



## CAPÍTULO 5

---

### **ENTROPIA DE LADERAS EN EL SUBSISTEMA DE LAS JUNTAS, DEPARTAMENTO AMBATO. CATAMARCA**

*Julio Alberto Costello<sup>1</sup>*

1.- Facultad de Humanidades. Universidad Nacional de Catamarca.  
[jacoste@gmail.com](mailto:jacoste@gmail.com)



## **ENTROPIA DE LADERAS EN EL SUBSISTEMA DE LAS JUNTAS, DEPARTAMENTO AMBATO. CATAMARCA**

### **SLOPE ENTROPY IN THE LAS JUNTAS SUBSYSTEM – AMBATO DEPARTMENT - CATAMARCA PROVINCE**

*Julio Alberto Costello*

#### **Resumen**

La movilidad de los suelos a consecuencia de los movimientos de laderas, se deben considerar dentro de los procesos propios de la geodinámica natural, hallándose asociados a la naturaleza de los materiales, pendientes y condiciones climáticas de los lugares donde estas se desarrollan, aunque, observaciones actuales relacionadas al cambio climático y al comportamiento actual de las precipitaciones en la región de las sierras noroccidentales de Ambato, demuestran comportamientos gravitacionales y de flujos diferentes a los que indica la bibliografía tradicional. Las remociones en los flancos, si bien constituyen un proceso natural; en la actualidad la desmesurada actividad antrópica supera la capacidad de sustentabilidad de estos paisajes, sumándose a ello las características de las precipitaciones que superan los umbrales normales locales y, cuando se hallan por debajo de éste, dificultan el proceso de resiliencia de los paisajes serranos locales, transformando así, las condiciones ambientales de la región. De esta manera, el presente trabajo tiene como objeto desde la geografía física, establecer una caracterización de los procesos en la relación a la tipología existente, determinando los mecanismos y la cuantificación de la magnitud de algunos fenómenos monitoreados a lo largo de veinte años.

*Palabras clave:* Movimientos de laderas, Sierras de Ambato, Geografía física, Resiliencia, Cuantificación, Caracterización.

#### **Abstract**

The mobility of the soils as a result of the movement of slopes, must be considered within the processes of natural geodynamics, being associated with the nature of the materials, slopes and climatic conditions of the places where they develop, even though, recent observations related to climate change and the current behavior of rainfall in the region of the northwestern sierras of Ambato, show gravitational and flow behaviors that are different from those indicated by the traditional bibliography. The removals on the flanks, although they constitute a natural process, the excessive anthropic activity at present exceeds the sustainability capacity of these landscapes, adding to this the characteristics of the precipitations that exceed the local normal thresholds and, when they are below them, hinder the resilience process of local mountain landscapes, thus transforming the environmental conditions of the region. In this way, the present work has as its object, from physical geography, to establish a characterization of the processes in relation to the



A diferencia de esto, los flancos orientales de las sierras Ambato-Manchao, muestran una intensa dinámica producida por las características de las precipitaciones, que contribuyen al desarrollo masivo de procesos degradativos que se acrecientan en magnitud por la importante actividad ganadera presente en el área.

Cabe agregar, que los inicios de la actividad ganadera se remontan a la época colonial que incluye un nuevo elemento al paisaje de montaña y somete a este tipo de suelo a mecanismos que aceleran los procesos degradativos. (Costello 2018). (Figura 2)

Figura 2

*Imágenes de las áreas de estudio*



Nota: Archivo fotográfico del autor.

Los trabajos realizados en la cuenca de Las Juntas, subsistema de la cuenca del río Del Valle, determinaron la presencia alarmante en características y magnitudes de eventos degradativos, los que se extienden por este flanco hasta la localidad de Aconquija en el departamento Andalgalá.

## 2. Análisis de las características fisiográficas generales

Las Sierras de Ambato Manchao constituyen parte del dominio geológico conocido como Sierras Pampeanas Noroccidentales, cuya interesante historia geocronológica se inicia durante tiempos eopaleozoicos, con evidencia de materiales precámbricos (Ramos, 2015). Estas sierras sobrevivieron a la deriva continental y a procesos de reacomodamiento de las estructuras a lo largo de su historia, habiéndose constatado, además, la existencia de secuencias volcánicas neopaleozóicas en la Sierras Pampeanas de Córdoba, según Bondenbender (1911) las que a posterior se verían reactivadas durante la formación de la cordillera andina en el terciario medio-superior.

La reactivación que aún se manifiesta en los procesos neotectónicos actuales cuyas improntas estructurales geomorfológicas afloran en los valles de las regiones circundantes, sorprenden a especialista por la información que expone el paisaje, como lo indica Eremchuck y otros (1999), cuando se refiere a los bordes occidentales del valle de Paclín.

Para completar la evolución de este paisaje, Ricardo, J y otros (1989), indican que en tiempos postpleistocénico, en el holoceno entre 10.000 a 30.000 años, esta parte de las sierras como otras formaciones de la región noroeste se vieron cubiertas por depósitos eólicos de loess; tan importantes que relacionados a la *bonomia* de los climas actuales,

determinan suelos y condiciones bióticas únicas dentro de la región, y por lo tanto, constituye una "epidermis" que permite el desarrollo de ecosistemas locales con características particulares.

