

# Orografía



Foto de Erico Bianchi

Vista panorámica tomada a 1900 m.s.n.m. desde el Cordón Piltriquitrón Este, mirando hacia el Suroeste. Obsérvense los dos ojos al centro y al fondo: 1. El Brazo del Río Turbio a izquierda y 2. el Brazo Río Puelo a derecha, ambos parte del Lago Puelo, cuya visión es quebrada por el Cerro Currumahuida. Más cerca, a la izquierda vista del Cerro Pirque y a la derecha el valle de Lago Puelo. Al centro el valle de El Hoyo y, a nuestro pié izquierdo de observación, de un azul bien oscuro, el lago Espejo.

[o](#)

## Apariencia del Área de Atrapamiento de Aguas o Cuenca del Lago Puelo

Nuestra cuenca del lago Puelo tiene la forma de una bota, bastante parecida en aspecto a la provincia del Jujuy, pero a la inversa, es decir horizontalmente opuesta.

### Escurrimiento

Las aguas de esta cuenca escurren desde elevaciones con altitudes que rondan entre los 1600 y 2500 m.s.n.m.

### Altas Cumbres

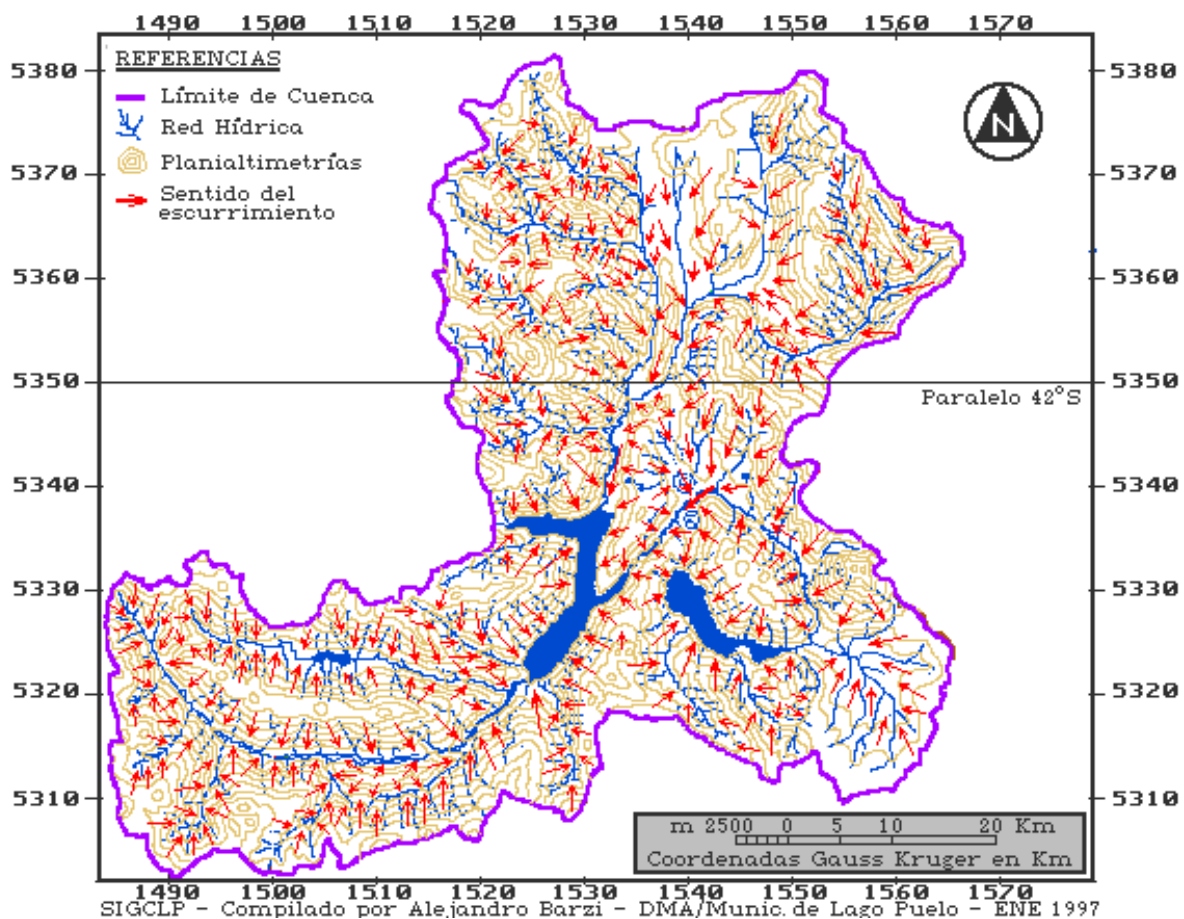
Sus cumbres más altas son el Cerro Tres Picos, al sur del Lago Puelo con unos 2492 m.s.n.m, y el collar de cerros que define el límite internacional con Chile rondando un promedio de 2400 m.s.n.m.

El punto más bajo de la cuenca lo constituye el lago Puelo con una gradiente inicial de entre los 199 y 200 m.s.n.m.

La distribución de los cordones montañosos dentro de esta cuenca definen valles de origen fluvio-glaciar, planos y bajos, entre los 200 y 350 m.s.n.m. de altitud, rodeados de escarpadas pendientes y orientados norte-sur (salvo el del río Turbio, el de La Esperanza y el de Epuyén, cuya orientación es este-oeste).

## ***CUENCA DEL LAGO PUELO***

### Distribución y Orientación del Esguerrimiento Superficial e Hipodérmico



Estos valles tienen extensiones que llegan a los 15 kms, con anchos que no superan los 3 kms, como aquellos donde se asientan las localidades de Lago Puelo, El Bolsón y El Hoyo.

Los macizos que configuran esta región cordillerana, en su devenir geológico han conformado espacios trasmontanos aluvionales y/o morénicos, conteniendo pequeños vallecitos y cordones o sierras, tales como lo son la extensa zona del paraje de Mallín Ahogado, al norte de El Bolsón, y los parajes Las Golondrinas y Cerro El Radal, inmediatamente al Sur del Paralelo 42 pertenecientes al ejido municipal de Lago Puelo.

Debido a la gran diferencia entre cimas y valles, en muchos sitios, las pendientes son altamente escarpadas.

Los principales cordones montañosos, montes y sierras observados desde el valle de El Bolsón son:



Vista del Cerro Plataforma desde el río Turbio

Cortesía Familia de Raúl Solari

Al oeste el Macizo Cordillerano, al sur el cordón Tres Picos, los cerros Plataforma y Derrumbe, , al este los cordones Serrucho, Paleta, Piltriquitrón y Coihue, al centro sureste el cerro Pirque, el cordón Currumahuída al centro sur, la Loma del Medio al centro oeste y al norte la elevación de Loma Atravezada, el cerro Saturnino al centro norte.

## Las Pendientes

Las pendientes constituyen un buen indicador acerca del grado de restricción al que deben someterse los espacios a ocuparse. Existen diversas formas de clasificar las pendientes y, en lo que respecta a nuestra cuenca, conviene la metodología definida por Oltremari et. al, 1980.

(Urzúa Vergara 1992).

Esta metodología permite reclasificar y delimitar las zonas ocupadas por centros urbanos, parques y reservas, y propone separar en cuatro categorías a las pendientes, con sus rangos y restricciones:

### Rangos de Pendiente

Categoría	Porcentaje	Grados
Sin restricción	0 - 5	0 - 3

Con restricciones moderadas	5 - 25	4 - 14
Con fuertes restricciones	25 - 60	15 - 31
Máxima Protección	60 y Superior	Superior a 31

La categoría "sin restricción" corresponde a terrenos planos que, en relación a su grado de inclinación no presentan mayores dificultades en las labores del suelo, pudiendo incluso ararse. Cabría agregar que este tipo de pendiente no constituye tampoco inconvenientes para la proyección y construcción de viviendas y edificios, por presentar tan leve desnivel. Esta categoría sin restricción es la que presentan la mayor parte de los valles bajos trasmontanos y planicies inundables de nuestra cuenca.

Comparando la carta geográfica de las categorías de pendientes con respecto a aquella de distribución poblacional dentro de la cuenca del Lago Puelo podemos comprender que la razón principal que ha incidido en el contrastante "modelo de desarrollo de llanura" que arrastran nuestros asentamientos, con todas las consecuencias que conlleva el hecho de que los llanos de nuestros valles principales son terrazas de inundación de ríos torrenciales de montaña, con enormes, repentinos y fugaces acarrees de material sólido, con veloces e intensas crecidas, corto tiempo de acumulación y drenaje.

Las áreas con pendientes sin restricciones son zonas de depósito de materiales y sedimentos, que por su escasa pendiente, tienden a diquearse con los acarrees, y están sometidas a extensas inundaciones cuando ocurren las crecidas estacionales. Esto en ocasiones extremas, se padece en los valles a gran escala, cuando las aguas de intensas precipitaciones con derretimiento de densas masas níveas en zonas de cuenca alta (crecidas mixtas), convergen sobre los meandrosos y más lentos tributarios de los llanos.

En valles como los nuestros, áreas semifinales del drenaje y acarreo de las cuencas torrenciales con pendientes muy escarpadas y suelos pedregosos, las crecidas como las bajantes se producen a gran velocidad, lo que supone violenta variabilidad con crecidas de punta de gran peligrosidad para los asentamientos humanos costeros.

Tanta puede ser la potencia de nuestros ríos que ni siquiera se recomienda la construcción de palafitos, los que pueden ser fácilmente quebrados y arrastrados por los violentos choques de acarrees de troncos, sauces con raíces y bolones de roca.

Los ríos torrenciales durante las crecidas tienden a acarrear todo tipo de materiales de diferente porte y granulometría, y llegan a transportar con gran fuerza bolones hasta de un metro de diámetro.



Reflejo sobre ventana de Bella Vista - Las Golondrinas

Cortesía Eduardo Nelson Daniel

Resulta difícil comprender como la inmigración de llanura que se fue asentando en la región, conociendo con la experiencia de los años la conducta de éstos ríos, se haya autosometido a las gravísimas consecuencias que puede traer asentarse a sus márgenes.





En nuestros valles bajos, la pendiente media se estima entre un 0.4 y 0.5%. Las corrientes superficiales de los ríos con sus cauces marginales llegan a ocupar la tercera parte de los valles, y en las fotos aéreas se pueden observar rastros de un pasado bastante cercano, que estos han dejado surcando el terreno de lugares opuestos a aquellos por donde hoy fluyen, donde actualmente se radican asentamientos con creciente población.

