

# *Introducción a la Geoarqueología*

Clases del curso  
virtual GEGAL



Cristián M. Favier Dubois  
y Daniela Storchi Lobos  
coordinadores



Introducción a la Geoarqueología : clases del curso virtual GEGAL / Cristián Mario Favier Dubois ... [et al.] ; compilado por Daniela Storchi Lobos; Cristián Mario Favier Dubois. - 1a ed ampliada. - Villa Mercedes : El Tabaquillo, 2020.

Tarjeta de memoria SD ("Secure Digital"), PDF  
ISBN 978-987-4468-40-6

1. Expediciones Arqueológicas. I. Dubois, Cristián Mario Favier, comp. II. Storchi Lobos , Daniela, comp.  
CDD 930.1028



## **Equipo docente**

**Dr. Cristián M. Favier Dubois (Argentina)**

CONICET - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría

**Lic. Daniela Storchi Lobos (Argentina)**

CONICET - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Olavarría

**Dra. Carola Castiñeira Latorre (Argentina)**

CONICET - Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Buenos Aires

**Dra. Ivana Laura Ozán (Argentina)**

CONICET - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires

**Dr. Julio Cesar Rubin de Rubin (Brasil)**

Pontificia Universidade Católica de Goiás, Goiás

**Lic. Mario Bermúdez Restrepo (Colombia)**

Universidad de Caldas, Manizales

**Dr. William A. Posada Restrepo (Colombia)**

Universidad de Antioquia, Medellín

**Lic. Benjamín Acevedo Peralta (Costa Rica)**

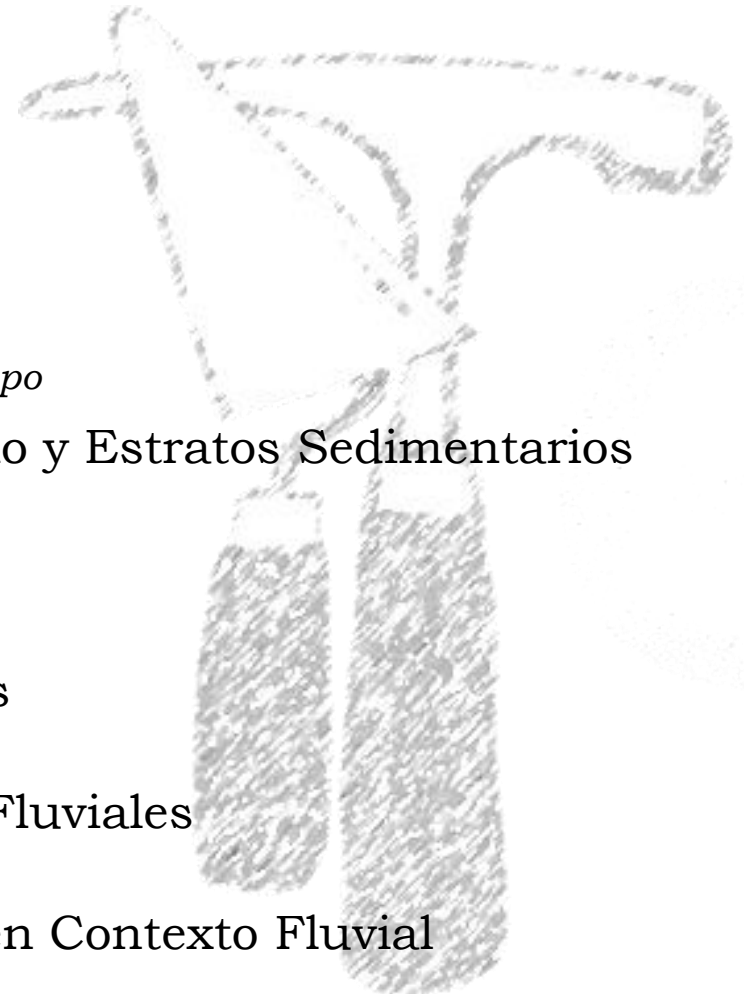
Universidad Nacional de Costa Rica, San José

**Dra. Cecilia Mauricio (Perú)**

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima

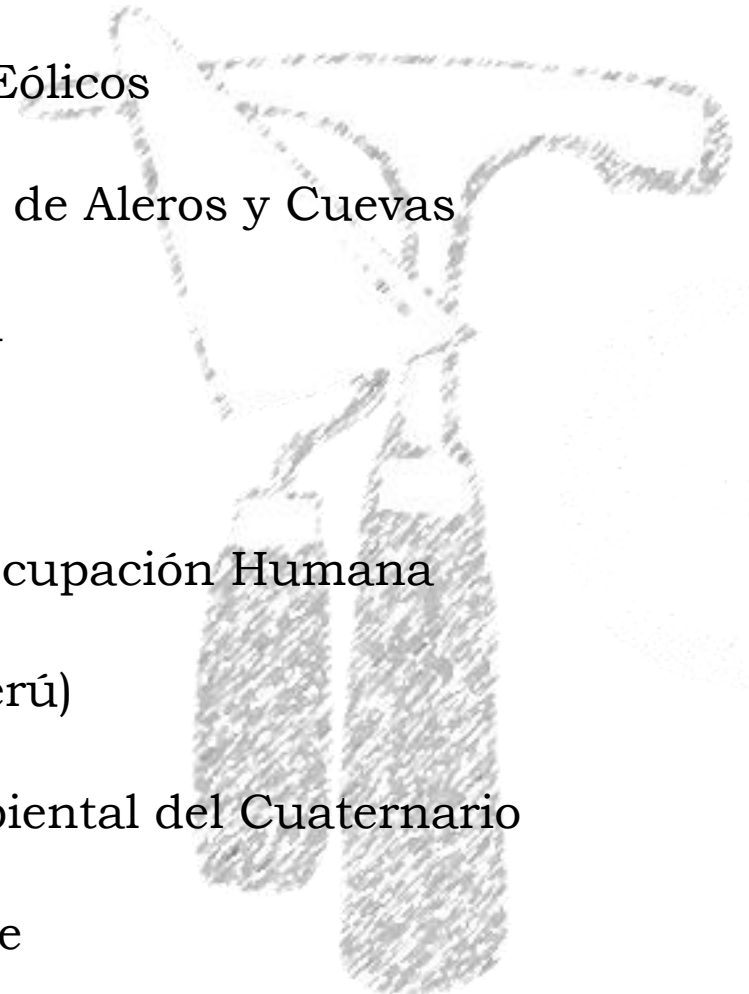
# Introducción a la Geoarqueología: índice de la publicación

1. ¿Qué es la Geoarqueología? <i>Cristián M. Favier Dubois</i>	1
2. Sedimentos en Arqueología <i>Carola Castiñeira Latorre</i>	35
3. Los Suelos en Arqueología <i>Cristián M. Favier Dubois y Mario Bermúdez Restrepo</i>	63
4. Diferenciación Entre Horizontes de Suelo y Estratos Sedimentarios <i>Cristián M. Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos</i>	99
5. La Estratigrafía en Arqueología <i>Cristián M. Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos</i>	127
6. El Contexto Geomorfológico de los Sitios <i>Cristián M. Favier Dubois</i>	168
7. El Registro Arqueológico en Ambientes Fluviales <i>Cristián M. Favier Dubois</i>	197
8. Distribución del Registro Arqueológico en Contexto Fluvial <i>Benjamín Acevedo Peralta</i>	227



# Introducción a la Geoarqueología: índice de la publicación

9. El Registro Arqueológico en Ambientes Eólicos	250
<i>Daniela Storchi Lobos</i>	
10. El Registro Arqueológico en Ambientes de Aleros y Cuevas	270
<i>Cristián M. Favier Dubois</i>	
11. El Registro Arqueológico y la Gravedad	299
<i>Ivana Laura Ozán</i>	
12. Geoarqueología y Cronología	322
<i>Cristián M. Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos</i>	
13. Geoarqueología y Paleoambientes de Ocupación Humana	355
<i>Cristián M. Favier Dubois</i>	
14. Geoarqueología en el Valle de Chao (Perú)	389
<i>Ana Cecilia Mauricio</i>	
15. Los Paleosuelos y el Registro Paleoambiental del Cuaternario	409
<i>William A. Posada Restrepo</i>	
16. Geoarqueología y Arqueología el Paisaje	434
<i>Julio Cesar Rubin de Rubin</i>	



# ¿Qué es la geoarqueología?



Cristian M. Favier Dubois  
Argentina

Sitio temprano Santa Julia, costa central de Chile

# ¿Qué es la geoarqueología?: esquema de la presentación

1. Definiciones de la geoarqueología
2. El sitio en su contexto geoambiental
3. Objetivos de la geoarqueología
4. Metodologías del trabajo geoarqueológico
5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

# 1. Definiciones de la geoarqueología

“Debido a que la arqueología recupera casi todos sus datos básicos en excavaciones, **todo problema arqueológico comienza como un problema geoarqueológico**”

Renfrew 1976





## 1. Definiciones de la geoarqueología

La relación entre las Ciencias de la Tierra y la Arqueología viene desde los comienzos de esta disciplina pero la geoarqueología como tal nace en los '70 frente a la necesidad de los arqueólogos de **estudiar los procesos de formación de sitio como objetivo propio**; diversos investigadores la han definido de distintas maneras a lo largo del tiempo y esas definiciones han variado un poco



Renfrew (1976) la define inicialmente como

*El uso de los métodos y técnicas de las geociencias para resolver un problema arqueológico*



Esta noción, sin embargo, puede llevar a pensar que la geoarqueología sólo se emplea para solucionar problemas una vez que los sitios se encuentran excavados

## 1. Definiciones de la geoarqueología

Posteriormente, Butzer (1989:33) la redefine resaltando su carácter como investigación que forma parte de un abordaje arqueológico



*La geoarqueología **es una investigación arqueológica** que utiliza los métodos y conceptos de las ciencias de la Tierra*



Así, la geoarqueología es uno de los componentes del paradigma teórico que Butzer denomina *Arqueología Contextual*



Este paradigma considera que los seres humanos se encuentran insertos en un ecosistema compuesto por flora, fauna, clima, paisaje y cultura humana, y que las interacciones entre estos componentes explican la estabilidad o el cambio cultural (Butzer 1989)

## 1. Definiciones de la geoarqueología

Para Rapp y Hill (1998) **la geoarqueología es un tipo de arqueología** ya que se obtienen **interpretaciones arqueológicas** utilizando ideas y conceptos derivados de las geociencias



Esa perspectiva arqueológica es clave para diferenciar la geoarqueología de otros estudios que pueden considerarse como geología arqueológica

La geoarqueología **NO ES** geología arqueológica



Al ser un tipo de investigación arqueológica, *realiza preguntas específicas al registro* que no se hacen desde otros campos de la disciplina y que permiten una adecuada interpretación de los sitios arqueológicos



La *geología arqueológica* en cambio, emplea los métodos y técnicas de las geociencias como rutina para *caracterizar el marco geológico de un sitio* con poca relación con su interpretación (Butzer 1989)

# 1. Definiciones de la geoarqueología

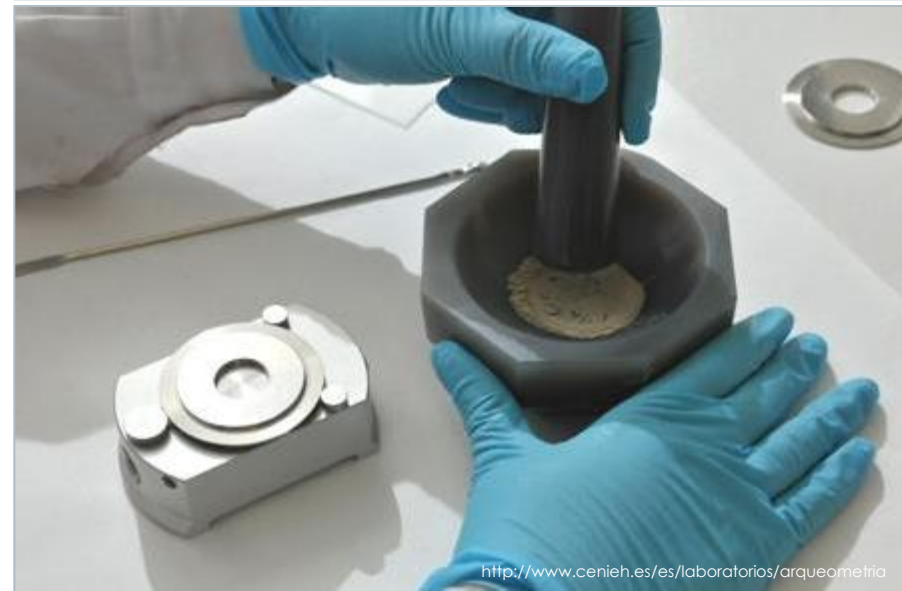
La geoarqueología se diferencia también de la arqueometría

La **arqueometría** se ocupa de las técnicas analíticas vinculadas con la procedencia y composición de materiales arqueológicos, así como la detección de sitios, su prospección geofísica y geoquímica y su conservación, entre otros



Es decir, la arqueometría está relacionada al *uso de una técnica analítica específica*

Por ejemplo: preparación de una muestra para analizar su composición mineralógica por difracción de rayos X



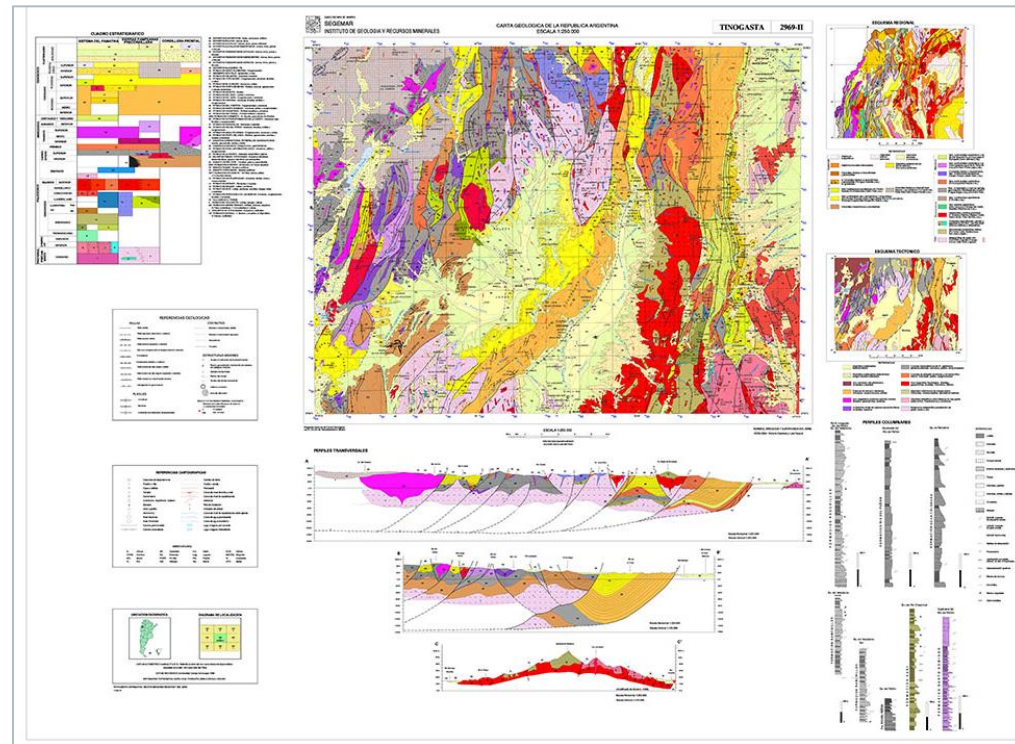
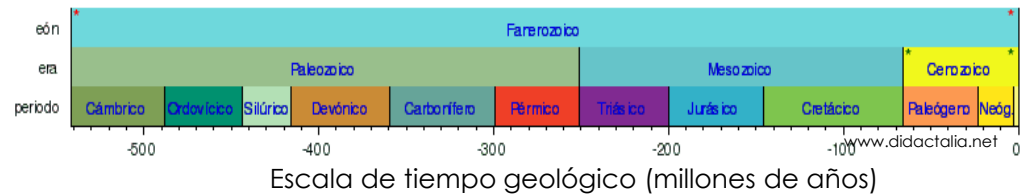
# 1. Definiciones de la geoarqueología

El uso de técnicas y enfoques procedentes de las geociencias en geoarqueología requiere un **ajuste de escalas** (Stein y Linse 1993)

¿Por qué?

Porque las técnicas y métodos de las geociencias están pensadas para ser aplicadas a problemas con escalas temporales mayores a las arqueológicas (a veces millones de años) y escalas espaciales que superan la localidad o región (como es el caso de muchos mapas geológicos)

A modo de ejemplo: un mapa geológico registra grandes extensiones de afloramientos rocosos (escala espacial amplia) pero puede no registrar pequeños afloramientos de interés arqueológico (de escala espacial acotada)



Tinogasta (Catamarca, Argentina), tomado de <http://www.segemar.gov.ar/index.php/igrm>

## 1. Definiciones de la geoarqueología

La perspectiva geoarqueológica enfatiza el estudio del **depósito total** (Stein 1987), es decir **el sitio integrado en su matriz** (sedimentos y suelos)



*Los sedimentos y suelos constituyen el contenedor de los materiales culturales (su matriz) y les otorgan determinadas propiedades espaciales y temporales como se verá a lo largo de este curso*



Es por eso que sedimentos y suelos (entendidos como *unidades portadoras* de los materiales) son parte ineludible del registro arqueológico a interpretar



Entonces, luego de lo visto hasta aquí,

¿Cuál es el objetivo de este curso virtual?

Proponemos mostrar la importancia de la geoarqueología para **comprender adecuadamente los procesos** que dan origen a los yacimientos arqueológicos



¿Con qué fin?



Para **evitar problemas de interpretación** de aspectos que constituyen la **base de muchas inferencias** acerca de la conducta humana

*Por ejemplo interpretar como contexto primario un sitio retransportado, confundir acumulaciones naturales con depósitos antrópicos, o asumir contemporaneidad en conjuntos que no la tienen*

## 2. El sitio en su contexto geoambiental

Partimos entonces de preguntas muy elementales...

¿Cómo se forma  
un sitio  
arqueológico?

¿Estamos  
preparados  
quienes  
trabajamos en  
arqueología para  
evaluar los  
procesos  
intervinientes en  
su formación?

¿Qué nos hace  
falta para ello...?



## 2. El sitio en su contexto geoambiental

Estas son algunas herramientas para comenzar nuestra investigación

Preguntas básicas sobre cómo se formó el registro

Determinados conocimientos necesarios, que serán introducidos en este curso

Pala, espátula, cámara de fotos, libreta, cucharín/palustre, caminar mucho, observar los alrededores del sitio e inferir procesos actuantes

Tomar muestras de campo, leer y consultar con especialistas

La clave es acercarse al registro arqueológico *desde su* **contexto**



No nos enfocamos primero en los artefactos sino en *dónde y cómo se generó ese registro y qué propiedades le brinda el contexto de depositación*

# El sitio en su contexto geoambiental

a m b i e n t e

geomorfología

} estratigrafía  
matriz

An aerial photograph of an archaeological site. The site is a large, rectangular pit or trench cut into the earth, with a smaller, deeper section in the center. The surrounding area is a grassy field with some taller grasses and small trees. In the background, there is a road and a line of trees. Two people are standing near the edge of the site, providing a sense of scale. The text 'a m b i e n t e' is written across the top of the image, and 'geomorfología' is written in the middle. The labels 'estratigrafía' and 'matriz' are positioned near the site, with a yellow bracket and line pointing to the site's features.

¿Cómo se relaciona mi interpretación arqueológica del sitio con el contexto geoambiental?

SITIO

## 2. El sitio en su contexto geoambiental

Conocer el contexto geoambiental nos permite abordar algunas preguntas básicas sobre el registro arqueológico como...

¿Qué agentes lo depositaron?

¿Dónde se preservó el conjunto?

¿Corresponde a una o a varias ocupaciones?

¿En cuánto tiempo se acumuló?

¿Qué antigüedad puede tener?

¿Hay perturbaciones que afectaron las capas?

¿Todos los materiales son de origen cultural?



# El sitio en su contexto geoambiental

Ambiente fluvial pampeano

Planicie de inundación  
(geoforma)

Arroyo

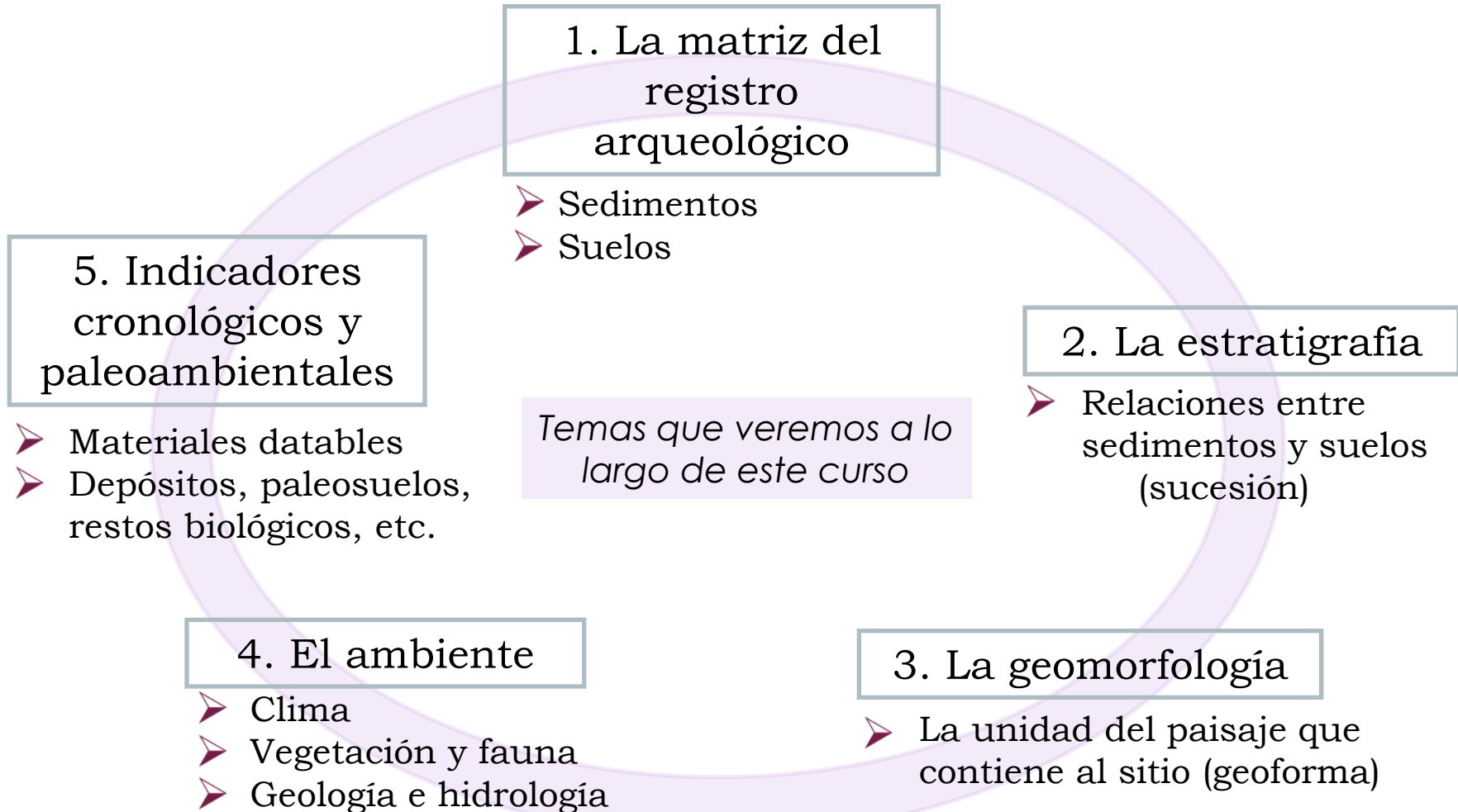
SITIO

Depósitos  
fluviales  
(estratigrafía)

Sedimentos  
o suelos  
(matriz)



Para contestar esas preguntas se deben analizar



Entender el contexto es importante porque nos permite comprender propiedades básicas del registro arqueológico, como su **resolución** y su **integridad** (Binford 1981)

### 1. La resolución

Se refiere a la *cantidad de eventos de ocupación representados* y podemos hablar de...

➤ Alta resolución

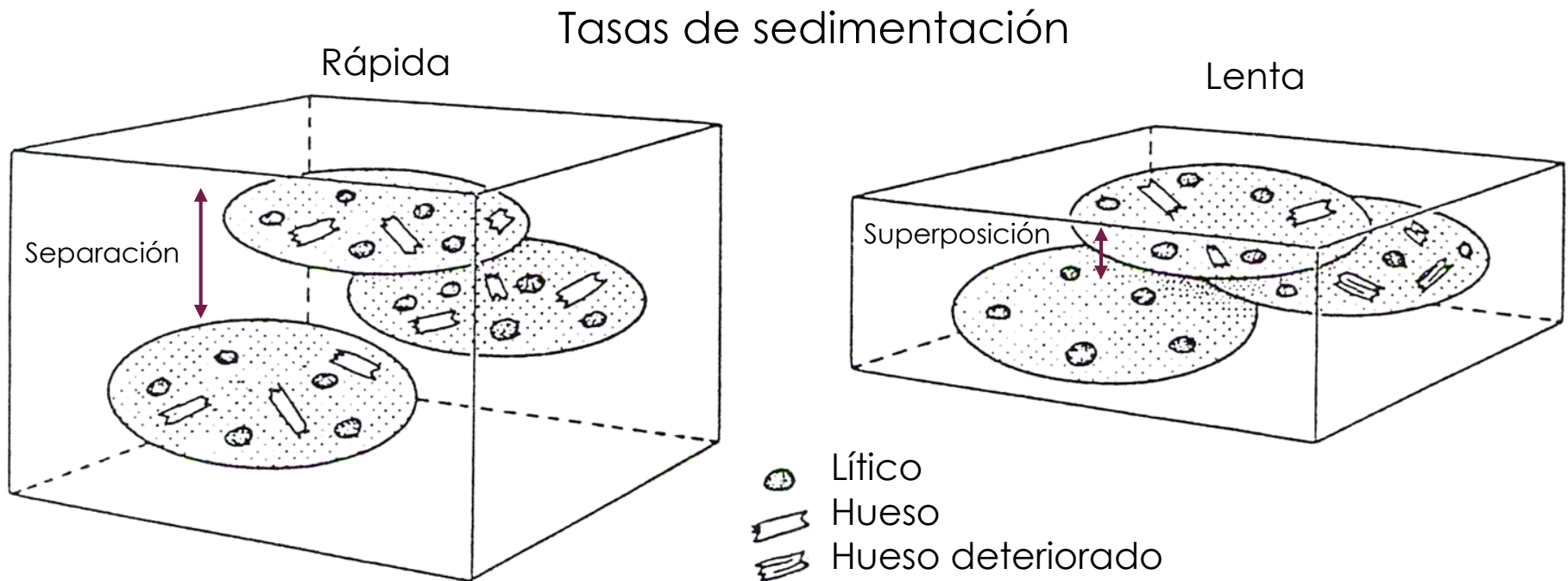
Aquellos conjuntos en los que todos los materiales pueden ser atribuidos a **uno o pocos eventos de ocupación** humana

➤ Baja resolución

Aquellos conjuntos que derivan de **múltiples ocupaciones** humanas **superpuestas** a lo largo del tiempo (por ejemplo los palimpsestos)

### Resolución

Una sedimentación rápida ayuda a separar distintos eventos de ocupación humana, dando como resultado una alta **resolución**, es decir que podemos separar (resolver) en el tiempo distintas ocupaciones



Tomado de Reid Ferring 1986



### Resolución

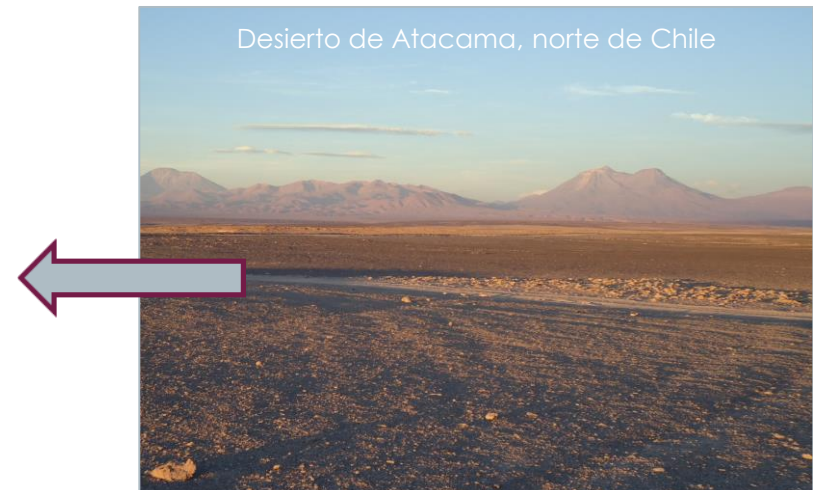
Los grupos humanos del pasado han estado presentes en **muchos tipos de paisajes y contextos** sedimentarios, no obstante, en cada uno de ellos **la resolución de su evidencia será distinta** así hayan hecho exactamente las mismas actividades y descartado los mismos elementos

Retomando lo ilustrado en la diapositiva anterior...



Si las ocupaciones humanas ocurren en **un ambiente de activa sedimentación** (como la planicie de inundación de un río) cada visita al lugar dejará evidencias que se verán separadas de las anteriores por un depósito sedimentario; **será entonces sencillo separarlas en el tiempo**

Si por el contrario **no hay sedimentación** las ocupaciones se irán superponiendo haciendo **difícil estimar a cuántas visitas responde el conjunto** (¿a una ocupación grande y duradera o a muchas pequeñas y reiteradas?), o en qué momento ocurrió cada una



## Integridad

### 2. La integridad

Se refiere a los *agentes* que se hallan *representados en la formación del sitio*



¿El depósito deriva sólo de la acción de agentes humanos o hay otros involucrados (agua, gravedad, fauna, etc.)?

A **mayor cantidad de agentes** actuando, **menor** será la **integridad** del depósito arqueológico

### Integridad

Algunas vías para evaluar la **integridad** son

➤ Analizar la fragmentación y/o rodamiento de los materiales arqueológicos (huesos, artefactos líticos, tiestos, entre otros)



Nos permite evaluar si el agua intervino en la acumulación

➤ Analizar la presencia de marcas culturales (de corte) y/o naturales (por ejemplo de carnívoros o roedores) en los huesos



Nos permite evaluar si la fauna intervino en la acumulación

## 2. El sitio en su contexto geoambiental

Por lo visto anteriormente, siempre recordemos que...



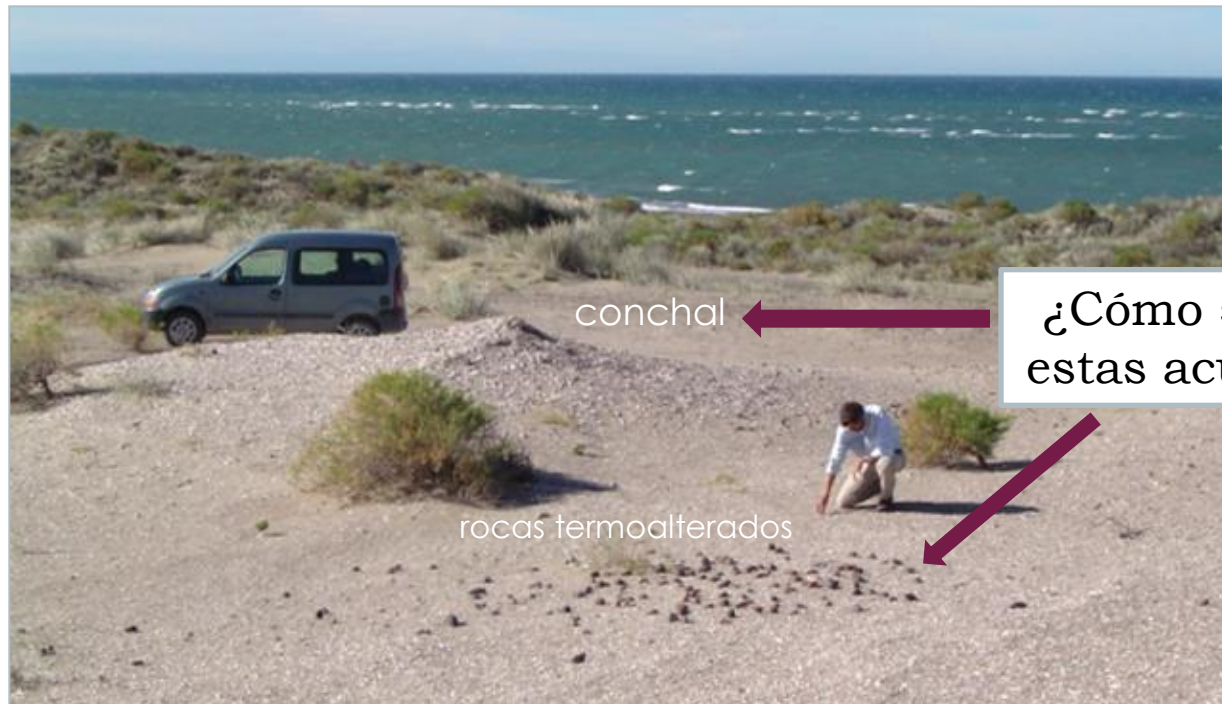
**El registro arqueológico** forma parte de todo lo que se sepulta y preserva de los ecosistemas del pasado, por ello desde el comienzo **representa una amalgama de materiales y procesos de origen natural y cultural**

### 3. Objetivos de la geoarqueología

En función de lo que hemos visto hasta aquí y de acuerdo con Waters (1992) podemos decir que los objetivos de la geoarqueología son principalmente tres

#### 1. Entender los procesos de formación de sitio

Antes que los arqueólogos puedan inferir conductas humanas del contexto arqueológico, deben saber cómo éste ha sido formado



## 2. Ubicar al sitio en un contexto temporal relativo y numérico

Mediante la aplicación de principios estratigráficos y técnicas de datación

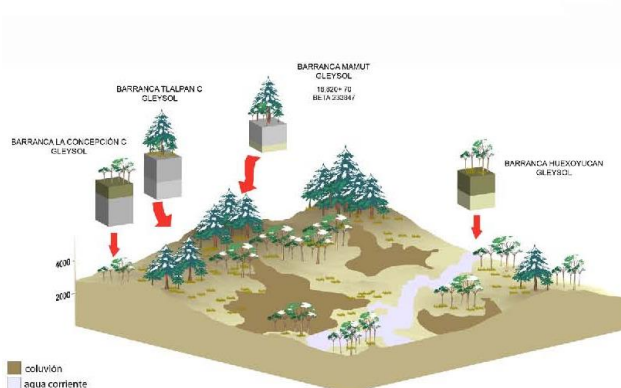


Selección de huesos para datar por  $^{14}\text{C}$

## 3. Reconstruir el paisaje que enmarca al sitio o grupo de sitios en la época de ocupación

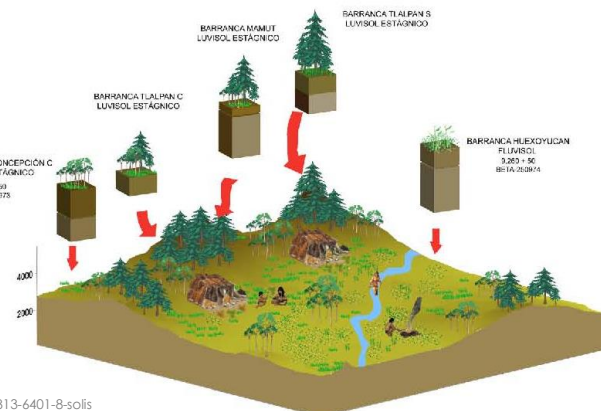
A partir de su contexto geomorfológico y de la evidencia estratigráfica

Reconstrucción paleoambiental para el final del Último Máximo Glaciar



<http://boletinsmg.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/146-sitio/articulos/cuarta-epoca/6401/813-6401-8-soils>

Reconstrucción paleoambiental para el Holoceno Temprano



## 4. Metodologías del trabajo geoarqueológico

Para poder evaluar esos objetivos necesitamos llevar adelante una metodología acorde, que incluye las siguientes actividades:

### Reconocimiento del paisaje que rodea al sitio

Esta tarea consiste en el reconocimiento del ambiente que contiene y rodea al sitio (es decir la geomorfología local) y la observación de los procesos activos en la actualidad



Debemos utilizar esta observación *in situ* en conjunto con información geográfica, geológica, arqueológica y climática que proviene de mapas, cartas geológicas, fotos aéreas, imágenes satelitales y otros antecedentes de investigación



### Descripción de perfiles estratigráficos

Esta comienza por analizar la historia de los sedimentos representados, es decir su origen, agente de transporte, depositación y perturbaciones sufridas



Este análisis será útil para interpretar la secuencia general de eventos (acumulación, erosión) y los ambientes representados en la estratigrafía a escala local

¿Para qué?

Para poder evaluar cómo afectaron esos procesos geológicos la distribución y densidad del registro arqueológico que vemos en la actualidad





### Obtención de muestras de sedimentos/horizontes de suelo

Para poder caracterizar la matriz que contiene al registro necesitamos tomar muestras y realizar análisis básicos como granulometría (textura), pH, porcentaje de materia orgánica, contenido de fósforo, entre otros



¿Para qué?

Para poder determinar el ambiente de depositación, el impacto humano sobre el sustrato y las condiciones químicas de preservación en la matriz del registro arqueológico



Muestreo de las unidades estratigráficas reconocidas

Finalmente **debemos integrar los resultados de estos estudios con los de los otros miembros del equipo en función de los objetivos del proyecto arqueológico**

## 5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

Luego de todo lo visto, ¿cómo comenzamos?

Recapitulemos...

Tenemos que hacernos **preguntas básicas** respecto al sitio o sitios de estudio

Debemos definir la **escala espacial y temporal** de la investigación

Necesitamos usar una **metodología adecuada** para responder esas preguntas



*Veamos dos ejemplos...*

## 5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

1. **Pregunta básica de escala local:** ¿Cómo se acumularon y alinearon materiales arqueológicos del Holoceno tardío bajo un horizonte oscuro de suelo?

Ver Lectura del Módulo 1



Vista luego de la excavación realizada



## 5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

### Metodología utilizada en este caso:

(Este es un breve resumen, pueden encontrar la metodología completa en la lectura sugerida)

1

Se estudió la estratigrafía a escala local

2

Se analizaron los sedimentos/suelos representados

3

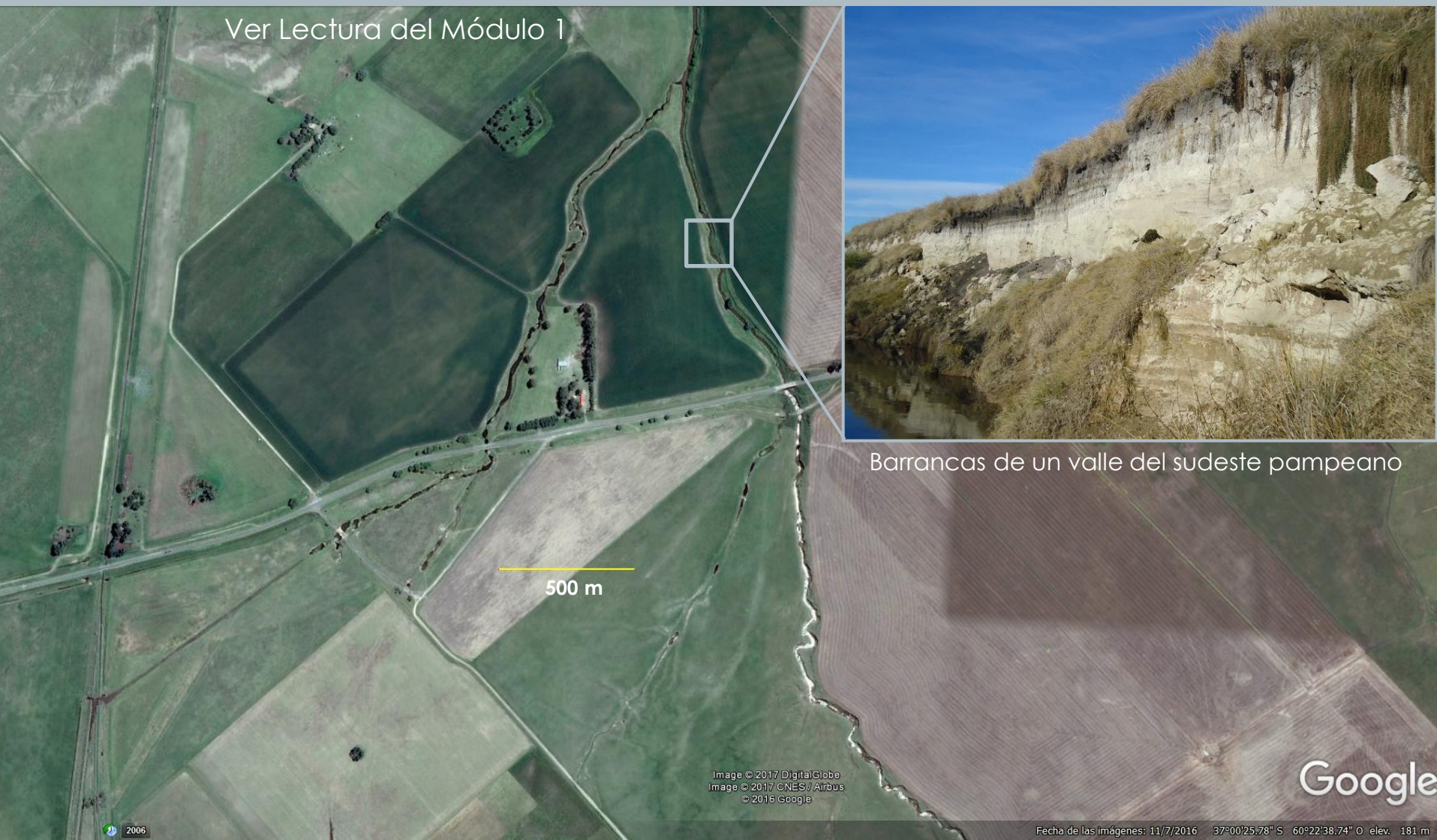
Se evaluaron los mecanismos de incorporación de los materiales arqueológicos a la matriz: sedimentarios y pedológicos

4

Se estudiaron los procesos de perturbación en el sitio

## 5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

2. **Pregunta básica de escala regional:** ¿A qué puede deberse la gran escasez de sitios del Holoceno Medio en los valles fluviales del sudeste pampeano (Argentina)?



## 5. ¿Cómo comenzar un estudio geoarqueológico?

### Metodología utilizada en este caso:

(Este es un breve resumen, pueden encontrar la metodología completa en la lectura sugerida)

1

Se estudió la estratigrafía en distintos valles de la región

2

Se evaluaron las continuidades y discontinuidades en las columnas estratigráficas representadas en estos valles

3

Se efectuó un control cronológico de los sesgos: qué períodos se hallan representados y cuáles no en la estratigrafía

4

Se evaluó el potencial de cada unidad estratigráfica para el registro de ocupaciones humanas

- Binford L.R. 1981. *Bones, Ancient men and modern myths*. Academic Press, New York.
- Butzer, K. 1989. *Arqueología, una ecología del hombre*. Ediciones Bellaterra. 345 pp.
- Rapp G. R. y Ch. L. Hill. 1998. *Geoarchaeology. The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale Univ Press, cap.1 y 2.
- Reid Ferring C. 1986. Rates of fluvial sedimentation: implications for archaeological variability. *Geoarchaeology, An International Journal* 13: 259-274.
- Renfrew, C. 1976. *Archaeology and the earth sciences*. En *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*, D.A. Davidson y M.L. Shackley (Eds.), pp. 1-5. Londres.
- Stein, J.K. 1987. Deposits for archaeologists. *Advances in Archaeological Method and Theory* vol. 11 editado por M. B. Schiffer, pp. 337-395. Academic Press, Orlando.
- Stein J.K. y A. R. Linse (Eds.) 1993. *Effects of Scale on Archaeological and Geoscientific Perspectives* Geological Society of America, Special Paper 238, Boulder, Colorado.
- Waters, M. R. 1992. *Principles of Geoarchaeology*. The University of Arizona Press. Tucson & London.

# Sedimentos en Arqueología



Carola Castiñeira Latorre  
Argentina

Depósitos fluviales del río Magdalena medio, Colombia



# Sedimentos en Arqueología: esquema de la presentación

1. ¿Qué son los sedimentos y qué representan?
2. Atributos de los sedimentos
3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad
4. Caso de estudio

# 1. ¿Qué son los sedimentos y qué representan?

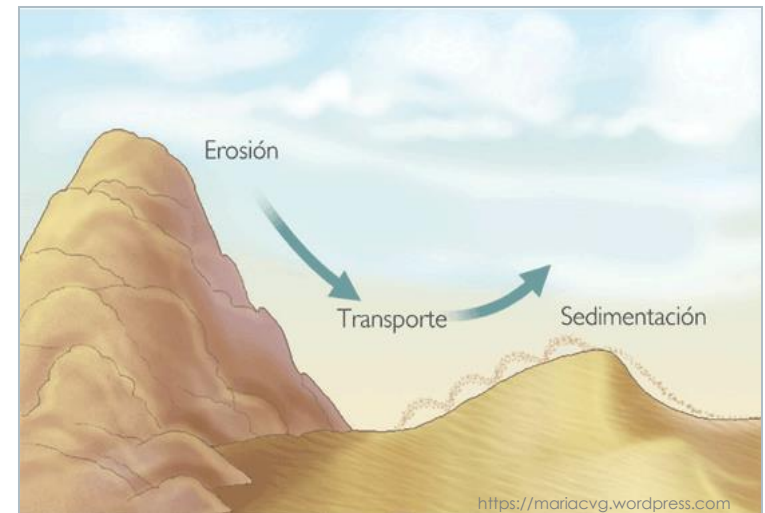
El medio físico en el que se halla la evidencia arqueológica en un sitio suele estar representado por **sedimentos** y suelos



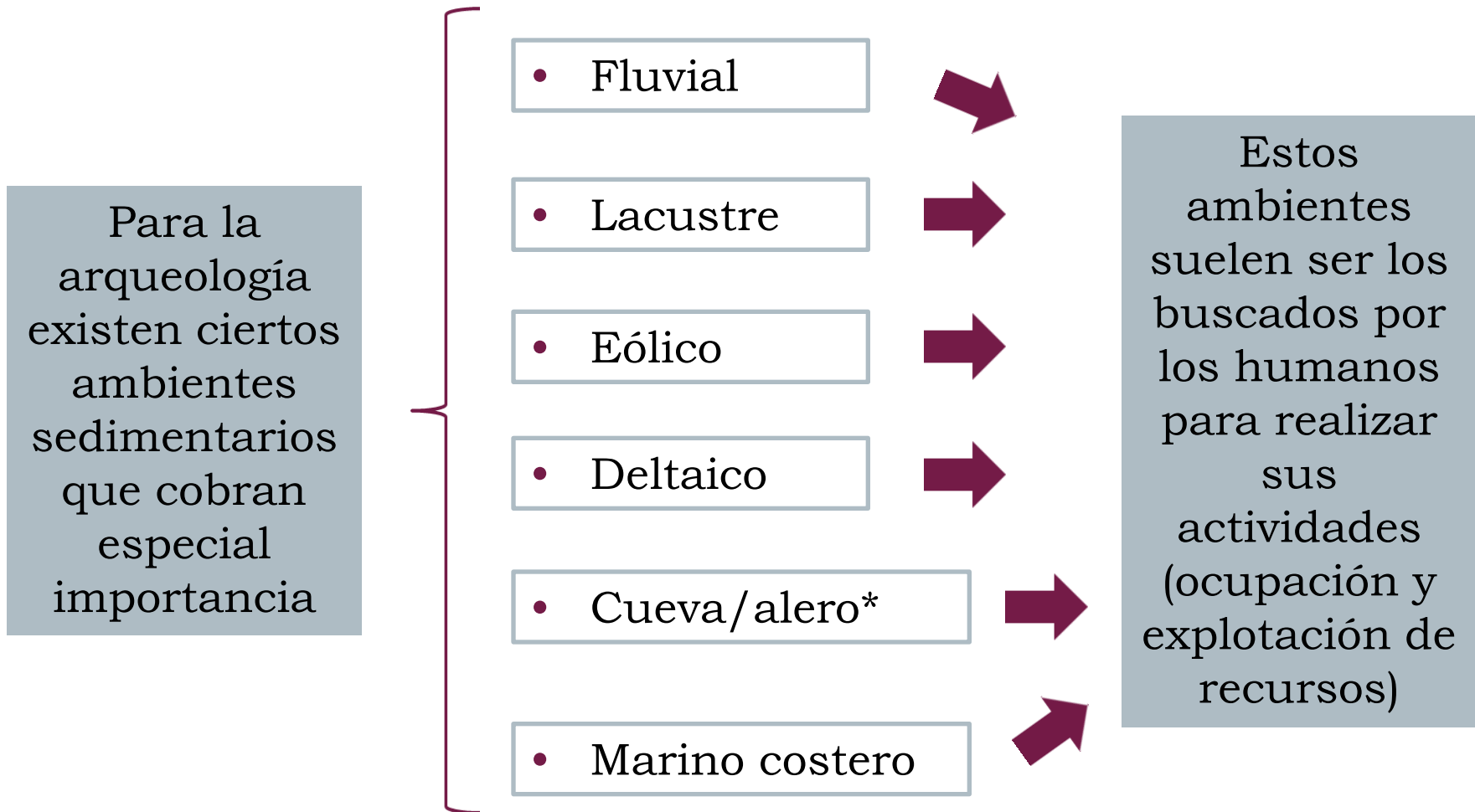
Los sedimentos **son partículas** principalmente inorgánicas acumuladas o precipitadas por procesos naturales o antrópicos  
(Waters 1992)



Los sedimentos se acumulan en grandes áreas que reciben el nombre de cuencas sedimentarias donde se observan diferentes **ambientes sedimentarios**



# 1. ¿Qué son los sedimentos y qué representan?



\* Alero = abrigo

## 1. ¿Qué son los sedimentos y qué representan?

Una vez que *los sedimentos se acumulan forman depósitos* que se relacionan con cada uno de los ambientes sedimentarios mencionados anteriormente

Si el ambiente se mantiene **dinámico**, pueden suceder dos cosas

- Se produce una *acumulación* de sedimentos sobre los ya depositados
- Se produce una *erosión* de los sedimentos previamente depositados

En cambio si el ambiente se **estabiliza** (no hay erosión ni sedimentación)

La superficie se vegeta y puede comenzar a *desarrollarse un suelo*



Este es el proceso postdeposicional que afecta a los depósitos sedimentarios más frecuentemente (veremos este tema en detalle en la clase *Los suelos en arqueología*)

## 1. ¿Qué son los sedimentos y qué representan?

Los sedimentos pueden tener origen natural, pero también **antrópico** y **antropogénico**, que vamos a diferenciar

### Antrópico

Las propiedades fisicoquímicas de los sedimentos de determinada área presentan alteraciones y/o modificaciones en los caracteres texturales, minerales y/o químicos (ej: pH, fósforo, contenido orgánico) debido al desarrollo de actividades antrópicas



La modificación **no es intencional**, es un *resultado accesorio* de las actividades desarrolladas por los humanos, por ejemplo en una cueva

### Antropogénico

Las propiedades fisicoquímicas de los sedimentos naturales fueron **intencionalmente** modificados con fines constructivos y/o productivos



Las *terras pretas* constituyen un buen ejemplo arqueológico latinoamericano de este tipo de proceso

## 2. Atributos de los sedimentos

Los sedimentos tienen ciertos atributos que nos ayudan a comprender su origen y su agente de transporte y de depositación, vamos a mencionar cuatro de ellos

### 1. Composición



Los fragmentos de minerales y rocas que contenga un sedimento van a revelar su *área de procedencia*; para este estudio suele utilizarse una lupa binocular y también es frecuente separar los minerales livianos (claros, como el cuarzo) de los pesados (oscuros, como la hornblenda) con líquidos densos

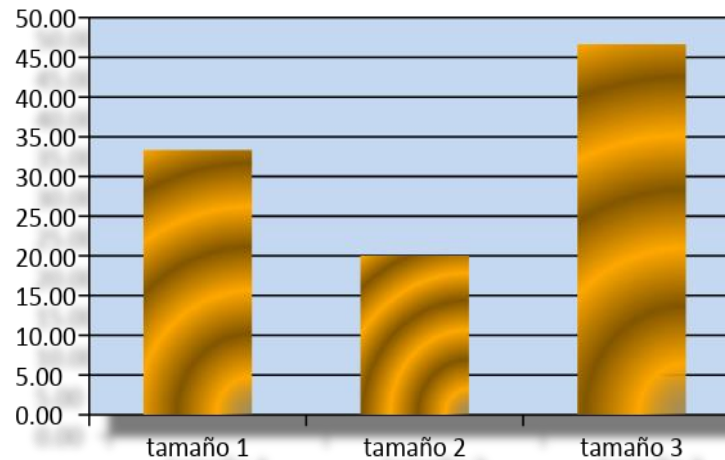
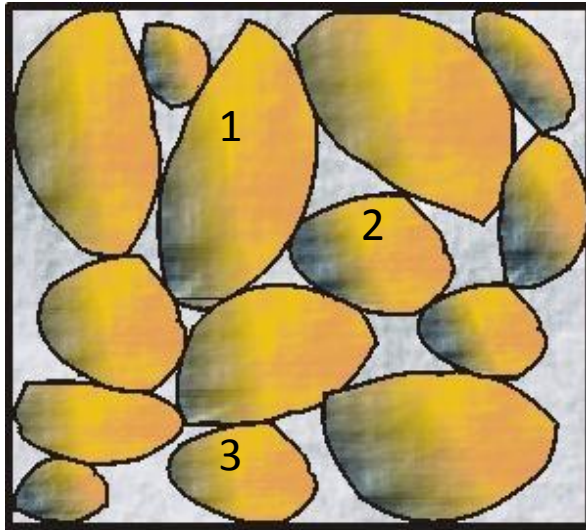


El color de un sedimento sirve como un primer acercamiento a su composición y procedencia

### 2. Textura o granulometría



Se refiere al tamaño de los clastos, que se clasifican en intervalos granulométricos (grava, arena gruesa, arena fina, limo, etc.)

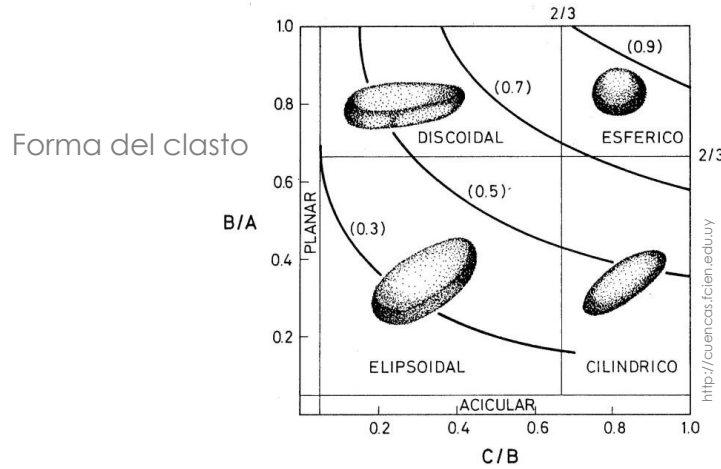


La textura es una propiedad muy importante porque **se emplea** no sólo **para clasificar sedimentos** sino también **para interpretar los agentes que los transportan, seleccionan y depositan** (agua, viento, hielo o gravedad)

3. Morfología

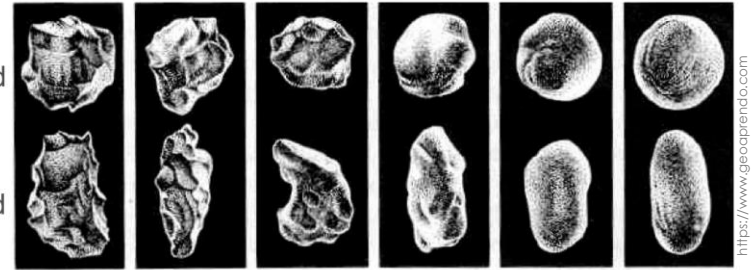


Se refiere a la forma de los clastos, su esfericidad y redondeamiento



Esfericidad: cuánto se parece a una esfera

Alta esfericidad  
Baja esfericidad



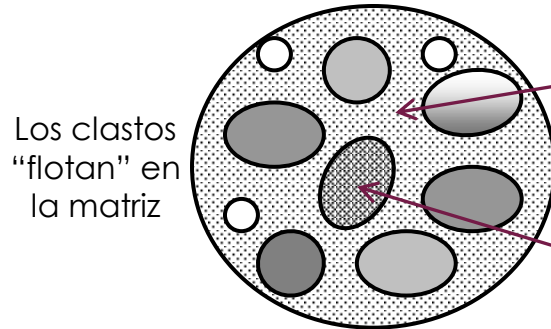
Muy anguloso    Anguloso    Sub-anguloso    Sub-redondeado    Redondeado    Bien redondeado

Redondeamiento: alisado de las aristas, aumenta con el transporte

4. Fábrica



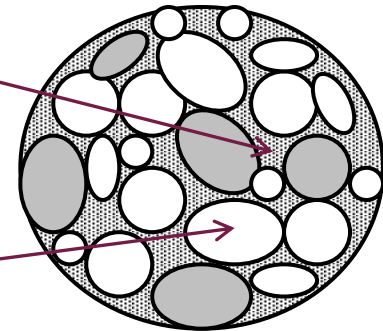
Se refiere a la *disposición espacial* de los clastos (por ejemplo si es matriz sostén/clasto sostén; su orientación, etc.)



Los clastos "flotan" en la matriz

**Matriz sostén**

(propia de flujos densos: flujos de barro, depósitos en las pendientes)



Los clastos se tocan entre ellos en este caso

**Clasto sostén**

(propia de flujos fluidos: originados por agua que corre, como en ríos y arroyos)



Veamos algunos ejemplos...

## 2. Atributos de los sedimentos



Aquí se observa un **depósito matriz-sostén** en una pendiente donde se destacan clastos angulosos (sin redondeamiento)



En tanto en esta imagen se aprecia un **depósito clasto-sostén** en una secuencia fluvial; se observan clastos redondeados que se tocan

## 2. Atributos de los sedimentos

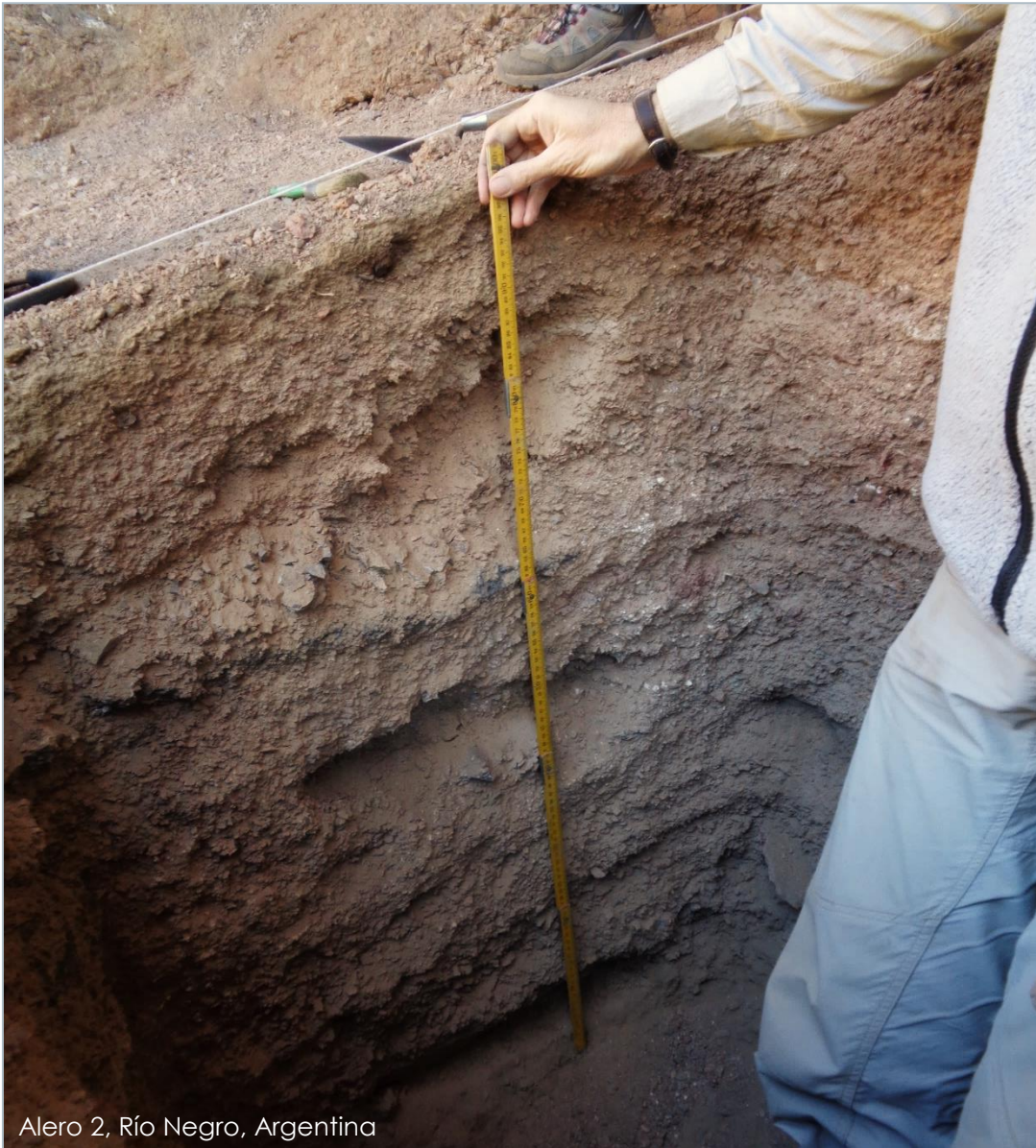


Aquí se observan **depósitos de playa** con predominio de clastos discoidales (el oleaje los mueve hacia el frente y hacia atrás rebajando dos caras)



Mientras que aquí se aprecian **depósitos fluviales** con predominio de clastos esferoidales (se mueven en una sola dirección)

## Veamos ahora algunos ejemplos relacionados con arqueología



## 2. Atributos de los sedimentos

En la estratigrafía de un *alero/abrigo* podemos encontrar variedad de clastos que forman parte de su depósito, ¿cómo sabemos si el origen de esos clastos es natural o antrópico?

En general los *clastos tamaño grava muy angulosos* suelen proceder de las paredes o techo del abrigo  
(no han sufrido transporte, responsable del redondeamiento)

En este caso, *la materia prima de los clastos es la misma que la de la roca de caja del alero*, un elemento más para postular su origen natural

## 2. Atributos de los sedimentos

La morfología de los nódulos de materia prima lítica puede ayudar a determinar la procedencia de los mismos



Sitio arqueológico en dunas costeras, Río Negro, Argentina

Si se trata de nódulos de formas *discoidales* como estas pesas líticas de red, es probable que provengan del *litoral marino*, donde éstos son predominantes

### 3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad

¿Cómo hacemos un análisis sedimentológico y para qué sirve?

#### En el campo

- En el perfil estratigráfico expuesto identificamos las unidades estratigráficas representadas (sedimentos/suelos)

\* al finalizar este módulo contarán con todos los elementos para poder realizar esta tarea

- Anotamos sus características macroscópicas: color (Munsell), textura al tacto, compactación, homogeneidad, contenido cultural, contenido biológico, etc.

- Tomamos muestras (el volumen de un puño) de las distintas unidades que observamos para analizarlas en laboratorio en forma más detallada



Hoja de la cartilla de colores Munsell



Muestras de sedimentos tomadas en el campo

### 3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad

En el laboratorio

- Realizamos análisis texturales de las muestras para poder determinar los porcentajes en que se encuentra cada tamaño de grano y así evaluar los agentes y procesos que dieron origen al depósito
- La escala que se utiliza para clasificar el tamaño de los granos de sedimento es el Sistema Udden-Wentworth de uso internacional

		mm	$\phi$
		↑	↑
Aglomerado	—	1024	— -10
	—	512	— -9
—————		256	— -8
Grava	Gruesa —	128	— -7
	—————	64	— -6
	Mediana —	32	— -5
	—————	16	— -4
Fina	—	8	— -3
	—————	4	— -2
Sábulo	—————	2	— -1
Arena	Muy Gruesa	1	— 0
	Gruesa	0,5	— 1
	Mediana	0,25	— 2
	Fina	0,125	— 3
	Muy Fina	0,062	— 4
	Grueso	0,031	— 5
Limo	—	0,015	— 6
	Fino —	0,0078	— 7
—————		0,0039	— 8
Arcilla	—	0,0020	— 9

Tamaños de grano

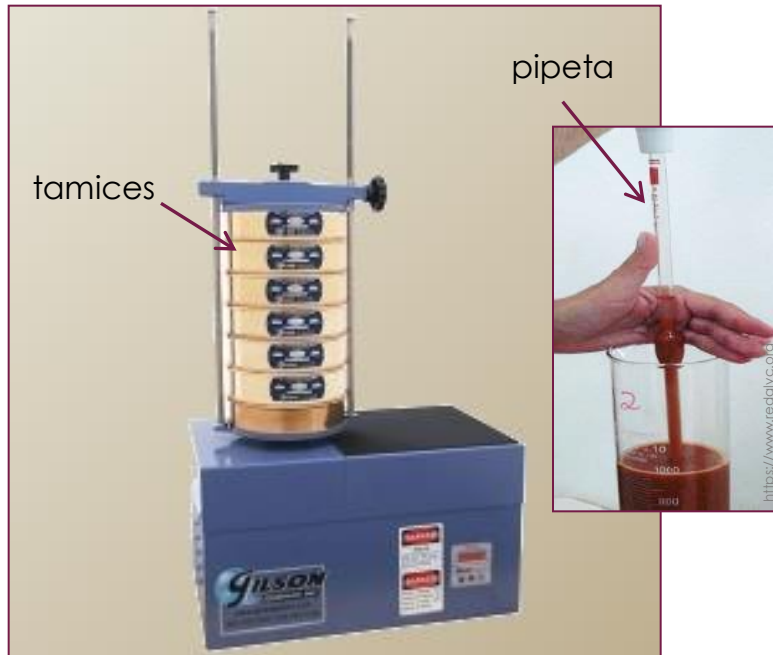
$\Phi$  (phi): Se utiliza para transformar la escala de progresión aritmética (mm) de manera tal que la lectura de los valores sea más simple (uno o dos dígitos)

### 3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad

#### En el laboratorio

- Algunas técnicas y equipos de análisis textural son:

#### Tamizado y pipeteo



#### Sedígrafo



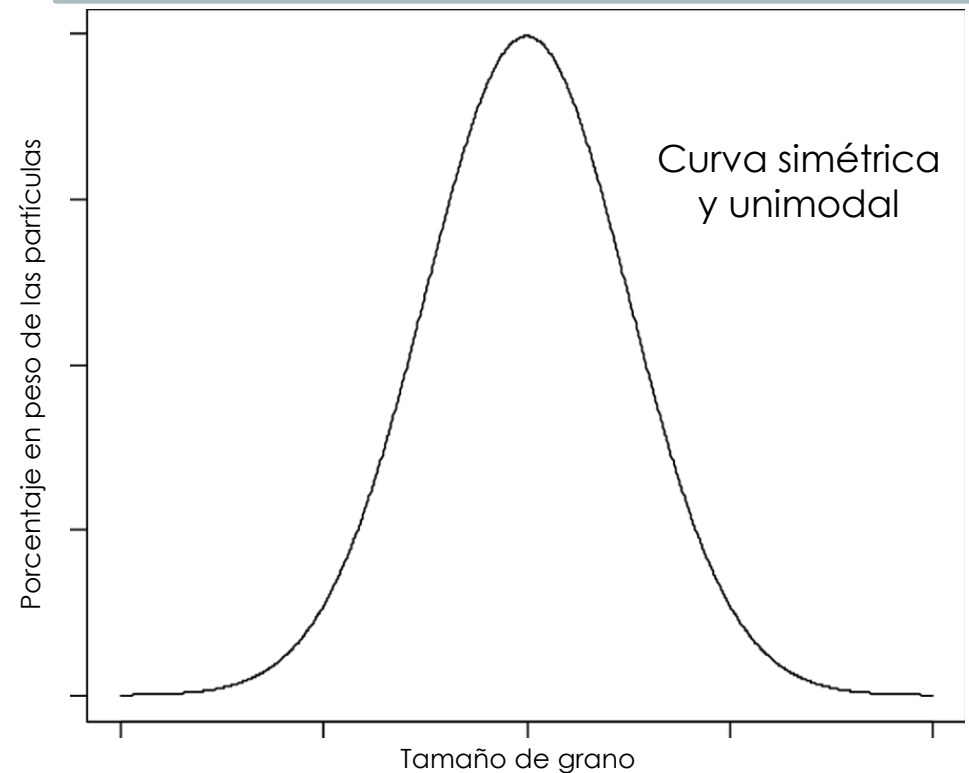
#### Contador láser de partículas



## Resultados

- Los resultados de estos análisis texturales permiten construir gráficos con la distribución de los tamaños de granos: gráficos de barras y curvas granulométricas con las que podemos evaluar la selección de las partículas, sus modas y asimetrías de distribución para inferir el agente de transporte y el ambiente de depositación (fluvial, eólico, playa, pendiente)

Curva que muestra una distribución estadística normal en el tamaño de granos para una muestra de sedimentos

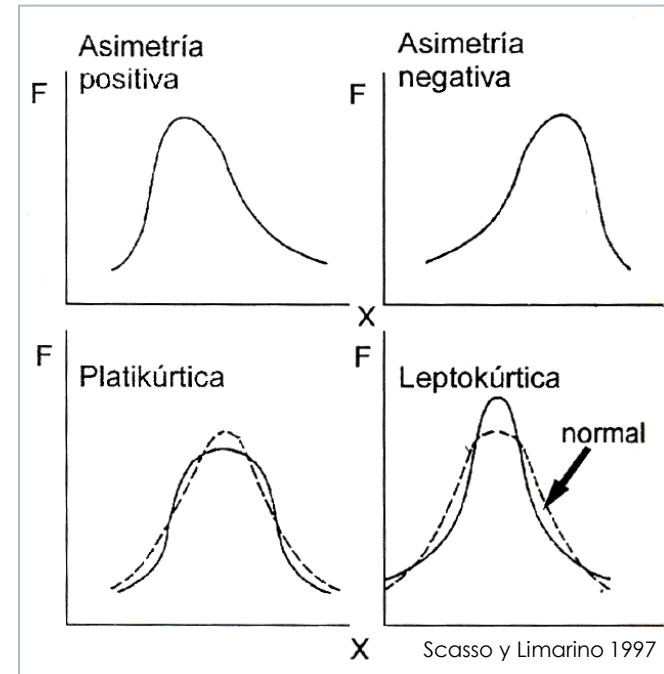




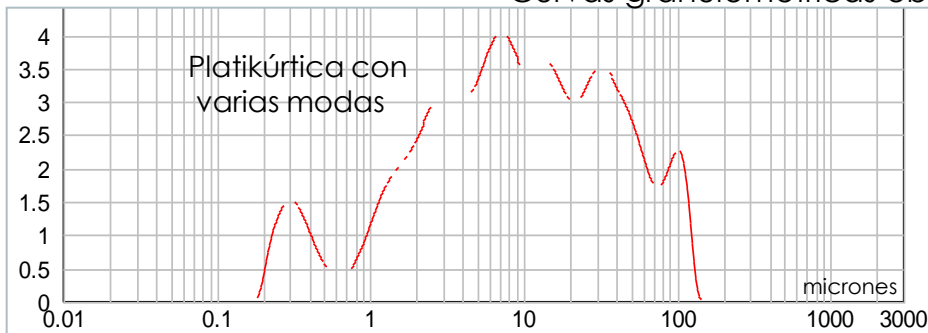
### 3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad

## Resultados

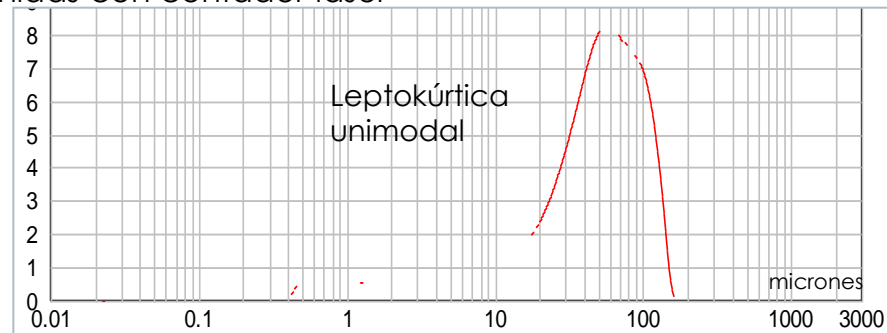
- La asimetría y la forma de la curva de distribución obtenida proporcionan información importante acerca del agente de transporte: el viento selecciona mucho (curva leptokúrtica), el agua poco (platikúrtica)
- La asimetría destaca el tamaño que más se transporta. En el caso del viento: arena fina y limo grueso



Curvas granulométricas obtenidas con contador láser



Curva simétrica y poca selección: *fluvial*

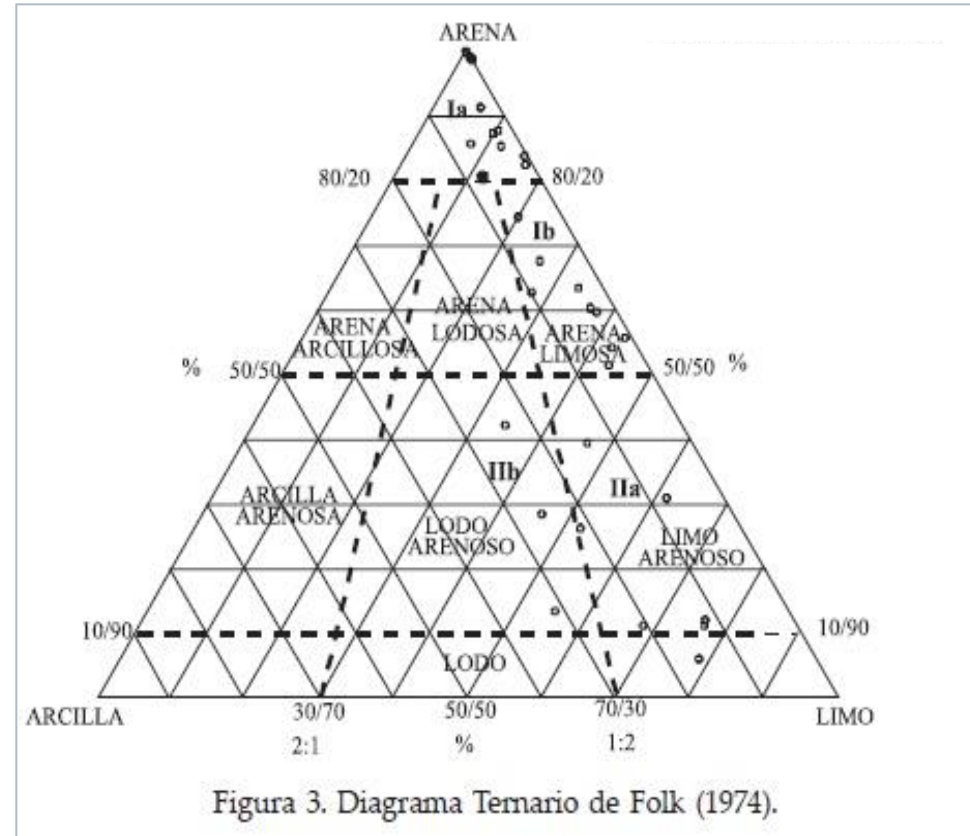


Curva asimétrica y elevada selección: *eólico*

### 3. Análisis sedimentológicos básicos y su utilidad

## Resultados

- También podemos ubicar nuestras muestras en un triángulo de texturas de acuerdo a su porcentaje de arena, limo y arcilla
- Esto nos ayuda a evaluar sus propiedades generales y comportamiento, así como caracterizar la litología de las unidades estratigráficas muestreadas en el sitio



En suma, el **análisis textural nos proporciona información sobre los agentes de depositación y las propiedades de los sedimentos**, que van a afectar a los materiales arqueológicos que contienen

### ¿Cuál es el origen de los “cerritos”?

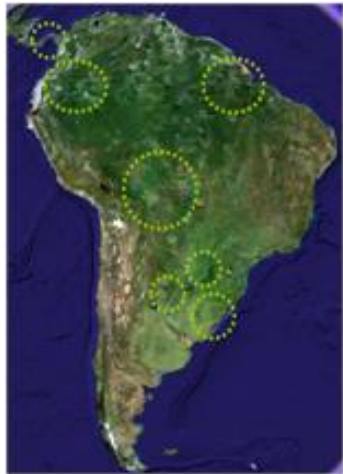
A lo largo de toda Sudamérica existen construcciones monticulares en tierra



En el caso de la región comprendida por las fronteras de Argentina, Brasil y Uruguay, existen montículos de variadas elevaciones conocidos como *cerritos*



Éstos constituyen el registro con mayor visibilidad en el sur de Sudamérica



Uno de los cerritos que se encuentran en Rocha, Uruguay

## 4. Caso de estudio

En la provincia de Entre Ríos (Argentina) se ha estudiado una localidad arqueológica llamada Los Tres Cerros (LTC) que, como su nombre indica, posee tres elevaciones monticulares denominadas LTC1, LTC2 y LTC3 que se hallan construidas sobre una planicie de inundación fluvial



Varias hipótesis se propusieron sobre sus orígenes, entre las que se destacan

a) Un origen natural

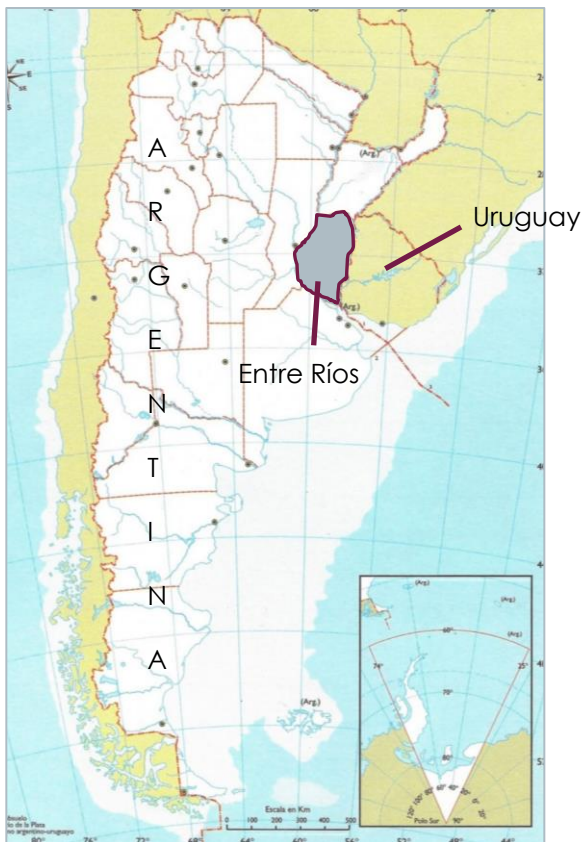
b) Un origen antrópico



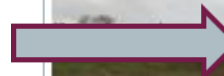
Esas elevaciones son  
geoformas naturales  
(albardones)



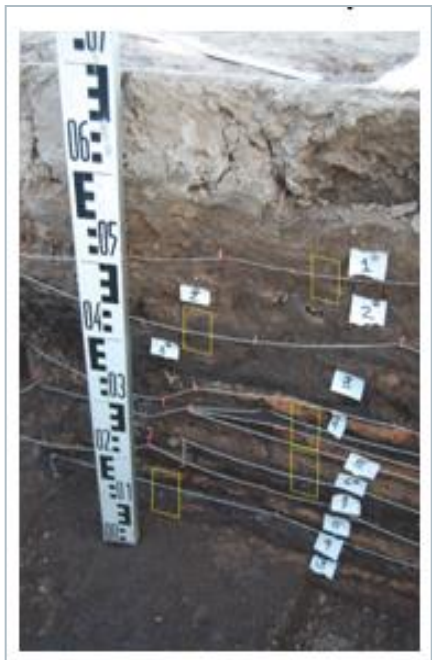
Esas elevaciones son  
cerritos construidos  
intencionalmente



Vista de LTC1  
que es la  
elevación  
principal de la  
localidad LTC

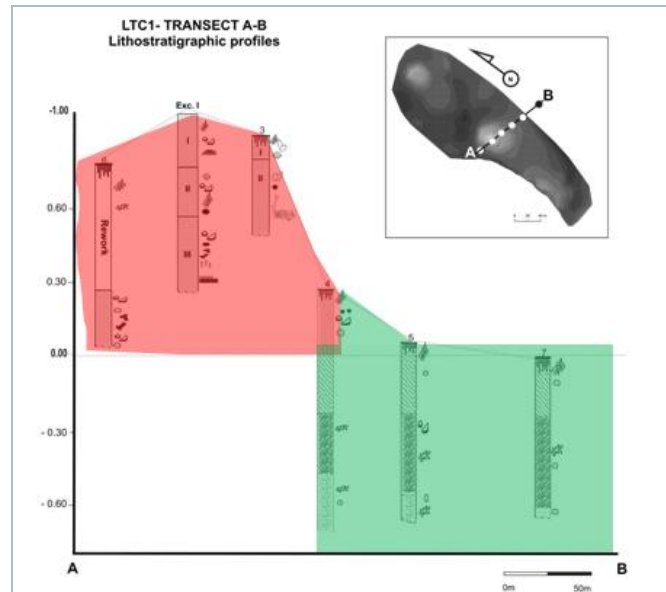


Para evaluar las hipótesis mencionadas se realizaron excavaciones y análisis sedimentológicos dentro y fuera del sitio LTC1



→ Una de las excavaciones se realizó en el sector más elevado de LTC1 (en el centro del montículo)

→ Allí se registraron materiales arqueológicos (cerámica, huesos e instrumentos en ese material) y se observó una alternancia entre depósitos orgánicos y termoalterados hasta una profundidad de unos 2 metros



Rojo: secuencias estratigráficas de LTC1  
Verde: secuencias de la planicie externa al sitio

→ Además, se realizaron sondeos por fuera del área de montículos para comparar la estratigrafía y tomar muestras de sedimentos

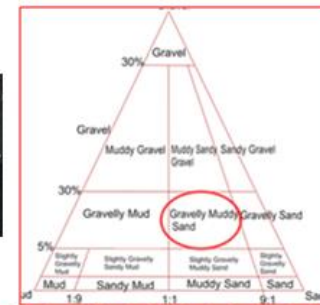
Se observó que había diferencias en la composición mineralógica y granulométrica de los depósitos monticulares y de los sedimentos de la planicie sobre la que se construyeron los montículos



Así, se definieron dos unidades estratigráficas diferentes

### UNIDAD ANTRÓPICA DE DEPOSITACIÓN

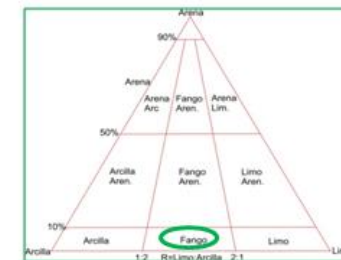
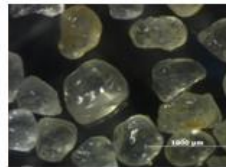
Textura gruesa, elevado contenido de materia orgánica (huesos, carbón, valvas) y tuestos cerámicos, se evidencian lentes de carbonilla y hematita



Secuencia del montículo

### UNIDAD NATURAL DE DEPOSITACIÓN

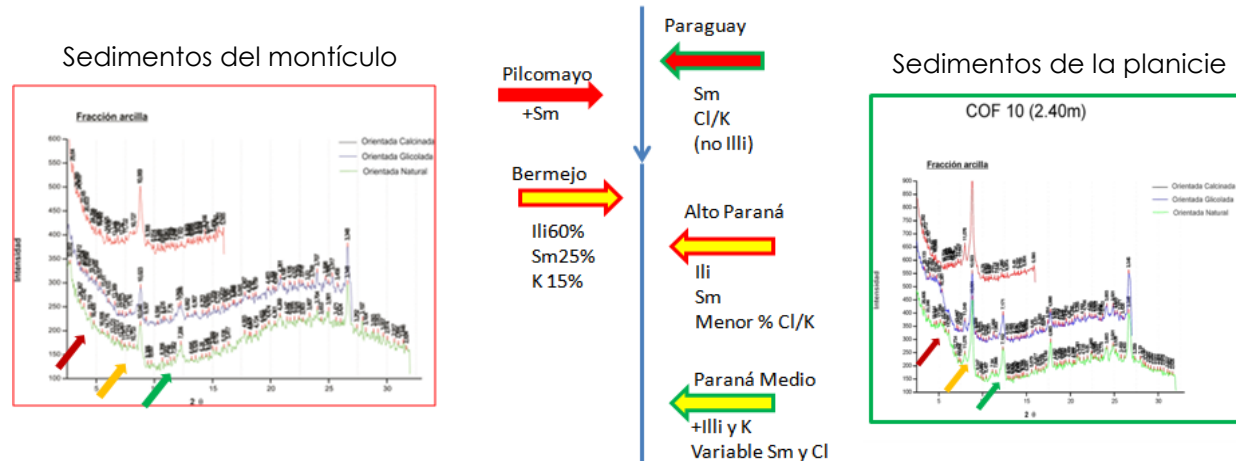
Textura fina con predominancia de clastos de cuarzo y bajo contenido de materia orgánica, presenta evidencias de hidromorfismo (saturación de agua, ver *Los suelos en arqueología*)



Secuencia de planicie de inundación

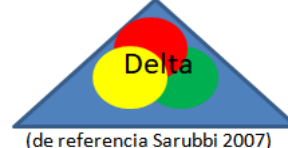
Se observó que los sedimentos de la planicie de inundación donde se encuentra la localidad LTC concentran tres tipos de arcillas aportadas por los cursos tributarios de la cuenca Paraná-Uruguay

Sin embargo, los sedimentos del montículo LTC1 carecen de uno de esos tipos de arcillas (esmectita)



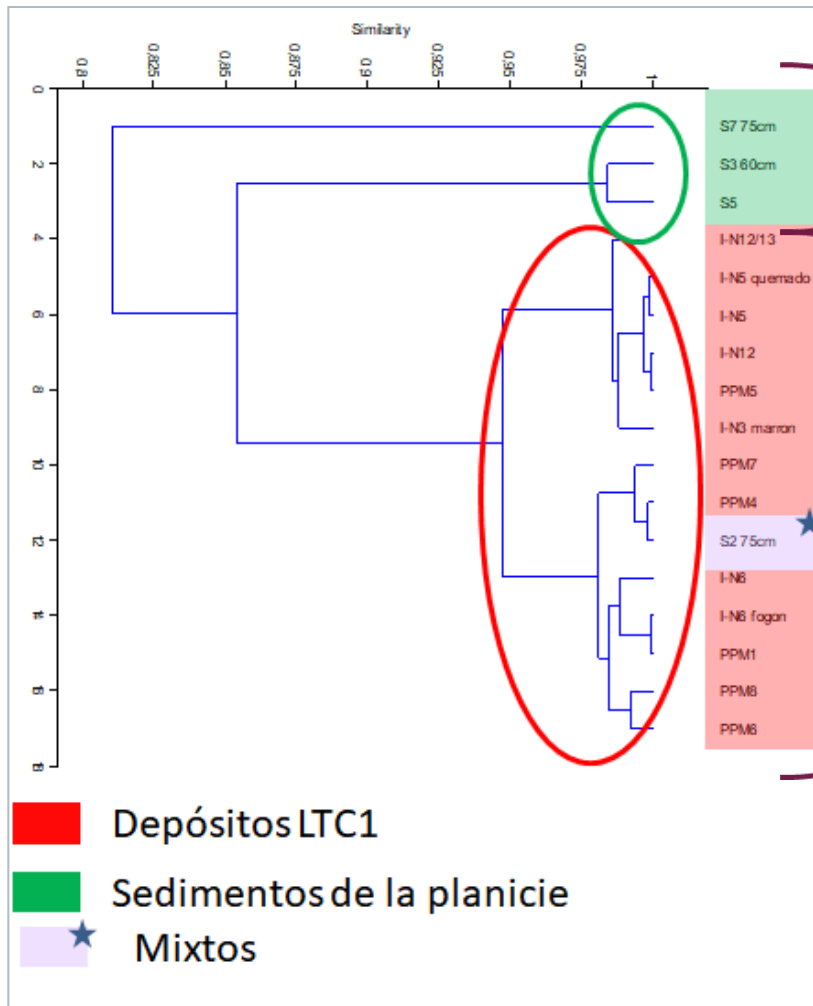
En el difractograma de los sedimentos del montículo no se observa el pico de la esmectita, indicando su ausencia

- Esmectita
- Illita
- Caolinita/Clorita



Cavalloto (1995), Depetris y Grifin (1968), Manassero (2008), Mangini et al. (2003), Orfeo (1984)

Además, los análisis bio-composicionales de los sedimentos mostraron una mayor variabilidad de fitolitos de plantas de interés cultural en la unidad superior (unidad antrópica de depositación)



La sección marcada en verde corresponde a los depósitos de planicie de inundación y muestra una menor variabilidad de fitolitos, que refleja las especies nativas del área

La sección marcada en rojo corresponde a los depósitos del montículo y muestran una presencia variada de fitolitos de interés para la producción, consumo y manejo de vegetales para el acondicionamiento de espacios, así como combustible y uso medicinal, entre otras posibles funciones



Luego de realizar estos análisis sedimentológicos se llegó a las siguientes **conclusiones**



Los montículos son efectivamente producto de la acción antrópica por lo que deben ser considerados *cerritos*

Debido a la falta de esmectita (tipo de arcilla) puede suponerse que estos cerritos fueron construidos con sedimentos procedentes de la región, pero no de las cercanías inmediatas donde ella se halla presente

Para elevar los montículos y darle solidez estructural se recurrió al agregado de materiales gruesos que no se encuentran disponibles naturalmente (por ejemplo cerámicas, huesos y valvas)

Luego de realizar estos análisis sedimentológicos se llegó a las siguientes **conclusiones**



La adición de materiales orgánicos a los sedimentos puede aumentar las propiedades cohesivas de los mismos para construir los cerritos y también, aumentar la capacidad productiva de la tierra para el desarrollo de la horticultura

Finalmente, debido a todo lo expuesto, puede decirse que se evidencia una *intencionalidad en su construcción*, por lo que estos cerritos se clasifican como **depósitos antropogénicos**

Allen, J., 1985. Principles of Physical Sedimentology. Allen & Unwin. Londres

Castiñeira, C., Blasi, A., Politis, G., Bonomo, M., del Puerto, L., Huarte, R., Carbonari, J., Mari, F. y García-Rodríguez, F. 2013. The origin and construction of pre-Hispanic mounds in the Upper Delta of the Paraná River (Argentina). *Archaeological and Anthropological Science* 5: 37-57

Day, P. 1965. Particle fractionation and particle-size analysis. En Black, C. (ed.) *Methods of soil analysis*, American Society of Agronomy: 545-567, Madison.

