

Artículos

El origen de la laguna de Brealito: Hechos y leyendas

* Fernando Hongn. IBIGEO-CONICET y Facultad de Ciencias Naturales, UNSa

La laguna de Brealito constituye uno de los lugares más bellos de la provincia de Salta. Además, esta laguna y su entorno se destacan porque preservan de forma clara las evidencias que documentan su origen vinculado a un deslizamiento de rocas que formó un dique natural. Las historias, leyendas y fábulas en torno a su origen, a sus monstruos y sirenas, a su profundidad, han realzado el interés turístico e histórico sobre este sitio. Conocer los procesos geológicos que participaron en su formación quizás contribuya a entender algunos de los fenómenos naturales que en algunos casos resultan en paisajes singulares como el de la laguna y en otros en desastres naturales que afectan la vida y bienes de las personas.

INTRODUCCIÓN

La laguna de Brealito es un ejemplo ilustrativo de la formación de un lago como resultado de un deslizamiento de rocas que formó un dique natural. El deslizamiento de rocas generó un obstáculo, cerrando un río cuyas aguas se acumularon hasta definir la laguna. La laguna ha sido objeto de estudios científicos específicos, por ejemplo con los trabajos pioneros de cartografía geológica sistemática que se llevaron a cabo en el noroeste argentino más de cuarenta años atrás (véase Méndez et al. 1979), los que documentaron su origen y naturaleza. Estudios posteriores sobre la laguna de Brealito brindaron información más detallada, como los conducidos por Reginald Hermanns entre 1996 y 2000 (véase síntesis de resultados en Hermanns et al. 2011) o los presentados por Viera y Rivelli (2005). La información que aportan esas investigaciones, más la obtenida por el autor de este artículo en repetidas visitas a la región desde el año 1994, brindan la base adecuada para acercar al lector no especializado los elementos que le permitan comprender el origen de esta laguna.

La apacheta es un montículo construido con fragmentos de roca, botellas, alimentos, acullicos y cigarrillos que los viajeros ofrendan a la Pacha Mama o Madre Tierra para pedirle que aparte los problemas durante el viaje; generalmente se sitúan en los puntos más altos del camino. A cualquier viajero curioso que se detuvo en la apacheta del camino entre Seclantás y el poblado de Brealito le llama la atención la vista que se observa en la Figura 1. Esa imagen muestra un surco o canal al pie del cual se detecta una pila de bloques y escombros, similar a la canaleta que se usa en cualquier obra para evacuar escombros. Esta imagen genera la curiosidad necesaria para abrir la puerta a entender cómo se formó la laguna de Brealito.



Figura 1: Vista hacia el noroeste desde la apacheta del camino Seclantás-Brealito. Se observa una estructura con forma de surco al pie del cual se acumularon los bloques de roca que ocupaban ese espacio. Este surco o canaleta corresponde a la cicatriz o zona de arranque del deslizamiento

UBICACIÓN

La laguna de Brealito está ubicada en el departamento Molinos, provincia de Salta (Fig. 2). Para acceder a ella debe transitarse desde Seclantás hacia el oeste por el camino que conduce al Valle de Luracatao; aproximadamente a 10 km de Seclantás el camino se bifurca, hacia la derecha se transita el caserío de Brealito y hacia la izquierda se recorren 10 km de camino mayoritariamente de cornisa hasta llegar a la laguna (Fig. 3). El nombre Brealito deriva de la Brea, un árbol espinoso de la familia de las leguminosas, que se caracteriza por su corteza lisa de color verde vivo, con flores amarillas. La superficie de la laguna es del orden de las 70 hectáreas y se encuentra a una altura aproximada de 2.550 metros sobre el nivel del mar. La extensión de la cuenca que alimenta la laguna es de aproximadamente 25 km². El color de sus aguas cambia en tonos de azul y verde que contrastan con los rojos de las rocas que las rodean, paleta de colores que causa la primera impresión del visitante.