Todo quien observa con cierto criterio nuestro desarrollo local, advierte el enorme error cometido en el pasado de erigir los centros urbanos sobre los valles productivos adecuados para la agricultura y plenos de un fértil verde, cuya belleza paisajística va progresivamente empobreciéndose con la acumulación de híbridas construcciones y metálicas techumbres.



La categoría “con restricciones moderadas” corresponde a terrenos que deben preferentemente permanecer semi-arbolados o con praderas, cuya utilización puede servir para la producción silvopastoril y para la ganadería. Es la categoría de pendiente ideal en regiones como la nuestra, para la modelación y proyección de poblados, dado a que constituyen sitios con buen drenaje de escorrentía, donde difícilmente ocurran inundaciones por estar alejadas de los cauces principales, y donde el aprovechamiento de la pendiente para la distribución gravitacional de servicios de agua y cloacas puede brindar gran ayuda. En caso de encararse, la proyección para la construcción de viviendas, edificios y planeamiento de poblados deben someterse a normas y condiciones técnicas, tanto ingenieriles como ambientales, principalmente considerando la adecuación del desarrollo a la irregularidad natural del terreno, conformando lo que se denomina “planeamiento paisajístico”. Dicho planeamiento paisajístico para regiones semejantes a la nuestra, se basa no sólo en tender a la elección de estilos afines al paisaje, sino especialmente en establecer criterios tales como: apuntar a que, **“si se formula un planeamiento para un ámbito semiboscoso y con pendiente de moderadas restricciones”**, será conveniente ubicar las casas no sólo a conveniencia del aprovechamiento de la luz solar de cada vivienda, sino tender a encontrar a la vez los sitios menos visibles desde el entorno circundante, evitando de ese modo que la geometría de las

**SECTOR EL BOLSON - LAGO PUELO****CATEGORIA DE PENDIENTES**

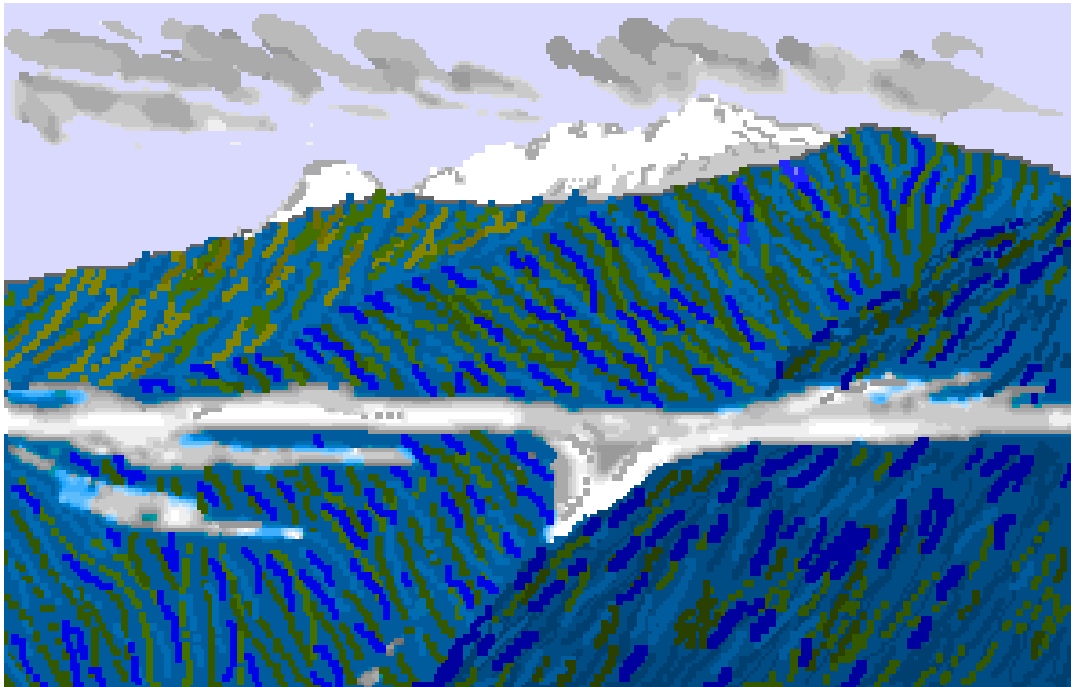
	Rangos de Pendiente	
	Porcentaje	Grados(aprox.)
 Sin Restricciones	0 - 5	0 - 3
 Con Restricciones Moderadas	5 - 25	4 - 14
 Con Fuertes Restricciones	25 - 60	14 - 31
 Protección Máxima	60 y más	más de 31

SIGCLP - Compilado por Jorge Alejandro Barzi  
DMA/Municipalidad de Lago Puelo - Junio 1997



mismas quiebre destacadamente el sinuoso contornear de los faldeos y vallecitos.

Del mismo modo, ante semejantes entornos, es altamente recomendable procurar, una vez debidamente estudiados los suelos para determinar los lugares recomendables donde construir los caminos de acceso, que éstos tengan una traza sinuosa, siguiendo ese contorno natural, negociando extensión por equilibrio, y evitando desde todo ángulo posible, tener que realizar trazas tajantes u ortogonales que corten el quebrado terreno como si fuese plano.



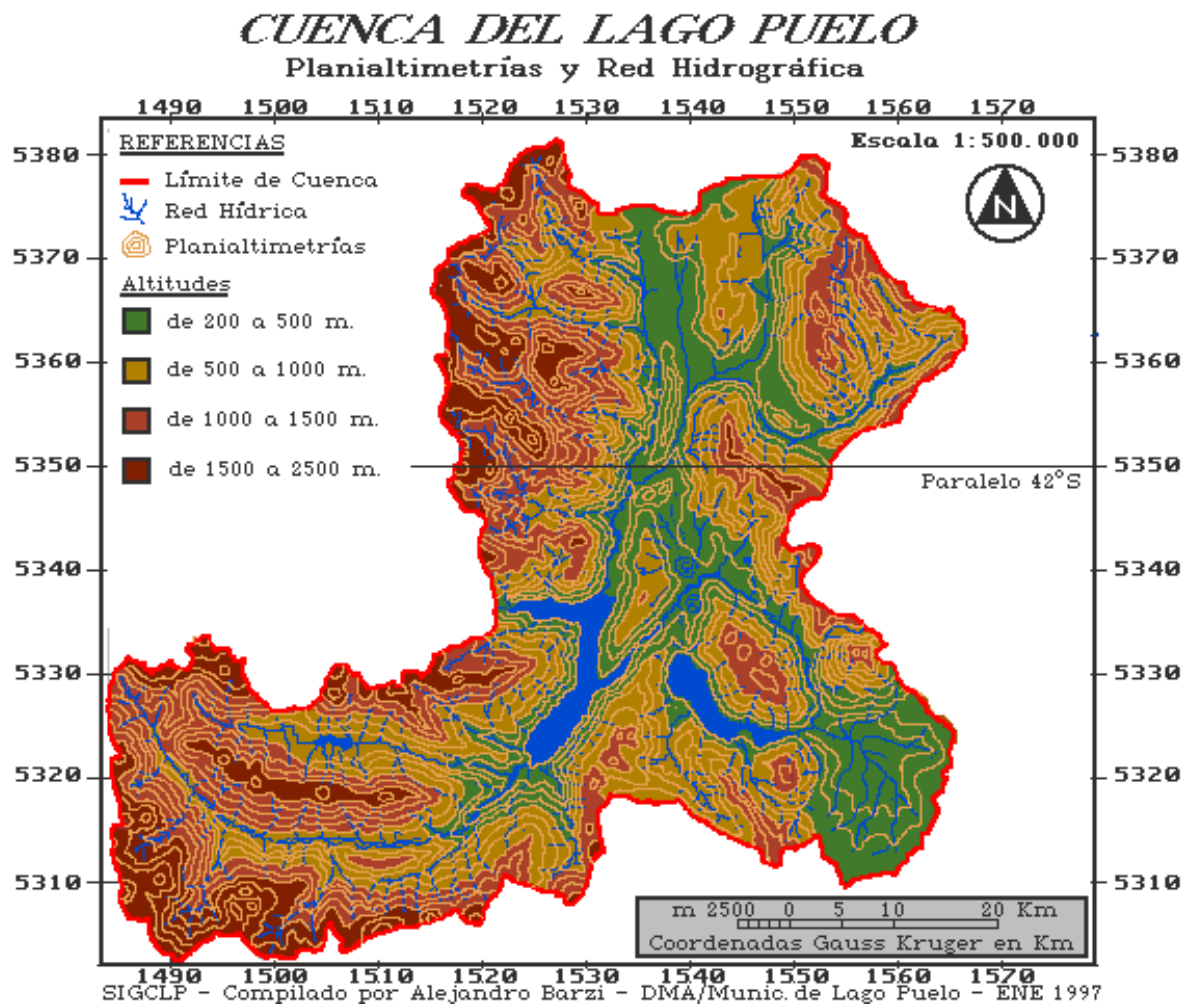
A nuestro entender, éstas deben ser las premisas esenciales en la proyección del planeamiento regional, en relación a la topografía, si es que deseamos que nuestra región mantenga por el mayor término posible, su belleza paisajística.

La categoría “con fuertes restricciones” son terrenos que tienen vegetación natural que sujeta los suelos, fijándolos con el tejido radicular, evitando así la erosión y el consecuente arrastre de material.

En el caso de ser esta vegetación árboles y de abordarla con fines extractivos, es recomendable únicamente ralea los ejemplares sobremaduros que pueden secarse y caer sobre los renovales o ser combustibles. Sin embargo y afortunadamente, la mayor parte de estas pendientes se encuentran en espacios inaccesibles todavía para el hombre, y por lo tanto resultan inexplotables en materia forestal, preservándose así sus condiciones silvestres.

En materia de construcción, este tipo de pendientes supone grandes dificultades técnicas en el anclaje de edificaciones, donde se requiere la previa maquinación de terraplenes y el pilotaje de cimientos. Además, si se encara proyectar sobre zonas semejantes, es menester realizar los estudios geomorfológicos y litológicos pertinentes que permitan determinar con cierta precisión el grado de estabilidad del terreno. Por otro lado la escorrentía superficial e hipodérmica alcanzan gran velocidad con sus consecuencias erosivas sobre el terreno. Estas pendientes por lo general ya presentan afloramientos fracturados de roca madre, muchas veces degradada en su heterogeneidad por el clima y la erosión, constituyéndose en peligrosos despeñaderos aluvionales.