Edith, R. C. 1985. Theoretical and practical considerations in the analysis of anthrosols. En Rapp, G. y Gifford, J.A. (eds.) *Archaeological Geology*, Yale University Press: 155-190, New Haven.

Friedman, G. & Sanders, J., 1978. Principles of Sedimentology. Wiley & Sons. N. York.

Folk, R.L., 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary rock nomenclature. *Journal of Geology* 62:344-359.

Scasso, R. A. y C. O. Limarino 1997. *Petrología y diagénesis de rocas clásticas*. Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial Número 1, Buenos Aires.

Waters, M.R., 1992. Principles of Geoarchaeology: a North American Perspective. University of Arizona Press, Tucson.

# Los suelos en arqueología



Cristian M. Favier Dubois y Mario Bermúdez Restrepo  
Argentina y Colombia

Suelo longevo en el eje cafetero colombiano

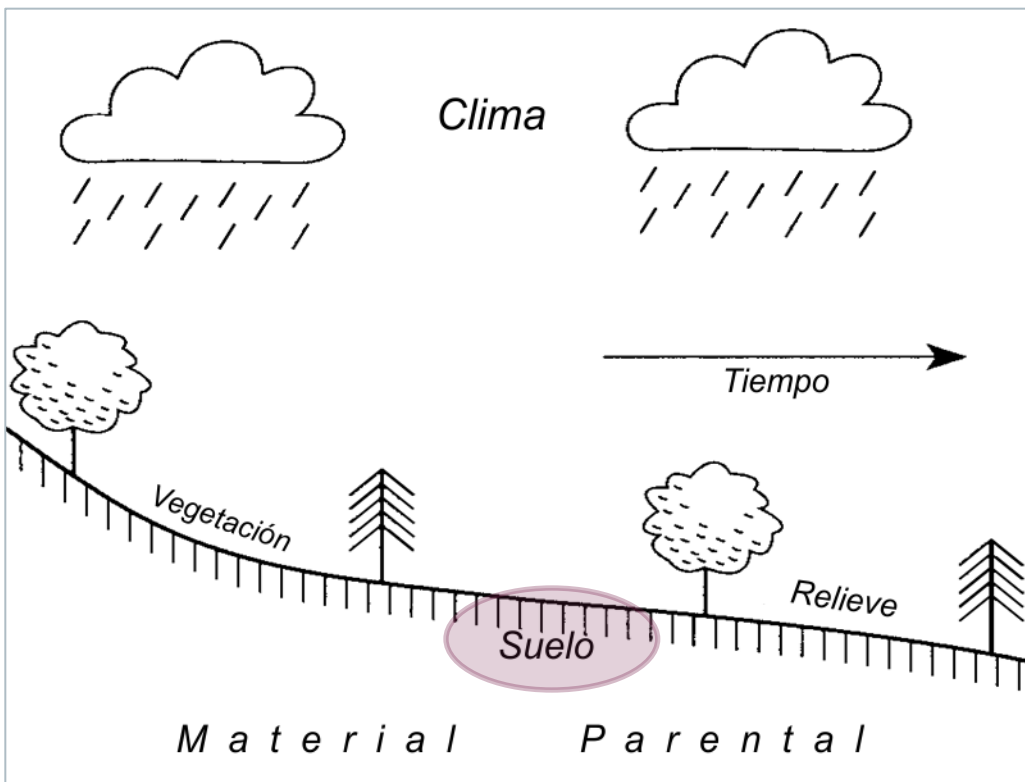
# Los suelos en arqueología: esquema de la presentación

1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?
2. Evolución de un suelo: sus horizontes
3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos
4. Los suelos y el registro arqueológico

# 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

Un **suelo** es el sustrato de la vegetación actual, que **se origina por la transformación de un sedimento o roca a lo largo del tiempo debido a la acción de la meteorización<sup>g</sup> y de la biota**

Contrariamente a un depósito, un suelo no se acumula, **se diferencia en sucesivos horizontes como un proceso postdeposicional**; el desarrollo de un suelo es denominado **pedogénesis**



Un suelo se desarrolla a expensas de un cuerpo de roca o de un depósito sedimentario estabilizado (es decir con mínima erosión o depositación) gracias a la acción conjunta de los denominados *factores formadores del suelo*:

- Material Parental
- Vegetación
- Clima
- Relieve
- Tiempo

## 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

Veamos mejor los factores formadores...

Material Parental  
u originario



Es el sustrato (roca o depósito) sobre el que se diferenciará el perfil de suelo; si es una roca este proceso será muy lento; si se trata de un depósito será más rápido pero variará de acuerdo al *tipo de sedimento*



Sedimentos limo-arenosos son *favorables* al desarrollo de vegetación



Sedimentos muy arcillosos o pedregosos son *desfavorables* al crecimiento de vegetación

Clima



El agua y la temperatura son factores que modelan la *velocidad de meteorización* de los minerales primarios y el tipo de vegetación que pueda prosperar; así, el desarrollo de un suelo será más rápido en climas tropicales y subtropicales que en ambientes áridos

## 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

### Vegetación



Vinculada al factor clima, la vegetación modela procesos que afectan la pedogénesis; no será igual un suelo desarrollado bajo estepas arbustivas (suelos salinos, pobres en materia orgánica) que bajo praderas herbáceas (suelos ricos en materia orgánica)

### Relieve



Condiciona la acción del agua sobre el sustrato; el *relieve horizontal* es el más adecuado para el desarrollo de un suelo ya que en las pendientes el agua tiende a escurrir y en las zonas bajas se produce anegamiento

### Tiempo

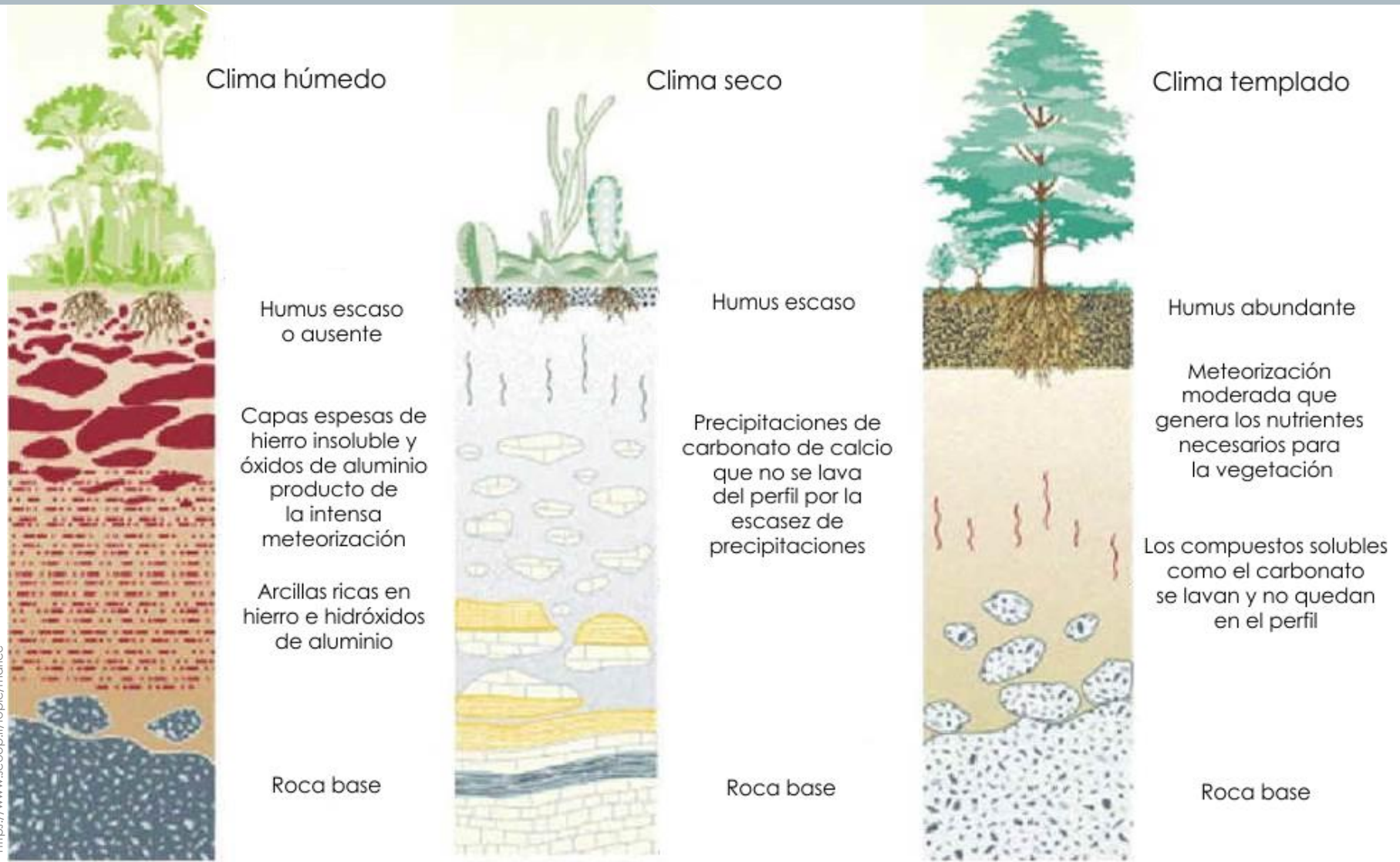


El desarrollo de horizontes de suelo es un proceso *tiempo dependiente*; cuanto más tiempo ha pasado mayor diferenciación de horizontes podrá observarse en un perfil de suelo, haciéndose más profundo



# 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

Dependiendo del clima y la vegetación, se desarrollarán distintos tipos de suelos como se ilustra en esta imagen, con características propias



<https://www.scoop.int/topic/marice>

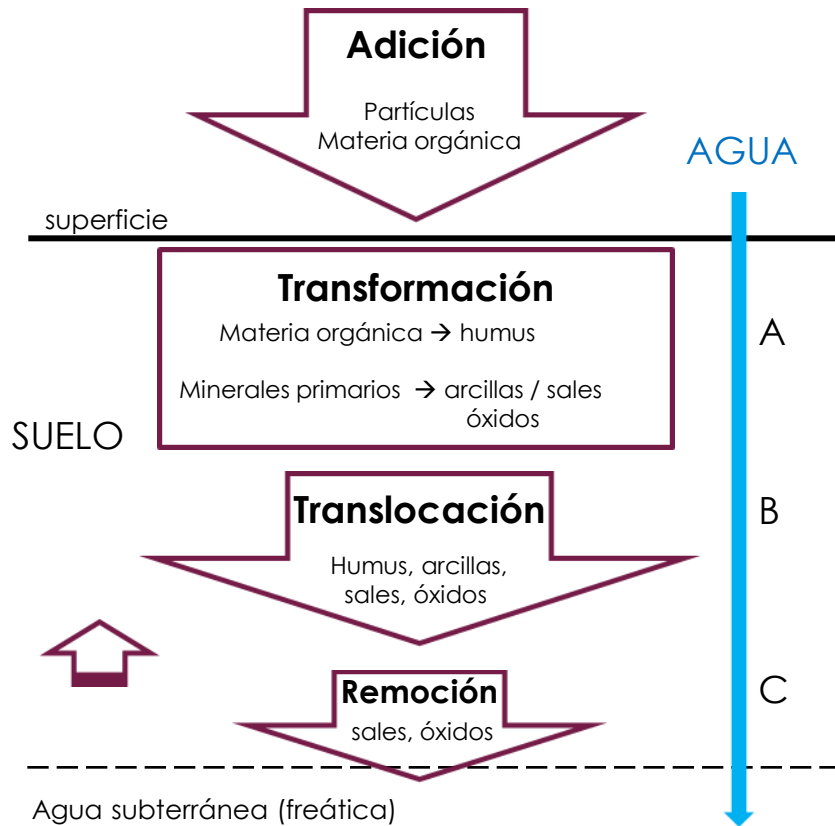
## 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

Aquí podemos ver un perfil de suelo con mucho desarrollo en un ambiente tropical, en el eje cafetero colombiano

Perfil de suelo

Pueden observarse cambios en los colores y en la estructura a lo largo del perfil, cuya génesis iremos explicando en esta clase

Existen varios **procesos que actúan diferenciando paulatinamente** los horizontes de suelo:



## 1. ¿Qué son los suelos y cómo se forman?

Adición



Aporte de materia orgánica y partículas acarreadas por la lluvia

Transformación



La materia orgánica se transforma en humus y los minerales primarios se alteran en arcillas, sales y óxidos

Translocación



Arcillas, sales y otros compuestos migran verticalmente

Remoción



Se eliminan del perfil de suelo los compuestos solubles

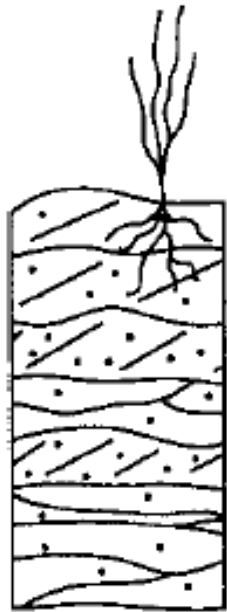
En estos procesos el papel del **agua** es fundamental, por eso un perfil se diferencia hasta donde ésta infiltra

## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Recapitulando, al estabilizarse un depósito su **superficie** puede ser **colonizada por la vegetación**, esto **inicia el proceso de pedogénesis**



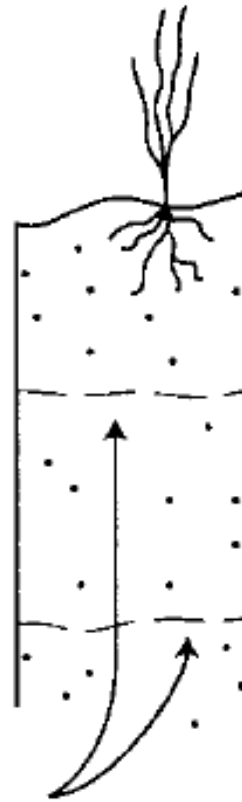
El proceso de pedogénesis genera una serie de cambios en los depósitos infrayacentes afectados



se borra la estratificación original del depósito sedimentario



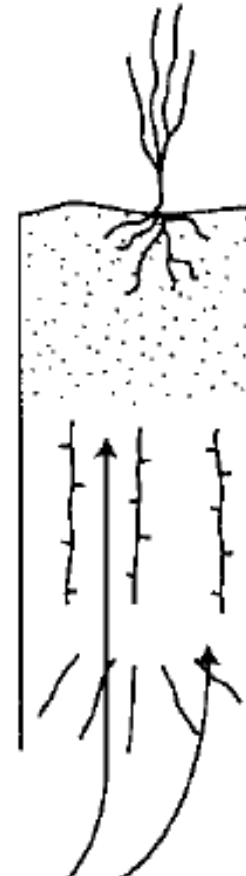
Comienzan a desarrollarse nuevos límites



se diferencian HORIZONTES de suelo



Se desarrollan límites distintivos y estructura pedológica



Así, podemos decir que un **horizonte** es...



... cada una de las “bandas” que se diferencian por pedogénesis en el perfil de suelo

## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Lo **primero** que se diferencia es un **horizonte A\***



**Es oscuro** por la adición y la transformación de la materia orgánica de las plantas en humus



Por debajo de este horizonte A el **depósito original** se halla poco alterado y se denomina **horizonte C**



\*Por encima del A suele existir en los bosques un horizonte orgánico de hojarasca denominado O

## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

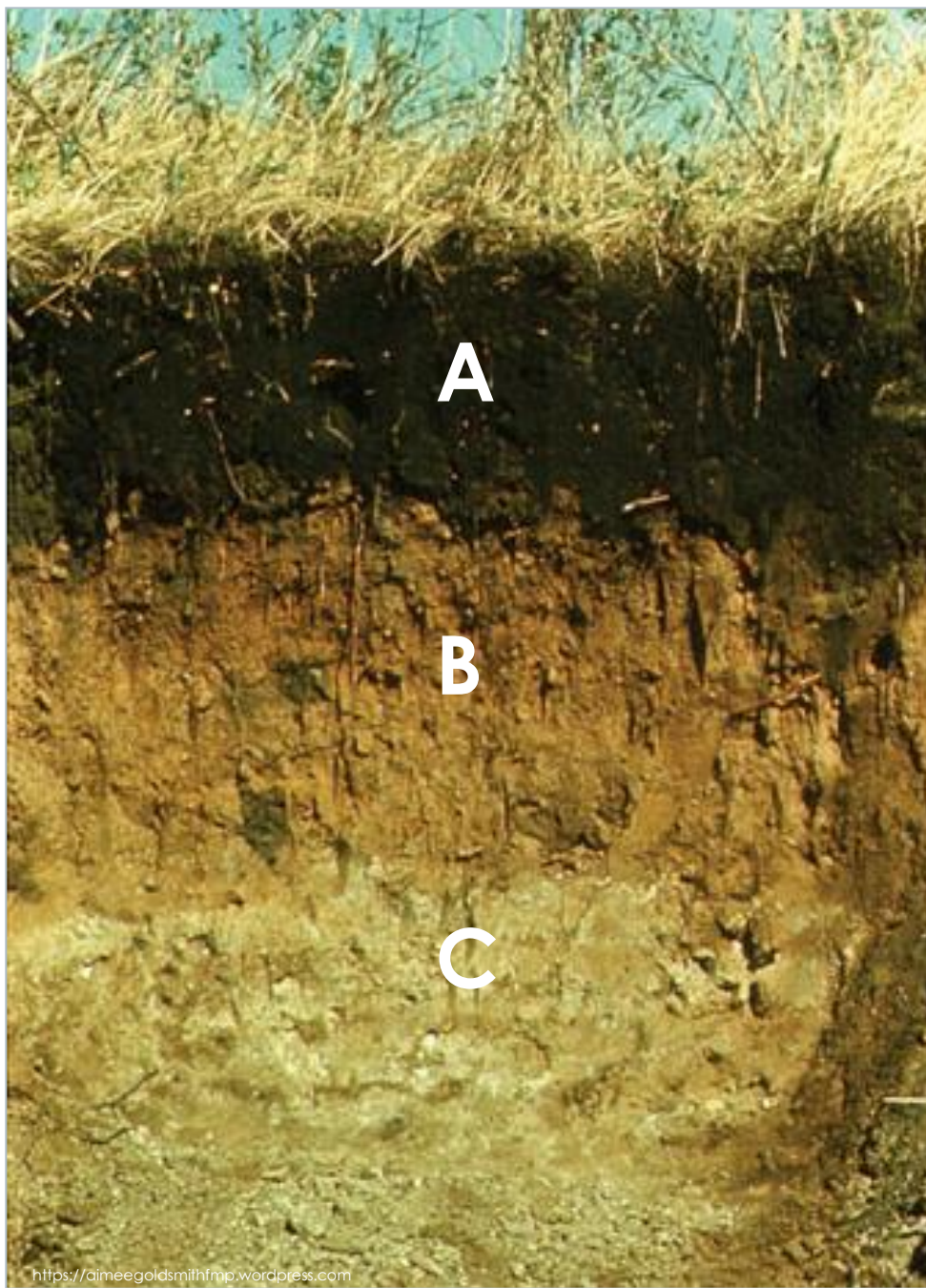
Con el paso del tiempo se desarrolla un **horizonte transicional entre el A y el C** que se denomina **AC**



Cuando transcurre **mayor cantidad de tiempo**, el **horizonte AC** adquiere rasgos propios de color y estructura y **se transforma en un horizonte B**

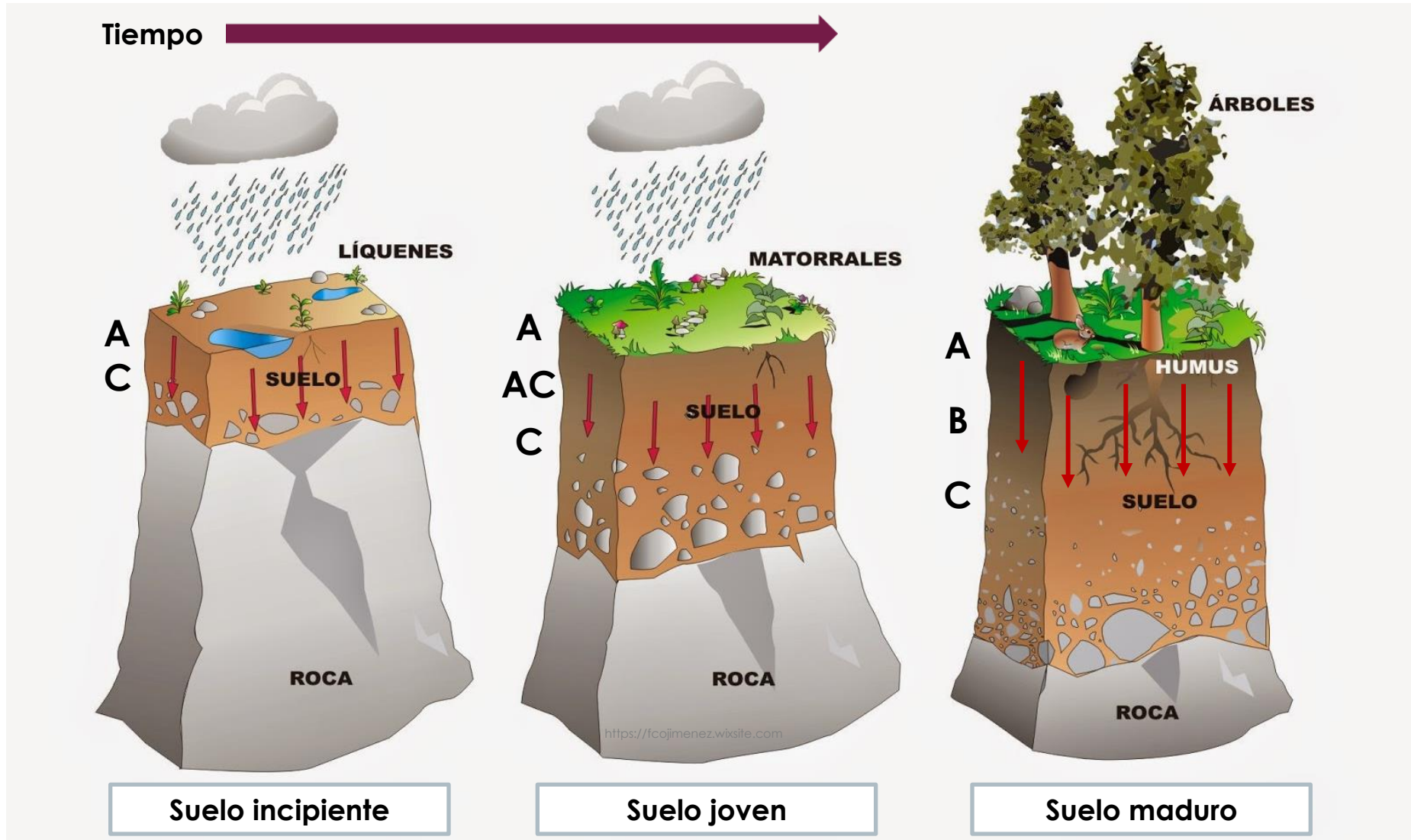


Así se origina un *perfil de suelo maduro* como el de la imagen



## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Este esquema ilustra el proceso que acabamos de describir



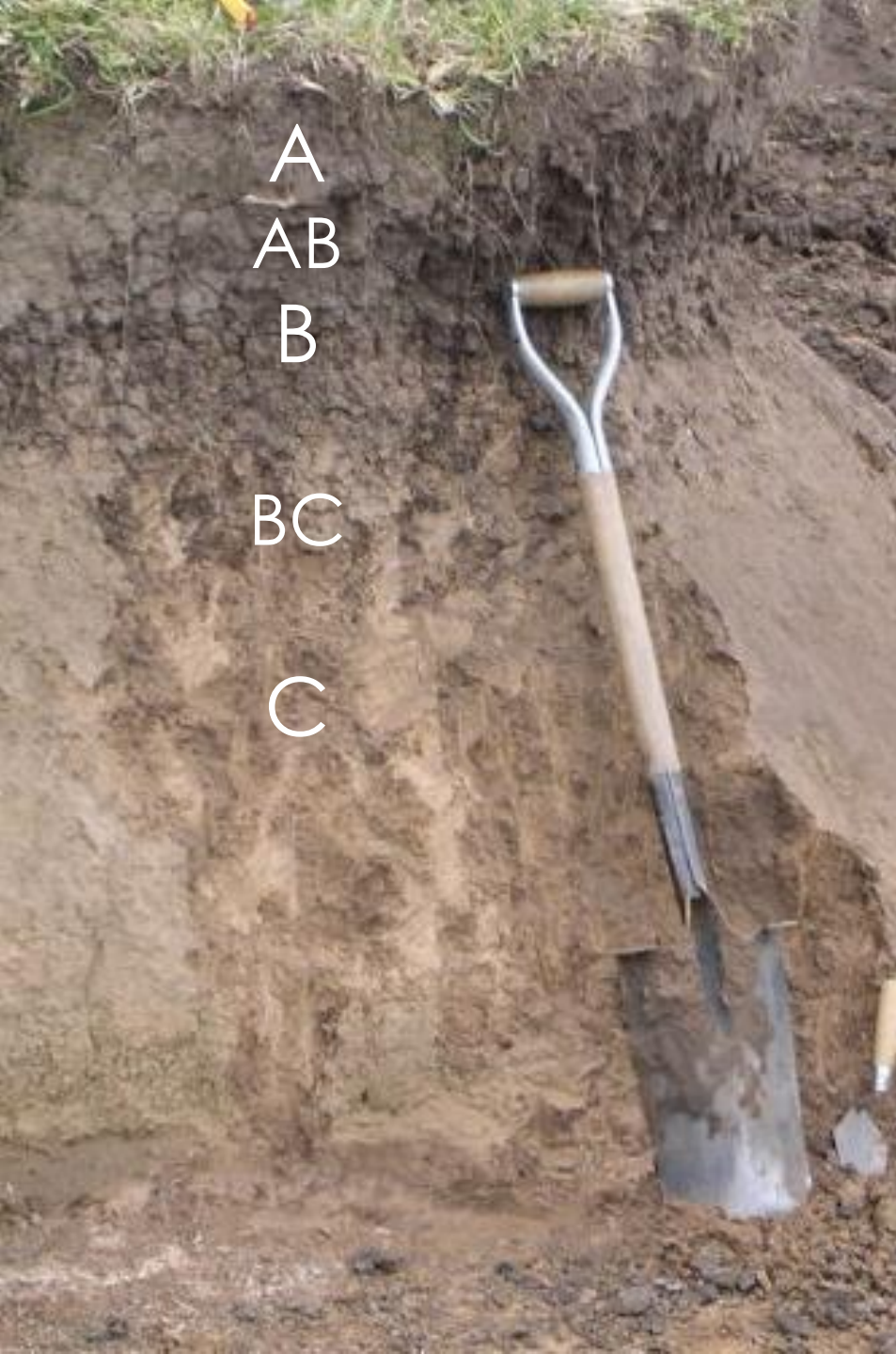


## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Si la superficie permanece estable por más tiempo, se desarrollan horizontes transicionales entre los horizontes A, B y C



De esta manera el perfil de suelo va **ganando profundidad y refleja mayor antigüedad**



## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Con más tiempo el horizonte AB sufre un **lavado muy intenso**

(lavado conocido como eluviación)

adquiriendo un color blanquecino; cuando ello ocurre se transforma en un

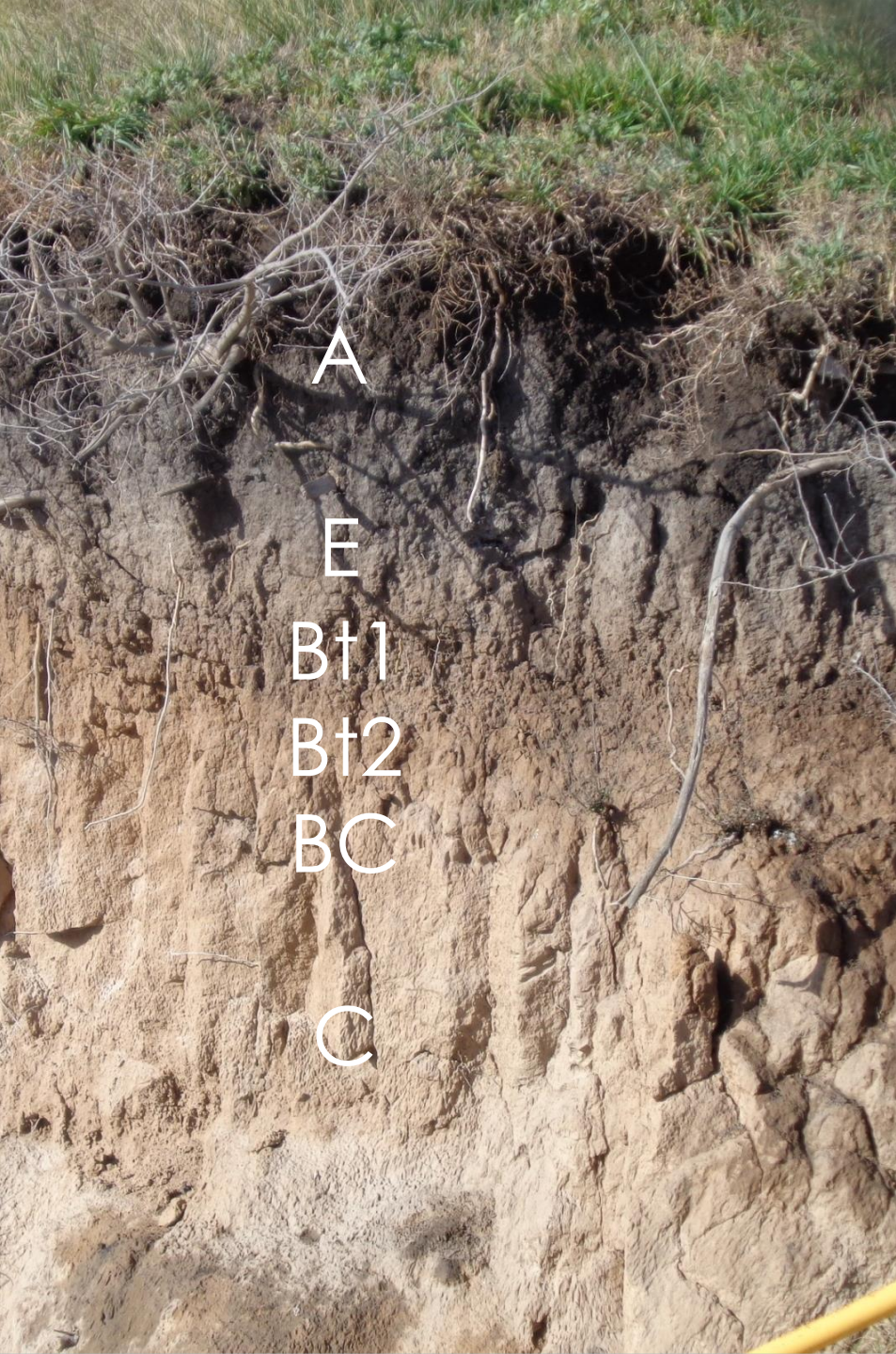
**horizonte E**



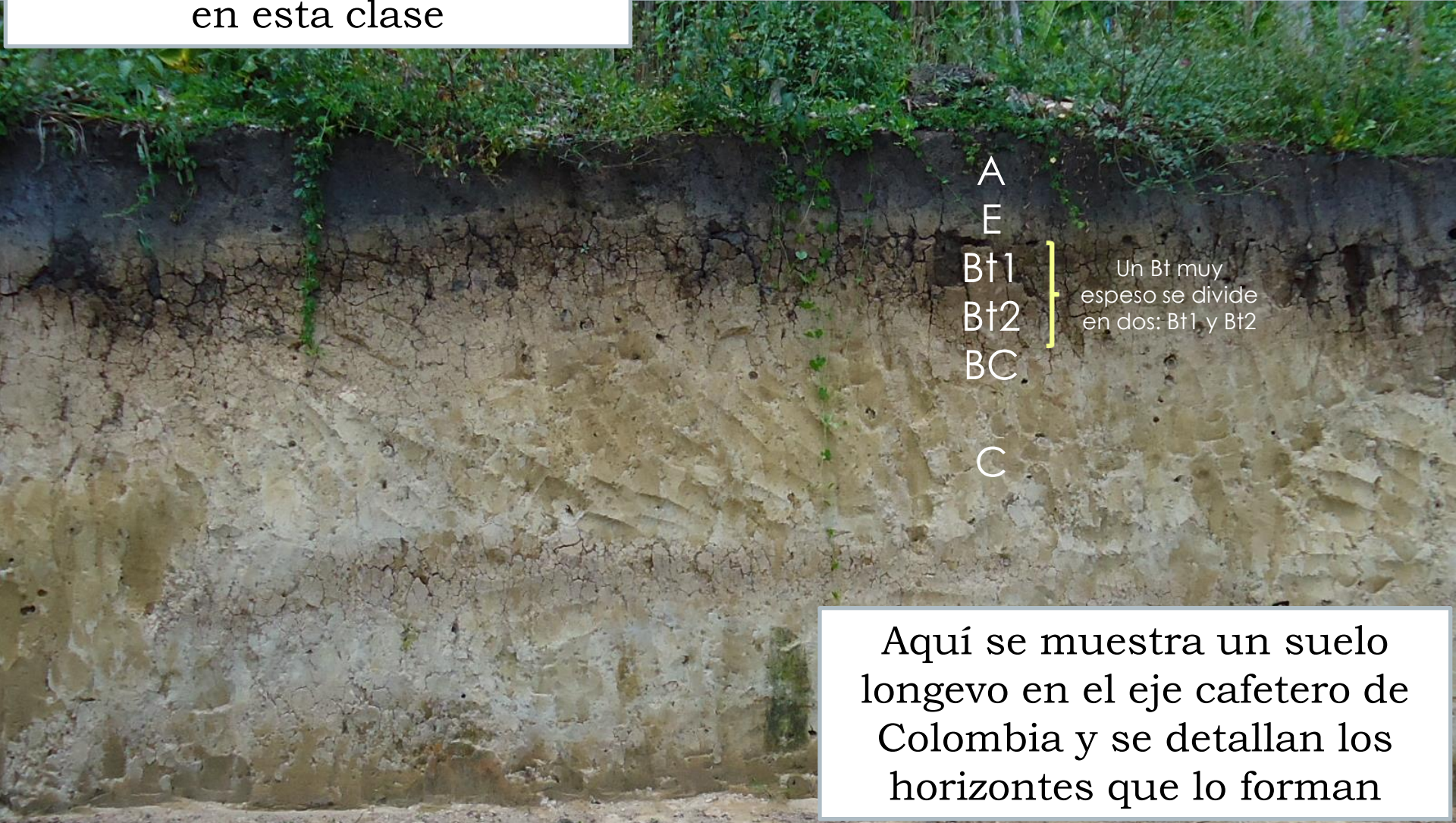
En estos casos el horizonte B por debajo suele ser muy arcilloso y adquirir mucho desarrollo



Cuando el horizonte B es muy arcilloso se nota claramente en su estructura y se le coloca el subíndice t, es decir Bt, que significa que es un B argílico



Tomemos por ejemplo la primera fotografía presentada en esta clase



Aquí se muestra un suelo longevo en el eje cafetero de Colombia y se detallan los horizontes que lo forman

## 2. Evolución de un suelo: sus horizontes

Retomando lo visto hasta aquí, podemos reconocer **horizontes principales** y **horizontes transicionales**



Horizonte A

Horizonte E

Horizonte B

Horizonte C



Horizonte AC

Horizonte AB

Horizonte BC



Entonces, el desarrollo de un horizonte de suelo **es un proceso postdepositacional**, esto lo distingue de un estrato sedimentario que se origina por depositación



Existe así una *diferencia conceptual* entre un **estrato** (depósito) y un **horizonte** de suelo; **NO son equivalentes y NO deben confundirse**



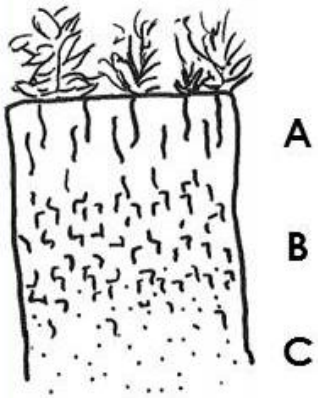
Los **estratos** crecen por acumulación **haca arriba** (un depósito se superpone a otro); en cambio un **suelo “crece” hacia abajo** diferenciando paulatinamente horizontes en un material previo u originario (depósito sedimentario o roca) que lo infrayace

# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

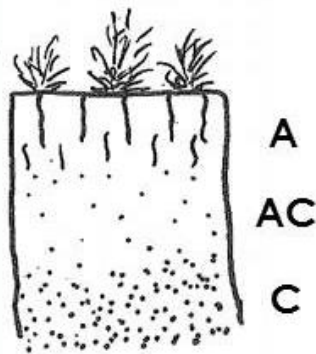
Ordena estos perfiles de suelo de acuerdo con el desarrollo relativo de sus horizontes, desde el más reciente hasta el más longevo

(Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)

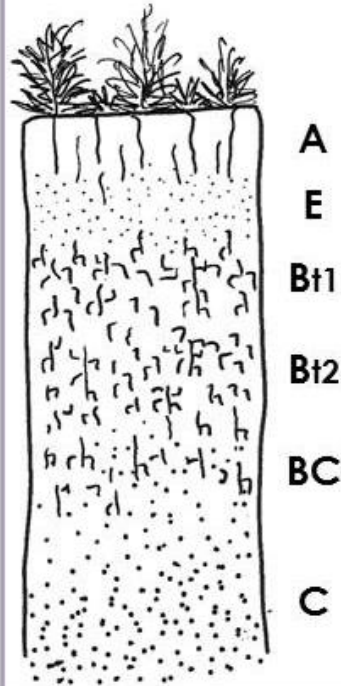
1



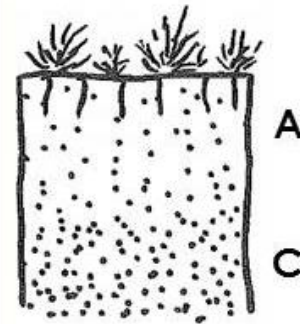
2



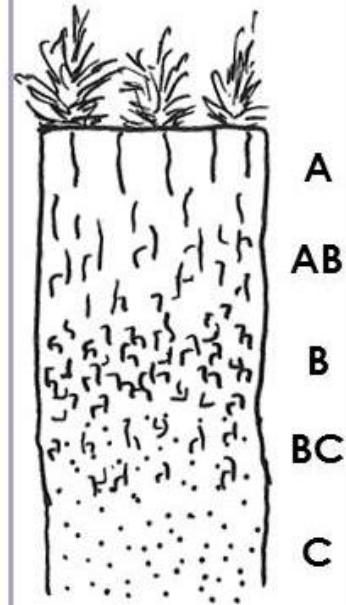
3



4



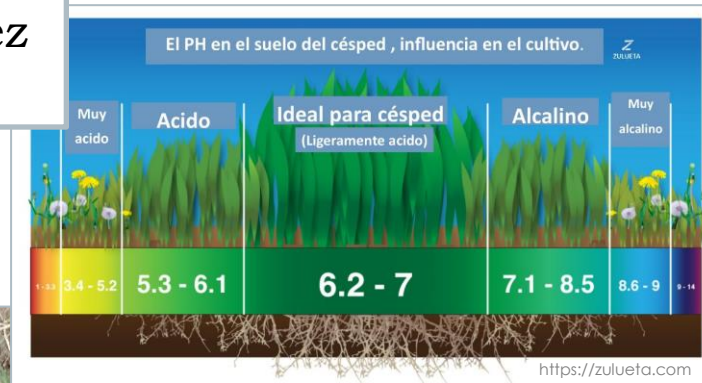
5



### 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

El desarrollo de suelos con su diferenciación de horizontes, produce cambios en las propiedades físicas y químicas de los sedimentos sobre los que se desarrolla, estos cambios involucran...

1. La alcalinidad y la acidez de los suelos



2. La presencia de agua en el suelo o hidromorfismo

3. La rubefacción o enrojecimiento del suelo

4. La andolización en zonas volcánicas

5. La pedoturbación

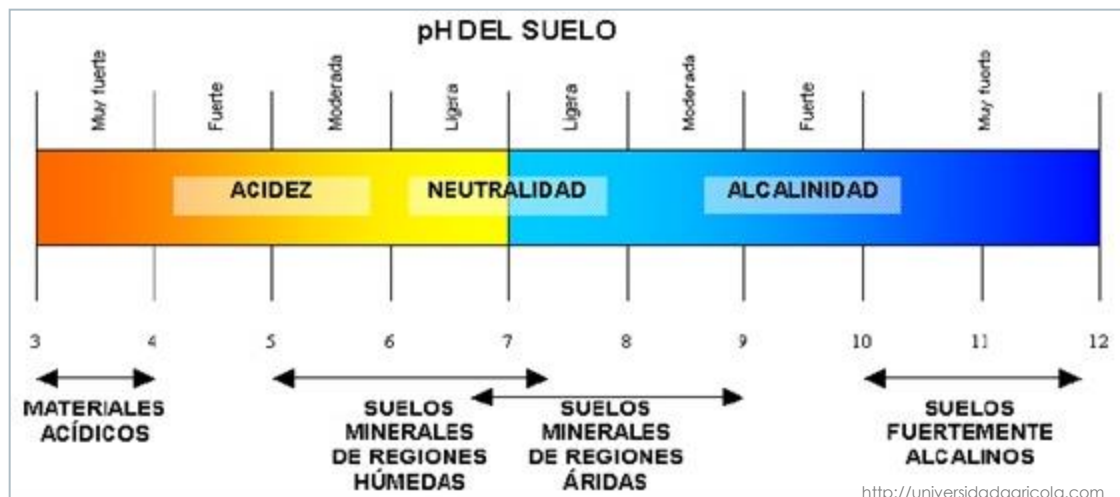
### 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

## 1. La alcalinidad y la acidez de los suelos

La acidez o alcalinidad del suelo se mide mediante el pH



Si los valores son bajos (pH ácido) no se preservarán huesos ni valvas de moluscos; si son altos (pH alcalino) atentarán contra la preservación de la materia orgánica, incluyendo el colágeno óseo y los restos vegetales



En suelos alcalinos se suelen generar revestimientos blancos de carbonato de calcio sobre los artefactos y los huesos



Los huesos son atacados y descompuestos en suelos ácidos



## 2. La presencia de agua en el suelo o hidromorfismo

Es muy común que en contextos cercanos a arroyos, ríos o lagunas nos encontremos con este tipo de modificaciones en el perfil de suelo, también llamados...

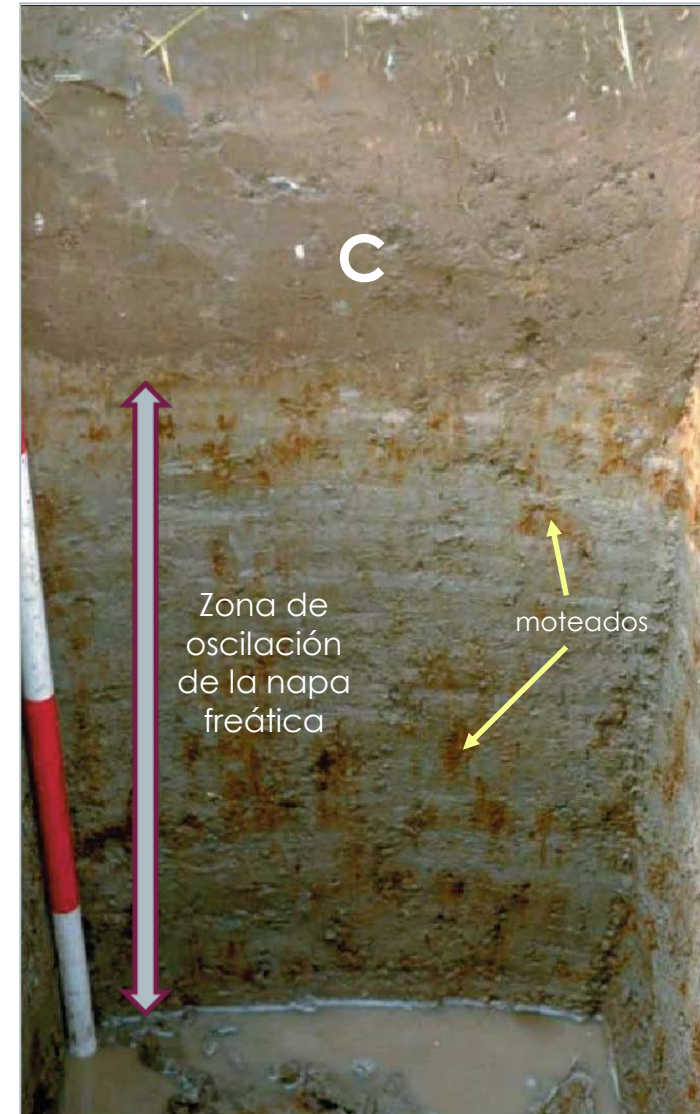
Rasgos hidromórficos



Indican saturación de agua y pueden expresarse como moteados ferruginosos (producidos por oscilación freática) o como colores gley (gris-verdosos o azulados que indican saturación permanente)



Se observan en el horizonte C y por debajo

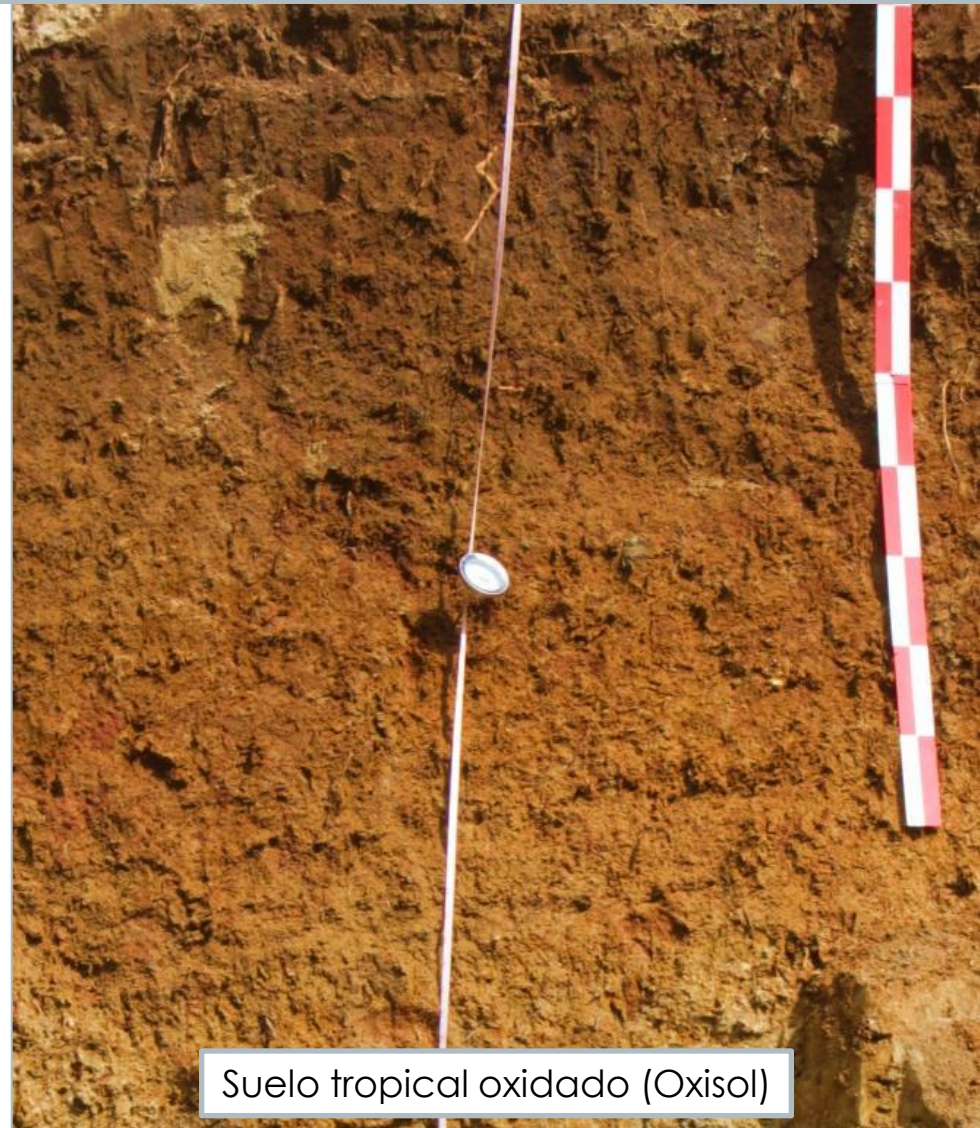


## 3. La rubefacción o enrojecimiento del suelo

Este proceso se relaciona a la oxidación del hierro por deshidratación provocada por la temperatura



Se da principalmente en suelos de climas tropicales, y puede ocurrir también en forma puntual por debajo de un fogón



Suelo tropical oxidado (Oxisol)

#### 4. La andolización en zonas volcánicas

Este proceso se relaciona a la presencia de cenizas volcánicas en el material original del suelo



Estos suelos suelen ser ácidos debido al contenido silíceo de las cenizas volcánicas, por ello pocas veces se preservan huesos bajo estas condiciones

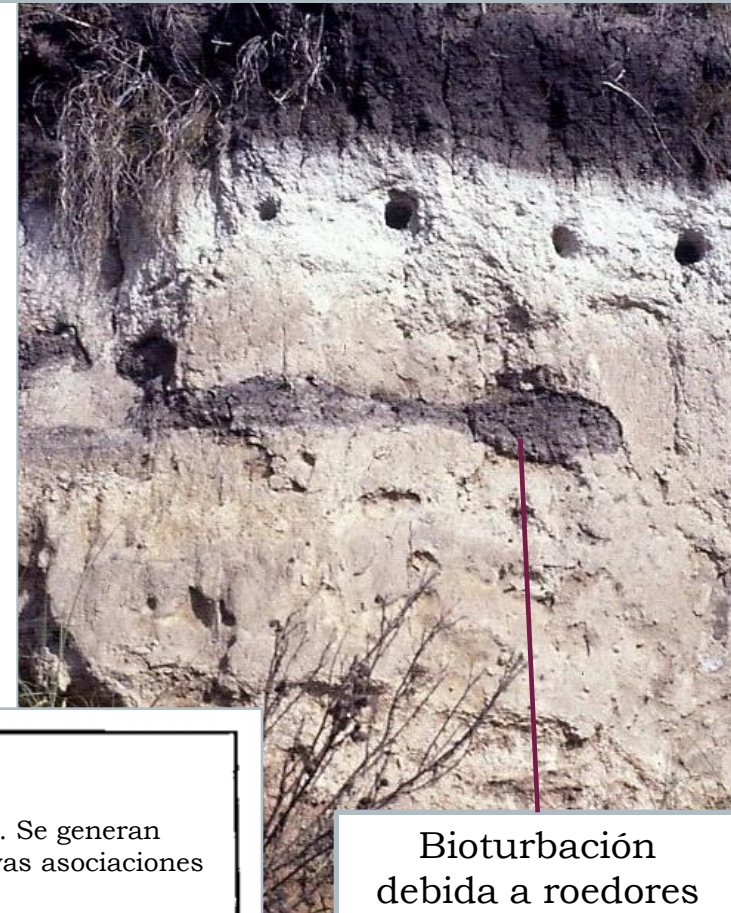


Suelo sobre cenizas volcánicas (Andisol)

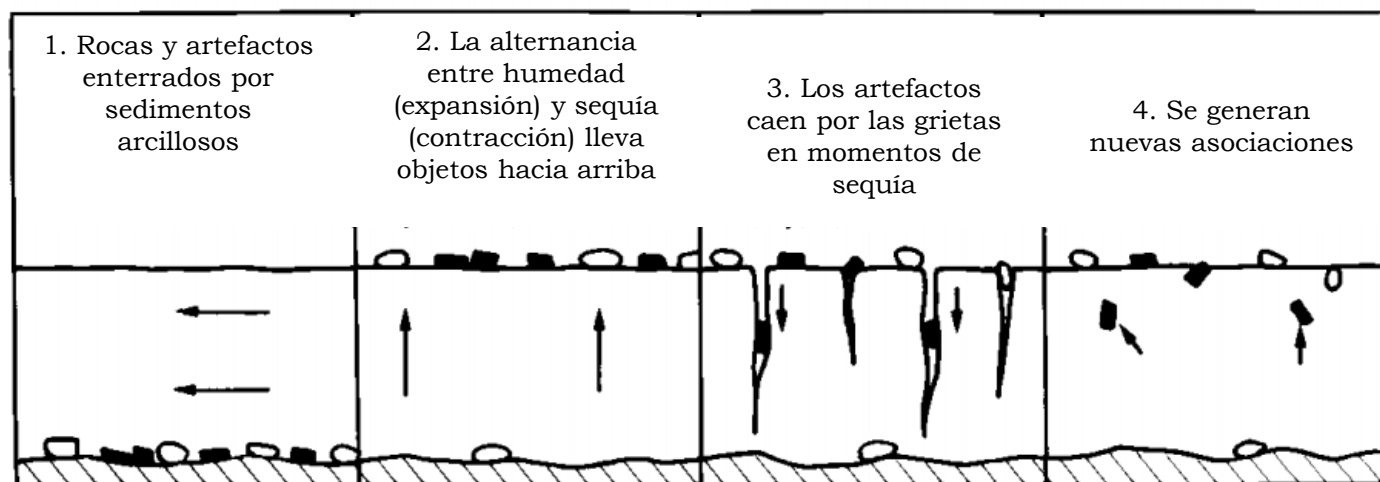
## 5. Las perturbaciones en los suelos o pedoturbación

Las perturbaciones generan mezcla de los materiales de los distintos horizontes del suelo y existen diferentes tipos; las más comunes son:

- Bioturbación: mezcla de materiales por agentes biológicos (insectos, lombrices, mamíferos cavadores)
- Antroturbación: mezcla de materiales por acción del hombre, por ejemplo con el arado
- Argiloturbación: mezcla de materiales por acción de la expansión y contracción de arcillas en suelos arcillosos



**Bioturbación**  
debida a roedores  
(cueva rellena con  
materia orgánica del  
horizonte A)



Argiloturbación

### 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

Hasta aquí hemos visto propiedades fisico-químicas que pueden observarse en un lugar puntual, por ejemplo un perfil

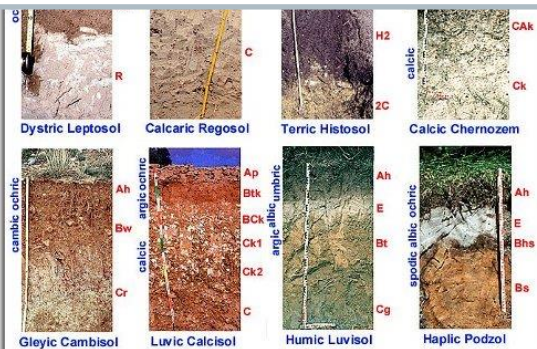
¿Qué sucede cuando ampliamos la escala de observación?

### 6. Impacto antrópico



### 7. Cambios espaciales en las propiedades del suelo

### 8. Clasificación de suelos



## 6. El impacto humano sobre los suelos

Este impacto se vincula a los cambios en las propiedades fisicoquímicas de los suelos por las actividades humanas

Por ejemplo: pisoteo, descarte de desechos orgánicos, áreas de combustión, desarrollo de tareas agrícolas, cambios en el manejo hídrico, etc.



Todo ello deja evidencias en los suelos, por ejemplo a través del incremento de sales, fosfatos, cenizas y de microvestigios



Terrazas de cultivo en el Valle Sagrado (Perú)

## 6. El impacto humano sobre los suelos

Veamos un ejemplo arqueológico...

La génesis de Terras Pretas y Terras Mulatas en la cuenca amazónica se relaciona con la modificación a gran escala del aspecto y propiedades del suelo por el impacto intencional de las actividades humanas prehispánicas

*(Ver clase Sedimentos en Arqueología)*



Ello se ve a través de un oscurecimiento y engrosamiento del suelo que se enriquece con materia orgánica, carbones, cenizas y materiales arqueológicos (por ejemplo tiosos cerámicos) incrementando su porosidad y fertilidad



Suelo natural amazónico  
(Oxisol)

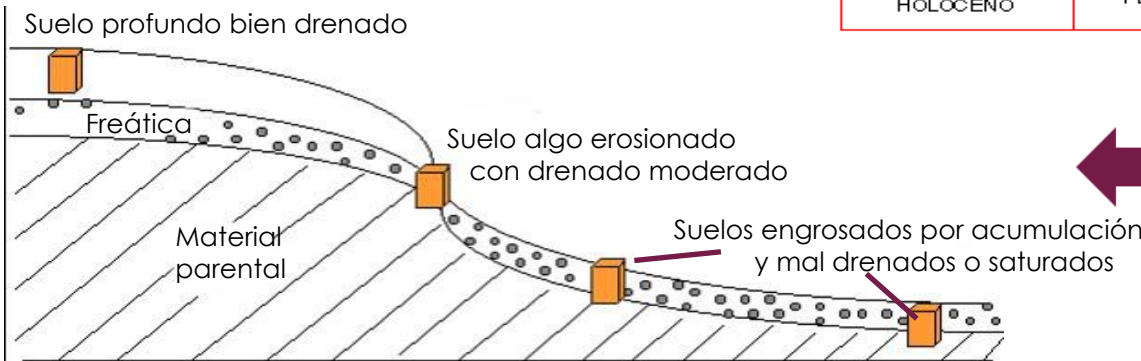
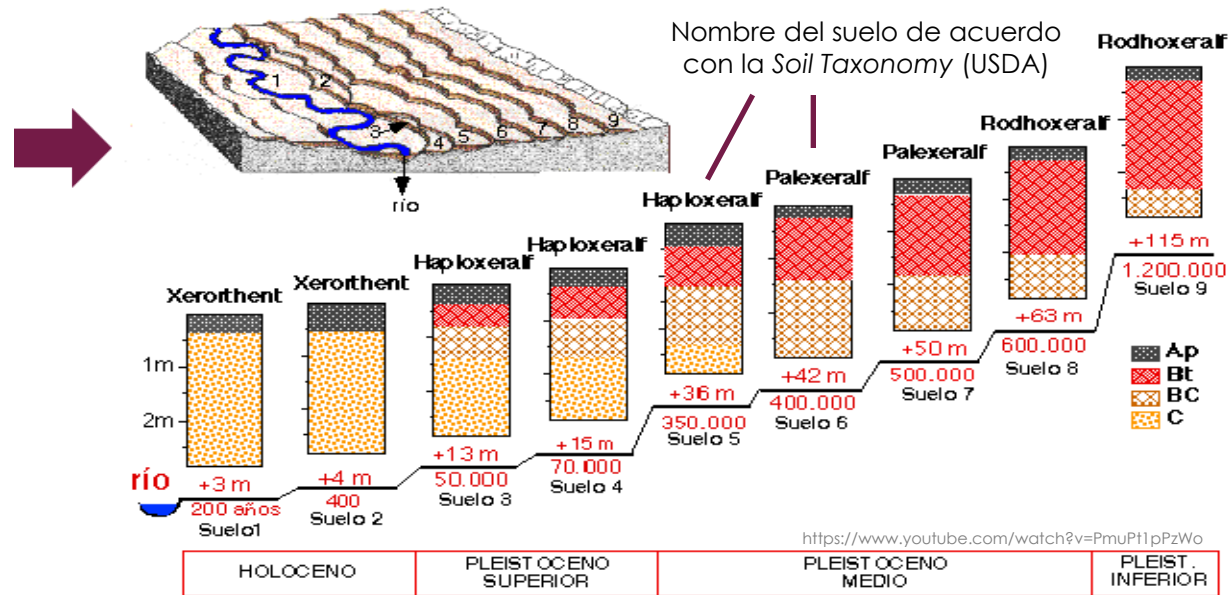
Terra Preta

### 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

## 7. Cambios espaciales en las propiedades del suelo

Son cambios que se observan en la expresión de los suelos a causa de la variación de alguno de los factores formadores, sea el relieve (toposecuencia), el clima (climosecuencia) o el paso del tiempo (cronosecuencia)

Una **cronosecuencia** muestra los cambios en el desarrollo de perfiles de suelo *en función del tiempo transcurrido*, en este caso en sucesivas terrazas fluviales del Pleistoceno al Holoceno



Esta **toposecuencia** muestra los cambios en el drenaje y tipos de suelos entre una lomada, la pendiente y la zona baja donde escurre el agua



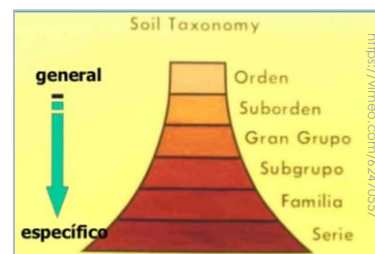
### 3. Algunas propiedades físicas y químicas de los suelos

## 8. La clasificación de los suelos

De acuerdo con sus propiedades físico químicas, derivadas de los factores formadores, los suelos pueden clasificarse en una *taxonomía de suelos* y luego elaborar cartas que indican su ubicación en un mapa

La taxonomía de suelos que se utiliza en muchos países latinoamericanos (excepto Brasil) es la *Soil Taxonomy* desarrollada por la USDA (Depto. de Agricultura de EEUU)

Es una clasificación jerárquica de suelos, de Orden hasta Serie, en función de horizontes diagnósticos y otras propiedades del suelo



Las **cartas de suelos**, donde los distintos tipos de suelos se mapean en el paisaje, constituyen una herramienta útil para la prospección arqueológica ya que **proveen información sobre la antigüedad de los mismos y propiedades que afectan la preservación**

## 4. Los suelos y el registro arqueológico

Recapitulemos....

Cuanto más horizontes puedan observarse, más antiguo será el suelo y por lo tanto mayor tiempo de estabilidad habrá tenido esa superficie



Muchos suelos han permanecido estables durante todo el Holoceno; tales suelos presentan muchos horizontes y bien diferenciados (suelen incluir un horizonte E)



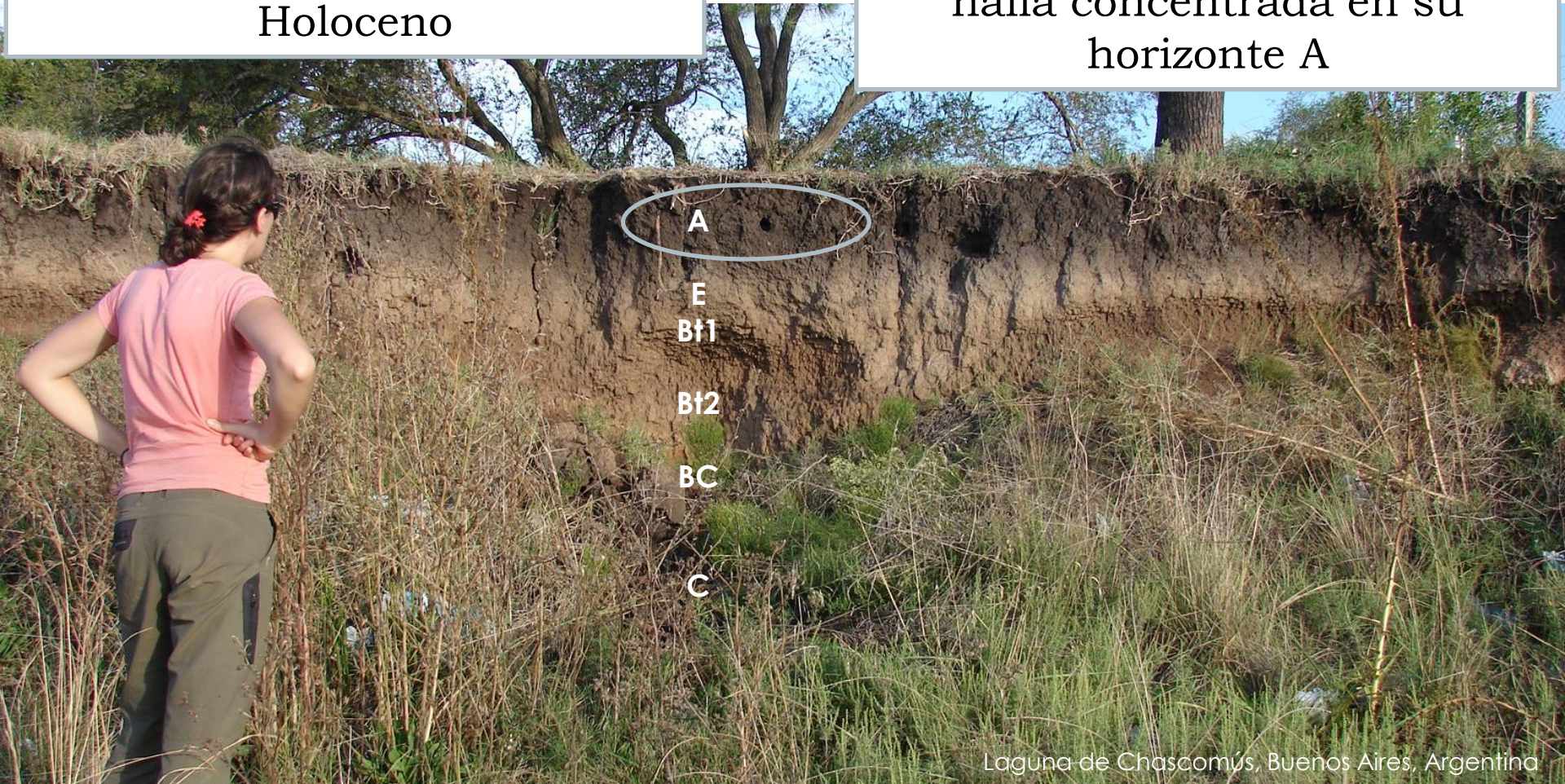
Esta observación es muy importante para la arqueología porque los materiales arqueológicos incluidos en los horizontes A de estos suelos pudieron haberse incorporado a lo largo de todo el Holoceno (11.700 años), dejándonos sin posibilidad de separar distintas ocupaciones (se trata de verdaderos palimpsestos)

#### 4. Los suelos y el registro arqueológico

Esta imagen muestra un suelo muy antiguo de la región pampeana argentina cuyo desarrollo comenzó antes del Holoceno



Esto significa que toda la evidencia arqueológica desde el poblamiento de la región se halla concentrada en su horizonte A



Laguna de Chascomús, Buenos Aires, Argentina

#### 4. Los suelos y el registro arqueológico

Si observamos en cambio poco desarrollo de horizontes, como en este sitio de la imagen, significa que nos encontramos ante un suelo joven



Podemos decir entonces que **los horizontes funcionan** como un **indicador relativo del tiempo** que estuvo estabilizada esa superficie...



... y gracias a ello pueden brindarnos una cronología relativa para los materiales que encontremos en su horizonte A

Sitio Cangas en el río Araguaia, Brasil

¿Qué sucede cuando se alternan condiciones de pedogénesis con pulsos de sedimentación?



En sectores dinámicos del paisaje, como las planicies aluviales de los ríos o las dunas costeras, el desarrollo del suelo se interrumpe en sus fases iniciales al quedar sepultado por sedimentos. Este proceso que puede repetirse y se observan entonces perfiles de suelo enterrados de poco desarrollo como los de la imagen (A-C o A-AC-C)



Estos perfiles constituyen **paleosuelos**, que pueden entenderse como **suelos que se encuentran desvinculados de las condiciones de pedogénesis actuales por haber sido sepultados**

#### 4. Los suelos y el registro arqueológico

Sucesivos paleosuelos sepultados pueden contener materiales arqueológicos y separar diferentes etapas de ocupación; la resolución en estos casos es claramente mayor que en el caso de un único suelo con mucho desarrollo donde se concentra todo en un único horizonte A

Paleosuelo en la planicie aluvial de un río



Paleosuelo con material arqueológico en una duna costera



Como hemos visto a lo largo de esta clase, es muy importante que como arqueólogos tengamos un conocimiento básico sobre suelos ya que **permite generar expectativas sobre la posible cronología y resolución de los materiales arqueológicos contenidos en ellos**

Bermúdez, M. 2017. Los suelos ándicos y sus efectos en el registro arqueológico. En: Ugalde, M. (Ed.). *Estudios de Antropología y Arqueología Vol. 2. Volcanes, Cenizas y Ocupaciones Antiguas en Perspectiva Geoarqueológica*. PUCE, Quito, Ecuador.

Boul, S. W., Hole, F. D. y McCracken, R. J. 1991. *Génesis y Clasificación de Suelos*. Editorial Trillas, México.

Claves para la Taxonomía de Suelos 2014. Soil Survey Staff, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales Décima segunda Edición.

Favier Dubois C. M. 1999. Pedogénesis y formación de registros en Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego) y Lago Roca (Santa Cruz). En. *Soplando en el viento... Actas de las Terceras Jornadas de Arqueología de la Patagonia*, Pp: 319-332.

Holliday, V. T. 2004. *Soils in Archaeological Research*. Oxford University Press.

Howard, J. 2017. Anthropogenic Soils. In: *Progress in Soil Science Series*. Springer International.

Tchilinguirían, P. Ozán I. y Morales, M. 2016. El suelo y la arqueología. En: *Suelos y geología argentina, una visión integradora desde diferentes campos disciplinarios*. Pereira, F. y Torres Duggan, M. (Eds.). Cap. 9. Pp: 252-276.

# Diferenciación entre horizontes de suelo y estratos sedimentarios



Cristian M. Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos  
Argentina

Barrancas de un arroyo de la región pampeana argentina



# Diferenciación entre horizontes de suelo y estratos sedimentarios: esquema de la presentación

1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)
2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)
3. Ejemplos en perfiles de campo

# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

Cuando miramos una secuencia, ¿cómo sabemos si son estratos o si se trata de un perfil de suelo?

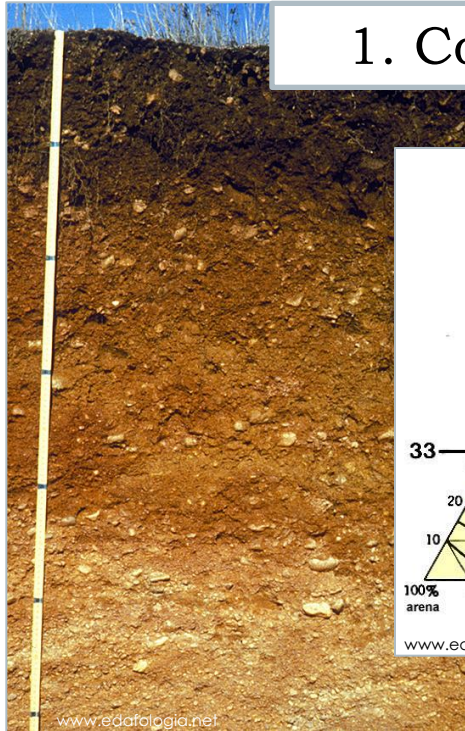


¿Son horizontes o estratos?

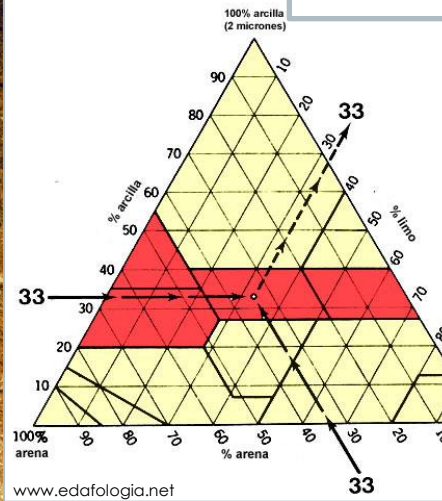
# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

Para responder esta pregunta debemos tener en cuenta algunos *rasgos diagnósticos o propiedades de los horizontes de suelo*

1. Color



2. Textura



3. Estructura



Prismática

4. Tipo y forma del límite inferior



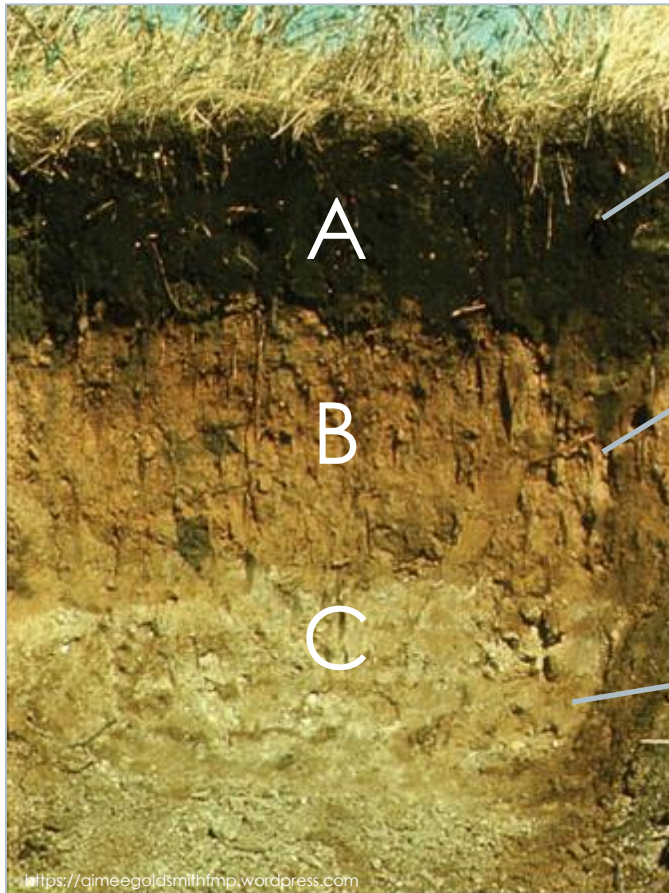
5. Otros rasgos

# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

## 1. Color

Los suelos presentan diferenciación de colores entre horizontes

De arriba hacia abajo:



1) Se destaca siempre el color oscuro del horizonte A rico en humus

2) Si existe un horizonte B el color se torna rojizo debido a la oxidación

3) El horizonte C siempre posee un color más parecido al material parental, a veces con algunas manchas blancas por la presencia de sales (carbonatos) que llegan allí por translocación

<https://aimeegoldsmithfmp.wordpress.com>

# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

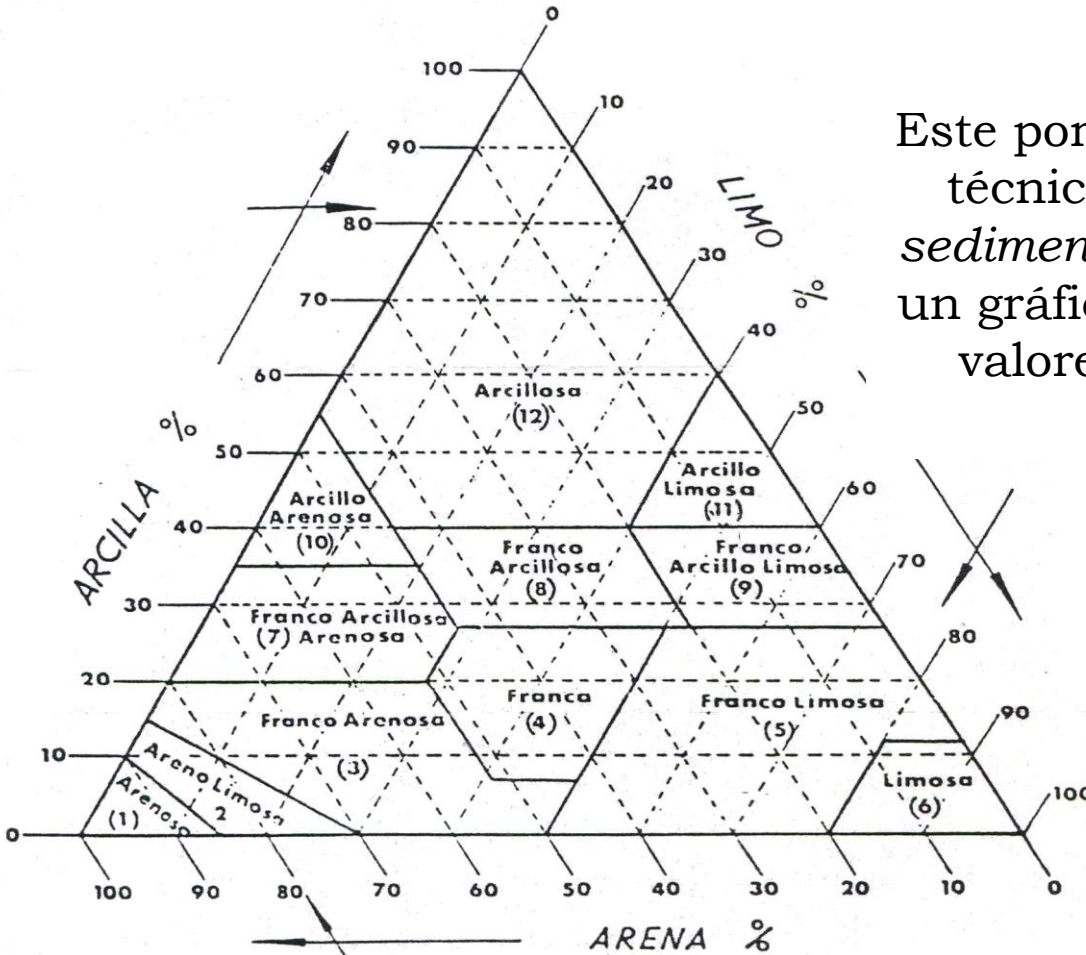
## 2. Textura



Se refiere al porcentaje de arena, limo y arcilla que posee cada horizonte de suelo



Este porcentaje se estima con las mismas técnicas mencionadas en la clase *Los sedimentos en arqueología*, pero se utiliza un gráfico particular para introducir esos valores: el **triángulo de texturas de suelos**



## 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

### 2. Textura



Los procesos de translocación generan diferencias texturales entre horizontes

El horizonte A *pierde* arcillas que se acumulan en el B



El horizonte B *gana* arcillas, por lo tanto será más arcilloso y tendrá una estructura que reflejará esta característica



El horizonte C tendrá una textura similar a la del material original, con valores intermedios de arcilla respecto al A y B



## 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

### 2. Textura



La textura se expresa también en la *consistencia* de un horizonte de suelo, ya que cuanto más arcilloso sea éste más duro se presentará en seco y más plástico será en húmedo, pudiendo amasarse



Un horizonte A de suelo tendrá *menos* consistencia que un horizonte B debido a su elevada bioactividad y porosidad; el horizonte B será *más* consistente por su mayor contenido de arcillas y menor porosidad

Para realizar una prueba de textura en el campo se toma un poco del sedimento del horizonte y se realiza un amasado, mientras más unido y plástico se encuentre el sedimento más cantidad de arcillas contiene, de no ser así prevalece la arena



# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

## 3. Estructura



Es la forma de los agregados del suelo, característica de cada horizonte pedológico (estructura pedológica)

El **horizonte A** muestra estructuras de origen biológico producida por hormigas, lombrices, raíces, entre otras, que la hacen **migajosa o granular**

El **horizonte B** presenta una estructura **prismática o en bloques** generada por la expansión y contracción de las arcillas (ciclos húmedo/seco)

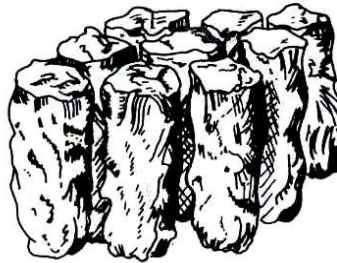
El **horizonte C** no suele mostrar una estructura definida, es **masivo**



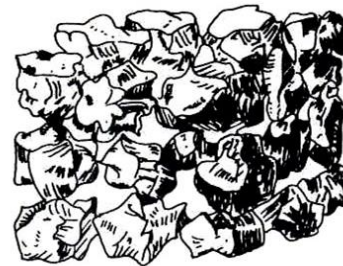
Migajosa



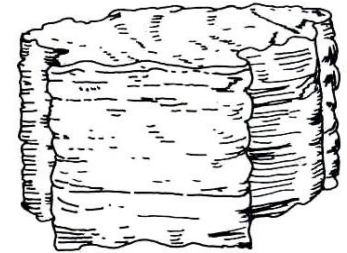
Granular



Prismática



En bloques



Masiva



## 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

### 4. Tipo y forma del límite inferior



Esta característica se refiere a los contactos entre los horizontes y nos ayuda a diferenciarlos de los estratos



Los límites entre horizontes son transicionales ya que los procesos pedológicos también lo son

#### Tipo de límite inferior



Refiere a cómo ocurre el cambio vertical de un horizonte a otro

- \* Abrupto (el cambio ocurre en menos de 2 cm)
- \* Claro (el cambio ocurre entre 2 cm y 7 cm)
- \* Gradual (el cambio ocurre entre 7 cm y 12 cm)
- \* Difuso (si ocurre en un espacio mayor a 12 cm)

#### Forma del límite inferior



Refiere a cómo se ve el límite en el plano horizontal

- \* Suave (límite rectilíneo)
- \* Ondulado
- \* Irregular
- \* Linguoide

# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

## 4. Tipo y forma del límite inferior

**tipo** de límites: graduales

**Forma:** suave

**Forma:** ondulada

Suelo longevo en el eje cafetero colombiano

## 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

### 5. Otros rasgos



Los suelos tienen otros rasgos propios que nos ayudan a diferenciarlos de los depósitos sedimentarios (estratos) y pueden resumirse en...