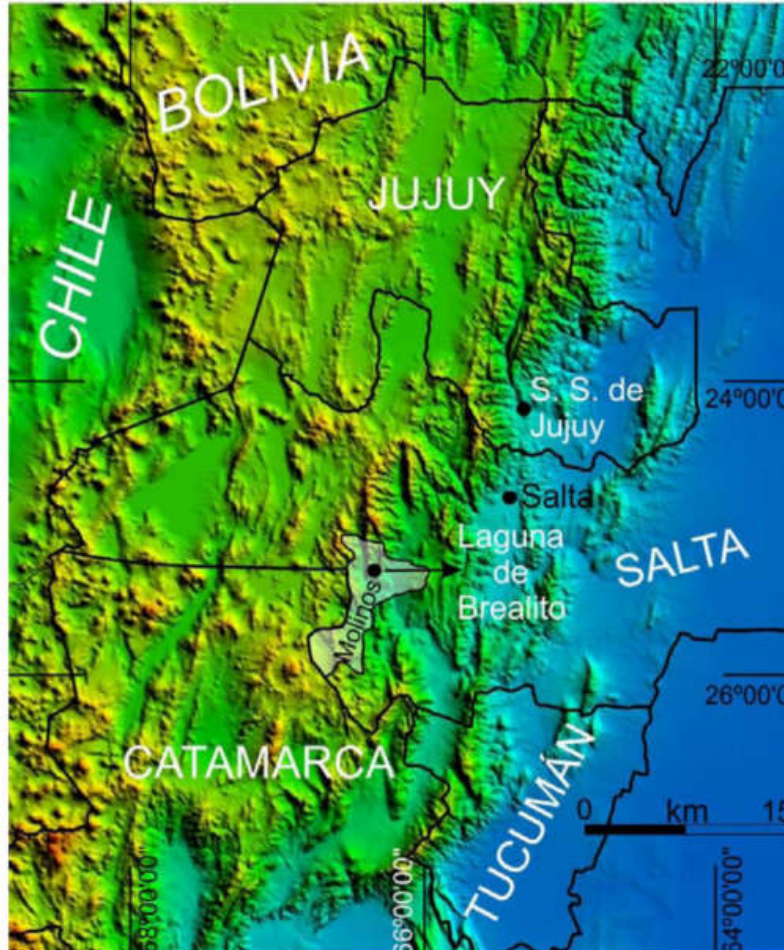


Figura 2: Mapa de ubicación general en el que se indica el Departamento Molinos y la localización de la laguna de Brealito.

GEOLOGÍA DE LA LAGUNA DE BREALITO Y ALREDEDORES

Para comprender el origen de la laguna de Brealito es necesario reseñar los principales rasgos geológicos de la región. El mapa de la Figura 3 sintetiza las características y edad de las unidades rocosas que se reconocen en las inmediaciones.

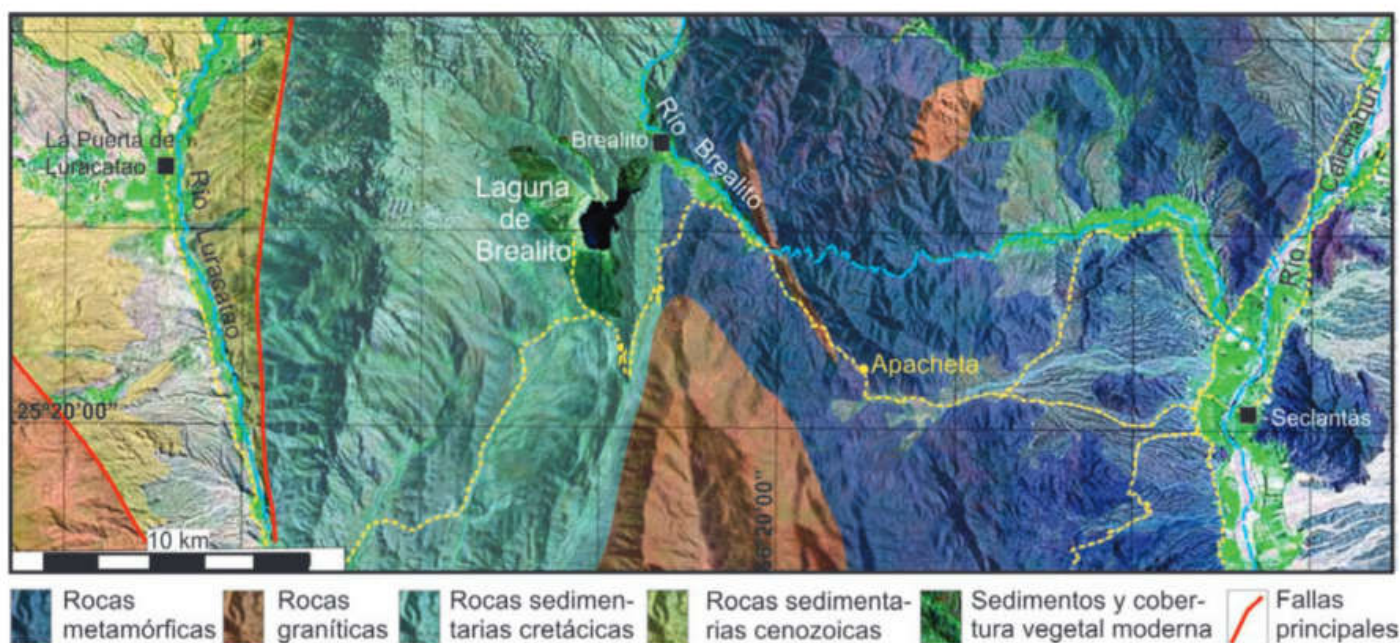
Las unidades rocosas más antiguas de la región de Brealito corresponden a rocas metamórficas y graníticas cuya edad cubre el lapso neoproterozoico superior-paleozoico inferior, es decir aproximadamente entre 550 y 400 millones de años. En ese tiempo, la zona de Brealito estaba ocupada por mares en los que se depositaban sedimentos. Estos sedimentos fueron primero convertidos en roca sedimentaria, posteriormente fueron cubiertos por otros sedimentos o rocas hasta alcanzar profundidades de varios kilómetros; con el consiguiente aumento de temperatura y de presión –la temperatura y la presión aumentan con la profundidad en la corteza terrestre– las rocas sedimentarias se transformaron en metamórficas, por ejemplo pizarras, filitas, esquistos y gneises. Estas condiciones de presión y temperatura también favorecieron la deformación de las rocas y el ascenso y emplazamiento de magma (roca fundida) que al enfriarse constituyó las rocas graníticas que se reconocen en la región. Como se comentó, estos procesos ocurrieron principalmente entre 550 y 400 millones de años de acuerdo con las dataciones radiométricas que se han llevado a cabo sobre esos materiales. Las rocas metamórficas y graníticas definen extensas áreas en las inmediaciones de la laguna de Brealito tal se distingue en la Figura 3. Algunas de estas rocas pueden ser reconocidas en las márgenes del camino que conecta Seclantás con Brealito.