La categoría de “protección máxima” son terrenos en los cuales en lo posible no debiera haber intervención humana. En estos sitios es conveniente la existencia de flora y fauna silvestre por lo que no es aconsejable la presencia de animales domésticos evitando así el daño o alejamiento de la misma. Cabe destacar que en estos terrenos ocurren grandes afloramientos de roca madre con escaso suelo. En caso de requerirse obras de ingeniería, éstas deberán contar con todos los estudios precautorios y con las medidas de máxima protección necesarias.



Entre los aspectos más relevantes de esta región, es de destacar que el recorrido por el río Puelo hacia el lago Puelo Inferior en Chile, a una altitud de sólo 200 m.s.n.m. y con leves diferencias de pendiente, constituye la brecha natural más baja que cruza la cordillera de los Andes, presentando sostenidas condiciones climáticas muy favorables para su tránsito

desde tiempos históricos y prehistóricos.

Porcentajes areales aproximados por categoría de pendientes

<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Area Aproximada (en hectáreas)</b>
Sin restricción	5 %	15.000
Con restricciones moderadas	15 %	45.000
Con fuertes restricciones	50 %	150.000
Máxima Protección	25 %	75.000

## Suelos

Los suelos de la cuenca del lago Puelo son en su mayor parte de origen volcánico. Derivan de sostenida actividad con gran violencia e intensidad de erupciones de volcanes cercanos, ocurridas durante el presente período cuaternario en la región de los Andes Patagónicos, con enormes acarreo aéreo de cenizas.

Cenizas de los volcanes Osorno, Calbuco, Villarrica, Puyehue, Llaima, Hualiaque, Hornopirén y Michimahuída se propagaron por la cuenca del Puelo.

Distribuidos correspondientemente a los accidentes orográficos, en términos generales los suelos de la Cuenca del lago Puelo pueden clasificarse del siguiente modo:

- Rocas Madres Emergentes
- Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas
- Sedimentos Aluviales y Coluviales.
- Humedales o turbales con escasos drenajes.

Los afloramientos rocosos ocupan un 18 % del área manifestándose en las altas cumbres y en aquellas zonas donde las pronunciadas pendientes han impedido el depósito de material volcánico.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas cubren más del 70 % de la superficie.

Suelos sedimentarios se encuentran en lecho de ríos y corresponden aproximadamente al 10% del total.

Los mallines o turberas con suelos planos cóncavos de escaso drenaje cubren apenas el 1 %.

Según el Botánico Paul Seibert en la cuenca del lago Puelo las cenizas volcánicas juegan un rol significativo como material inicial para el desarrollo de los suelos. Estas se presentan en forma de estratos, los que provenientes de una erupción más lejana se hallan deteriorados en su parte superior, cubiertos por los estratos de una siguiente erupción.

Los suelos más deteriorados contienen grandes cantidades de arcilla, poco lixiviado y con un horizonte oscurecido. El deterioro a que han estado sometidos o están sujetos depende de su ubicación. Así los suelos distribuidos en las cadenas montañosas occidentales, con abundancia

de precipitaciones sostenidas, están más deteriorados y lixiviados que aquellos ubicados en el Este. Lógicamente, la pedogénesis aumenta considerablemente en las llanuras respecto de las laderas, debido a la deposición de sedimentos y de material de acarreo.

Los suelos con presencia de horizonte oscuro o Andosoles, comparten con los de horizonte claro, o Regosoles, de estructura granular, resultantes de sucesivos depósitos de cenizas volcánicas más recientes. Pero como por una cuestión puramente mecánica las cenizas no se han depositado en las pendientes más pronunciadas de las cadenas montañosas, los materiales originarios para la conformación de los suelos son los existentes: pizarras de cuarzo y mica, gneis, dioritas y granitos. Estos suelos son poco profundos, pedregosos y presentan un desarrollo incipiente. En muchísimos casos diseminados no existe desarrollo pedogenético alguno, observándose con claridad la libre exposición de la roca madre.

En las zonas bajas de las pendientes donde se acumulan los escombros y en las concavidades inundables de los valles, se encuentran sedimentos y gravas fluviales y coluviales, arenas y limos, presentando un grado de deterioro mayor. Estos suelos son generalmente bastante profundos (hasta 1 m.) lo que hace suponer que las concavidades del valle han sido cubetas de un pasado lago.

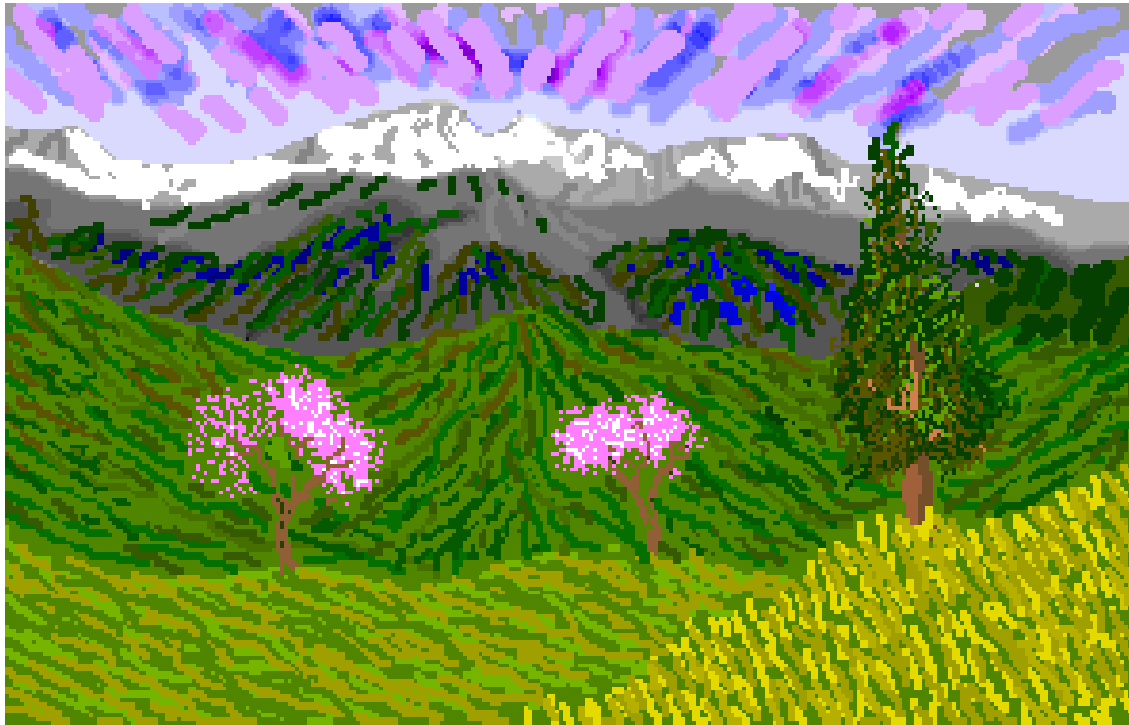
Como consecuencia del deterioro se verifican Cambisoles, con un horizonte B cubierto por un horizonte superficial rico en materia orgánica y con cierta tendencia a la acidez.

Contactando a dichos suelos, encontramos en los valles gran cantidad de aluviones de grava y arena de distintas granulometrías y tasas de agregación.

También son frecuentes suelos minerales hidromórficos denominados Gleysoles, en sitios donde por cuestiones de relieve, la napa freática se presenta cerca de la superficie.

En valles con pendientes suaves, napa superficial, y suave escorrentía, se presentan suelos semipantanosos denominados mallines. Muchos de estos mallines constituyen grandes turberas tal como ocurre en la bolsa de gato de El Hoyo.

En algunos sectores de valles transversales de los ríos Ternero y Epuyén, encontramos suelos semiáridos tipo Xerosoles o de grupos similares como Regosoles arenosos, Marrones y arenosos de estepa, casi todos algo ácidos y poco lixiviados.



En numerosos lugares los suelos están destruidos o erosionados por efecto antropogénico (pastoreo, agricultura e incendios). La erosión hídrica ha acarreado de las pendientes el escaso material húmico existente dejando al descubierto gravas o la roca madre.

En la zona de transición hacia la estepa, debido al pisoteo animal, el suelo ha perdido su estructura, de modo en que sus componentes finos y sobre todo aquellos húmicos, han sido arrastrados por acción eólica, originando en ciertas zonas, suelos arenosos.

En los valles de sus principales ríos tributarios, los suelos de la Cuenca del Lago Puelo se caracterizan por estar libres de sales de sodio y por presentar por lo general texturas gruesas, acompañadas de alta infiltración y limitada capacidad de retención, a veces de reducido espesor del perfil del suelo.

# Geología y Geomorfología

## Consideraciones Generales

### **Capítulo organizado y orientado por el Geólogo Erico Hernan Bianchi**

La ciencia que estudia la tierra en su conjunto, haciendo incapié en la corteza es la Geología. El objetivo de esta ciencia es reconstruir la historia y evolución, desde su origen a la actualidad

Los fines de la Geología son la comprensión del ordenamiento e interrelación de los elementos de la corteza, la identificación de los procesos que originaron esos elementos y las sucesivas transformaciones de los mismos a través de los tiempos.

Como en las demás ciencias naturales, la Geología se basa en la observación directa o indirecta de los objetos que le competen. La etapa siguiente a la observación es la comparación y clasificación de los mismos para una posterior interpretación de las causas y procesos que intervinieron en la formación de dichos objetos.

La Geología está limitada a la aplicación de los métodos empíricos y hoy a la simulación digital. Es fácil comprender las

grandes dificultades de poder imitar tanto en un laboratorio como en un procesador, aquellos eventos y procesos que la naturaleza demandó millones de años en realizar.

Esta ciencia estudia la estructura de la tierra, las rocas, los minerales y los recursos naturales; trabaja sobre la geodinámica externa e interna que mantiene el equilibrio en el desarrollo de los paisajes; analizando la geocronología y la estratigrafía con los métodos de determinación pertinentes obtiene las pautas de edad y distribución de las rocas; profundizando en el estudio de estas áreas, llega al conocimiento general o particular de las regiones que ocupamos.