#### Presencia de raíces



El alcance, grosor y la cantidad de raíces es un rasgo importante porque ayudan a vehicular componentes hacia abajo (incluso materiales arqueológicos) y pueden producir perturbaciones

#### Presencia de barnices



Los barnices o cutanes son películas brillosas que se encuentran en el horizonte B, pueden ser de arcilla, manganeso o materia orgánica



indican procesos de translocación

#### Sucesión vertical de horizontes



Es característico de los suelos y refleja los procesos pedológicos que diferencian horizontes



permite identificar perfiles de suelo activos o sepultados

## 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

Entonces retomando la pregunta inicial ¿cómo sabemos si son estratos o si se trata de un perfil de suelo?

Los cambios verticales transicionales en color, textura y estructura que observamos en este perfil nos indican que se trata de horizontes de suelo diferenciados por procesos pedológicos y no de estratos sedimentarios



# 1. Reconocimiento de horizontes de suelo (rasgos pedológicos)

Además, los procesos pedológicos pueden estudiarse al detalle recurriendo a la **micromorfología**



Es una técnica que mediante la *descripción microscópica* de las muestras tomadas en campo, permite realizar *interpretaciones relacionadas a los procesos de formación de los horizontes de suelo a micro escala*



Permite comprender más cabalmente la génesis de los suelos bajo estudio y los procesos postdepositacionales involucrados (oxidación, translocación, bioturbación, etc.)



# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

Observa esta imagen e intenta reconocer horizontes de suelo en base a su color, estructura y tipo de límite

(Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)



## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Los **estratos** se generan por **eventos de depositación** y por eso tienen características diferentes a las de los horizontes de suelo



Una de sus características más importantes es la presencia de **estructuras sedimentarias de depositación** que se ven reflejadas en la **estratificación**

## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Existen diferentes *tipos de estratificación*

### 1. Horizontal



Cuando la separación entre capas es menor a 1 cm se denomina *laminación*  
Es muy común en depósitos fluviales

### 2. Entrecruzada



Indica el avance de óndulas de arena, puede ser *planar* o en *artesa*  
Muy común en los depósitos fluviales y eólicos

### 3. Ondulítica



Se trata de óndulas preservadas  
Es común en los depósitos fluviales y eólicos

### 4. Gradada



Indica cambios de energía del flujo, puede ser directa o inversa  
Muy común en los depósitos fluviales

Sin embargo, no siempre se observa estratificación, en esos casos se habla de una **estructura masiva** que puede deberse a un rasgo original del depósito o bien a que las raíces de las plantas borraron la estratificación original  
(ver clase Los suelos en arqueología)



## 1. Estratificación Horizontal

## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Suele formarse en alto régimen de flujo, es decir, en ambientes de mucha energía y elevado contenido de sedimentos como ocurre en los ríos



En este caso se observa laminación (separación de menos de 1 cm entre capas)

## 2. Estratificación Entrecruzada

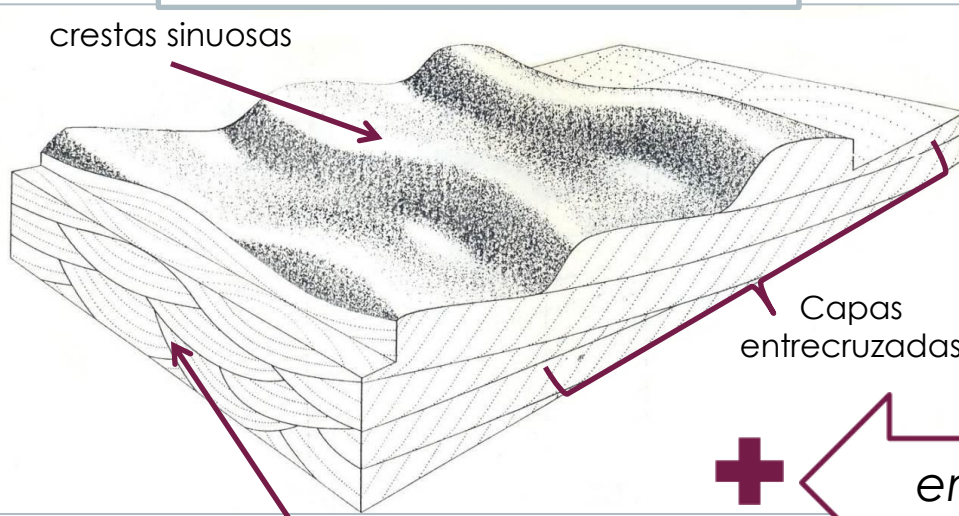
## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Se denomina entrecruzada porque *pueden observarse capas inclinadas en diferentes direcciones* que se originan por el avance de ondulitas o barras de sedimento debido a la fuerza generada por corrientes de agua o viento

Se reconocen dos tipos

### Entrecruzada en *artesa*

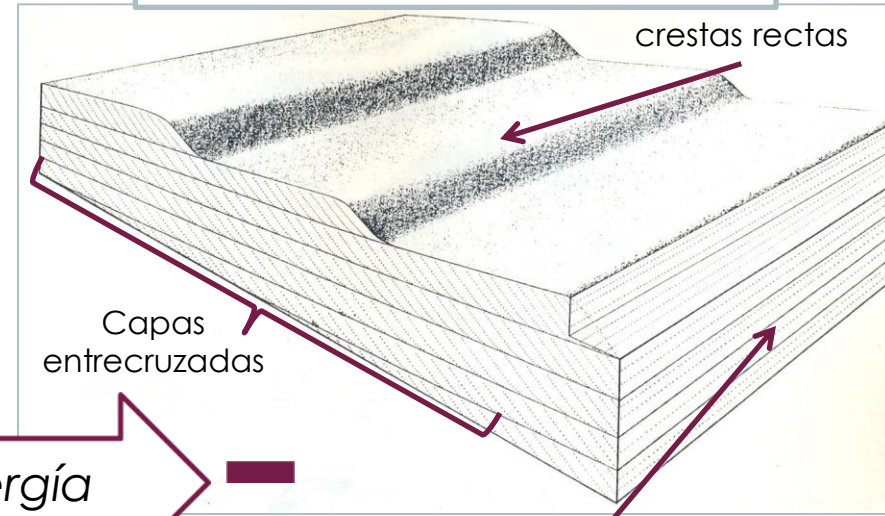
crestas sinuosas



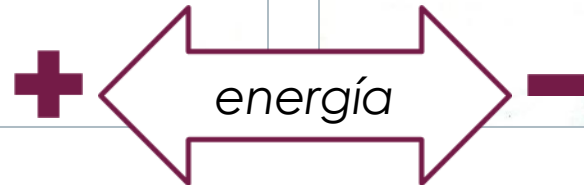
En su frente se observan capas en "U" o artesas

### Entrecruzada *planar*

crestas rectas



En su frente se observan capas horizontales



## 2. Estratificación Entrecruzada

## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)



En ambiente fluvial



En ambiente eólico

## 2. Estratificación Entrecruzada

## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)



Entrecruzada de origen eólico, Quebrada de Santa Julia, Chile

### 3. Estratificación Ondulítica

### 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Se asemeja a la entrecruzada pero en este caso se preservan las ondulitas

Ondulitas en estratigrafía



Movimiento de las ondulitas

Ondulitas vistas en superficie



Generadas por el agua



Generadas por el viento

## 4. Estratificación Gradada

## 2. Reconocimiento de estratos (estructuras sedimentarias)

Cuando el tamaño de los sedimentos disminuye, o se incrementa, de abajo hacia arriba en un depósito, se habla de estratificación gradada e indica cambios en la energía del flujo



Si *disminuye* de abajo hacia arriba se denomina *gradación directa*



Si *aumenta* de abajo hacia arriba se denomina *gradación inversa*



A mayor energía del flujo, mayor tamaño de los clastos transportados y vice-versa

# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

Intenta reconocer cambios en la energía, granulometría y en las estructuras sedimentarias en esta secuencia fluvial (evalúa las diferencias con un perfil de suelo)  
(Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)



La escala ilustra la ubicación de los depósitos en el perfil como referencia, no indica profundidad en términos de metros/centímetros

### 3. Ejemplos en perfiles de campo

Los perfiles con los que los arqueólogos nos encontramos al trabajar en el campo suelen mostrar una alternancia de horizontes de suelo y estratos



Secuencia fluvial en el Arroyo de la Carpa, Sierras de San Luis, Argentina



### 3. Ejemplos en perfiles de campo

Veamos un ejemplo en una secuencia fluvial...



Este depósito con estratificación horizontal representa un estrato

En este sector del perfil se observan colores oscuros y estructuras pedológicas que indican el desarrollo de horizontes de suelo en los depósitos fluviales

Este depósito basal no posee rasgos pedológicos y representa otro estrato

Ahora veamos un ejemplo en la secuencia estratigráfica de una quebrada...

### 3. Ejemplos en perfiles de campo



A lo largo del perfil se observan varios horizontes oscuros (horizontes A de suelo) separados por depósitos sedimentarios de diverso tipo

Estos depósitos representan estratos sedimentarios de diferente origen y granulometría (fluvial, coluvial, eólico, pantanoso)

Boul, S. W.; F. D. Hole y R. J. Mc Cracken 1990. *Génesis y clasificación de suelos*. Editorial Trillas, 2ª edición, México.

Barreda, S. s/f. Estructuras sedimentarias y ambientes sedimentarios. Apuntes. Pp: 14-43.

FitzPatrick E. A. 1993. *Suelos, su formación, clasificación y distribución*. Compañía Editorial Continental Sociedad Anónima (CECSA), México.

Seguel Quintana R. y D. Jackson (eds.) 2014. Geoarqueología en ambientes costeros y paisajes patrimoniales de la costa del Choapa. Guía de Campo del II Taller de Geoarqueología de América Latina, Los Vilos, Chile.

Tarriño, A., Eguiluz, L. y Aranburu, A. 1999. Utilidad, interpretación y significado de las estructuras sedimentarias en arqueología. *Krei* 4: 89-110.

# La estratigrafía en arqueología



Cristian Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos  
Argentina

Estratigrafía fluvial cuaternaria, río Julcuy, Ecuador

# La estratigrafía en arqueología: esquema de la presentación

1. Aspectos básicos de estratigrafía
2. ¿Cómo se incorporan los materiales arqueológicos en un perfil?
3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?
4. Unidades estratigráficas de interés arqueológico
5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil
6. El tiempo representado en la estratigrafía

# 1. Aspectos básicos de estratigrafía

La estratigrafía se ocupa del estudio de las **relaciones verticales y horizontales entre sedimentos y suelos**



Es una *herramienta fundamental para interpretar un sitio*, por eso, quienes trabajamos en arqueología, debemos estar preparados para analizar tanto un perfil natural como el de una excavación arqueológica



Perfil estratigráfico en el río Magdalena medio, Colombia

## 1. Aspectos básicos de estratigrafía

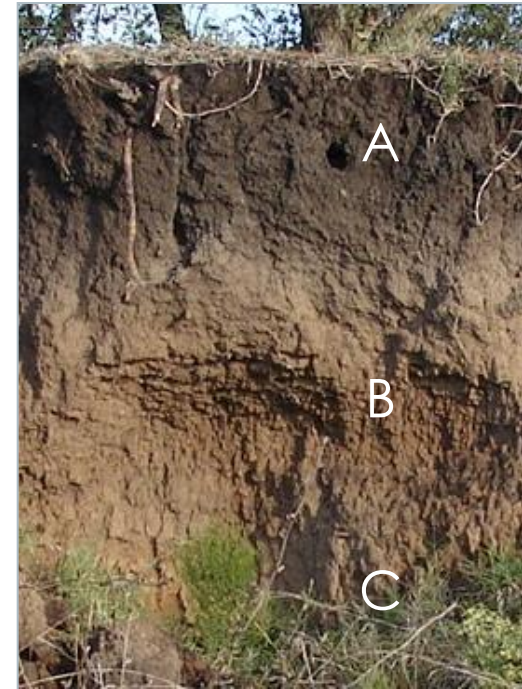
La estratigrafía **expresa el balance geomorfológico** o, en otras palabras, si en un determinado lugar *predomina la erosión, la sedimentación o la estabilidad (formación de suelos o pedogénesis)*



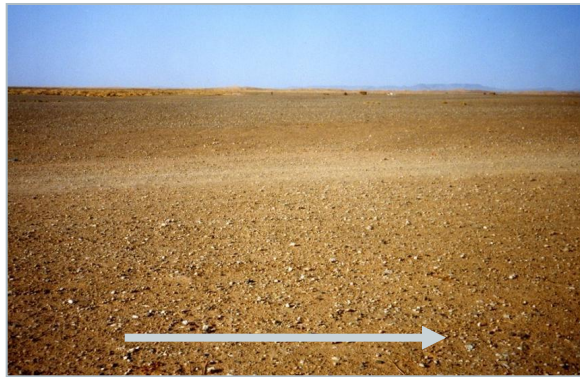
EROSIÓN

SEDIMENTACIÓN

PEDOGÉNESIS

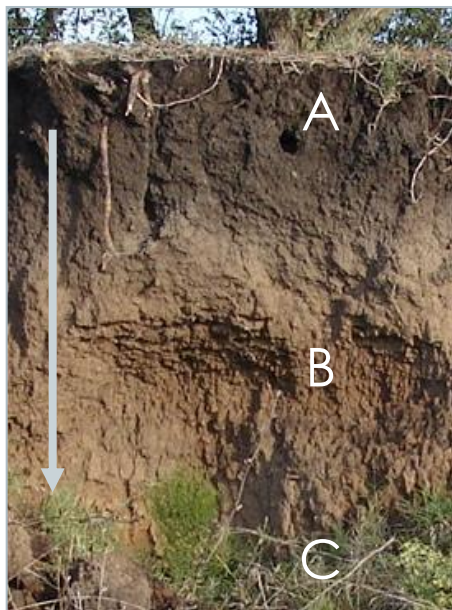


## 1. Aspectos básicos de estratigrafía



➔ **Si predomina la erosión no hay estratigrafía**, todo el material arqueológico que allí se deposite quedará en superficie superpuesto

**Si prevalece la sedimentación** el material arqueológico se sepultará pudiendo preservarse en sucesivas capas o estratos, que se van acumulando una sobre otra a lo largo del tiempo (*el depósito crece hacia arriba*)



➔ **Si predomina la estabilidad** puede desarrollarse un suelo *diferenciando horizontes hacia abajo* (ver clase *Los suelos en arqueología*); en este caso los materiales arqueológicos pueden incorporarse al horizonte A desde esta superficie en forma lenta, principalmente por la actividad biológica y la acción de algunos procesos como el pisoteo

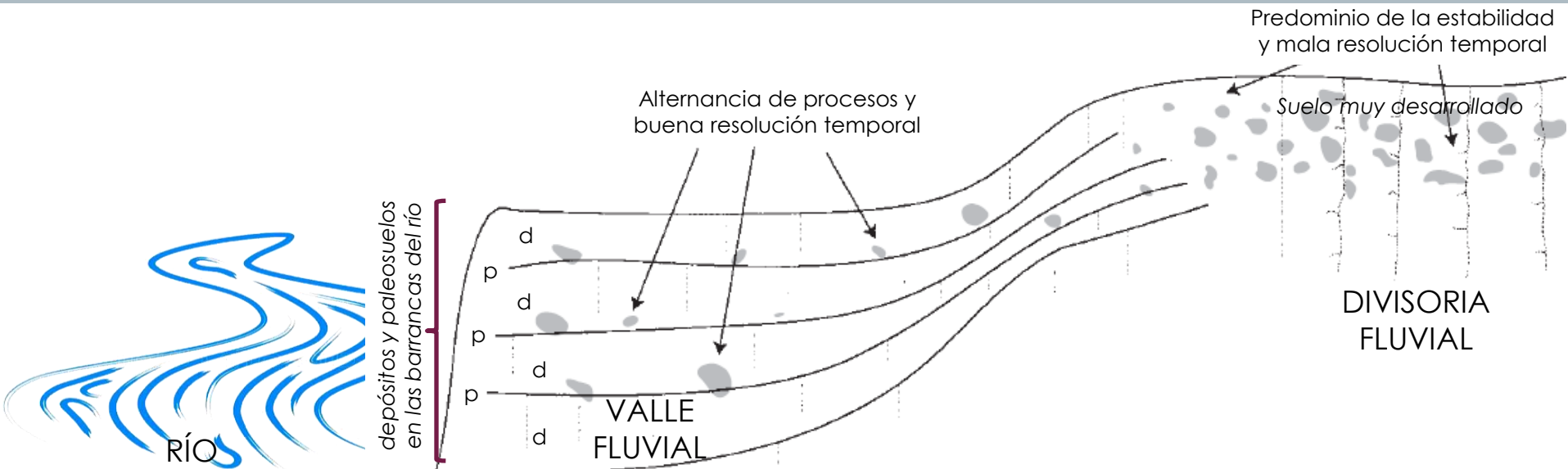


## 1. Aspectos básicos de estratigrafía

En sectores dinámicos del paisaje como las planicies aluviales, dunas y pendientes, entre otros, **se alternan procesos de sedimentación, estabilidad y erosión**

La estabilidad predomina en sectores alejados de agentes erosivos como ocurre en las divisorias de aguas (zonas elevadas entre valles), donde es importante el desarrollo de suelos (se diferencian muchos horizontes)

Estos procesos van a modelar la resolución temporal del registro arqueológico en cada caso



## 1. Aspectos básicos de estratigrafía

La alternancia de estos procesos genera



LA ESTRATIGRAFÍA



## 1. Aspectos básicos de estratigrafía

Comprender la estratigrafía es la **base para comprender los procesos de formación del registro arqueológico**, fundamento de muchas de sus propiedades espaciales y temporales así como de las interpretaciones realizadas sobre ese registro



Sitio Empalme Querandíes 1, región pampeana argentina

Veamos un ejemplo...

En una secuencia fluvial de la región pampeana argentina, se hallaron acumulaciones (“pilas”) de huesos de guanaco que fueron interpretadas como generadas por una práctica cultural particular de grupos cazadores-recolectores congregados en matanzas comunales

Estudios geoarqueológicos posteriores indicaron que esas “pilas” no apoyaban sobre un suelo como se suponía sino *sobre una superficie de erosión fluvial*; las pilas habían sido **generadas de forma natural debido al arrastre de huesos por un flujo turbulento de agua**; estudios tafonómicos posteriores avalaron esta interpretación

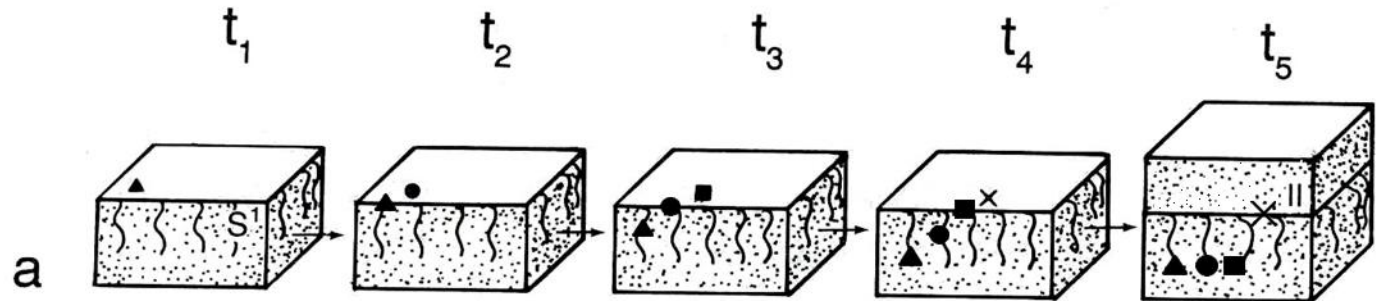


Sitio Paso Otero 1 – Región pampeana argentina

## 2. ¿Cómo se incorporan los materiales arqueológicos en un perfil?

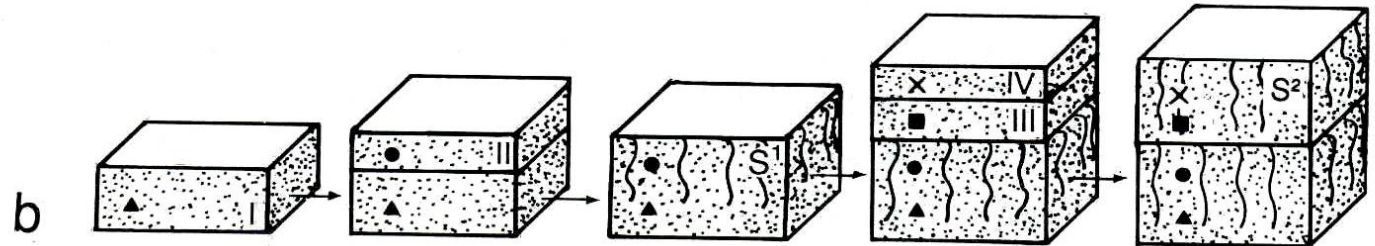
Materiales arqueológicos (y naturales) pueden incluirse en la estratigrafía por alguno de estos procesos...

1. Incorporación durante la pedogénesis



Los materiales se introducen en el horizonte A del suelo por procesos biológicos y otros como el pisoteo; luego, el suelo puede ser sepultado por un estrato

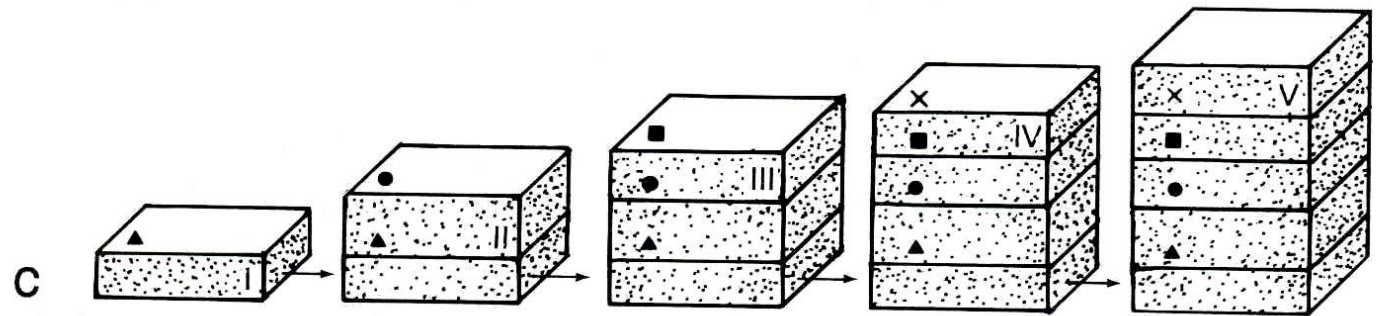
2. Incorporación durante la sedimentación y posterior pedogénesis



Los materiales se incorporan en estratos sedimentarios, luego se desarrollan suelos que sobrepunen sus transformaciones al depósito previo; en el diagrama se observan cuatro eventos de depositación (I a IV) y dos de pedogénesis (S<sup>1</sup> y S<sup>2</sup>)

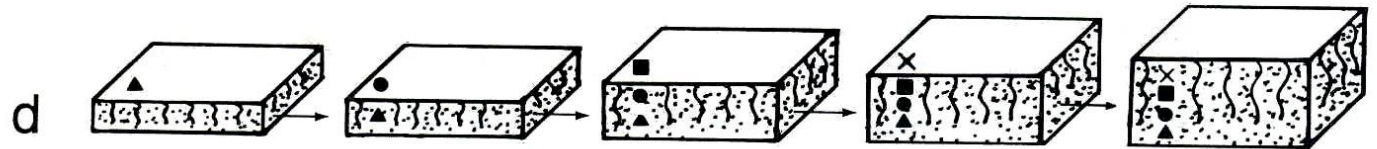
## 2. ¿Cómo se incorporan los materiales arqueológicos en un perfil?

### 3. Incorporación durante la sedimentación (sin pedogénesis)



Los materiales son sepultados por estratos sedimentarios sucesivos; la tasa de sedimentación puede ser rápida en estos casos y favorecer una elevada resolución

### 4. Incorporación en horizontes A de tipo cumúlico



La sedimentación es muy lenta y permite el paulatino desarrollo de un horizonte A acumulativo muy espeso al que se van incorporando los materiales arqueológicos

## 2. ¿Cómo se incorporan los materiales arqueológicos en un perfil?

¿Podemos saber mediante cuál de esos procesos se añadieron los materiales en la estratigrafía?

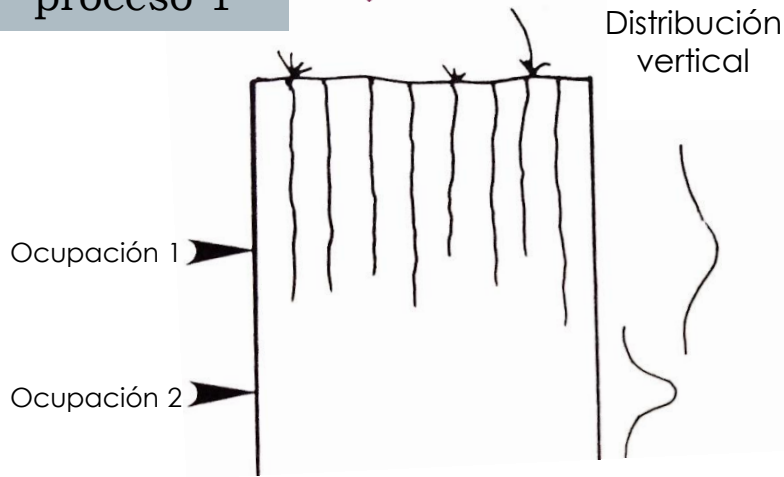


La distribución vertical de los materiales puede ayudarnos a evaluar si estos se incorporaron a la estratigrafía durante episodios de **sedimentación** o a partir de una **superficie estabilizada** (suelo)

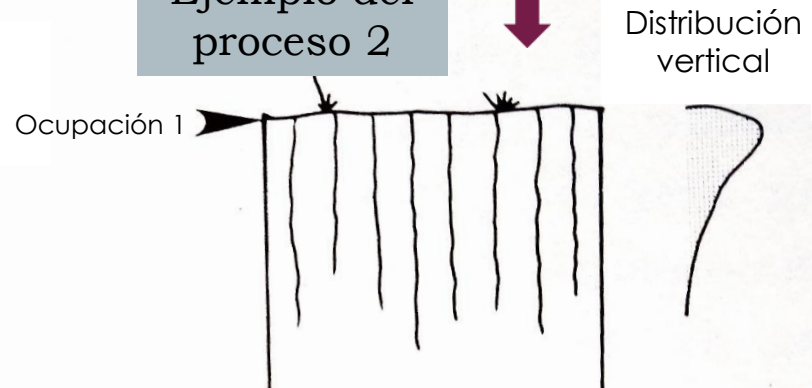
Los materiales tendrán una *distribución variable* a lo largo del perfil y una buena preservación *si las tasas de sedimentación fueron elevadas*

La cantidad de materiales en este caso *decrece hacia abajo* y su preservación no será muy buena, ya que debieron *enterrarse a partir de una superficie estable vegetada*

Ejemplo del proceso 1



Ejemplo del proceso 2



En este caso los materiales permanecieron expuestos durante cierto tiempo a merced de la meteorización y fragmentación, por eso no se observan bien preservados

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Para interpretar el origen de los depósitos es importante que reconozcamos el **contexto geomorfológico** y el **ambiente sedimentario** en el que estamos trabajando

Recapitulemos clases anteriores...

...los ambientes sedimentarios son puntos geográficos donde se acumulan sedimentos  
(ver clase *Sedimentos en Arqueología*)

Conocer el ambiente sedimentario donde estamos trabajando es importante porque **la estratigrafía con la que nos encontramos procede de la dinámica de este ambiente y sus distintos subambientes**



Por ejemplo, en el **ambiente fluvial** encontraremos los subambientes de *canal*, de *albardón* y de *planicie de inundación*, entre otros; en un **ambiente eólico** arenoso encontramos los subambientes de *dunas* y de *lagunas efímeras* que se desarrollan entre ellas



### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Estos subambientes poseen **depósitos característicos** que se denominan **facies** (hay facies de canal, de albardón, de duna, de laguna efímera) definidos por una determinada geometría espacial, textura, contenido biológico y *estructura sedimentaria*



Las **estructuras sedimentarias** se refieren a:

La disposición espacial de los sedimentos a medida que se van acumulando ➡ **estratificación**

Los rasgos que dejan en los sedimentos los procesos erosivos ➡ **discordancias en forma de canal**

Los rasgos de los organismos biológicos que actúan sobre los sedimentos ➡ **cuevas, galerías**

Los rasgos generados por precipitados químicos cementantes ➡ **concreciones**

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Reconocer las estructuras sedimentarias en los depósitos es importante dado que

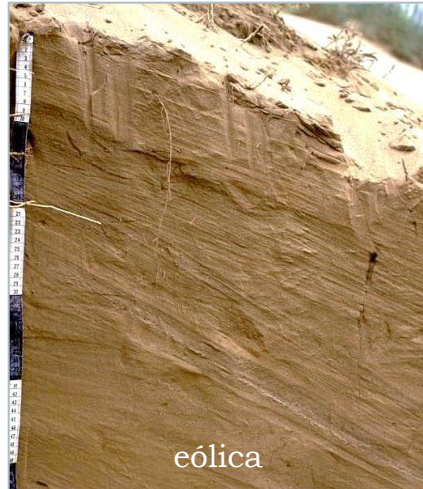
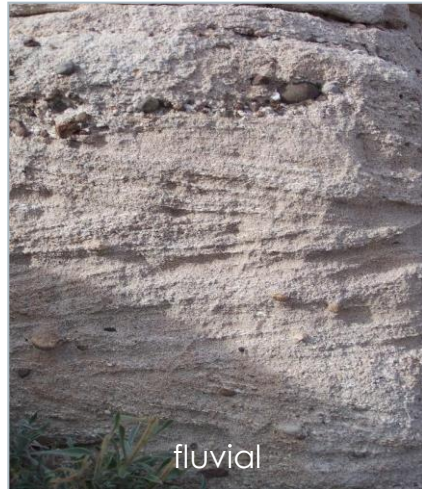
Nos ayudan a identificar la velocidad de las tasas de sedimentación y sepultamiento de materiales

Dan cuenta de las condiciones del flujo (por ejemplo si tuvo alta o baja energía y su dirección)

Permiten identificar eventos de erosión

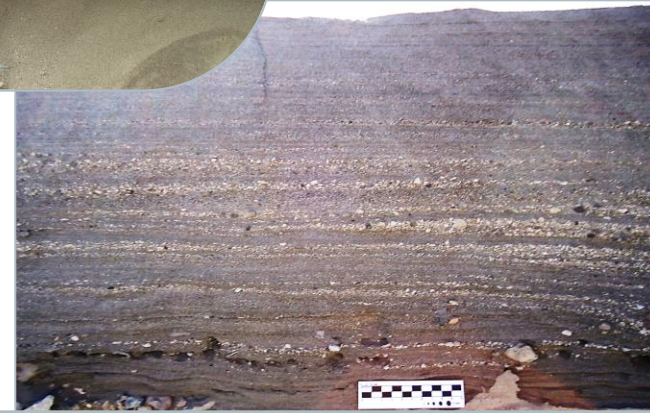
Ayudan a comprender procesos postdeposicionales biológicos y químicos

Estratificación entrecruzada



Estratificación paralela fluvial

Responde a flujos energéticos de agua



Las entrecruzadas se producen por el movimiento de barras de arena y grava en el agua (amb. fluvial) o por el avance de dunas por el viento (amb. eólica)

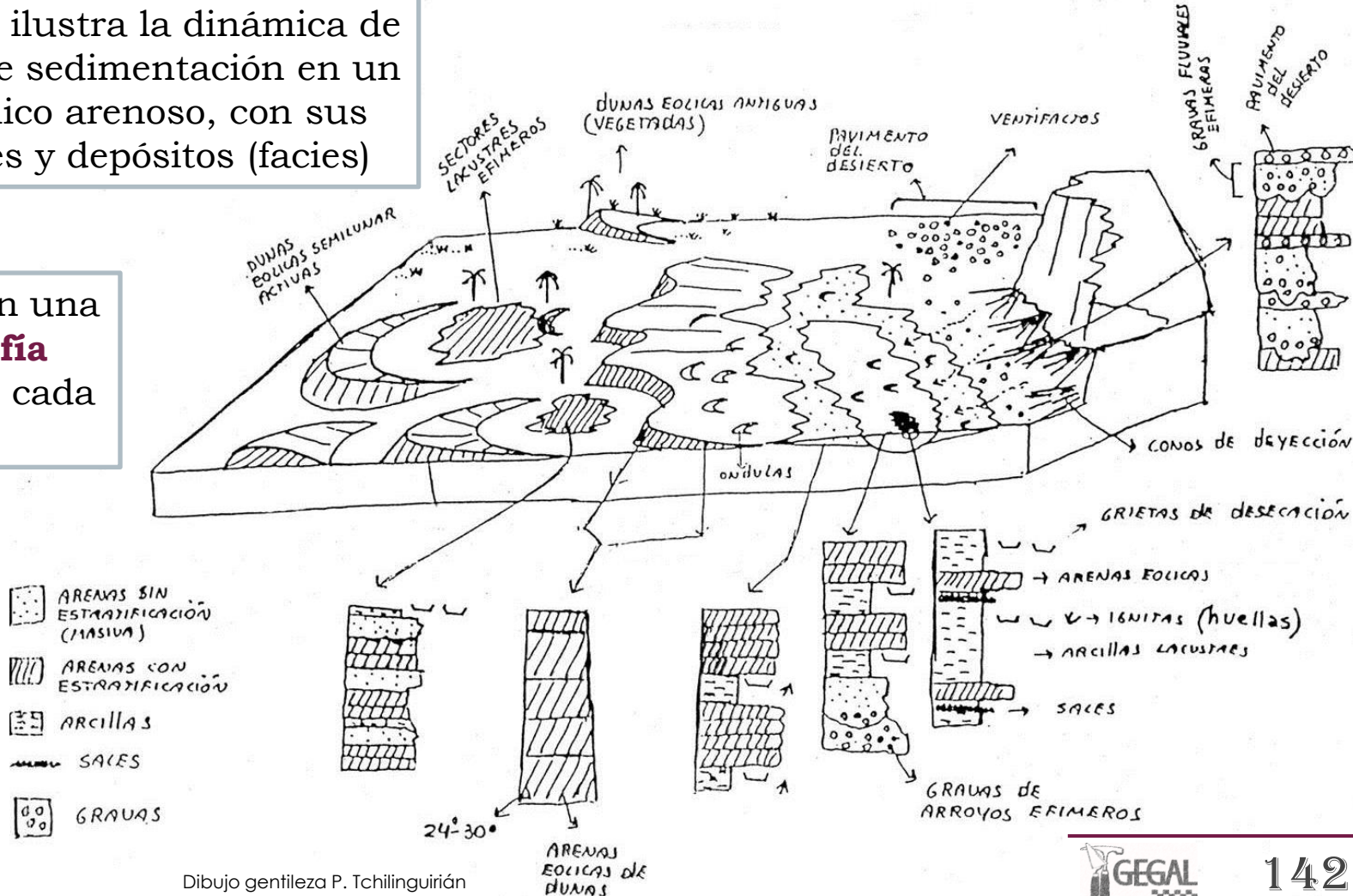
### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Los **ambientes y subambientes** de sedimentación poseen **movilidad**. Al migrar el cauce de un río en su planicie, los depósitos que se encontraban allí se ven erosionados y cubiertos por nuevos depósitos. Lo mismo ocurre si una duna se mueve y sepulta los sedimentos de una laguna efímera cercana

Este diagrama ilustra la dinámica de los procesos de sedimentación en un ambiente eólico arenoso, con sus subambientes y depósitos (facies)



Estos generan una **estratigrafía** particular en cada sector



### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

En un perfil estratigráfico los **cambios** se verán expresados por los tipos de **contactos** entre estratos, que pueden representar



#### **poco tiempo**

(contacto concordante)

Se produce por leves cambios en la sedimentación sin procesos erosivos

#### **mucho tiempo**

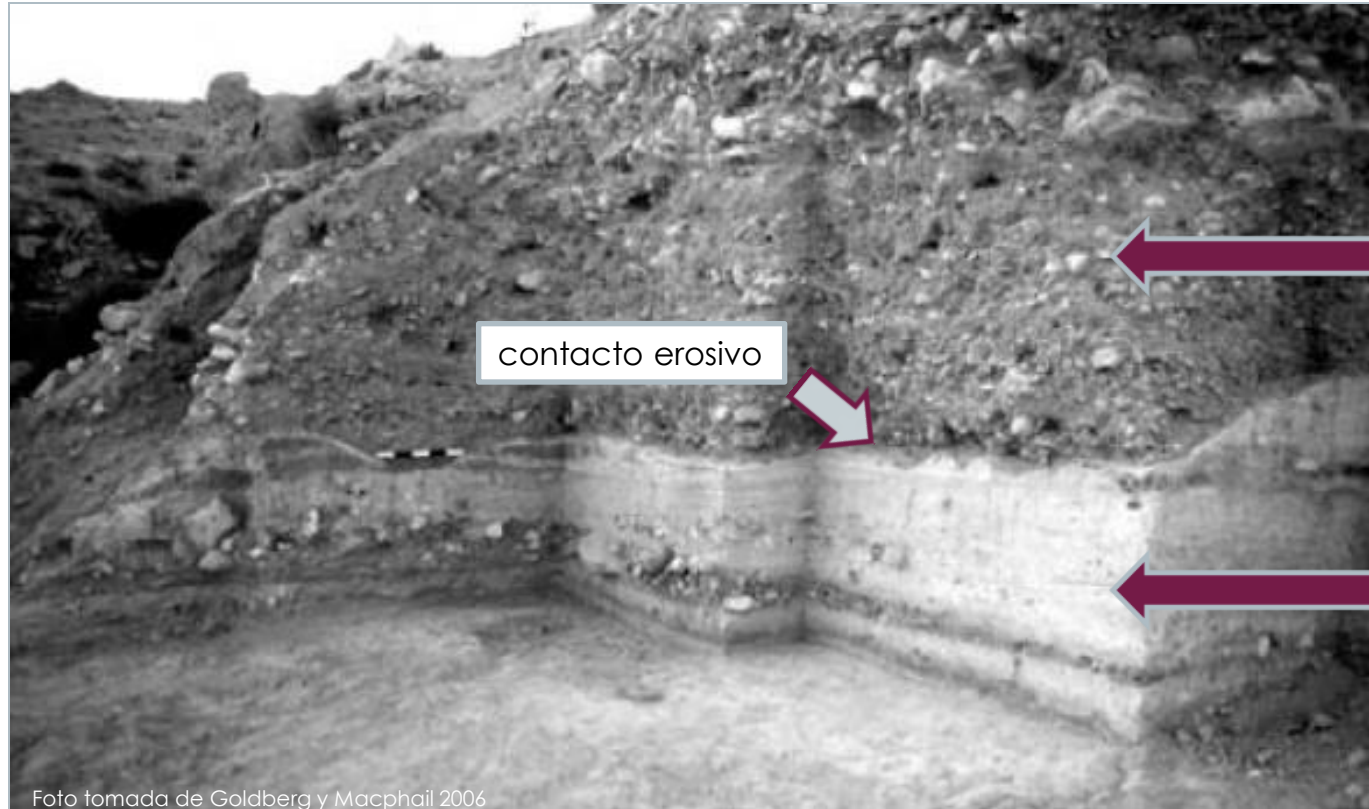
(contacto discordante)

Se produce por erosión y elimina una parte del registro estratigráfico, hay un cambio abrupto



### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Depósitos (facies) muy diferentes, que implican también aumentos de energía, suelen generar contactos discordantes (erosivos)



Facies de canales aluviales (alta energía en el ambiente fluvial)

Facies de planicie de inundación (energía baja a moderada en el ambiente fluvial)

Cuando estos contactos son generados por flujos turbulentos de agua poseen geometría de canal, en otros casos no es tan fácil darse cuenta si un contacto es discordante, un cambio abrupto en el tipo de sedimento puede sugerirlo

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Vemos en esta imagen un ejemplo de un contacto discordante con geometría de canal



Foto gentileza A. Massigoge

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Esta imagen ilustra otro evento erosivo de contacto basal irregular, flujo que generó un nuevo depósito



Foto gentileza V. Pouey Vidal  
Sitio Laranjito, Río Uruguay, Uruguaiana, Brasil

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

Ese esquema muestra resumidamente cómo se ha generado un perfil estratigráfico en los últimos 12.000 años de un valle fluvial

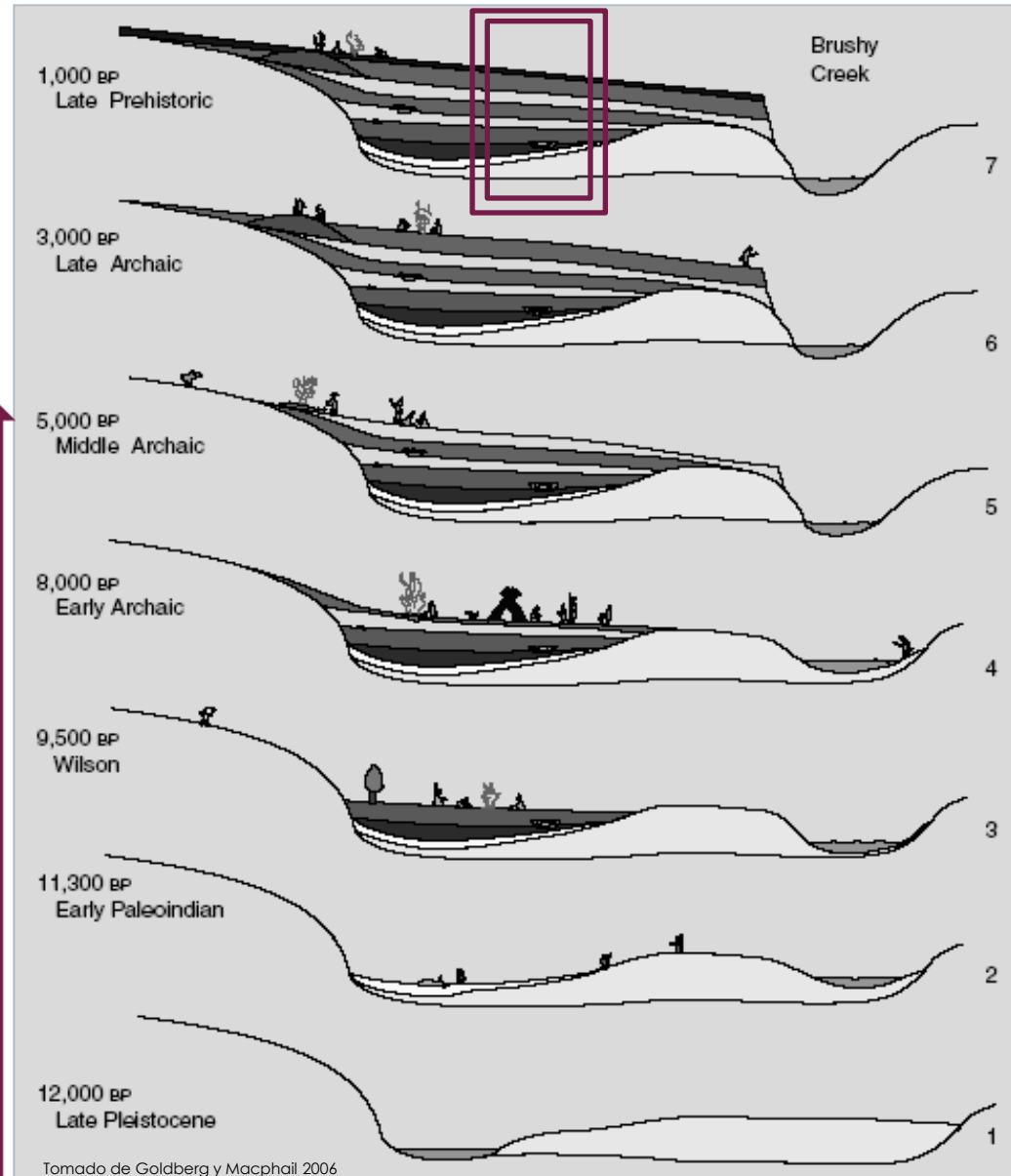


Pueden observarse cambios de facies, y la presencia de momentos de estabilidad durante los cuales los humanos ocuparon el espacio



La estratigrafía nos cuenta la historia y evolución del paisaje, aunque alguna información se pierde por los procesos erosivos

Tiempo





### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

El trabajo estratigráfico lleva tiempo (horas o días según el caso), *no es ver e interpretar*; una primera mirada brinda una idea general de los procesos actuantes, pero a veces genera más dudas que aciertos

Lo que sigue es idear *estrategias* para abordar esas dudas y seguir trabajando más tiempo en la interpretación que entonces se irá haciendo más firme

Para ello es muy útil **ver perfiles cercanos** y evaluar cómo están representadas allí las unidades que tenemos en nuestro sitio





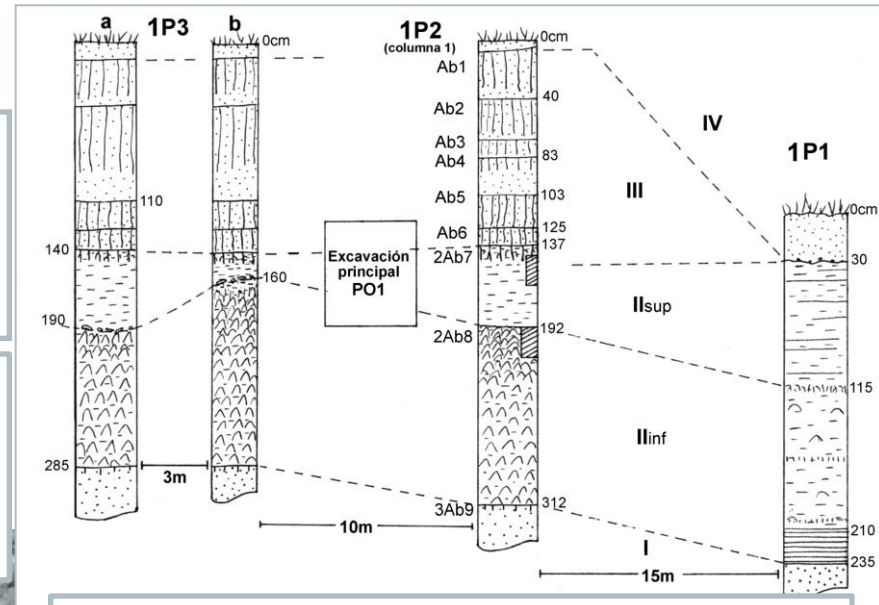
Entonces **no es suficiente analizar un solo perfil para interpretar un sitio**, es la suma de varios perfiles lo que nos permite entender la dinámica del paisaje y los procesos involucrados en una secuencia particular ➡ **debemos salir del sitio para entenderlo**

### 3. ¿Cómo interpretamos el origen de los depósitos en estratigrafía?

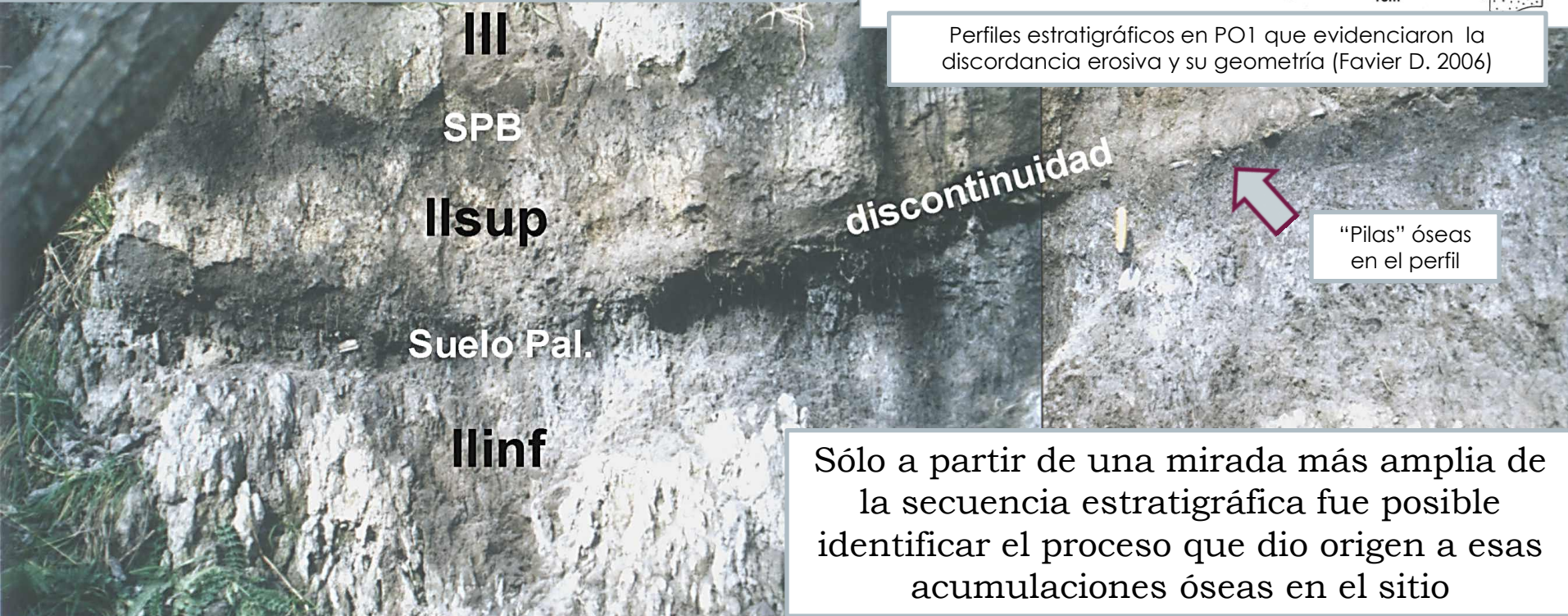
Retomando un ejemplo anterior...

En el sitio Paso Otero 1, fue necesario analizar varios perfiles cercanos para *corroborar la presencia y la geometría* de la discordancia erosiva que generó la corriente de agua

Esta discontinuidad apoyaba sobre un paleosuelo en el sector excavado (pero no fuera de él), lo que reforzó la idea inicial de que las pilas estaban en contexto primario



Perfiles estratigráficos en PO1 que evidencian la discordancia erosiva y su geometría (Favier D. 2006)



Sólo a partir de una mirada más amplia de la secuencia estratigráfica fue posible identificar el proceso que dio origen a esas acumulaciones óseas en el sitio

# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

Observa esta imagen e intenta reconocer eventos de sedimentación, estabilidad y de posible erosión en la estratigrafía. Utiliza los números como referencia.

(Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)



**Contexto:** depósitos de planicie de inundación del río Magdalena (Colombia)

## 4. Unidades estratigráficas de interés arqueológico

Hemos visto que tanto los depósitos sedimentarios como los suelos y paleosuelos son muy importantes para interpretar una secuencia estratigráfica, es por eso que para poder describir un perfil necesitamos considerar

**dos unidades estratigráficas básicas**

Litoestratigráficas

Pedoestratigráficas

Se hallan definidas por su **litología** (es decir por el tipo de sedimento)

Se hallan definidas por la presencia de **horizontes de suelo**

Si cambia el tipo de sedimento cambia la unidad litoestratigráfica

El desarrollo de horizontes de suelo puede producir pocos cambios en el sedimento; así, *en una misma unidad litoestratigráfica podemos tener dos o más unidades pedoestratigráficas*

#### 4. Unidades estratigráficas de interés arqueológico

Retomemos un ejemplo ya visto y analicémoslo...

1) Toda la secuencia es de textura arenosa fina

Hay sólo **una unidad litoestratigráfica**

2) Se pueden identificar dos horizontes A sepultados (paleosuelos)

Hay **dos unidades pedoestratigráficas**

3) La superficie está vegetada pero no ha llegado a diferenciarse un horizonte A, esto significa que el depósito superior es muy reciente



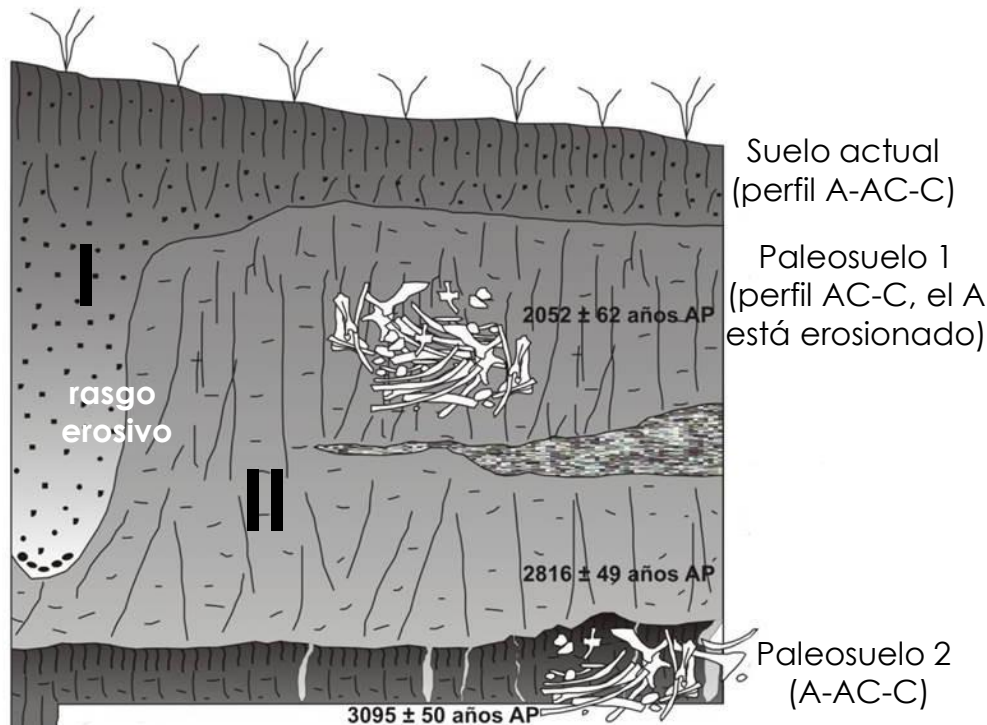
C5

C6

Nivel 0

#### 4. Unidades estratigráficas de interés arqueológico

Veamos ahora el caso del sitio arqueológico EQ1 ubicado en la planicie de inundación del arroyo Tapalqué (región pampeana argentina)



1) La secuencia tiene tres **unidades litoestratigráficas** que muestran diferencias en su granulometría

**Unidades I, II y III**

2) Se identifican asimismo **unidades pedoestratigráficas** definidas por el suelo actual y dos paleosuelos (el paleosuelo 1 se encuentra sin horizonte A, o decapitado, por la erosión fluvial)

Pero son **independientes** de las litoestratigráficas

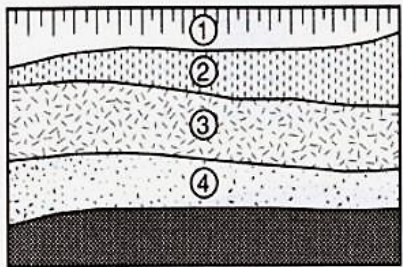
Hay también entonces **tres unidades pedoestratigráficas**

## 4. Unidades estratigráficas de interés arqueológico

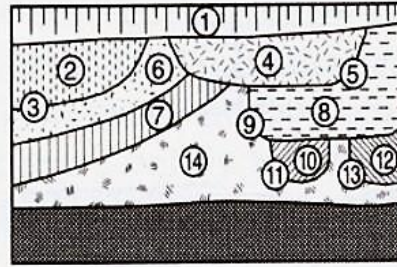
Algunos arqueólogos utilizan la **Matrix de Harris** (1991) para esquematizar la estratigrafía de los sitios arqueológicos



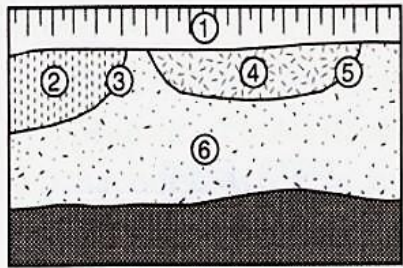
Este esquema es muy utilizado en contextos urbanos y en sitios con relaciones estratigráficas complejas como pueden ser cuevas y algunos concheros



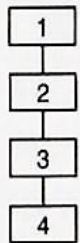
A



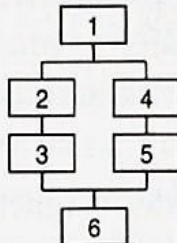
C



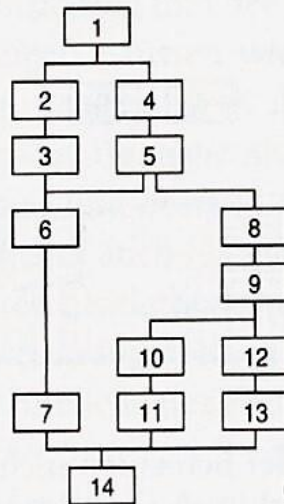
B



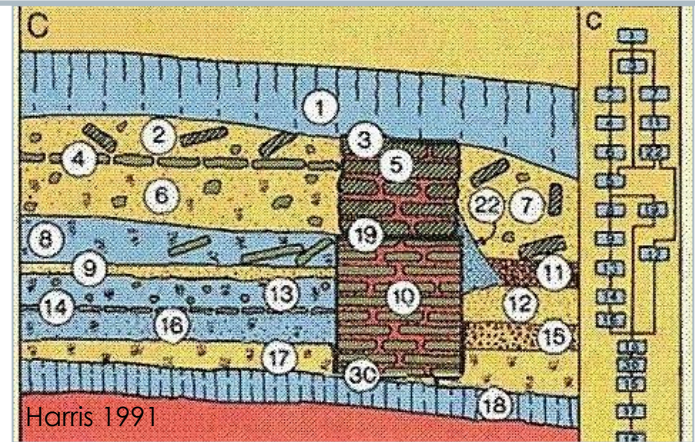
A



B



C



El objetivo consiste en situar las unidades estratigráficas en su orden secuencial utilizando un conjunto de casillas rectangulares que conforman la matrix de Harris, para ello se consideran las relaciones y tipos de contacto entre los rasgos estratigráficos (ver esquemas)



## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

Luego de todo lo visto hasta aquí, ¿qué debemos hacer cuando nos enfrentamos a un perfil natural o al de una excavación arqueológica?

Existen dos etapas en el trabajo con perfiles:



1) La descripción y el muestreo

2) La interpretación

## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

### La descripción y el muestreo (4 pasos)

1) En primer lugar debemos **ubicar el perfil en relación a su contexto geomorfológico**



2) Luego, el perfil debe **limpiarse con pala y espátula** hasta que puedan observarse las unidades que lo componen

¿El sitio está en la planicie de inundación de un río?, ¿en un campo de dunas?, ¿a orillas de una laguna?

¿Se pueden ver distintos depósitos?, ¿discordancias?, ¿paleosuelos?

Contexto geomorfológico

Estratigrafía

## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

3) A continuación **se dibuja el perfil como una columna**, se distinguen las principales unidades estratigráficas y en cada una de ellas se describe:

- **Espesor de la unidad** (en cm)
- **Textura** (estimación de campo por amasado entre los dedos)
- **Color** (con la tabla Munsell o estimado)
- **Estructura** ya sea sedimentaria (se menciona el tipo de estratificación) o pedológica (si es granular, migajosa, en bloques, prismática, etc.)
- **Tipo de límite inferior** (abrupto, claro, gradual o difuso) **y su forma** (suave, ondulado, linguoide); si bien esto aplica más a horizontes de suelo, también es válida para estratos (Ver clase *Diferenciación entre horizontes de suelo y estratos sedimentarios*)
- Presencia de **raíces** a lo largo del perfil (densidad y profundidad que alcanzan)
- Otras evidencias de **perturbación**: cuevas, galerías, grietas, etc.
- **Rasgos particulares**: motas, concreciones, etc.
- **Contenido biológico** (huesos, restos vegetales, moluscos, etc.)
- **Contenido arqueológico** (material lítico, cerámico, carbones, fragmentos óseos, etc.)

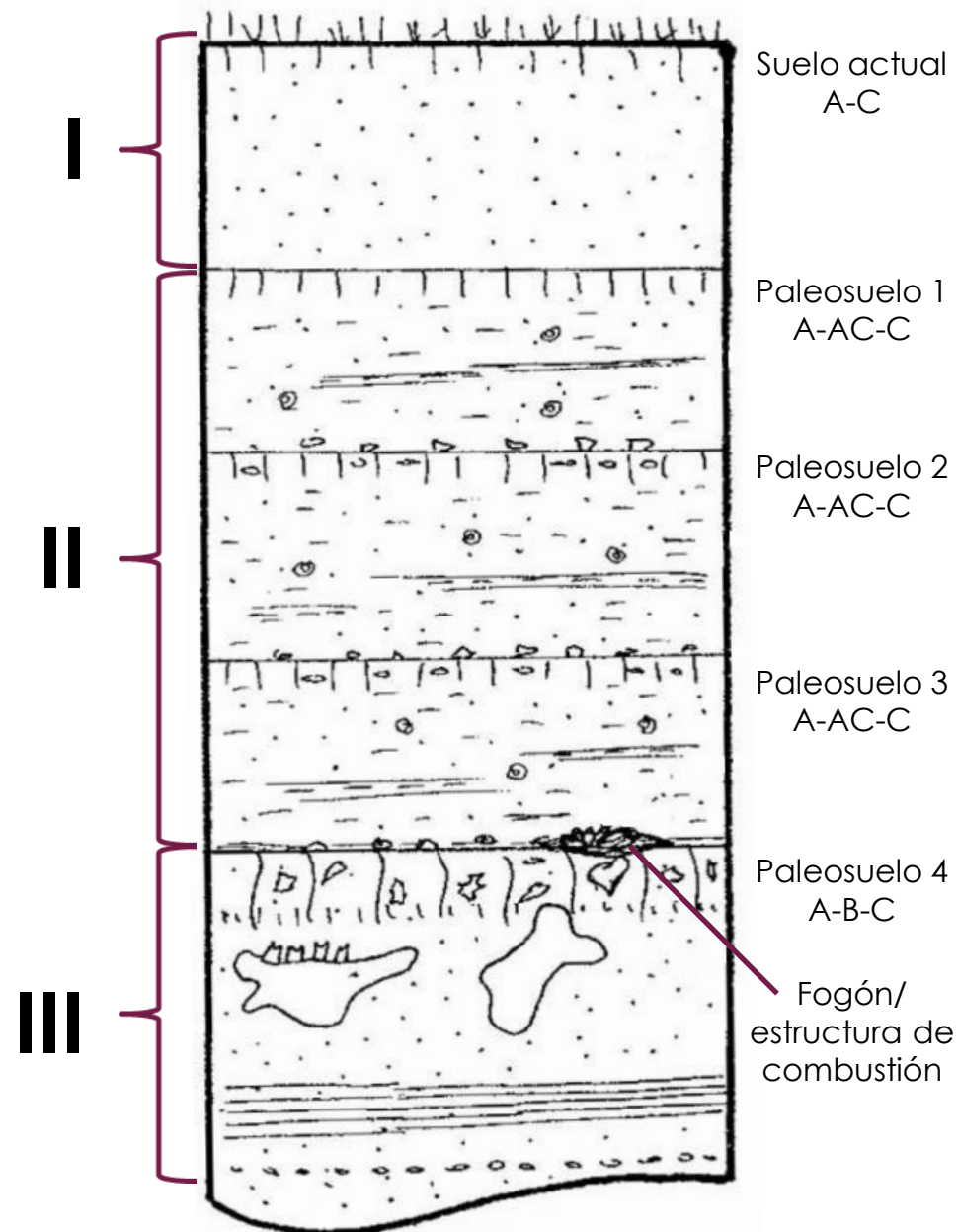
## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

Aquí podemos ver un ejemplo de un perfil dibujado y su descripción general

**Unidad I:** depósito de 30 cm de espesor, de textura arenosa, color castaño muy claro (10YR 7/4), de estructura masiva, con límite inferior abrupto y suave, presenta escasas raíces de 10 a 20 cm de profundidad, no muestra evidencias de perturbaciones, sin moluscos, sin huesos y sin material arqueológico asociado. Presenta un desarrollo pedológico incipiente en su tope\*.

**Unidad II:** depósito de 80 cm de espesor, de textura limo-arcillosa, color gris claro (10YR 7/1), masivo con algunas lentes de estructura laminar, límite inferior abrupto y suave, no presenta raíces, no muestra evidencias de perturbaciones, tiene moluscos de agua dulce y material arqueológico asociado. Presenta tres paleosuelos de poco desarrollo cada uno\*.

**Unidad III:** depósito de 45 cm de espesor (pero continúa), de textura limo-arenosa, color amarillo (10YR 7/6), con estratificación paralela hacia la base, no presenta raíces, no muestra evidencias de perturbaciones, sin moluscos, con material arqueológico en su parte superior y huesos de megafauna por debajo. Presenta un paleosuelo bien desarrollado con perfil A-B-C en su tope\*.



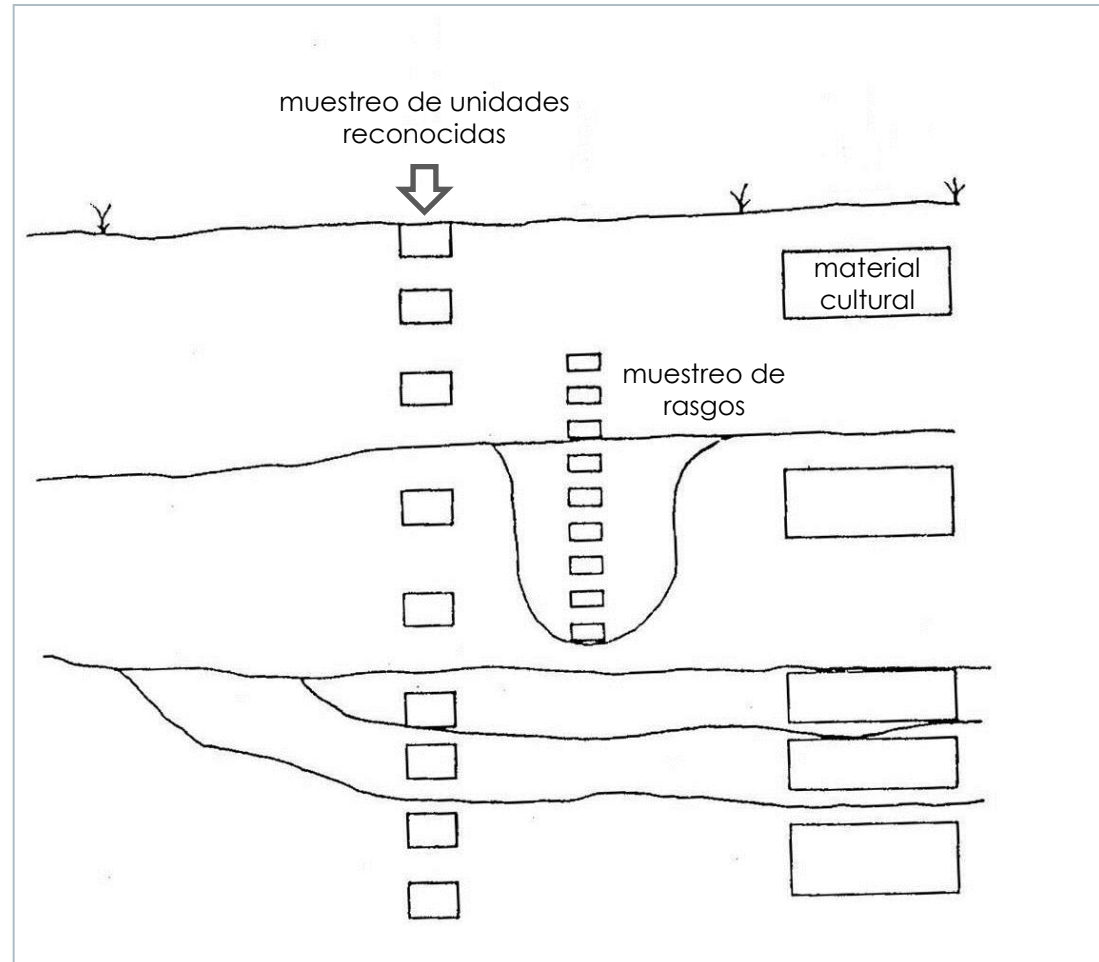
\* La descripción de la/s unidad/es pedoestratigráfica/s se debe incluir al hacer una descripción detallada

## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

4) Se realiza el **muestreo**, para ello se limpia de arriba hacia abajo el perfil, pero *se toman las muestras de abajo hacia arriba*; esto evita contaminar los sectores inferiores de muestreo con el sedimento que va cayendo

Se toma una muestra **de cada una de las unidades** estratigráficas reconocidas por su color, textura y estructura (si sobrepasan los 30 cm se toma más de una muestra) y de los rasgos de interés particular

Se coloca aproximadamente **un puño de sedimento de cada unidad** en una bolsa plástica y se deja secar antes de cerrar la bolsa



## 5. Descripción, muestreo e interpretación de un perfil

### La interpretación

1) Para comenzar la interpretación debe **distinguirse entre unidades litoestratigráficas y pedoestratigráficas**; también debe observarse si hay discordancias evidentes, si hay indicadores de sedimentación rápida (estructuras sedimentarias) y ver el desarrollo relativo de los suelos/paleosuelos

2) A continuación se evalúa la **sucesión de eventos registrados en la secuencia** (siempre de abajo hacia arriba), considerando qué proceso puede representar cada unidad y los tipos de contactos entre ellas. Para esta interpretación es útil observar la **estratigrafía de los perfiles cercanos al sitio** y analizar los procesos que le dieron origen en su contexto geomorfológico

3) Luego se evalúa en cada unidad estratigráfica el **contexto más probable en que se encuentra el material arqueológico** (*primario o secundario*) así como las posibles perturbaciones postdepositacionales que afectaron la secuencia ya que también pudieron afectar al registro arqueológico

4) Una vez que tenemos los resultados de los análisis de las muestras, podemos afinar las interpretaciones o modificar alguna idea previa acerca de los **agentes y procesos de formación involucrados en la estratigrafía**

### ¿Qué análisis básicos se debe hacer a las muestras?

Los análisis que deberíamos realizar son los que mencionamos en clases anteriores (si lo considera necesario puede volver a ver las clases *Sedimentos en arqueología*, *Los suelos en arqueología* y *Diferenciación entre Horizontes y Estratos*)

Sin embargo, recapitulando...

Debemos hacer un **análisis textural** y si es posible una granulometría detallada (gráficos) que colabore a *interpretar la génesis del depósito*

Es conveniente determinar el **porcentaje de materia orgánica** para evaluar procesos de humificación (desarrollo de horizontes A)

Resulta de mucha utilidad **estimar el valor de pH** (acidez/alcalinidad) para considerar las condiciones de preservación en cada unidad

Se pueden realizar también **otros estudios** de acuerdo al caso y a cada pregunta de investigación, como por ejemplo análisis de fosfatos, carbonatos, microvestigios, etc.

## 6. El tiempo representado en la estratigrafía

Para evaluar el **tiempo** representado por una estratigrafía tenemos que considerar tres aspectos fundamentales

### 1) El tiempo involucrado en los depósitos



En términos generales **los depósitos no representan mucho tiempo** pero esto depende de las tasas de sedimentación en cada contexto



En algunos casos pueden ser rápidas (ej. un depósito aluvial) y en otros lentas (sedimentación en un alero); **las estructuras sedimentarias indican sedimentación rápida** y nos ayudan a evaluar este aspecto

### 2) El tiempo involucrado en los suelos



**Los horizontes A condensan el tiempo que duró la estabilidad**, es decir todo el tiempo en que esas superficies estuvieron activas, recibiendo artefactos



Ese tiempo es **proporcional al desarrollo del perfil de suelo**, que puede representar sólo decenas de años (perfiles A-C) o hasta miles de años (perfiles con gran desarrollo de horizontes), involucrando en ocasiones todo el Holoceno



## 6. El tiempo representado en la estratigrafía

3) El tiempo involucrado en discontinuidades erosivas



Estas son las que generan los **principales saltos temporales** en una secuencia estratigráfica



Su origen puede ser natural pero también antrópico por actividades que remueven depósitos previos, como por ejemplo el cavado de pozos, el acondicionamiento de superficies, la reactivación de espacios de uso, etc.

**Las secuencias estratigráficas** (tanto naturales como arqueológicas) **son** esencialmente **discontinuas**, con pulsos de sedimentación, algunas pausas de pedogénesis e importantes discontinuidades erosivas que eliminan sedimentos y suelos y que pueden involucrar más del 50% del tiempo en una columna estratigráfica

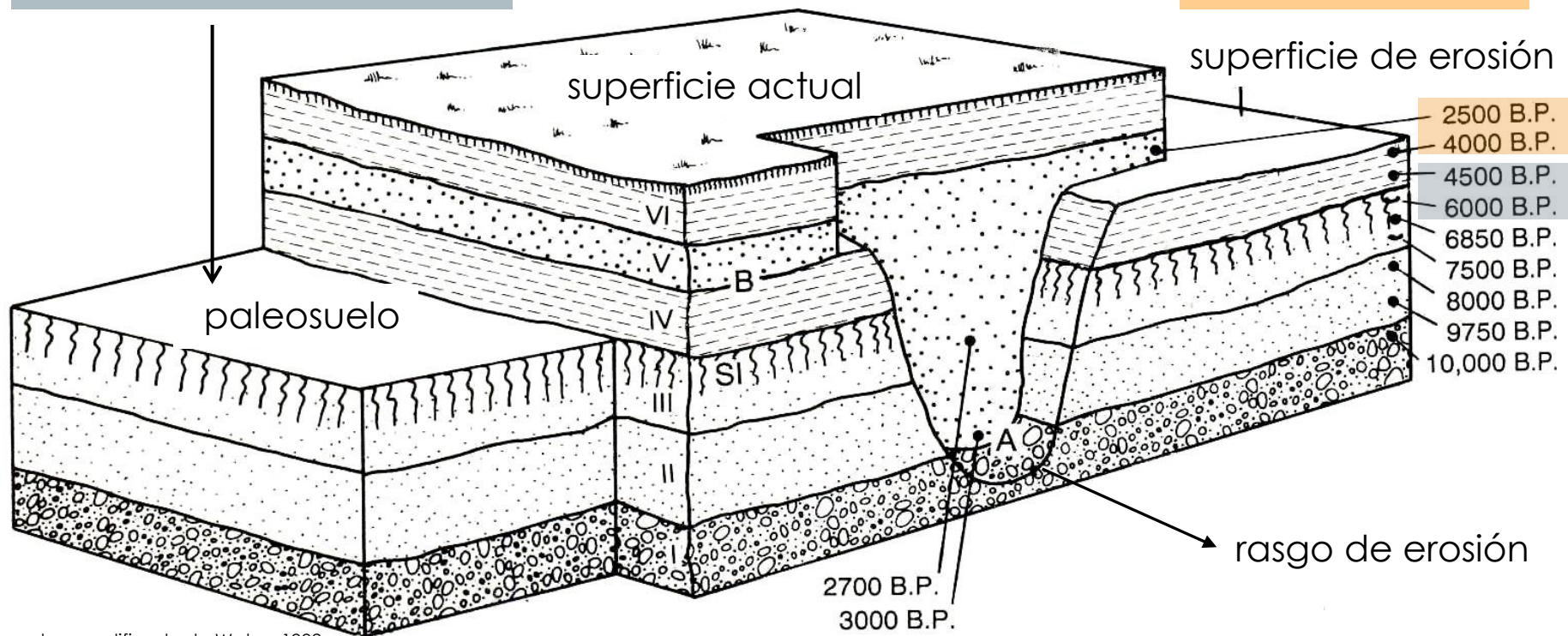
Como vemos, **la continuidad temporal** de una secuencia estratigráfica **es una ilusión**; cambios abruptos observados en las tecnologías, la subsistencia o en el uso de materias primas pueden ser producto de estos saltos temporales antes que de cambios culturales rápidos

## 6. El tiempo representado en la estratigrafía

En una estratigrafía, los principales saltos en las edades  $^{14}\text{C}$  se registran entre unidades en las que se desarrolló un **suelo** (tiempo condensado) o entre las que existió un **proceso erosivo** (tiempo eliminado)

Desarrollo de suelos  
o paleosuelos

Procesos  
erosivos



Tomado y modificado de Waters 1992

## 6. El tiempo representado en la estratigrafía

Usualmente, la sucesión estratigráfica representa una **cronología relativa** en la que normalmente lo de abajo es más antiguo que lo de arriba

Sin embargo, existen procesos que **alteran las relaciones espaciales y temporales** entre los materiales arqueológicos en estratigrafía



Entonces, la **asociación física** (espacial) **NO es evidencia suficiente de contemporaneidad**

Existen movimientos verticales en el perfil (de acuerdo al tipo de matriz) principalmente a causa de la **bioturbación** (raíces, lombrices, hormigas, escarabajos, roedores, etc.) que son muy frecuentes en el registro arqueológico

Además, como ya vimos, el horizonte A de un suelo condensa tiempo, llegando incluso a miles de años; así, los valores de **contemporaneidad** de los materiales que contenga ese horizonte serán proporcionales al tiempo que haya permanecido estable en superficie como receptor de artefactos

Favier Dubois, C. M. 2006. Dinámica fluvial, paleoambientes y ocupaciones humanas en la localidad arqueológica Paso Otero, río Quequen Grande, Pcia. de Buenos Aires. *Intersecciones en Antropología*, 7: 109-127, Olavarría.

Goldberg P. y R. Macphail 2006. *Practical and theoretical geoarchaeology*. Blackwell Publishing. Cap. 1 a 5.

Harris, E. 1991. Principios de Estratigrafía Arqueológica. Ed. Crítica.

Messineo P. G., M. C. Álvarez, C. M. Favier Dubois, P. Steffan y M. J. Colantonio 2013. Estado de avance de las investigaciones arqueológicas en el sitio Empalme Querandíes 1 (centro de la subregión Pampa Húmeda, Provincia de Buenos Aires). *Comechingonia* 17: 123-148, Córdoba.

Stein J. K. 1990. *Archaeological Stratigraphy*. Geological Society of America. Centennial Special Volume 4: 513-523.

Waters, M. R. 1992. *Principles of Geoarchaeology*. The University of Arizona Press. Tucson & London, Cap. 2.

# El contexto geomorfológico de los sitios



Cristian M. Favier Dubois  
Argentina

Dunas con materiales arqueológicos, Río Negro, patagonia argentina

# El contexto geomorfológico de los sitios: esquema de la presentación

1. El contexto geomorfológico de los sitios
2. Cambios en los paisajes de ocupación humana
3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

# 1. El contexto geomorfológico de los sitios

El **contexto geomorfológico** es clave para la interpretación de los sitios arqueológicos ya que éstos *se encuentran emplazados en unidades del paisaje (geoformas) de diversa dinámica*: una terraza fluvial, un valle, una duna, el borde de una laguna, una pendiente de sierra, u otros



Este contexto fue elegido por alguna razón y es a la vez responsable de los procesos de formación que allí operaron y operan



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

Al excavar un sitio suele hacerse referencia a la localidad donde se está trabajando pero **es raro que se mencione qué se está excavando** (¿una planicie de inundación?, ¿un manto eólico?, ¿los horizontes de un suelo longevo en una divisoria fluvial?)



En general, no se atiende a la geoforma sobre la que se encuentra el sitio ni al origen de las unidades estratigráficas que se excavan



¡De esta forma se pierde mucha información valiosa!