A manera de breve síntesis y haciendo alusión a la teoría de evolución de los paisajes de W. Davis (1890), quien establece este concepto revolucionario para la geografía física, al indicar que, en los paisajes montañosos, podrían considerarse etapas bien definidas de tres periodos que abarcan desde la juventud, la madurez a la vejez.

Más allá de lo taxativo de su apreciación al no considerar los procesos diastróficos positivos, su arriesgada teoría sirvió para dar luz a la ciencia y buscar la respuesta no considerada por el autor, respecto a la reactivación diastrófica.

Así, estas sierras constituyen un excelente ejemplo de rejuvenecimiento de paisajes, por reactivación estructural. Sólo basta leer la magnífica apreciación de Zetzner (1873), cuando las define como un paisaje cuasi aplanado de proto-sierras, antes de los efectos de las manifestaciones ándicas, bautizándolas curiosamente de manera aparentemente contradictoria, como Sierras Pampeanas.

Acerca de estos procesos de reactivaciones locales dentro de los valles de altura, Costello M (2018) cita en su trabajo sobre neotectónica de El Rodeo y La Puerta, departamento Ambato, la existencia de fallamientos y depósitos aluviales elevados por reactivación cuaternaria, lo cual indica que la actual geotectónica local aún continúa con la acreción de estos cuerpos tectónicos, y que aquellos magníficos procesos del ándico continúan en este tiempo, aunque vigente en menor escala.

La lectura de los rasgos geomorfológicos heredados en el paisaje, constituyen una importante evidencia de la existencia de paleoclimas variables que abarcan periodos fríos, secos y húmedos que afectaron a esta parte de Sierras Pampeanas y específicamente el sector septentrional de estas sierras.

Ahora bien, si realizamos una mirada regional, el Valle de Tafí ubicado en las sierras de Aconquija; según indican trabajos de palinología realizados en este lugar por Grill S. y otros (2013), se detectaron intercalaciones de periodos húmedos y secos durante el holoceno.

Además, entre otros, Lupo (1990), establece de manera concordante de acuerdo a trabajos geomorfológicos realizados en el lugar, la existencia cuasi reciente en los primeros mil años de la era con condiciones pertenecientes a características de un clima frío y húmedo con valores superiores a los actuales.


Al respecto, Sayago (1995) indica que los paleosuelos de Aconquija, localidad cercana a la cuenca de trabajo, se hallan en franca relación con una etapa polar austral correspondiente al Pleistoceno superior.

La apreciación hace suponer que el ingreso de frío polar desde el Sur antes de llegar a las cumbres de mención, manifestó los efectos primariamente, sobre el cordón de Ambato Manchao, produciendo las evidencias encontradas durante los trabajos de campo:

- la primera evidencia interesante de una etapa húmeda y fría local surge del hallazgo de paleosuelos al Norte del valle, cuya disposición indica escurrimientos laminares, así como también, depósitos aluviales subyacentes bajo mantos *loessicos*; estos últimos descriptos oportunamente por Gonzales Bonorino (1942).
- la segunda demostración *in situ* y quizás la más importante (Figura 3), constituye la presencia en las facies estratigráficas exhumadas de suelos afectados por frío y depósitos de materiales finos comprimidos y estriados por contracción laminar. Además, de rupturas de depósitos arcillosos (*break rock*), originados por cuñas de aguas congeladas (*freezes ice*), como producto de la licuefacción del hielo al producirse la apertura de grietas, estas permiten el paso del material de la fase superior a la inferior los cuales se observan *in situ* (Costello, 2018).

Figura 3

*Vista de frente morrénico y artesas glaciares en las Sierras de Aconquija*

<p>Frente morrénico ubicado en el actual piedemonte del flanco occidental de las sierras de Aconquija a 2700msnm.</p>	<p>Vista de dos artesas glaciares ubicadas sobre las mismas sierras sobre los 4800msnm</p>
	

Nota: Archivo fotográfico del autor.

La existencia de un ciclo frío regional también fue indicada por Rohmeder (1942), quien basado en observaciones *in situ* establece la existencia de amplios circos glaciares ubicados en ambos flancos y áreas cumbreales de las sierras de Aconquija, distantes a 80 kilómetros al norte del mismo lineamiento montañoso de Ambato Manchao. Las improntas geomorfológicas descubiertas indican a partir de la naturaleza de los procesos mecánicos y de las evidencias comprobadas en el lugar, tres áreas afectadas por glaciario Pleistocénico, bien definidas:

- 1) Aquellas ubicadas sobre los 5.200 msnm, donde es frecuente observar formas glaciares pertenecientes a morrenas y circos.
- 2) Las ubicadas desde los 2.500 hasta los 1.000 msnm, caracterizada por presentar materiales fluvio-glaciares gruesos.
- 3) Las localizadas en los fondos de valles o zonas bajas con presencia de morfología glaciares, con alto grado de alteración post etapa fría.

De acuerdo a la naturaleza de los hallazgos de estas improntas morfológicas correspondientes a paisajes fríos, este autor precisa que las sierras de Aconquija se vieron afectadas por cuatro periodos gélidos, advirtiendo al tercero como el de mayor importancia del resto, basado posiblemente por alcanzar los niveles cuasi distales del piedemonte adosados a los faldeos occidentales de las sierras.