Con la intención de brindar una base comprensiva respecto a la forma, estructura y dinámica de la geografía de nuestra región, a continuación se vierten algunos conceptos competentes a la geología que puedan ayudar a interpretar lo estudiado y conocido en particular respecto a la cuenca del lago Puelo.

## **Movimientos que acontecen en la corteza terrestre**

Los paisajes son modelados a partir de la generación de dos tipos de movimientos importantes:

**Orogénicos:** que son aquellos que se localizan en los márgenes cratónicos produciendo fajas con intensa deformación y metamorfismo asociado, con ocurrencia común de fallamientos inversos (corrimientos) producidos por compresión. Este fenómeno define y determina un proceso llamado “acreción continental”, el cual genera las mayores alturas dentro de las cadenas montañosas.

**Epirogénicos:** son aquellos que se localizan en áreas cratónicas de modo más uniforme, actuando sobre regiones equidimensionales; el fallamiento característico producido por distensión es de tipo directo permitiendo la formación de cuencas intracratónicas con importantes espesores.

Los cratones son regiones rígidas o estables de la corteza terrestre caracterizadas por un conjunto de rocas de diferentes tipos. En estas áreas se pueden localizar coberturas de rocas sedimentarias viejas y jóvenes en posición horizontal o subhorizontal. De no existir este tipo de rocas se hablaría de Escudo.

## **Deformación de las Rocas**

Las rocas se deforman de diversas maneras y dependen de las características de los esfuerzos deformantes como del tipo de roca afectada. El comportamiento de las rocas varía a su vez con las características composicionales de las mismas y con las condiciones físicas (presión hidrostática, temperatura y velocidad de la deformación). Bajo la acción de una fuerza, las rocas, como todo sólido, se comportan de dos maneras: como frágiles o como dúctiles.

Una roca granítica que alcanza su límite de elasticidad, se deforma plásticamente hasta que la fuerza es tan intensa que supera dicho límite y se fractura.

Por el contrario, una roca caliza que supere su límite de plasticidad, quedará deformada, generando por ejemplo, un pliegue.

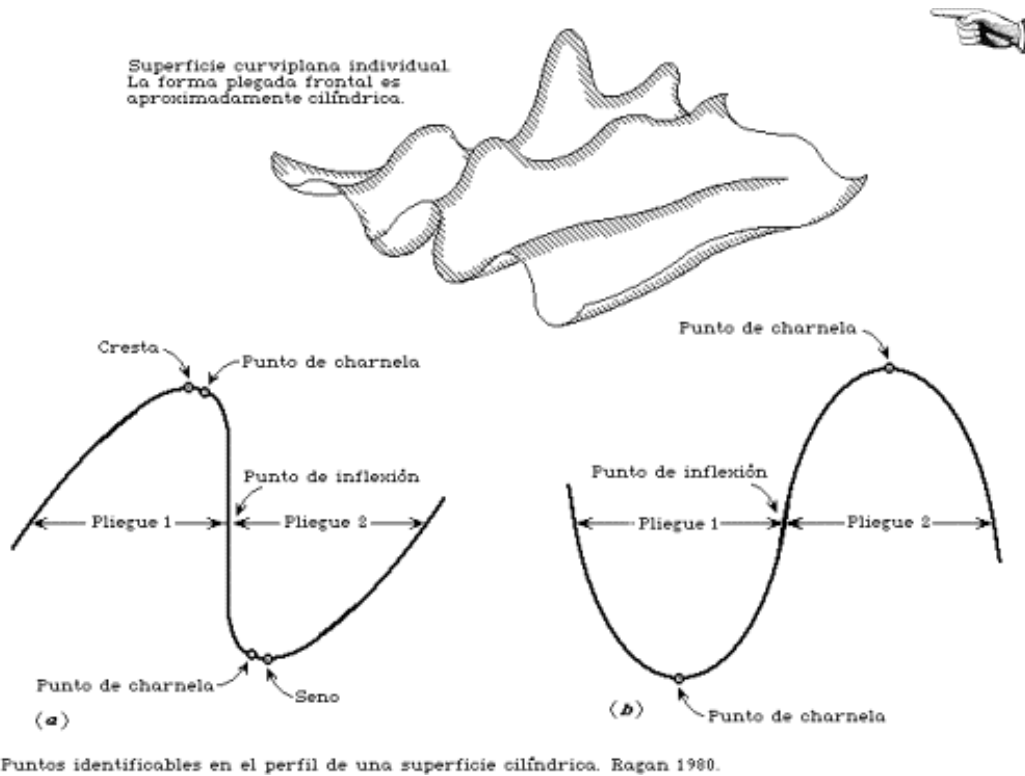
Aquellos materiales que son frágiles en condiciones normales, con el aumento de la temperatura y la presión confinante en el ambiente de deformación, se comportan como plásticos aún bajo la acción de fuerzas intensas.

## **Plegamientos**

En condiciones profundas, a unos miles de metros bajo la superficie, los valores de temperaturas y presiones confinantes determinan un ambiente de deformación en donde las rocas se comportan en forma plástica, deformándose.

Suponiendo el caso de un par de fuerzas compresionales aplicadas paralelamente a la estratificación de un paquete sedimentario en profundidad, verificamos que se produce un combamiento en el mismo, tendiendo a acomodar su volúmen en la dirección de la fuerza mínima que le ofrece menor resistencia, o sea perpendicular a la estratificación. En la

tendencia de cada porción de estas rocas a seguir esta ley, se producen combamientos de distintas dimensiones en puntos diferentes, lo que desemboca en un conjunto plegado.



Cada unidad de combamiento se denomina pliegue, de los que se diferencian dos tipos: los **anticlinales** y **sinclinales**. En un conjunto de estratos plegados, los anticlinales son aquellos que tienen las capas más nuevas en la parte externa convexa, y los sinclinales con estratos más jóvenes en la parte interior cóncava.

## Tipos de Pliegues

En base a la simetría respecto al plano axial se distinguen dos tipos de pliegues: **simétricos** y **asimétricos**, los que a su vez pueden distinguirse según la inclinación del plano axial en: pliegues **verticales**, **inclinados**, **recumbentes** y **reclinados**.

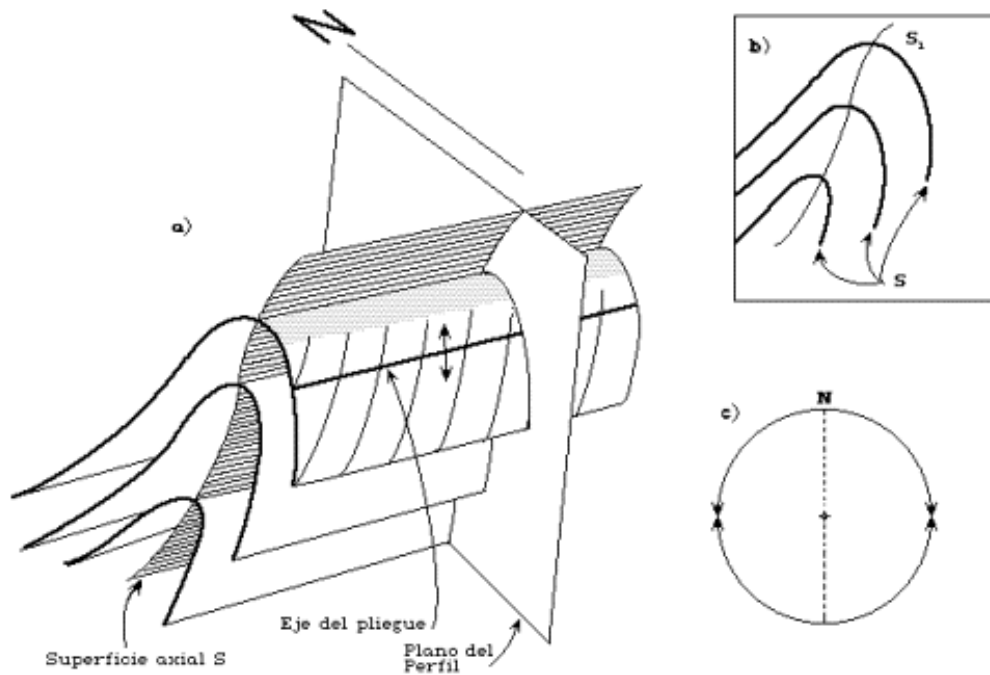

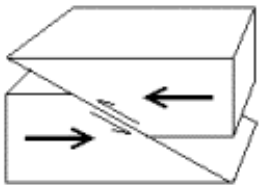
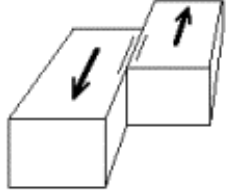


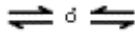


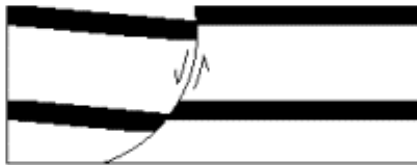
Diagrama de representación de un pliegue horizontal, de dirección Este-Oeste y perfectamente cilíndrico. (a) Esquema del pliegue en el que se ven las superficies plegadas (S), la superficie axial (S<sub>1</sub>) y el plano del perfil. En una de las superficies S se han representado la zona de charnela, punteada, y la zona de flanco, rayada. (b) Perfil del pliegue. (c) Proyección equiareal que representa la distribución de polos de S y S<sub>1</sub> (puntos) y la orientación del eje del pliegue (cruces). Hobbs, Means, Williams, 1981.

La forma de los pliegues permite dilucidar sus condiciones de formación.

## Juntas y Fallas

**Fallas**

Categoría	Directas	Inversas	Transcurrentes
Esfuerzo	Tensión	Compresión	Torsión
			
Símbolo			



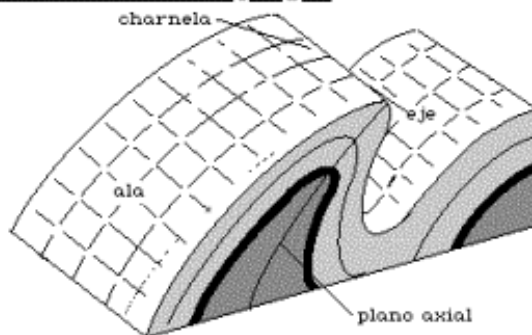
Falla Lístrica

Falla cilíndrica cuyo eje de rotación es paralelo a la superficie de la falla

Facultad de Cs. Naturales y Museo, Cat. Geología Histórica.