La siguiente unidad geológica de edad más joven que se reconoce en la zona de la laguna corresponde a rocas sedimentarias de tonos rojizos. Estas rocas se depositaron en un ambiente continental durante el Cretácico, aproximadamente entre 130 y 100 millones de años como lo señalan edades radiométricas sobre rocas volcánicas intercaladas en depósitos comparables que existen en otras áreas (por ejemplo camino Salta-Cafayate). Los geólogos que trabajan en la región identifican a las rocas sedimentarias rojas como Subgrupo Pirgua o simplemente como el Pirgua, representando depósitos generados en un ambiente predominantemente fluvial, es decir de ríos. Estas rocas son estratificadas, cada estrato corresponde a una litología diferente (conglomerado, arenisca o pelita dependiendo del tamaño de los bloques o granos que la forman) y representa un tiempo en el que ocurrió la sedimentación. Los planos de estratificación, en particular los que separan dos estratos con características diferentes, constituyen planos de debilidad en la roca.

Entre la formación de las rocas metamórficas y graníticas del Neoproterozoico-Paleozoico Inferior y el depósito de las rocas sedimentarias cretácicas hay un periodo de casi 300 millones de años. Durante ese extenso lapso, las rocas del basamento metamórfico-granítico se elevaron debido a la deformación de los materiales de la corteza y a la vez se fueron enfriando. En el tiempo cretácico, cuando se depositaron los sedimentos rojos, el basamento estaba en superficie y aportó los clastos o fragmentos que constituyen los sedimentos rojos del Pírgua.

Desde el Eoceno, hace aproximadamente 40 millones de años, la región de Brealito está bajo el efecto de la deformación que se produce como consecuencia de la subducción de la placa Pacífica-Nazca bajo la placa Sudamericana y que origina la Cordillera de los Andes. El empuje desde el oeste hacia el este que genera la subducción de la placa de Nazca provoca una deformación que se ve reflejada en un plegamiento y ruptura o fracturación de las rocas existentes, fenómenos que produjeron la formación de las primeras montañas cenozoicas en la región. En las zonas deprimidas o de valles que se encontraban entre estas montañas se depositaron sedimentos provenientes de la erosión de las zonas elevadas. Las rocas rojizas que se observan en el valle de Luracatao hacia el sur de la Puerta de Luracatao corresponden a unidades sedimentarias formadas de esta manera.

Figura 3: Imagen de satélite de la zona de Brealito con la distribución de las principales estructuras geológicas y unidades rocosas de acuerdo con sus composición y edad. Además se ubica la laguna de Brealito y principales poblados, caminos y ríos de la región.



¿CÓMO SE FORMÓ LA LAGUNA DE BREALITO?

Resulta de esta síntesis que en la zona de Brealito existían rocas ígneas y metamórficas de más de 400 millones de años de antigüedad sobre las que se depositaron sedimentos asociados a elevaciones montañosas y ríos durante el Cretácico. Los sedimentos cretácicos se transformaron en rocas sedimentarias y a partir del Eoceno comenzaron a deformarse por efecto de la compresión que sufrían los materiales durante la formación y crecimiento de los Andes.