El detalle de las imágenes satelitales actuales, permitieron reafirmar la importancia de la observación *in situ*, confirmando las apreciaciones realizadas por Rohmeder, y, aunque si bien podríamos discutir la existencia de los cuatro períodos gélidos, indicados sólo a partir de observaciones y análisis morfológicos cuantitativos, o si estos constituyeron diferentes estadios de una misma etapa gélida; "lo indiscutible es que las glaciaciones estuvieron presentes en estas sierras, testimonios de las cuales quedan restos de artesas y depósitos glaciares que aún se resisten a la degradación del tiempo y a los agentes de modificación actual" Costello J (2018).


Aspectos morfológicos confirmados por Ahumada y otros (2013), indican la presencia de 246 glaciares de escombros, avalando de manera directa las observaciones de originales realizadas por el autor de mención. (Figura 4)

En relación al lugar de trabajo que se expone, si bien no existe información científica que permita por medio de dataciones indicar el tiempo exacto y la periodicidad de las etapas frías en el paisaje local, se puede inferir, considerando la proximidad del centro y norte de Ambato Manchao al cordón de Aconquija y, de evidencias de paleosuelos y glaciares de

escombros observados en estas sierras, afirmar la existencia de la afección en el paisaje de los estadios glaciares holocénicos y postholocénicos, a los que estuvo sometida la región, que sin dudas afecta las altas cumbres de la sierra, hasta más allá de la latitud de S:28° 04'32,19" y S - W:65° 54' 25,01".

Figura 4

*Depósitos de paleosuelos y cuña sedimentaria en el área de estudio*

Depósitos de paleosuelos correspondientes a una etapa climática húmeda	Cuña sedimentaria originada por la licuefacción de permafrost, ubicados a la latitud de 28° 04' 32,19" S y 65° 54' 25,01" W
	

*Nota:* Archivo fotográfico del autor.

Este paisaje fue sometido en su historia a varias fases climáticas entre el pleistoceno superior incluido el holoceno, según las evidencias de paleosuelos originados por la presencia de coberturas vegetales importantes correspondientes a periodos de climas húmedos intercalados con otros de sequías, que determinaron el desarrollo de redes de cárcavas importantes, hoy, estabilizadas por resiliencia de la dinámica natural actual del clima subhúmedo-húmedo que domina en el presente esta región. El paisaje se presenta como una cuenca con particulares características que la hacen importante al análisis de la especialidad.

Si bien, no existe una carga de datos climáticos que permitan definir de manera precisa el clima de Las Juntas no invalida esto, que se pueda realizar una aproximación a partir del análisis de la cobertura y dominios biotásicos que corresponden a prados o pastizales y bosques de altura, estos últimos con importante presencia de sotobosque y cobertura muscinal, evidencian la influencia de un régimen de precipitaciones propio de las regiones húmedas, que en este caso alternan con la estación seca invernal.

Morfológicamente existen dentro del valle, depósitos loessicos post-pleistocenos, que muestran improntas de grandes procesos de erosión retrocedente, y dentro de estos, manifestaciones similares cuasi actuales reducidas, quedando ambas manifestaciones unas dentro otras; en ambos casos sin alcanzar la estructura que se halla soterrada por estos materiales.

Estas manifestaciones de erosión vertical indican dos estadios diferentes de precipitaciones, el primero logra generar formas importantes, indicando un periodo de precipitaciones destructivas en un clima más seco, mientras que las segundas manifestaciones hablan de un proceso de menores precipitaciones que las anteriores, y de reducida manifestación.

En la actualidad la mayoría de estos eventos se hallan protegidos por una densa cobertura biotásica de cormofitas y arbustales, que evitan el efecto progresivo de las

retrocedencias. Es importante destacar que el proceso de revegetación natural, permite estabilizar el proceso de erosión en estos paleocauces de ladera. (Figura 5)

Figura 5

*Improntas de procesos de erosión retrocedente estabilizados por biostasia.*



Nota: Imagen Google Earth (2021)

De esta manera las lluvias orográficas producidas en la región de las laderas orientales de estas sierras, responden a la altura del cordón, de poco más de 3500msnm, "pantalla" amplia de captación de masas húmedas procedentes del sudeste durante la época estival, las que originan montos superiores a 700mm, mientras en los sectores deprimidos del gran valle las lluvias alcanzan -500mm milímetros anuales aproximadamente. (Cuadro 1)

Cuadro1

*Caudales máximos aproximados del subsistema de Las Juntas tomados durante los veranos correspondientes entre los años 1980 y 2014 expresados en metros cúbicos*

AÑOS	CAUD. APROX	AFECCIONES	REGISTRO
1.980	250	S/ afecciones	Cát. Geom.
1.985	300	Mínimas	Cát. Geom.
1.987	250	S/ afecciones	Cát. Geom.
1.990	300	Mínimas	Cát. Geom.
1.992	400	Mínimas	Cát. Geom.
1.994	350	Mínimas	Cát. Geom.
1.996	350	Mínimas	Cát. Geom.
1.997	300	Mínimas	Cát. Geom.
2.000	250	S/ afecciones	Cát. Geom.
2.004	300	Mínimas	Cát. Geom.
2.006	250	S/ afecciones	Cát. Geom.
2.008	350	Mínimas	Cát. Geom.
2.011	350	Mínimas	Cát. Geom.
2.014	350	Mínimas	Cát. Geom.