El comportamiento de las rocas en zonas superficiales, bajo condiciones de presión y temperatura cercanas a las normales, es del tipo frágil. Es decir que sometidas a la acción de diferentes esfuerzos, las rocas responden fracturándose.

**Elementos de un pliegue**

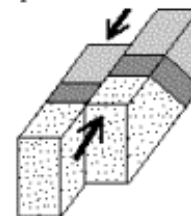


**Eje:** es la línea que reúne los puntos más altos de un estrato plegado (anticlinal) o los más bajos (sinclinal).  
**Ala:** es el costado de un pliegue y que conecta el sinclinal con anticlinal.  
**Plano axial:** es el plano que reúne los ejes de todos los estratos superpuestos implicados en el plegamiento y divide al pliegue tan simétricamente como sea posible.  
**Charnela:** es la parte más alta o más baja de un pliegue y corresponde al mínimo radio de curvatura.

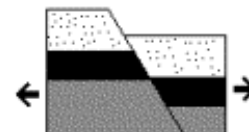
La inclinación del plano axial define los siguientes tipos de pliegue:



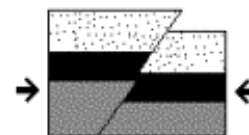
Movimiento relativo de los bloques en una falla



**Transcurrente**  
 fuerza principal paralela y horizontal al plano de falla



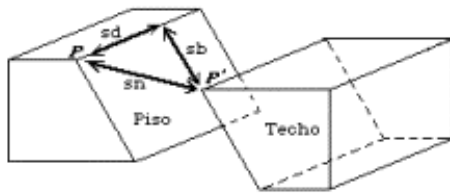
**Directa**  
 De origen tensional generada por distensión del terreno



**Inversa**  
 De origen compresional generada por compresión del terreno.

Un determinado esfuerzo que supere el límite de elasticidad de las rocas afectadas, dará como resultado estructuras denominadas **juntas** y **fallas**, por el cual unos bloques de roca que se desplacen respecto a otros, según discontinuidades estrechas, sin producir movimientos diferenciales, solamente ensanchamiento a modo de grieta, generan las juntas o

**diaclasas.** En el caso de que ambos bloques se encuentren desfasados, produciendo movimientos diferenciales, tanto en sentido vertical, oblicuo u horizontal, dan como resultado las fallas.



Terminología de saltos de falla:

Salto neto (sn), salto según dirección (sd), salto según buzamiento (sb).

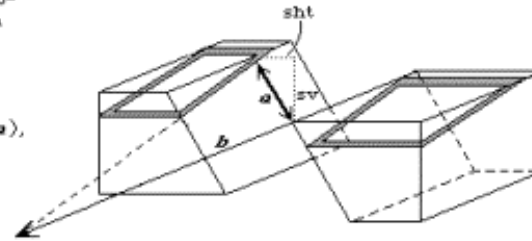
Esta es una falla de salto oblicuo, con componentes normal y sinistral del salto según el buzamiento y salto según la dirección, respectivamente.

Antes de que se produjera la falla los puntos P y P' coincidían.

El mismo par de bloques anteriores pero con una capa desencajada (sombreada) y terminología de la falla referida a la dislocación de la capa.

El desencajado de un rasgo por una falla se puede medir paralelamente al buzamiento de la falla, lo que da la separación vertical aparente o separación según el buzamiento (a), o paralelamente a la dirección de la falla, separación según la dirección (b).

Las componentes vertical y horizontal de la separación según el buzamiento se llaman, respectivamente, separación vertical (sv) y separación horizontal transversal (sht).



Hobbs, Means, Williams, 1981.

Una falla se define a través de una discontinuidad plana y el movimiento relativo de los bloques a lo largo de la misma. El desplazamiento puede ser en dirección vertical, horizontal o ambas combinadas. En el caso de que la componente principal del movimiento sea horizontal y paralela al plano de falla, se formarán las fallas **transcurrentes**.

Si la dirección del movimiento es vertical u oblicua se llaman fallas directas o inversas.

La presencia y acción de fuerzas compresionales produce el desplazamiento de bloques sobre un plano inclinado con reducción del área ocupada por los estratos, dando origen a fallas de tipo inverso.

La acción de fuerzas tensionales sobre un plano inclinado o vertical dan como resultado una extensión en el área ocupada por los estratos, generando fallas de tipo directo.

Existen otros tipos de falla donde los movimientos y desplazamientos son muy complejos, por ejemplo las fallas rotacionales.

El movimiento de los bloques a lo largo de los planos de falla produce trituración en las rocas, cuya intensidad depende de la naturaleza de las rocas y de la magnitud del desplazamiento que puede ser de carácter local, actuando sobre un sector pequeño de sólo algunos pocos km., o regional, abarcando un sector más amplio, de decenas de kilómetros.

Los productos resultantes son fragmentos de rocas de cualquier tamaño como ser gravas, arenas, etc., los cuales se acomodarán a lo largo del plano de fractura, constituyendo nuevas rocas como "brecha de falla", con material fragmentado de tamaños variables:

- Milonitas: que son rocas metamórficas de grano fino.
- Jaboncillo de falla: que son microbrechas.
- Espejo de falla: que son superficies lisas o pulidas, por las que resulta fácil dividir la roca.

El estudio de este campo tiene capital importancia en la interpretación de los eventos geológicos, en la determinación de la morfología del terreno y para apreciar los fenómenos dinámicos que han condicionado la forma de los mismos.

## Evolución Tectónica

Las cadenas montañosas están formadas por un importante espesor de sedimentos de origen marino y continental, asociados con rocas volcánicas, metamórficas e ígneas, las cuales se encuentran intensamente plegadas y falladas, constituyendo en la actualidad las áreas más altas de la corteza terrestre. En la figura siguiente se puede observar una sucesión de eventos geológicos que generan la **acreción** de las montañas y disposición de las mismas. Se observan las cadenas montañosas de forma alargada y comúnmente asociadas a áreas rígidas, éstas últimas constituidas por rocas ígneas o metamórficas.

La acreción es un proceso en el cual fallas de carácter inverso apilan diferentes tipos de rocas unas sobre otras a modo de escamas.

# Los Geosinclinales

**Capítulo organizado y orientado por el Geólogo Erico Hernan Bianchi**

Los **geosinclinales** son cuencas de grandes dimensiones y comúnmente de forma elongada, rellenas de material sedimentario y, en algunos casos, volcánico. Estas cuencas sufren un proceso de hundimiento llamado **subsistencia**, en el cual durante el devenir geológico, de forma lenta y constante, van recibiendo un aporte de material proveniente de áreas con mayores alturas, permitiendo la acumulación de miles de metros de espesor, que provocan el hundimiento.

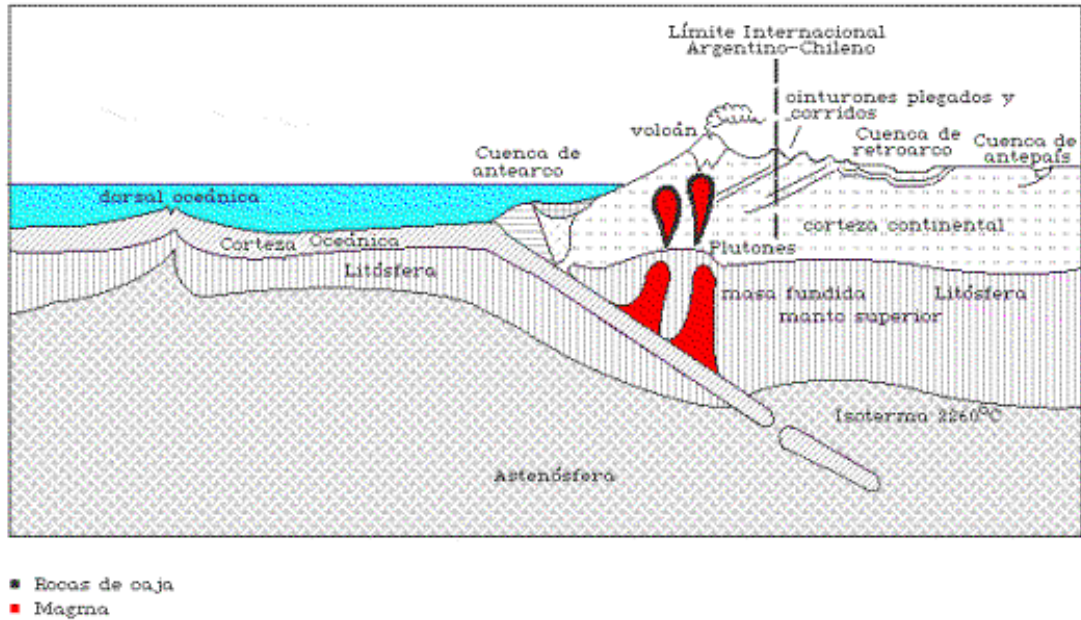
Las presiones ejercidas por la columna de sedimentos sobre las zonas más profundas de la cuenca provocan una compactación acompañada de diversos procesos. A su vez estas zonas van siendo sometidas a temperaturas y presiones confinantes cada vez mayores, produciendo cambios químicos y cristalográficos sobre las rocas preexistentes. En otras palabras, se produce la metamorfosis de los elementos componentes. Esto forma un nuevo tipo de rocas llamadas metamórficas.

Bajo determinadas condiciones físicas se genera un metamorfismo llamado de soterramiento.

La corteza terrestre se encuentra dividida en dos: una **corteza continental**, constituida generalmente por rocas de composición granítica (ácidas) teniendo entre 30 y 70 km. de profundidad; y una **corteza oceánica** compuesta por rocas basálticas (básicas) con espesores que no superan los 30 km. de profundidad.

En el siguiente diagrama de tectónica de placas se aprecia un **modelo subductivo** con margen activo a la izquierda y pasivo a la derecha.

Sección Idealizada de la corteza terrestre - Modelo Subductivo



El márgen activo muestra como la corteza oceánica se introduce por debajo de la corteza continental – que representa el márgen pasivo -, fenómeno denominado “**subducción**”, produciendo cambios importantes en las rocas allegadas a esta zona.