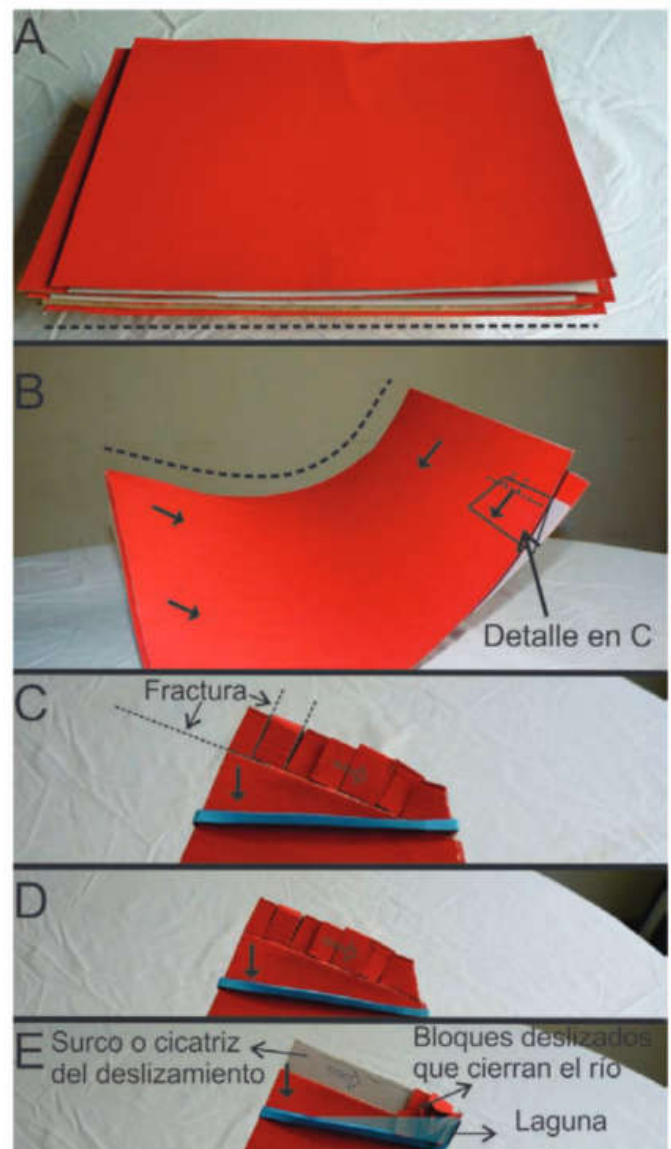
Como consecuencia de esta deformación, las rocas sedimentarias originalmente horizontales se inclinaron por la compresión, formando pliegues. Los pliegues son formas onduladas que definen las rocas por efecto de la deformación; de forma simplificada es posible definir dos tipos básicos: anticlinal y sinclinal; en el primero las capas definen una ondulación hacia arriba y en el segundo hacia abajo. En el caso específico del sinclinal de Brealito, el pliegue comenzó a formarse en el Eoceno medio (aproximadamente 40 millones de años) y hacia el Plioceno-Pleistoceno (entre 3 y 1 millones de años) ya mostraba un diseño muy parecido al actual.

La deformación que origina el plegamiento también genera fracturas en las rocas. Las fracturas de rocas se dividen en dos grandes grupos: fallas y diaclasas, en las primeras hay desplazamiento relativo entre los bloques (un bloque se mueve respecto al otro) sobre el plano de fractura que los separa, en las diaclasas no hay movimiento de los bloques. De acuerdo con sus composición y naturaleza, la roca responde de diferentes maneras a la deformación, de forma similar como ocurre con los materiales de uso cotidiano (como ejemplo vale mencionar que si ponemos dos vasos de igual forma pero de distintos materiales, uno plástico y uno de metal y aplicamos presión con una prensa, veremos que al aumentar el esfuerzo los cambios de forma y la aparición de fracturas ocurren en diferentes grados y en distintas etapas del experimento en cada uno de los vasos). Así, en un paquete estratificado, encontramos niveles con fracturas extensas y continuas y otros en los que las fracturas serán de menor tamaño y posiblemente más abundantes. Estas fracturas pueden conectarse una con otra y definir o limitar bloques.

La Figura 4 representa un modelo de diferentes estados de la evolución geológica que condujo a la formación de la laguna de Brealito.

Figura 4: Modelo esquemático representando los diferentes estados que conducen a la formación de la laguna de Brealito. A y B muestran respectivamente los estratos del Pirgua horizontales al tiempo cretácico y el pliegue sinclinal que se formó en respuesta a la deformación cenozoica. C muestra en detalle la porción del pliegue indicada en B, y allí se representan la estratificación y fracturas que se originaron durante el plegamiento; la interconexión de estos planos delimita bloques demarcados por superficies bien definidas.

En este cuadro se agrega el perfil de un río secundario que desembocaba en el río Brealito y se observa que el labrado de las paredes del río por la erosión del agua no ha alcanzado suficiente profundidad como para quitar sustento y estabilidad a la zona de bloques definidos por los planos de fracturas y estratificación. Esto significa que esa zona de bloques estaba confinada dado que no tenía todavía una superficie libre en la zona del río. En D se representa un estado de erosión más avanzado con profundización de la pared que contenía a la zona de bloques y como consecuencia se generaron las condiciones de inestabilidad para el deslizamiento. Finalmente, la imagen E simula el estado posterior al deslizamiento que formó el dique natural que produjo la laguna de Brealito, el que pudo dispararse durante un período de lluvias intensas, o como consecuencia de un sismo, o por la combinación de ambos eventos. Las flechas llenas marcan la dirección que debería seguir un deslizamiento de rocas si no existieran otros factores de control. Las flechas sin relleno indican la dirección del deslizamiento que originó la laguna por la generación de una superficie libre que permitió el movimiento en esa dirección.