Nota: Elaboración propia.

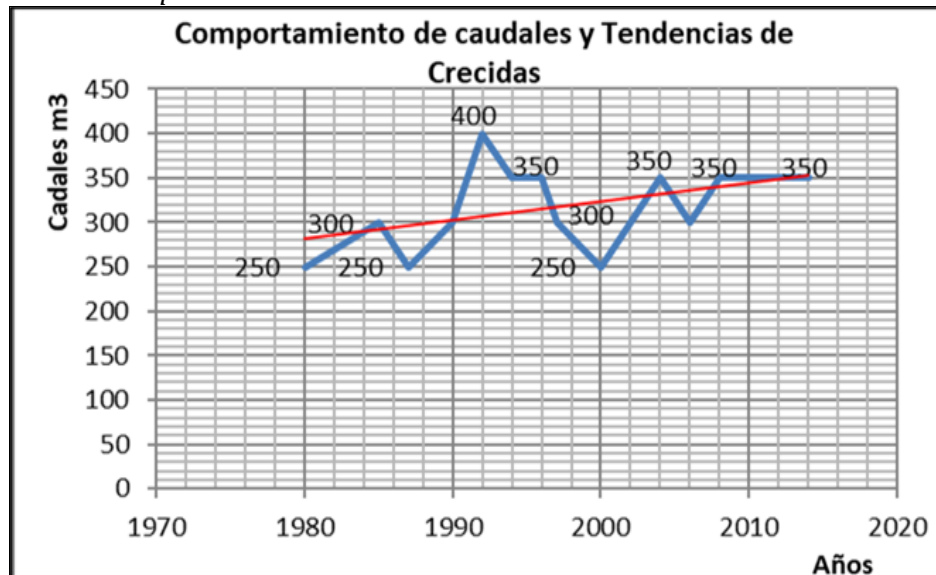


Fuente interesante de información pluviométrica lo constituía la estación de El Rodeo ubicada a 1.100 m.s.n.m., a la misma longitud y a 15km de la cuenca de trabajo; estación que funciona de manera sistemática durante 25 años y registra uno de los eventos pluviométricos que alcanzó una precipitación al Oeste valle de 1000mm para el año 1990 (Cuadro N°1).

A manera de correlación se toman las grandes crecidas de la subcuenca de Las Juntas, producidas en los veranos de 1975 a 2014 (Figura 6)

Figura 6

*Comportamiento de picos de crecidas*



Nota: Elaboración propia.

Específicamente la de 1990, veremos la importancia de los volúmenes aproximados de agua en las ocurrencias que fueron registradas por la cátedra de Geomorfología e Hidrografía del Departamento Geografía de esta Universidad Nacional de Catamarca.

### 3. La naturaleza de los eventos gravitacionales

El estudio de la naturaleza de los eventos gravitacionales, originalmente fue abordado por la geología, ciencia que aportó magníficas apreciaciones, clasificaciones y nomenclaturas de movimientos en masa.

Basta leer obras de Sharpe (1938), Holmes, (1940) Kirby y Carson (2004) entre algunos, para dar cuenta de la intensa labor y conocimientos sobre el tema desarrollados.

Arthur Strahler (1980) entre los clásicos de la Geografía dedicaron su tiempo a introducir este interesante conocimiento como tantos otros al complejo, amplio y holístico campo de la Geografía, a través de la Geografía Física, y dentro de ella a la Geomorfología, como herramienta que permite al profesional de la Geografía, auscultar al paisaje natural, con el objeto de indicar el límite de las modificaciones antrópicas en el medio, o bien, las medidas que pudieran mitigar los impactos en el paisaje producto de su atrevida "capacidad de destrucción" justificado mediante el sostén discursivo de "su capacidad creativa e intelectual", sin dudas desmesurada "creatividad", en la búsqueda del ilimitado confort.

No es motivo de este trabajo desarrollar clasificaciones de eventos gravitacionales, pero sí mencionar aquellas que permiten tipificar algunas formas degradativas de tratamiento.



Otros aportes como Cruden & Varnes (1978-1996) y Hutchinson (1968, 1988), se caracterizan por la complejidad y la amplitud de variables que se consideran en el desarrollo de estos y son aceptadas por geomorfólogos hispano parlantes, como así también, por anglosajones, en virtud de los problemas que pueden ocasionar las traducciones del inglés al español, de todas maneras, las observaciones de Sharpe (1938), continúan siendo la base clásica de estas, tal como su obra.

Los procesos gravitacionales, si bien constituyen una parte de la mecánica de transformación de la superficie de la Tierra son el producto final de la acción de los agentes modeladores tanto externos como internos (estos últimos en menor medida), cuya interacción determina el tipo de modificación. Por ejemplo: las características climáticas de la región, la geología, la naturaleza edáfica del piso, el tipo y naturaleza de la cobertura biotásica la cual se relaciona al clima, etc., aunque los factores de mayor importancia es el gradiente de pendiente que posea el lugar y el efecto de las precipitaciones sobre esta.