A ciertas profundidades localizadas las condiciones físicas imperantes (temperatura y presión) sumadas al vapor de agua liberado por las rocas que constituyen la corteza oceánica, generan una fusión de los minerales que presentan temperaturas de cristalización baja.

La masa fundida resultante origina un magma de carácter ácido, el que migra hasta niveles superiores a través de fracturas, cristalizando y emplazándose como **cuerpos plutónicos o batolíticos** dependiendo del tamaño, o bien pueden alcanzar la superficie como manifestaciones volcánicas.

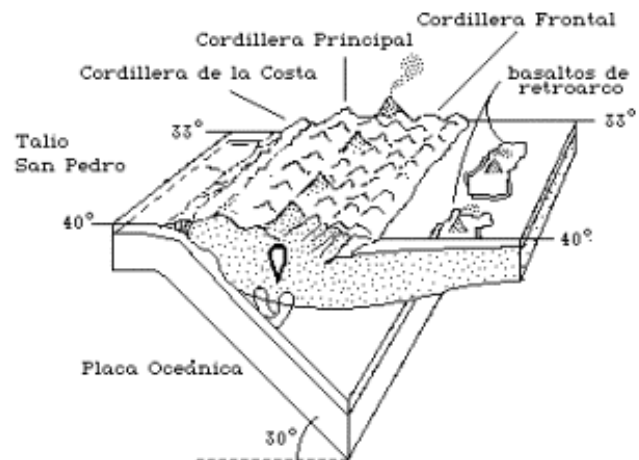
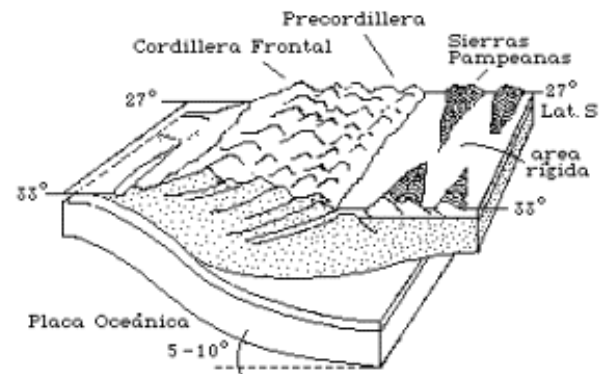
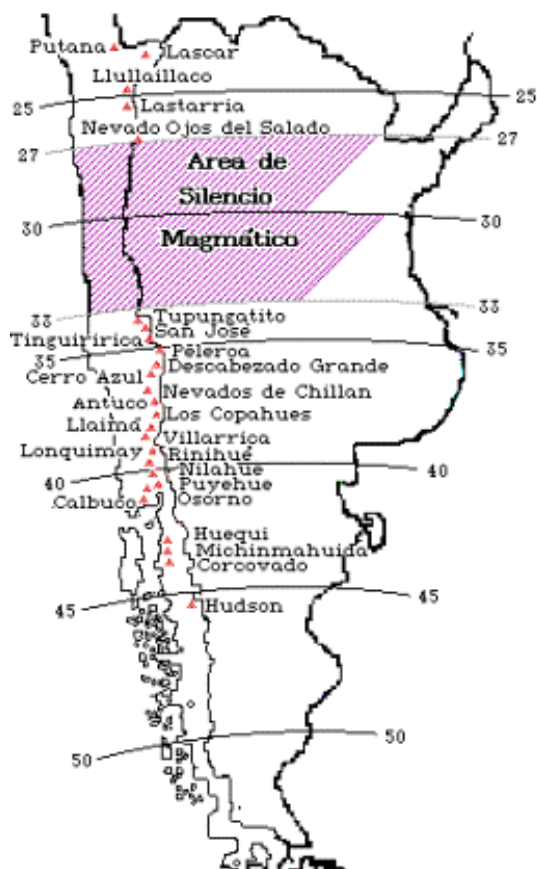
Al emplazarse, los cuerpos intrusivos inciden con efectos térmicos sobre las rocas que los rodean, llamadas rocas de caja, produciendo cambios mineralógicos localizados, conocidos como metamorfismo de contacto. Las rocas resultantes con colores oscuros y aspecto quemado se llaman “Hornfel”.

La reordenación mecánica de la roca por efecto de movimientos diferenciales de grandes masas rocosas se llama metamorfismo dinámico. Esta reordenación mecánica está producida por una intensa trituración, deformación y orientación de los minerales paralelamente a los planos de desplazamiento donde también hay intervención de temperatura. Las rocas resultantes son llamadas cataclásticas

Finalmente el conjunto de rocas plegadas, fracturadas, metamorfizadas e intruídas son ascendidas a través de procesos tectónicos constituyendo las partes más altas de la corteza, dando origen a cadenas montañosas.

## Vulcanismo Cordillerano

.Desde Alaska hasta Tierra del Fuego, en toda la costa Pacífica del continente americano se encuentra presente el fenómeno de la subducción.



Adaptado de V. A. Ramos y F. E. Nulio, 1993.

Como lo dijéramos antes, se denomina así al fenómeno por el cual la corteza oceánica penetra por debajo de la corteza continental

La corteza oceánica se divide en sectores según el ángulo de inclinación de subsidencia, lo que genera la distribución de volcanes y terremotos sobre la cordillera andina.

La generación de volcanes se produce por contacto del magma incandescente de la **astenosfera**, con el agua que penetra con la corteza oceánica en un ángulo pronunciado, donde presiones y temperaturas descomunales, generan un fundido de roca y agua que asciende a espacios compartimentos menos profundos denominados **plutones**. Si estos plutones alcanzan mucha presión y tienen su chimenea sellada pueden estallar, tal como ocurrió con el Monte Santa Elena en los Estados Unidos o el Chichón en México. Si encuentran chimenea de salida con poca resistencia, producen erupción y emergen los gases y la lava. De no suceder así, aunque los volcanes se encuentren inactivos, generalmente el calor del plutón genera emergentes de acuíferos con aguas termales.

En el mapa que se exhibe antes, que abarca el sector geográfico de Chile y Argentina, se observa la distribución de los volcanes activos modernos, los cuales se acomodan en dos fajas importantes, separadas por una zona que se conoce como de silencio magmático. Entre los 18 y 27 grados de latitud sur, la inclinación de la corteza oceánica subductada tiene un ángulo de 30 grados aproximadamente. A continuación desde los 27 grados y hasta los 33 grados de latitud sur, la corteza oceánica declina a un ángulo de entre los 5 y los 10 grados, lo que genera un fuerte plegamiento y fallamiento inverso (corrimiento) sin que exista arco magmático. A partir de los 33 grados de lat. sur, nuevamente declina la corteza oceánica en su subducción bajo la corteza continental con una angularidad mayor de los 30 grados, lo que permite la generación de actividad volcánica.

## Geología de la Región

A partir del estudio sobre metamorfitas de variados tipos intruídas por cuerpos graníticos de nuestra región, el Dr. en Geología A. Lizuain infiere que se desarrolla durante el Jurásico superior un vulcanismo andesítico igual al de la Patagonia Extrandina



Por otra parte se preparó una compilación y síntesis de trabajos realizados en zonas vecinas, en especial analizando las dataciones radimétricas obtenidas y la ubicación aproximada de los asomos graníticos (ver fig. anterior). La región abarcada quedó comprendida entre los Lagos Traful (Prov. del Neuquén) y Vintter (Prov. del Chubut), aproximadamente entre los paralelos 40° 30' y 44° de latitud sur.

## **Nomenclatura**

Los trabajos realizados en este sector de la cordillera Patagónica han producido un abundante número de nombres y/o denominaciones para caracterizar las rocas plutónicas aflorantes

En general predominan los nombres no formales como "Serie Granodiorítica (Ljungner, 1931); "Granitos y Granófiros" y "Dioritas y dioritas cuarcíferas"(Feruglio, 1941); "Pórfiros Graníticos" y "Granodioritas y Dioritas" (Greco, 1975). De manera formal son llamados "Granito Tristeza" (Ljungner, op. cit), "Tonalita del Platero" (Volkheimer, 1964); "Formación Pirque" (Miró, 1979) y "Formación Los Machis" y "Formación Coluco"(Gonzalez Diaz, 1979). Por último Gonzalez Bonorino utiliza los términos "Plutonitas del Basamento" e Intrusivos asociados a la serie Piltriquitrón" (1944), "Plutones graníticos y tonalíticos" (1973), y "Complejo Granítico Intrusivo"(1979).

Para el area, Lizuain ha propuesto la denominación de "Complejo Granítico Lago Puelo" con el fin de caracterizar el conjunto de asomos plutónicos, compuestos por dioritas, tonalitas, granodioritas y granitos, todas éstas constituyendo variaciones composicionales dentro de las rocas ígneas.

La gran variedad petrográfica de los asomos, su inhomogenea distribución y su comportamiento estructural, más el agregado de una morfología glaciar y la escala del levantamiento utilizada impidieron hasta entonces la descripción detallada de los diferentes pulsos existentes. Existencia que se pone de manifiesto a través de las dataciones radimétricas obtenidas y las aportadas por otros autores, y parcialmente con las observaciones de campo realizadas.

Los elementos que anteceden inducen a englobar bajo un solo nombre (Complejo Granítico Lago Puelo) a las rocas plutónicas aflorantes de nuestra región, hasta que estudios posteriores realicen un trabajo de mayor detalle.

## **Síntesis Geológica**

El sector comprendido entre las localidades de El Bolsón y Cholila está caracterizado, haciendo omisión de los asomos graníticos que serán tratados más adelante, por un basamento metamórfico de grado medio de edad PE, integrado por rocas esquistosas y gneisicas, llamados Formación Cushamen (Volkheimer, 1964). Los afloramiento más representativos se los encuentra en el sector oriental de la cuenca; un basamento con similares características en la costa atlántica y Formación Pangipulli (Gonzalez Bonorino, 1974, 1979; Lizuain, 1980), en el área noroeste. Sigue la formación Piltriquitrón (Gonzalez Bonorino, 1974, 1979, Lizuain, 1980) compuesta por una secuencia alternante de sedimentos marinos y continentales asociados a vulcanitas de edad Jurásica.

El Cretácico medio y Terciario inferior y medio está representado por vulcanitas en general mesosilíceas, y por sedimentitas marinas y continentales que Gonzalez Bonorino (1979) incluye en el Grupo Nahuel Huapi (Ljungner, 1931). La sección continental de las sedimentitas es denominada por Cazau (1972) Formación Ñorquinco.