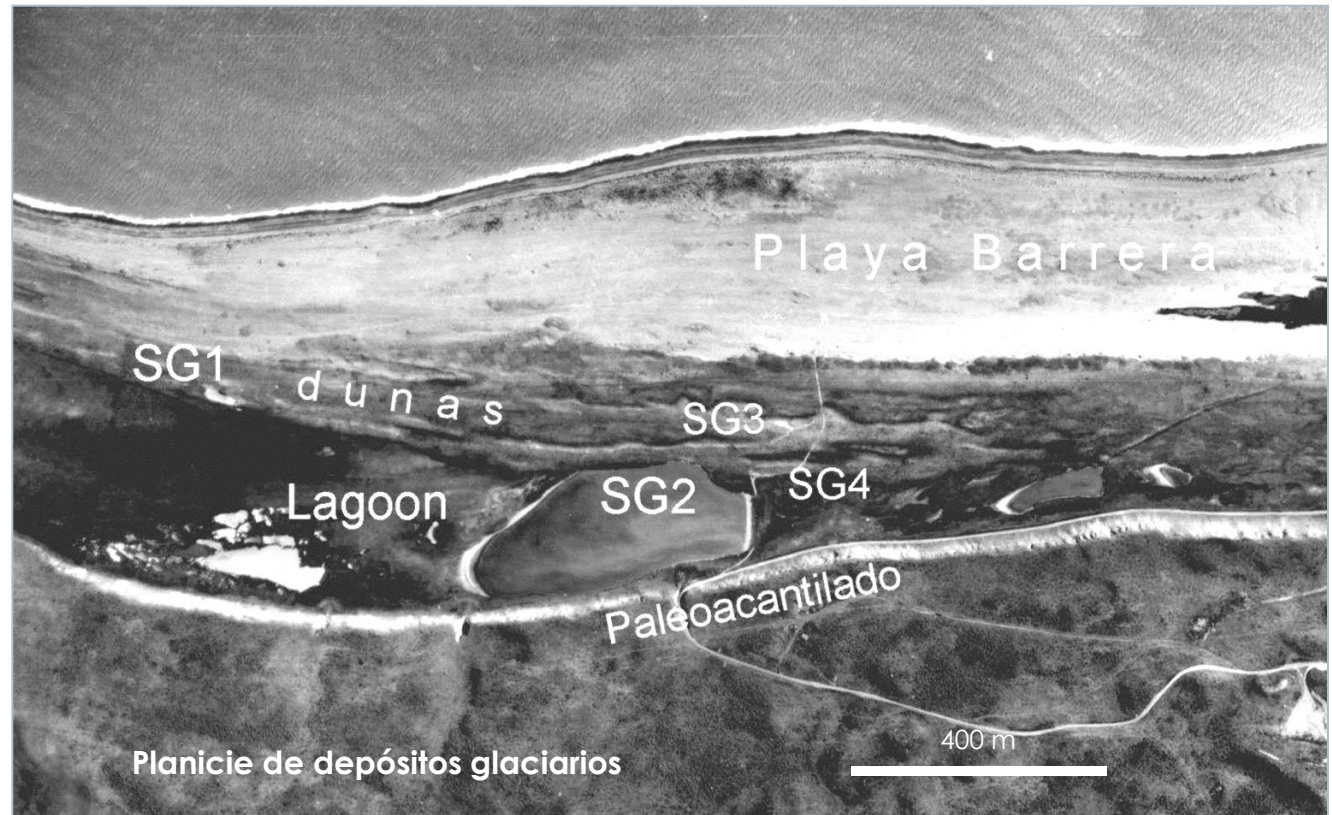
**Comprender qué se está excavando y cuál es su origen es clave para evaluar los procesos de formación del sitio, la cronología potencial del material hallado y las condiciones ambientales en los momentos de ocupación humana de ese lugar**



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

Un análisis geomorfológico permite **contextualizar** el sitio en su escenario geoambiental, es decir ubicarlo en la unidad del paisaje en que se encuentra (geoforma) y los procesos que allí actúan

Esta foto aérea ilustra el contexto geomorfológico de los sitios San Genaro (SG1 a SG4) en la costa norte de Tierra del Fuego (Argentina)



Este análisis se puede realizar en diferentes escalas a partir de imágenes satelitales, fotografías aéreas, fotografías de *drone* y terrestres

## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

Las imágenes de Google Earth proporcionan una buena aproximación en distintas escalas y pueden compararse imágenes tomadas en años sucesivos

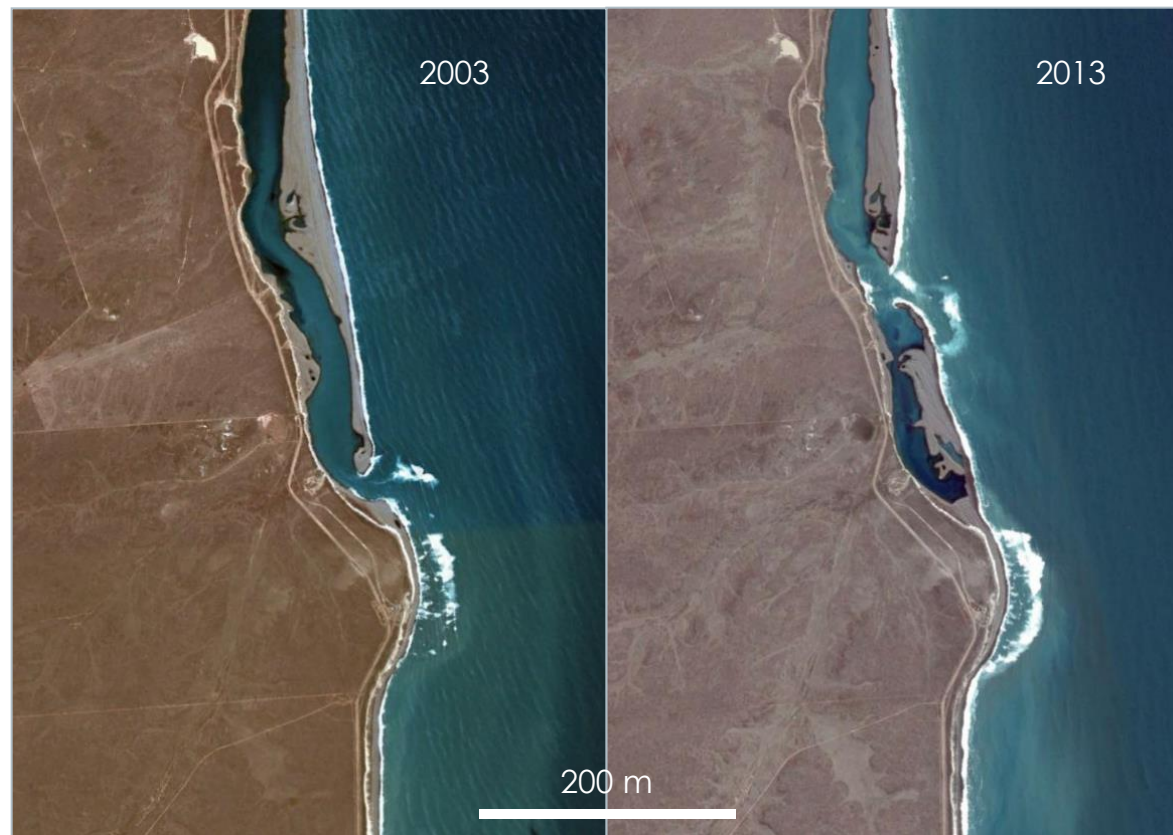


Esto permite *evaluar procesos activos en el paisaje*



- \* Acumulación
- \* Erosión
- \* Cambios en la vegetación
- \* Cambios en los suelos
- \* Modificaciones en la red de drenaje
- \* Efectos de terremotos
- \* Consecuencias del vulcanismo
- \* Impacto de las actividades humanas en el paisaje

Estas imágenes tomadas en Caleta Valdés (Península de Valdés, Argentina) muestran cambios rápidos en la dinámica de sedimentación costera del sector

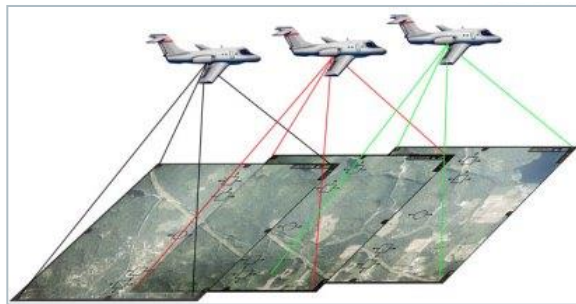


## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

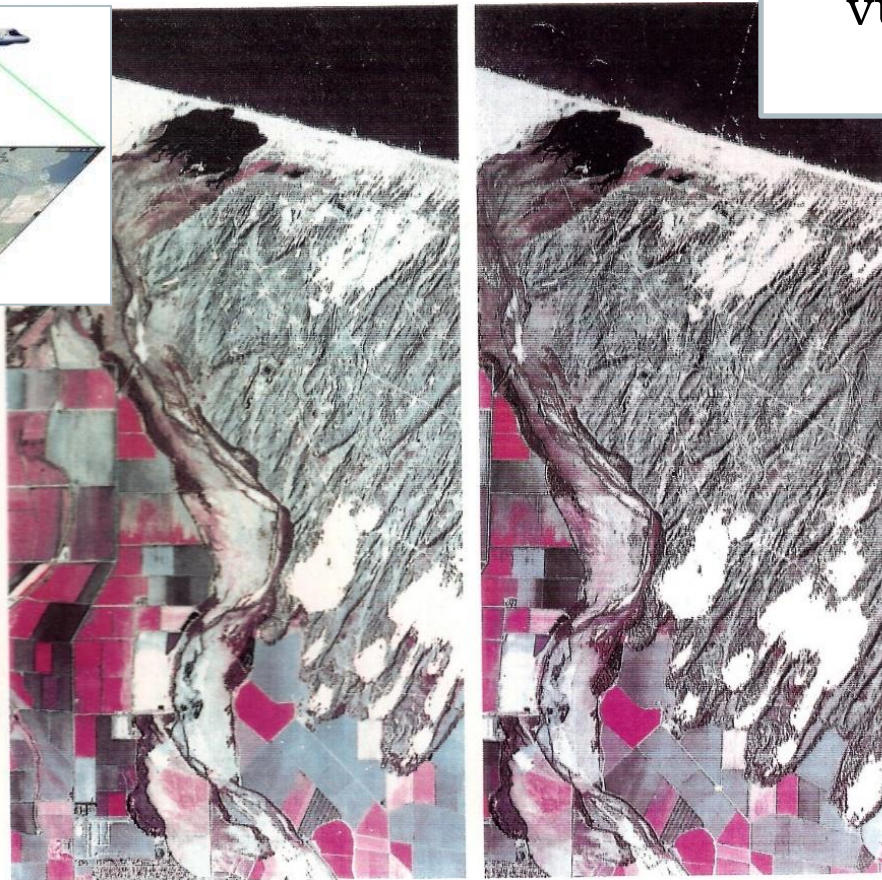
Las *fotografías aéreas* brindan valiosa información tridimensional, muy útil para el estudio geomorfológico a escalas de una localidad o región (1:20.000 a 1:60.000)



Se utilizan pares estereográficos que se observan con la ayuda de un estereoscopio y pueden compararse vuelos de diferentes años



De esta manera se toman las imágenes aéreas



Imágenes estereoscópicas (pares estereográficos)

Estereoscopio



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

El uso del *drone* también es una herramienta muy interesante para contextualizar un sitio ya que permite vistas aéreas excelentes de las geoformas desde diferentes ángulos y aproximaciones, incluso su modelado en 3D (con software especial)



# 1. El contexto geomorfológico de los sitios

Las geoformas y procesos observados a diferentes escalas se pueden ilustrar en un **mapa geomorfológico**, que es diferente de un *mapa geológico*



Se centra en los procesos geomorfológicos del Cuaternario que han modelado y modelan el paisaje actual, describiendo las geoformas resultantes

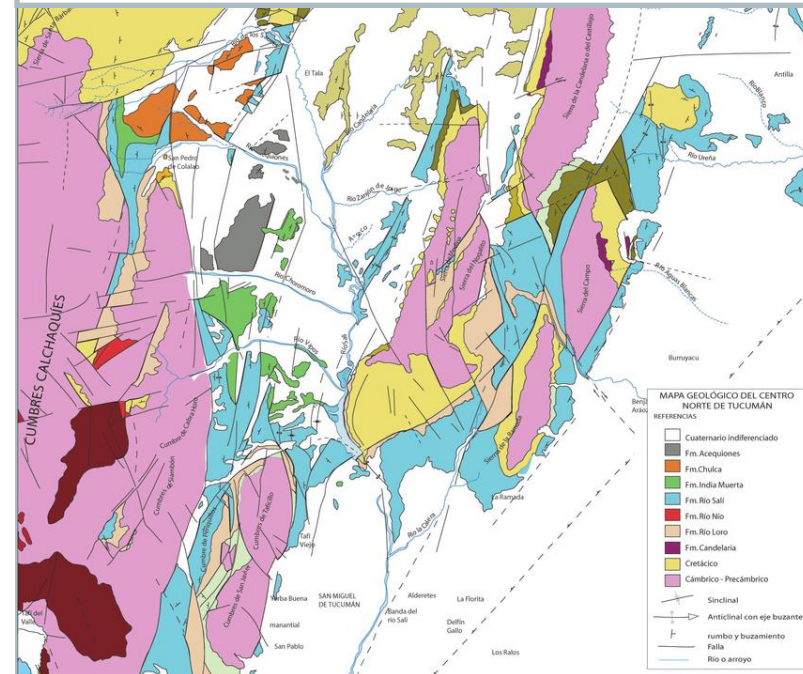


Estos procesos que dan forma al paisaje también modelan propiedades del registro arqueológico como su densidad y distribución, a diferentes escalas (en el Módulo 4 se verán varios ejemplos)

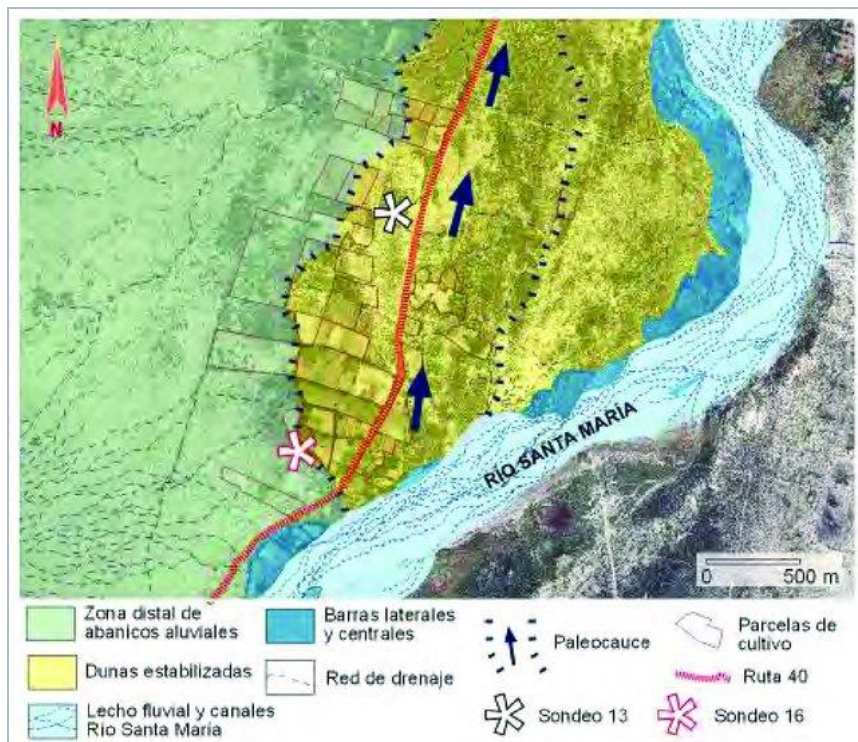


Considera las formaciones geológicas y su antigüedad en millones de años

Mapa geológico, los colores indican las diferentes formaciones geológicas y su antigüedad



Los **mapas geomorfológicos** permiten contextualizar los sitios y los procesos ambientales a diferentes escalas de interés arqueológico



Maldonado et al. 2016

## 1. El contexto geomorfológico de los sitios



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

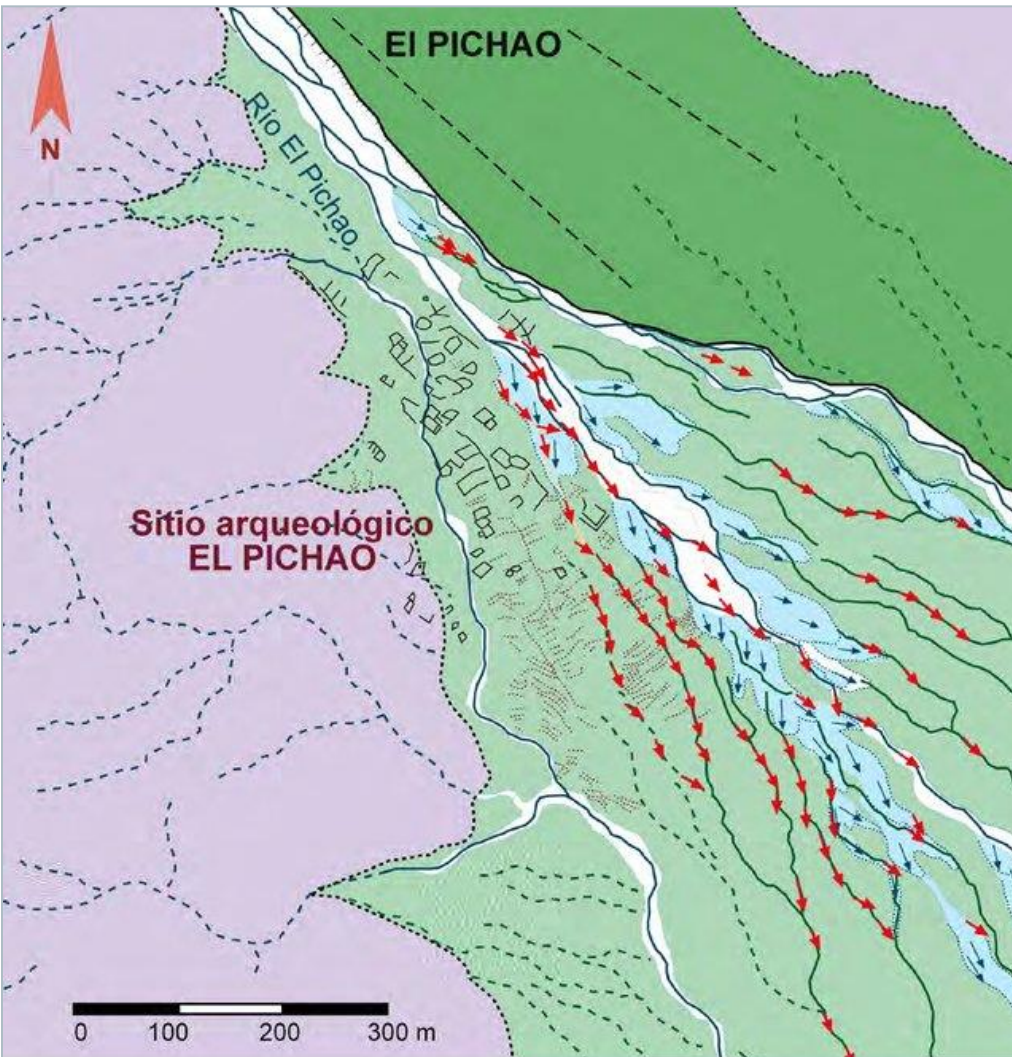
Es importante entonces que los arqueólogos sepamos **leer un mapa geomorfológico** e incluso llegar a confeccionarlos a escalas de interés disciplinar, con el detalle que se requiera



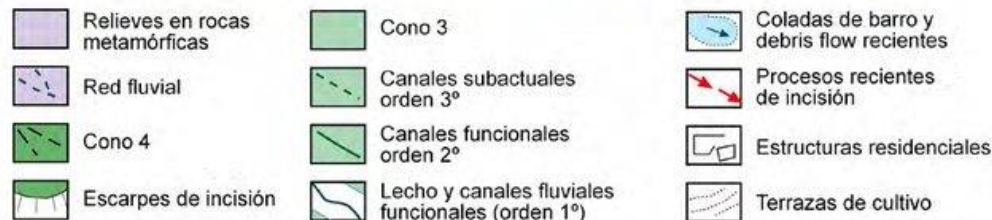
Los geólogos y geógrafos que trabajan en arqueología también deben ajustar los mapas geomorfológicos a las **escalas de interés arqueológico**



Los **objetivos** pueden ser: evaluar patrones de ocupación del espacio, la proximidad de los sitios a recursos estratégicos, analizar rutas de circulación, la destrucción de sitios, etc.



Peña Monné et al. 2016



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

Asimismo, en cada sitio, **los arqueólogos debemos familiarizarnos con el ambiente** que lo rodea y con los **procesos geomorfológicos que intervienen en ese paisaje a escala local**: dónde se produce acumulación, dónde erosión, cómo son los sedimentos depositados por los distintos agentes que actúan en la localidad, si se desarrollan suelos y qué características tienen, si son comparables a los que se ven en el sitio, entre otros aspectos.



Estos procesos y su contexto nos darán una mejor idea sobre cómo se pudo formar el depósito arqueológico y cómo interpretar algunas de sus propiedades básicas



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

El contexto geomorfológico ayuda a **interpretar el origen de las secuencias estratigráficas** en las que se encuentra el material arqueológico.



Sitio Nutria Mansa, pampa argentina

Este sitio ubicado en la **planicie de inundación** de un río posee unidades estratigráficas cuya génesis es fluvial y fluvio-lacustre, depósitos luego afectados por procesos pedológicos

Se trata de un sector llano del paisaje donde los depósitos fluviales se acomodan como mantos horizontales y, dependiendo de la energía del río, pueden movilizar o no los materiales arqueológicos



## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

En sitios ubicados en **taludes de afloramientos rocosos** es esperable que los depósitos sean de origen coluvial, derivados del movimiento de sedimentos en las pendientes por gravedad

En este caso es probable que los materiales arqueológicos se encuentren removilizados en depósitos matriz sostenidos



Depósito coluvial matriz-sostén con clastos angulosos debido al poco transporte y arreglo caótico

## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

**Contextos muy inestables** como aquellos próximos a volcanes activos, generan **secuencias estratigráficas muy variables** en cuanto a los procesos involucrados, algunos de éstos catastróficos



Este sitio ubicado en la ladera del volcán Pichincha (Quito) ha sufrido el reiterado impacto del vulcanismo explosivo (cenizas y lapilli) y de flujos de barro y rocas (lahares) desde las primeras ocupaciones (*ca.* 4100 años AP), ello ha modelado el uso del espacio y los procesos de formación aquí (Constantine 2020)

## 1. El contexto geomorfológico de los sitios

En **contextos muy estables** con formación de suelos longevos otros procesos son los que operan, vinculados a la **forma en que se incorporan los materiales arqueológicos** desde la superficie



Sitio Alto Mayo, Santa Elena, Ecuador



Grietas generadas por humedecimiento y desecación del suelo arcilloso, algunos materiales líticos descendieron hasta 80 cm de profundidad

En este sitio, ubicado en un suelo arcilloso (Vertisol), los materiales líticos se han introducido diferencialmente respecto a los tiestos cerámicos (cultura Valdivia) en profundas grietas; esto generó la idea errónea de una fase cultural precerámica ubicada por debajo, postulado que fue descartado a partir de un análisis más adecuado de los procesos de formación en el sitio (Marcos *et al.* 1995)

# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

Observa esta imagen e intenta reconocer el origen de los depósitos ilustrados teniendo en cuenta sus características y el contexto geomorfológico  
(Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)



2. Depósito arenoso con estratificación horizontal y lentes de gravas clasto-sostenidas

1. Depósito arenoso masivo que presenta gravas y bloques angulosos matriz-sostenidos.

Bloque anguloso de arenisca

**Contexto:** pequeño valle entre paredones rocosos de arenisca

## 2. Cambios en los paisajes de ocupación humana

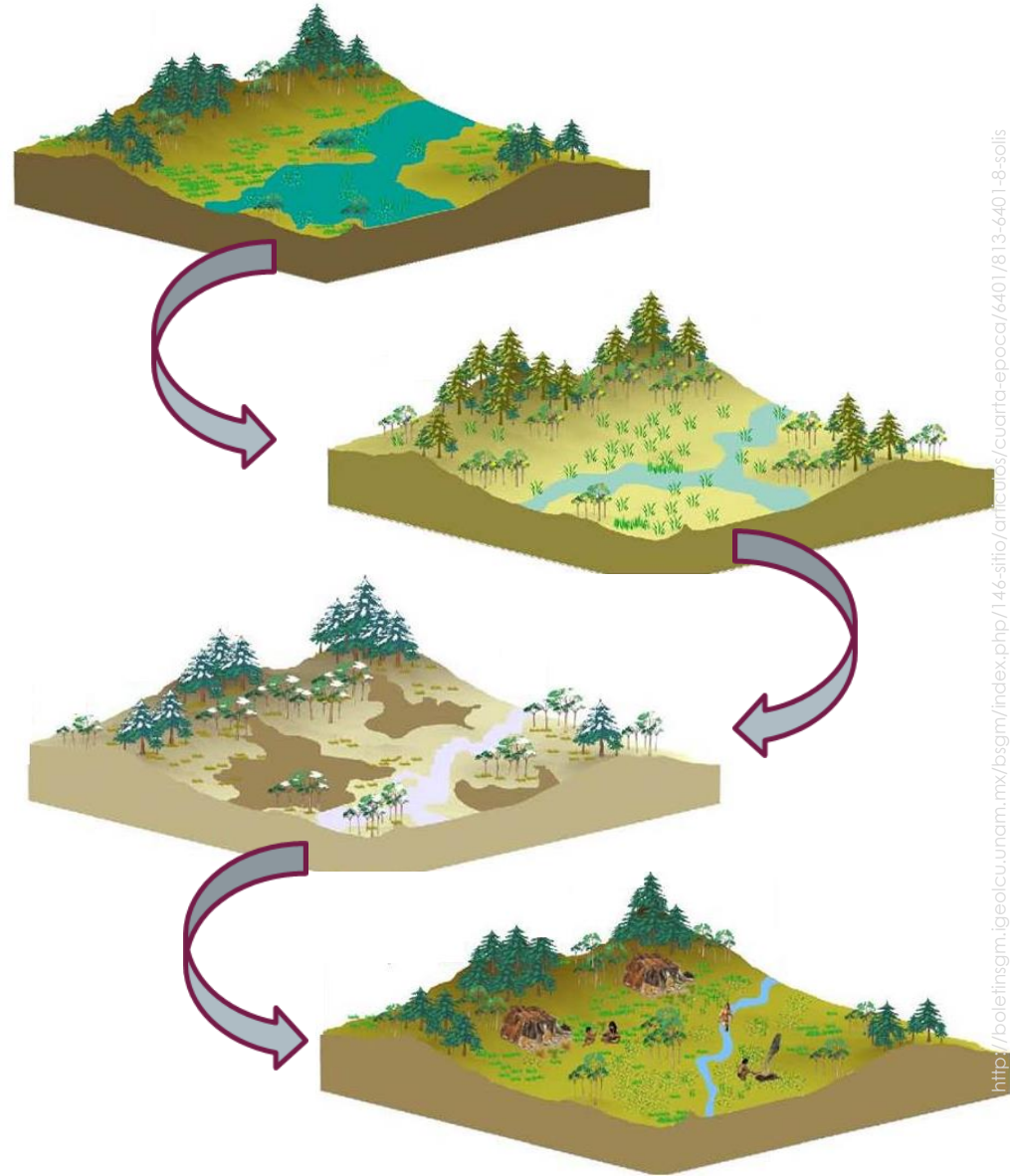
El análisis geomorfológico también nos permite **evaluar los cambios en los paisajes utilizados** por los seres humanos a lo largo del tiempo



Estos cambios muchas veces han generado **respuestas humanas** reflejadas en el registro arqueológico que, fuera de ese contexto, no llegaríamos a comprender en su totalidad



Los cambios en el paisaje también generan procesos de modificación y destrucción de sitios arqueológicos



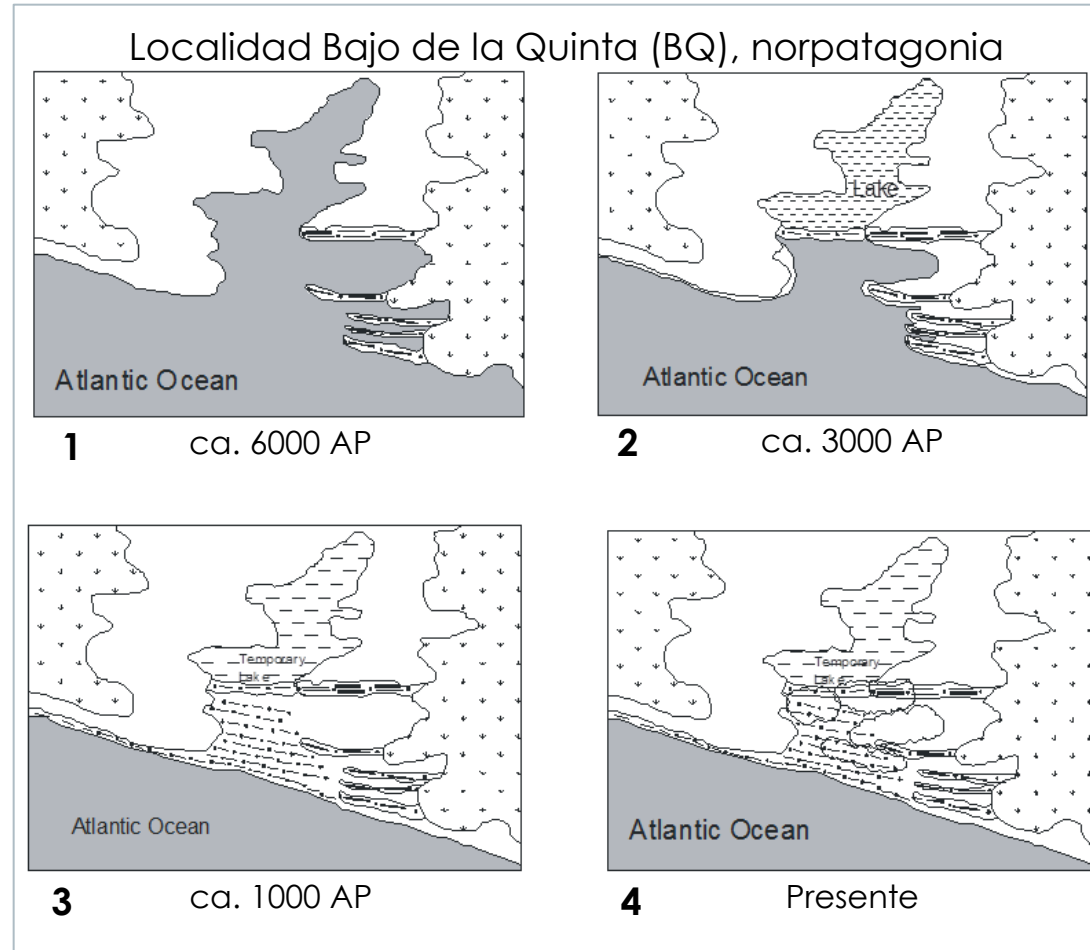
## 2. Cambios en los paisajes de ocupación humana

A modo de ejemplo, los cambios ocurridos en la configuración costera en el norte de Patagonia (Argentina) luego de la transgresión marina del Holoceno medio (ca. 6000 años AP) produjeron cambios en la tecnología de pesca (que pasó del uso de redes a líneas de pesca) y en las dietas humanas

El descenso marino post transgresivo favoreció procesos de relleno y rectificación costera

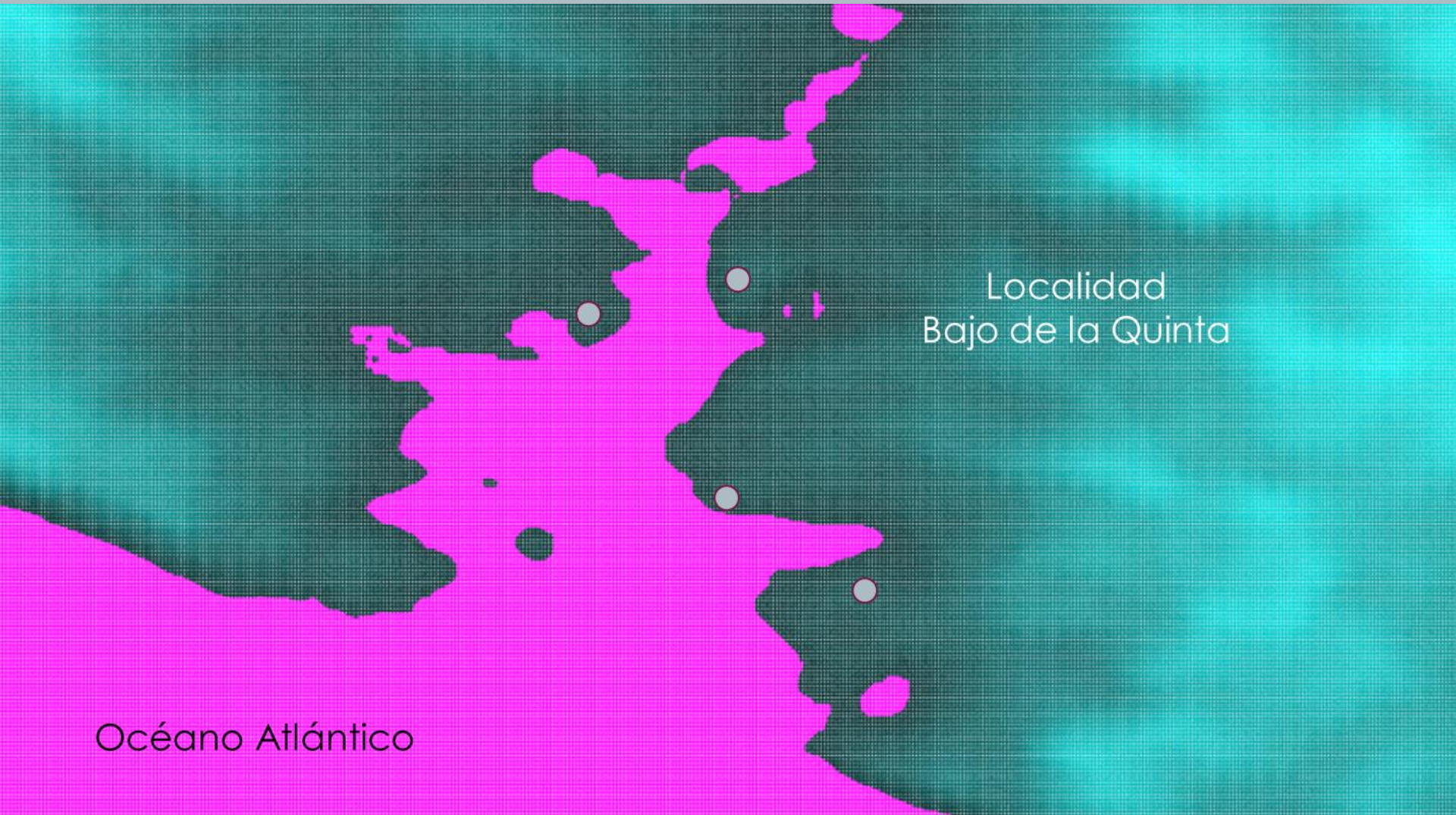


El paulatino relleno de entrantes costeros (como el de la imagen) disminuyó la eficacia de la pesca con redes en la región, lo que redujo mucho la contribución de los peces a las dietas humanas hacia el 2000 AP (Favier Dubois y Kokot 2011)



## 2. Cambios en los paisajes de ocupación humana

Así, los sitios de pesca más antiguos detectados en BQ (puntos celestes) hoy alejados de la costa (ver escenario 4 anterior), cobran sentido geomorfológico con un nivel del mar más elevado, como el que simula esta imagen DEM, nivel que se alcanzó durante el máximo transgresivo del Holoceno medio (*ca.* 6000 AP)





### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Todo paisaje posee una **cronología de formación**, por eso conocer la **antigüedad de las geoformas** brinda una idea de la cronología potencial del registro arqueológico que puedan contener



Incluso permite orientar la búsqueda de evidencia a determinado período (como la detección de sitios tempranos) o estimar una edad máxima de los materiales hallados (por ejemplo materiales del Holoceno tardío en un perfil de suelo reciente, *recuerden la actividad del Módulo 2*)

En este sentido es importante **evaluar cómo se expresa el Holoceno** en la región bajo estudio arqueológico

- \* ¿Se expresa por depósitos?, ¿de qué tipo?
- \* ¿Por superficies antiguas?, ¿por suelos?
- \* ¿Qué intervalos de tiempo pueden representar esos depósitos y/o superficies?

Esta es una manera de evaluar el *potencial cronológico de cada paisaje*, sus posibles sesgos y la resolución temporal del registro en cada caso

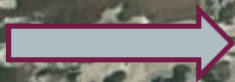


Esto puede ser de mucha utilidad en la ejecución de *estudios de impacto*

### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Por ejemplo, en una playa de acumulación se observan sucesivas líneas de costa que indican el avance del territorio hacia el mar y que pueden datarse por sus moluscos

Faja de acumulación costera



playa

Las edades de esas líneas de costa se remontan al máximo transgresivo del Holoceno medio y resultan mas recientes a medida que nos acercamos a la playa actual

Lagunas alineadas en los antiguos márgenes costeros que contienen numerosos artefactos

OCEANO

ATLANTICO



7 km

### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

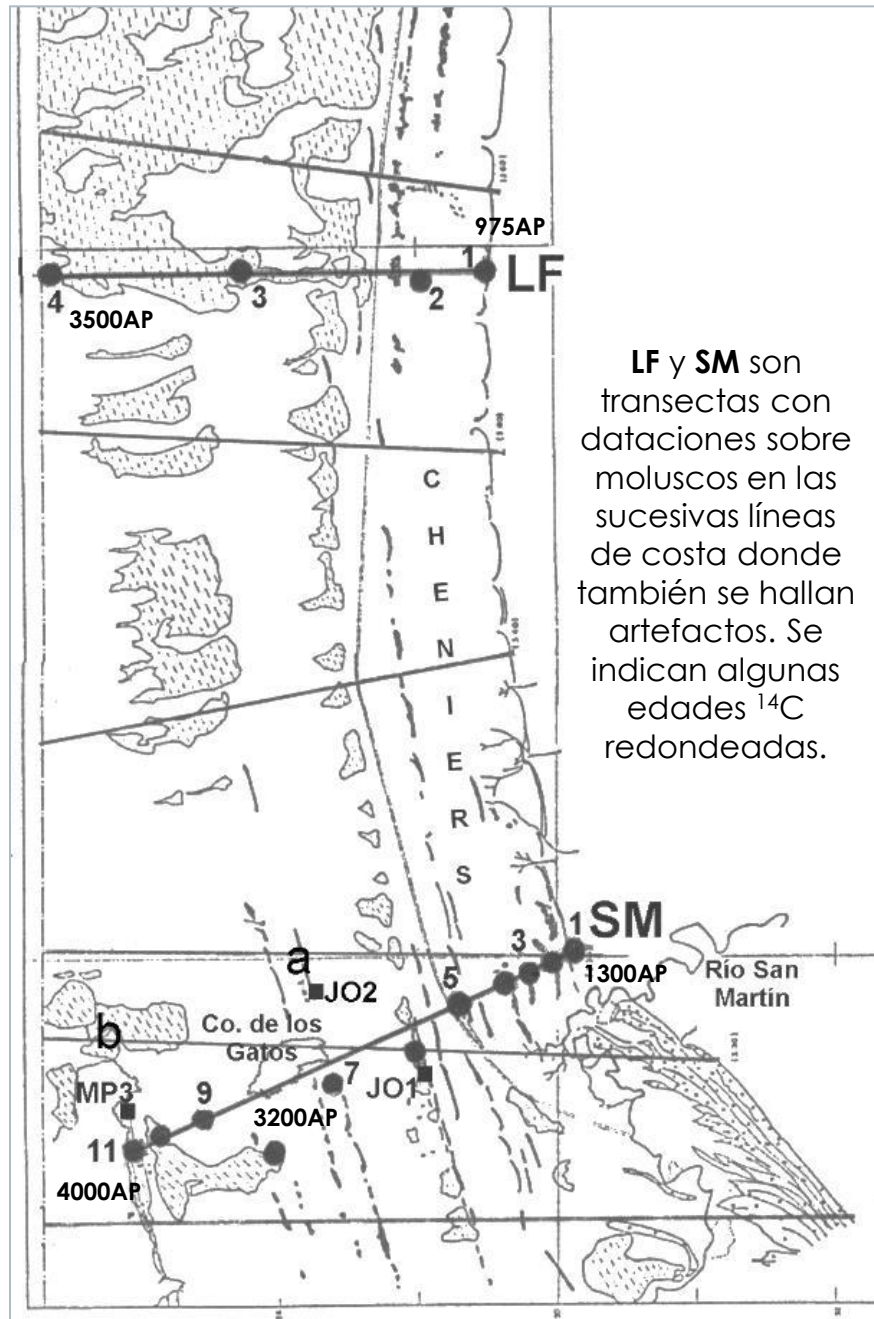
En las lagunas alineadas los artefactos apoyan sobre antiguos depósitos de playa



Las dataciones obtenidas sobre moluscos de esas playas proveen *edades máximas* para los artefactos dado que la ocupación humana fue posterior al depósito marino



Esas edades máximas acotan temporalmente al registro arqueológico cuya potencial cronología disminuye hacia el mar (Favier Dubois y Borrero 2005)



### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Cuando no contamos con materiales orgánicos para datar conjuntos arqueológicos por  $^{14}\text{C}$ , resulta muy importante **cronologizar el paisaje**, es decir, **datar las unidades del paisaje que contienen el registro arqueológico**



Esto puede hacerse de dos formas:

**Relativa**



Observando la **evolución geomorfológica** del sector (qué geoforma se formó antes y cuál después)

**Numérica**



Mediante **técnicas de datación** como OSL (luminiscencia estimulada ópticamente) o  $^{14}\text{C}$  (sobre materiales orgánicos de origen natural)  
Estas técnicas serán desarrolladas en el Módulo 5

Estas edades podrán brindar una idea de la **cronología máxima del registro arqueológico** en esas geoformas y también podrán **mostrar la ausencia de unidades estratigráficas para determinados períodos** que expliquen la ausencia de sitios de esa antigüedad por la falta de unidades portadoras

### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Por ejemplo, en esta zona costera patagónica se está evaluando si la ausencia de sitios del Holoceno medio se debe a que no hubo ocupaciones humanas durante ese período o bien a que no hay dunas formadas en aquel momento que preservaran materiales orgánicos datables de esas ocupaciones



Toma de muestras de arena de duna para datar por OSL

La datación por OSL de estas dunas permitirá evaluar a qué período corresponden las mismas, si no hay dunas del Holoceno medio tampoco habrá allí sitios con esa cronología

### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Muchos aleros, por su particular evolución, no contienen rellenos previos al Holoceno medio (o tardío), entonces la datación de su capa basal no indica la edad de inicio de las ocupaciones en ese sector sino *sólo la del inicio del relleno* del alero, habrá que buscar otros con mayor potencial temporal (si los hay)

La edad obtenida en la base de este alero (1m) fue de 6600 años  $^{14}\text{C}$  AP (Favier Dubois 2019)



Ocupaciones más tempranas podrían registrarse en aleros ya colapsados, o en otras unidades del paisaje (depósitos fluviales, eólicos, suelos antiguos, etc.) que deben incluirse en las prospecciones

Alero 2, Punta Pórfido, Patagonia argentina

### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

Respecto a cronología relativa, para el sitio Real Alto de la cultura Valdivia (Ecuador), se había propuesto que originalmente se hallaba a orillas del mar y que un levantamiento costero lo había alejado de la playa; sin embargo, entre otras evidencias, el territorio supuestamente ascendido posee un perfil de suelo muy longevo que no condice con la hipótesis de un levantamiento holoceno



### 3. La cronología del paisaje y del registro arqueológico

En síntesis, **un estudio geomorfológico de interés arqueológico** implica el análisis de:



La génesis de las formas del paisaje  
(**morfogénesis**)

- \* Fluvial
- \* Eólica
- \* Coluvial
- \* Costera
- \* Entre otras

*(en el Módulo 4 se verán varios ejemplos)*



Los procesos activos, semi-activos o inactivos en el paisaje  
(**morfodinámica**)

- \* Evaluando si las geoformas se están erosionando, acumulando o estabilizando (suelos)



La cronología relativa o absoluta de las geoformas  
(**morfocronología**)

- \* Con énfasis en las geoformas del Cuaternario tardío final (transición Pleistoceno-Holoceno y todo el Holoceno)



Constantine A. R. 2020. Geoarqueología y ocupación humana del sitio Rumipamba (Quito-Ecuador). Revista Tecnológica ESPOL, Guayaquil, en prensa.

Favier Dubois C. M. y L. Borrero 2005. Playas de Acreción: cronología y procesos de formación del registro arqueológico en la costa central de la Bahía San Sebastián, Tierra del Fuego (Argentina). *Magallania* 33 (2): 93-108, Instituto de la Patagonia, Punta Arenas, Chile.

Favier Dubois C. M. y R. Kokot 2011. Changing scenarios in Bajo de la Quinta (San Matías Gulf, Northern Patagonia, Argentina): Impact of geomorphologic processes in subsistence and human use of coastal habitats. *Quaternary International* 245 (1):103-110.

Favier Dubois C. M. 2019. Human occupation chronologies modeled by geomorphological factors: a case study from the Atlantic coast of north Patagonia (Argentina). En: *Advances in Coastal Geoarchaeology in Latin America*, editado por H. Inda Ferrero y F. García Rodríguez, pp. 1-15. The Latin American Studies Book Series, Springer.

Maldonado M. G., M. M. Sampietro Vattuone, A. Blasi, J. Roldán, E. Draganits y A. J. Cordomi 2016. Patrones prehispánicos de ocupación regional (ca. 100-1536 AD) en la vertiente oriental de la Sierra de Quilmes (Noroeste Argentino). En: *Geoarqueología de los Valles Calchaquíes*, M. M. Sampietro Vattuone y J. L. Peña Monné (Eds) pp. 89-120, Universidad Nacional de Tucumán.

Marcos J. G. Zeidler J., Tobar O. Alvarez Pérez A., Navarrete E., Spinolo G., Martini M. y Sibila E. 2005. Real Alto y Altomayo: Supuestos levantamientos tectónicos de la Península de Santa Elena durante el cuarto milenio BC. Ms

Peña Monné, J. L. ,M. M. Sampietro Vattuone, M. G. Maldonado, S. F. Cano y M. G. Aguirre 2016. Contexto geomorfológico y problemas de conservación en el sitio arqueológico El Pichao (Valle de Santa María, Noroeste Argentino). En: *Geoarqueología de los Valles Calchaquíes*, M. M. Sampietro Vattuone y J. L. Peña Monné (Eds) pp. 185-184, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.

Peña Monné, J. L. (Ed). 1997. *Cartografía Geomorfológica Básica y Aplicada*. Geoforma Ediciones. Logroño, España. Capítulos 1, 2 y 3, Pp: 13-65.

# El registro arqueológico en ambientes fluviales



Cristian M. Favier Dubois  
Argentina

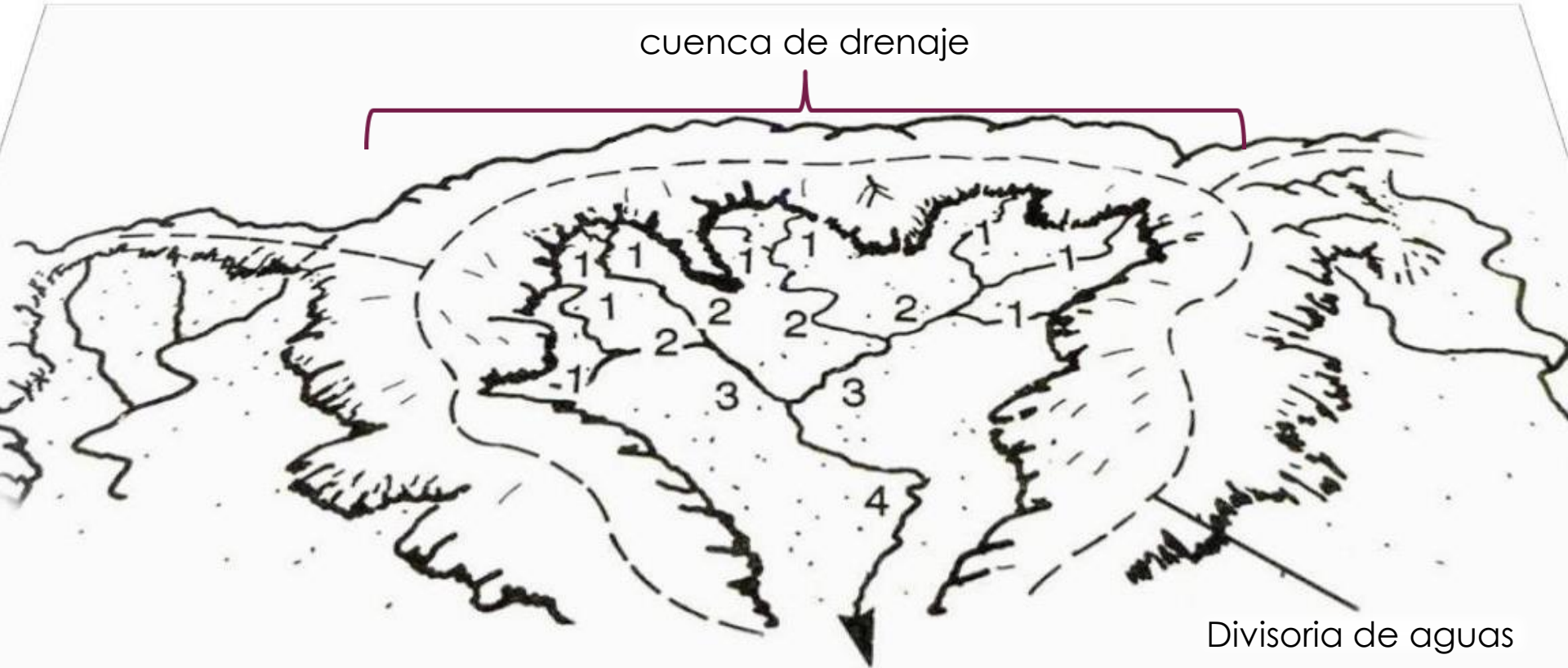
Arroyo Tapalqué, Olavarría, Argentina

# El registro arqueológico en ambientes fluviales: esquema de la presentación

1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial
2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

La escorrentía fluvial se organiza a partir de una cuenca de drenaje



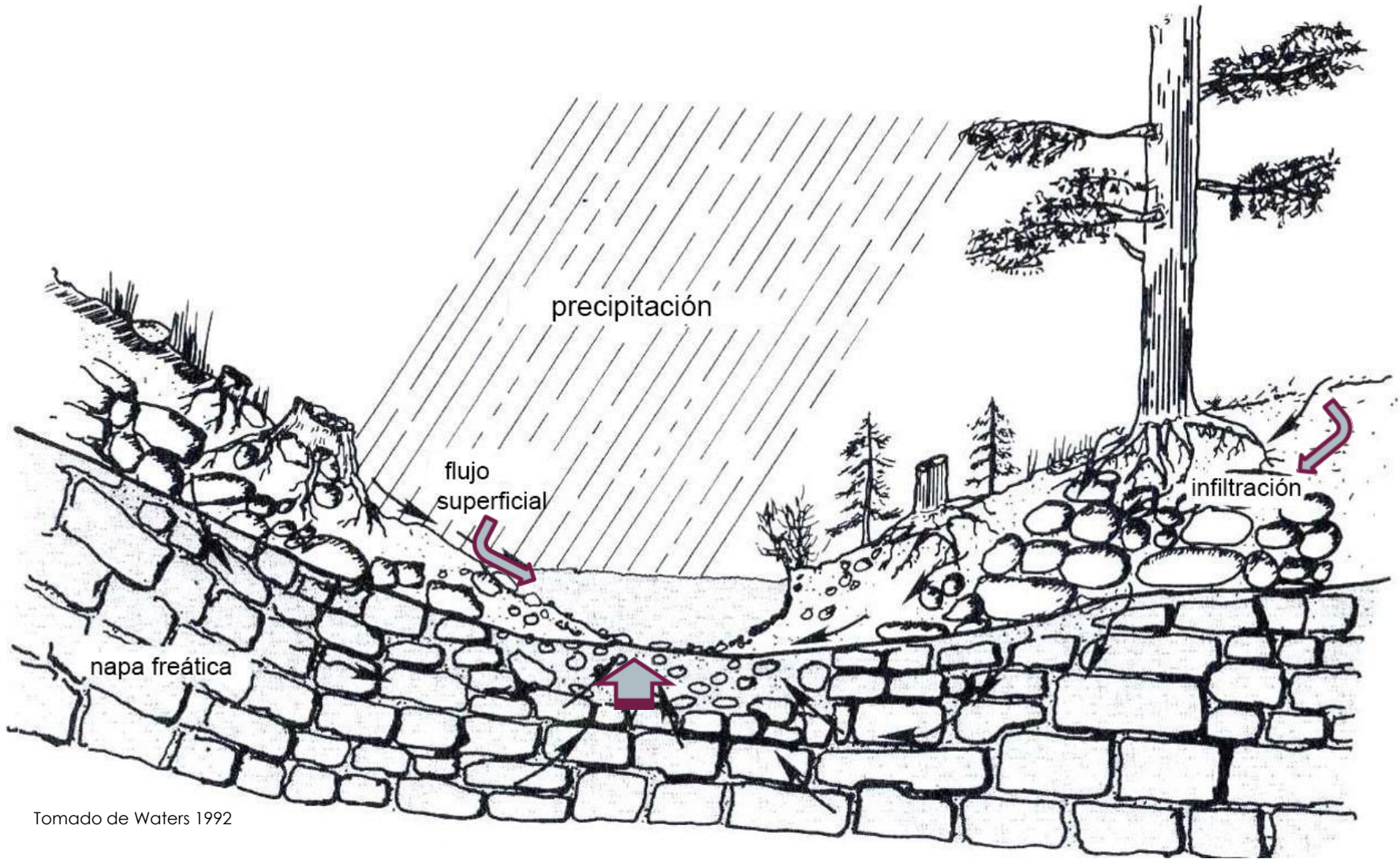
Tomado de Waters 1992

La cuenca se halla integrada por todos los cursos colectores, comenzando con los iniciales de bajo orden (1) hasta los de mayor orden (4 y más)



La escorrentía del agua comienza con pequeños canalitos o *rills* que se van uniendo dando lugar a cárcavas, éstas formarán arroyos y éstos se unirán dando origen a los ríos (principales colectores)

## 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

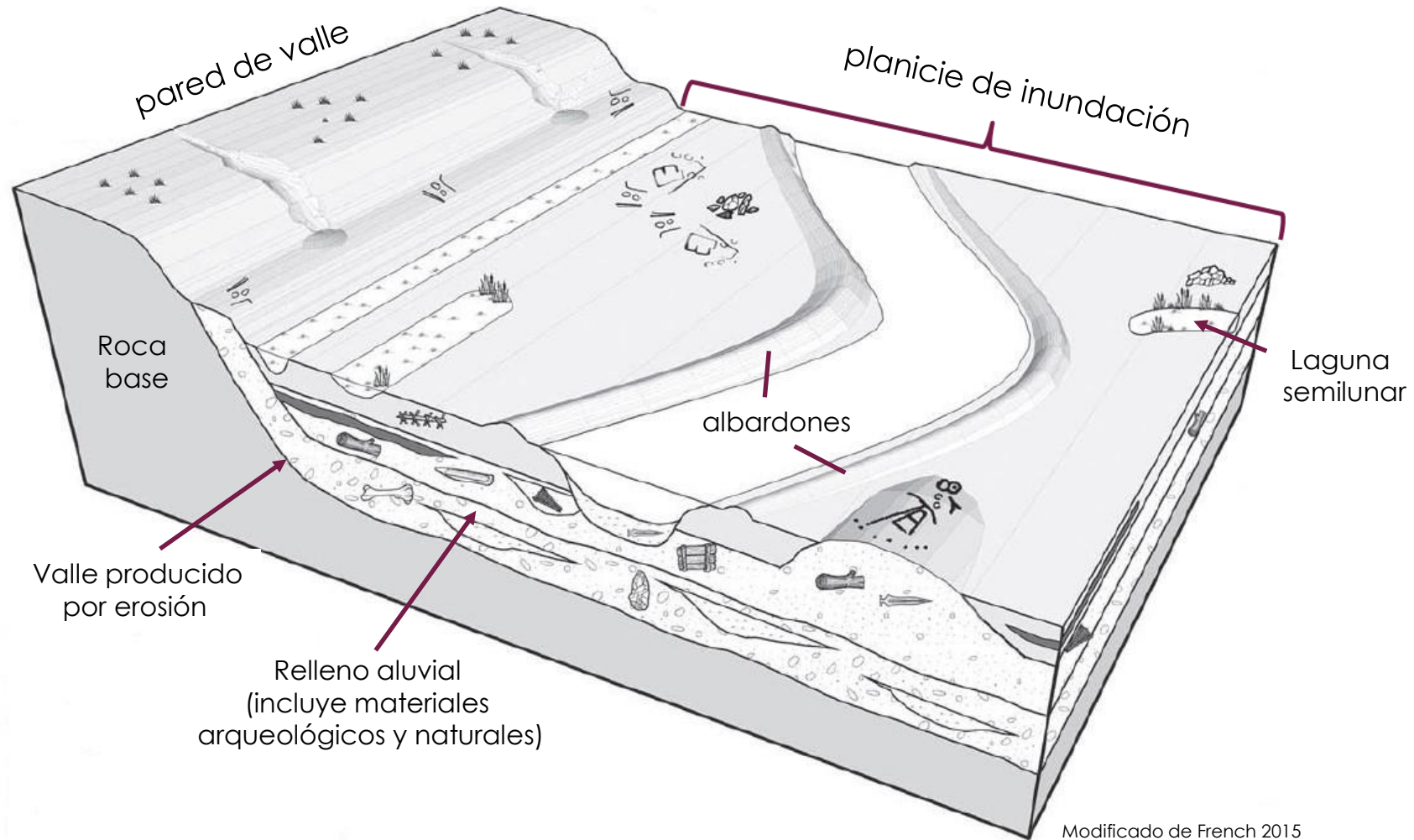


Tomado de Waters 1992

El agua de lluvia que infiltra alimenta la napa freática, ésta es la que mantiene con agua los ríos a lo largo del año ya que intercepta los cauces. El caudal crece rápido cuando hay mucho aporte superficial

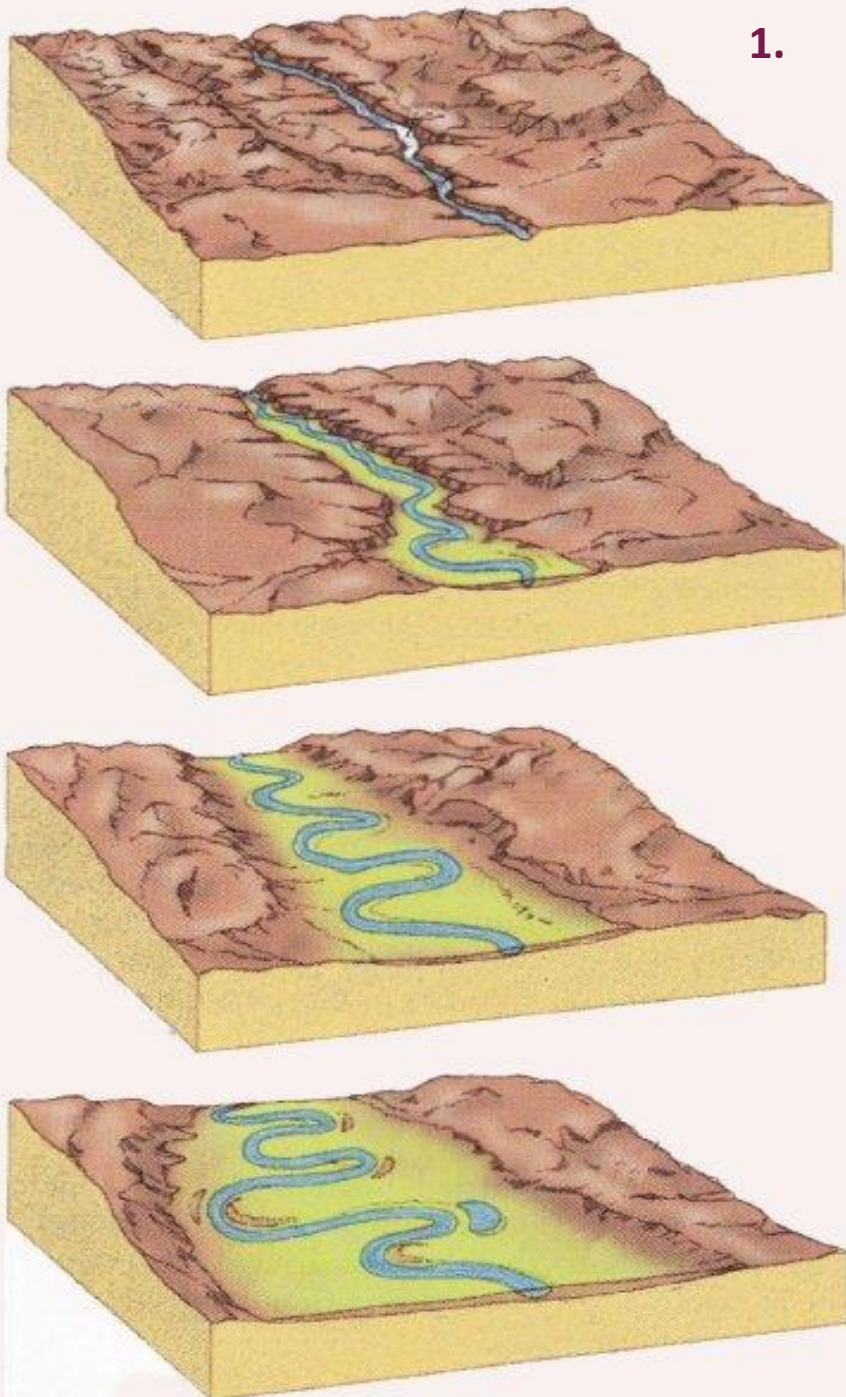
# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

Los ríos labran sus propios valles por erosión y acumulación  
Vemos aquí el valle fluvial de un río meandriforme

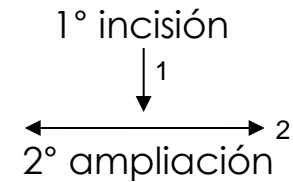


# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

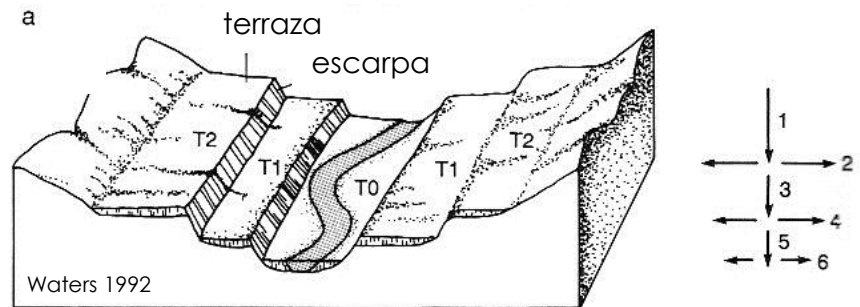
T  
I  
E  
M  
P  
O



La evolución de un valle fluvial ocurre en dos etapas



Si el proceso se repite en ciclos, se generan terrazas de erosión fluvial

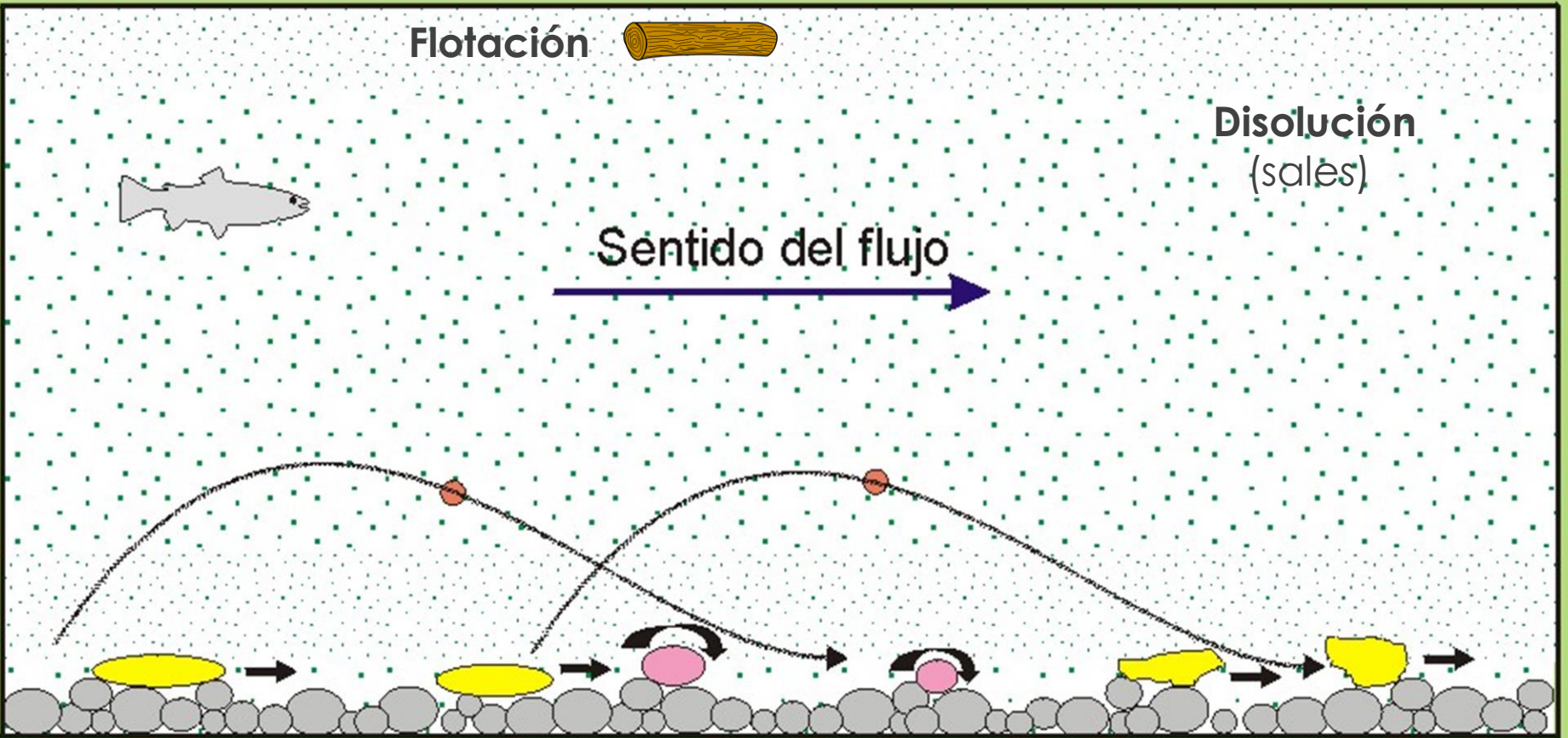


Waters 1992



# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

Los ríos transportan sedimentos de diferentes tamaños  
¿Cómo se mueven esas partículas en el agua?



<http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/CTMA/Recursos13.html>

Sustrato  
inmóvil

Partículas  
arrastradas

Transporte  
por rodadura

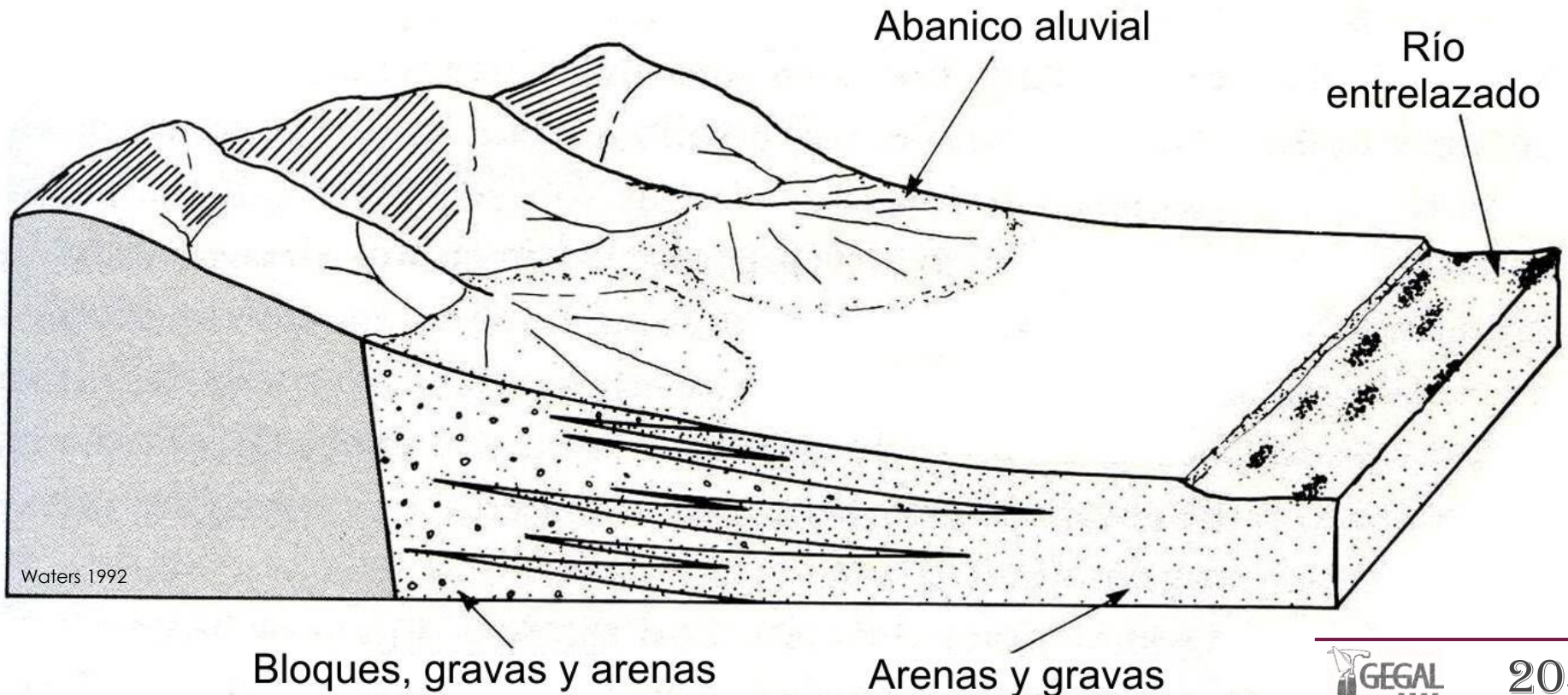
Saltación

Partículas  
en suspensión

## 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

Dependiendo de la carga que deben transportar, existen diferentes diseños de drenaje o tipos de ríos

Cuando se aportan materiales gruesos desde los frentes montañosos a partir de **abanicos aluviales** éstos son movilizados por **ríos entrelazados**



# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

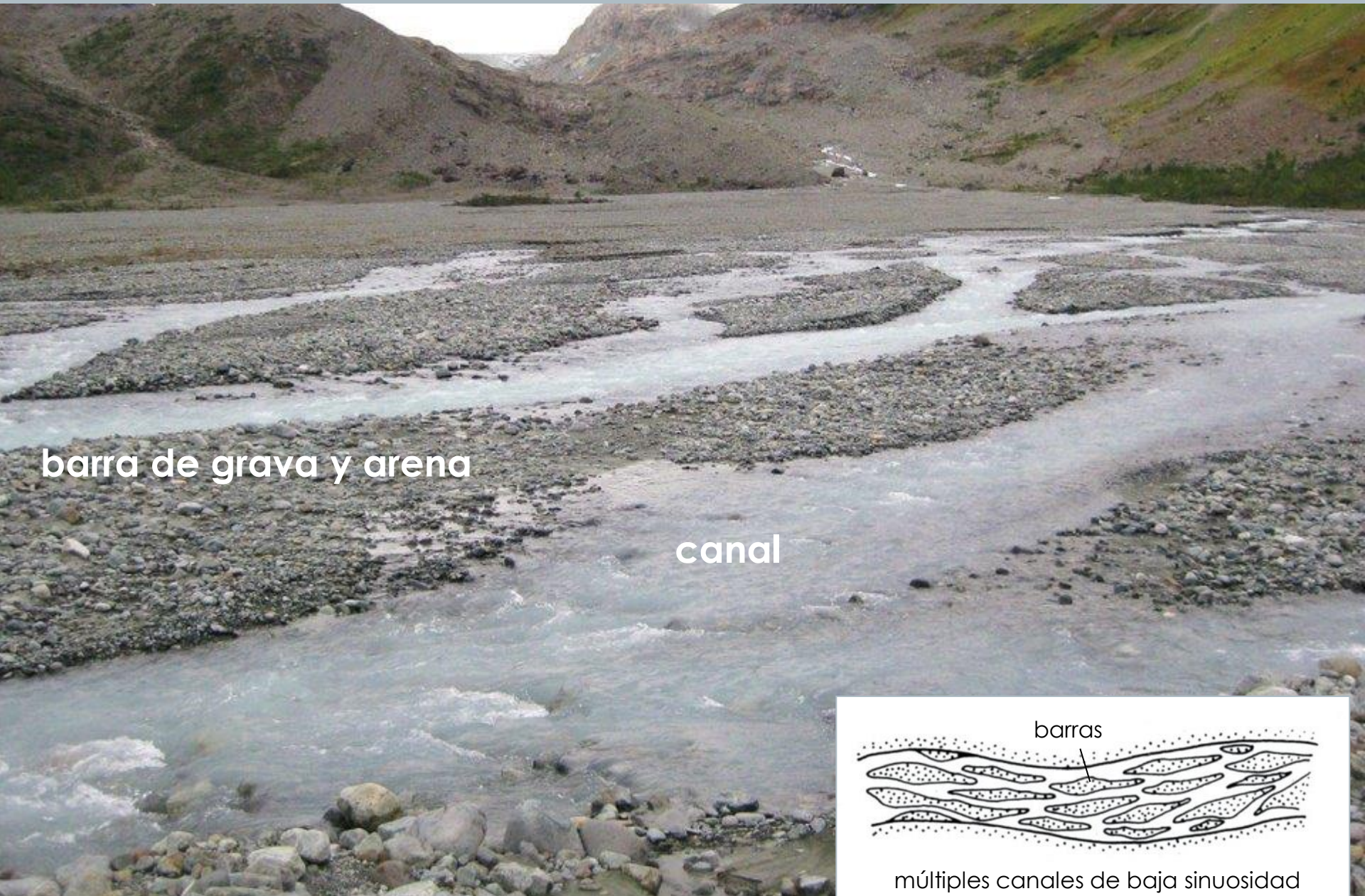
**Abanicos aluviales**

bloques, gravas  
y arena



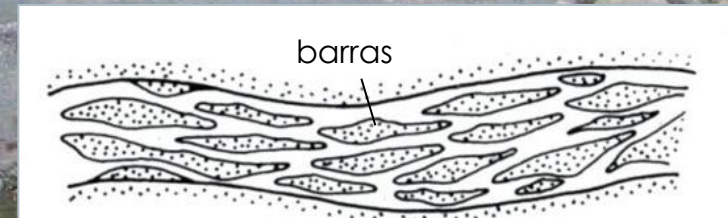
# 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

La carga de los abanicos es recibida por los ríos entrelazados



barra de grava y arena

canal



múltiples canales de baja sinuosidad

## 1. La escorrentía y la dinámica sedimentaria fluvial

Luego, el transporte de carga más fina puede continuar por ríos meandriiformes, muy móviles



O incluso por ríos denominados anastomosados que drenan grandes cuencas



isla

canal de gran amplitud

Estos ríos poseen una escala mucho mayor que la de los vistos anteriormente



múltiples canales de alta sinuosidad

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?



Ríos con **carga gruesa** como los entrelazados generan depósitos de grava y arenas que indican mucha energía



Pueden retransportar artefactos



Contextos secundarios frecuentes



## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?



Ríos con **carga fina** como los meandriiformes o anastomosados generan depósitos de arenas y limos en sus planicies aluviales que indican moderada a baja energía



Los artefactos se mueven menos



Contextos primarios pueden ser preservados



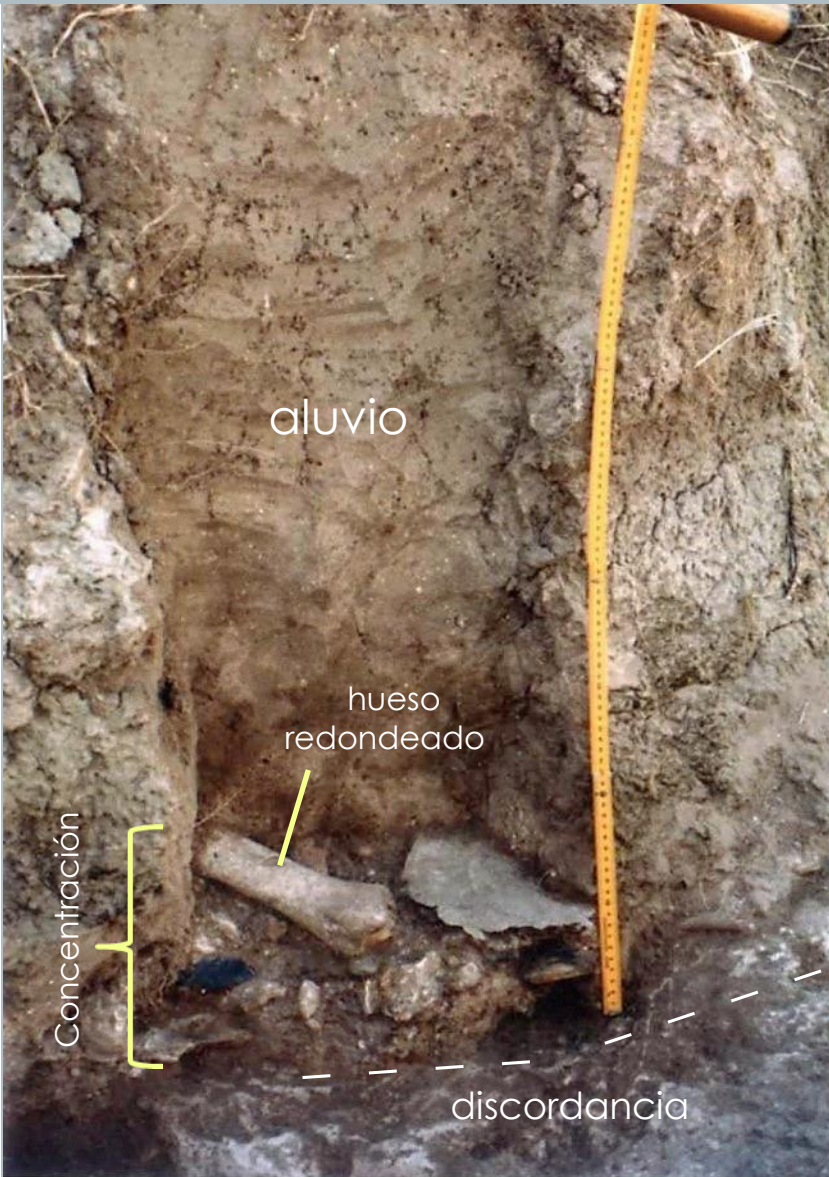
## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En estos contextos fluviales de baja energía es frecuente la formación de suelos, las asociaciones suelen ser más confiables y pueden hallarse restos óseos articulados



## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En cualquier caso, ¿cómo podemos reconocer que los materiales arqueológicos han sido retransportados por un río?



- Por el redondeamiento de los huesos y otros materiales del registro
- Por su concentración en la base de un depósito aluvial que apoya sobre una discordancia erosiva en forma de canal



# ¿Cómo podemos reconocer que los materiales arqueológicos han sido retransportados por un río?



- Por la orientación de los huesos en la dirección del flujo turbulento que los movilizó junto a otros materiales arqueológicos



Se genera una nueva distribución espacial

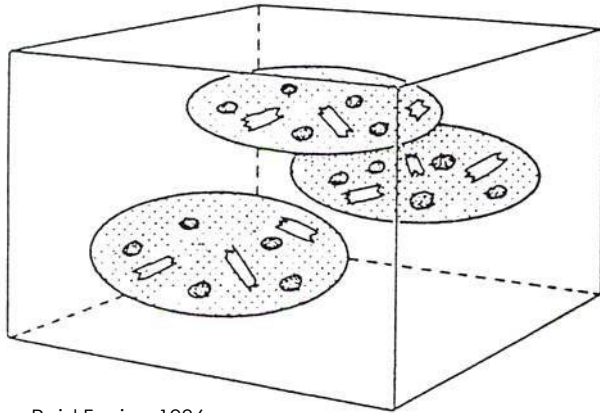


**CONTEXTO  
SECUNDARIO**

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

La tasa de sedimentación fluvial afecta la resolución temporal del registro arqueológico

### Sedimentación Rápida



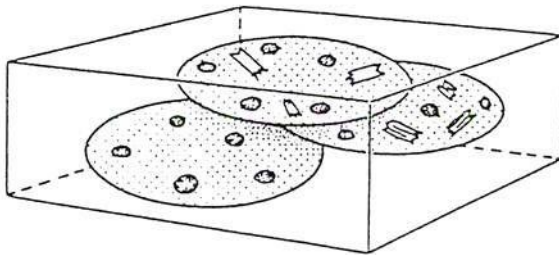
Reid Ferring 1986

Una rápida sedimentación permite separar eventos de ocupación humana



Elevada resolución

### Sedimentación Lenta



Lenta sedimentación



Superposición de eventos



Baja resolución

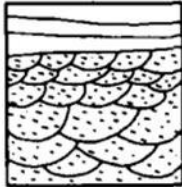
- Lítico
- ▭ Hueso
- ▭ Hueso deteriorado

# Existen indicadores que nos ayudan a evaluar las tasas de sedimentación

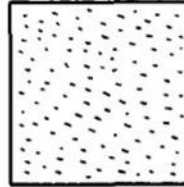
Rápida

Lenta

Estructuras sedimentarias primarias

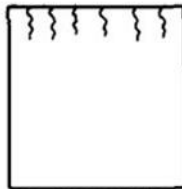


bien preservadas

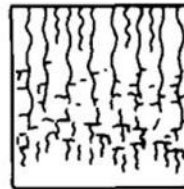


ausentes

Desarrollo del perfil de suelo



débil

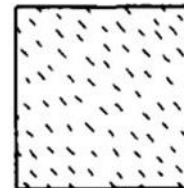


fuerte

Bioturbación

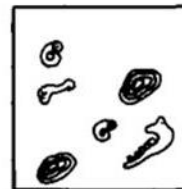


pocas trazas destacadas

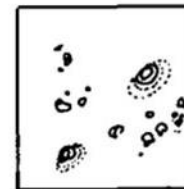


homogéneo por mezcla

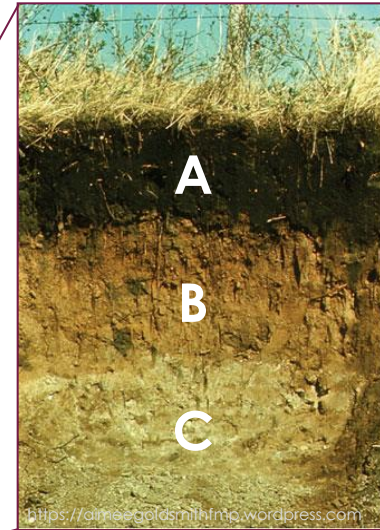
Restos de origen orgánico



preservados



deteriorados (e.g. meteorizados)



El desarrollo de horizontes indica estabilidad de la superficie (baja o nula sedimentación)

Sitio con huesos meteorizados



lenta sedimentación

Por ejemplo, aquí se observan dos indicadores de tasas de sedimentación en una secuencia fluvial



Estructuras sedimentarias primarias → rápida sedimentación

Desarrollo de suelo → lenta sedimentación

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En la planicie aluvial es frecuente que se sucedan episodios de **sedimentación** y de desarrollo de horizontes de suelo (**pedogénesis**)

De esta forma la sedimentación puede ser elevada o disminuir hasta casi ser nula

También ocurren períodos de **erosión** que generan discontinuidades en la secuencia y pueden retransportar materiales afectando su distribución horizontal *(ver clase La estratigrafía en arqueología)*



La suma de todos estos eventos genera la estratigrafía fluvial, que puede albergar materiales arqueológicos

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

### Ejemplo de un perfil estratigráfico fluvial

En esta secuencia de planicie de inundación de 1,80 m se observan múltiples episodios de sedimentación y pedogénesis, se indican los principales



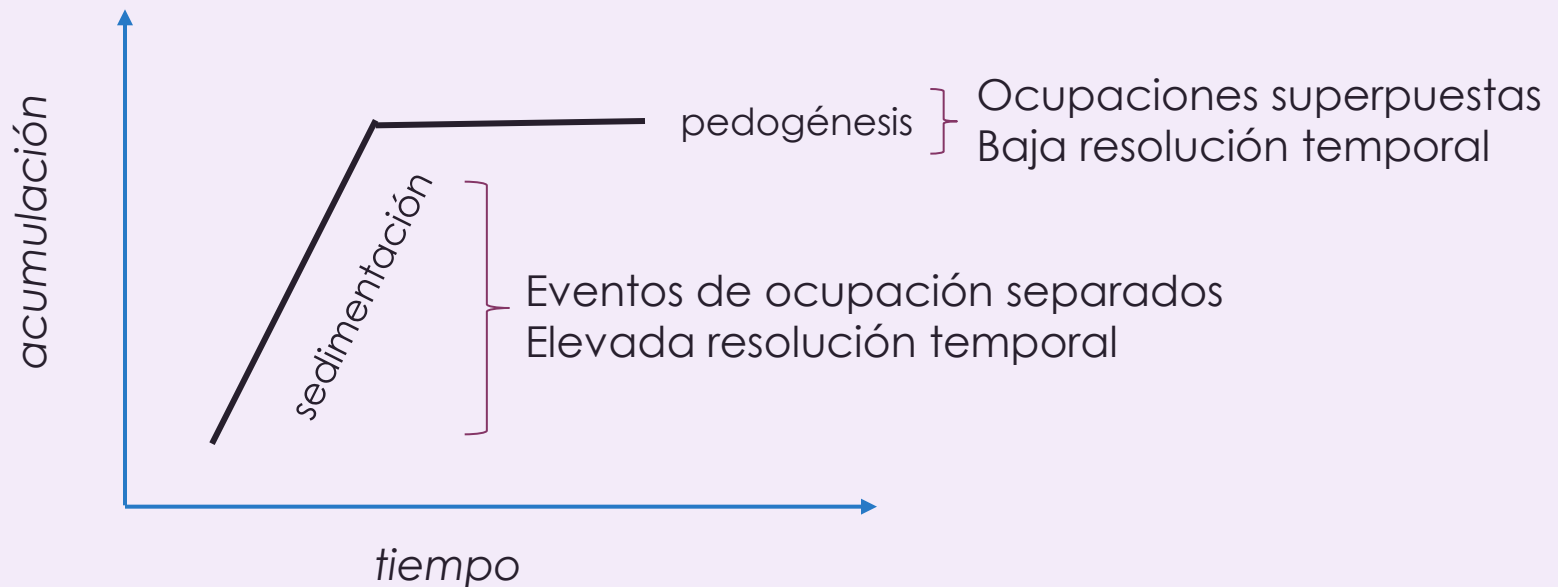
Ver video "Estratigrafía Fluvial"





## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En una secuencia como la anterior pueden graficarse la **acumulación** de sedimentos con **líneas alzadas**, y sus **pausas** (formación de suelos) con **líneas horizontales**, esta dinámica afectará la distribución vertical y resolución temporal del registro arqueológico

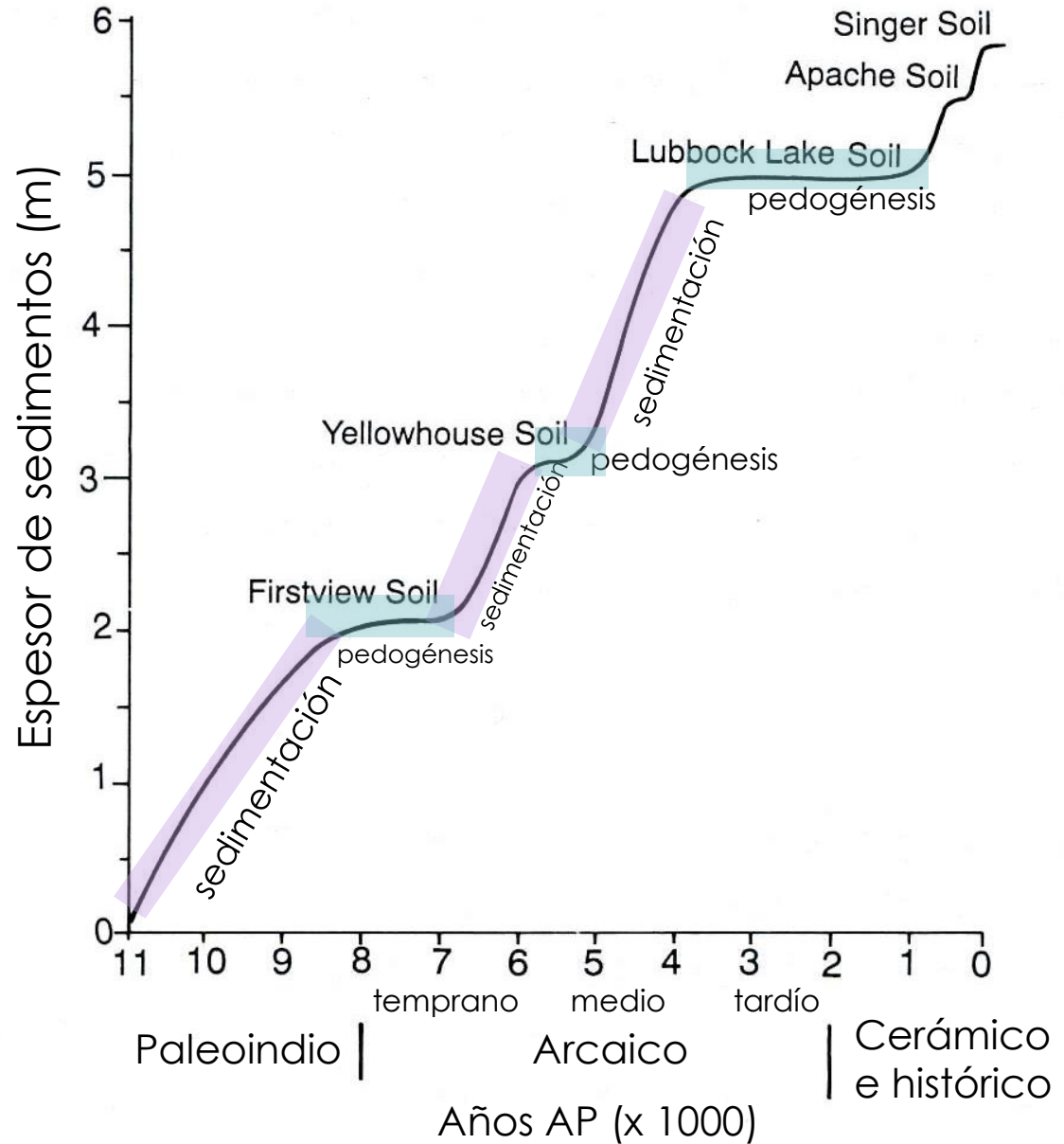


Veamos un ejemplo del uso de este gráfico...

El sitio Lubbock Lake (Arizona) ilustra una dinámica de sedimentación-pedogénesis que abarca todo el Holoceno

(Tomado de Holliday 1992)

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?



## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

Esta alternancia de sedimentación y pedogénesis en el sitio Lubbock Lake le imprimió **propiedades particulares** al registro arqueológico allí presente



Debido a que el suelo *Lubbock Lake* duró varios milenios no permite separar ocupaciones correspondientes a los períodos Arcaico Tardío y Cerámico, cuyos vestigios se hallan **superpuestos y concentrados en el horizonte A** de ese suelo, por falta de sedimentación



Sin embargo, en este sitio existe buena resolución para el Paleoindio y para el Arcaico medio, ya que en esa etapa ha predominado la acumulación de sedimentos, **separando los sucesivos eventos de ocupación**

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En cuencas pequeñas y arroyos es frecuente que **la erosión recorte mucho la estratigrafía fluvial** sesgando la evidencia arqueológica



Al tratarse de  **cursos de bajo orden**, poseen poca capacidad para almacenar sedimentos y registran **más eventos erosivos**



En la región pampeana argentina, como ocurre en otras partes de Latinoamérica, este sesgo afecta particularmente a las **ocupaciones correspondientes al Holoceno temprano-medio**

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

En estos valles es frecuente observar una **discordancia erosiva** entre los depósitos del Pleistoceno tardío y aquellos del Holoceno tardío



Ello genera una **visión sesgada de las ocupaciones humanas** para gran parte del Holoceno en estos pequeños valles, la evidencia de esas ocupaciones simplemente no existe porque **desaparecieron las unidades que podían contenerla** (Favier Dubois *et al.* 2017)

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica fluvial al registro arqueológico?