En la actualidad, existen dos variables de afección regional que aceleran los procesos de destrucción gravitacional local, pudiéndose considerar a las actividades antrópicas como una de ella, mientras que la segunda corresponde a las nuevas características de las precipitaciones originadas por el actual cambio climático, que acelera el entropismo de estos particulares ecosistemas.

En cuanto al lugar de tratamiento, se puede indicar que los flancos occidentales de la sierra de Ambato donde se traza el subsistema de Las Juntas, constituyen un interesante ejemplo de destrucción paulatina de laderas, bosques autóctonos y pastizales de altura o prados, como consecuencia de procesos gravitacionales, escorrentías y actividades antrópicas de épocas coloniales con la introducción postcolonial de ganado.

Al respecto Sola (1890) al referirse acerca de la crianza del ganado en el Noroeste del país, indica que se trata de una actividad totalmente primitiva, donde la premisa es dejar ganado en el campo para multiplicarse "... con la ayuda de Dios..." y "sin ningún tipo de cuidado...", práctica que actualmente se emplea con idéntico procedimiento.

De esta manera desde el siglo XVI al XVIII y principios del XX las montañas de la región, estuvieron sometidas a prácticas ganaderas rudimentarias e intensivas, establecidas en campos abiertos, perdurando hasta las primeras décadas de 1900.

Si bien, la actividad minera en Perú y Bolivia ya había decaído, el norte de Chile se constituyó en un nuevo e importante mercado regional consumidor de ganado bovino y mular, que trasladado por valles y sierras allende la cordillera llegaba a los pueblos costeros en el Pacífico, cumpliendo con la demanda de consumo de carnes rojas y de mulares para carga.

Esta actividad económicamente altamente productiva finaliza con las medidas de regularización e impuestos establecidos por la Dirección Nacional de Aduanas a partir de 1935 aproximadamente, aunque la faena ganadera local se mantuvo de manera intensiva hasta tiempos no lejanos del presente, manteniendo la producción de ganado en virtud del consumo local y regional, al transformarse el Valle Central de Catamarca en importante mercado de consumo de carnes rojas.

De esta manera la actividad antrópica conlleva paulatinamente a la destrucción de estos paisajes montañosos, proceso que se acentúa hacia el norte de estas laderas, hasta más allá de la localidad de Humaya, espacios otrora ocupados por extensos campos aterrizados dedicados a la actividad agrícola en épocas precolombinas.

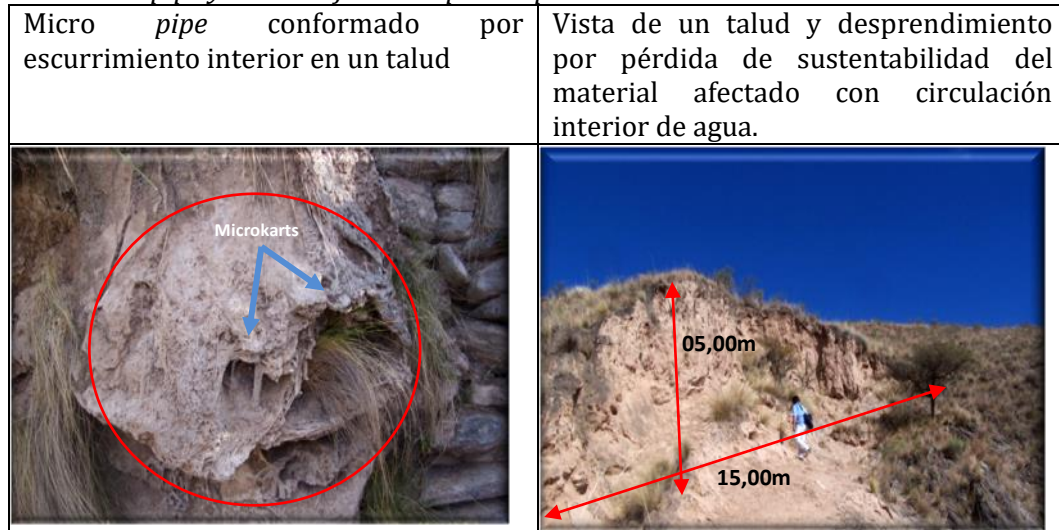
Del análisis, surge que los extensos depósitos postpleistocénicos de loess al quedar desprotegidos de la cobertura vegetal, se alteran con facilidad ante la presencia de escorrentías.

Además, en los sistemas de red de tubos subterráneos (*pipe*) producidos por la presencia importante de carbonato de calcio, que en climas húmedos se disuelven con facilidad

creando un sistema interno de circulación de agua. Esta red de tubos subterráneos provoca procesos de hundimiento de la superficie o caída de materiales, formando extensos taludes que, de acuerdo a la naturaleza de su constitución y su geometría, sometidos al intemperismo constituyen sectores de evolución mecánica gravitacional de degradación constante, como se indica en la Figura 7.

Figura 7

*Vista de Micro pipe y de talud formado por desprendimiento*



*Nota:* Elaboración propia.

Estas morfologías en algunos casos con características pseudokársticas, (Mikkan, 2017) se hallan relacionadas a suelos finos (Loess) con presencia de materiales solubles, y mecánicas de dispersión o contracción de las arcillas en presencia de agua, ambos elementos (arcillas y carbonatos) son comunes en depósitos loessicos observados en la región.