## **Características del Plutonismo**

### *a. Distribución areal y litología*

En la región las rocas graníticas conforman varios afloramientos de distinta magnitud. El mayor de los mismos se extiende desde el paralelo 42 hasta el cerro Plataforma y desde el límite internacional Argentino-Chileno hasta los cordones del Pirque y Cholila.

En orden de tamaño decreciente se encuentran las rocas aflorantes en la cuenca del río y lago Cholila y el sector

delimitado por el cordón Espejo y el faldeo occidental del Maitén.

Asomos de menor tamaño fueron ubicados en el Cerro Piltriquitrón, ambos márgenes del río Epuyén, en los cerros Chulta y Coihue, el sector más septentrional del cordón Leleque y a ambos faldeos del mismo cordón y por último en el paraje denominado "La vuelta del río", al noroeste de la estancia Leleque.

Las masas intrusivas están compuestas, en un orden decreciente de abundancia por dioritas y dioritas cuarcíferas, tonalitas, granodioritas y granitos. También fueron localizados diques de composición gabrica, pero con una presencia sumamente escasa.

### *b. Relaciones Estratigráficas*

Entre las localidades de El Bolsón y Cholila la Formación Piltriquitrón (Gonzalez Bonorino, 1974, 1979; Lizuain, 1980), actúa como roca de caja de los cuerpos graníticos. Ello puede apreciarse en el cordón de Piltriquitrón, Cerro Pirque, cordón de los Patos, Cordón Cholila y Cordón Leleque.

Las vulcanitas de la "Serie Andesítica" (Formación Ventana, Gonzalez Bonorino, 1973; Vulcanitas Nahuel Huapi, Cazau, 1972) cubre los asomos graníticos ubicados al norte de Leleque, en el faldeo sudoccidental del cordón de Leleque y en el faldeo oeste del cordón occidental de El Maitén.

Las rocas graníticas citadas en el primer término se extienden desde el sector arroyo Pedregoso, conforman el lecho del río Epuyén, para terminar aflorando en el faldeo opuesto de dicho río, en donde afectan las sedimentitas y vulcanitas de la Formación Piltriquitrón.

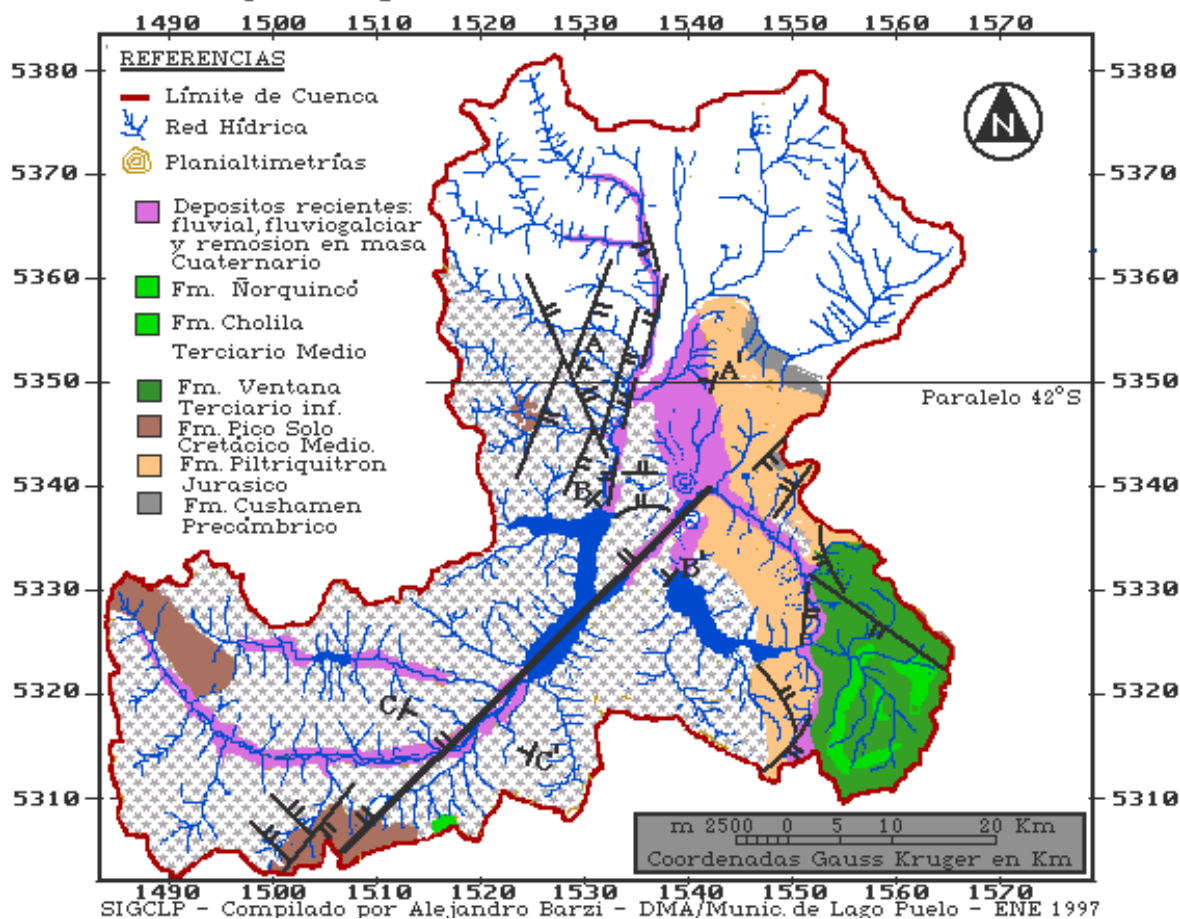
Al sur de lago Puelo, en el cerro Plataforma, las rocas graníticas son cubiertas en relación de discordancia por sedimentitas marinas y continentales asignables al terciario inferior (Lizuain, 1979).

En los alrededores de la laguna Chulta, al norte de Epuyén, andesitas y basaltos considerados como pertenecientes a la "Serie Andesítica", están afectados por diques y cuerpos graníticos de dimensiones pequeñas. La misma relación para idénticas rocas fue observada al sur del lago Cholila.

En general las rocas plutónicas aflorantes en la región se hallan afectadas por un número abundante de diques y pequeños cuerpos, por lo común de composición andesítica y lamprofírica. Sobre la margen noroeste del lago Puelo afloran tonalitas afectadas por diques básicos. Otros ejemplos pueden apreciarse en El Hoyo de Epuyén, en el faldeo denominado "la catarata" donde pequeños cuerpos lamprofíricos intruyen a tonalitas y dioritas, y en la costa occidental del lago Epuyén en donde los cuerpos básicos afectan a tonalitas y granodioritas.

Sin embargo, y para comprender con mayor plenitud las características oro-hidrográficas particulares que presenta una región en la actualidad histórica y protohistórica, resulta necesario referirse a eventos tectónicos quizá mucho más recientes temporalmente, acaecidos en épocas más cercanas y no mayores a los 2.000.000 años, los que son analizados por la Geomorfología.

## **La Geomorfología**

**CUENCA DEL LAGO PUELO****Mapa Geológico con Distribución del Fallamiento**

La Geomorfología con su modo de observar los accidentes geográficos desde el foco de eventos cercanos en el tiempo, advierte algunos fenómenos particularísimos que intentaremos, en modo simple, de describir a continuación.

Recientemente, y gracias al consejo de uno de los peritos más esclarecidos en materia de cuencas hidrolacustres patagónicas, el Maestro Ingeniero Bruno Ferrari Bono, durante una conversación respecto del aspecto de nuestra cuenca, y probando mi grado de profundización en el estudio de su forma, sonriente me realizó la siguiente pregunta:

¿Porqué el río Epuyén corre en sentido opuesto a su desembocadura en forma espiral?

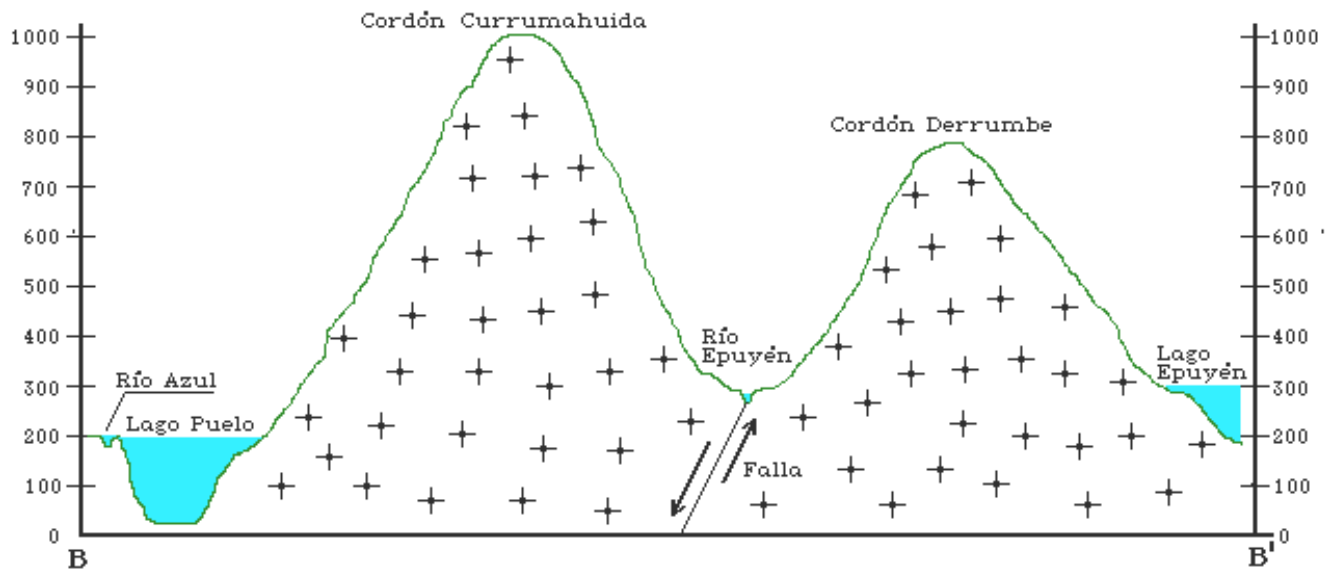
Indudablemente, como simple idóneo en la materia, no pude encontrar respuesta a su pregunta.