Como hemos visto en esta presentación, los mismos procesos que modelan el paisaje y la estratigrafía fluvial también modelan importantes propiedades del registro arqueológico que conserva como su distribución (vertical y horizontal), su cronología y su resolución temporal



Favier Dubois C. M. y V. Pedrotta 2007. Inundaciones recientes y procesos de formación del registro arqueológico en la localidad Arroyo Nieves (Pcia. de Buenos Aires). En *Arqueología en Las Pampas*, C. Bayón, A. Pupio, M. I. González, N. Flegenheimer y M. Frére (eds.), tomo 1, pp. 403-420, Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires.

Favier Dubois C. M., A. Massigoge y P. Messineo 2017. El Holoceno medio en valles del Area Interserrana Bonaerense, ¿escasez de sitios o de unidades portadoras? una perspectiva geoarqueológica. *Revista del Museo de Antropología*, 10 (2): 19-34.

French Ch. 2015. *A handbook of geoarchaeological approaches for investigating landscapes and settlement sites*. Oxbow Books, Oxford and Philadelphia, 118 pp.

Holliday V. T. 1992. Soil formation, Time and Archaeology. En *Soils in Archaeology. Landscape Evolution and Human Occupation*. Smithsonian Institution Press, Washington and London pp. 102-117.

Reid Ferring C. 1986. Rates of fluvial sedimentation: implications for archaeological variability. *Geoarchaeology, An International Journal* 13: 259-274.

Tchilinguirían P., D. Loponte y A. Acosta 2013/2014. Geoarqueología de los sitios Hunter y Meguay, Pampa ondulada, Provincia de Buenos Aires. *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología y Pensamiento Latinoamericano* 23 (2): 131-140.

Waters, M. R.

1992. *Principles of Geoarchaeology*. The University of Arizona Press. Tucson & London, Capítulo 3, Alluvial Environments.

2000. Alluvial stratigraphy and Geoarchaeology in the American Southwest. *Geoarchaeology, An International Journal*, 15 (6): 537-557.

# Distribución del registro arqueológico en contexto fluvial



Benjamín Acevedo Peralta  
Costa Rica



# Distribución del registro arqueológico en ambiente fluvial: esquema de la presentación

1. La distribución del registro arqueológico y los procesos de formación
2. Variables ambientales y distribución del registro arqueológico
3. Caso de estudio

# 1. La distribución del registro arqueológico y los procesos de formación

¿Qué factores controlan la distribución del registro arqueológico (RA)?

La distribución del RA depende de



El tipo de material arqueológico



El medio o **matriz** que lo contiene



Todos los procesos que ocurren entre su uso/descarte, sepultamiento y hallazgo

Por ello, los patrones de distribución de la evidencia arqueológica (tanto en vertical como en horizontal) deben analizarse de manera integral



De forma general, los procesos vinculados a la distribución espacial del RA son parte de los **procesos de formación del registro arqueológico**

## 1. La distribución del registro arqueológico y los procesos de formación

Los procesos de formación del registro o del sitio (PFS) son todos los factores, eventos, actividades y procesos a los cuales se ven expuestos los materiales arqueológicos e históricos luego de su uso inicial



Esto crea similitudes y diferencias en el RA y afecta su distribución, variabilidad, grado de conservación, tamaño, color, redondeamiento, entre otros (Schiffer 1991)



Existen dos tipos de PFS



Naturales



Culturales

## 1. La distribución del registro arqueológico y los procesos de formación

### PFS Naturales



Se refieren a eventos y procesos naturales que inciden en los depósitos arqueológicos



- Alteración de sitios
- Procesos regionales tales como vulcanismo, inundaciones y otros eventos naturales



Estos procesos son responsables sobre qué se preserva y qué no  
(Schiffer 1991, 1996)

### PFS Culturales



Están relacionados al comportamiento humano y afectan o transforman materiales arqueológicos luego de su utilización inicial



- Reutilización (cuando los objetos arqueológicos son reutilizados con la misma u otra función).
- Reclamación (cuando los objetos arqueológicos son retomados luego de su abandono)

## 2. Variables ambientales y distribución del registro

Las variaciones ambientales son cambios a través del tiempo en el medio biofísico en el cual se encuentra inserto el registro arqueológico y como tales forman parte de los PFS naturales:

inundaciones

deslizamientos

vulcanismo

bioturbación

escorrentía  
superficial

variaciones en  
el nivel freático

cambios en el  
nivel del mar

viento

temblores

Como hemos visto a lo largo del curso, estos procesos naturales pueden alterar y/o modificar la posición original de los materiales tantas veces como cambios ocurran en el tiempo

Por eso los arqueólogos deben **reconstruir esos cambios y luego interpretar el significado social del registro arqueológico**

### 3. Caso de estudio

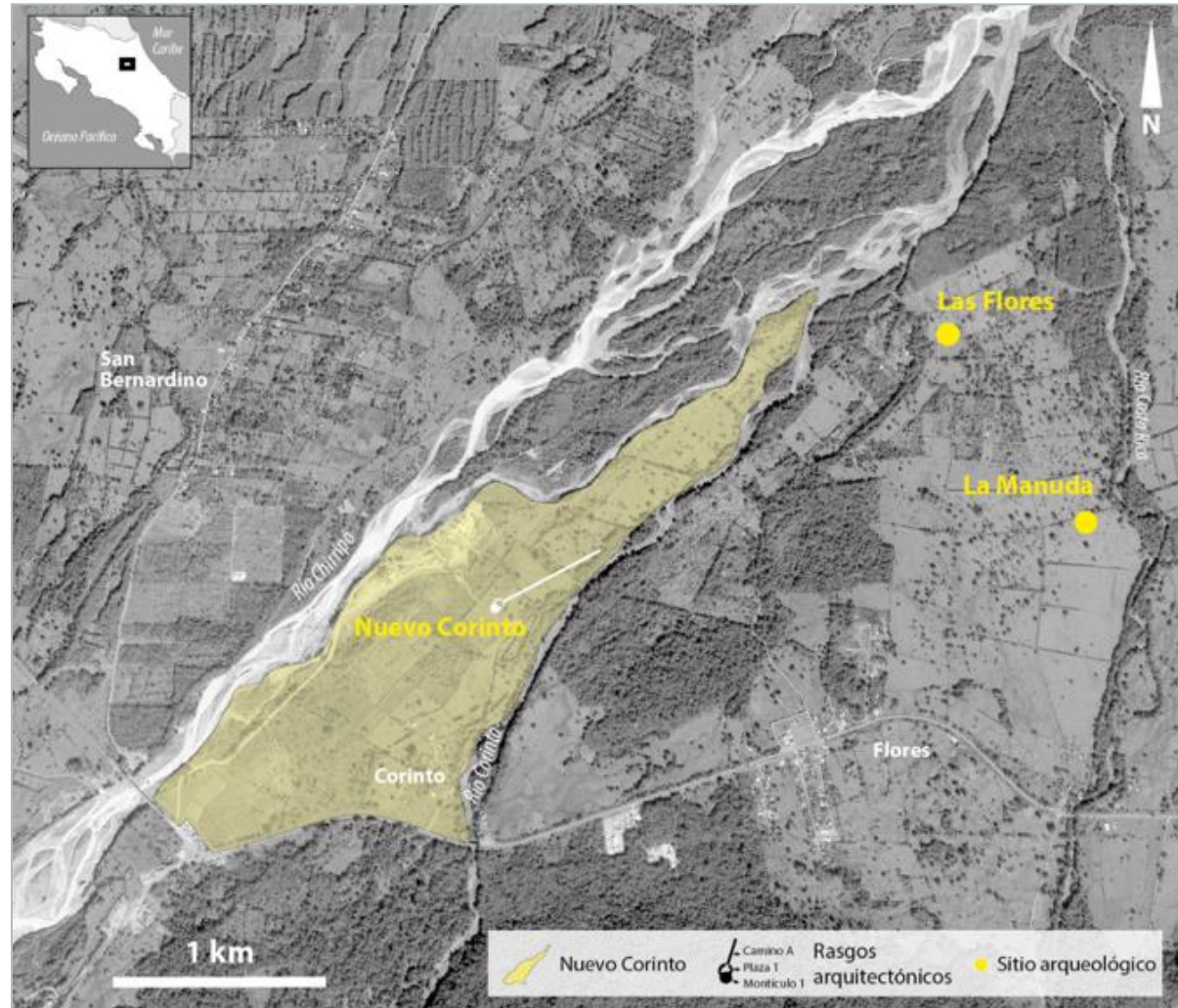
Veamos ahora un ejemplo en el que se aplican metodologías geoarqueológicas para explicar la ocurrencia del registro arqueológico y los cambios culturales observados....

#### Sitio arqueológico Nuevo Corinto (Costa Rica)

El sitio Nuevo Corinto se ubica en la vertiente Caribe de Costa Rica, en la Provincia de Limón



Se encuentra en la cuenca media del río Chirripó que en este sector tiene un diseño de drenaje entrelazado (ver clase *El registro arqueológico en ambientes fluviales*)

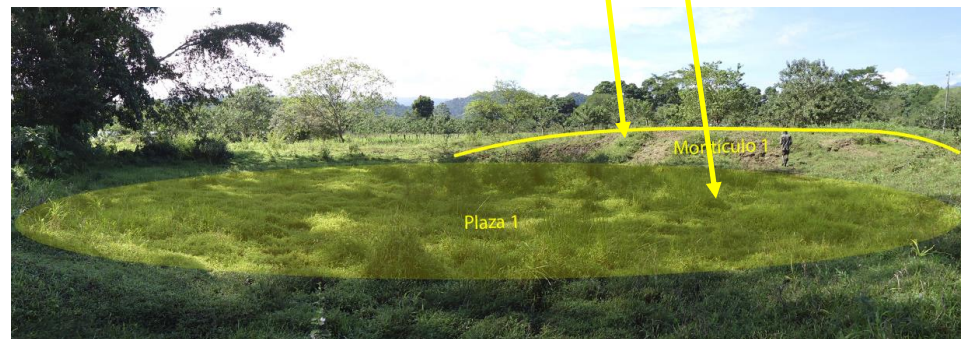
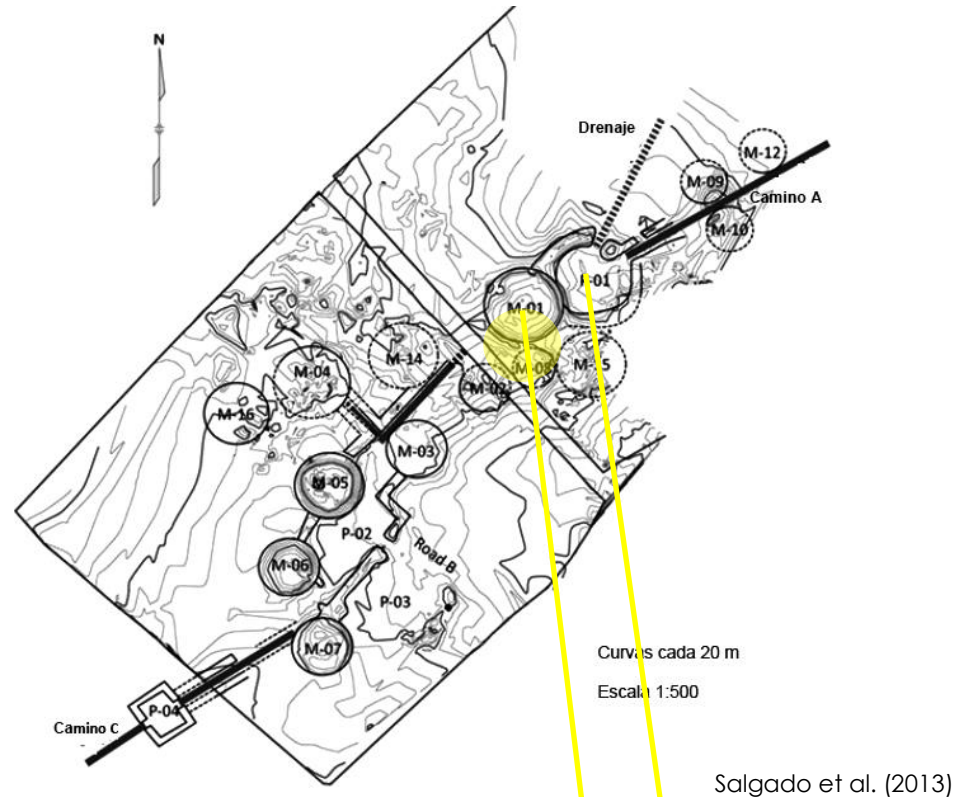


La historia ocupacional de Nuevo Corinto se extiende por casi 3000 años (Salgado et al. 2013)



- Fase La Montaña (1500-300 a.C.) con una ocupación dispersa y poca evidencia material
- Fase El Bosque (300 a.C.-300 d.C.) con rasgos arquitectónicos iniciales, hay una ocupación más extensa
- Fase La Selva (300-700 d.C.) continúa la nucleación
- Fase La Unión (700-1100 d.C.) surge una aldea nucleada (centro cacical)
- Fase La Cabaña (1100-1550 d.C.) la aldea pierde relevancia a inicios de la fase y se desocupa el sitio al menos 200 años antes de la llegada de los españoles

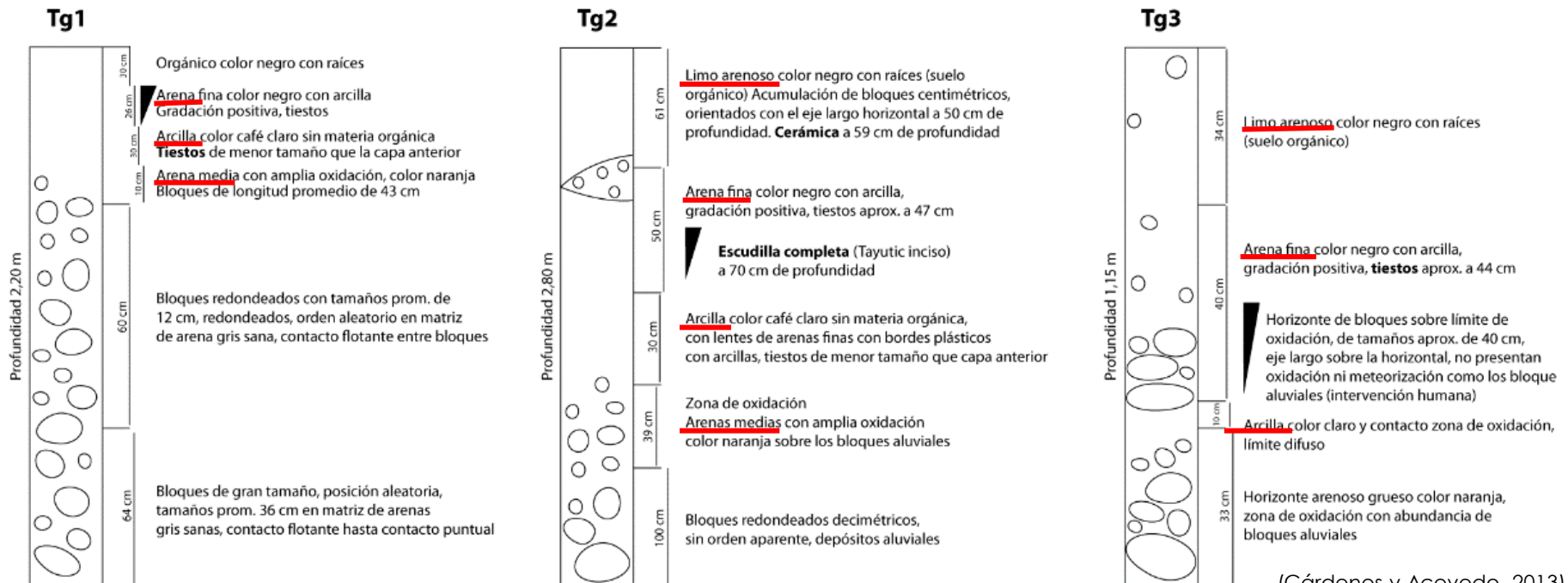
### 3. Caso de estudio



Debido a que el sitio se encuentra entre los ríos Chirripó y Corinto, en un sector afectado por inundaciones estacionales (junio-diciembre), surge el interrogante:

¿Cómo fue afectado el sitio durante su ocupación (o después) por estas inundaciones?

Se realizaron tres columnas estratigráficas en el sitio



(Cárdenas y Acevedo, 2013)



Las columnas estratigráficas evidenciaron



Eventos de inundación (limos, arcillas y arenas intercaladas)



Migración y relleno de cauces activos con la subsecuente formación de la planicie aluvial (la textura granulométrica en los perfiles disminuye)

Así entonces, se diseñó una metodología basada en el análisis del registro sedimentario y geomorfológico en los alrededores de los sitios, orientada a la exploración de:



Las variaciones hidrológicas



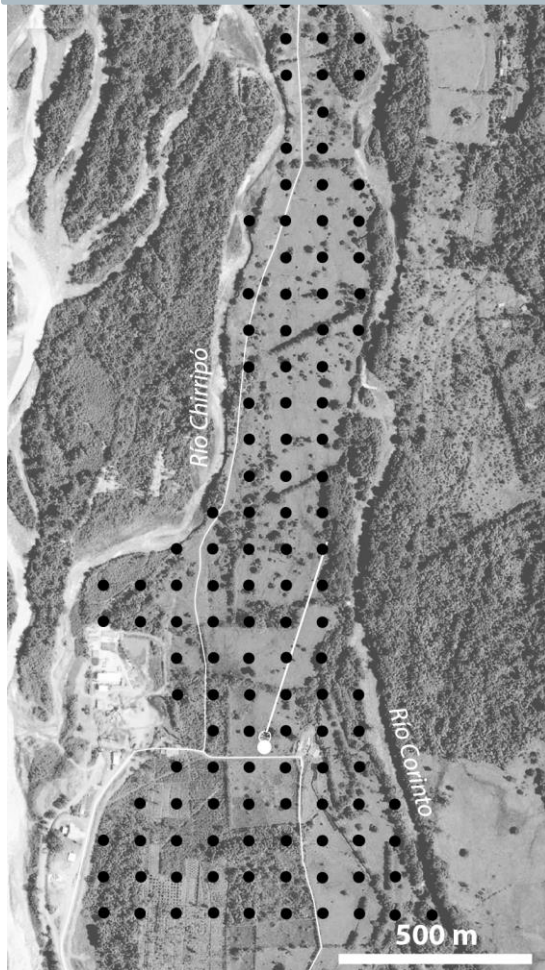
La incidencia de las inundaciones



Los cambios ambientales asociados

Así, se realizaron pozos de sondeo y se relevó la geomorfología de la zona

### 3. Caso de estudio

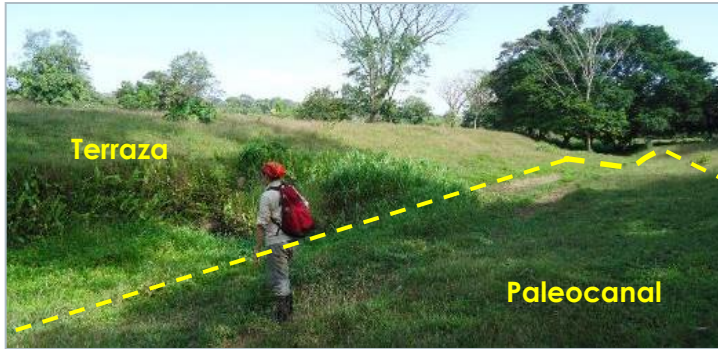
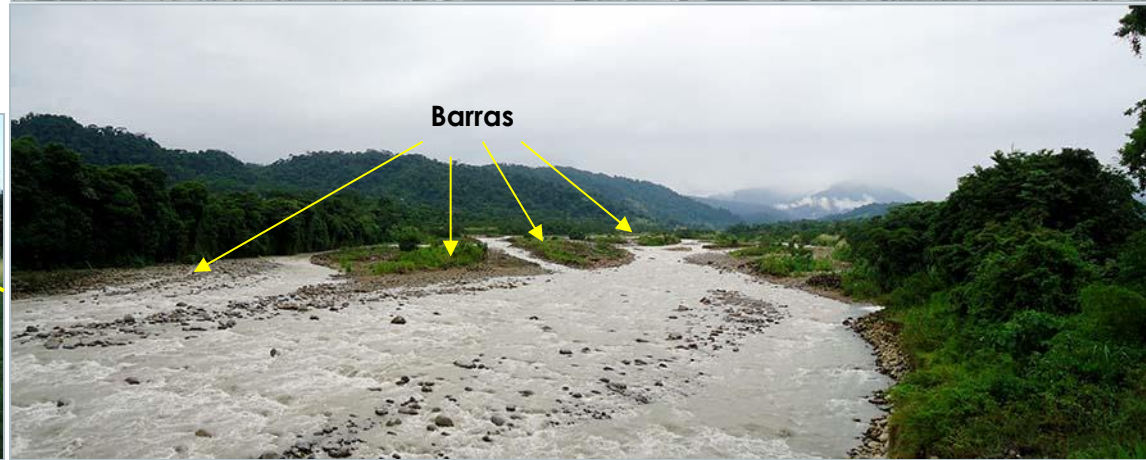


Pozos de sondeo exploratorios para evaluar la distribución de evidencia cerámica, estratigrafía y sedimentología

Fotografías aéreas y recorridos a pie para caracterizar la geomorfología

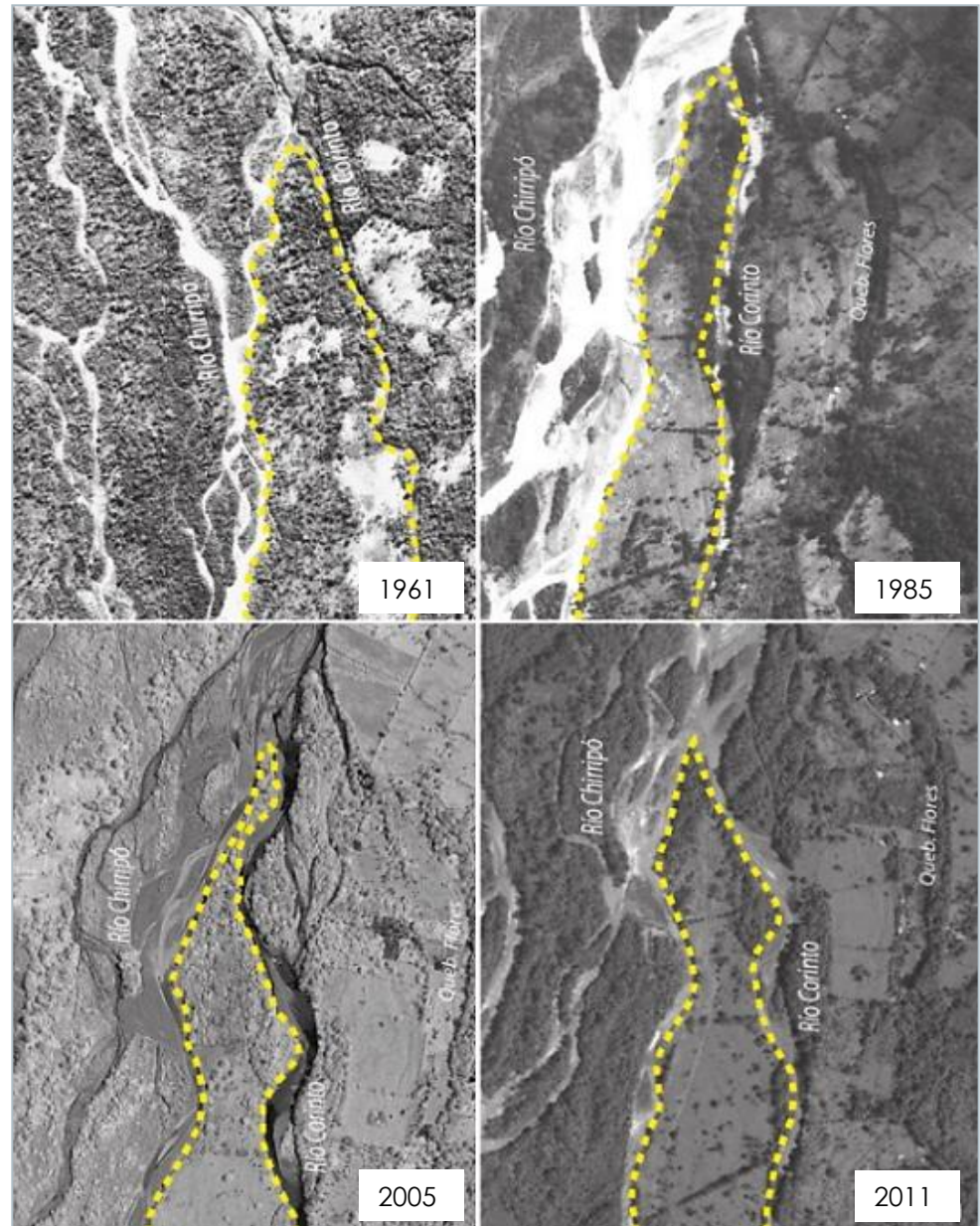
Algunas de las geoformas reconocidas fueron:

- Terrazas
- Paleocanales
- Aluviones
- Barras
- Islas (vegetadas)



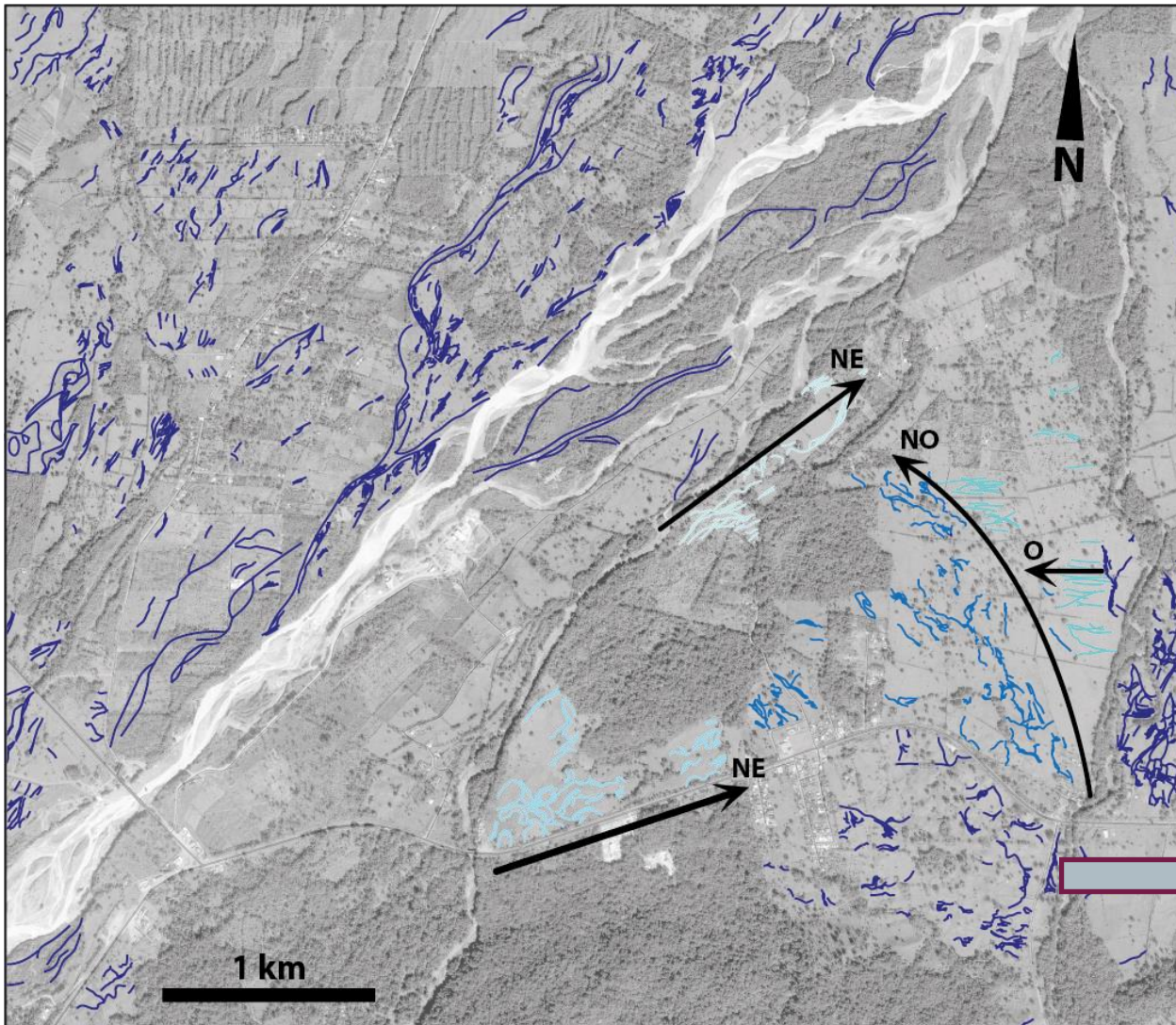
### 3. Caso de estudio

Las variaciones en los cauces activos (especialmente del Chirripó) han modificado la forma de los drenajes a lo largo de los años



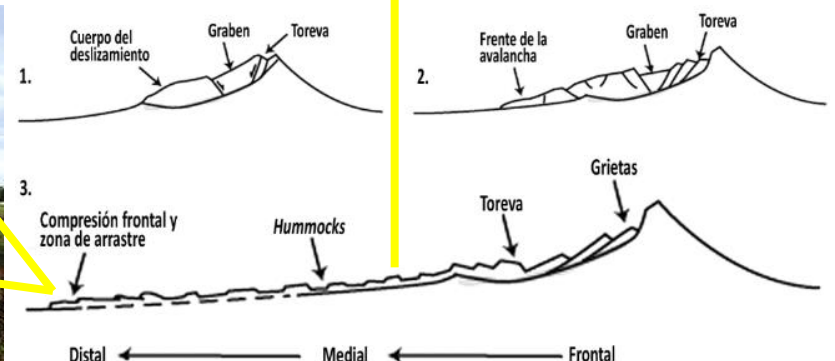
### 3. Caso de estudio

Los paleocanales (marcados en tonos azules en el mapa) tienen una dirección concordante con la dirección del flujo actual excepto hacia el NE. Allí se observan al menos cuatro direcciones distintas



Patrón de drenaje irregular

El sector con patrón de drenaje irregular está vinculado a un depósito de una antigua avalancha de detritos (Alvarado et al. 2004) que parece haber tenido un gran impacto en la dirección de los paleocanales y distribución hidrológica

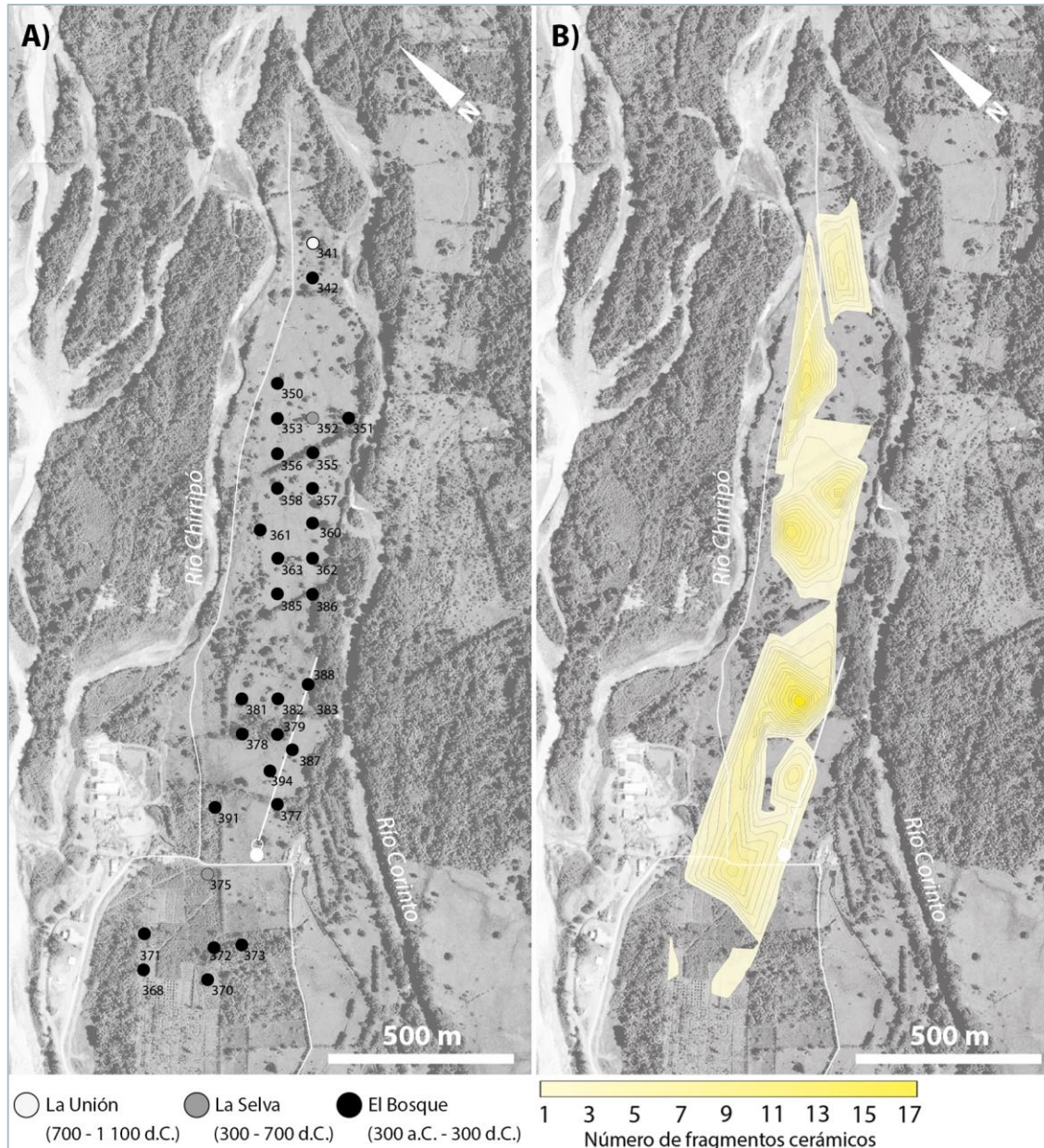


Modificado de: Van Wyk y Davies (2015)

¿Cuál sería la vinculación de estos eventos con la distribución del registro arqueológico dentro del sitio Nuevo Corinto?

### 3. Caso de estudio

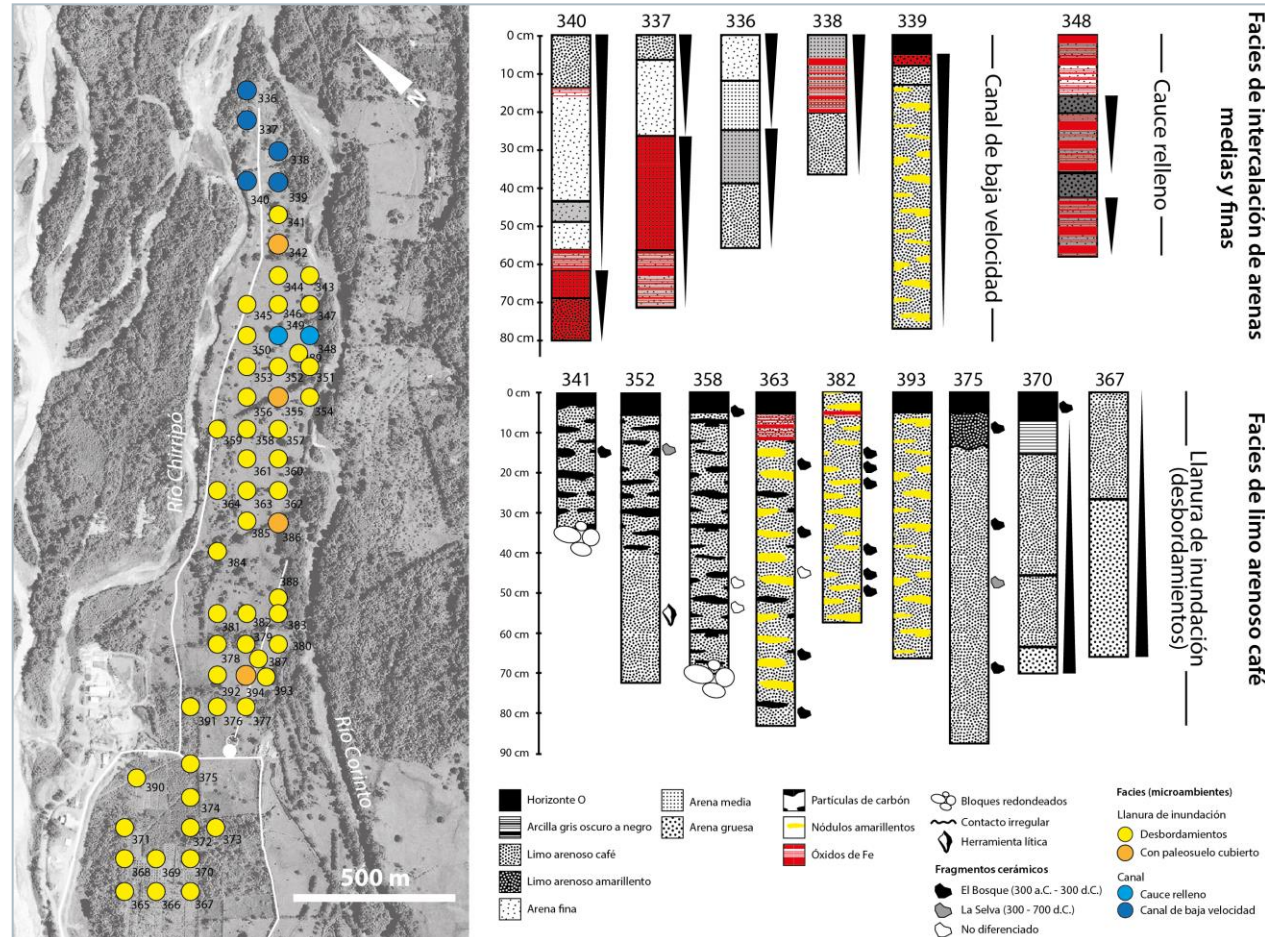
La mayor parte de la cerámica recuperada (78%) de los pozos exploratorios **(A)**, se definió como perteneciente a la *Fase El Bosque* (300 a.C.-300 d.C.), distribuida en pequeñas acumulaciones discontinuas **(B)**, y en una densidad mucho menor a la presentada en el sector central del sitio



### 3. Caso de estudio

La estratigrafía del área consistió principalmente de limos y arenas intercalados, agrupados en cuatro facies fluviales con sus respectivos microambientes de deposición

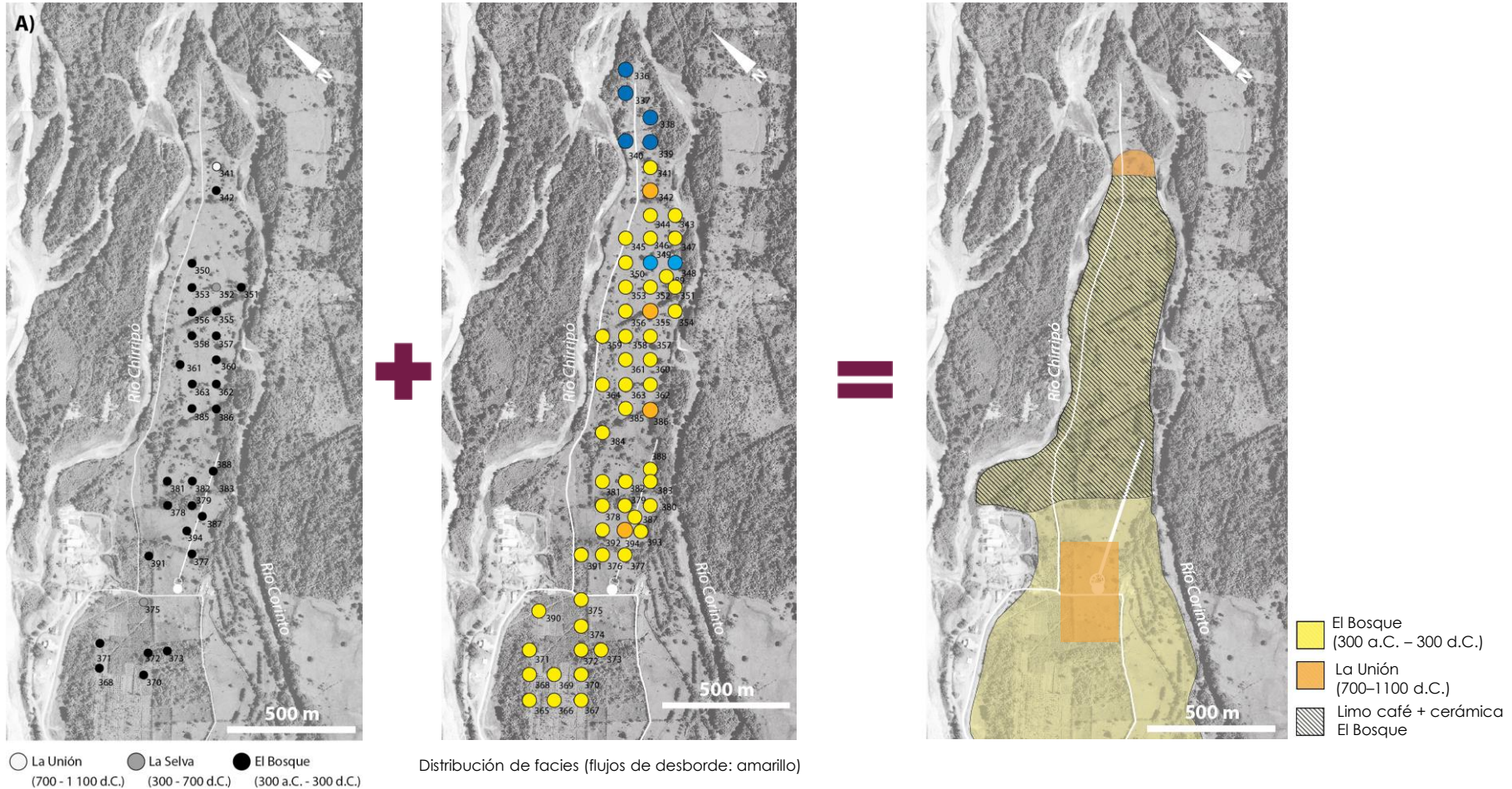
- Facies de cauce activo (bloques redondeados)
- Facies de flujos de desborde o inundación (arenas medias y finas intercaladas)
- Facies de flujos de desborde/inundación extraordinarios (limo arenoso color café con registro de ocupaciones humanas *El Bosque* -300 a.C.-300 d.C.)
- Facies de llanura de inundación (limo arenoso gris oscuro a negro)



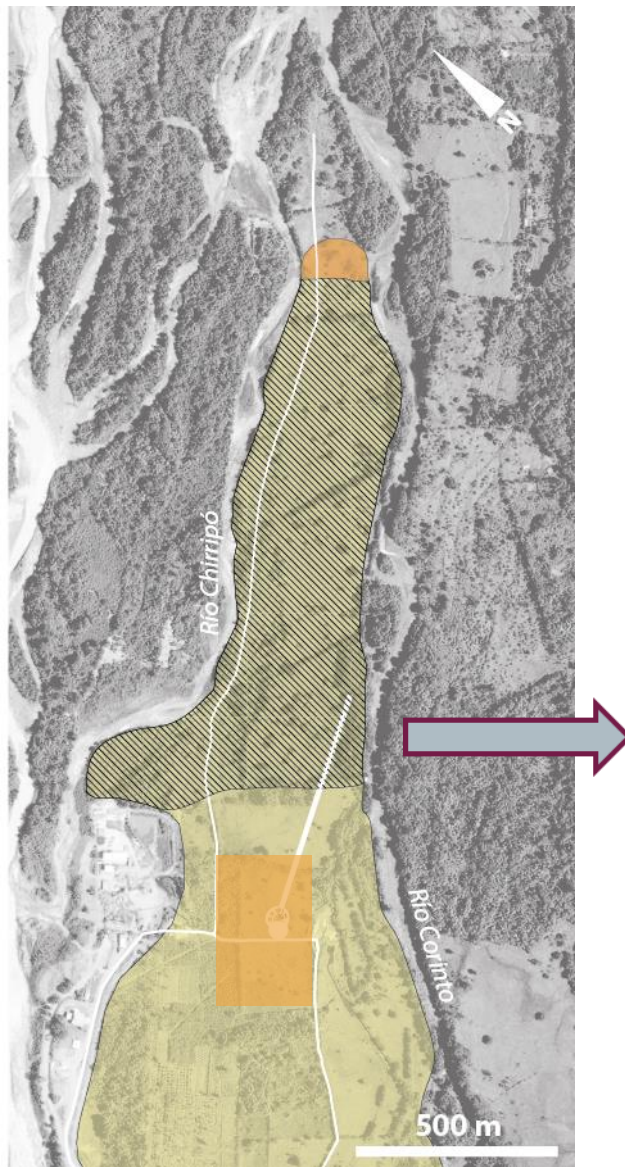


### 3. Caso de estudio

Así entonces, existe una asociación entre la cerámica *El Bosque* y el limo arenoso café donde fue recuperada, es decir en flujos de desborde/inundación extraordinarios, los cuales están expuestos en superficie sin ninguna evidencia de sedimentación posterior ni de ocupación alguna luego de *El Bosque*

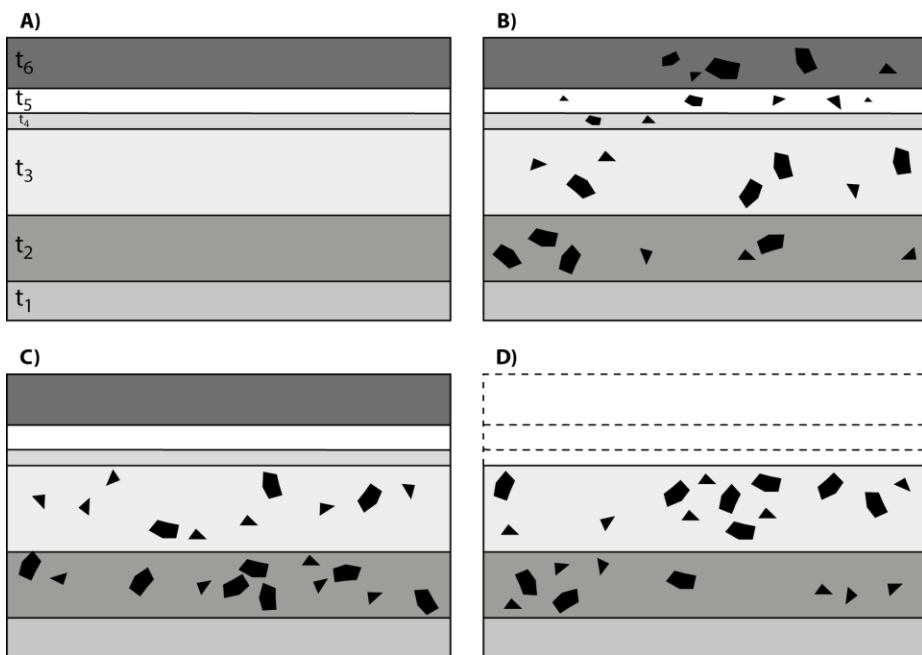


### 3. Caso de estudio



¿Entonces, ésta área estuvo desocupada los siguientes 1250 años del periodo precolombino y no ha tenido, hasta el día de hoy, sedimentación aluvial?

En estratigrafía, a la **interrupción de la continuidad del registro geológico** se le conoce como **hiato**. Esta interrupción se debe a la ausencia de materiales estratificados que en condiciones normales deberían estar presentes, pero que faltan por no haberse depositado o por haberse erosionado antes del depósito de la unidad suprayacente (Vera 1994)



- A) Sedimentación continua sin ocupación
- B) Sedimentación y ocupación continuas
- C) Sedimentación continua con cese de la ocupación
- D) Registro sedimentario y/o arqueológico más recientes borrados

En el sector NE de Nuevo Corinto, es posible observar tanto una ausencia del registro geológico como del RA, posterior a *El Bosque*, es decir, un área donde existe un hiato (**D**), que bien podría estar vinculado con la avalancha de detritos y los cambios hidrológicos que pudo haber generado



Así entonces, no es posible afirmar que existió ocupación en el NE del sitio luego de *El Bosque*

Para el caso de Nuevo Corinto este hiato lleva a repensar la nucleación propuesta para el sitio



La distribución de la cerámica *El Bosque* en el área se interpretó como parte de un patrón de asentamiento disperso, resultado de cambios sociales (Salgado et al. 2013)



### 3. Caso de estudio

Sin embargo, desde la geoarqueología puede proponerse que **esa distribución es resultado de inundaciones y de un proceso erosivo natural**, mayormente vinculados con la formación del hiato



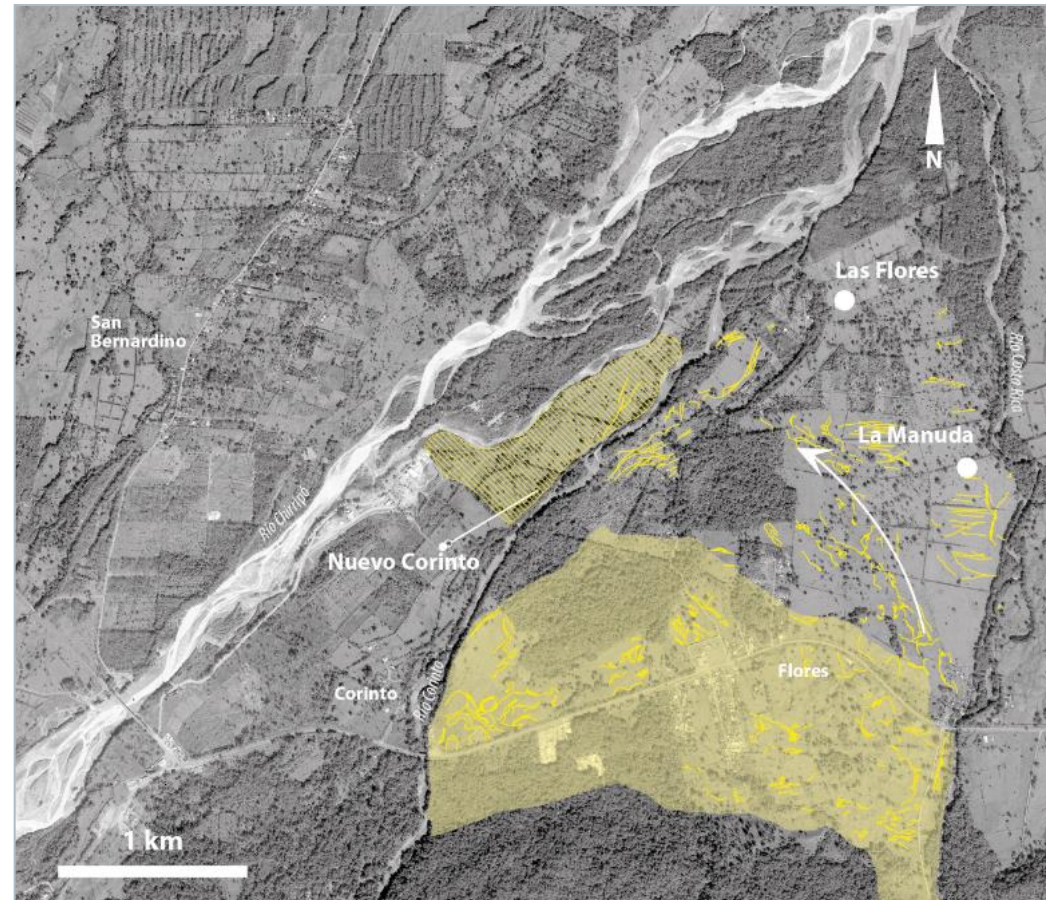
## A modo de cierre

Los registros sedimentarios y arqueológicos presentan un hiato que restringen temporalmente el escenario de análisis al noreste del sitio a la fase *El Bosque* (300 a.C.-300 d.C.) basados en el material cerámico contenido en los sedimentos de inundación

Ocurrió un evento erosivo (avalancha de detritos) que provocó cambios hidrológicos y generó el hiato, siendo probablemente responsable también de la distribución actual del material cerámico al noreste del sitio



Dada esta evidencia no podría afirmarse con certeza el modelo de nucleación propuesto para Nuevo Corinto, aunque tampoco lo invalida del todo



- Alvarado, G. E., Vega, E., Chaves, J. y Vásquez, M. (2004). Los grandes deslizamientos (volcánicos y no volcánicos) de tipo *debris avalanche* en Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 30, 83-99.
- Cárdenes, G. y Acevedo, B. (2013). Anexo 1: Aspectos geológicos. En S. Salgado, J. Hoopes, M. Aguilar y P. Fernández (eds), *El sitio Nuevo Corinto (L-72-NC): Una aldea cacical* (pp. 86-96). San José: Universidad de Costa Rica. Informe de investigación inédito. Recuperado de <http://antropologia.ucr.ac.cr/images/anexo%20123.pdf>
- Salgado, S., Hoopes, J., Aguilar, M. y Fernández, P. (2013). *El sitio Nuevo Corinto (L-72-NC): Una aldea cacical*. San José: Universidad de Costa Rica. Manuscrito inédito. Recuperado de <http://antropologia.ucr.ac.cr/index.php/investigacion/proyectos/113-investigaciones-del-sitio-nuevo-corinto-l-72-nc>
- Schiffer, M. B. (1991). Los procesos de formación del registro arqueológico. *Boletín de Antropología Americana*, 23, 39-45.
- Schiffer, M. B. (1996). *Formation processes of the archaeological record*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Van Wyk, B. y Davies, T. (2015). Landslides, debris avalanches, and volcanic gravitational deformation. En H. Sigurdsson, B. Houghton, S. R. McNutt, H. Rymer y J. Stix (eds), *The Encyclopedia of Volcanoes* (pp. 665-685). Amsterdam: Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-385938-9.00038-9
- Vera, J. A. (1994). *Estratigrafía. Principios y métodos*. Madrid: Editorial Rueda.

# El registro arqueológico en ambientes eólicos



Daniela Storchi Lobos  
Argentina

Hoyadas de deflación en dunas, San Luis, Argentina

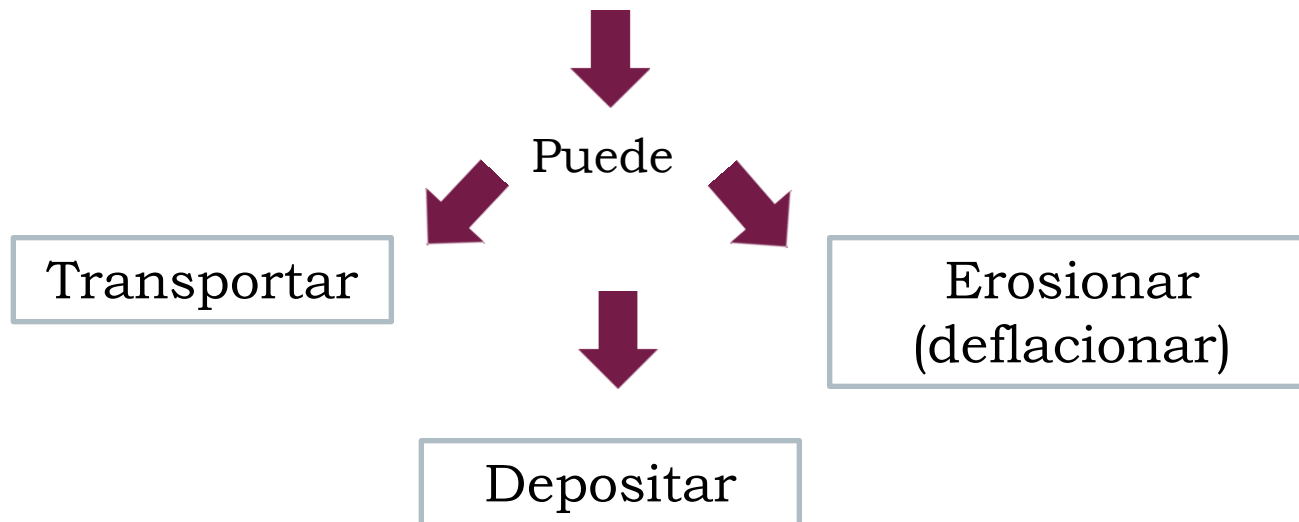
# El registro arqueológico en ambientes eólicos: esquema de la presentación

1. La dinámica sedimentaria eólica
2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?
3. Posibles metodologías para el análisis del registro arqueológico  
en ambientes eólicos



# 1. La dinámica sedimentaria eólica

En ambientes áridos y semi-áridos el principal agente morfogenético es el **viento**



Sedimentos

¿Cómo lo hace?

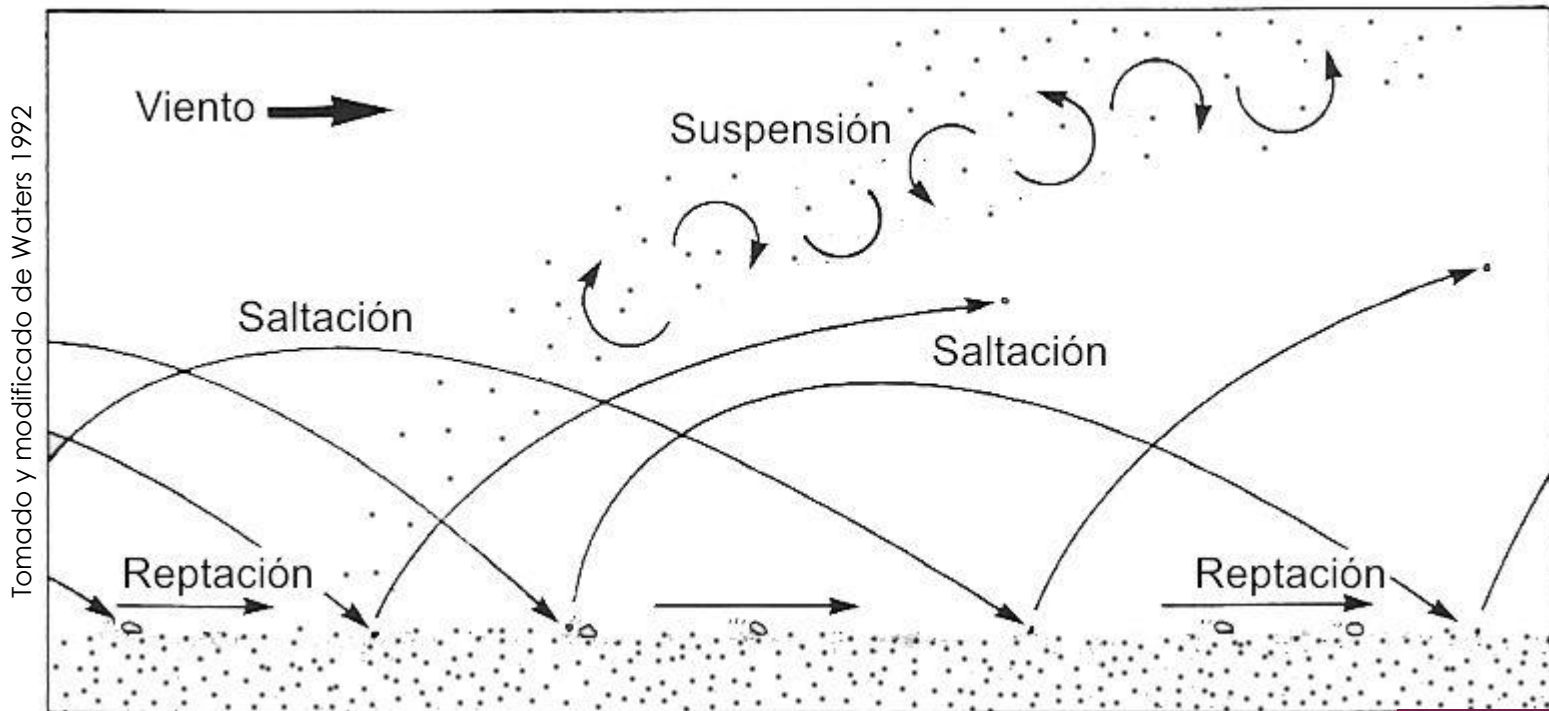
# Mediante tres mecanismos de transporte

1. Reptación

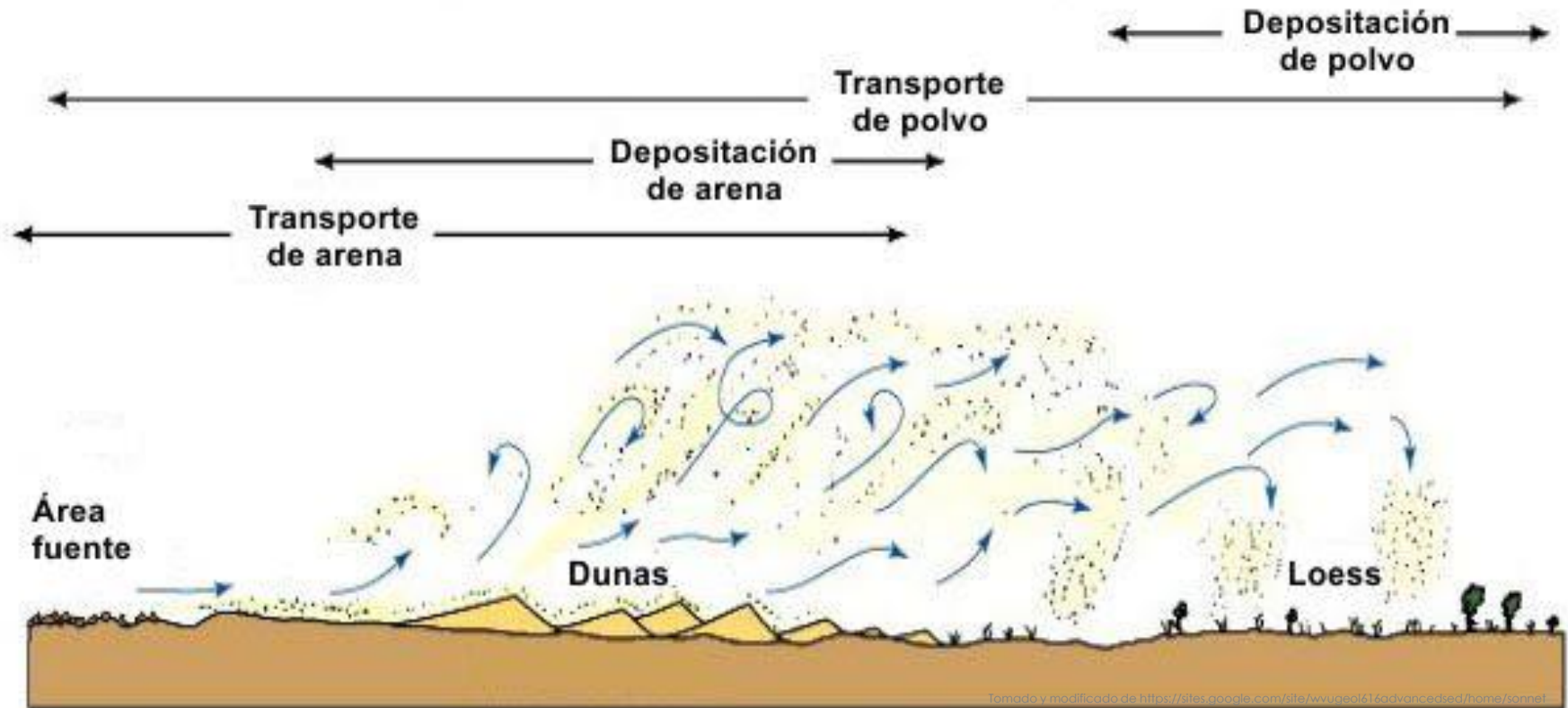
2. Saltación

3. Suspensión

Estos mecanismos dependen del tamaño de partícula, velocidad e intensidad del viento; a mayor velocidad del viento mayor capacidad de transporte de partículas grandes y *vice-versa*



Cuando el sedimento tiene tamaños de clastos variados, el viento los transporta a distancias diferentes según esos tamaños...



... modelando diferentes geoformas a lo largo del paisaje

# Esas geoformas pueden ser

## Geoformas de **Acumulación**

### 1. Dunas



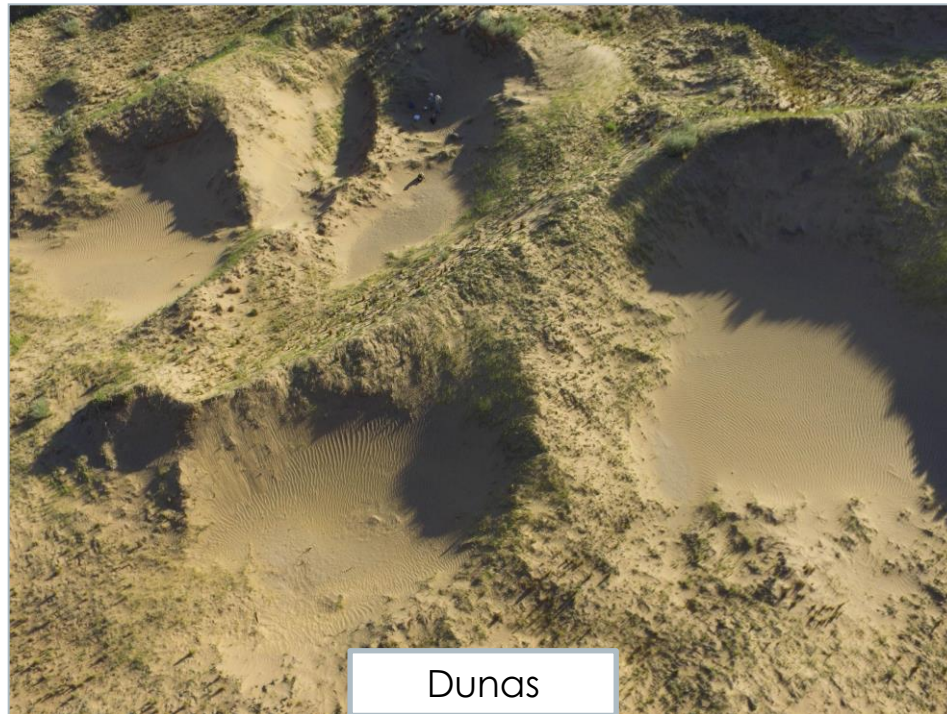
### 2. Mantos loésicos



Esas geoformas pueden ser

Geoformas de **Erosión**

3. Bajos/hoyadas de deflación  
(erosión eólica de las arenas)



Dunas

4. Yardangs  
(erosión eólica de las rocas)



Afloramientos rocosos

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

La dinámica de este ambiente es paradójica porque



Los sedimentos transportados por el viento sepultan materiales arqueológicos



**Favoreciendo la preservación** del registro y sus propiedades



El viento remueve los sedimentos que cubren los materiales arqueológicos, exponiéndolos



**Favoreciendo la destrucción** del registro y sus propiedades

## ¿Qué factores favorecen la preservación y la destrucción?

### Preservación favorecida por:

- El rápido sepultamiento de los materiales
- La estabilización (cobertura vegetal) de las dunas o los depósitos loésicos
- La formación de suelos (que otorga una mayor resistencia a la deflación eólica)

### Destrucción favorecida por:

- La deflación (erosión) de los sedimentos que contienen al registro arqueológico
- La exposición a las condiciones de superficie/intemperie (abrasión eólica, meteorización, pisoteo, entre otras)

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

Tomemos, por ejemplo, un caso de buena preservación



Hubo un rápido sepultamiento



Que propició la preservación de lentes de concheros en la estratigrafía de una duna cercana al mar  
(Patagonia, Argentina)

### **Así, suelen preservarse:**

- Las secuencias y relaciones estratigráficas
- Las cronologías relativas
- La resolución e integridad del registro arqueológico  
(aunque sujeto a procesos postdepositacionales)





## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

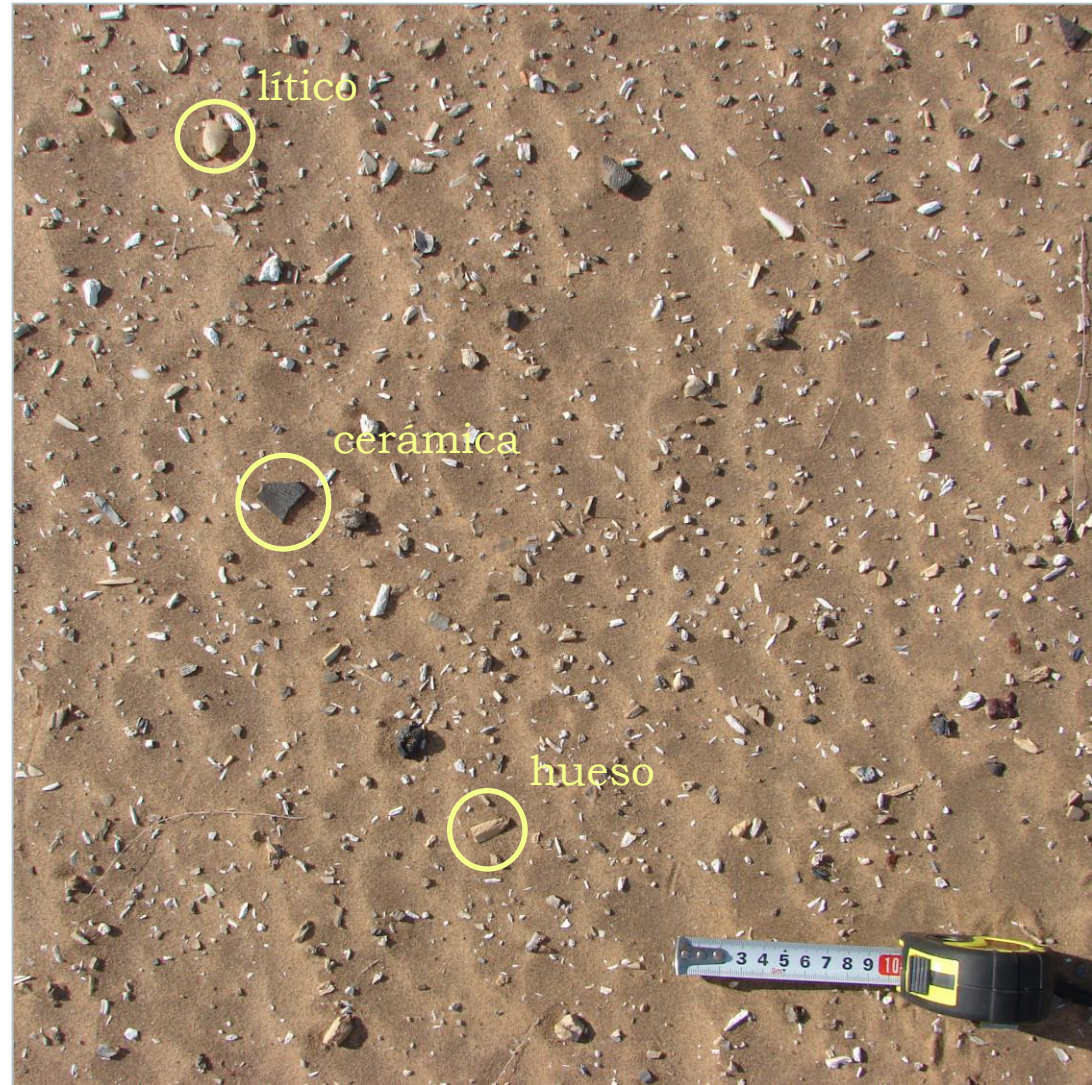
Tomemos ahora un caso de destrucción



Cuando se deflacionan los sedimentos, las cerámicas, líticos y fragmentos óseos quedan en superficie en las hoyadas de deflación (Pampa seca, Argentina)

### Así, suelen perderse:

- Las secuencias y relaciones estratigráficas
- Las cronologías relativas
- La resolución e integridad del registro arqueológico



Estos procesos favorecen la formación de **palimpsestos** en superficie

## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

Veamos un caso de sedimentación lenta



El loess se deposita lentamente en forma de manto y cubre los materiales arqueológicos, como se observa en este perfil de un sitio en la región pampeana argentina

**Estos contextos deben estudiarse teniendo en cuenta:**

- El tiempo que estuvieron expuestos los materiales antes de ser enterrados
- La posibilidad de meteorización y abrasión por exposición previa al sepultamiento
- El impacto de la formación de horizontes de suelos y la bioturbación sobre los materiales y cómo modifica su distribución



## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

La dinámica de estos ambientes eólicos también afecta a la concentración de materiales arqueológicos



La acción de la deflación en conjunto con la gravedad favorecen la concentración de materiales arqueológicos en los fondos de las hoyadas de deflación tal como se observa en la imagen inferior

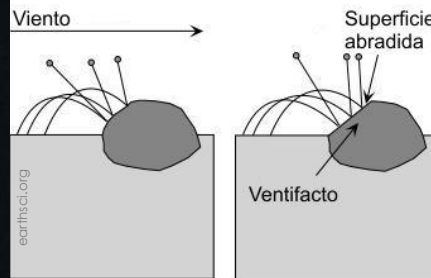


## 2. ¿Cómo afecta la dinámica eólica al registro arqueológico?

En estos contextos eólicos existen también

Materiales “engañosos” como...

↓  
Ventifactos



Por sus aristas bien marcadas y su pulido suelen ser confundidos con artefactos antrópicos pero tienen un origen natural

↓  
Artefactos líticos pulidos  
(pierden sus rasgos tecnológicos)



Artefactos líticos de origen antrópico con diversos grados de pulimento natural en sus superficies

Analizando la geología local y los materiales que allí afloran podemos aproximar una respuesta a la pregunta “¿son materiales naturales o antrópicos?”

### 3. Posibles metodologías para el análisis del registro arqueológico en ambientes eólicos

Como hemos visto, los casos metodológicamente más desafiantes son aquellos en los que el registro arqueológico y sus propiedades se encuentran totalmente alterados



Esto es así porque se modifican los contextos de depositación originales, las relaciones entre los conjuntos y las cronologías relativas

Entonces, ¿cómo obtenemos información de esos conjuntos?

### 3. Posibles metodologías para el análisis del registro arqueológico en ambientes eólicos

## 1. Podemos recabar *información cronológica* de la siguiente manera:

➤ Se pueden usar **materiales diagnósticos** para dar un anclaje cronológico a algunos conjuntos

- Tipos de puntas de proyectil
- Estilos cerámicos
- Otros...

➤ Podemos **datar los sedimentos** sobre los que apoyan los materiales para establecer cronologías máximas de los conjuntos (por ejemplo mediante la técnica de **OSL**)

**OSL** (*optically stimulated luminescence*): método radiogénico de datación que mide la cantidad de luz emitida por los cristales de cuarzo contenidos en el sedimento. La cantidad de luz emitida depende del tiempo que el cristal de cuarzo estuvo sepultado: a mayor luz, mayor edad y vice-versa (Esta técnica se verá en el Módulo 5)

➤ Observando los rasgos del paisaje podemos establecer **correlaciones entre las unidades portadoras** y los materiales arqueológicos (*ver clase El contexto geomorfológico de los sitios*)

**Unidades** del paisaje: dunas, suelos, paleosuelos, lagunas, paleolagunas, entre otras.

### 3. Posibles metodologías para el análisis del registro arqueológico en ambientes eólicos

## 2. Podemos evaluar el *origen de los materiales* con los siguientes métodos:

- Podemos analizar el **contexto geológico y geomorfológico** para establecer qué materiales son naturales y cuáles antrópicos

Por ejemplo:

Diferenciar entre ventifacto y artefacto lítico pulido observando la disponibilidad de materiales líticos naturales



Si en la localidad no hay materias primas líticas disponibles localmente, es probable que una pieza pulida sea un artefacto, no un ventifacto

- Se debe observar la **tafonomía local** para ver el impacto natural sobre la densidad y origen de los conjuntos arqueofaunísticos

**Tafonomía local:** qué animales mueren y cómo se entierran sus huesos en determinada localidad

### 3. Posibles metodologías para el análisis del registro arqueológico en ambientes eólicos

## 3. Las *relaciones entre paisaje y registro arqueológico* pueden evaluarse de estas maneras:

➤ Observando **indicadores ambientales en los materiales** podemos obtener información sobre sus contextos de depositación y exposición

Enterramiento bajo un suelo



- Marcas de raíces sobre huesos
- Recubrimientos de carbonatos de calcio en huesos, líticos y cerámica

Exposición a condiciones de superficie



- Abrasión de materiales líticos y cerámicos
- Meteorización de los materiales óseos

➤ Luego, observando los **rasgos del paisaje** en el que los conjuntos arqueológicos se encuentran, es posible evaluar hipótesis sobre los contextos de depositación y exposición de esos materiales

Presencia de suelos



- Horizontes de suelo
- Rizoconcreciones

Evidencias de reactivación del paisaje



- Hoyadas de deflación
- Dunas activas



Éstas son sólo algunas ideas para estudiar el registro arqueológico en ambientes eólicos



Sin embargo, dada la variabilidad de cada contexto, siempre es necesario elaborar metodologías acordes al caso y a cada pregunta de investigación

Butzer, K. W. 1989. *Arqueología – Una Ecología del Hombre*. Ediciones Bellaterra, Barcelona, España.

Storchi Lobos, D. 2018. Estudio geoarqueológico y tafonómico de palimpsestos en las dunas de la localidad Sayape (San Luis, Argentina). *Revista del Museo de Antropología* 11 (2): 73-84.

Strahler A. y Strahler A. 1994. *Geografía Física*. Barcelona, Omega. Capítulo 20: Morfología Eólica.

Waters, R. M. 1992. *Principles of Geoarchaeology*. Capítulo 4: Eolian Environments. The University of Arizona Press, Tucson.

Zárate, M. 2015. Mirada geoarqueológica al loess pampeano. En: *Geoarqueología Na América do Sul*. Rubin de Rubin, Favier Dubois y Theodoro da Silva organizadores. Pp: 331-356. Editora da PUC Goiás. Brasil.

Cristian M. Favier Dubois  
Argentina

# El registro arqueológico en ambientes de aleros y cuevas

Alero en Punta Pórfido, patagonia argentina

# El registro arqueológico en ambientes de aleros y cuevas: esquema de la presentación

1. ¿Cómo se forma un alero?
2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?
3. Procesos postdepositacionales que afectan al registro arqueológico
4. Caso de estudio

# 1. ¿Cómo se forma un alero?

Los aleros y cuevas son ambientes restringidos con una dinámica particular

Se forman, maduran y degradan en un patrón variable que debe estudiarse a escala regional para interpretar el registro arqueológico que contienen

# 1. ¿Cómo se forma un alero?

Los principales contextos en los que se desarrollan aleros y/o cuevas son

Paisaje kárstico



Serranías



Bloques erráticos



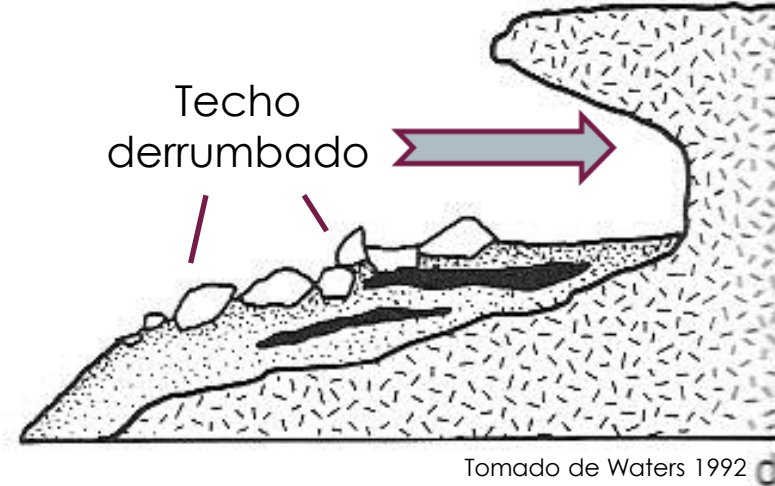
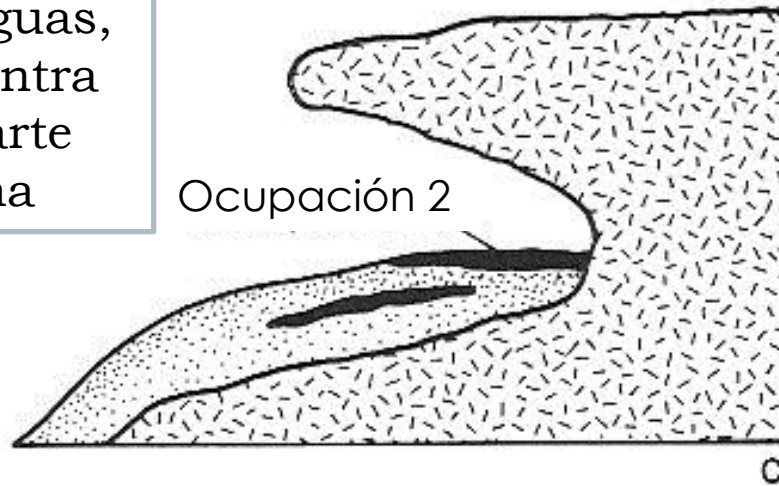
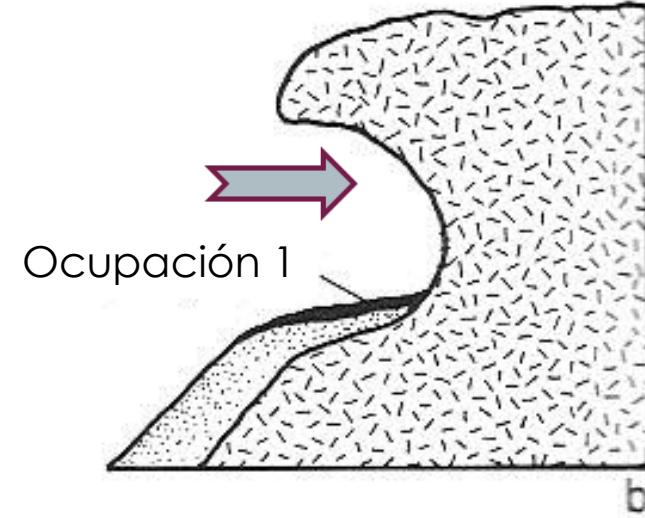
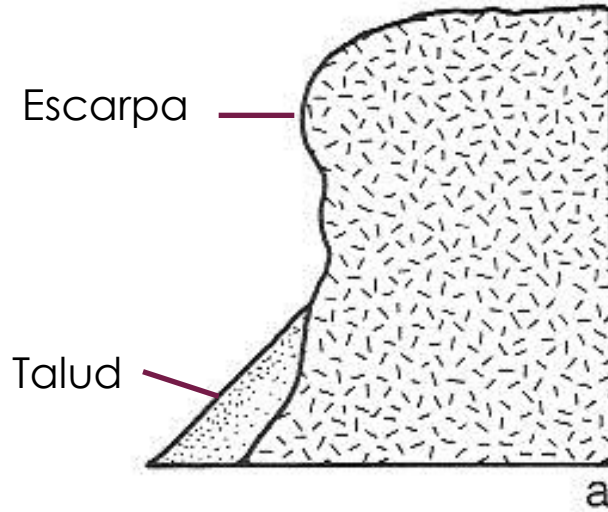
Farallones en paredes de valles



## 1. ¿Cómo se forma un alero?

El alero evoluciona en forma retrocedente (hacia adentro de la roca) desarrollándose en su frente un talud de derrubios

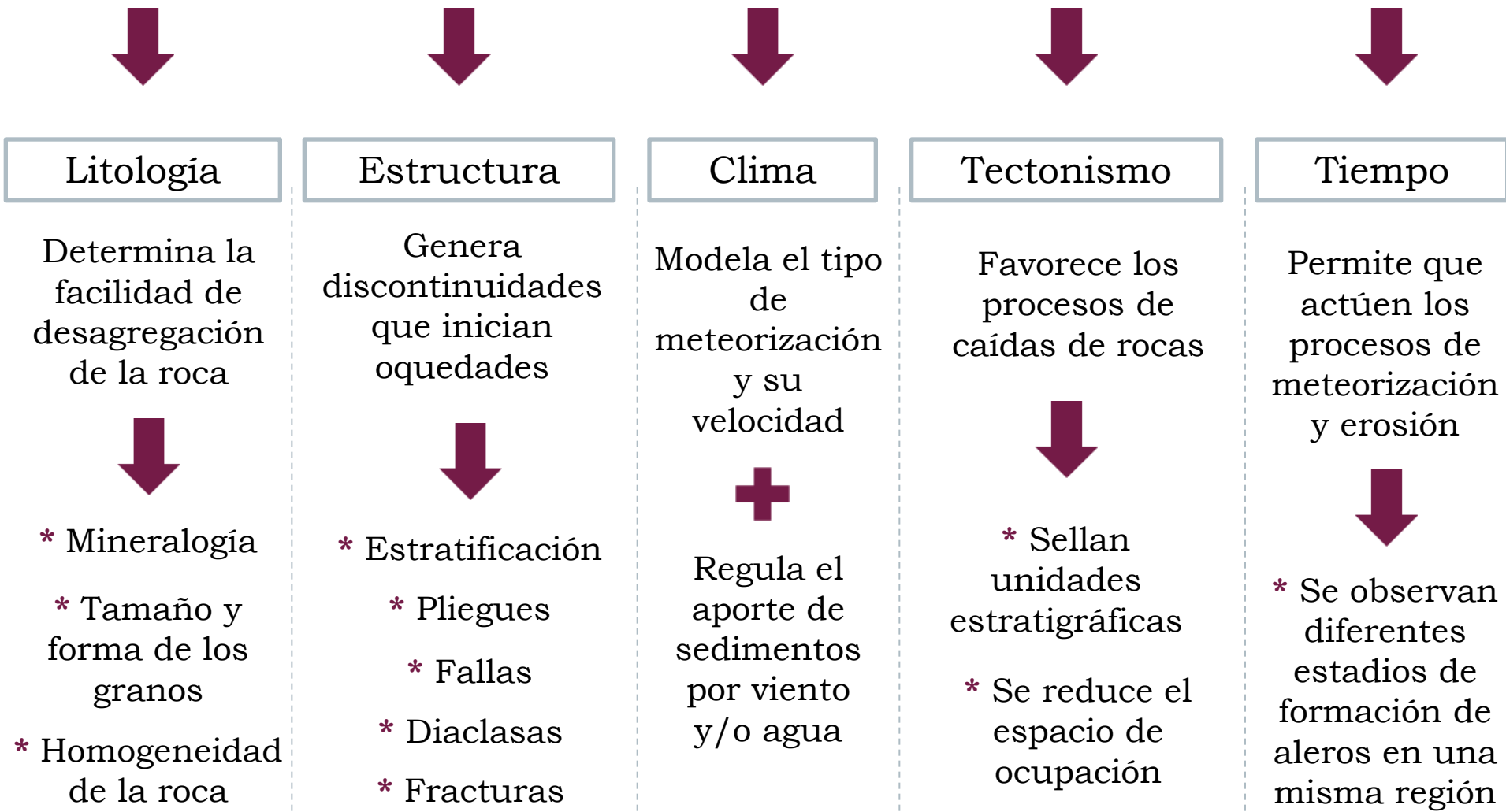
El relleno inicial del alero, que contiene las ocupaciones más antiguas, se encuentra en la parte externa



Tomado de Waters 1992

## 1. ¿Cómo se forma un alero?

Existen cinco **factores de control** que favorecen la desagregación de la roca y la formación de oquedades





## 1. ¿Cómo se forma un alero?

La arena y gravas compactadas de esta arenisca rojiza se disgregan fácilmente por acción de la meteorización y erosión en un clima templado subhúmedo



## 1. ¿Cómo se forma un alero?

Las rocas graníticas tardan mucho tiempo en descomponerse por la meteorización, aún en climas húmedos



## 1. ¿Cómo se forma un alero?

El patrón de diaclasas (grietas orientadas) dicta el modo en que se va fracturando la roca y la morfología de los bloques caídos



Los sismos favorecen repentinas caídas de bloques, incluso el colapso del techo, sellando unidades de ocupación

## 1. ¿Cómo se forma un alero?

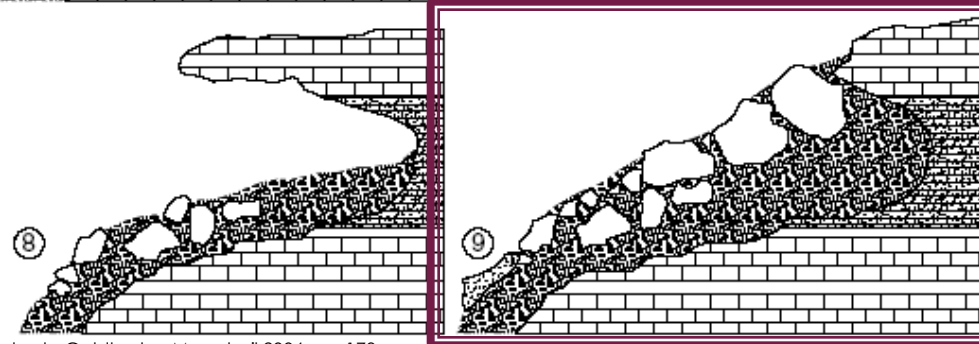
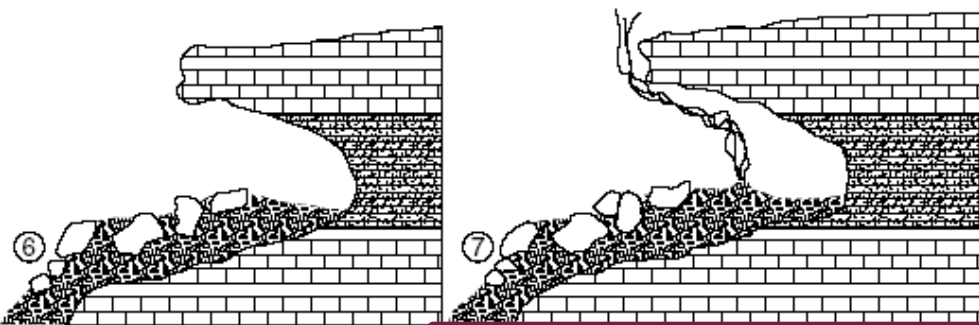
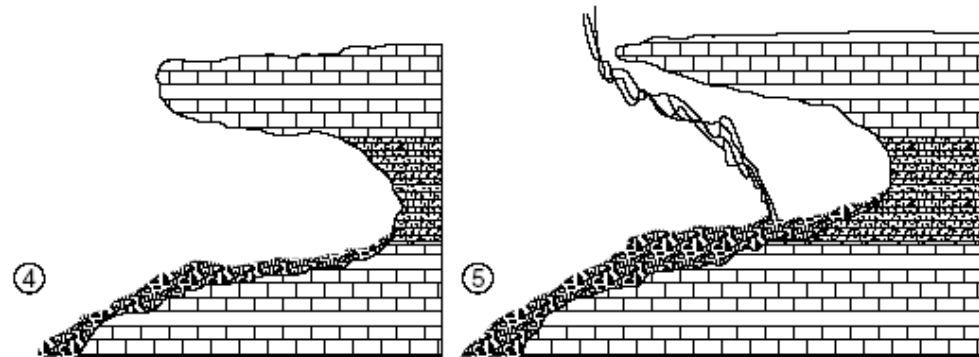
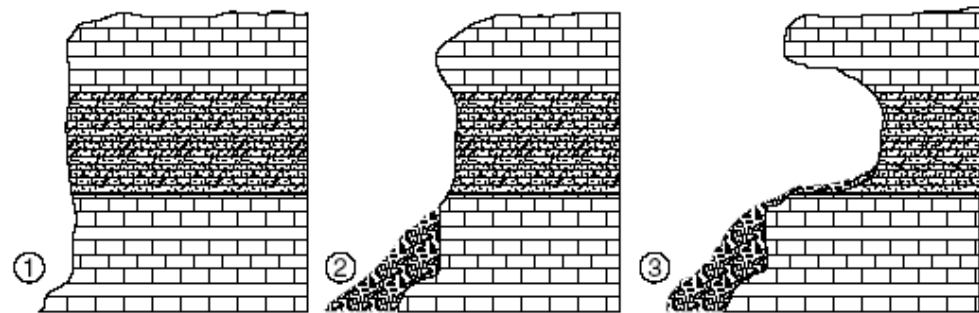
El tiempo va generando oquedades que evolucionan gradualmente y que ilustran las distintas etapas en la formación de los aleros y el desarrollo de sus rellenos en una región



## 1. ¿Cómo se forma un alero?

Comparar las formas y secuencias de rellenos de los aleros ayuda a comprender la estratigrafía y los procesos de formación en aquel que ha sido elegido para excavar





## 1. ¿Cómo se forma un alero?

Este esquema ilustra cómo evoluciona un alero a partir de una discontinuidad litológica en la estratigrafía, por meteorización y erosión diferencial



La secuencia muestra el **colapso final del techo**, que muchas veces **dificulta la detección de un antiguo alero**



Estas distintas etapas de evolución suelen coexistir en una misma región con afloramientos rocosos

## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

La sedimentación en estos ambientes depende de factores como

### La morfología



La forma del alero evoluciona con el tiempo y la cavidad puede ser



- \* Acotada o extensa
- \* Abierta o cerrada



Con el tiempo la cavidad tiende a colmatarse

### La orientación



Es responsable de la incidencia de varios factores en un alero



- \* Su luminosidad
- \* Su humedad
- \* La influencia del viento
- \* La actividad biológica
- \* La actividad pedológica

Son elementos que se consideran al elegir ocuparlos y afectan su evolución

## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

La sedimentación puede ser

Autóctona (endógena)



Es generada por el propio alero debido a



- \* Caída de bloques
- \* Cascajo de paredes y techo (*éboullis*)
- \* Precipitados químicos



Ver video  
"Desarrollo de Aleros..."