Redolfi, E. (2007), en su trabajo "Suelos Colapsables", indica de manera concordante con Dudley (1970) que las principales causas de hundimientos de estos tipos de suelos se relacionan con:

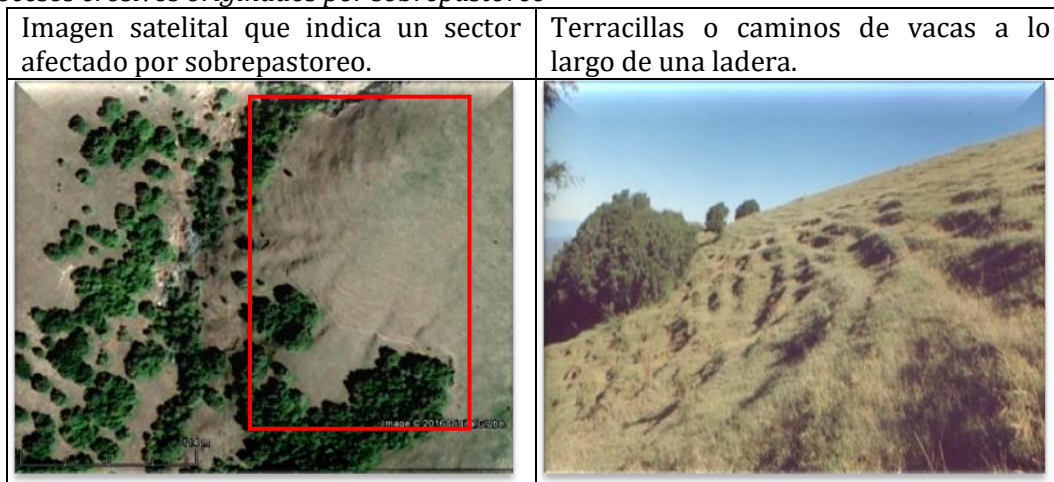
- 1) La característica del suelo: relacionadas a las condiciones químicas que permiten el desarrollo del proceso.
- 2) Materiales susceptibles de ser anulados o reducidos por agua.
- 3) Presencia de espacios internos que permiten la falta de resistencia del depósito.

A lo que se puede agregar, además, condiciones climáticas de humedad importantes como sucede en este caso particular.

Analizado desde el contexto de la Geografía en cuanto al estudio de las interacciones naturaleza sociedad, toma importancia en esta región los efectos generados por la actividad ganadera que degrada el piso a partir del sobrepastoreo, acción que involucra, además, el ramoneo y el pisoteo (Figura 8).

La deformación de la superficie del suelo con improntas conocidas como *ped de vache* o caminos de vacas (Max Derruau, 1965), tienden a destruir la cobertura vegetal protectora del suelo y generar núcleos de erosión progresivos en el sentido de las pendientes, que expuestos a las escorrentías superficiales tienden a acelerar el ciclo de evolución degradativo natural, transformando a estos en procesos erosivos en eventos exponenciales.

Figura 8  
*Procesos erosivos originados por sobrepastoreo*



Nota: Elaboración propia.

La mecánica de hundimiento vertical progresivo, genera despegues superiores a un metro entre terracillas y expone importantes superficies de suelo a los procesos exógenos de desgaste, estos eventos se producen en laderas con pendientes superiores al 3%. Otra de las manifestaciones propias en este tipo de suelo presentes aquí, son los carcavamientos verticales (Cutting) de gran profundidad, que buscan las divisorias de aguas con el consecuente proceso de erosión regresiva, y solo se frenan cuando las rápidas erosiones de los mantos de loess alcanzan la estructura.

Figura 9  
*Carcavamiento por erosión retrocedente "camino de vacas"*



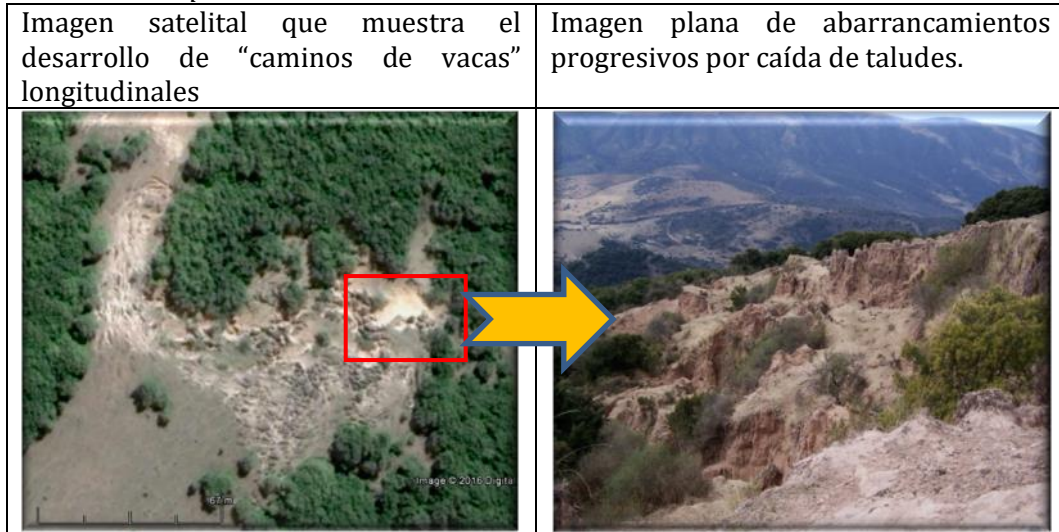
Nota: Elaboración propia.