Asistido por el conocimiento y capacidad explicativa de nuestro amigo el geólogo Erico Hernán Bianchi, a quién debemos el alto nivel conceptual del presente capítulo, pude llegar a una conclusión bastante precisa. Observando con atención las fotos aéreas, imágenes satelitales, cartas geográficas y el mapa geológico del Chubut (Secretaría de Minería de la Nación, Servicio Geológico 1995) se puede advertir y definir algunos lineamientos de pequeña y mediana extensión en ciertos cordones y sectores vecinos de nuestras cubetas lacustres.

Un ejemplo de este tipo de lineamientos claramente visible y casi rectilíneo es el río Azul, que desde el cerro Perito Moreno hasta el lago Puelo corre a través de un valle longitudinal en sentido norte-sur, dejando a su margen oeste el macizo cordillerano y al este de la zona aluvional de Loma del Medio y Mallín Ahogado.

Tomando como referencia el cauce inferior del río Epuyén, el tramo que involucra desde la desembocadura del arroyo La Catarata de El Hoyo, la elongación que produce el lago Puelo hacia el brazo del Desemboque y el tramo inferior del río Turbio, se observa que estos accidentes quedan contenidos en una línea recta de rumbo noreste-suroeste.

Este fenómeno es atribuible a una falla de carácter directo, la cual provocó una dislocación sobre las rocas graníticas permitiendo el acomodamiento de los dos ríos (Epuycn y Turbio) y la separación de los lagos Epuycn y Puelo a través de un dique natural que es el cordn Derrumbe.



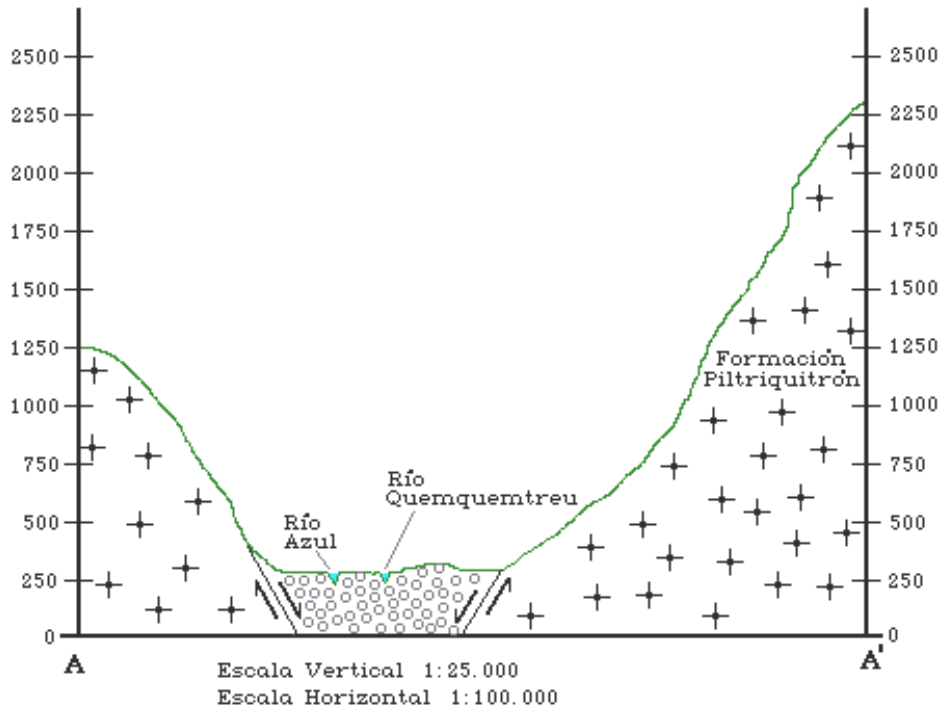
La escala horizontal corresponde a la realidad a partir de las cartas del IGM y es de 1:50.000  
 La escala vertical esta exagerada a los fines de resaltar la diferencia de cota de los lagos  
 La misma es de 1:10.000

#### **Falla del Río Epuycn**

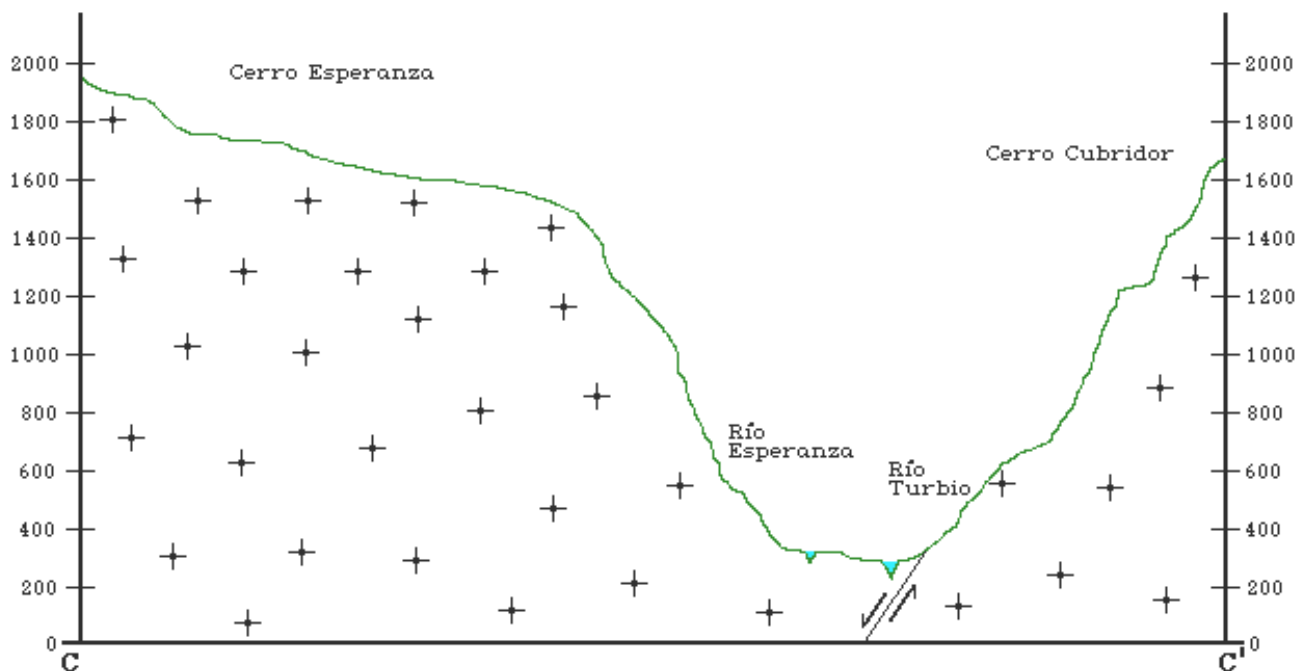
El fallamiento directo que permite la elevación del bloque al este de la falla queda evidenciado por la diferencia de altitud, manifiesta en la cota de pelo de agua entre los dos lagos mencionados.

Suponiendo que ambos lagos hayan estado unidos conformando una gran masa de agua en el pasado, al sufrir la nueva reestructuración, cambian los niveles de las cotas de los mismos, lo que incide en la trayectoria que toma el río Epuycn cuya salida se orienta hacia el oeste circundando el cerro Pirque.

Toda el área de la cuenca del lago Puelo y sus alrededores se encuentra afectada por un sinnúmero de fallas directas, y en menor proporción inversas, siendo éstas las causantes principales en la configuración del relieve.



**Falla del Río Azul**



La escala horizontal corresponde a la realidad a partir de las cartas del IGM y es de 1:50.000  
 La escala vertical esta exagerada a los fines de resaltar la diferencia de cota de los lagos  
 La misma es de 1:10.000

**Falla del Río Turbio**

Sumado a ello incide la acción glacial cuaternaria, donde tiene su mejor representación en el área que involucra la localidad de Las Golondrinas, El Bolsón, Cerro Radal, Lago Puelo y El Hoyo.

Estos fenómenos son generados por los movimientos ándicos que producen fallamientos de diversos tipos y la elevación de la Cordillera Andina, ubicados durante el Terciario medio y superior.

**¿Vestigios de un Posible Pasado Volcán o simple fumadero por falla?**

Entre las particularidades detectadas oportunamente por el Dr. Rodolfo Venzano, pionero geógrafo, naturalista y planificador de nuestra región, está una posible supuesta boca de volcán.

Disimulada en un entorno que no llama mayormente la atención por tratarse de un cerrito bajo en comparación con los macizos circundantes, existe un pequeño lago sobre la pendiente sudeste del Cerro Saturnino, con características muy definidas, que lo hacen suponer que se trata de una antigua posible boca volcánica, probablemente resultante de la intrusión de material magmático a través de alguna falla profunda. En su costa Sur, se evidencia la emergente de piedra porosa volcánica liviana de color bordó y amarillento.

Rodea a este lago de una superficie aproximada de 5 has, un cerrado bosque de ciprés y sobre su orilla oeste se alza un gran paredón casi vertical.

Aún no se han realizado estudios particulares sobre esta pequeña cubetita, de las que se puede llegar a obtener notable información que nos facilite la comprensión de las características geomorfológicas particulares de nuestra región.

Por la limitadísima alimentación y emisión de agua que este lago tiene, apenas un cauce tributario y un emisario estacionales, y que la mayor cantidad de fluido llega por escorrentía superficial e hipodérmica desde su cuenca de drenaje, lo que ha de determinar una tasa de renovación extensa, estimándose no menor a los 15 años, y debido a su protectivo entorno respecto de los vientos imperantes, sus aguas tienen una temperatura algo más elevada que las de otros lagos y ríos. Considerando la visible oscuridad de su fondo, es probable que se trate de una cubeta bastante profunda que haya sido boca de un pequeño volcán o geiser.

Especulando respecto de estas evidencias, se puede inferir que quizá sea posible que las terrazas del área circundante del cerro Saturnino, tanto la planicie del ternero al este, la Loma Atravezada al norte y el Mallín ahogado, hayan sido producidas en parte por el material emergente de una remota e intensa erupción de esta boca volcánica. Sin embargo, cabe aclarar que estas afirmaciones son meras suposiciones subjetivas de quien redacta, y no hipótesis con base científica alguna.