Para ilustrar y comprender mejor este esquema de evolución analizaremos los rasgos en la zona de la laguna que permiten esta interpretación. La Figura 5 es una imagen de satélite de detalle en la zona de la laguna. La parte inferior corresponde a la misma imagen en la que se han indicado los diferentes elementos cuya descripción y caracterización son útiles para comprender el origen de la laguna. Estas imágenes son tomadas del programa de uso gratuito Google Earth y el lector interesado en seguir esta descripción puede observarlas directamente mediante ese programa para obtener definición y calidad mayores.

Las líneas cortas amarillas con forma de T achatada representan los planos de estratificación. El segmento largo coincide con la línea horizontal sobre el plano y la corta con la dirección en que el plano se hunde; esta dirección es la que debería seguir cualquier desprendimiento de rocas si no existiese otro tipo de control debido a que es la de mayor pendiente. Estas líneas van cambiando su orientación como consecuencia del plegamiento que afecta a la estratificación como representa la línea amarilla entrecortada.

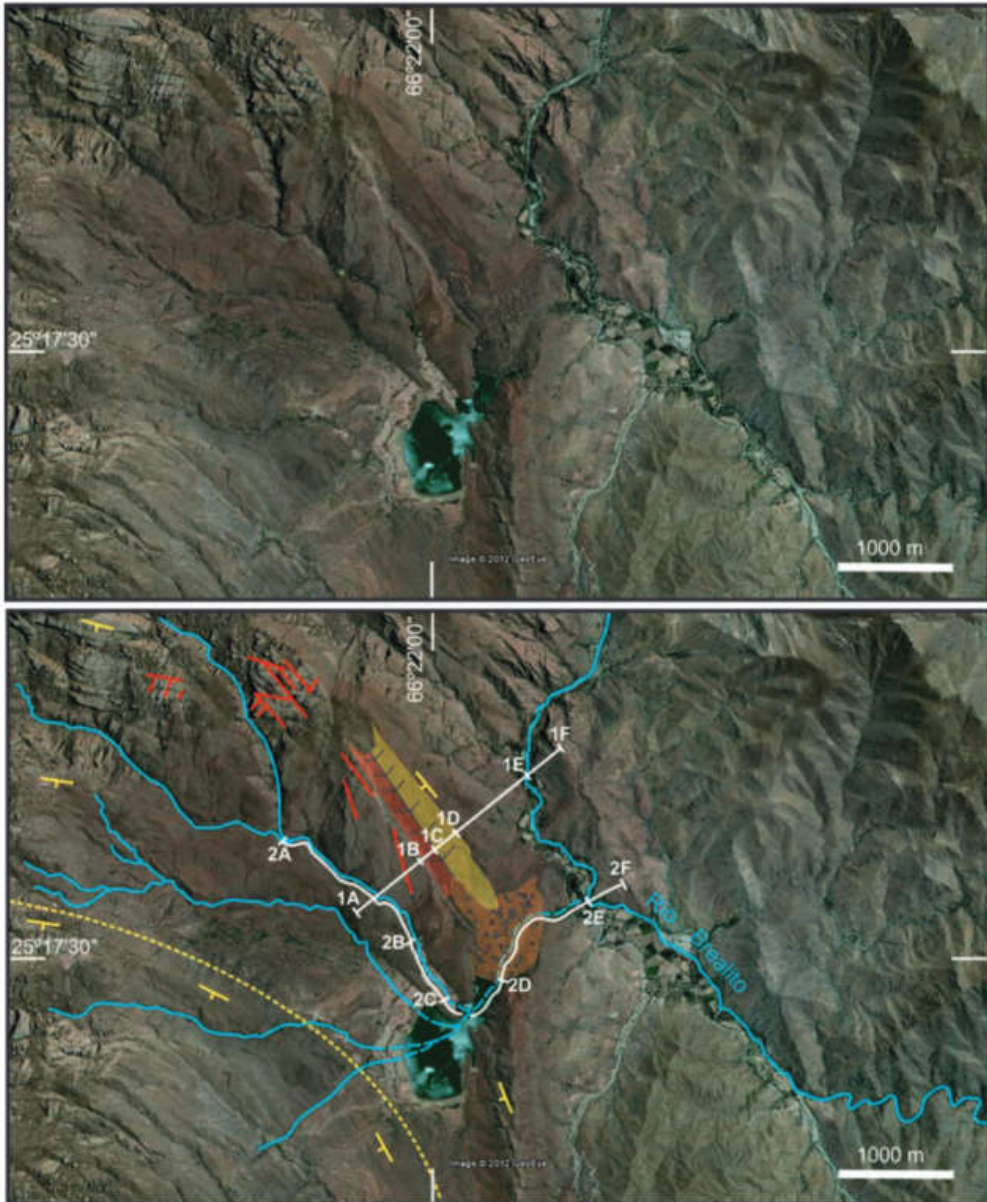


Figura 5: Imagen de satélite tomada de Google Earth mostrando los principales elementos geológicos para comprender el origen de la laguna de Brealito.