El monitoreo de diferentes laderas demuestra que los "caminos de vacas", constituyen el estadio inicial en la destrucción antrópica de laderas, mientras que los procesos posteriores de aceleración y mayor impacto surgen de la transformación de los escurrimientos laminares normales a escurrimientos en surcos, pendiente abajo, creando extensos carcavamiento longitudinales con canales superiores a 1m de profundidad, y en

algunos casos prominentes taludes, (Figura 10) sujetos al hundimiento y caída de materiales por desarrollo de redes tipo *pipe lines* en el cuerpo loessico.

Figura 10

*Abarrancamiento por caída de taludes*



Nota: Elaboración propia.

Otra de las cuestiones a considerar es la destrucción de la cobertura herbácea, en este caso por sobrecarga ganadera, que expone el suelo a la denudación, a la erosión y a los taludes al efecto de las precipitaciones que altera y aumenta la presión sobre la porosidad, la infiltración, provoca el incremento de volumen del material por hidratación, constituyendo este último el disparador de procesos de caídas, hundimientos, deslizamientos y coladas o flujos terrígenos, procesos comunes en el paisaje de tratamiento.

Figura 11

*Desarrollo de cárcavas por arroyadas y transformación final en bad land*



Nota: Elaboración propia.

El desarrollo de *bad land* o "tierras malas", constituye quizás el proceso de mayor daño de estos paisajes de ladera, pues por las características de estas se transforman en

degradaciones imposibles de controlar aquí, donde la erosión a consecuencia de la torrencialidad de las precipitaciones no permite el enraizamiento de coberturas herbáceas que eviten la erosión.

#### Cuadro 2

*Valores aproximados de suelo y superficie perdidos por eventos de erosión en laderas originados por actividad económica*

<b>Sector de Erosión</b>	<b>Superficie Afectada m<sup>2</sup></b>	<b>Volumen suelo desaparecido m<sup>3</sup></b>	<b>Altura msnm</b>
<b>Núcleo 1</b>	4.414,50	68.125	1974
<b>Núcleo 2</b>	2.600	6.500	2073
<b>Núcleo 3</b>	3.005	15.426,10	2190
<b>Núcleo 4</b>	1.417,32	3.492	2221
<b>Superficie de Suelo Desaparecido</b>	11.516,82	93.543,27	

*Nota:* Elaboración propia.

Las actividades de campo permitieron obtener valores de diferentes eventos, considerando en este caso los de mayor magnitud en la muestra, aunque no todos los existentes pudieron ser relevados, determinando para los indicados en este trabajo la pérdida de 93.543 m<sup>3</sup> de suelo aproximadamente, desapareciendo con ello 11.516 m<sup>2</sup> de superficie de laderas aproximadamente.

#### 4. Conclusiones

Constituyen los paisajes de laderas ubicados en la subcuenca del río de Las Juntas, correspondientes al cordón de Ambato-Manchao de Sierras Pampeanas; valles intermontanos donde la bondad de la naturaleza fisiográfica, permite el desarrollo de interesantes y únicos ecosistemas.

Considerando las condiciones de evolución geomórfica natural de estos tipos de paisaje, se puede inferir acertadamente que los procesos de modificación se hallan relacionados a la naturaleza de este, además de condiciones de pendientes, tipo de suelos, clima (precipitaciones), y características biotásicas, que permiten la evolución a partir de mecánicas de arroyadas laminares, remoción en masa, etc.

Se advierten, además, formas gravitacionales particulares en relación con las clasificaciones existentes de procesos gravitacionales, relacionados obviamente a las características propias del lugar donde estas se desarrollan.

Los procesos de hundimientos por colapso de suelos por desarrollo de redes subterráneas de agua por *piping*, desarrollos de *band land*, coladas de barro, carcavamientos por desarrollo de *ryles*, de *pipes* etc., son los más comunes.

En este caso particular, la entropía acelerada en condiciones aparente de irreversibilidad de las cuencas de la región, se debe a los daños producidos por la intensiva e histórica actividad ganadera, que domino a la región desde tiempos históricos al presente.

En la actualidad, se comprobó que a consecuencia de los efectos de las varianzas del clima regional que determina largos periodos de stress hídrico y luego, precipitaciones con intensa torrencialidad, los procesos de mención aceleran la dinámica de destrucción de la superficie como de la pérdida de suelos que conllevan a estos paisajes a la paulatina entropía.