Alóctona (exógena)



Proviene de afuera del alero por el aporte de

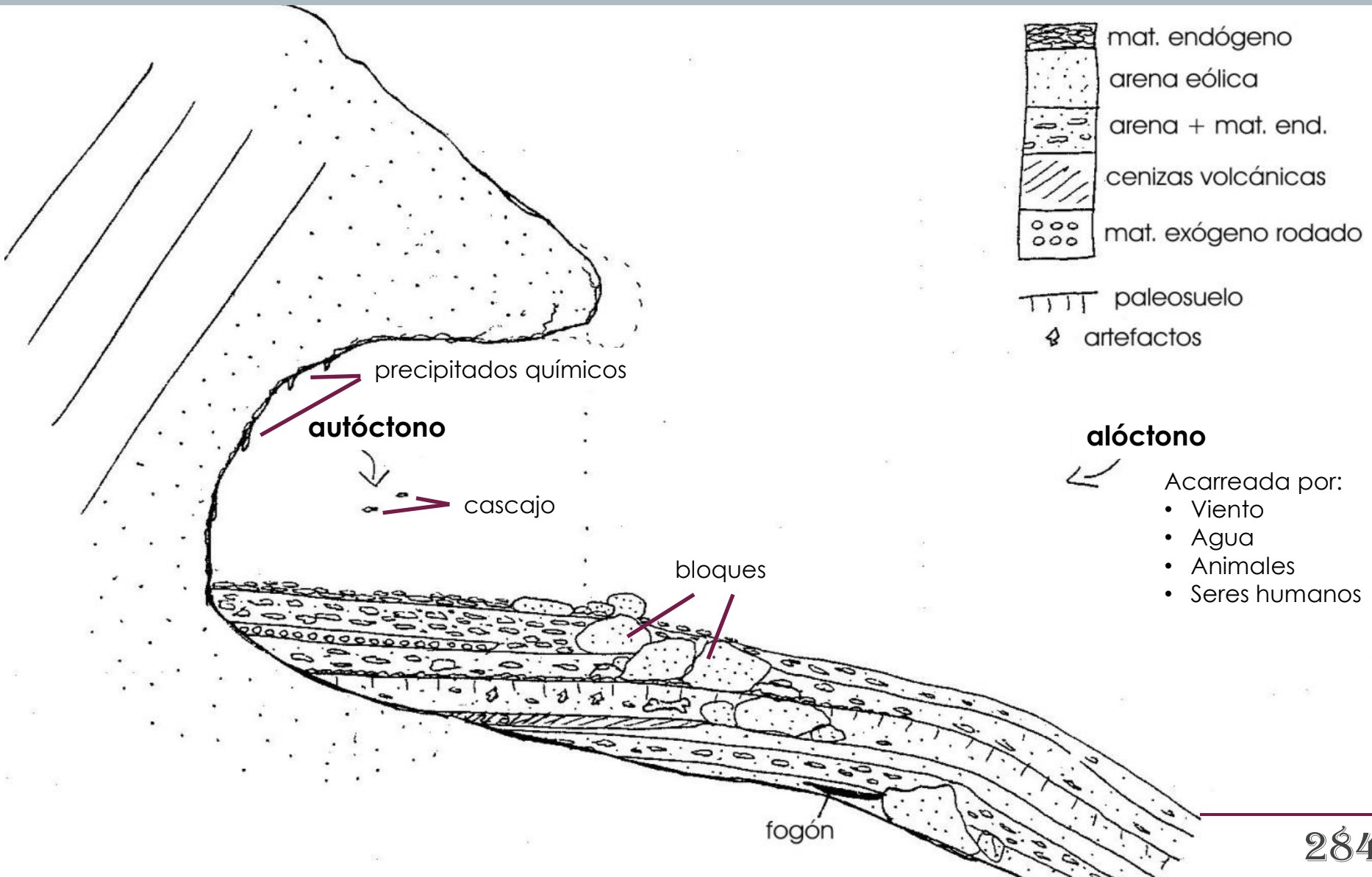


- \* **Viento** que transporta arenas finas, limos, cenizas volcánicas
- \* **Agua** de un curso fluvial, mar o lago cercano
- \* Una **pendiente** que introduce sedimentos por gravedad
- \* **Humanos** y **animales**



## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

En este esquema se ejemplifica el origen y tipo de sedimentos representados en un alero



## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

### ¿Qué ocurre en las cuevas?

A diferencia de los aleros las cuevas son más profundas, lo que genera un ambiente más reparado en su interior y con menor influencia de las condiciones externas

Allí llegan a constituirse microambientes con condiciones excepcionales de preservación



En las cuevas predomina el material autóctono y en el caso de aquellas desarrolladas en calizas (cuevas kársticas) abundan los precipitados químicos en forma de estalactitas y estalagmitas

## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

Un caso de preservación excepcional en Sudamérica es el de la Cueva del Milodón (Magallanes, Chile) donde se han conservado perfectamente excrementos y porciones de cuero con pelo de este perezoso extinguido debido al clima frío, seco y la presencia de sales en estratigrafía (Favier Dubois y Borrero 1997)



Milodón tamaño real



excremento

preservación  
excepcional



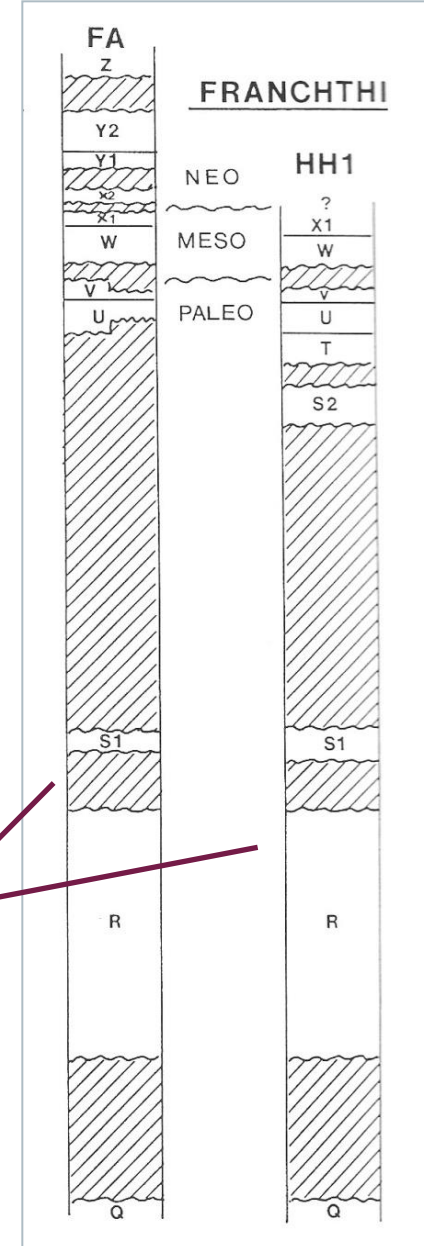
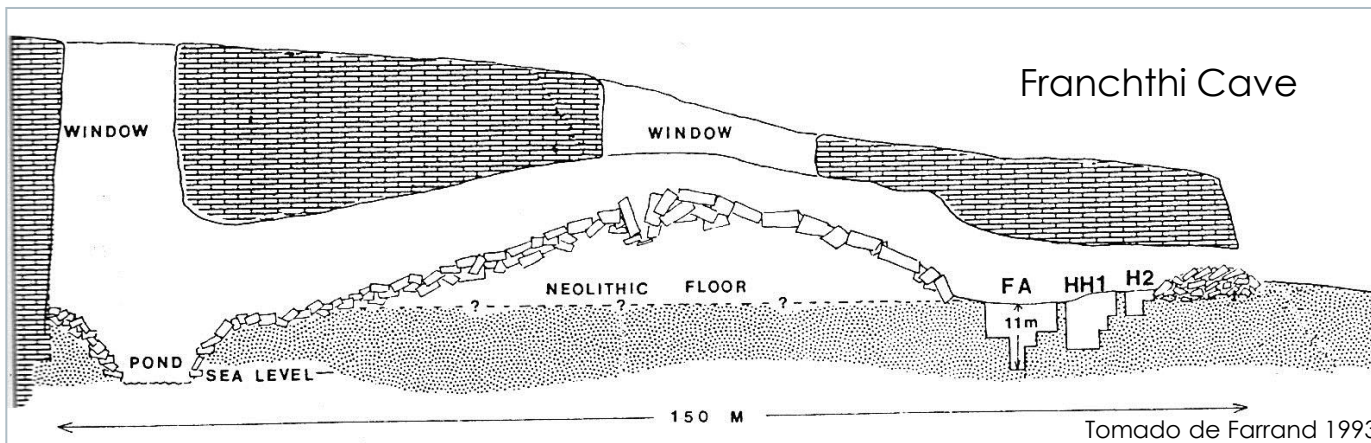
cuero

## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

Sin embargo, **la estratigrafía y cronología** de los rellenos de un alero o cueva **no son tan continuas** como se piensa



En realidad abundan las discontinuidades y saltos temporales dadas por factores naturales y antrópicos (lo cual es una regla en la estratigrafía arqueológica)



Estas columnas ilustran el caso de **Franchthi Cave** (Grecia)

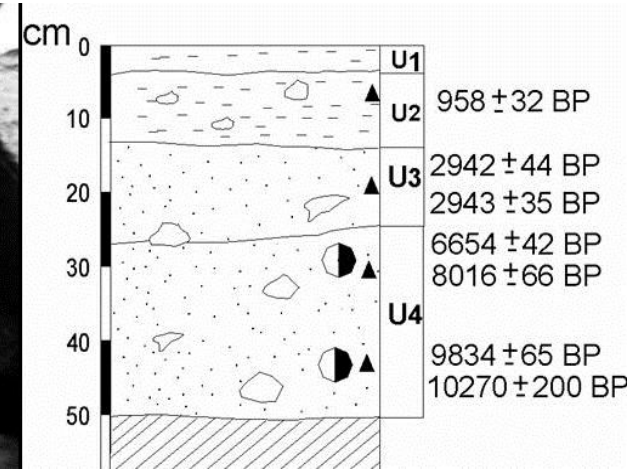
Las líneas oblicuas representan el **tiempo faltante** en la estratigrafía de la cueva, que resulta ser **mayor al 60%**

Se vio que los aparentes **cambios tecnológicos abruptos** ocurridos desde el Paleolítico al Neolítico responden en realidad a **saltos temporales** (Farrand 1993)

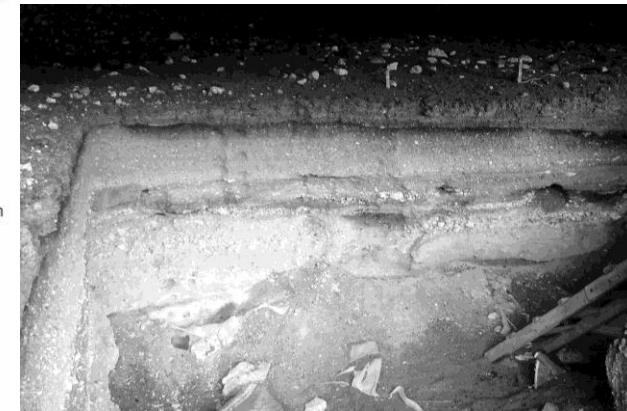
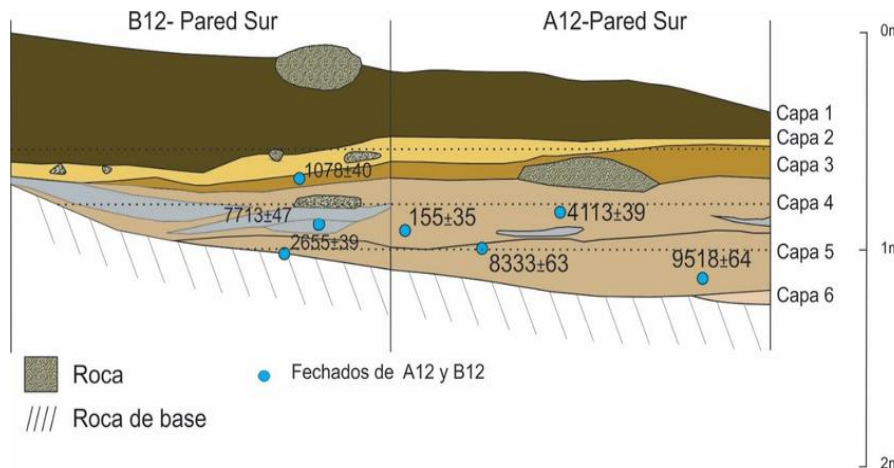
## 2. ¿Cómo se produce la sedimentación en un alero?

Muchos casos latinoamericanos muestran una situación semejante, **grandes saltos temporales entre unidades estratigráficas**, por diversas causas, que resultan en **secuencias muy discontinuas**, como ocurre en estos ejemplos

Cueva El Abra,  
Pampa argentina  
(Martínez y Mazzanti 2017)



Cueva Maripe,  
Patagonia  
(Mosquera 2015)



### 3. Procesos postdepositacionales que afectan al registro arqueológico

- ▶ Como se ha visto, los aleros y cuevas son espacios acotados que generalmente son reutilizados, lo que suele generar:

Palimpsestos

Reutilización de artefactos

Pisoteo frecuente

Reexcavación de fogones y pozos

Movilización de sedimentos para reactivar espacios

- ▶ Son también lugares elegidos por fauna variada como refugio (aves, carnívoros, roedores) que agregan sus perturbaciones

- ▶ Otro factor muy importante a considerar es la producción de **geofactos**, es decir **pseudoartefactos producidos por caída de rocas**



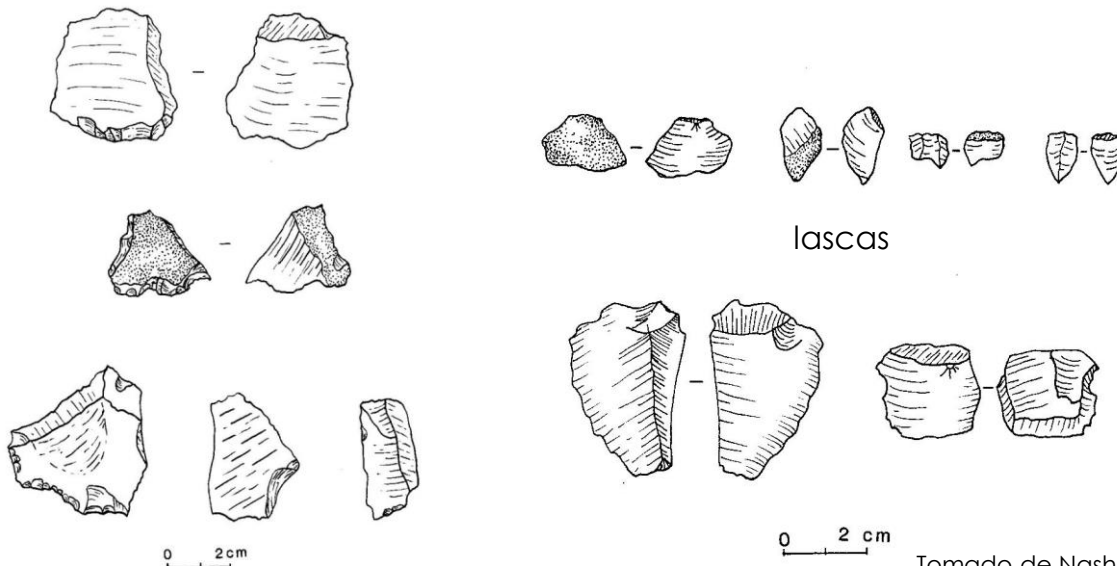
Esto ocurre cuando la roca de caja (aquella en la que se ha formado el alero) es adecuada para la talla, al caer bloques y golpearse entre ellos se generan lascas y retoques que simulan artefactos

### 3. Procesos postdepositacionales que afectan al registro arqueológico

En un experimento clásico Nash (1993) generó abundantes pseudoartefactos (geofactos) por caída de bloques en un alero

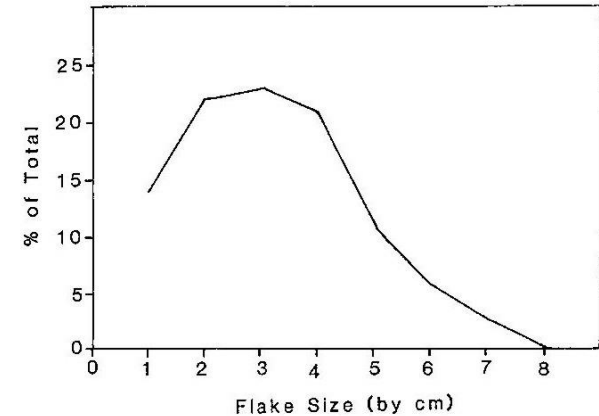
GEOFACTOS (pseudoartefactos generados por caída de bloques)

piezas con retoque



Tomado de Nash 1993

Distribución de tamaños de las lascas naturales obtenidas en el experimento



Así, el **contexto**, el conocimiento de los **procesos de fragmentación naturales** y el **análisis de los materiales en conjunto** son claves para evaluar si se trata de artefactos de origen humano o no

### 3. Procesos postdepositacionales que afectan al registro arqueológico

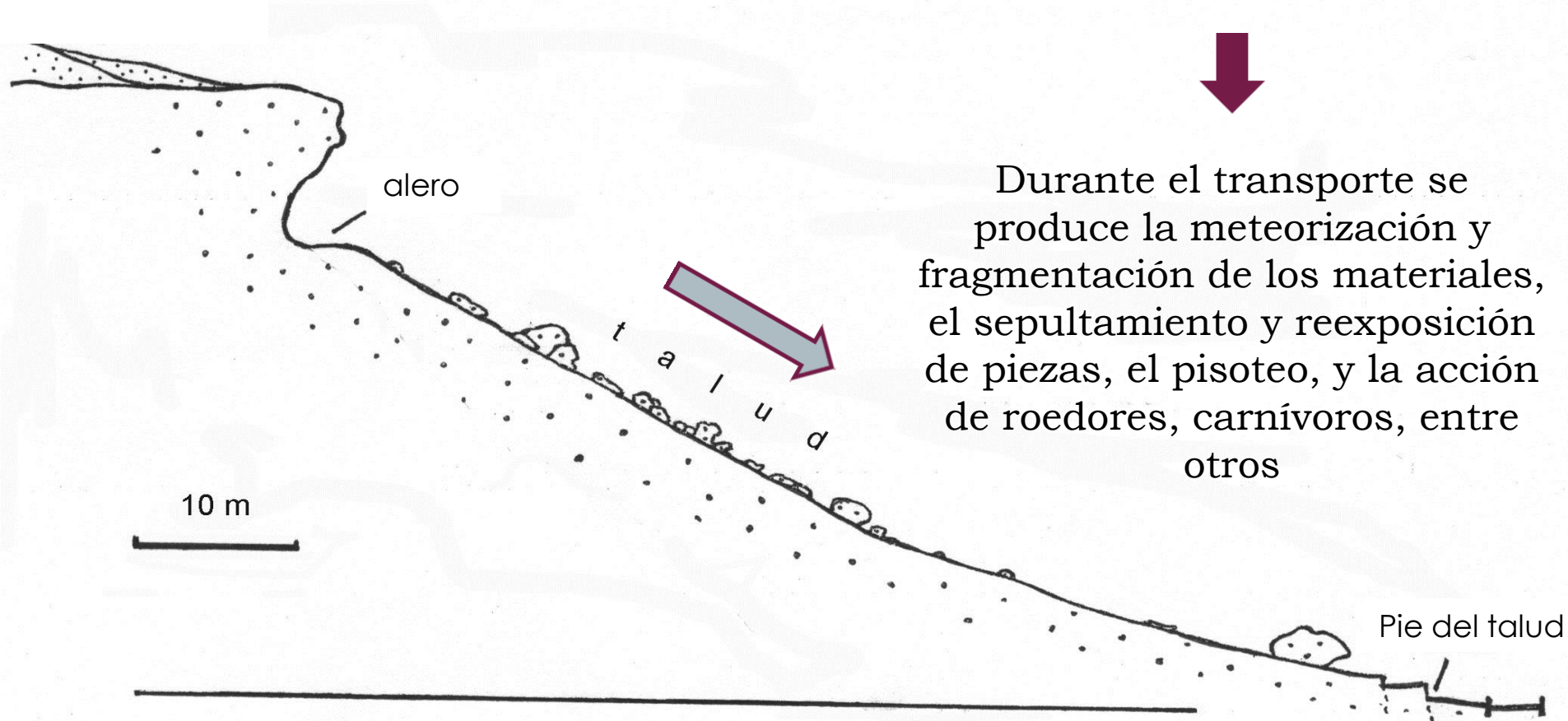
Otro proceso postdepositacional frecuente es la movilización de materiales en la pendiente del talud (pendiente de reptación)



Los materiales arqueológicos procedentes de la ocupación de un alero suelen reptar por la pendiente del talud ubicado por delante, ello afecta la distribución, orientación e inclinación de los mismos



Durante el transporte se produce la meteorización y fragmentación de los materiales, el sepultamiento y reexposición de piezas, el pisoteo, y la acción de roedores, carnívoros, entre otros





### 3. Procesos postdepositacionales que afectan al registro arqueológico

Los taludes controlan además la distribución por peso y forma de los distintos materiales (lítico, cerámica y hueso), control que opera a partir de determinados ángulos de pendiente, como fue ilustrado por Rick (1976) en el alero Curimachay (Perú)

Por ejemplo, superando ángulos de  $17^\circ$  los líticos de mayor peso descienden más rápido y se alejan de los de menor peso



Alero Curimachay, Perú (Rick 1976)

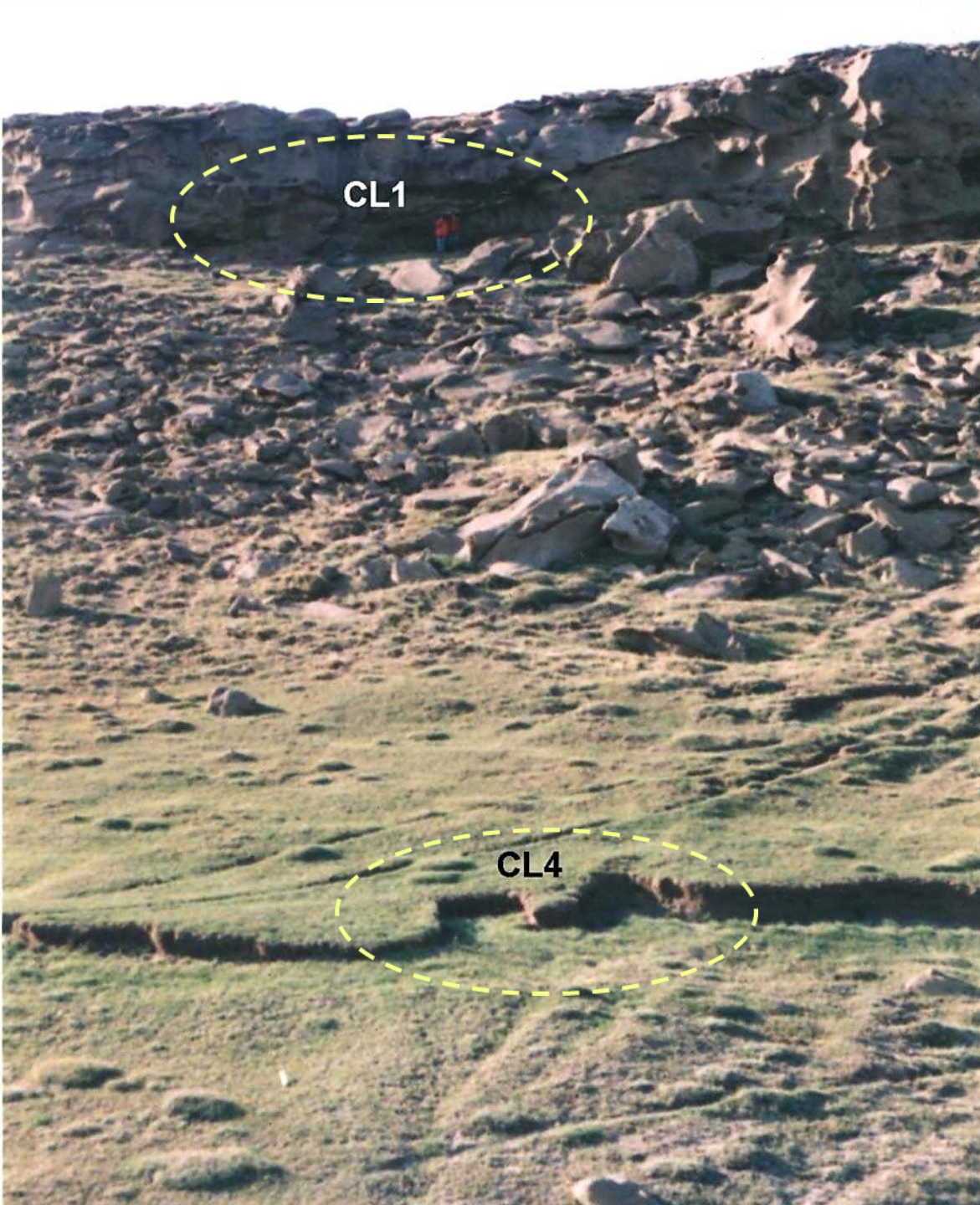
## 4. Caso de estudio

En el alero Cerro Cabeza de León (CL), costa norte de Tierra del Fuego (Argentina), los estudios iniciales definieron dos sitios donde se realizaron diferentes actividades



\* **CL1**: el alero superior, se interpretó como un campamento base de actividades múltiples

\* **CL4**: al pie del talud, se interpretó como sitio de caza y de procesamiento de guanaco (*Lama guanicoe*)



#### 4. Caso de estudio

Posteriores estudios geoarqueológicos y tafonómicos realizados en el lugar analizaron los perfiles expuestos y la distribución de materiales líticos y óseos a lo largo de la pendiente y en la base del talud



#### 4. Caso de estudio

Estos estudios mostraron que en el talud se daba una mezcla de restos óseos fragmentados y meteorizados con otros bien preservados, y que los elementos líticos y óseos presentaban un arreglo caótico e inclinaciones marcadas



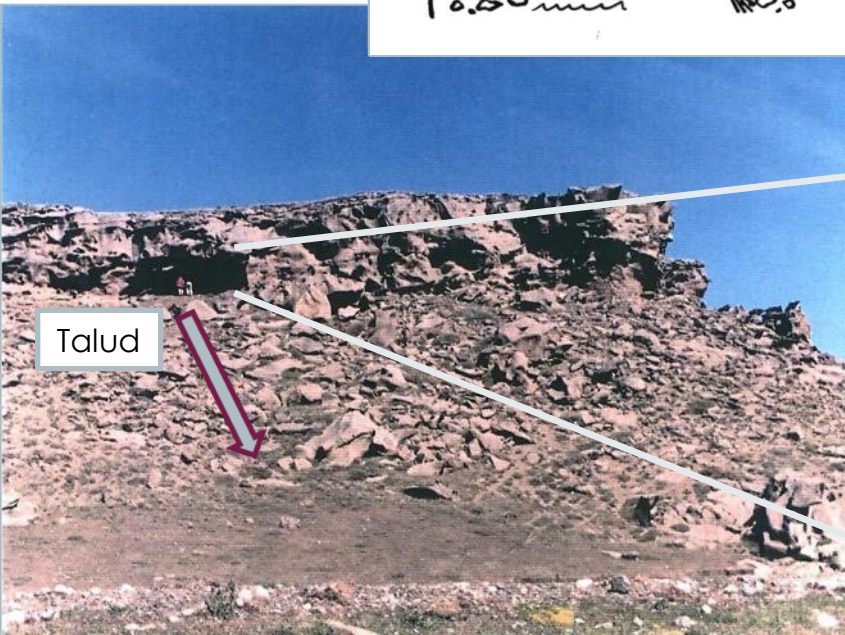
En el sector del sitio CL4 se observa un depósito coluvial matriz-sostén que lo contiene

De esta manera, CL4 fue reinterpretado como un contexto secundario producto de la reptación de materiales arqueológicos desde CL1, con el aporte de huesos de origen natural (material tafonómico) que son los que se observan mejor preservados en el coluvio (Favier Dubois 1998)

#### 4. Caso de estudio

Desde un punto de vista temporal, el hecho de que este cerro costero haya sido un acantilado activo durante la transgresión marina del Holoceno medio (ca. 6000 años AP) **limita su potencial cronología**

Esto ocurre porque, luego de retirarse el mar, tuvo que evolucionar un alero en su parte superior y desarrollarse el talud hasta alcanzarlo (etapas 1 a 5 del esquema) para que finalmente pueda ser ocupado por los seres humanos



En este alero se obtuvo una datación de 1100 años AP



Alero CL1

En esta clase hemos visto que los afloramientos rocosos en diferentes contextos geoambientales constituyen un interesante laboratorio para el estudio de la formación de cavidades (aleros y cuevas), sus tipos de rellenos, su evolución y potencial cronológico



Esto permite vislumbrar patrones y procesos que nos ayudan a conocer sus alcances y limitaciones para la interpretación del pasado humano

- Farrand, W. R. 1993. Discontinuity in the Stratigraphic Record: Snapshots from Franchthi Cave. En Formation Processes in Archaeological Context, editado por P. Goldberg, D. T. Nash, y M. D. Petraglia. Monographs in World Archaeology 17, pp 85-96, Prehistory Press, Madison, Wisconsin.
- Farrand, W. 2001. Archaeological Sediments in Rockshelters and Caves. En: Sediments in Archaeological Context. Edited by: J. K. Stein y W. R. Farrand, pp. 29-66
- Favier Dubois C. M. y L. A. Borrero 1997. Geoarchaeological perspectives on Late Pleistocene faunas from Ultima Esperanza Sound. Magallanes, Chile Anthropologie, International Journal of the Science of Man XXXV (2): 207-213.
- Favier Dubois C. M. 1998. Dinámica sedimentaria y cambios ambientales en relación al registro arqueológico y tafonómico del Cerro Cabeza de León, Bahía San Sebastián (Tierra del Fuego, Argentina). Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Humanas 26: 137-152, Magallanes, Chile.
- Goldberg P. y R. Macphail 2006. Practical and theoretical geoarchaeology. Blackwell Publishing.
- Martínez G. y Mazzanti D. 2017. Evidencia geoarqueológica de la transición Pleistoceno-Holoceno en reparos rocosos de Tandilia oriental (Prov. de Buenos Aires). *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 17 (1): 83-106
- Mosquera B. 2015. Geoarqueología del sitio Cueva Maripe, macizo del Deseado, Santa Cruz, Argentina. *Comechingonia* 19 (1): 155-182.
- Nash D. 1993. Distinguishing stone artifacts from naturefacts created by rockfall processes. En Formation Processes in Archaeological Context, P. Goldberg, D. T. Nash, y M. D. Petraglia (eds.). Monographs in World Archaeology 17, pp 125-138, Prehistory Press, Madison, Wisconsin.
- Rick, J. W. 1976. Downslope movement and archaeological intrasite spatial analysis. *American Antiquity*, 41 (2) 133-144.



# El registro arqueológico y la gravedad



Ivana Laura Ozan  
Argentina

Sitio Arqueológico Cerro de Oro, Valle de Cañete, Perú



# El registro arqueológico y la gravedad: esquema de la presentación

1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?
2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?
3. Metodologías para la detección de conjuntos afectados por procesos gravitacionales

# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

En geomorfología, los procesos naturales vinculados a la gravedad son *aquellos donde la fuerza gravitatoria es la que otorga la energía que pone en movimiento a la materia*



De acuerdo al mecanismo de movimiento, estos procesos se pueden clasificar en dos grandes grupos



Procesos colectivos  
o en masa

Procesos  
individuales

# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

## Procesos colectivos o en masa

- Reptaje → Movimiento lento del suelo a favor de la pendiente
- Deslizamientos → Movimientos de secciones del terreno
- Flujos de densidad variable
- Soliflucción → Movimiento de reptaje asociado a ciclos de congelamiento/descongelamiento

## Procesos individuales

- Rodamiento
- Saltación
- Caídas de rocas
- Vuelcos

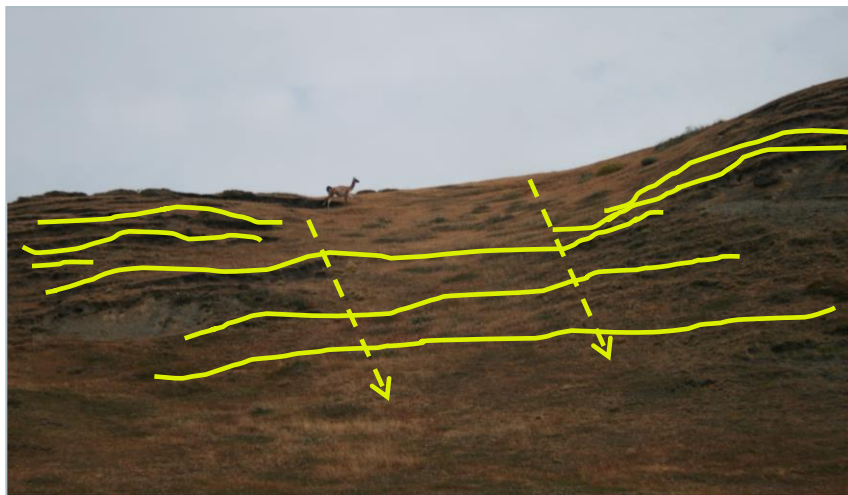
Cada uno de estos procesos presenta variaciones de

- Frecuencia
- Intensidad
- Duración
- Velocidad
- Alcance espacial

# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

## Procesos colectivos

## Reptaje



En muchos casos los árboles compensan ese movimiento adaptando la morfología de sus troncos

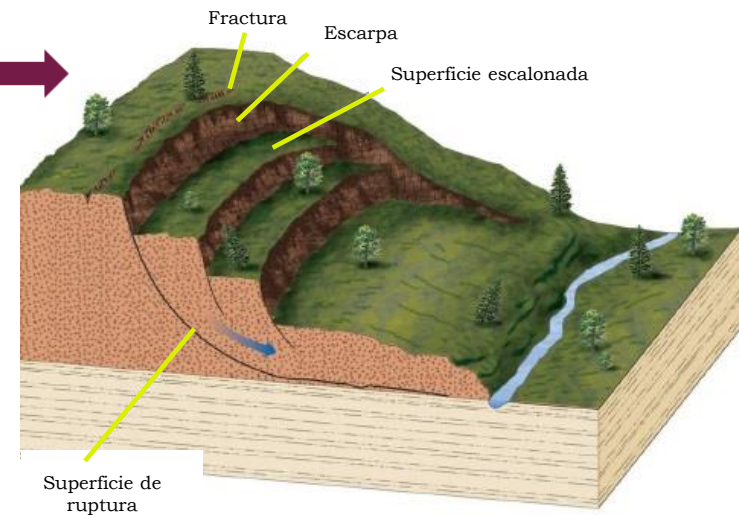


## Procesos colectivos

## Deslizamientos



Esquema de deslizamientos rotacionales



# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

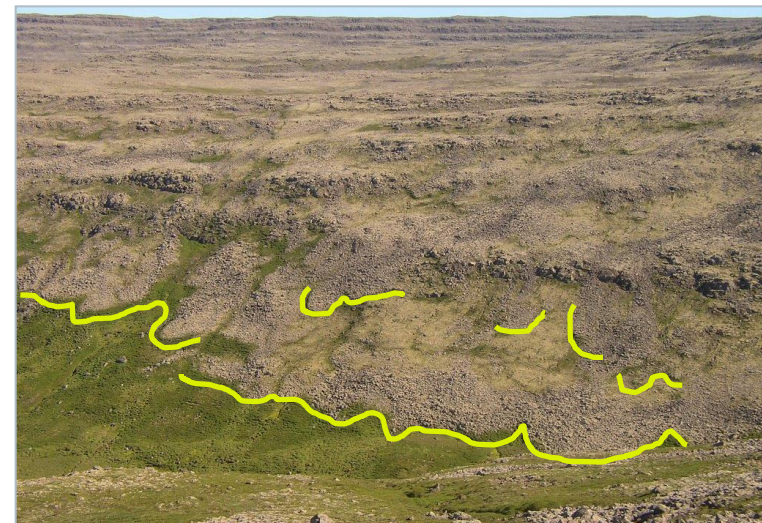
Procesos colectivos

Flujos



Procesos colectivos

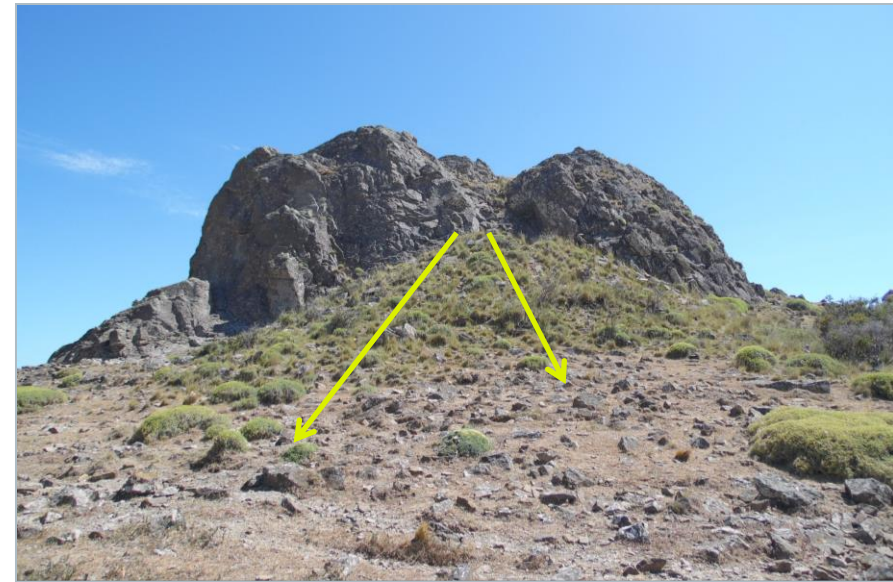
Soliflujión



# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

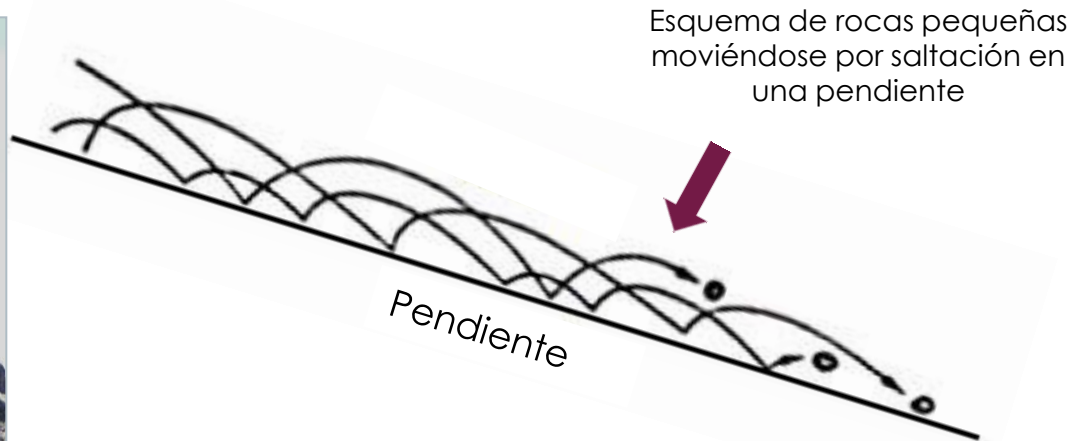
## Procesos individuales

## Rodamiento



## Procesos individuales

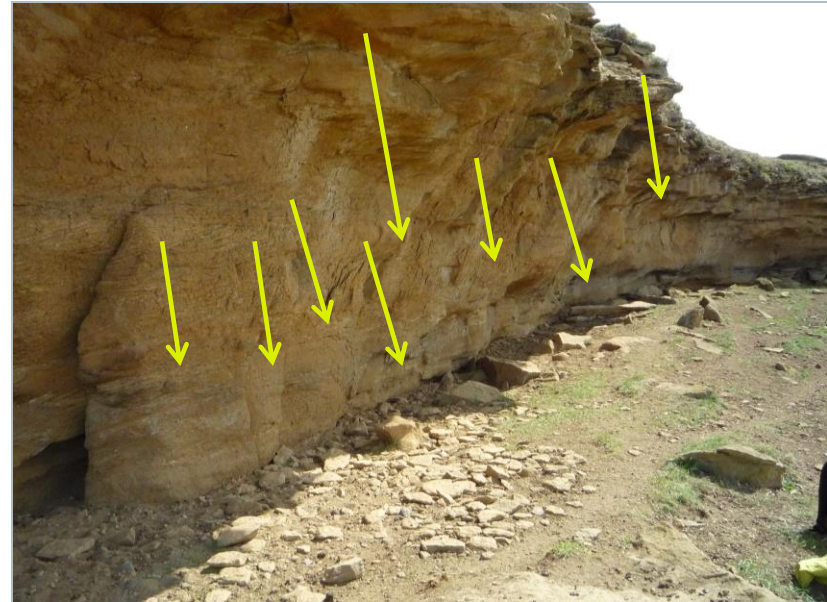
## Saltación



# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

## Procesos individuales

## Caída de rocas



## Procesos individuales

## Vuelcos

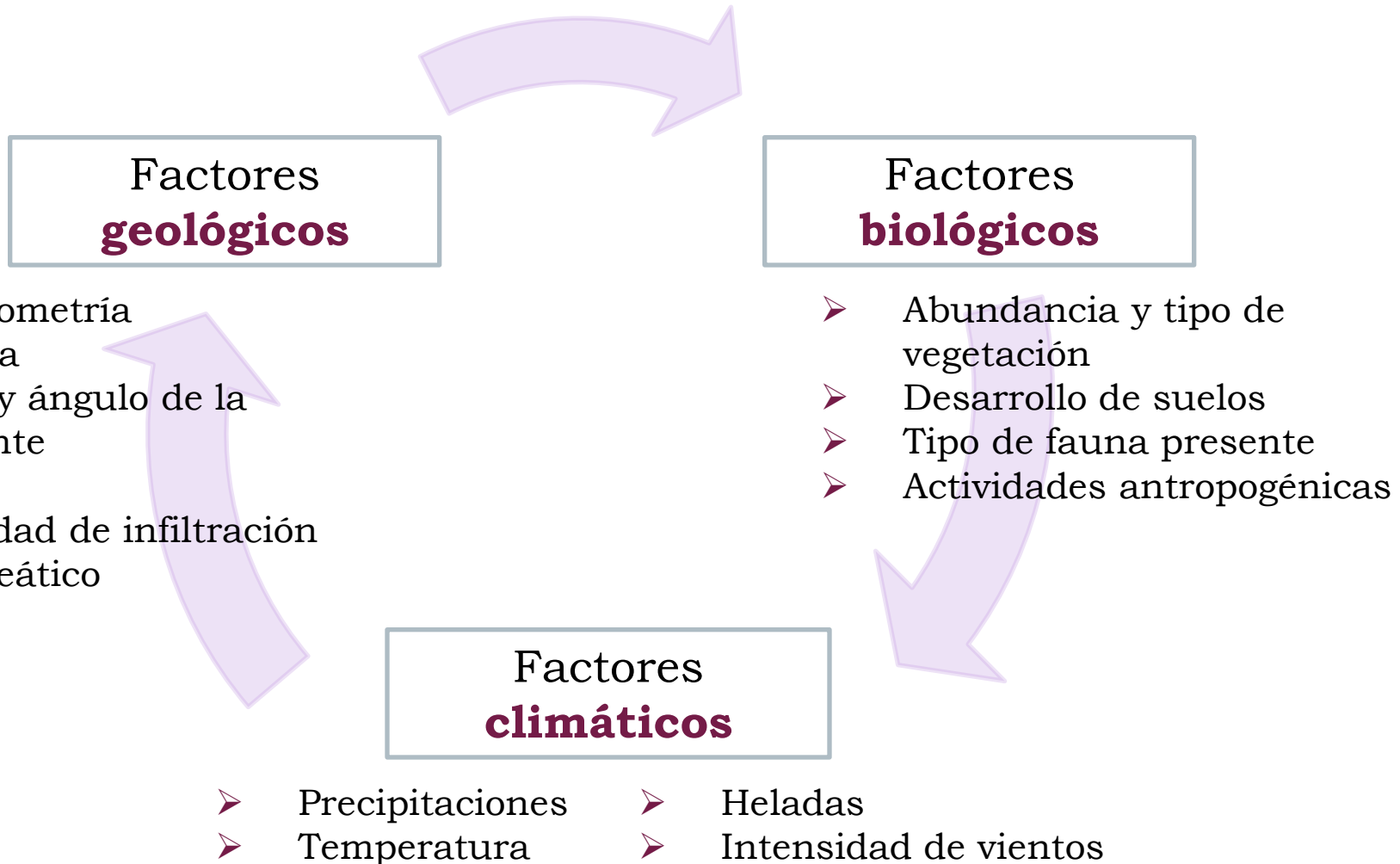


Esquema de rocas moviéndose por vuelcos en una pendiente



# 1. ¿Qué son y cómo actúan los procesos vinculados a la gravedad?

La manera en la que estos procesos actúan depende de la interacción de tres factores





## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

El registro arqueológico se ve afectado de diversas maneras por la gravedad

Se alteran la densidad y la frecuencia del material arqueológico

Se modifica su arreglo espacial (dispersión y agrupamientos verticales y horizontales)

Su integridad y preservación se ven afectadas

Cambia la frecuencia por tamaños y/o formas (se produce un “efecto de selección”)

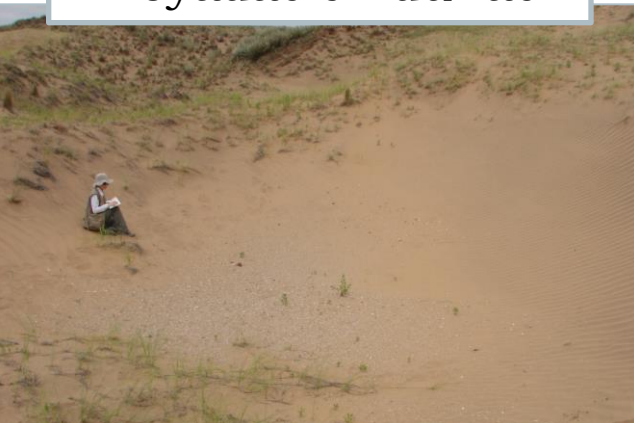
Estos procesos pueden **afectar la interpretación** del registro arqueológico y generar sesgos vinculados con:

- La intensidad de la ocupación
- El uso del espacio
- Las áreas de actividad
- Los sistemas de movilidad

## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

Existen muchos contextos en los que los materiales arqueológicos se ven afectados por los procesos gravitacionales

Hoyadas en dunas



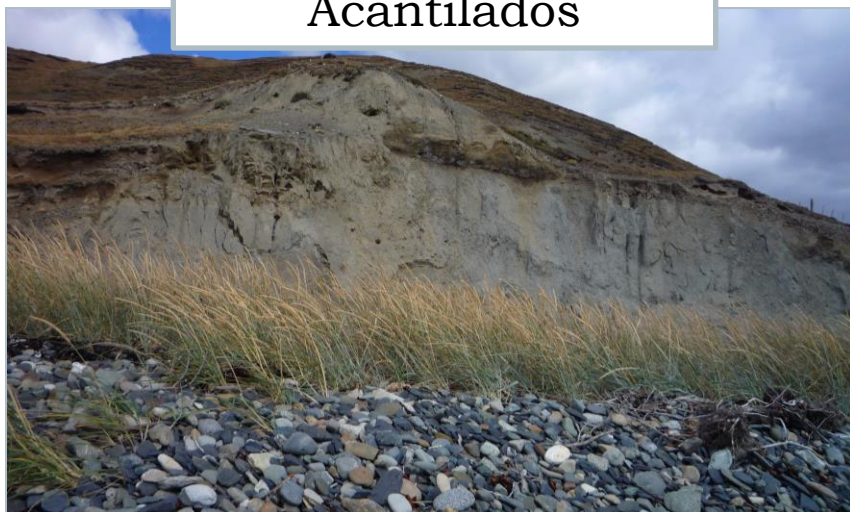
Aleros y cuevas



Terrazas fluviales



Acantilados



Farallones rocosos



## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

Veamos algunos ejemplos...

En un contexto eólico con presencia de dunas

Los materiales arqueológicos y tafonómicos suelen concentrarse en las zonas bajas o de *interdunas*

Esto se debe a que una vez que los materiales son expuestos por la acción del viento, se produce un **reptaje por la pendiente** de las paredes de las dunas

Concentración de materiales arqueológicos y tafonómicos entre dunas; la suma de ambos en un mismo punto podría interpretarse como vestigios de una gran ocupación

Así, la densidad de materiales aumenta porque se concentran en un mismo punto restos de diversas ocupaciones humanas y de fauna natural



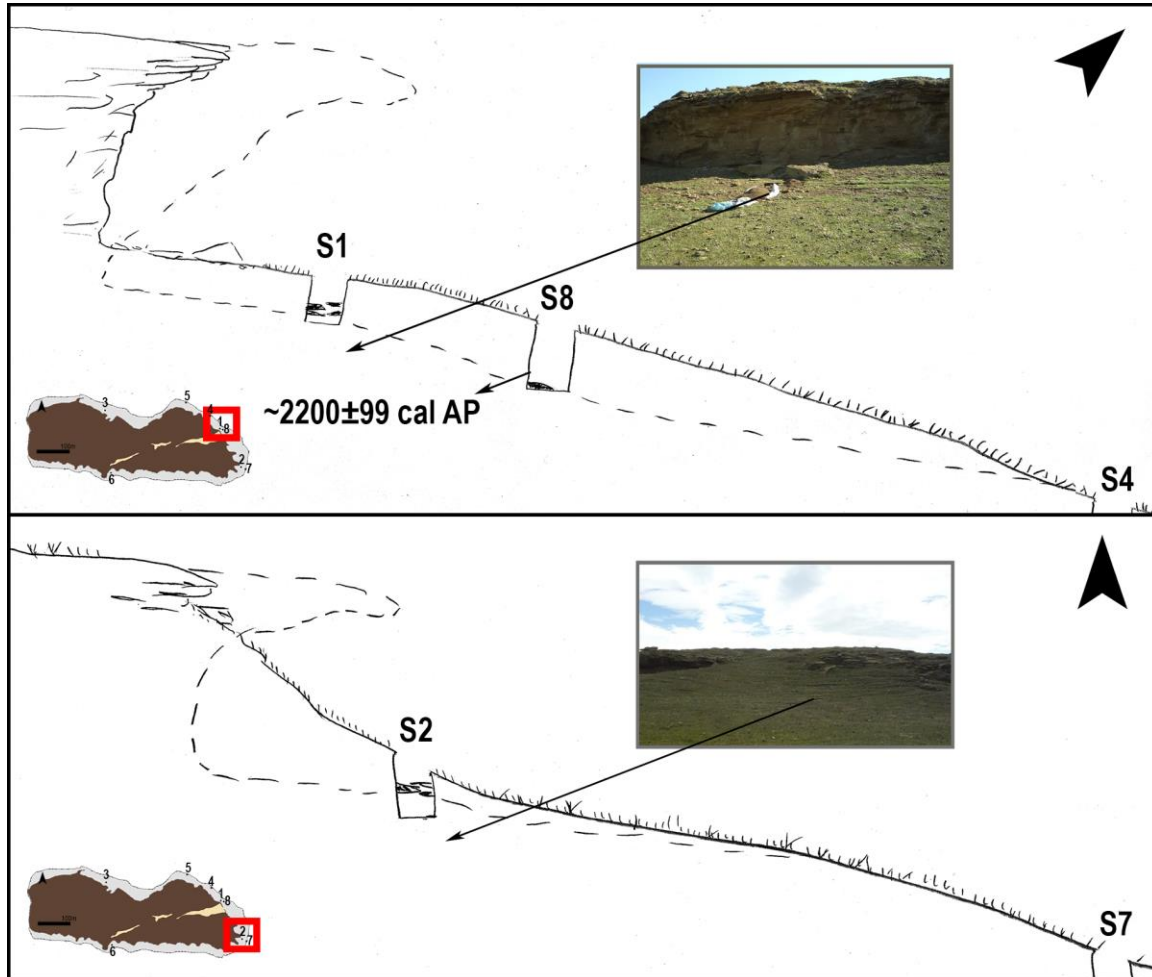
## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

### En cuevas y aleros

Estos contextos suelen presentar en estratigrafía tanto materiales arqueológicos como fragmentos de la roca de caja de la cueva y/o alero

La presencia de grandes bloques caídos del frente del alero pueden servir para establecer antiguas líneas de goteo, permitiendo inferir superficies de reparo más amplias que las que se observan actualmente

Además, esto explica la ocurrencia de materiales arqueológicos más antiguos por fuera de la cobertura actual del alero  
(Ver clase *El RA en aleros y cuevas*)



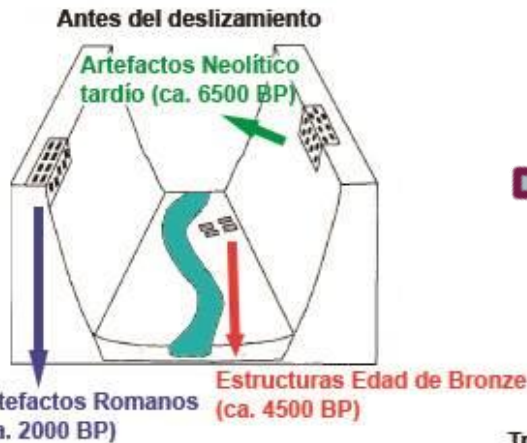
## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

### En terrazas fluviales

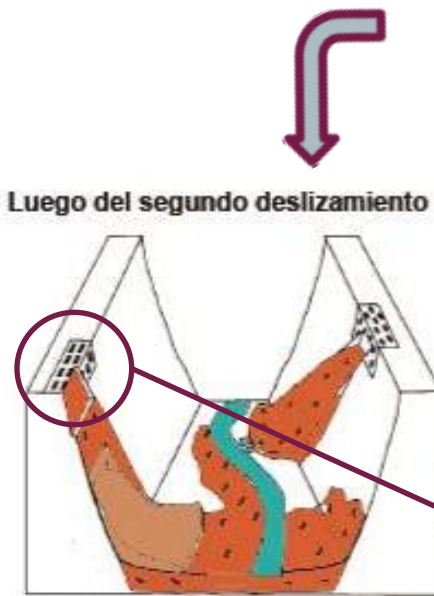
Existen ocupaciones que se desarrollan en las paredes y en los fondos de valle, como se observa en el esquema

Los sectores elevados suelen ser propensos a procesos gravitacionales como deslizamientos y flujos, que afectan a los materiales arqueológicos allí presentes

De esta manera, pueden producirse inversiones estratigráficas (como en el esquema) que ubican los materiales más antiguos sobre los más recientes, generando contextos confusos si no se consideran los procesos de formación gravitacionales



La matriz que contiene materiales del Neolítico se ha desplazado por un flujo y ha sepultado las estructuras de la Edad de Bronce, produciendo una inversión en la cronología de las ocupaciones

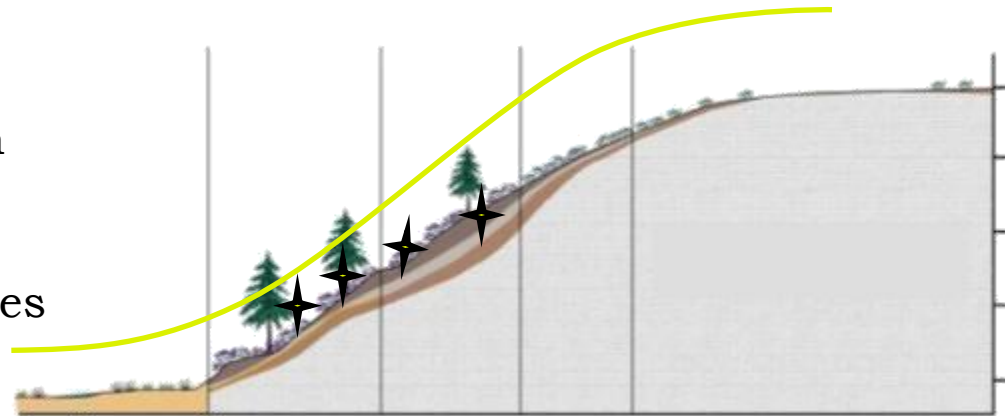


El otro flujo de sedimentos que contiene los artefactos romanos ha reubicado también esos materiales, trasladándolos desde lo alto de la terraza fluvial a la zona de planicie de inundación; esto deja expuestos esos materiales a nuevos procesos de formación vinculados con la acción fluvial (mezcla, retransporte, etc.)

## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

### ¿Qué ocurre con el **registro superficial** en una pendiente?

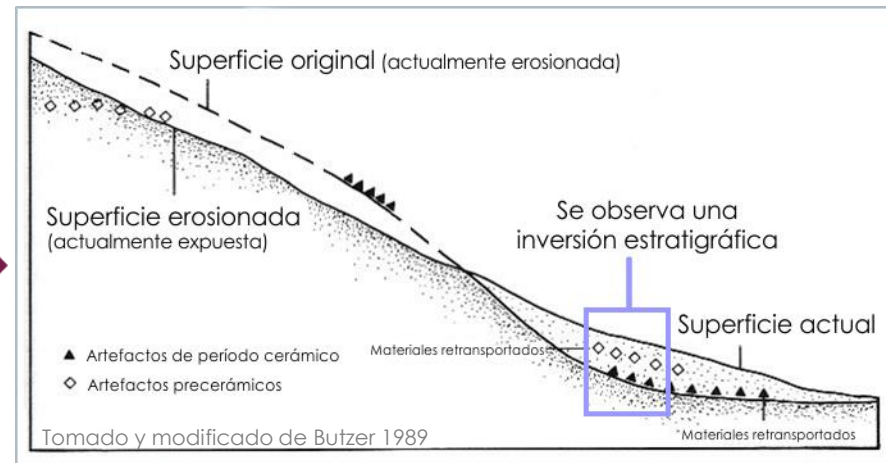
- La soliflucción transporta el material superficial sin generar un patrón de selección granulométrico
- El reptaje en taludes sí puede generar selección por tamaños/peso. Si no hay vegetación y se produce escorrentía superficial, los materiales más pesados son más proclives a encontrarse al pie de la pendiente (siempre que ésta tenga más de  $16^\circ$ )
- Los flujos fluidos (baja densidad) generan un patrón de selección que es granodecreciente, es decir que el tamaño de materiales disminuye hacia arriba (*ver clase Diferenciación entre horizontes y estratos*)
- Los materiales gruesos rodarán por la pendiente si ésta tiene más de  $32^\circ$
- Los animales y las trampas topográficas (hoyos, bloques y vegetación entre otros) constituyen agentes importantes porque facilitan el movimiento o la fijación de los materiales en superficie



## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

¿Qué ocurre con el **registro enterrado** en una pendiente?

- Los materiales arqueológicos tienden a enterrarse cuando: existe vegetación, ocurren trampas topográficas, existe pisoteo o el sustrato es blando
- En contextos periglaciares la solifluxión puede enterrar el registro, transportarlo pendiente abajo, mezclarlo y luego volver a expulsarlo a la superficie
- La distribución vertical del registro puede verse afectada por la bioturbación, crioturbación y argiloturbación incluso en pendientes y generar palimpsestos
- El reptaje de suelos en una pendiente bajo erosión provoca el movimiento pendiente abajo del registro enterrado y **puede generar inversiones estratigráficas** en la base de la pendiente



## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

¿Qué **modificaciones** introducen los procesos de remoción en masa?

Las estructuras arqueológicas, en especial las elaboradas con materiales poco resistentes al paso del tiempo como el adobe, evolucionan por procesos gravitacionales sufriendo redondeamiento y asemejándose a formas naturales



En estos muros de adobe se genera un talud que luego alcanza la cima de la estructura desdibujándose en el paisaje



## 2. ¿Cómo afecta la gravedad al registro arqueológico?

¿Qué **modificaciones** introducen los procesos de remoción en masa?

Lo mismo ocurre con pirámides y otras estructuras antrópicas, aún elaboradas en piedra, que se desdibujan con el tiempo y pueden pasar desapercibidas sin un conocimiento de la geología y geomorfología local



Aquí se observa un montículo de rocas que en realidad forma parte de una estructura ceremonial en la zona arqueológica Chichén Itzá (Yucatán, México)

### 3. Metodologías para la detección de conjuntos afectados por procesos gravitacionales

Para comprender los procesos naturales y antropogénicos que depositaron y modificaron el registro arqueológico, es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos



Observar y registrar las **diversas geoformas que rodean al sitio** y los suelos/paleosuelos que en él se encuentran



**Ampliar el área de muestreo** por fuera de los límites del sitio arqueológico

El estudio del contexto geomorfológico permitirá **generar expectativas sobre los procesos** que pudieron haber tenido lugar a lo largo de la historia depositacional del registro arqueológico **y establecer una estrategia de muestreo**

### 3. Metodología para la detección de conjuntos afectados por procesos gravitacionales

Una vez que se ha evaluado el contexto geomorfológico, pueden considerarse los siguientes estudios con relación a los materiales hallados



Dado que los materiales que se descartan suelen registrar un rango de tamaños muy variados, la **confección de histogramas** de materiales (líticos por ejemplo) puede ofrecer una pauta sobre la actuación de procesos naturales selectivos

Analizar **la orientación de los materiales** (fábrica), tanto naturales como antrópicos respecto a la pendiente, **y su arreglo**, puede ser de ayuda para evaluar si un proceso vinculado a la gravedad se encontró actuando



Si los materiales fueron redepositados por tal proceso, se encontrarán **orientados en el sentido de la pendiente** y contenidos por un **arreglo matriz sostén** (ver clase *Sedimentos en arqueología*)

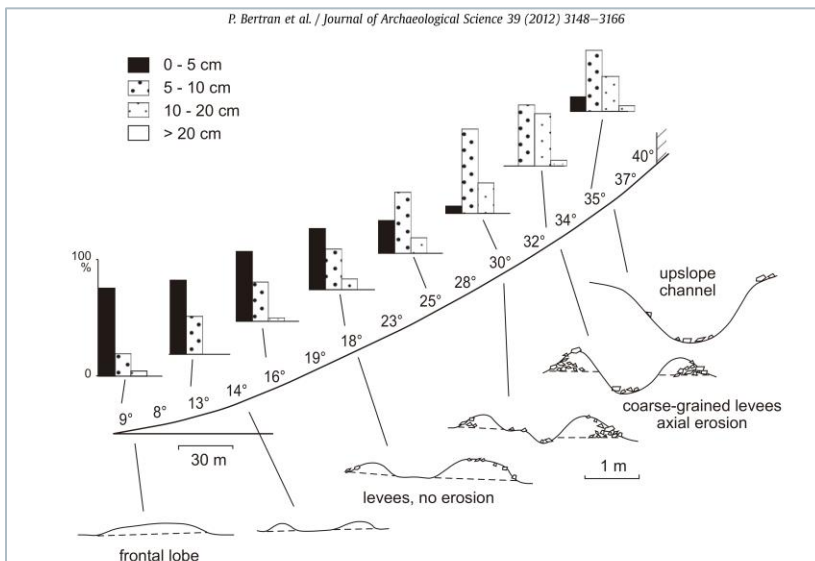


Fig. 9. Evolution of the size of pebbles at the surface of debris flow levees, the French Alps (from Bertran and Texier, 1994).

### 3. Metodología para la detección de conjuntos afectados por procesos gravitacionales

Una vez que se ha evaluado el contexto geomorfológico, pueden considerarse los siguientes estudios con relación a los materiales hallados



Es recomendable realizar un **análisis tafonómico** de los materiales



Estos estudios permiten reconocer una amplia variedad de situaciones “impresas” en los materiales que permiten observar los procesos a los que se vieron sometidos luego de su descarte (*historia tafonómica*)

Éstos son algunos ejemplos de los **indicadores tafonómicos** que pueden registrarse en los materiales acarreados en pendientes (siempre considerar cada contexto)

\* Grado de fragmentación

\* Inclinación y orientación

\* Presencia de líquenes

\* Grado de meteorización

\* Grado de abrasión

\* Marcas de raíces

#### En síntesis

- Los sitios arqueológicos asociados a pendientes están expuestos a modificaciones vinculadas a procesos gravitacionales, que alteran las propiedades físicas y espaciales del registro y, por ello, la interpretación del mismo
- Los procesos gravitacionales se encuentran influenciados por factores biogénicos, climáticos y geológicos, razón por la cual no pueden ser evaluados aisladamente
- Desde el punto de vista metodológico, una elección apropiada de la extensión del área de muestreo, en conjunto con un buen reconocimiento de la geomorfología, sedimentología, edafología y tafonomía, constituyen las herramientas más apropiadas para reconocer los procesos actuantes sobre el registro arqueológico en estos contextos

- Bertran, P., Lenoble, A., Todisco, D., Desrosiers, P., & Sørensen, M. 2012. Particle size distribution of lithic assemblages and taphonomy of Palaeolithic sites. *Journal of Archaeological Science*, 39, 3148–3166.
- Bertran, P., Hetu, B., Texier, J., & Van Steijns, H. 1997. Fabric characteristics of subaerial slope deposits. *Sedimentology*, 44, 1–16.
- Borrazzo, K., & Borrero, L. A. 2015. Taphonomic and archaeological perspectives from northern Tierra del Fuego, Argentina. *Quaternary International*, 373, 96–103.
- Field, J., & Banning, E. B. 1998. Hillslope processes and archaeology in Wadi Ziqlab, Jordan. *Geoarchaeology*, 13(6), 595–616.
- Heydari, S. 2007. The impact of geology and geomorphology on cave and rockshelter archaeological site formation, preservation, and distribution in the Zagros Mountains of Iran. *Geoarchaeology*, 22(6), 653–669.
- Nardin, T. R., Hein, F. J., Gorsline, D. S., & Edwards, B. D. 1979. A review of mass movement processes, sediment and acoustic characteristics, and contrasts in slope and base-of-slope systems versus canyon-fan-basin floor systems. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, 27, 61–73.
- Ozán I. L., L. A. Borrero, K. Borrazzo y G. L. L'Heureux 2015. Tafonomía en pendientes: el caso de Cerro sin Nombre (Tierra del Fuego, Argentina). En *Geoarqueología na America do Sul*. Organizadores J. R. de Rubin, C. M. Favier Dubois y R. T. Da Silva, Capítulo 10, pp. 285-330, PUC Goiás, Brasil.
- Ozán I. L. 2017. Gravity and the formation of the archaeological record: main concepts and methodological tools. *Geoarchaeology: An International Journal* 32(6):646-661.

# Geoarqueología y cronología



Cristian Favier Dubois y Daniela Storchi Lobos  
Argentina

Sitio Empalme Querandés 1, región pampeana argentina

# Geoarqueología y cronología: esquema de la presentación

1. ¿Qué datamos cuando datamos?
2. Principios básicos del método de  $^{14}\text{C}$
3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?
4. Consideraciones acerca de las edades obtenidas por  $^{14}\text{C}$
5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje



# 1. ¿Qué datamos cuando datamos?

Cuando mandamos a datar material orgánico por carbono 14 ( $^{14}\text{C}$ ), pretendemos que la edad de muerte de ese organismo date un contexto o evento determinado, pero no siempre puede hacerlo



**La contemporaneidad** no debe ser **asumida** sino **demostrada**



**La relación entre la muestra a datar y el evento que se quiere datar es responsabilidad del arqueólogo y tiene que ver con la correcta interpretación de los procesos de formación del registro arqueológico**



## 1. ¿Qué datamos cuando datamos?

**La asociación física** (espacial) **no es evidencia suficiente de contemporaneidad**, ésta **debe evaluarse en cada contexto** dado que pueden darse situaciones como éstas:

### 1. Movimientos verticales en el perfil



Ocurren principalmente por procesos de *bioturbación* por raíces, lombrices, insectos, roedores, armadillos, etc. (ver *Los suelos en arqueología*)



Estos movimientos pueden ser facilitados por el tipo de matriz, siendo los sedimentos arenosos los más dinámicos



Sitio La Mikela, Colombia

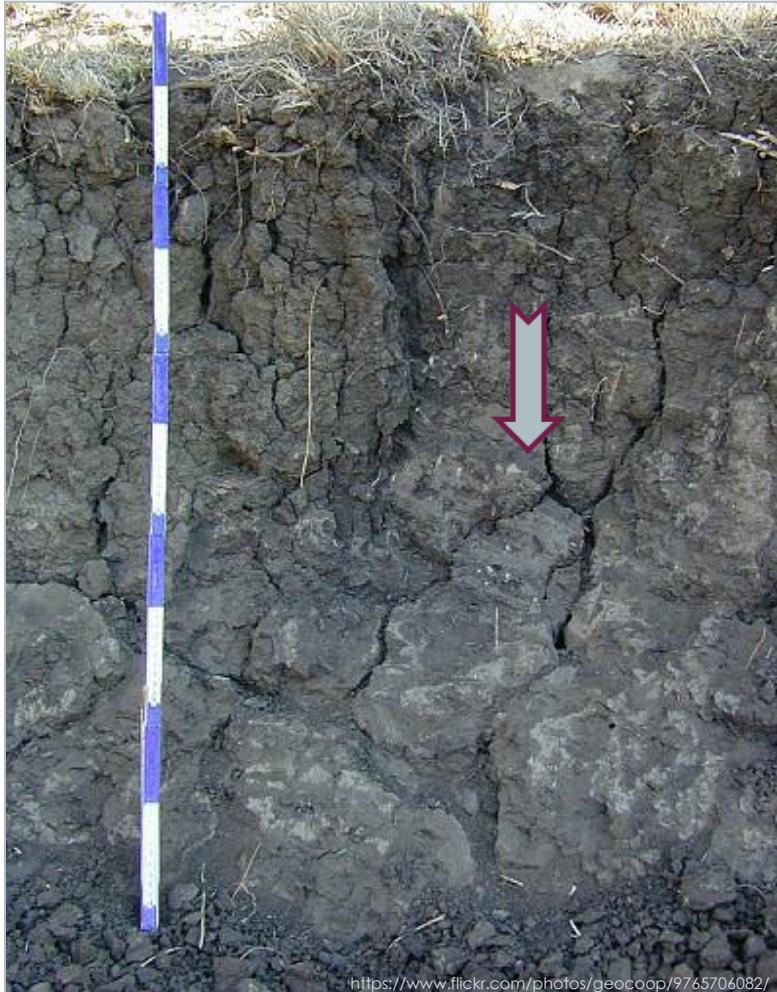
Las galerías de escarabajos facilitan el movimiento de artefactos hacia abajo

Las cuevas y la mezcla de sedimentos por acción de roedores son muy frecuentes en sedimentos arenosos



Sitio SGI, Tierra del Fuego

## 1. ¿Qué datamos cuando datamos?



También las grietas de desecación en sedimentos con arcilla posibilitan la migración de materiales hacia abajo



Ello desplaza piezas generando en ocasiones una selección por tamaños o tipos de artefactos *(ver clases Los suelos en arqueología y El contexto geomorfológico)*



También moviliza huesos y carbones que podrían datarse fuera de su contexto estratigráfico original

*Los materiales pequeños son siempre más susceptibles a los movimientos verticales que los más grandes, factor a considerar al elegir la muestra a datar*

## 1. ¿Qué datamos cuando datamos?

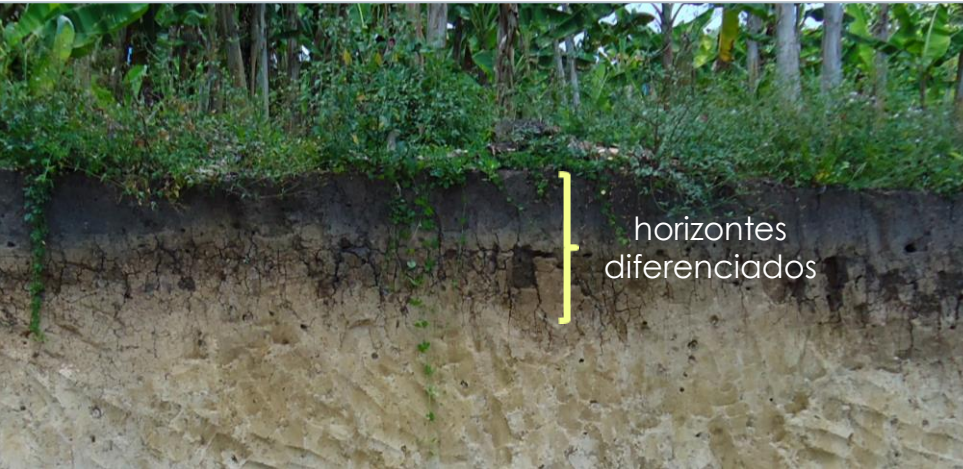
2. Tiempo condensado en los horizontes A de suelo



La contemporaneidad entre los materiales será relativa al tiempo que haya durado ese horizonte de suelo como receptor de evidencia arqueológica



Tal duración puede estimarse por el grado de diferenciación que hayan alcanzado los horizontes en el perfil del suelo (ver *Los suelos en arqueología y Diferenciación entre horizontes y estratos*)



La erosión del horizonte A de un suelo longevo en estas terrazas de Patagonia (Santa Cruz, Argentina), dejó abundante material lítico en superficie, que puede corresponder a ocupaciones de muy diferente cronología



# 1. ¿Qué datamos cuando datamos?

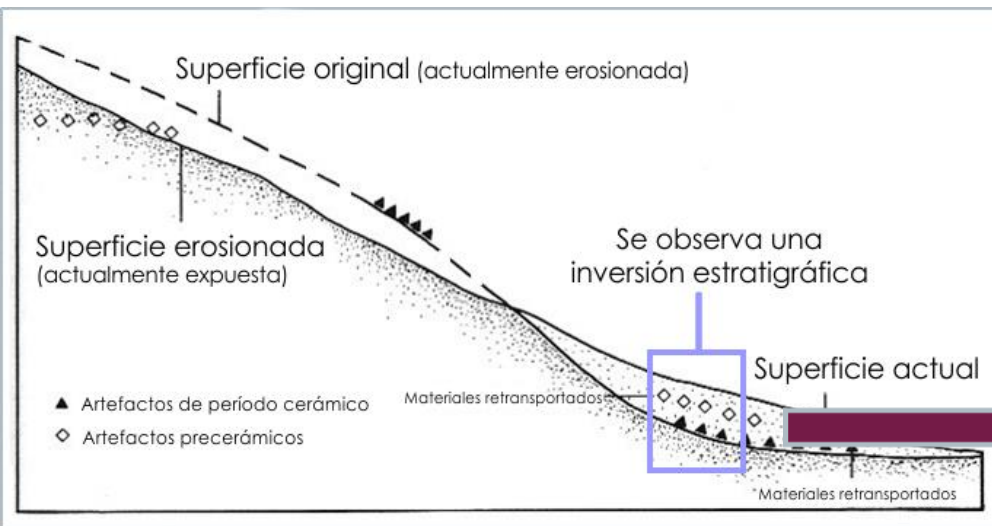
## 3. Procesos de redepositación



Estos procesos generan contextos secundarios por el transporte de materiales desde su lugar de origen hasta otro emplazamiento, cercano o lejano, dando lugar a mezclas e incongruencias cronológicas y culturales



En fajas costeras con acantilados o paleoacantilados marinos ese producen inversiones estratigráficas y cronológicas por procesos de retransporte como el ilustrado en el siguiente gráfico



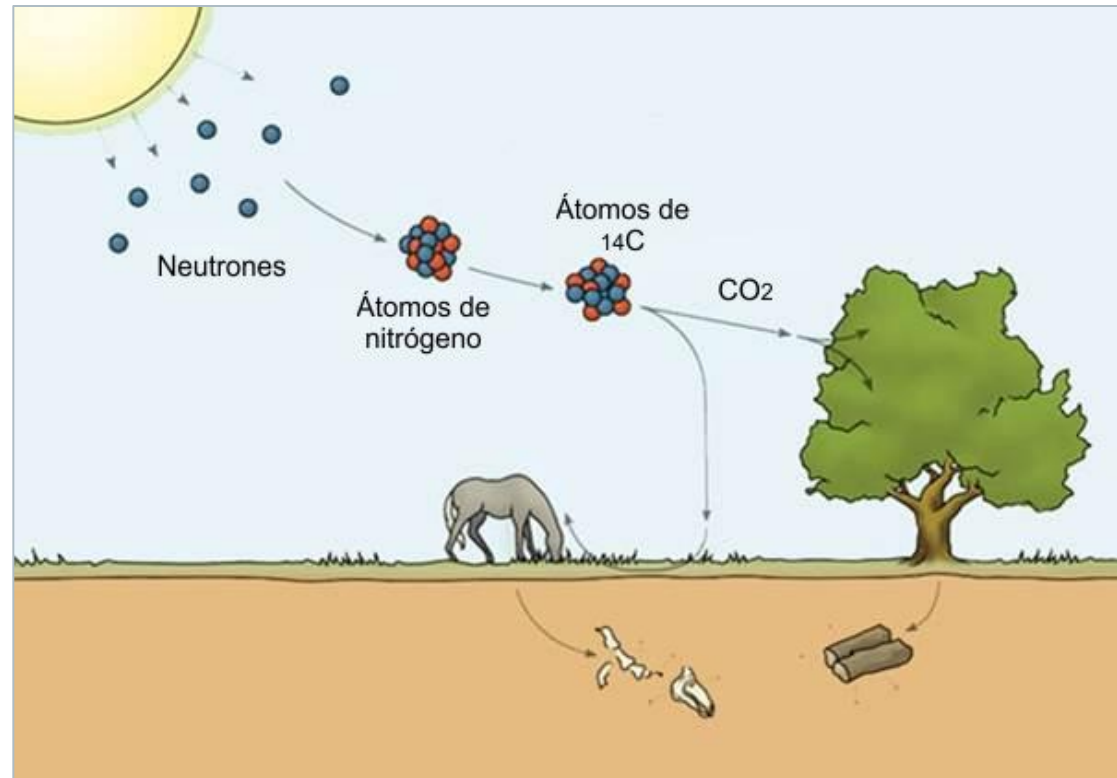
## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

El **método de datación más utilizado en arqueología** es el radiocarbónico (también conocido como Carbono 14 o  $^{14}\text{C}$ )

El isótopo radiactivo del Carbono ( $^{14}\text{C}$ ) se genera en la alta atmósfera a partir del Nitrógeno 14 ( $^{14}\text{N}$ ) por la incidencia de rayos cósmicos (neutrones)



Este átomo de  $^{14}\text{C}$  rápidamente se oxida para dar  $^{14}\text{CO}_2$  (dióxido de carbono 14) en la atmósfera en una proporción muy baja; de esta manera participa del ciclo del Carbono, incorporándose a los organismos vivos y a la hidrósfera (mares, lagos)



## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

La incorporación de  $^{14}\text{C}$  es diferente en los organismos terrestres que en los acuáticos (mares, lagos y ríos)



Los *organismos terrestres* toman  $^{14}\text{C}$  del dióxido de carbono de la atmósfera, que alcanza niveles de equilibrio en forma rápida



Es decir que si los datamos, serán en promedio 400 años más viejos que los terrestres



Los *organismos marinos y de agua dulce* toman  $^{14}\text{C}$  del agua; ese  $^{14}\text{C}$  no alcanza un equilibrio tan rápido como en la atmósfera dado que debe producirse la mezcla del Carbono que ya se encontraba en el cuerpo de agua (envejecido) con el Carbono atmosférico (actual)



Esto genera que los organismos acuáticos se encuentren “envejecidos” respecto a los terrestres



Eso se denomina **Efecto Reservorio**, si bien es *variable* posee en promedio unos 400 años en los océanos

## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

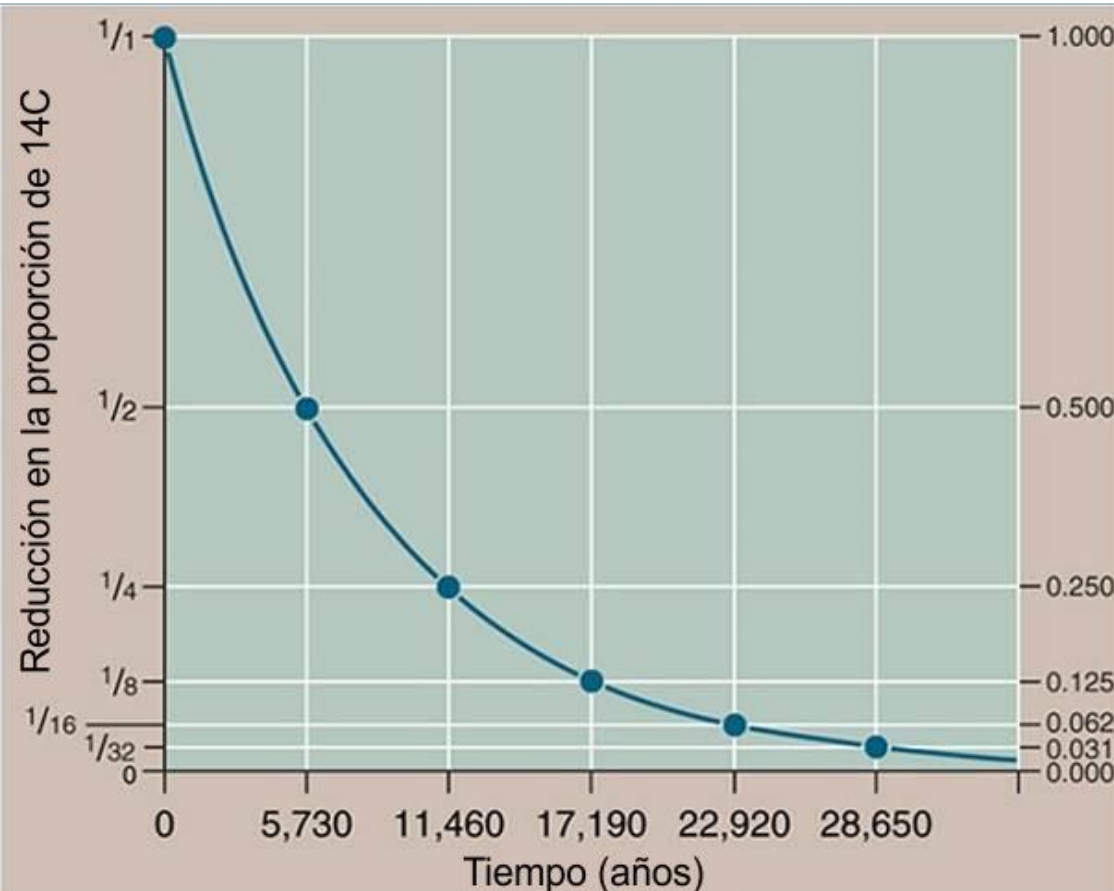
Más allá de la forma en que se incorpora, *el isótopo  $^{14}\text{C}$  es inestable* y se desintegra con un **período de semidesintegración de 5730 años** dando nuevamente Nitrógeno y emitiendo un electrón o partícula  $\beta^-$  que puede ser detectado



Esto significa que **en 5730 años se pierde la mitad del carbono 14 original** de la muestra

Luego, pasados otros 5730 años, se pierde la mitad de la mitad y así sucesivamente

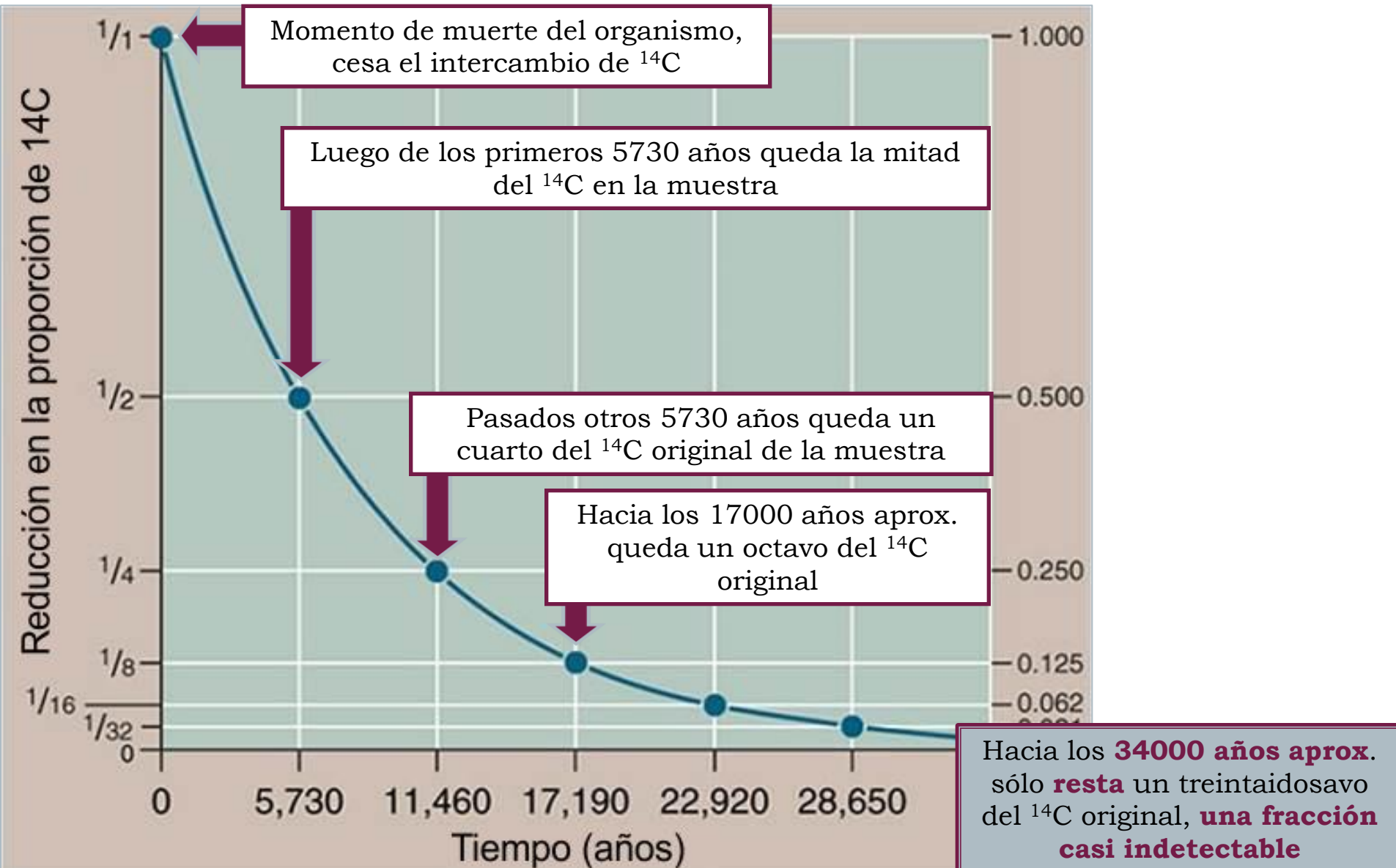
De esta manera, conociendo el ritmo de desintegración del isótopo y midiendo la emisión de partículas beta, **puede calcularse la edad de una muestra** a partir de la **curva de decaimiento**





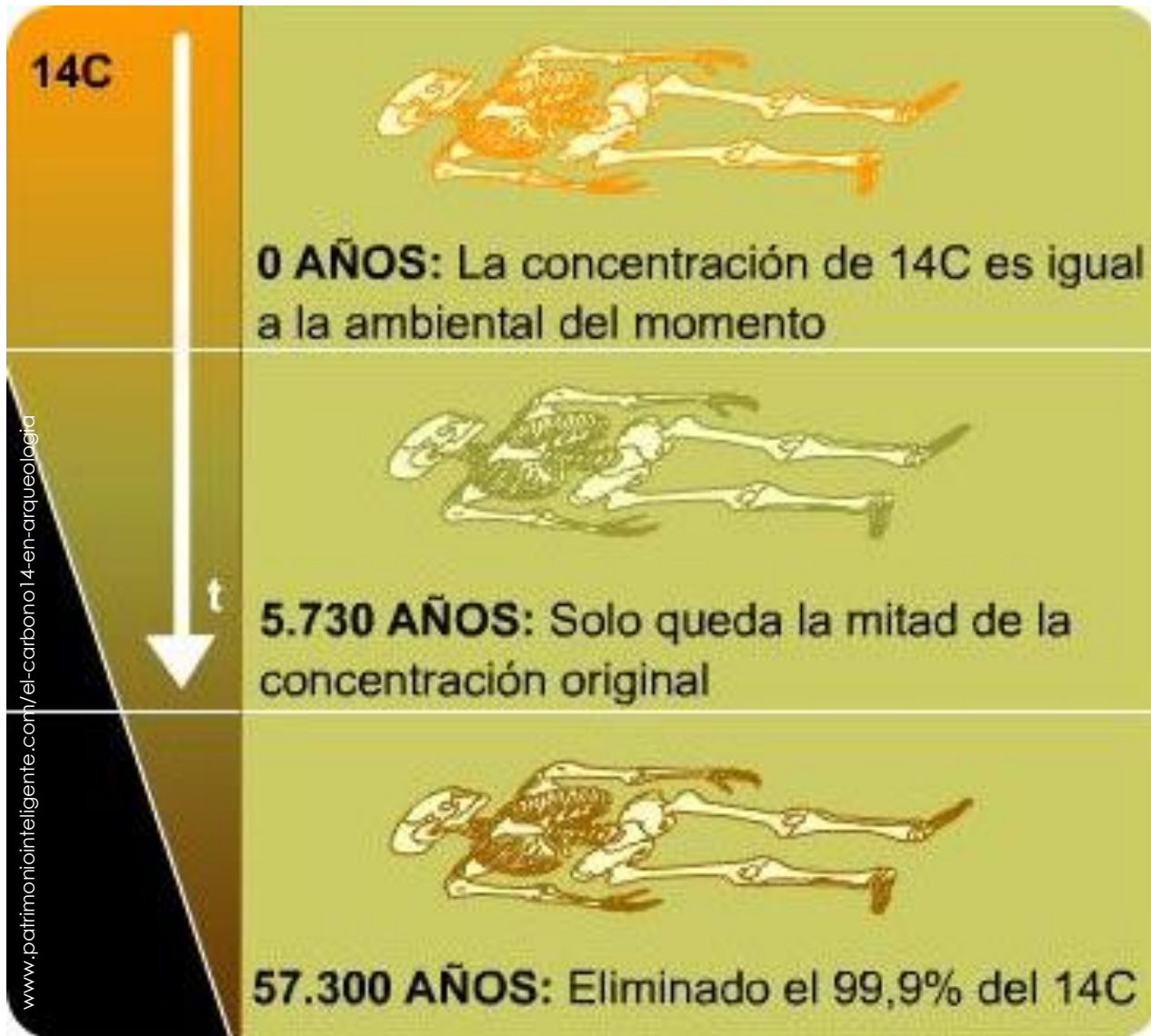
## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

Analicemos la curva de decaimiento del  $^{14}\text{C}$  con un poco más de detalle...



## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

Veamos lo anterior con otro ejemplo...



Al momento de la muerte del organismo la incorporación de  $^{14}\text{C}$  cesa

Pasados 5730 años se ha perdido la mitad de la concentración de  $^{14}\text{C}$  que había en el organismo

Finalmente, luego de los 40.000 años, se torna muy difícil datar por este método ya que se ha perdido casi todo el  $^{14}\text{C}$  del organismo

Sin embargo, se debe tener en cuenta que **la concentración de  $^{14}\text{C}$  no ha sido siempre constante en la atmósfera**



Algunos de los factores que han afectado esa concentración son:

La intensidad de la radiación cósmica



Alteró la cantidad de  $^{14}\text{C}$  que se produjo en la atmósfera a lo largo del tiempo

Grandes erupciones volcánicas



Diluyeron la cantidad de  $^{14}\text{C}$  porque emitieron “carbono muerto”



Es así debido a que el  $\text{CO}_2$  derivado de procesos geológicos no contiene  $^{14}\text{C}$

Actividad humana



La Revolución Industrial generó una gran emisión de carbono muerto que diluyó el  $^{14}\text{C}$  atmosférico



Las bombas atómicas multiplicaron la concentración de  $^{14}\text{C}$  atmosférico

son efectos opuestos que afectaron su concentración actual

## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

De lo anterior se deduce que **las edades radiocarbónicas no pueden ser usadas directamente como edades calendáricas**



Este problema se resolvió mediante *la curva de calibración*

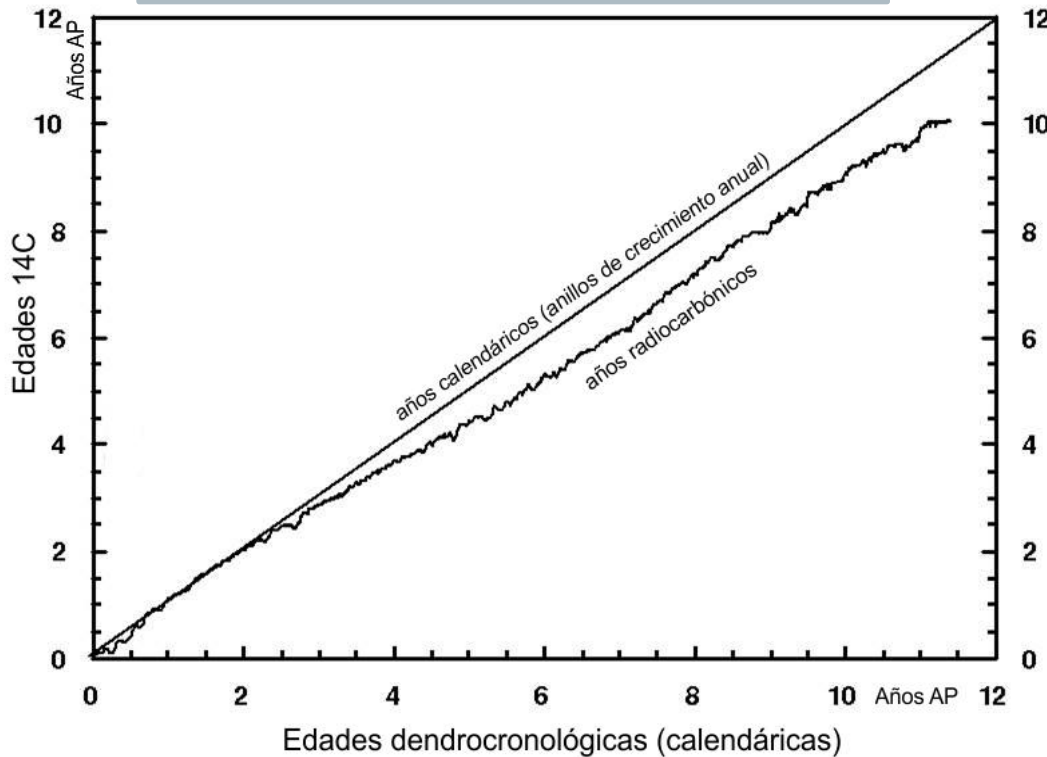


Permite correlacionar las edades radiocarbónicas con las edades calendáricas a partir de la *dendrocronología*



Datación de anillos de árboles de edad previamente conocida

Curva de calibración



Los anillos de los árboles tienen crecimiento anual, representan años calendáricos por lo que son ideales para la calibración



Conteo de anillos anuales

Existen **programas para la calibración** online, como el CALIB 7.1, que realizan la calibración automáticamente al introducir la edad y el error estándar asociado informados por el laboratorio



## 2. Principios básicos del método de $^{14}\text{C}$

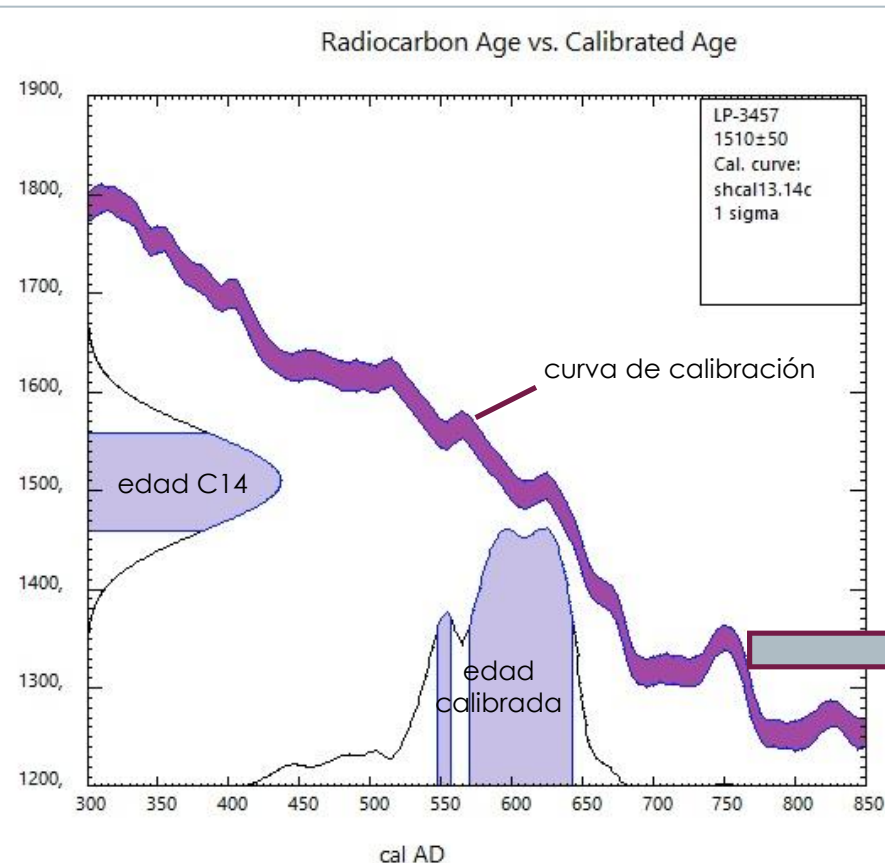
Debe elegirse la curva de calibración a utilizar de acuerdo al tipo de muestra datada (terrestre, marina o mixta) y seleccionar el hemisferio (N o S)



También debe seleccionarse entre edades AP o AC/AD y el *sigma* deseado (1 o 2)



En el caso de una *muestra marina*, si se conoce el valor local de efecto reservorio ( $\Delta R$ ), debe introducirse en el programa; si se desconoce ese valor, el programa introduce el promedio de 400 años para hacer la calibración; la curva en este caso es la marine13



En este ejemplo se calibró una edad de  $1510 \pm 50$  años AP obtenida sobre carbones utilizando la curva terrestre para el hemisferio sur (SHcal13). Se obtuvieron dos rangos de edad en años AD calibrados (549 a 558 y 571 a 643) dado que la curva de calibración fue cortada en dos puntos.

Siempre se debe aclarar el programa utilizado, su versión, y si se calibró a uno o dos sigma

### 3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?

Una vez que hemos seleccionado la muestra para datar la enviamos al laboratorio



Existen **dos técnicas de medición** para obtener edades por  $^{14}\text{C}$

Técnica  
convencional



Existen dos formas de conteo: *contador proporcional* (que mide en fase gaseosa) y el *contador de centelleo líquido* (que mide en fase líquida, el más común); en ambos casos es necesario enviar varios gramos de muestra para datar

AMS  
(Accelerator Mass Spectrometry)



Mediante el uso de un *acelerador de espectrometría de masa*, se separa por peso y se mide la cantidad de átomos de  $^{14}\text{C}$ ; para esta técnica, basta con una pequeña cantidad de muestra

### 3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?

En forma previa a la medición, la muestra enviada es sometida a los siguientes procedimientos

#### 1. Pretratamiento



Se busca *eliminar los posibles contaminantes* de la muestra

Estos **contaminantes** pueden ser *físicos o químicos*

➤ Intrusión de raíces

➤ Precipitación de carbonatos sobre la muestra (pedogenéticos o freáticos)



➤ Intrusión de ácidos húmicos

➤ Intercambio iónico entre carbonatos de la muestra y del entorno

**La contaminación puede ocurrir post-muestreo** por contacto con papel, pelos, cenizas, crecimiento de moho, hongos, etc.; es por ello que la muestra debe tomarse con cuidado, dejarla secar al aire libre y colocarla en una bolsa plástica de alta densidad o papel de aluminio

### 3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?

En función del tipo de muestra, la descontaminación implica:

Hueso



Aplicando un ataque ácido se obtiene la Fracción Insoluble en Ácido (FIA), que se sigue purificando para obtener un **colágeno** lo menos contaminado posible



Carbón



Con un baño ácido y luego alcalino se eliminan carbonatos y los ácidos húmicos respectivamente; luego se trabaja sobre la muestra total o se extrae la celulosa



Valvas de moluscos



Se elimina con ácido la capa externa de la valva ya que allí puede haber ocurrido el intercambio iónico con los carbonatos del medio; luego se data el carbonato de la valva



[www.iaa.fadu.uba.ar/cau/?p=3748](http://www.iaa.fadu.uba.ar/cau/?p=3748)

Materia orgánica



Se trabaja sobre la muestra total, o en el caso de los suelos sobre humina o ácidos húmicos; las edades obtenidas en suelos refieren al tiempo de residencia media (TRM) de la materia orgánica (edad promediada)





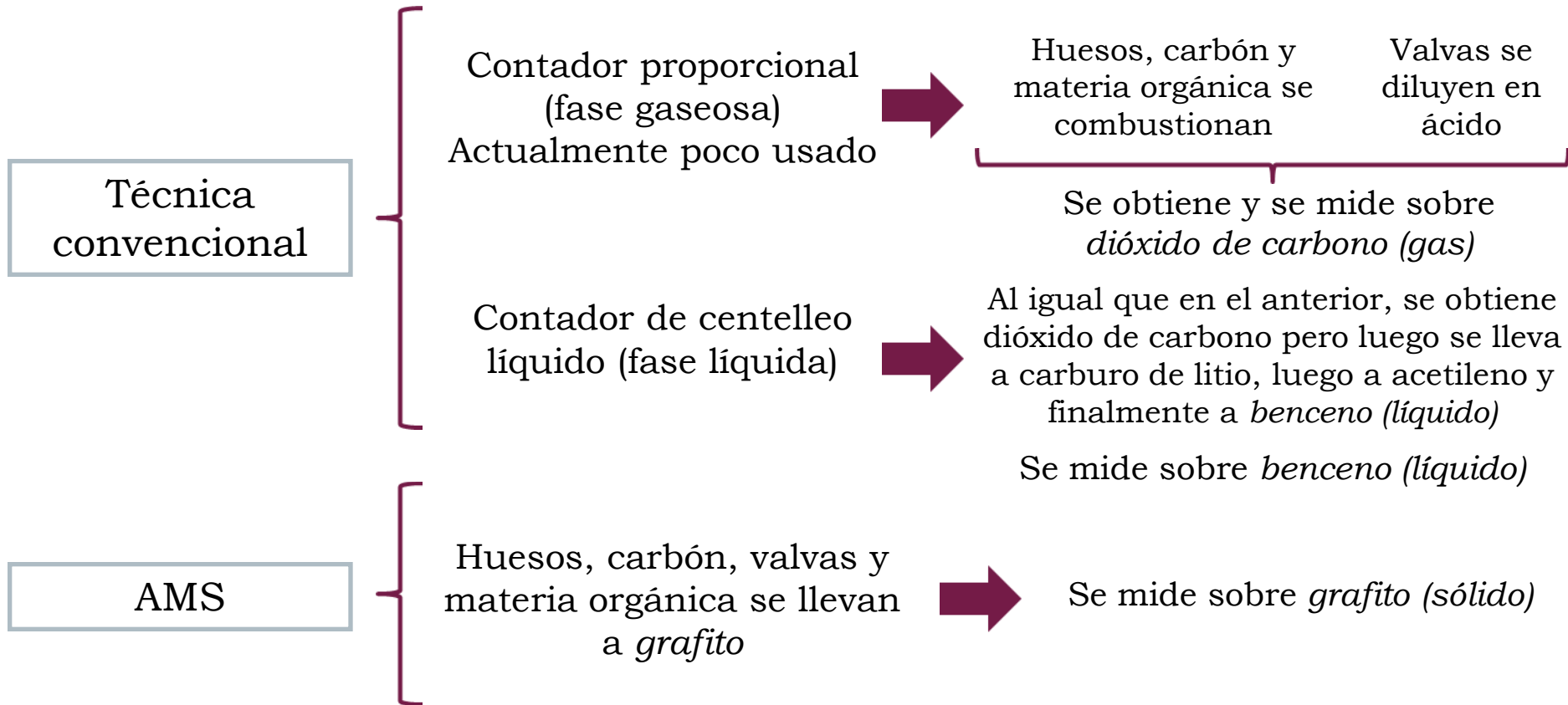
### 3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?

## 2. Síntesis



La muestra pretratada no puede ser directamente enviada al equipo que realiza la medición, por lo que debe realizarse la transformación de la misma en otro compuesto sobre el cual se pueda medir

Dependiendo de la técnica empleada, la muestra sigue el siguiente camino:



### 3. ¿Qué hace el laboratorio con la muestra que enviamos a datar?

#### 3. Medición



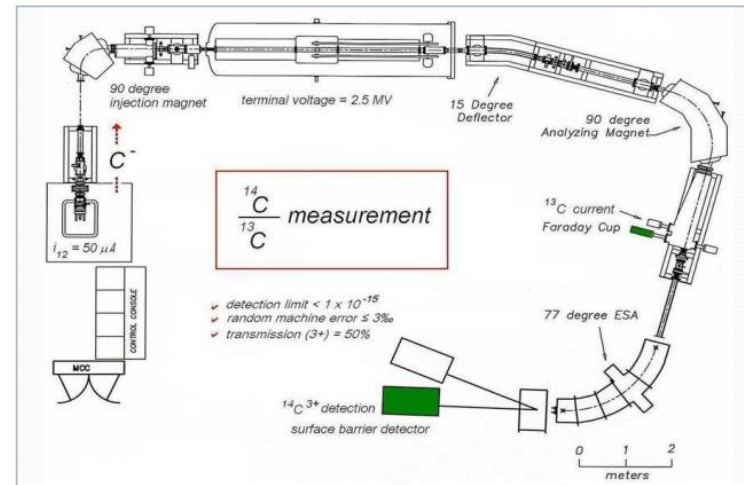
Luego de transformar la muestra original en otro compuesto, es el momento de medir

La **técnica convencional** mide las desintegraciones por minuto



Por ejemplo: se realizan 20 cuentas de 100 minutos cada una; así se obtiene un valor medio (promedio) y un desvío respecto de esa media (desvío estándar) que es el error asociado ( $\pm$ )

Con **AMS** se aceleran los isótopos, se separan y se mide el  $^{14}\text{C}$  presente



*En los dos casos el error estadístico se puede reducir midiendo más tiempo o utilizando mayor cantidad de muestra*

Los programas de intercalibración internacionales mostraron que **ambas técnicas (convencional y AMS) tienen precisión similar**

## 4. Consideraciones acerca de las edades obtenidas por $^{14}\text{C}$

Mediante el método de  $^{14}\text{C}$  pueden obtenerse edades de hasta **aproximadamente 40.000 años antes del presente**; esto se debe a que la concentración de  $^{14}\text{C}$  en un organismo va disminuyendo según el ritmo de desintegración descrito anteriormente

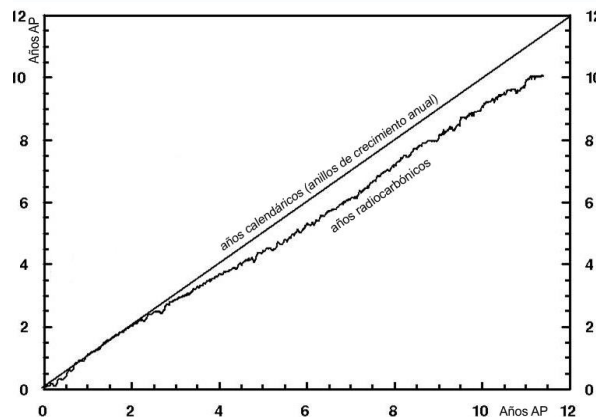
1

2

La edad informada y su error responden sólo a la estadística de **conteo** que realizan los laboratorios; no incluye errores de ningún otro tipo (ni por contaminación, ni de procesamiento, etc.)

Debido a las variaciones en la producción de  $^{14}\text{C}$  en la atmósfera, **los años radiocarbónicos no son equivalentes a los años calendáricos**, es por ello que se deben calibrar las edades radiocarbónicas

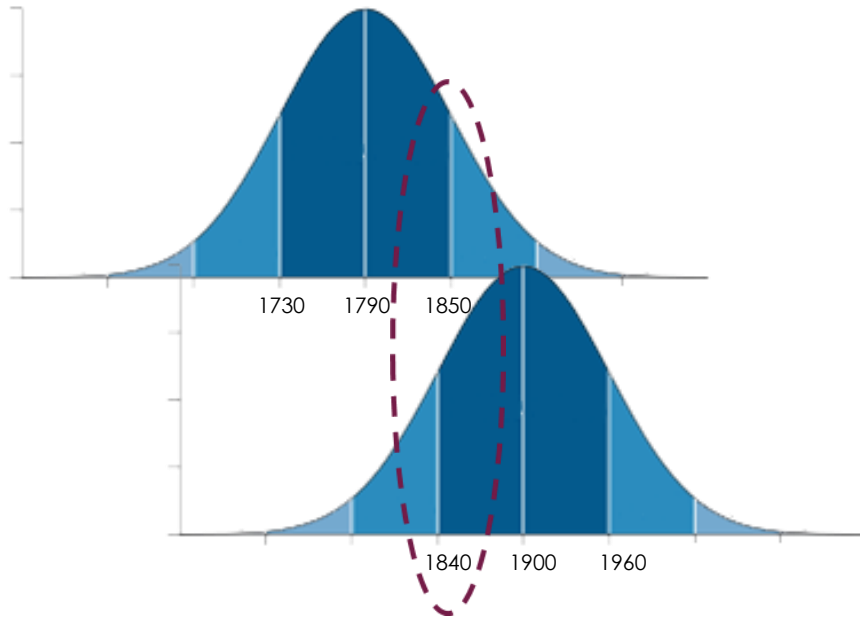
3



#### 4. Consideraciones acerca de las edades obtenidas por $^{14}\text{C}$

# 4

**Dos trozos de una misma muestra pueden proporcionar edades algo diferentes.** Por ello, debe analizarse si existe una superposición de al menos 5% a dos sigmas (dos desvíos estándar) ya que eso indica que se trata de **la misma edad estadística**. Esta aproximación práctica se puede evaluar en forma más precisa con un test de significación



Supongamos que el laboratorio informó las siguientes edades para dos muestras de carbón:  
 $1900 \pm 60$  y  $1790 \pm 60$



Vemos que las edades se superponen a un sigma ( $\pm 60$  años), por lo tanto representan la misma edad estadística



Si esta superposición es menor pero no disminuye del 5% a dos sigmas ( $\pm 120$  años), sigue tratándose de la misma edad estadística

**Es fundamental la elección de la muestra a datar**, para ello es imprescindible preguntarnos ¿qué evento estamos datando en realidad?, ¿se trata de un resto cultural o existe la posibilidad de que sea de origen natural, quizás incorporado posteriormente?

# 5

#### 4. Consideraciones acerca de las edades obtenidas por $^{14}\text{C}$

Se debe analizar en profundidad el contexto en el que se encuentran los materiales para datar ya que **existe la posibilidad de contaminación o alteración del indicador temporal (muestra) en los sitios arqueológicos**

Por ejemplo: 1) en horizontes A de suelos longevos sólo sobreviven los huesos y restos orgánicos más recientes por lo que datar esos materiales no sería adecuado para dar cronología al conjunto; 2) el colágeno de los huesos puede verse degradado por condiciones alcalinas en la matriz o por fluctuaciones de la napa freática (condiciones redox alternantes), bajo esas condiciones el material puede estar contaminado y brindar edades erróneas

6

#### **El propio material datado puede sumar su edad**

Por ejemplo: 1) los anillos del núcleo de los troncos de árboles son más antiguos que los de la periferia, por lo que datar anillos centrales proporcionará una edad más antigua que la obtenida en los de la periferia; 2) Los organismos marinos incorporan  $^{14}\text{C}$  envejecido del océano, por lo que brindan edades más antiguas que la real (efecto reservorio); 3) Cuando artefactos de madera o concha pasan de generación en generación, es difícil datar el contexto de hallazgo a partir de los mismos, debido a su uso extendido en el tiempo y la reutilización; esto es frecuente en algunos materiales presentes en ofrendas o ajuares funerarios

7

## EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

En función de las siguientes consignas, selecciona la opción correcta (Esta actividad es sólo para que evalúes la manera en que vas incorporando los conceptos desarrollados hasta aquí, **puedes consultar dudas en el foro**)

➤ En una secuencia arenosa, a 60 cm de profundidad, se halla un conjunto lítico al que se asocia una escápula en posición horizontal y un fragmento óseo de guanaco (*Lama guanicoe*). Envío a datar ambos restos óseos, el pequeño por AMS. Obtengo los siguientes resultados:

- Escápula: *ca.* 3540 años AP
- Fragmento pequeño de diáfisis: *ca.* 1230 años AP

**¿En qué edad podría tener más confianza para datar el conjunto lítico?**

➤ En un nivel de ocupación en estratigrafía, que evidencia alta resolución y buena preservación, se hallan asociados:

- Grandes carbones de fogón
- Valvas de moluscos marinos
- Restos óseos con huellas culturales
- Restos óseos sin huellas culturales

**¿Qué conviene elegir para datar esta ocupación?**

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

A pesar de la gran utilidad del método de  $^{14}\text{C}$ , muchas veces no contamos con materiales en el sitio arqueológico que se puedan datar

Es entonces cuando cobra sentido tratar de *cronologizar al paisaje*



Brindar una cronología a las unidades que contienen al registro arqueológico

¿Cómo lo hacemos?

Datando las geoformas en las que se hallan los sitios  
**por métodos radiométricos**



$^{14}\text{C}$  u OSL (*Optically Stimulated Luminescence*)

Recurriendo a **métodos geomorfológicos**



- Posición de la geoforma
- Desarrollo de perfiles de suelo
- Procesos de carbonatación
- Meteorización de las rocas

Utilizando la **correlación**



- Litoestratigrafía
- Tefroestratigrafía
- Arqueomagnetismo
- Fósiles/artefactos guía

**Todos estos métodos proporcionan marcos temporales a conjuntos artefactuales a fin de acotar su cronología**

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

Los métodos mencionados se explicitan en el siguiente cuadro donde se especifican los indicadores que pueden utilizarse y la información proporcionada por cada uno

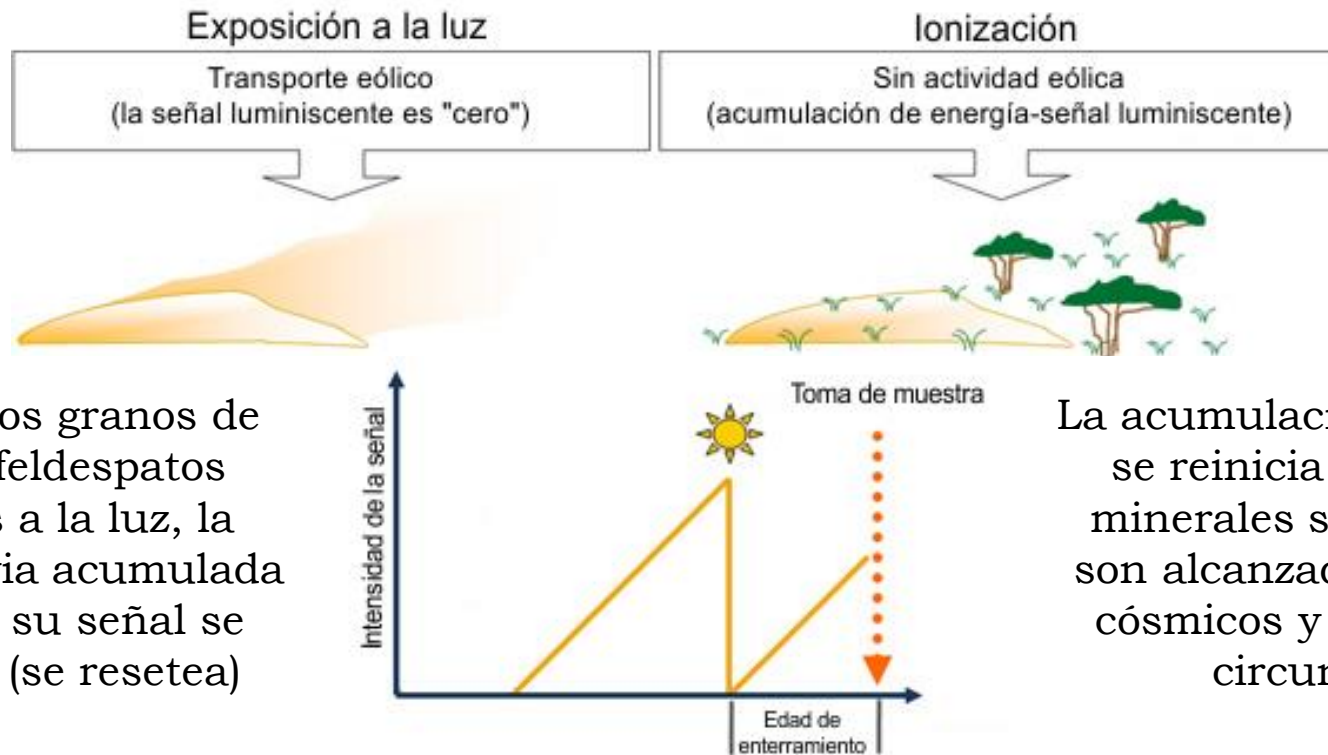
Métodos empleados para la obtención de cronologías	Indicadores	Información proporcionada
Radiogénico	a) $^{14}\text{C}$ b) OSL ( <i>Optically Stimulated Luminiscence</i> )	Edades numéricas
Geomorfológico	a) Grado de desarrollo de perfiles de suelos y de procesos geoquímicos b) Modificaciones progresivas del paisaje	Edades relativas entre unidades del paisaje
Correlación	a) Correlaciones estratigráficas b) Fósiles y artefactos diagnósticos	Relaciones temporales entre los conjuntos



## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

### Veamos con más detalle el método de OSL

El método se basa en la propiedad que tienen los minerales de cuarzo y feldespato, de **acumular energía** del entorno (radiación) **mientras permanecen enterrados**



Al quedar los granos de cuarzo y feldespatos expuestos a la luz, la energía previa acumulada se libera y su señal se hace nula (se resetea)

La acumulación de energía se reinicia cuando los minerales se sepultan y son alcanzados por rayos cósmicos y la radiación circundante

**La cantidad de energía acumulada será proporcional a la intensidad de la radiación y al tiempo que ha transcurrido desde que los minerales quedaron sepultados**

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

Cuando se lleva una muestra para datar mediante OSL, el laboratorio busca *liberar esa energía acumulada* en los minerales en un ambiente controlado *mediante la exposición a una fuente de luz*



Es por esto que el método se llama *estimulación por luminiscencia óptica*

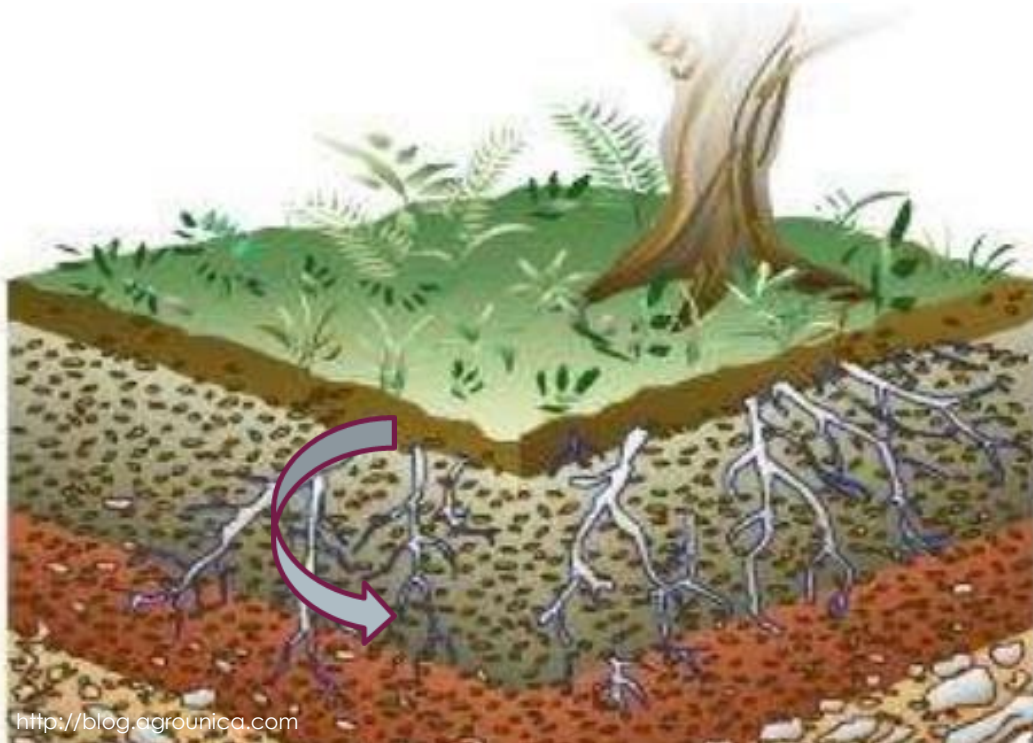


Esa liberación de energía genera una señal luminiscente proporcional a la cantidad almacenada; así, **mientras más luz emita la muestra, más antigua será**

Las **muestras más adecuadas para aplicar esta técnica son los sedimentos arenosos**, principalmente eólicos, pero también pueden ser de origen fluvial y coluvial; lo importante es que tengan cuarzo y/o feldespatos

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

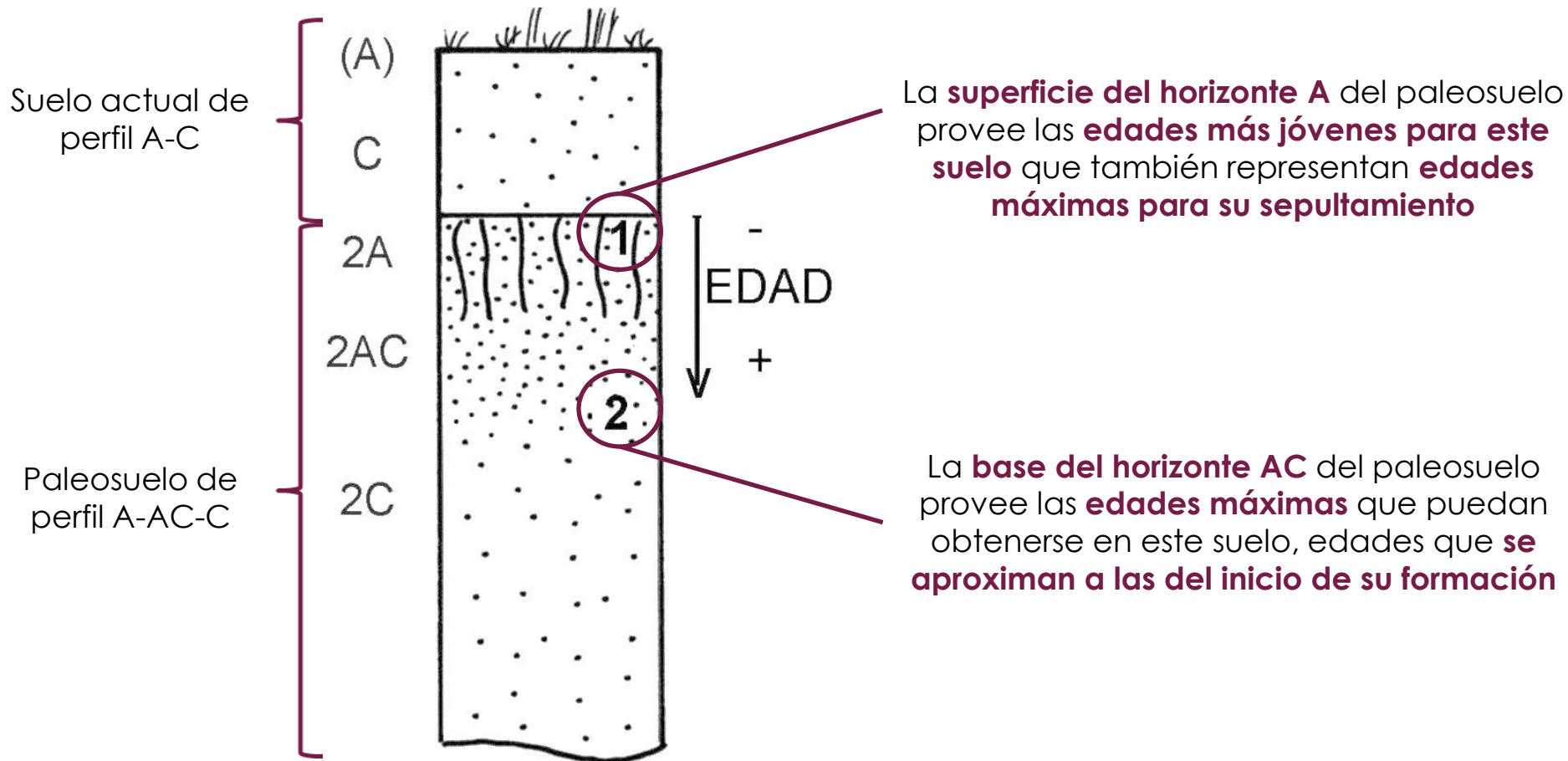
Un caso particular a considerar en la datación de las unidades del paisaje es la **obtención de edades sobre la materia orgánica de los suelos por  $^{14}\text{C}$**



En este caso las edades obtenidas referirán al *Tiempo de Residencia Media (TRM)* de la materia orgánica en el suelo y **representan edades promediadas** ya que los suelos constantemente incorporan materia orgánica “joven” que se agrega a la que ha ido madurando en el perfil

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

Al **datar un paleosuelo**, la edad de la superficie del horizonte A se aproximará a la del sepultamiento del mismo, mientras que en el sector inferior del perfil de suelo (horizontes AC o AB) las edades se aproximarán a la del comienzo del proceso pedogenético, pero siempre resultan edades promediadas



# EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN

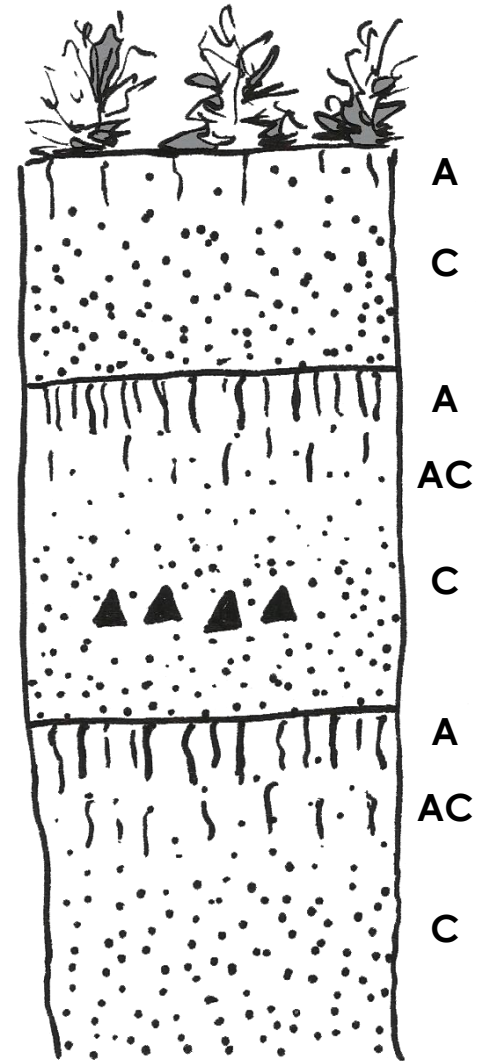
*(Cualquier duda o consulta puedes enviarla al foro)*

Se descubrió un perfil con materiales líticos en capa, pero sin ningún elemento orgánico asociado.

Este conjunto se halla entre dos eventos de pedogénesis de perfil A-AC-C tal como se muestra en el esquema

**¿Cómo obtendrías fechas mínimas y máximas para acotar con mayor precisión la cronología de la ocupación?**

- Datando el horizonte A de arriba y abajo
- Datando el horizonte AC arriba y abajo
- Datando el horizonte A de arriba y el AC de abajo
- Datando el AC de arriba y el A de abajo



▲ Materiales líticos

## 5. Métodos útiles para obtener cronologías del paisaje

Una cronología confiable parte del conocimiento de los procesos de formación de sitio y de la correcta relación entre la muestra elegida y el evento a datar, lo que incluye evaluar los alcances y limitaciones de cada material seleccionado

Es también importante saber cómo funciona el método más utilizado por la arqueología, el  $^{14}\text{C}$ , y cómo obtener cronologías en las unidades del paisaje que contienen registro cultural cuando no contamos con materiales orgánicos preservados o sólo contamos con horizontes de suelo sepultados



Bradley, R. S. 2015. *Paleoclimatology, Reconstructing Climates of the Quaternary*, Cap. 3 Dating Methods. Harcourt Academic Press, New York, London.

Favier Dubois, C. M. 2009. Valores de Efecto Reservorio Marino para los últimos 5.000 años obtenidos en concheros de la costa atlántica norpatagónica (golfo San Matías, Argentina). *Magallania* 37(2): 139-147, Punta Arenas, Chile.

Figini, A. 2005. *Datación radiocarbónica. Teoría, método, práctica y limitaciones para arqueólogos y geocientíficos*. LATYR Publicaciones, CONICET-UNLP, La Plata, Argentina.

Lowe, J. J. y Walker, M. J. 2015. *Reconstructing Quaternary Environments*. Cap. 5 Dating Methods. Routledge.

Wang, Y., Amundson R. y Trumbore S. 1996. Radiocarbon dating of soil organic matter. *Quaternary Research* 45: 282-288.

# Geoarqueología y paleoambientes de ocupación humana



Cristian Favier Dubois  
Argentina



# Geoarqueología y paleoambientes de ocupación humana: esquema de la presentación

1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima
2. Reconstrucción del paisaje y paleoambiente
3. Escalas de análisis paleoambiental
4. El Antropoceno

# 1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima

Los ambientes del pasado o **paleoambientes** se analizan a diferentes escalas y se **refieren por lo general a un paisaje del pasado donde predomina un agente geomorfológico** (fluvial, eólico, costero, etc.) **asociado a una biota y a determinadas condiciones climáticas generales**



Secuencia estratigráfica en la se observan huesos de megafauna en depósitos de color oscuro con evidencias de hidromorfismo y mucha materia orgánica

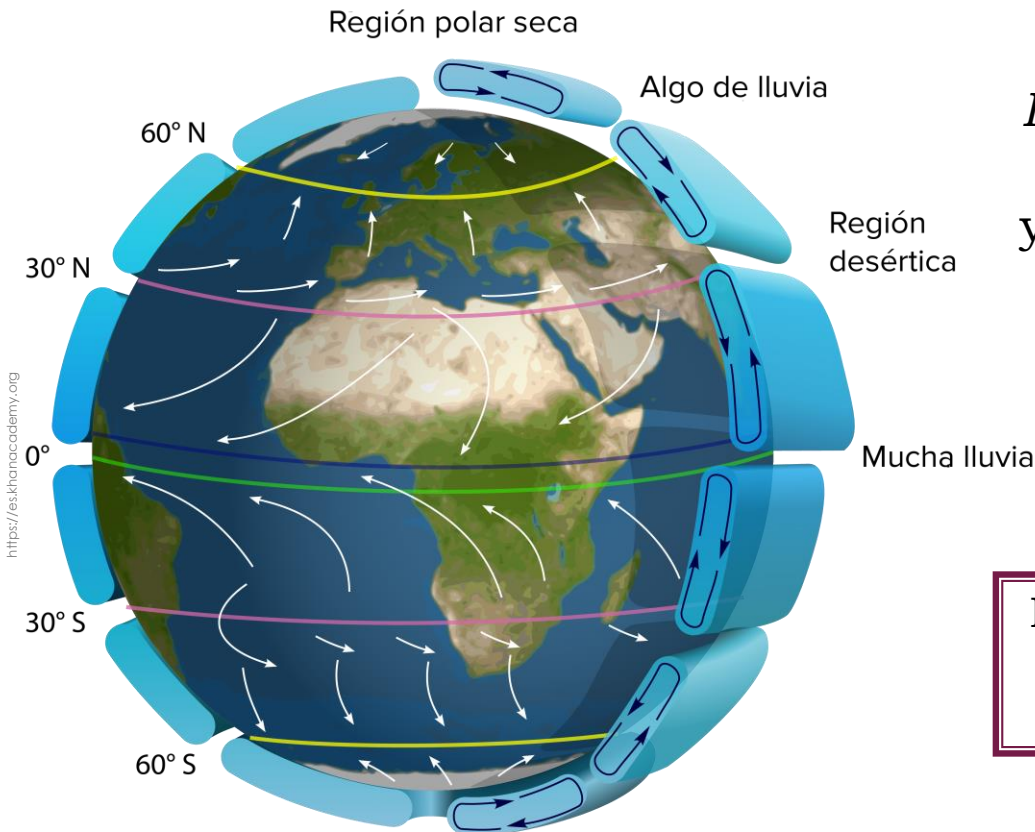
Ese depósito se interpreta como un paleopantano



Dibujo gentileza: Daniel Boh

# 1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima

En cambio, el **paleoclima** se refiere principalmente a un **promedio de valores de temperatura, humedad y precipitaciones en una región, determinados por los patrones de circulación atmosférica y oceánica**



*Estos patrones dependen de la escala de tiempo y espacio que se considere y, en ese marco, es posible referirse a ciclos climáticos de alta o baja frecuencia (anual, decadal, etc.), monitoreados por diferentes *proxies**



Los *proxies* son indicadores indirectos de condiciones paleoambientales y paleoclimáticas, como:

\* Depósitos sedimentarios

\* Polen

\* Fitolitos

\* Diatomeas

\* Microvertebrados

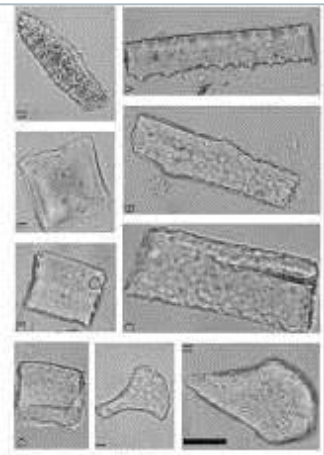
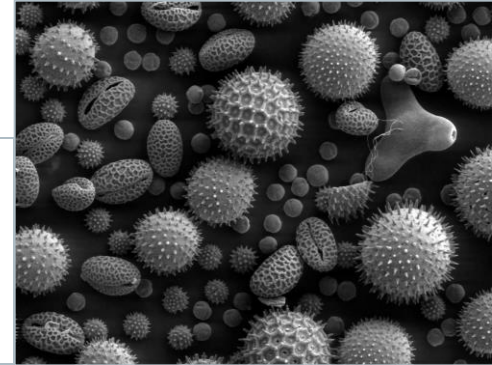
# 1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima

Veamos brevemente cada proxy...



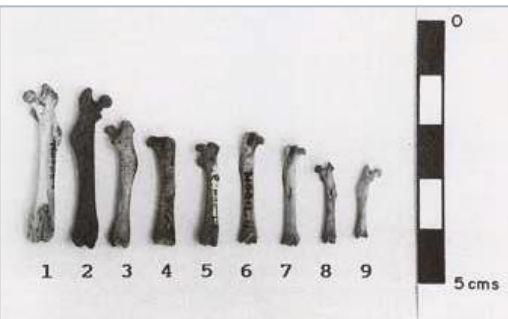
A lo largo de este curso hemos visto cómo los **depósitos sedimentarios y los suelos** ayudan a inferir condiciones ambientales

Mediante **el polen** es posible identificar las comunidades vegetales que se encontraban en la región y a partir de ello inferir las condiciones ambientales predominantes



Al igual que el polen, **los fitolitos** son útiles para identificar comunidades vegetales e inferir el ambiente en el que vivieron

**Las diatomeas** son pequeñas algas unicelulares silíceas que ayudan a identificar temperatura, salinidad, y/o profundidad de cuerpos de agua y en sedimentos/suelos asociados



**Pequeños vertebrados** pueden ser indicativos de las condiciones ambientales pasadas ya que muchos poseen requerimientos específicos de humedad, temperatura, etc.

## 1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima

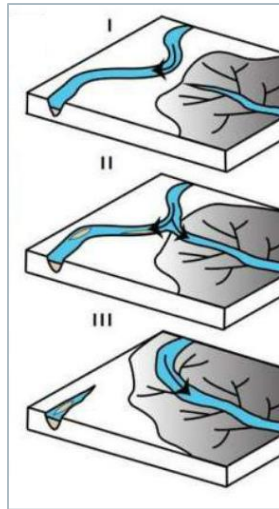
Siempre hay que tener en cuenta que **un cambio paleoambiental no indica un cambio paleoclimático necesariamente**

...por ejemplo, un importante cambio en el flujo de un río puede responder a un aumento en las precipitaciones (clima), pero también a otros factores como:

\* la captura de otra cuenca

\* la rotura de un dique natural

\* una inusual tormenta



Todos estos procesos deben analizarse con detenimiento ya que son propensos a generar resultados similares, hecho conocido como **equifinalidad**

## 1. Diferencias entre paleoambiente y paleoclima

Existen además *procesos autocíclicos* (es decir dependientes de la dinámica geomorfológica interna) que *explican muchos cambios en la estratigrafía de los ambientes sedimentarios* sin necesidad de recurrir a procesos climáticos  
(Ver clase *La estratigrafía en arqueología*)



Las variaciones de sedimentos en una secuencia, la presencia de paleosuelos, de discordancias erosivas o los cambios de procedencia de las partículas, pueden formar parte de la dinámica geomorfológica de una región sin indicar un cambio climático

Una laguna interdunar podría ser sepultada por la migración de las dunas, procesos propio de estos ambientes

Cuando este cambio se ve en estratigrafía, no significa que el clima se haya hecho más árido, sólo muestra un aspecto de la dinámica eólica normal



## 2. Reconstrucción del paisaje y paleomambiente

La reconstrucción del paisaje y del paleoambiente durante la época de ocupación de los sitios es uno de los objetivos principales de la geoarqueología  
(Ver clase ¿Qué es la geoarqueología?)



Esto significa que para contextualizar los sitios debemos *utilizar evidencia relevante de origen geológico, biológico, climático, histórico y/o arqueológico a fin de inferir propiedades de los ambientes del pasado*

Por ejemplo, las ocupaciones Chinchorro ocurrieron bajo una morfología costera y condiciones climáticas diferentes a las actuales (Holoceno medio) que debemos inferir a partir de los proxies



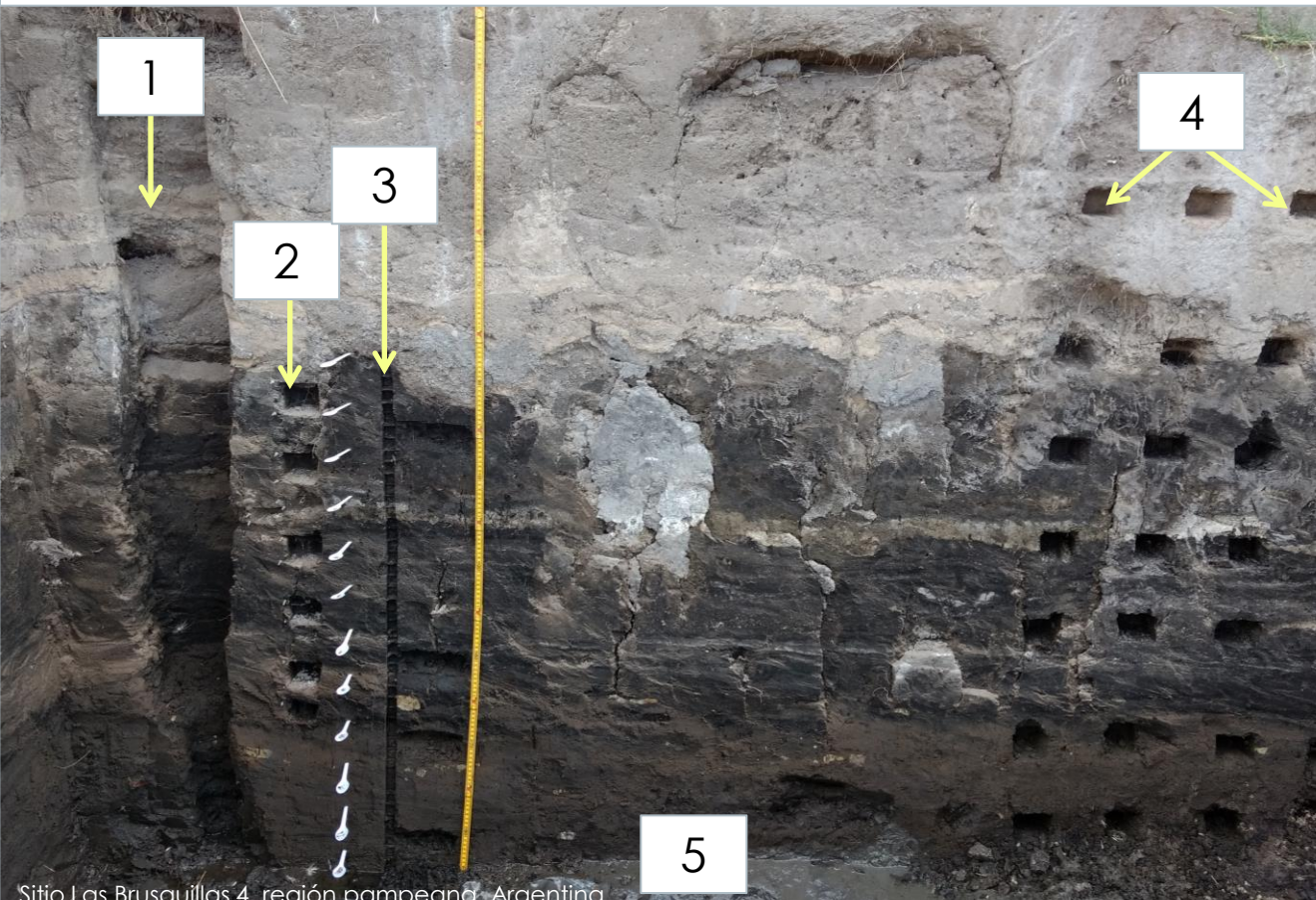
Estratigrafía con concheros, restos vegetales y otras evidencias naturales y antrópicas

Sitios Chinchorro, 7000-5000 AP, Camarones, costa norte de Chile

## 2. Reconstrucción del paisaje y paleoambiente

Así, es necesario llevar adelante **estudios interdisciplinarios y multidisciplinarios** entre especialistas, que deben articular objetivos y escalas de trabajo comunes

Por ejemplo, en este perfil excavado junto a un arroyo se hallaron abundantes materiales arqueológicos, allí diferentes especialistas realizaron estudios para caracterizar la historia paleoambiental representada



1. Análisis de diatomeas, polen, fitolitos y moluscos para evaluar cambios en la vegetación y en la dinámica del arroyo

2. Estudios granulométricos, pH, materia orgánica y carbonatos para caracterizar los ambientes sedimentarios

3. Estudios paleomagnéticos para medir fluctuaciones en parámetros ambientales

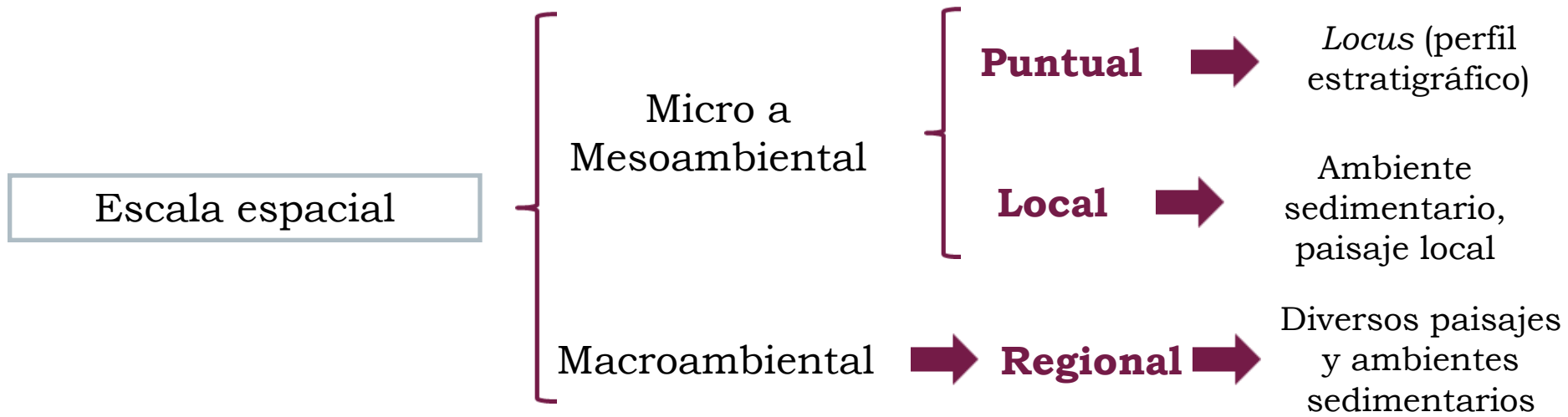
4. Análisis de ácidos húmicos en el perfil para evaluar procesos pedológicos y posible acción contaminante en los huesos

5. Recolección de moluscos y sedimentos actuales (por fuera del perfil) para comparar con aquellos del perfil



### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Los cambios paleoambientales pueden estudiarse a diferentes escalas:



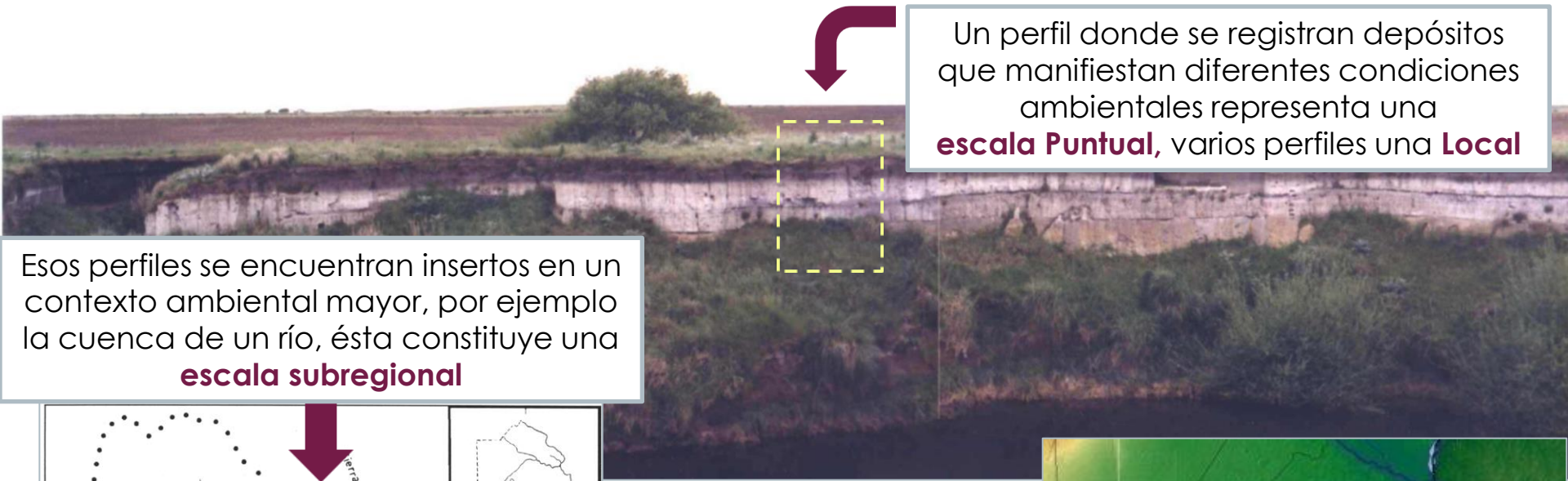
La integración de datos a escala macroambiental puede definir si lo que se observa a escala puntual y/o local representa un cambio climático o no

**Escala temporal**

En el trabajo arqueológico en América la escala temporal empleada para analizar los cambios paleoambientales es el **Cuaternario**, y dentro de éste el Pleistoceno tardío y el Holoceno

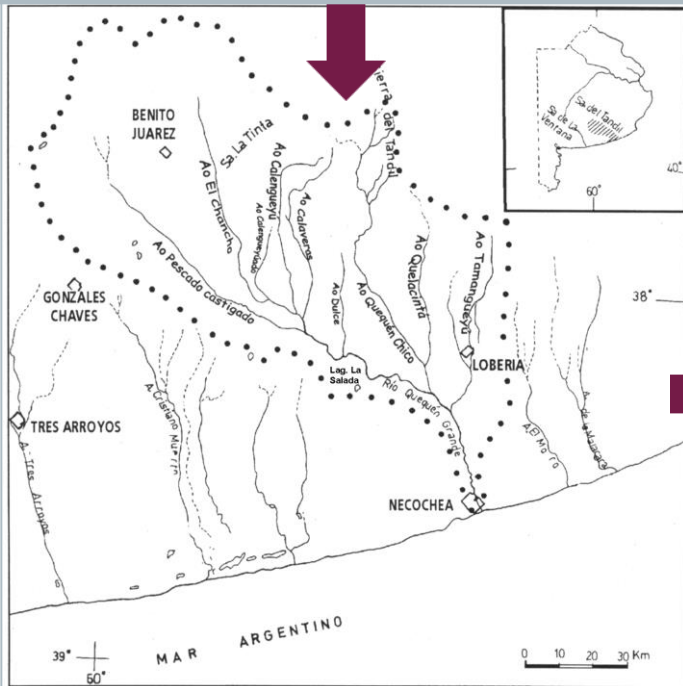
### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Veamos con más detalle la escala espacial...



Un perfil donde se registran depósitos que manifiestan diferentes condiciones ambientales representa una **escala Puntual**, varios perfiles una **Local**

Esos perfiles se encuentran insertos en un contexto ambiental mayor, por ejemplo la cuenca de un río, ésta constituye una **escala subregional**



Esa cuenca forma parte de un contexto mayor, como el área interserrana de la provincia de Buenos Aires, donde se integran diversas cuencas; ésta es la **escala Regional**



Cuenca del río Quequén Grande, Bs.As. Argentina

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Ahora veamos la escala temporal...

Como mencionamos anteriormente, la escala temporal que más nos interesa a los arqueólogos es el **Cuaternario**

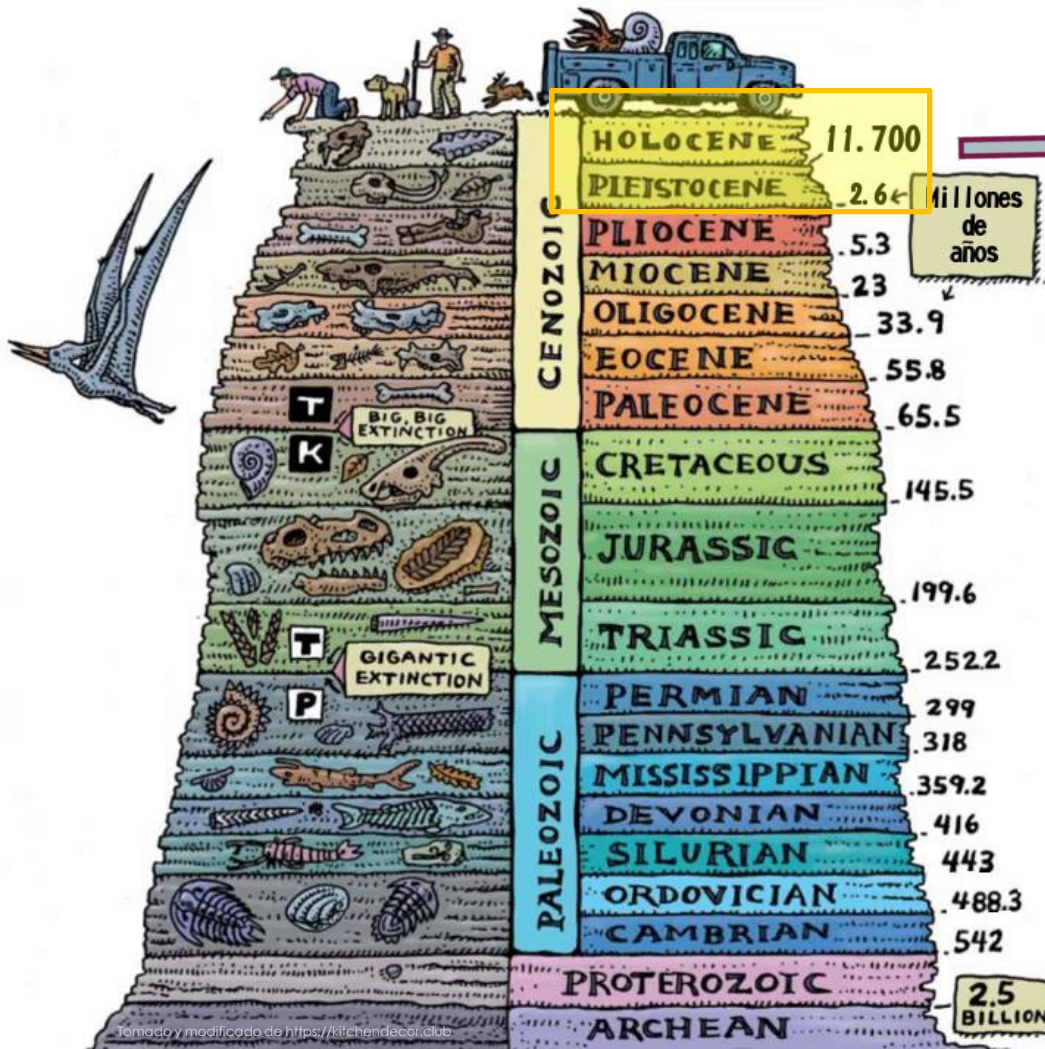


¿Qué es el Cuaternario?

Es una división de la escala de tiempo geológica que abarca los últimos 2.6 millones de años hasta la actualidad, en la que **el clima define la dinámica de los procesos geomorfológicos**



Incluye el **Pleistoceno** y el **Holoceno**

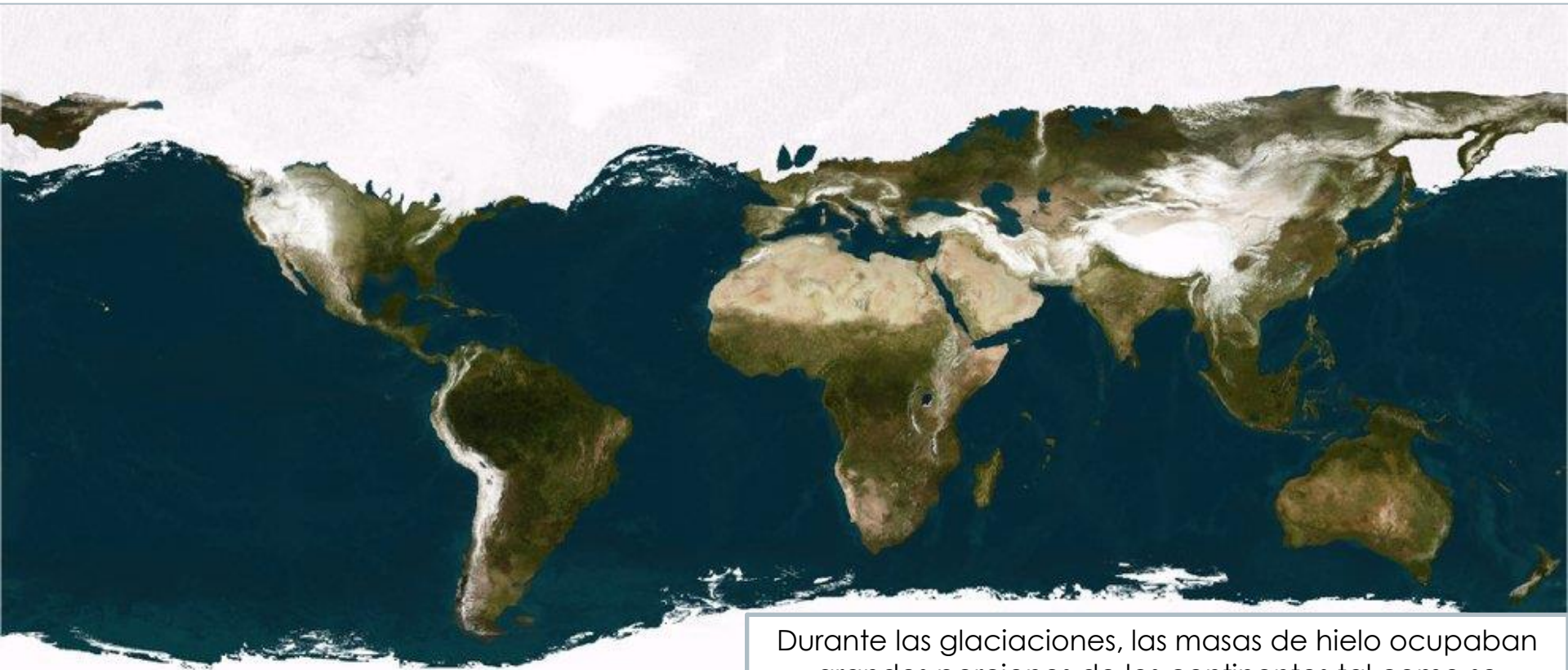


## El Pleistoceno

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

A partir de los 2.6 millones de años se registra un clima más frío a escala global en los testigos de fondos oceánicos y el comienzo de **ciclos glaciares marcados** favorecidos por la ubicación de las masas continentales en sectores polares

Así, el Pleistoceno se caracteriza por estas condiciones más frías a escala planetaria y la alternancia marcada y regular de ciclos glaciario-interglaciario

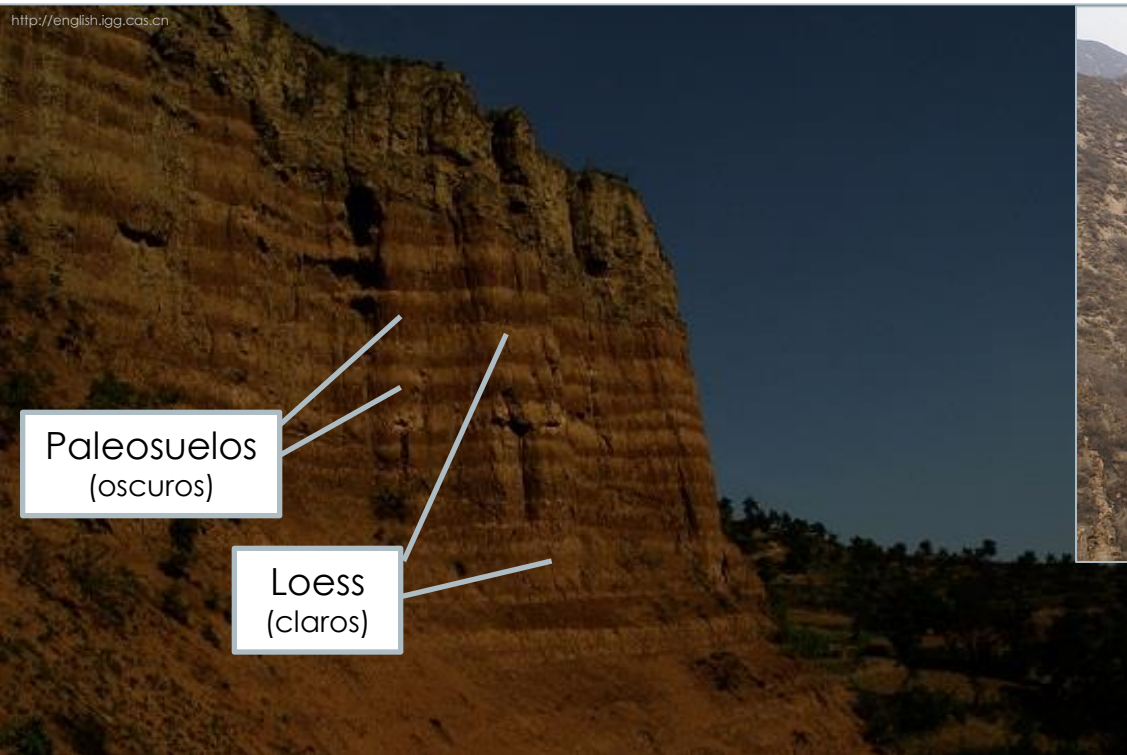


Durante las glaciaciones, las masas de hielo ocupaban grandes porciones de los continentes tal como se observa en esta imagen

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Para estos momentos también se inicia el registro de abundantes depósitos de loess en China y en otras partes del mundo como Argentina y Uruguay

El loess chino es muy importante ya que constituye un registro continental muy preciso de los ciclos glaciario-interglaciario, indicados por la alternancia de estos depósitos eólicos que indican aridez (momentos glaciares) separados por paleosuelos (interglaciares)



En China mucha gente construye casas excavando en el loess

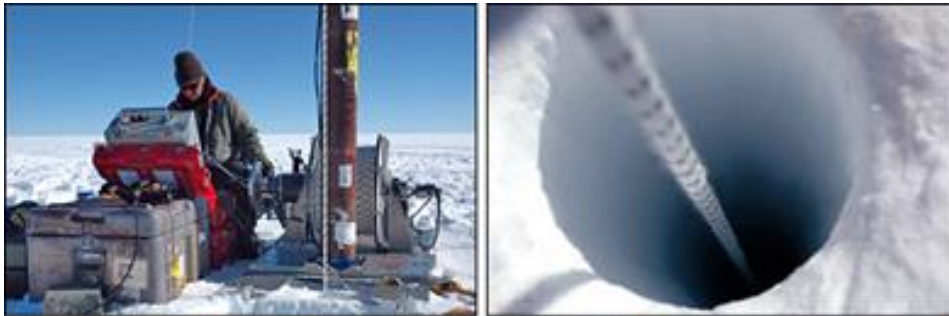
Asimismo, debido a las condiciones más frías, durante el Pleistoceno se producen cambios faunísticos y florísticos a escala global

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

¿Cómo se supo que hubo muchos ciclos glaciador-interglaciador?

Estudios geológicos en distintos continentes mostraban que habían existido varias glaciaciones, pero fueron las perforaciones en **los fondos oceánicos** y en **los hielos** las que develaron cuántas y cómo fueron

Extracción y análisis de testigos de fondos oceánicos



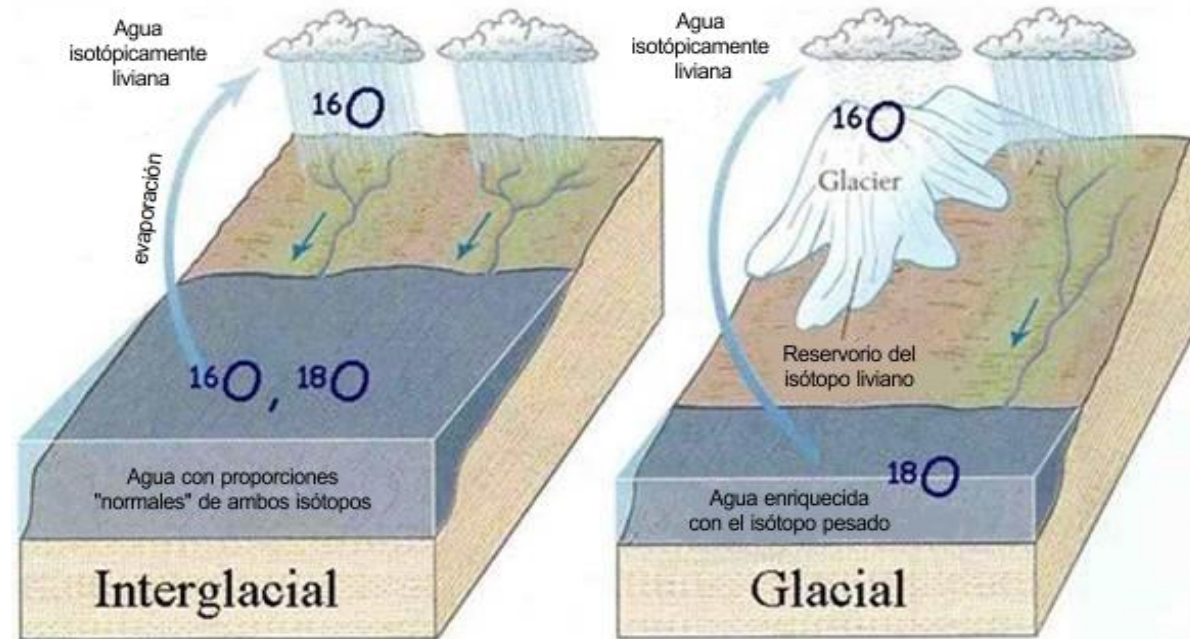
Toma de muestras de testigos de hielo



### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Los testigos oceánicos muestran una alternancia en los valores isotópicos del oxígeno ( $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ) que se vinculan con cambios en la temperatura...

... Durante los momentos interglaciares se halla la proporción "actual" entre los isótopos del oxígeno en las aguas oceánicas, mientras que en momentos glaciares el  $^{16}\text{O}$  disminuye en los océanos, hallándose más representado el  $^{18}\text{O}$ ...



