile.
- Naruse. & Aniya. (1992). Glaciological Research in Patagonia 1990. Bulletin of glacier research-japanese society of snow and ice.
- Ovalle, I. (1982). El camino longitudinal austral, síntesis de un enfoque geográfico humano. En: Revista de Caminos- Dirección de viabilidad, N°146:40-47. Santiago. Chile.
- Reichert, F. (s/f). Los hielos continentales de la Patagonia. Revista chilena de Historia y Geografía. Tomo LXXXVIII. Santiago de Chile.
- Ruiz, Carlos. (1942). Geología de la provincia de Aisén. Instituto de investigaciones geológicas. Santiago. Chile.
- Steffen, H. (1944). Patagonia Occidental. Vol. I. Ediciones Universidad de Chile. Santiago.
- . (1948). Patagonia occidental Vol. II. Ediciones Universidad de Chile. Santiago.
- Tricart, J. et al. (1965). Geomorphologie et eaux. Souterraines dans le basin de Santiago du Chili. Boletín de la facultad de Letras de Estrasburgo-Francia.
- Zeuner, F. E. (1956). Geocronología. Ediciones Omega. Barcelona.

Fecha de recepción: 16 junio 2014

Fecha de aceptación: 30 diciembre 2014