## 5. Referencias bibliográficas

- Bondenbender, G. (1911). Contribución al conocimiento geológico de la República Argentina, Meláfiro y Andesitas en las Sierras de Córdoba. *Anales del Ministerio de agricultura, Sección Geología y Minería Buenos Aires*, Tomo II N° 3, Pág.43.
- Costello, J. (2000). Los procesos erosivos en la cuenca alta de Las Juntas y el uso del *Podocarpus parlatorei* y andenes pre incas en el control de la remoción en masa. Aportes científicos en masa. *Aportes científicos desde las Humanidades Ambiente, Historia y Sociedad*. Actas 6tas. Jornadas de Ciencia y Tecnología. Facultad de Humanidades UNCA. Editorial Universitaria. Pag.09-17.
- Costello, J. (2001). *El Podocarpus parlatorei, herramienta eficaz en el control de los procesos erosivos en pendientes con fuerte drenajes*. FH. Editorial Universitaria UNCA. Pag. 43-45
- Costello, J. (2005). Comportamiento de variables microclimáticas, temperatura y humedad en el bosque de *Podocarpus parlatorei*, Las Juntas Dpto. Ambato. *Aportes Científicos desde las Humanidades Actas 1ras Jornadas de Ciencia y Tecnología*. Facultad de Humanidades. UNCA Editorial Universitaria. Tomo I. Pág. 43 – 45.
- Costello, J. y Cardenez, S. (2006). Estudio comparativo temporal de los procesos degradativos en microrrelieves. Las Juntas Dpto. Ambato Catamarca. *Aportes Científicos desde las desde las Humanidades 6, Ambiente Historia y Sociedad*. Editorial Universitaria UNCA. Catamarca Pág. 16 – 25.
- Derreaux, M. (1966). *Geomorfología*. Ediciones Ariel, Barcelona. España.
- Dudley, J. (1970) Review of Collapsing Soils. *Journal of Soils Mechanics and Foundation*. División. ASCE. Vol. 96 (SM3), pp. 925 - 947.
- Eremchuck, J. y Papetti, L. (1999). Neotectónica del tramo austral del valle de Paclín-Catamarca. *Decimocuarto Congreso Geológico Argentino. Actas I*, Pág.257- 259.
- Gonzales Bonorino. F. (1978) *Descripción geológica de la hoja 14f San Fernando del valle de Catamarca (provincia de Catamarca)*. Dirección Nacional de Geología y Minería Vol. 160.
- Glade, T y Crozier, M. (2005). *A Rewiev of scale dependency in landslide hazard and risk analysis England*, Jhon Willey & Sons pp. 70 -190.
- Kenneth Hamblin, W. (1985). *The Eart's Dynamic Systems*. Burgess Publishing USA.
- Khun, F. Rohmeder, G. (1943). *Estudio Fisiográfico de las Sierras de Tucumán*. Facultad de Filosofía, UNT. p. 1-98. Tucumán.
- Le Corre, C. Rosello, E. (1989). Evidencias geológicas de una tectónica andina distensiva en las Sierras Pampeanas de Ambato y Ancasti, Catamarca, Argentina. *Primer Simposio Argentino de Teledetección*, Resúmenes Pág. 41.
- Le Corre, Rossello, E. (1994). Kinematics of early Paleozoic ductile deformation in the basement of NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 7(3/4): 301-308.
- McHarg, I. (1992). *Desing with Nature*. Jhon Wiley &, Inc, New York.
- McKnight, T. (1987). *Physical Geography a Lancape Appreciation*. Prentice Hall, Inc. Inglewood Cliffs, New Jersey USA.
- Nulló, F. (1984). Estructura del extremo austral de las sierras de Ancasti, Catamarca. *IX Congreso Geológico Argentino, Actas 2*. p. 414-426, S.C. Bariloche
- Ramos, V.; Escayola, M.; Leal, P.; Pimentel, M. y Santos, J. (2015). The lates stage of the pampean orogeny, Córdoba (Argentina): Evidence postcolisional Early Cambrian Slab break of magmatism. *Jurnal of South American Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2015.08.02>. p. 1-15.
- Redolfi, E. (2007). *Suelos Colapsables*. Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales. Departamento de Construcciones Civiles. Univ. Nacional de Córdoba.



- Rocca, R.; Redolfi, E. y Terzario, R. (2006). Características geotécnicas de los loess de Argentina. *Revista de Desastres Naturales, Accidentes e infraestructura civil*. Vol.6 (2) 149.
- Rohmeder, G. (1942). *La glaciación diluvial de los nevados de Aconquija, (parte austral)*. Instituto de Estudios Geográficos Rohmeder. Universidad nacional de Tucumán Facultad de Filosofía y Letras, Monografía N° 1. pp. 3. Tucumán.
- Rohmeder, W. (1941). *Die diluviale Vereisung des S. Aconquija – Gebirges in Nordwest Argentiennen – Peterm. Geogr. Mitt*, 12:417-433.
- Sayago, J. (1995). The Argentine Neotropical loess a Eolian Sediment in the Quaternary *Science Review USA*, 14: 755-756
- Sayago, J.; Zinck, M.; Collantes, M. y Toledo, M. (2003). Evolución ambiental de los Valles Preandinos y la Llanura Chaqueña Occidental Argentina, durante el Pleistoceno Tardío y el Holoceno. *Actas del Congreso Argentino del Cuaternario 2003*. Tucumán.
- Solá, M. (1890). *Memoria descriptiva de la provincia de Salta*. Ed. Mariano Moreno Buenos Aires. Argentina.
- Stelzner, A. (1873) Comunicaciones sobre geología y mineralogía de la República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias Exactas Universidad de Córdoba T.I*
- Varnes, D. (1978), Slope movement types and processeces, en Shuster, R. L. and Krizek R. J. Ed landslides. Analisis and control: Washington D. C, National Academy Press, *Transportation Research Board Special Report 175* pp. 7 - 38