Las líneas rojas sobre la imagen marcan las fracturas en las rocas sedimentarias cretácicas. Se distinguen varias direcciones y también se observa claramente que estas fracturas están más desarrolladas en algunas zonas que en otras. Estas diferencias se explican por variaciones en la composición de las rocas, unas son más susceptibles a formar fracturas que otras. La Figura 6 muestra las superficies de fractura y estratificación en las rocas que rodean a la laguna.



Figura 6: Vista de afloramientos en los que se distingue la estratificación (líneas amarillas indican estos planos) y superficies de fractura (líneas rojas). A la derecha se muestra nuevamente la Figura 1 indicándose los planos de estratificación (amarillo) y fractura (rojo) que limitan la cicatriz o surco del deslizamiento. Las zonas amarilla y roja de la Figura 5 representan respectivamente estas superficies. La flecha azul muestra la dirección en que se deslizaron los bloques que formaron el dique. Las flechas negras las direcciones de mayor pendiente de esos planos, las naturales para generar deslizamientos. Sin embargo, estas direcciones de deslizamiento no se activaron porque los planos que definían el surco a la vez trabajaban como paredes de contención o confinamiento. La generación de una superficie libre en la zona de los bloques por efecto de la erosión hídrica indujo el deslizamiento en esa dirección.

Las líneas celestes de la Figura 5 marcan los cursos de agua en la región. El principal corresponde al río Brealito cuyas nacientes se encuentran decenas de kilómetros al norte del poblado del mismo nombre. En la zona de la laguna se observan varios cursos menores que desembocan en el lago (Fig. 7). Este análisis permite distinguir además dos zonas bien definidas de la laguna, una occidental con forma redondeada que constituye la parte abierta y otra oriental, de forma alargada, que define el cierre. Las líneas celestes entrecortadas en la laguna representan los posibles cursos de agua previos a la formación del lago. Estos cursos se unían en un único río en la zona de cierre que aportaba su caudal al río Brealito antes de ocurrir el deslizamiento que formó la laguna.



Figura 7: Vista del río principal que aporta a la laguna de Brealito.

El rasgo más elocuente del origen de la laguna corresponde al deslizamiento de Brealito (zona anaranjada con dibujos que representan los bloques en Figura 5). Las imágenes revelan nitidamente la acumulación de bloques que formaron el dique que estancó las aguas provenientes de los ríos secundarios que desembocaban en el río Brealito (Fig. 8).



Figura 8A: Vista hacia el noroeste del deslizamiento en la zona del cierre de la laguna. Obsérvense los bloques, muchos de ellos con caras planas y bordes filosos debido a sus límites definidos por planos de fractura y de estratificación. Abajo a la derecha se observa una planta de Brea, árbol que da lugar al nombre Brealito.



Figura 8B: Vista hacia el sudoeste del deslizamiento en la zona del cierre de la laguna.

La zona de arranque o cicatriz del deslizamiento está limitada por superficies correspondientes a planos de estratificación y de fracturas como se observa en las Figuras 1, 5 y 6.

Las líneas blancas en la Figura 5 indican las trazas de perfiles topográficos. Un perfil topográfico es una línea que une los puntos de la superficie y representa el relieve de una zona. En la Figura 9 A y B se muestran los perfiles topográficos sobre las trazas 1A a 1F y 2A a 2F.

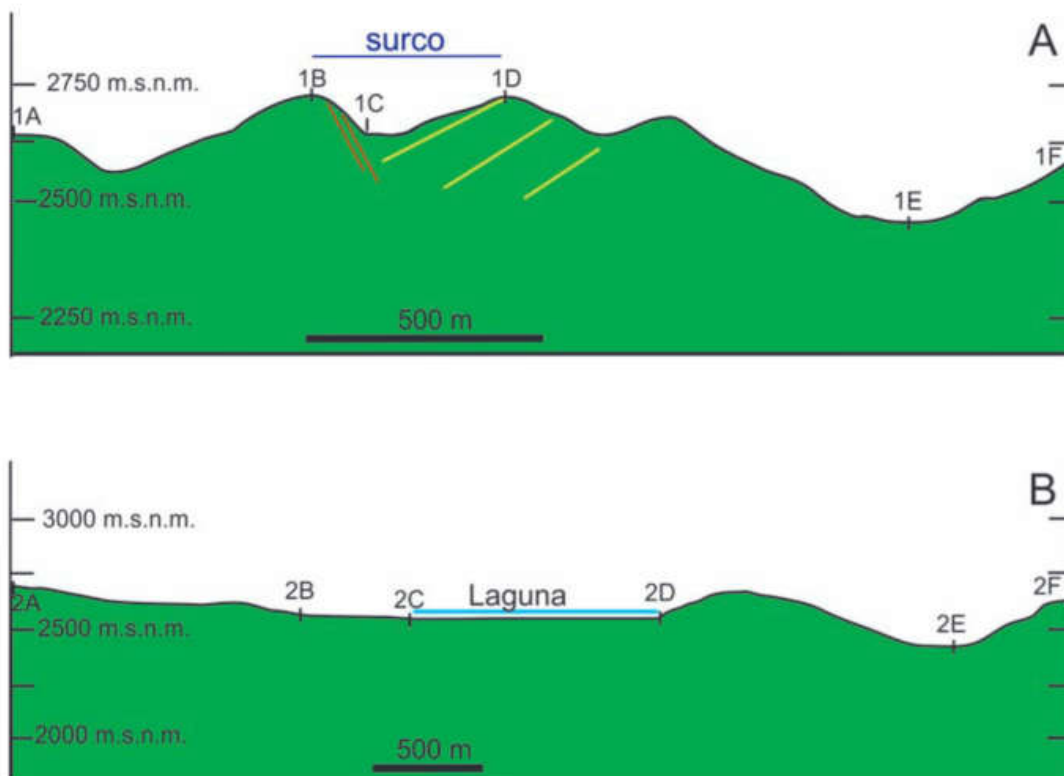


Figura 9: Perfiles topográficos 1 y 2 (ver traza de perfiles en Figura 5). El perfil A reproduce el corte transversal a la zona de arranque entre el río principal que alimenta la laguna y el río Brealito. La figura incorpora la traza de los planos de estratificación (líneas amarillas) y de las fracturas (líneas rojas) y resalta claramente los bordes y el piso del surco que representa la zona de arranque del deslizamiento (tramo 1B, 1C y 1D). El perfil B muestra la pendiente del río que desagua en la laguna entre 2A y 2B, la zona donde el río pierde pendiente entre 2B y 2C y que suele inundar la laguna en los veranos más lluviosos, la parte de relieve horizontal correspondiente al espejo de agua de la laguna (2C y 2D) y lo más llamativo es el ascenso topográfico representado por el depósito de bloques resultado del deslizamiento (2D) y la diferencia de altura de aproximadamente 140 m entre la superficie de la laguna (2D) y el río Brealito (2E). Estos perfiles brindan una dimensión real del relieve dado que las escalas horizontal y vertical son iguales.

Uno de los conceptos de fuerte arraigo en la región es que la laguna de Brealito no tiene fondo y por lo tanto corresponde a un ojo de mar. Hermanns et al. (2011) indican una profundidad de 120 m para la laguna. La Figura 10 corresponde al mismo perfil topográfico de la Figura 9B aunque en este caso se han exagerado las distancias verticales para magnificar el relieve.

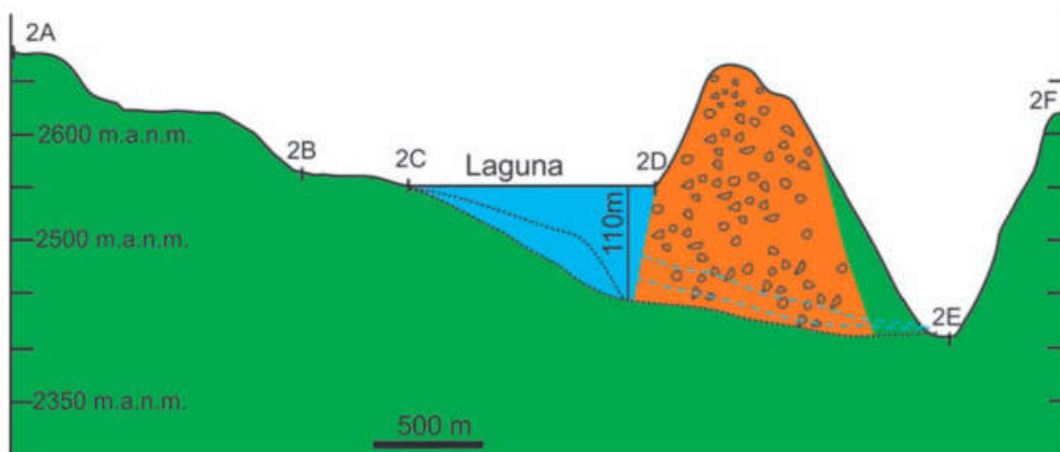


Figura 10: Perfil topográfico de la Figura 9B con exageración de la escala vertical para magnificar el relieve. Esta magnificación permite destacar la diferencia de altura entre los puntos 2C y 2D (superficie de la laguna) y 2E (río Brealito). Desde 2C se han dibujado dos líneas de puntos que representan dos hipótesis del diseño del fondo de la laguna, que a grandes rasgos reflejan posibles perfiles del río secundario que constituye la fuente principal de alimentación de la laguna y que desembocaba en el río Brealito antes del deslizamiento. Cualquiera de las dos hipótesis contempla una profundidad de aproximadamente 110 m para la zona del cierre de la laguna. Si comparamos esta figura con la Figura 4 C-D es posible comprender que el perfil de este río mostraba un quiebre abrupto en su pendiente en alguna parte por debajo de la zona de cierre de la laguna, y que asociado a este quiebre debe haber ocurrido la profundización del cauce por efecto de la erosión hídrica, con la consiguiente formación de una quebrada angosta y profunda. A medida que la quebrada fue más honda también se profundizó la pared y se alcanzó un estado en que la zona de bloques definidos por los planos de estratificación y fracturas quedó con una superficie libre hacia la quebrada, generándose las condiciones propicias para el deslizamiento. Del análisis de esta figura también es posible deducir que la altura del dique que formó el depósito del deslizamiento es de por lo menos 225 metros. La impermeabilidad de este dique ha sido suficiente para generar la laguna aunque igualmente se producen filtraciones que afloran como manantiales a la vera del camino que recorre el caserío de Brealito (líneas celestes entrecortadas en parte inferior del depósito del deslizamiento) los cuales tienen un significado especial para los fieles católicos que identifican estas manifestaciones como Agua de la Virgen o Agua Bendita.

EFFECTOS NO DESEADOS

Uno de los factores geológicos que contribuyeron al origen de la laguna de Brealito se encuentra en las características litológicas de las rocas sedimentarias cretácicas del Pírgua, propicias para generar deslizamientos como el de Brealito y otros detectados en la región (Hermanns et al. 2011). Los colores rojizos de estas rocas aportan una parte significativa a la belleza del paisaje, también a la de construcciones, como la Capilla de Brealito, edificada con este material. Sin embargo, la distribución de estas rocas que tanto aportan a las singularidades panorámicas de la zona también genera algunos riesgos que deberían ser evaluados de forma adecuada. En este sentido, la ubicación de muchas viviendas que constituyen el caserío de Brealito no es totalmente segura debido a que se encuentran en zonas de quebradas cerradas labradas sobre rocas del Pírgua, o directamente sobre las márgenes del depósito de deslizamiento que formó el dique de la laguna (Fig. 11) definiendo situaciones de riesgo debido a la posible ocurrencia de lluvias extraordinarias o terremotos que pueden reactivar el movimiento de los bloques.

Los análisis de diferentes tipos conducidos por Reginald Hermanns indican que el deslizamiento de Brealito tiene una edad holocena (probablemente menos de 3.000 años). Por ello, deberían tomarse medidas para evaluar las condiciones de estabilidad de las laderas en las zonas más pobladas de la región.

Figura 11. Bloques del depósito de deslizamiento de Brealito dispuestos en situación de potencial peligro sobre construcciones destinadas a la vivienda.



MITOS Y LEYENDAS

La creencia de una laguna sin fondo asociada a un ojo de mar fue la principal fuente de inspiración para leyendas variopintas que incluyen un pejerrey gigante que flotando lateralmente refleja su inmensidad en las noches de luna llena, o una serpiente con aletas que emerge por las noches, o sirenas, o luces que se asignan a fantasmas con farolitos o a ovnis.

El paisaje de singular belleza de la laguna de Brealito y su entorno, y en particular su apacibilidad (Fig. 12), también contribuyeron a este imaginario popular. Toda persona que visitó la laguna, especialmente en los días y noches sin viento, condiciones que resaltan la definición del efecto espejo sobre la superficie del lago, seguramente concuerda que es el ambiente ideal para dar marco a las historias y leyendas más fantásticas.

En este artículo, se han presentado los principales rasgos geológicos de la laguna de Brealito destacando cómo los distintos tipos de rocas originados en el tiempo geológico y las consecuencias de la formación de los Andes se han conjugado para originar la laguna en un tiempo muy reciente desde el punto de vista geológico, tan cercano que ya existían poblaciones ancestrales establecidas en la región (Hermanns et al. 2011).

La laguna de Brealito representa un dique o embalse natural y es un excelente ejemplo para ilustrar cómo distintos eventos geológicos van determinando las características de los paisajes, algunos de los cuales resultan en ambientes que por su singularidad invitan a las narraciones no exentas de fantasía que se convierten en fábulas y leyendas.



Bibliografía:

Hermanns, R., Folguera, A., Penna, I., Fauqué, L. y Niederman, 2011. Landslidedams in the Central Andes of Argentina (Northern Patagonia and the Argentine Northwest). En: Evans et al. (Eds) Natural and Artificial Rockslide Dams. Lecture Notes in Earth Sciences, Chapter 5: 147-176. SpringerVerlag.

Méndez, V., Turner, J. C. M., Navarini, A., Amengual, R. y Viera, V., 1979. Geología de la Región Noroeste, provincias de Salta y Jujuy. Dirección General de Fabricaciones Militares: 1-118. Buenos Aires.

Viera, V.O. y Rivelli, F.R., 2005. Génesis de la Laguna de Brealito, provincia de Salta. 16º Congreso Geológico Argentino, Actas, 3: 843-848. La Plata

Figura 12: Vistas de la Laguna de Brealito desde el oeste (arriba) y desde el este (abajo). Imágenes que impactan por su belleza.