...Ello ocurriría porque el  $^{16}\text{O}$  se condensaba en forma de grandes masas de hielo sobre los continentes (glaciares) y casi no regresaba al mar

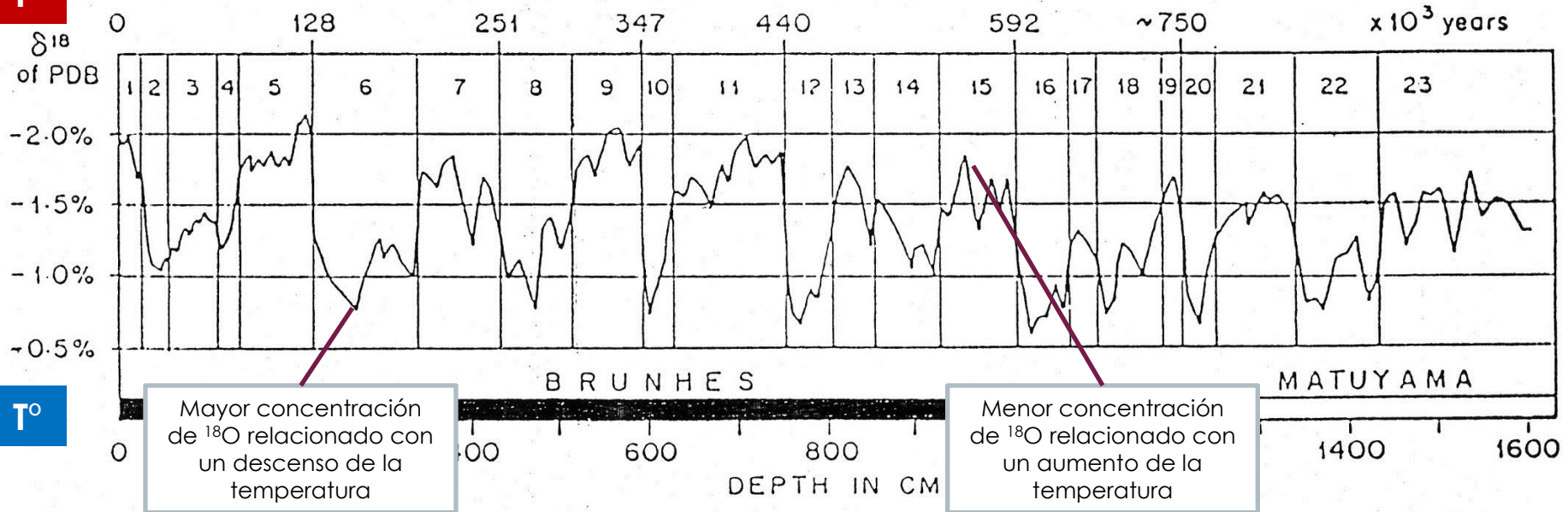
Se corroboró así que existieron **al menos 30 ciclos glacial-interglacial** durante el Cuaternario y los estudios en testigos de hielo (polares y de regiones montañosas) permitieron afinar la resolución en los últimos 4 ciclos

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

La alternancia de estos ciclos se graficó en función de las variaciones del isótopo  $^{18}\text{O}$  y se correlacionó con las temperaturas predominantes a lo largo del tiempo

Curva de variaciones del  $^{18}\text{O}$  en el tiempo

Core V28-238 ( $\sim 1^\circ\text{N}$   $160^\circ\text{E}$ )



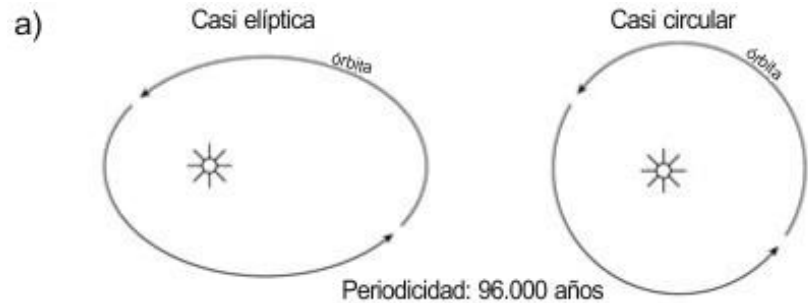
Esta correlación permitió observar que el  $^{18}\text{O}$  se concentraba en el mar en los momentos fríos (glaciares) mientras que en los momentos cálidos disminuía (intergl.).  
(El esquema de la diapositiva anterior explica esto gráficamente)

¿Cómo se explica esta alternancia en la temperatura media global?

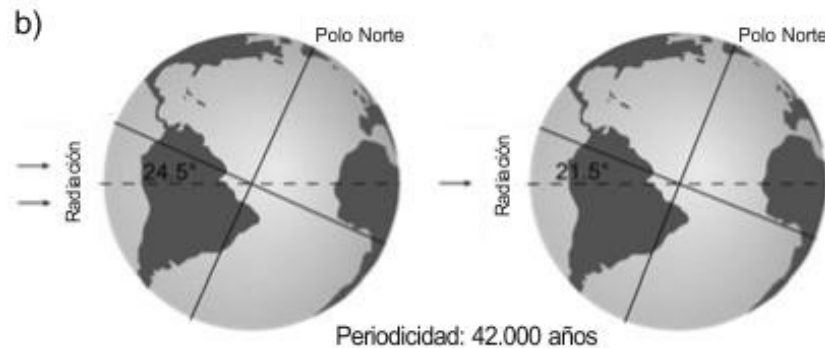


### 3. Escalas de análisis paleoambiental

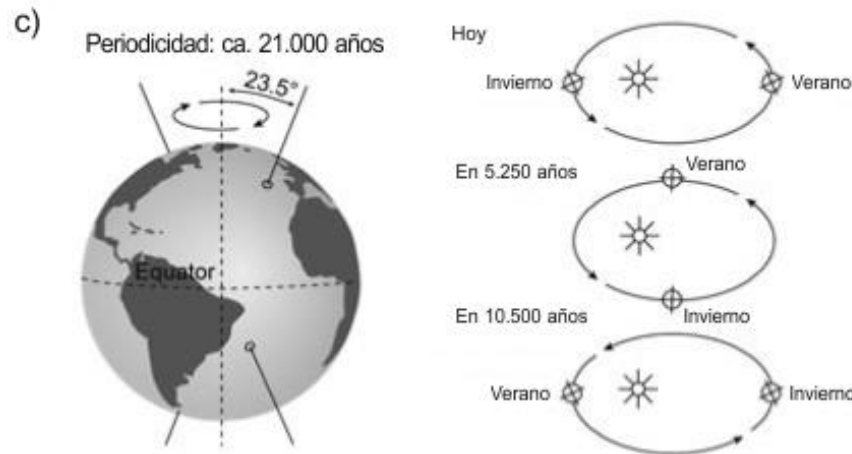
Milánkovitch propuso que el principal forzante para esas oscilaciones debía ser de índole astronómica, indicó **tres ciclos** que las pueden explicar:



La **forma de la órbita**, que regula la cantidad de energía solar que recibe la Tierra; ésta cambia en ciclos de aproximadamente 100.000 años



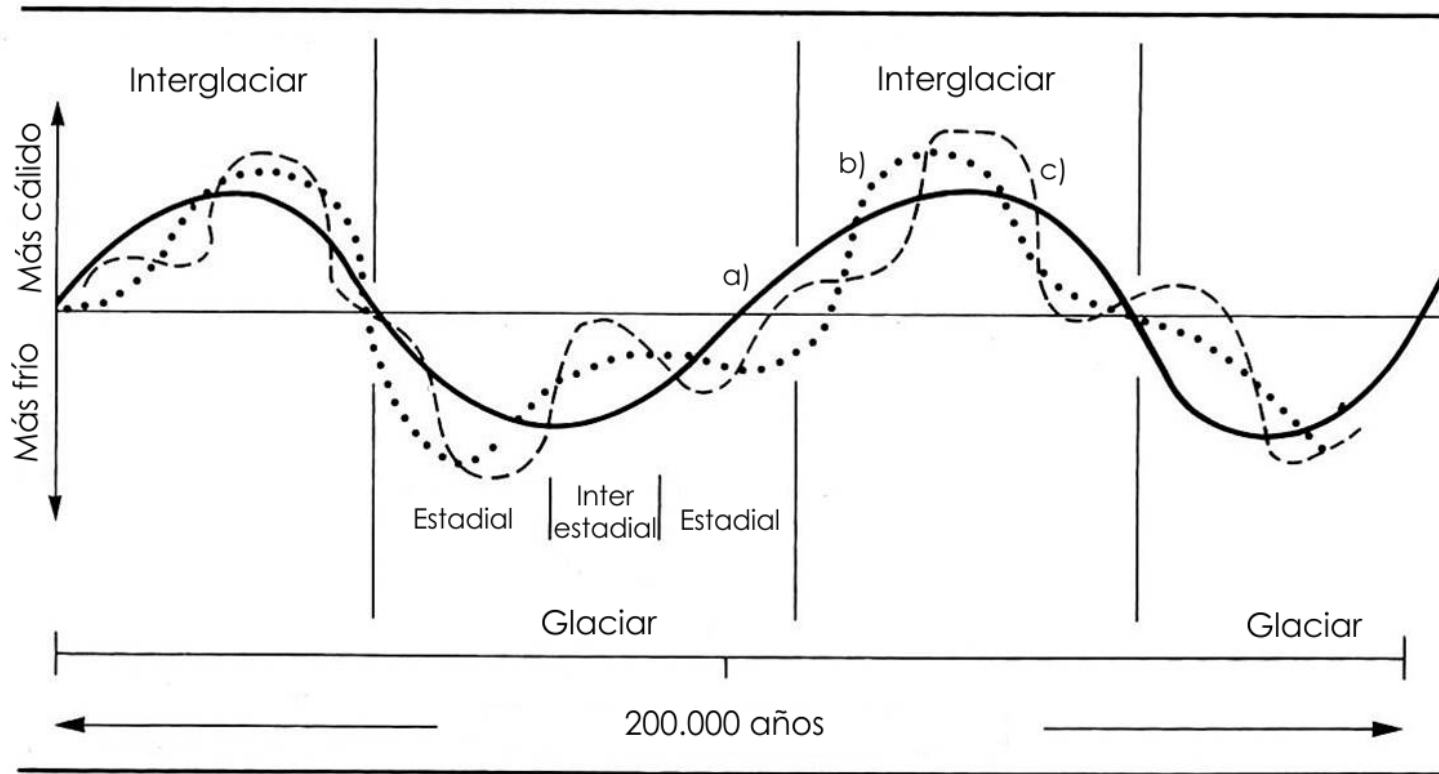
La **inclinación del eje terrestre**, que afecta la incidencia de los rayos solares en cada hemisferio; en ciclos de unos 42.000 años el eje varía entre 24,5° y 21,5°



El **“cabeceo” del eje terrestre**, que va cambiando la proximidad de cada hemisferio al sol en las diferentes estaciones, esto afecta la distribución de la temperatura en ciclos de unos 21.000 años

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

La sumatoria de los tres ciclos orbitales de Milánkovitch permite explicar los grandes períodos glaciador-interglaciador y muchas de las oscilaciones climáticas menores como los denominados **estadiales e interestadiales**, que **son momentos más fríos o más cálidos** respectivamente **dentro de una misma glaciación**



**a)** La forma de la órbita

**b)** La inclinación del eje terrestre

**c)** El "cabeceo" del eje terrestre

## La transición Pleistoceno-Holoceno

¿A que nos referimos cuando  
hablamos de esta transición?



Simplemente al **cambio en las condiciones climáticas desde el último período glacial al presente interglacial**



¿Cuándo ocurrió?



En el año 1969 el INQUA\* fijó por convención el límite Pleistoceno-Holoceno en 10.000 años radiocarbónicos AP

\*(Subcomisión de Cuaternario de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas)

Posteriormente (2008) a partir del testigo de hielo NorthGRIP de Groenlandia que aportó un registro climático con una claridad y resolución sin precedentes se fijó el límite en **11.700 años calibrados antes del año 2000**

No obstante, hablar de un «límite» indicaría que el paso del Pleistoceno al Holoceno fue relativamente instantáneo y simultáneo en todos lados, pero eso no fue así



Las evidencias paleoclimáticas en diferentes regiones permiten pensar en una **transición** entre el Pleistoceno y el Holoceno que acontece aproximadamente entre los 12.000 y 9.000 años antes del presente, dependiendo de la región



Es un **límite diacrónico**; es decir que en las diversas partes del mundo ocurre en momentos algo diferentes

Esa transición suele expresarse en **cambios en la vegetación** y **favorece la formación de suelos** (menor erosión, más vegetación) así como el **aumento general en la productividad biológica** de los ecosistemas a escala global. Ello benefició en algunas partes del mundo el **origen de la agricultura**

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

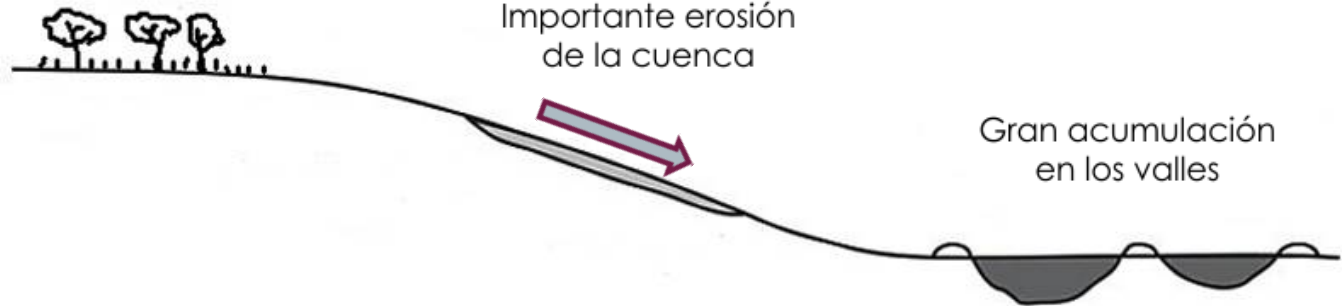
Este esquema sintetiza lo mencionado anteriormente y puede observarse cómo durante el Holoceno la vegetación se ve favorecida

Condiciones durante la anterior glaciación: **frío y seco**

Vegetación restringida, escaso desarrollo de suelos

Importante erosión de la cuenca

Gran acumulación en los valles

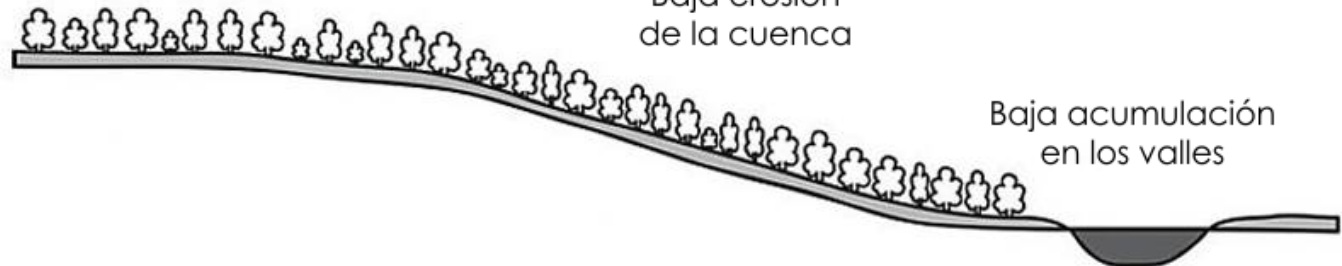


Condiciones durante el Holoceno inicial: **templado y húmedo**

La vegetación coloniza el paisaje, mucha pedogénesis

Baja erosión de la cuenca

Baja acumulación en los valles



### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Veamos cómo se observa la transición Pleistoceno-Holoceno en dos valles fluviales, uno en Argentina y otro en Ecuador



En ambos valles el Pleistoceno suele caracterizarse por depósitos muy potentes (espesos) y de granulometría gruesa

En cambio el Holoceno se caracteriza por sedimentos más finos y menos abundantes, que suelen poseer mayor cantidad de bioclastos y se alternan con paleosuelos



## El Holoceno

Se ha denominado Holoceno al momento interglaciar en el que vivimos actualmente

Los cascos de hielo se encuentran muy reducidos en la actualidad debido a que nos encontramos en un momento cálido (interglaciar)

Comparación con el modo glaciario



<https://prehistorico.fandom.com>

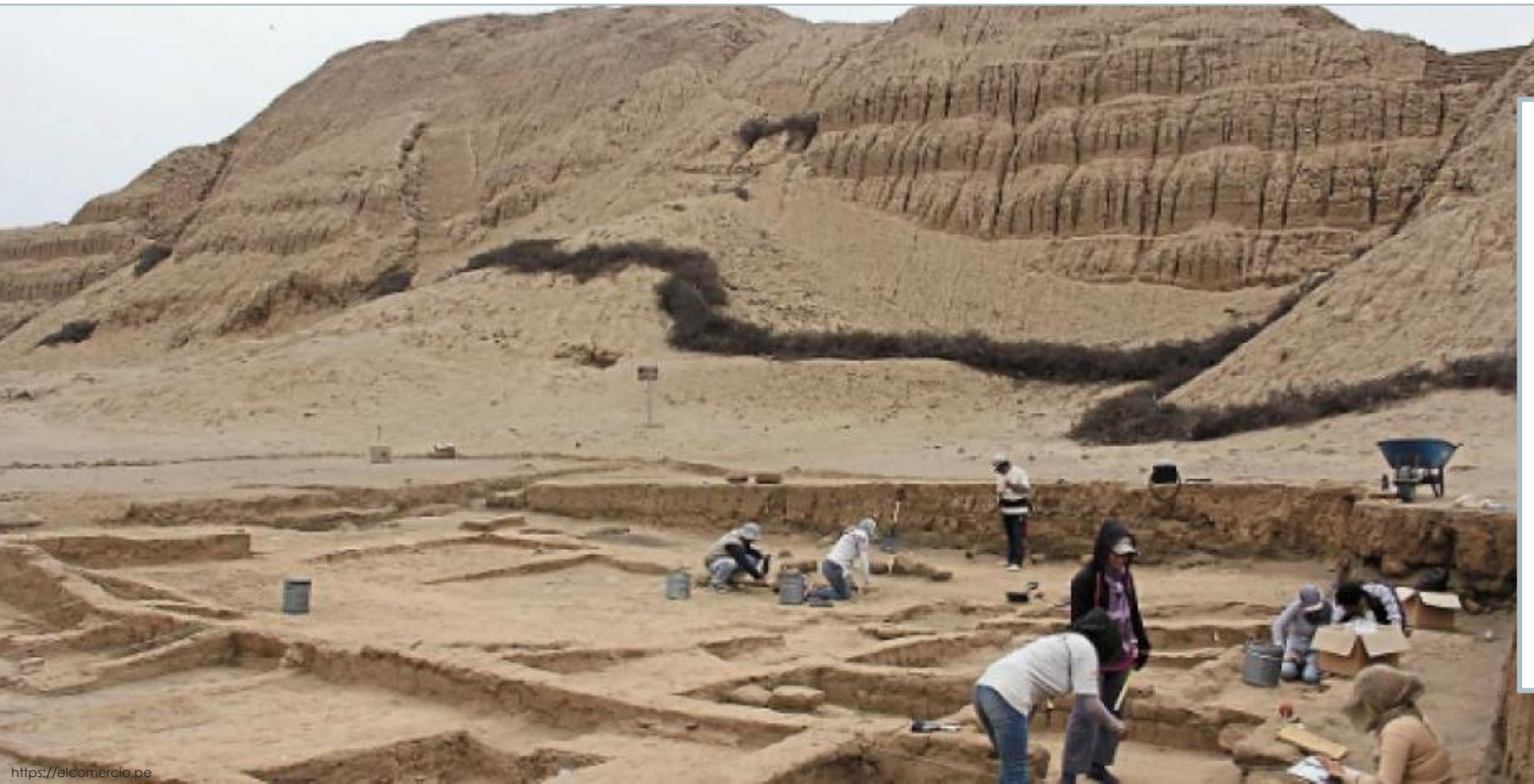
El Holoceno también ha tenido fluctuaciones climáticas en su interior, pero nunca tan importantes como un cambio glaciario-interglaciario

### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Al igual que con la transición Pleistoceno-Holoceno, **las fluctuaciones climáticas dentro del Holoceno no son sincrónicas** y su signo y ocurrencia pueden variar en cada región, dependiendo de los patrones de circulación atmosférica y oceánica durante ese intervalo



Las fluctuaciones climáticas han afectado considerablemente y de distinta manera a las civilizaciones humanas en muchas partes del globo



Por ejemplo, las fluctuaciones climáticas (entre ellas eventos El Niño extremos) colaboraron en el colapso del modo de vida Mochica en la desértica costa peruana del Pacífico



### 3. Escalas de análisis paleoambiental

Si bien esos cambios ambientales no han sido uniformes en todas las regiones, recientemente (2018) la IUGS\* **subdividió el Holoceno** en base a cambios climáticos de reconocido impacto global. Así el Holoceno quedó dividido en:

*\*Unión Internacional de Ciencias Geológicas*

Groenlandiense



**Desde 11.700 hasta 8.200 años antes del año 2000**

Norgripiense



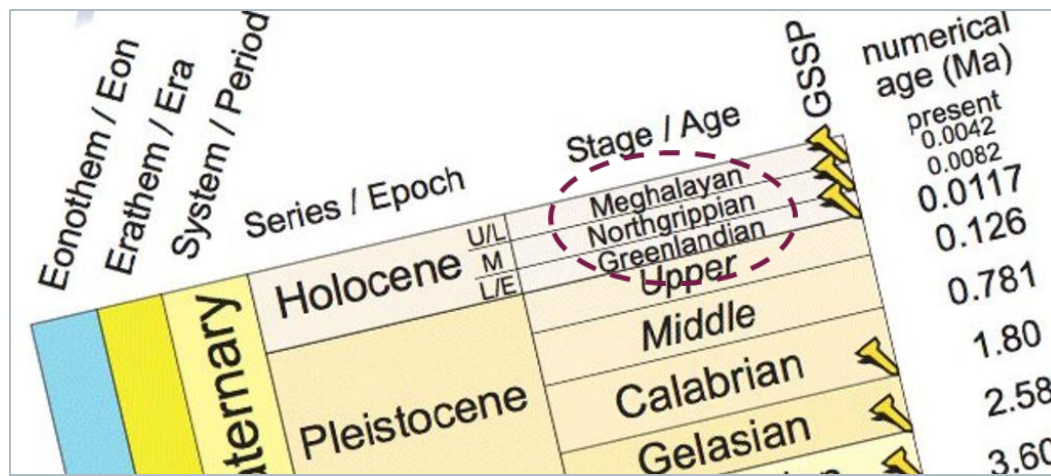
**Desde 8.200 hasta 4.200 años antes del año 2000**

Estos límites se vinculan con cambios climáticos globales, el primero asociado a un rápido enfriamiento y el segundo a un ciclo de unos 200 años asociado a condiciones de aridez y frío y el colapso de varias civilizaciones a escala mundial

Megalayense



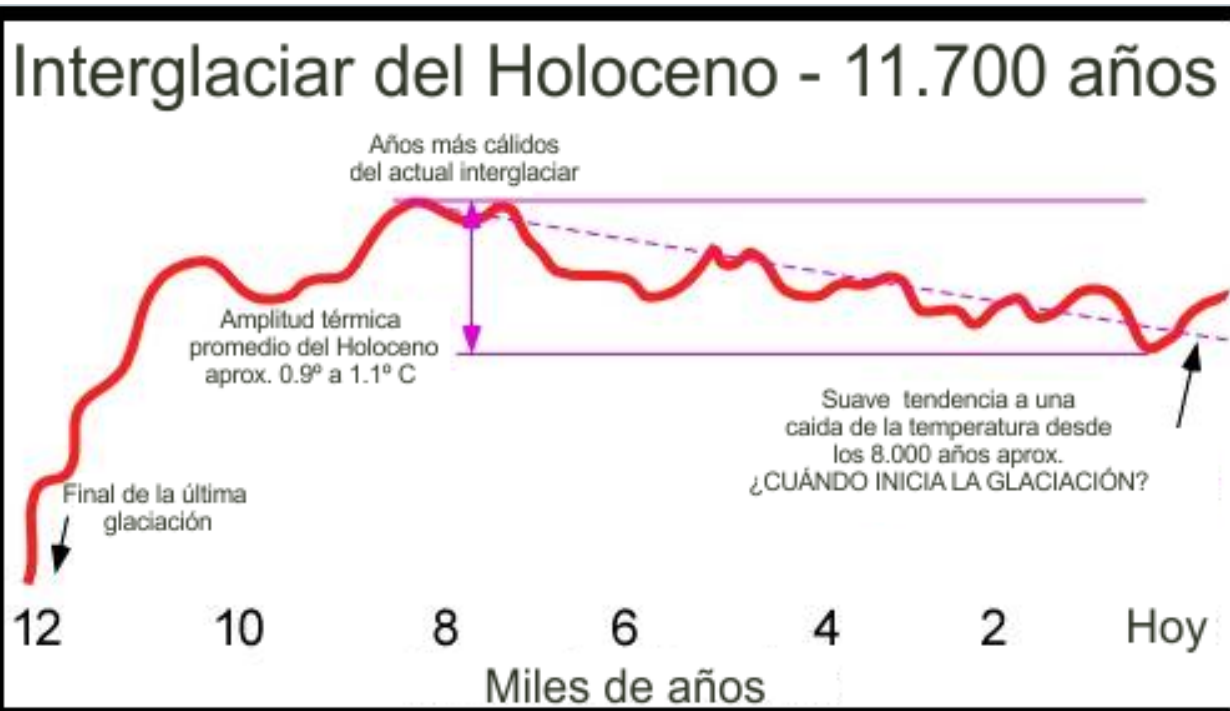
**Desde 4.200 hasta la actualidad**



Las divisiones del Holoceno en el esquema cronoestratigráfico internacional

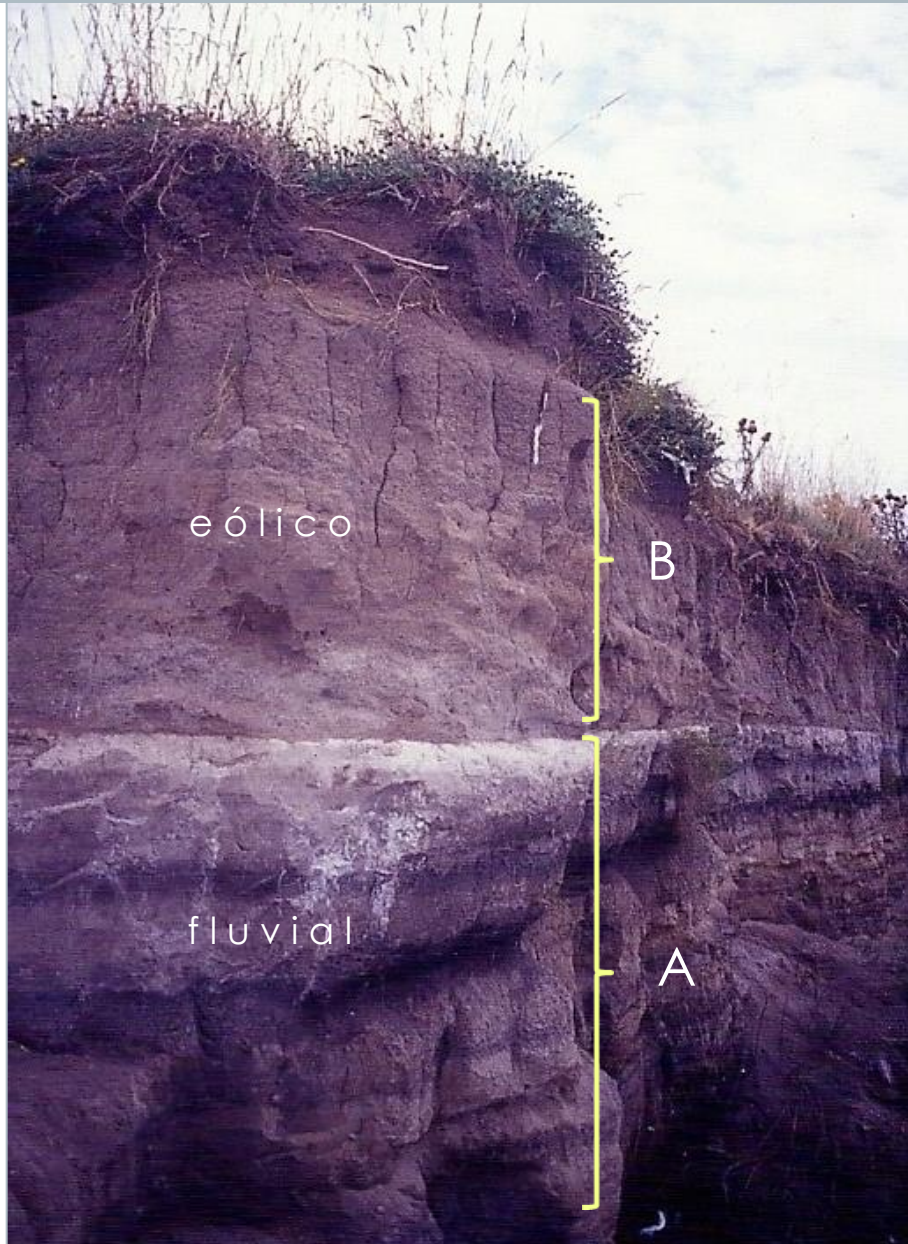
Dado que estamos viviendo en el límite de la duración promedio de los interglaciares, ¿estaremos en las puertas de una nueva glaciación?

Esto debería ser así pero...



...el calentamiento global actual afecta la tendencia al enfriamiento del Holoceno **retardando el inicio de una nueva glaciación**

## EJERCICIO DE AUTOEVALUACIÓN



*(Cualquier duda o consulta puedes enviarla al foro)*

En esta barranca de un arroyo, el cambio de ambiente entre A y B:

**¿Indica necesariamente un cambio climático?**

**¿A qué escala debería evaluarse ello?**

**¿Qué otros indicadores (*proxies*) se podrían utilizar para analizar esta situación?**

Los cambios que los humanos hemos provocado en el ambiente a nivel global comienzan a ser percibidos como una marca geomorfológica y estratigráfica propia de nuestra huella en La Tierra



Esto ha llevado a muchos especialistas a proponer una división especial dentro del Holoceno que refleja esos cambios



Ésta se ha denominado  
**Antropoceno**



## 4. El Antropoceno

Todas las actividades que hacemos para vivir y reproducir los sistemas sociales, económicos y culturales actuales producen un gran impacto en los ambientes en los que vivimos y con los que convivimos



Deforestación



Contaminación industrial

Minería a cielo abierto



Agricultura intensiva



Expansión demográfica y urbana



Acumulación de basura



Veamos un **ejemplo geomorfológico** de este impacto...

En la provincia de San Luis (Argentina) se formó hace muy poco tiempo un río nuevo que afectó a los campos de siembra y a las ciudades cercanas

Allí, el impacto de la deforestación y la agricultura, en conjunto con un leve aumento de las lluvias en la región (por el efecto invernadero), elevaron la napa freática

Esto favoreció el afloramiento superficial del agua y generó...



...un río nuevo!

Veamos un **ejemplo estratigráfico** también muy reciente... **4. El Antropoceno**



Antropoceno

En este depósito se han hallado restos de basura actual (plásticos y vidrios) además de fauna introducida

Su espesor indica una tasa de sedimentación muy rápida y fuera de lo normal

En este caso se observa un espeso depósito aluvial reciente en el tope de esta secuencia fluvial, responde a una mayor erosión en el paisaje antropizado actual que produce un gran aumento de la carga sedimentaria del río

El **impacto de las actividades humanas actuales** a escala planetaria es muy marcado; los paisajes cambian considerablemente, en tanto la deforestación, la contaminación y la emisión de gases de invernadero a la atmósfera produce un **retardo en el inicio de un nuevo ciclo glaciar** y algunos **efectos irreversibles en los ecosistemas terrestres y marinos** que es deseable mitigar





Dincauze D. F. 2000. Environmental Archaeology. Principles and Practice. Cambridge University Press, Cambridge. Cap. 1 a 4 y 9 a 14.

Lowe J. J. y M. J. Walker 2015. Reconstructing Quaternary Environments. Tercera Edición, Routledge, New York.

Manzanilla L. 1997. Indicadores arqueológicos de desastres: Mesoamérica, los Andes y otros casos. En: Historia y Desastres en América Latina, V. García Acosta (coord.) vol. 2 pp. 4-24, CIESAS, Perú.

Silva, P.G.; Bardají, T.; Roquero, E.; Baena-Preysler, J.; Cearreta, A.; Rodríguez-Pascua, M.A.; Rosas, A.; Cari Zazo y J. L. Goy 2017. El período Cuaternario, la historia geológica de la Prehistoria. Cuaternario y Geomorfología 31 (3-4): 113-154

Walker M., M. J. Head, M. Berkelhammer, (+10) 2018 Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries. Episodes 41(4): 213-223.

Waters C. N., J. Zalasiewicz, C. Summerhayes (+21) 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. Science 351 nro 6269.



# Geoarqueología en el Valle de Chao (Perú)



Ana Cecilia Mauricio  
Perú

# Geoarqueología en el valle de Chao: esquema de la presentación

1. Antecedentes y contexto ambiental actual
2. Investigación geoarqueológica desarrollada
3. Conclusiones

# 1. Antecedentes y contexto ambiental actual

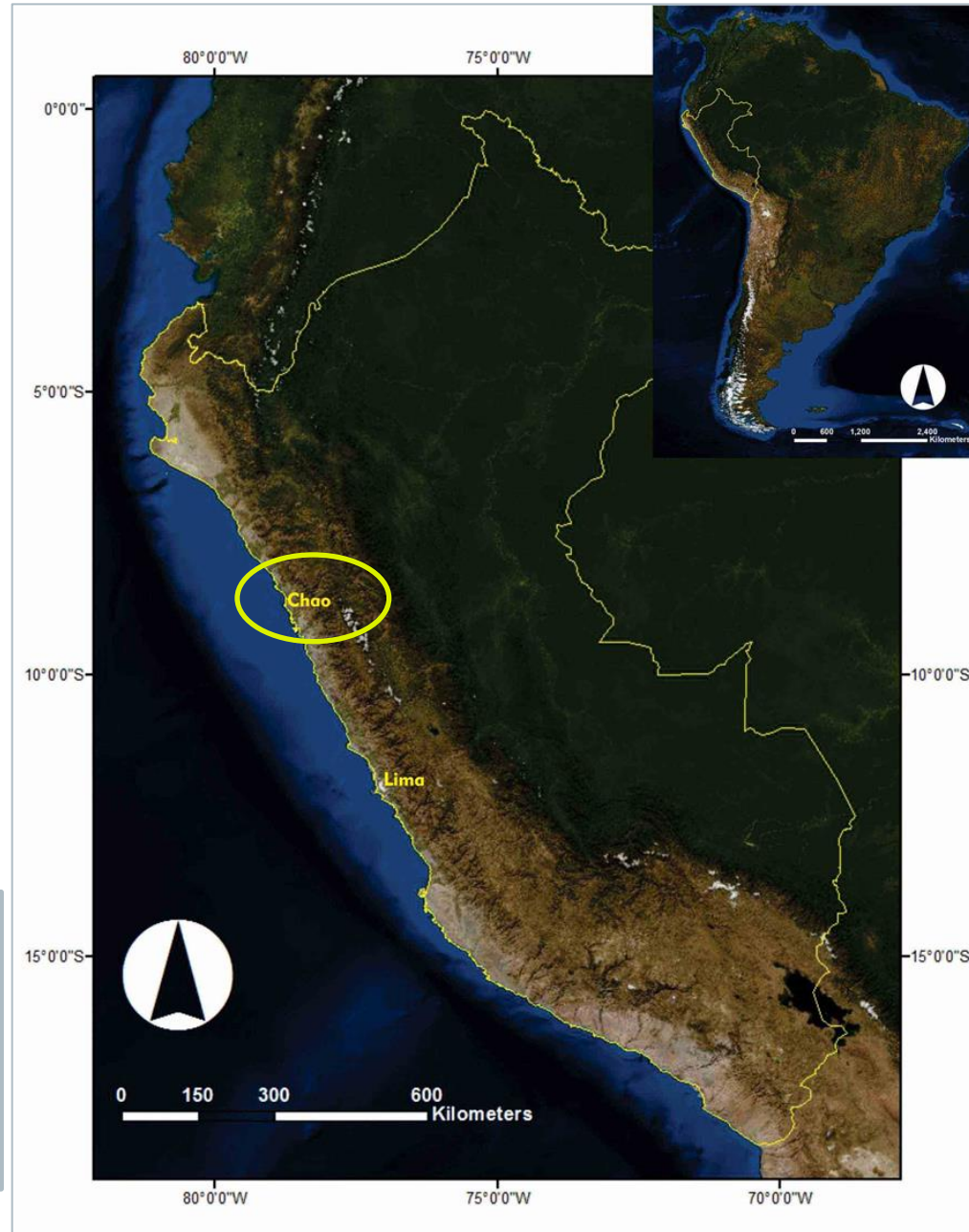
Durante el Período Precerámico Tardío (5800-3600 cal. AP) surgieron los primeros edificios monumentales/públicos en los Andes Centrales



Los más antiguos hasta el momento se registran a lo largo de la costa peruana



Aquí nos centraremos en el **sitio Los Morteros**, un emplazamiento monumental precerámico ubicado en el Valle de Chao en la costa norte de Perú



## 1. Antecedentes y contexto ambiental actual

El valle de Chao es uno de los más pequeños y áridos de la costa peruana



Es irrigado por el río Chao (formado por la unión de dos afluentes menores) que tiene un régimen irregular con poco caudal



\* Hasta hace unas décadas, mucha de la agricultura de la zona se basaba en la extracción de agua subterránea

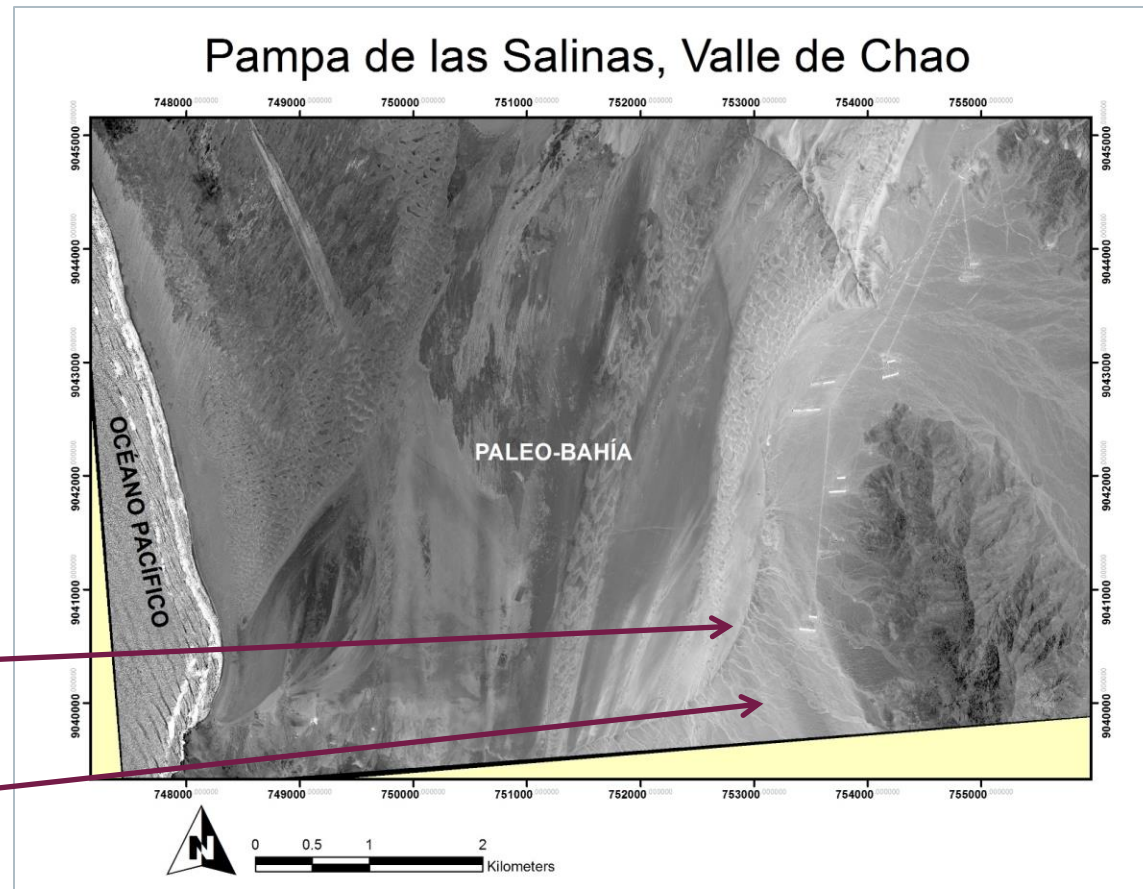
# 1. Antecedentes y contexto ambiental actual

El sitio Los Morteros se ubica en la zona conocida como Pampa de las Salinas en el valle bajo de Chao



La geomorfología de estas salinas exhibe **dos rasgos importantes**

- Una línea de **playa fósil** que enmarca una bahía seca
- Una **zona relativamente plana** rodeada por estribaciones andinas



Vista de la bahía seca de E-O



Zona plana

Playa fósil

## 1. Antecedentes y contexto ambiental actual

En la actualidad el paisaje en Pampa de las Salinas es híper árido y sus suelos son altamente salitrosos

Campos dunares al interior de la bahía seca



Depósitos aluviales

Vista de la bahía seca de SE-NO

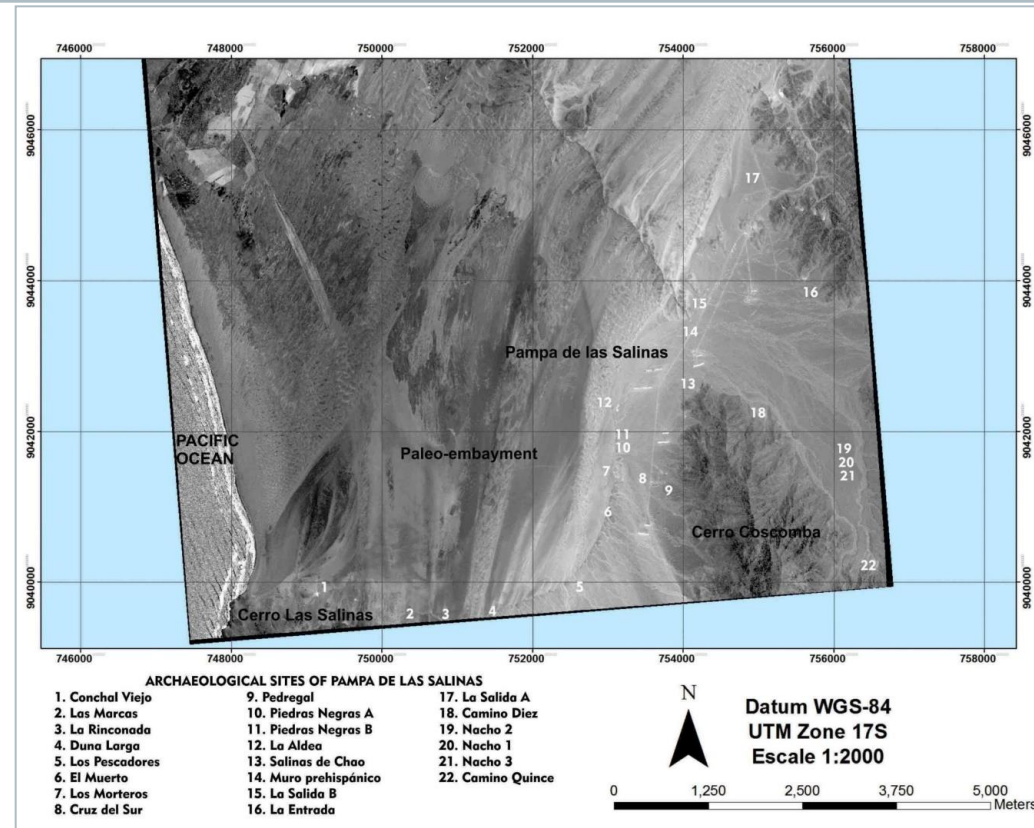


## 1. Antecedentes y contexto ambiental actual

A pesar de la actual apariencia inhóspita de Pampa de las Salinas, existen más de 20 sitios arqueológicos del período Precerámico Tardío, fechados entre 6000 y 3000 años cal. AP



Sitio Arqueológico Salinas de Chao, uno de los más de 20 sitios que componen el Complejo Pampa de las Salinas



En este contexto, la investigación consistió en relacionar el medioambiente con la ocupación precerámica de esta localidad y comprender hasta qué punto favoreció el **asentamiento temprano** en esta zona



## 2. Investigación geoarqueológica desarrollada

Las excavaciones se han centrado en el sitio Los Morteros (un sitio en forma de montículo cubierto de arena eólica) que contiene arquitectura monumental de adobe y piedra fechada en 5500-5000 años cal. AP

La arquitectura monumental de pequeña escala registrada aquí, **ha llevado la antigüedad de éste estilo arquitectónico mil años antes de lo reportado** hasta el momento en este valle

La ocupación de Los Morteros parece extenderse hasta el Precerámico Medio



LOS MORTEROS (5800-5000 cal. AP)

Las investigaciones actuales se centran en el fechado de los depósitos más profundos del sitio Los Morteros

## 2. Investigación geoarqueológica desarrollada

Fases de ocupación  
identificadas en Los  
Morteros



FASES DE OCUPACIÓN DE LOS MORTEROS		
Fase	Fechas calibradas $2\sigma$	Características Arquitectónicas
3ra Fase	5570-5041 cal. BP	Arquitectura de piedra y arcilla
2da Fase	No fecha directamente asociada	Arquitectura de adobe y arcilla
1ra Fase	5726-5477 cal. BP	Depósitos densos de restos orgánicos, fogones y superficies de arcilla

Arquitectura monumental Precerámica de pequeña escala hecha de adobe (ladrillos de arcilla) en el sitio Los Morteros



Para comprender íntegramente la ocupación precerámica de Pampa de las Salinas debemos entender el ambiente y paisaje de ese momento, es por ello que se realizaron prospecciones en las que pudieron reconocerse diferentes formaciones y microambientes en diversos sectores de la bahía seca

DUNAS EN LA ZONA SUR DE LA BAHÍA SECA



ÁREAS DE GRAMA SALADA



CORDONES DE PLAYA DE CANTOS RODADOS



RELICTOS DE HUMEDALES



VEGETACIÓN OPORTUNISTA (EL NIÑO)



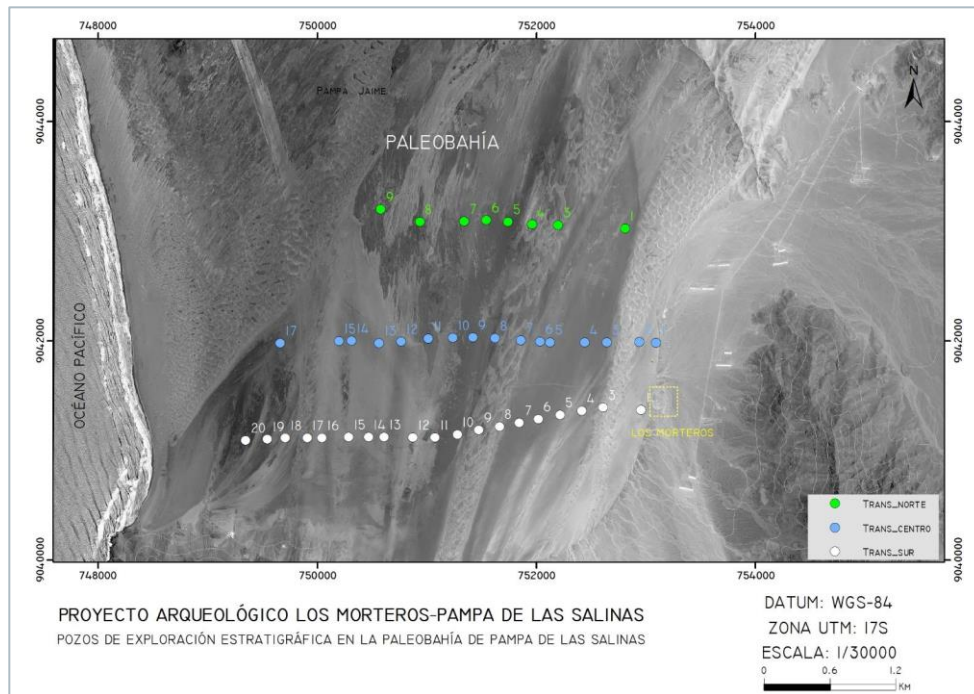
Estos datos ayudan a entender que la bahía seca es un ambiente dinámico donde se pueden observar restos de diferentes eventos que incluyen procesos naturales y culturales

Luego se realizó una exploración de la estratigrafía de la bahía seca para tratar de identificar las evidencias de ambientes sedimentarios del pasado



Se realizaron 3 transectas de exploración con pozos de cateo cada 200 metros

Se excavaron pozos de cateo de 0.8 m de lado hasta alcanzar el nivel de la napa freática



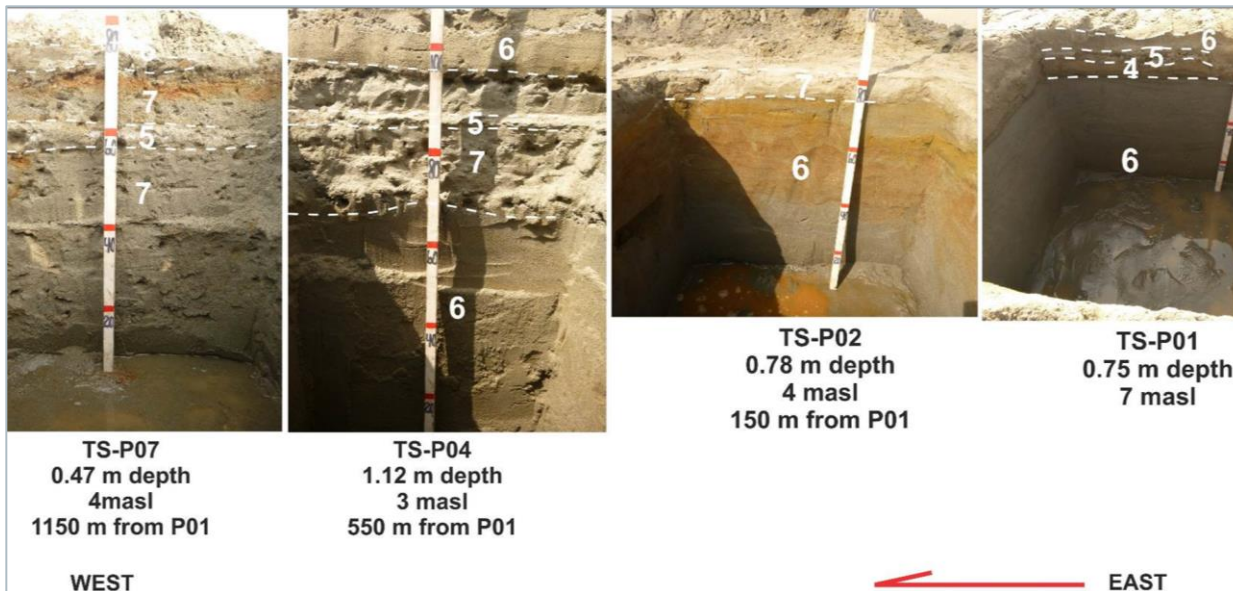
En la excavación de los pozos de cateo se pudieron identificar hasta 8 facies que indican la presencia de:

Humedales

Zonas fangosas  
cercanas a la  
línea de playa

Depósitos de  
laguna hacia el  
centro de la  
bahía seca

Depósitos de  
playa abierta  
hacia el extremo  
oeste de la bahía  
seca



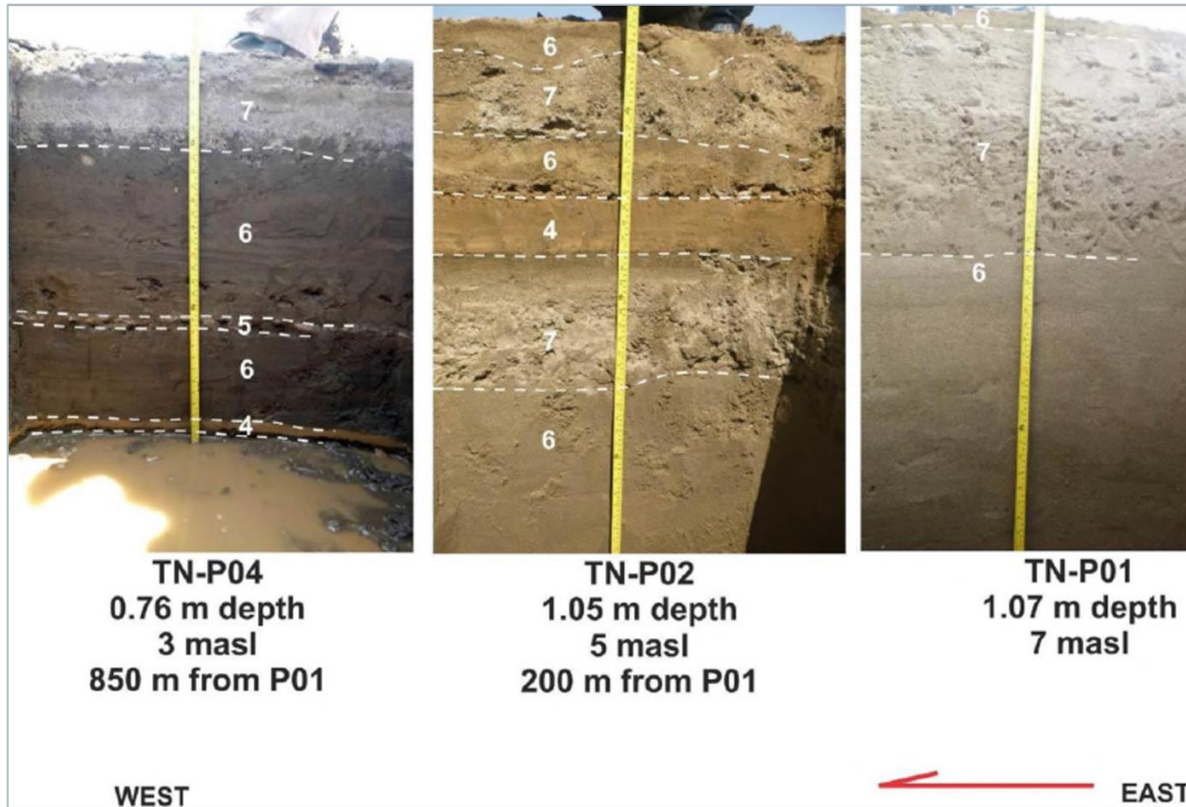
Hasta el momento no se ha hallado evidencia de levantamiento tectónico que explique el retroceso del mar; tampoco existe evidencia de cambios significativos en los niveles del mar después de 6000 AP; estos cambios parecen asociarse a la invasión de sedimentos finos que fueron “secando” la bahía progresivamente

La napa freática se encontró entre 1.5 y 0.5 metros de la superficie actual

No ha sido posible hallar al momento elementos que permitan datar directamente los depósitos estratigráficos observados en la bahía seca para saber cuándo y cómo se estableció la configuración actual del paisaje



Es por ello que se recurrió a la datación de elementos culturales (arqueológicos) y su correlación con el paisaje y el sitio



Analizando la morfología del sitio Los Morteros, se observó que la ladera oeste de este montículo se encuentra hacia el interior de la bahía seca



Las excavaciones en la trinchera 3 (que atraviesa la ladera oeste) descubrieron arquitectura de piedra datada en 5000 cal. AP, lo que indica que para ese momento la bahía ya no se encontraba activa

## 2. Investigación geoarqueológica desarrollada

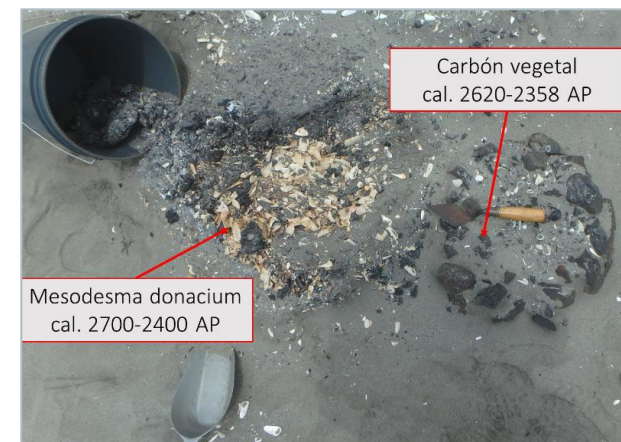


Las exploraciones de la bahía seca permitieron hallar 3 conchales del molusco *Mesodesma donacium* en el sector este, que presentaban evidencia de actividad cultural (fogones)



Estos conchales fueron excavados con el objetivo de fecharlos y, de esta manera, obtener una **fecha máxima para el retroceso del mar en ese sector de la bahía (unos 2700 años cal. AP)**

## 2. Investigación geoarqueológica desarrollada

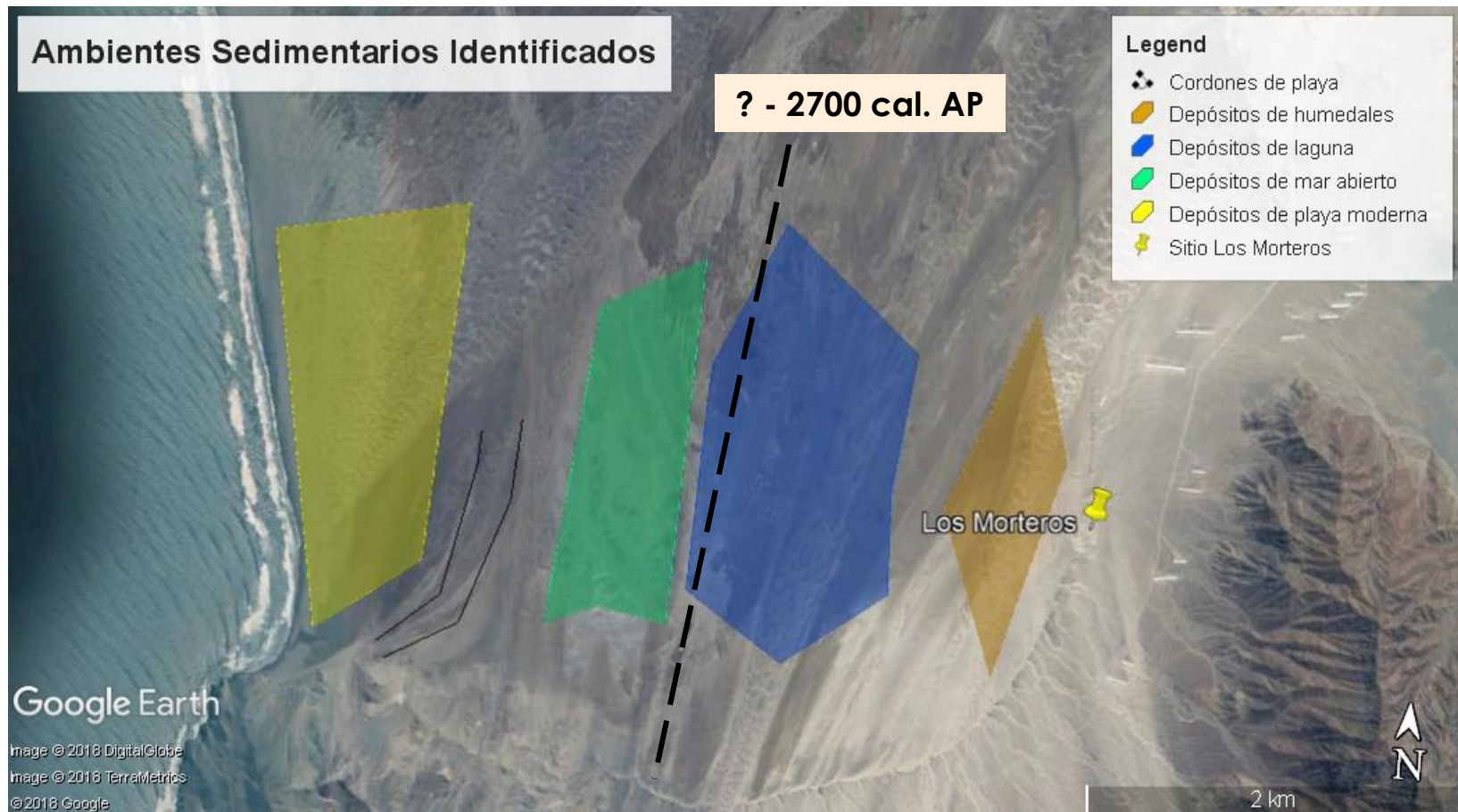


Excavaciones en el conchal MEMEJO 2 y los fechados obtenidos



### 3. Conclusiones

Los datos obtenidos hasta el momento nos permiten proponer un paisaje durante el periodo Precerámico con la presencia de humedales, una laguna costera y una playa abierta al momento de la ocupación de Pampa de las Salinas



Ambientes similares son comunes en la costa peruana (especialmente en la costa central) y parecen haber sido más frecuentes en tiempos prehispánicos

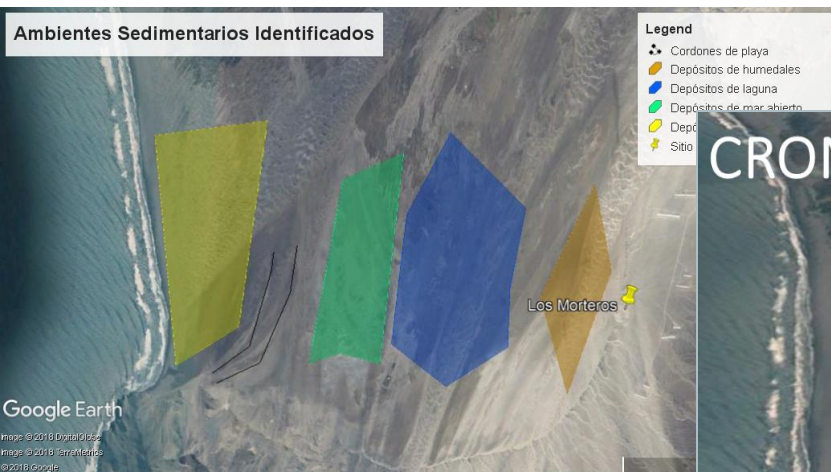


Albuferas de Medio Mundo y sitio arqueológico Bandurria (Precerámico Tardío), ubicados en la costa central de Perú



### 3. Conclusiones

La combinación de las exploraciones geoarqueológicas de la bahía seca y de las excavaciones arqueológicas (en Los Morteros y otros sitios como los conchales) muestran un escenario donde la ocupación precerámica se vio favorecida por la presencia de medioambientes costeros propicios para la ocupación humana



### CRONOLOGÍA DE LA PALEO-BAHÍA



La ocupación arqueológica de Pampa de las Salinas se ubica entre 6000-3000 años cal. AP (hasta el momento), lo cual coincide con la fecha máxima para el retroceso del mar (o cualquier cuerpo de agua en esta zona) en base a los conchales excavados

### 3. Conclusiones

La ocupación de Pampa de las Salinas parece estar estrechamente relacionada con el medio ambiente local y sus transformaciones a lo largo del tiempo, aunque estos no fueron los únicos factores



La formación de los ambientes costeros identificados en la estratigrafía de la bahía seca parecen asociarse cronológicamente con la reactivación de El Niño en la costa peruana (ca. 6000 años cal. AP)



El abandono de Pampa de las Salinas coincide con el periodo de mayor intensificación del fenómeno de El Niño hace ca. 3000 años cal. AP

- Alva, W. (1986). *Las Salinas de Chao, asentamiento temprano en el Norte del Peru*. Materialien zur Allgemeinen und Vergleichenden Archäologie, Verlag C. H. Beck, Munchen.
- Cardenas, M. (1999). El Periodo Precerámico en el valle de Chao. *Boletín de Arqueología PUCP* 3: 141-169.
- DeVries, T. (1988). The geology of Late Cenozoic marine terraces (tablazos) in northwestern Peru. *Journal of South American Earth Sciences* 1 (2): 121-136.
- Mauricio, A.C. (2014). Los Morteros: Exploraciones Geoarqueológicas y Paleoambientales de un Mountículo Temprano, Valley de Chao, Bulletin de l'Institut Français d'études Andines 43(1), 141-169.
- Moseley, M.E. (1992b). Maritime foundations and multilinear evolution: Retrospect and prospect. *Andean Past* 3: 5-42.
- Quilter, J. (1991a). Late Preceramic Peru. *Journal of World Prehistory* 5 (4): 387-438.
- Reitz, E.J. and D.H. Sandweiss (2001). Environmental change at Ostra Base Camp, a Peruvian Preceramic site. *Journal of Archaeological Science* 28: 1085-1100.
- Rollins, H.B., J.B. Richardson III, and D.H. Sandweiss (1986). The birth of El Niño: Geoarchaeological evidence and implications. *Geoarchaeology: An International Journal* 1 (1): 3-15.
- Sandweiss, D.H. (1986). The beach ridges at Santa, Peru: El Niño, uplift, and prehistory. *Geoarchaeology*, 1: 17-28.
- Sandweiss, D.H., A.R. Kelley, D.F. Belknap, J.T. Kelley, K. Rademaker, and D.A. Reid (2010). GPR Identification of an early monument at Los Morteros on the Peruvian coastal desert. *Quaternary Research* 73: 439-448.

# Los paleosuelos y el registro paleoambiental del Cuaternario



William A. Posada Restrepo  
Colombia

# Los paleosuelos y el registro paleoambiental del Cuaternario: esquema de la presentación

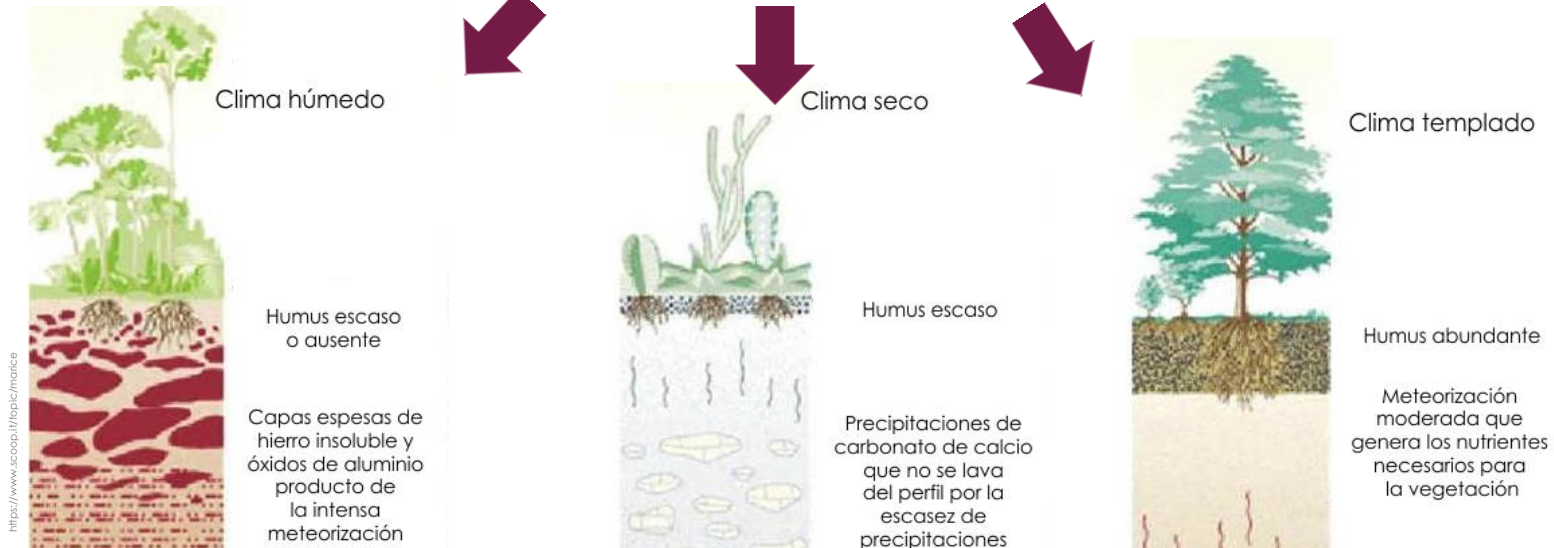
1. Introducción
2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos
3. Correlación y pedoestratigrafía
4. Conclusiones

# 1. Introducción

Como hemos visto en el Módulo 2, los suelos se desarrollan en depósitos o rocas en función de cinco factores formadores:

- Material parental
- **Clima**
- **Vegetación**
- Relieve
- Tiempo

Estos dos factores son los que determinan en gran medida el tipo de suelo que se formará



Entonces, un **suelo** puede ser considerado **proxy ambiental**



Por otro lado, también vimos que un suelo se desarrolla en condiciones ambientales estables



Si esas condiciones son estables (como sucede por ejemplo en las áreas ubicadas entre valles) ese suelo puede permanecer activo durante mucho tiempo, incluso abarcando todo el Holoceno

Pero, ¿qué sucede en ambientes más dinámicos?



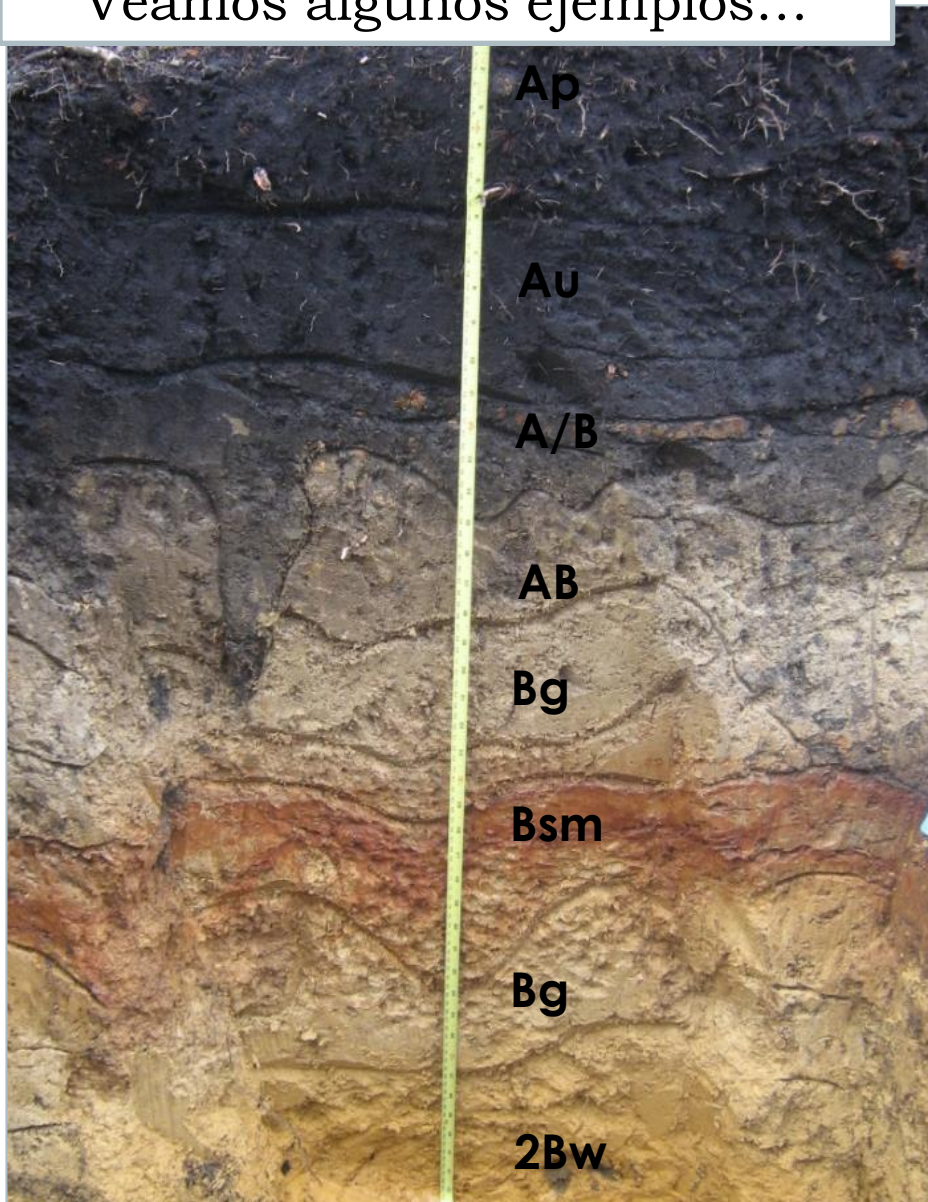
En estos contextos es probable que se produzca una alternancia entre depósitos y suelos



Así, los suelos que se encuentran intercalados entre los depósitos, pueden ser considerados **paleosuelos** ya que **se encuentran desvinculados de las condiciones pedogenéticas actuales y en su lugar, describen condiciones pedogenéticas del pasado.**

Entonces, los **paleosuelos** pueden funcionar como **proxies paleoambientales**

Veamos algunos ejemplos...



Perfil de suelo ubicado en Medellín, Colombia

## 1. Introducción

Este perfil de suelo muestra dos horizontes hidromórficos de color blanco (denominados Bg) y, ubicado entre ellos, un horizonte plácico de color rojo (denominado Bsm)



Los horizontes Bg adquieren su color y características cuando hay un déficit de oxígeno, generalmente ante *condiciones de anegamiento prolongado y saturación del suelo*; en tanto el horizonte Bsm es producto de la concentración de hierro



Actualmente, las condiciones de pluviosidad, drenaje del suelo y el nivel freático en la zona no permiten explicar dicho fenómeno, por lo que su formación obedece a condiciones pedogenéticas diferentes a las actuales

En la actualidad, las altas temperaturas de la costa caribe colombiana no permiten la acumulación ni humificación de la mayor parte de la materia orgánica



Por este motivo, tanto el espesor del horizonte A enterrado, como su grado de melanización, no son coherentes con las condiciones climáticas del presente



Su ocurrencia obedece a otras condiciones pedogenéticas relacionadas con un clima diferente al actual y con la acumulación atípica de materia orgánica



Perfil de suelo ubicado en Cartagena (costa caribe de Colombia)

## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

En el estudio de los paleosuelos se emplean tanto **métodos físicos como químicos y distintas escalas de observación**, dependiendo de la pregunta de investigación y de los recursos disponibles

Ante un paleosuelo,  
podemos preguntarnos por  
ejemplo...



...¿cómo podemos saber si  
ese paleosuelo es antiguo?

...¿bajo qué condiciones climáticas se  
desarrolló ese paleosuelo?

...¿Qué tipo de vegetación soportó?

...¿Tuvo impacto antrópico?

...¿Cómo se afecta el registro  
arqueológico allí?

Podemos dar respuesta a estas preguntas mediante el empleo de las siguientes técnicas y análisis

## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

### 1. Morfología del perfil de suelo (macromorfología)

Se observan propiedades físicas como color, estructura, textura, porosidad, restos de raíces, nódulos, motas, cutanes, costras, etc.

La lectura convencional de campo que se realiza al perfil de suelo mediante observación y tacto, permite reconocer en los horizontes algunos procesos que resultan de factores formadores distintos a los actuales (si lo considera necesario puede ver la clase *Diferenciación entre horizontes y estratos*)



Una pregunta habitual es **descifrar si estamos ante un suelo enterrado recientemente o si estamos ante un paleosuelo antiguo (por ejemplo de inicios del Holoceno)**

En tal caso, una observación inicial de la morfología y tamaño de los agregados del suelo enterrado, su porosidad y textura, comparada con la del suelo actual y con los factores de formación existentes, permitirá discernir procesos “modernos” y procesos “antiguos” en base a las similitudes entre la estructura de ambos suelos y sus procesos intrínsecos. Dicha comparación debe hacerse entre horizontes equivalentes (el A actual con el A enterrado)



## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

### 1. Morfología del perfil de suelo (macromorfología)

Otra pregunta que puede abordarse desde la macromorfología refiere a **especificar si ese suelo se desarrolló en un período de condiciones climáticas muy cálidas o muy frías (diferentes a las actuales)**

Veamos un ejemplo para dos regiones de Colombia...

La presencia de costras petroféricas muy duras en los suelos de las *tierras bajas del oriente de Colombia*, suele ser un rasgo característico de la pedogénesis actual en esta región, debido a los **contrastes de humedad y a las altas temperaturas del verano**

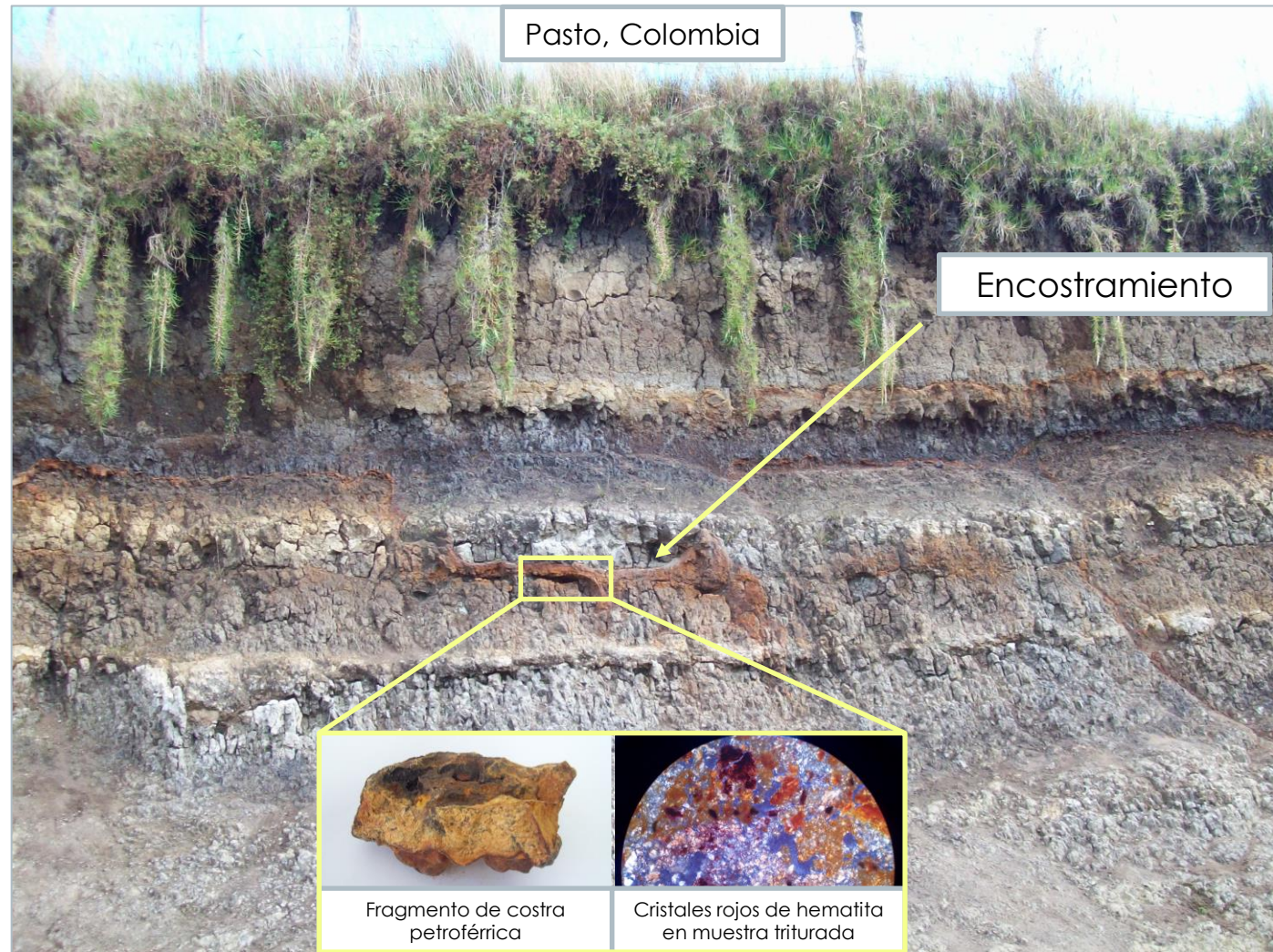


## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

Pero en la alta montaña del sur de Colombia, con un clima frío, resulta llamativa la ocurrencia de estas costras petroféricas en suelos volcánicos

En estas costras se observan óxidos de hematita que requieren altas temperaturas para formarse

Esto permite proponer la existencia de un **período anormalmente cálido** en esta región de Colombia, condiciones climáticas **que no se registran hoy en día en esta región**



### 2. Características químicas del suelo

Se analizan propiedades químicas como: contenido de bases o elementos mayores, pH, fósforo, elementos menores, carbono y nitrógeno, entre otros

Los análisis químicos son muy útiles al momento de establecer, por ejemplo, **los factores climáticos bajo los que se desarrolló un paleosuelo**



Pueden ayudar a establecer las condiciones relacionados a la *humedad y precipitación* bajo las que se desarrolló ese paleosuelo



El fraccionamiento de la materia orgánica o la cuantificación de elementos como hierro, titanio, calcio magnesio y sodio pueden resultar útiles

Perfil Sureste Corte 1	Horizonte Pedológico
	Apu
	Au
	Au2
	2C/A
	2Bsm
	2C
	3C
	3C2
	3C3
	4Ab
	4Bwb



## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

### 2. Características químicas del suelo

Veamos un ejemplo...

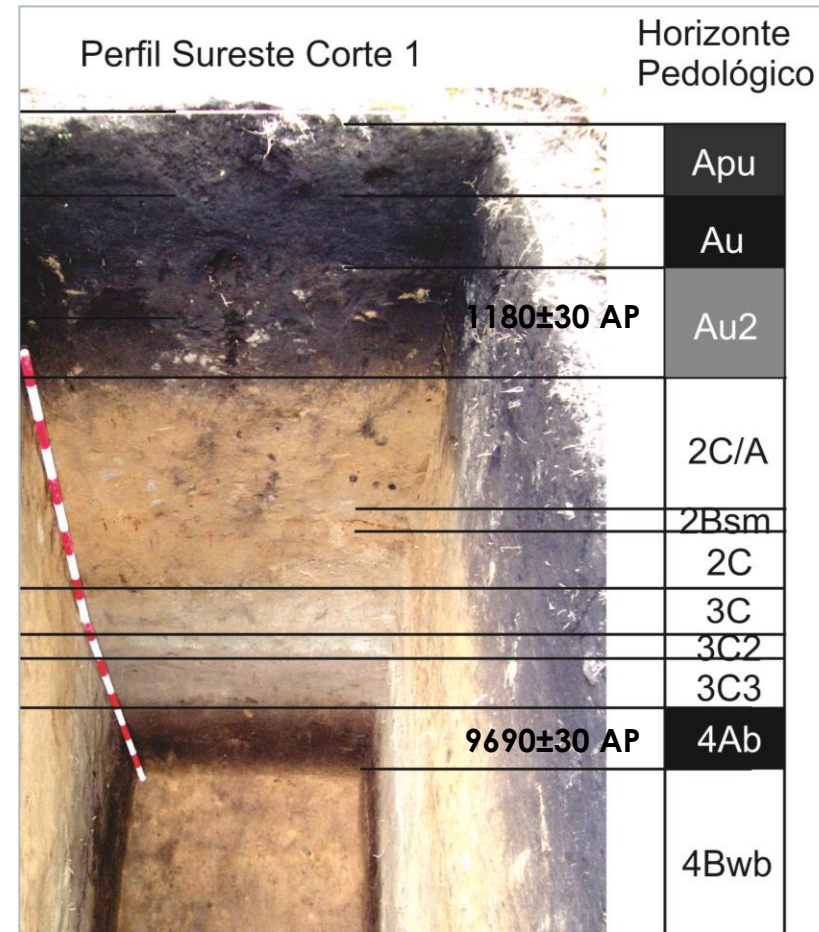
En el sitio El Guineo (Colombia) se halló un paleosuelo (horizontes 4Ab-4Bwb), y se realizaron análisis químicos a lo largo del perfil stratigráfico (los resultados se muestran en la tabla)

Comparando las propiedades químicas del paleosuelo con las del suelo actual, se aprecia una mayor disponibilidad de bases, especialmente calcio y magnesio en el pasado



El déficit de estas bases en los suelos actuales obedece al lavado permanente por la alta frecuencia de lluvias. Esto sugiere que el paleosuelo se formó en condiciones climáticas más secas, que permitieron la retención de calcio, magnesio y sodio

HORIZONTE	pH	Porcentaje %		Meq/100 g						Meq/kg	Porcentaje %			Clase Textural
		C	N	Ca	K	Mg	Na	Al	CICE	P	Ar	L	A	
Apu	5	5,95	0,51	2,51	0,33	0,22	0,07	0,82	3,96	56,1	16	20	64	FA
Au	5,5	5,22	0,45	5,06	0,21	0,36	0,08	0	5,71	9,62	10	30	60	FA
Au2	5,6	3,44	0,3	4,1	0,14	0,26	0,09	0	4,59	3,73	8	32	60	FA
2C/A	5,8	0,86	0,07	1,63	0,18	0,11	0,09	0	2,01	11,5	14	22	64	FA
2Bsm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2C	5,9	0,38	0,03	1,7	0,62	0,1	0,1	0	2,53	19,6	16	28	56	FA
3C	6,1	0,24	0,02	2,47	0,72	0,15	0,15	0	3,49	10,8	20	16	64	FA
3C2	6,3	0,42	0,04	2,89	0,29	0,15	0,23	0	3,55	15,3	16	14	70	FA
3C3	6,2	0,42	0,04	4,14	0,12	0,16	0,28	0	4,7	11,8	24	18	58	FArA
4Ab	6,4	1,59	0,14	9,52	0,11	0,59	0,32	0	10,5	17,9	28	30	42	F Ar
4Bwb	6,3	1,07	0,09	6,7	0,25	0,31	0,29	0	7,55	17,6	14	20	66	FA



## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

### 3. Microscopía de suelos (micromorfología y microrrestos)

- \* Micromorfología (micromasa, masa basal, edaforrasgos, mineralogía y petrografía)
- \* Pedocomponentes tales como microrrestos vegetales (polen, fitolitos, resinas), animales (exoesqueletos, pelos, protozoos) y/o algas (diatomeas, crisofitas)

La micromorfología de suelos permite **reconocer rasgos climáticos, geomorfológicos, antrópicos y biológicos que afectaron al suelo**, poco representados a simple vista

En términos generales, se observa el patrón de poros de la microestructura y su relación con la fracción sólida del suelo; así pueden reconocerse varios procesos

En arqueología se utiliza mucho para **analizar las distintas actividades antrópicas realizadas en esas superficies de suelo**, permitiendo por ejemplo identificar áreas agrícolas o áreas domésticas

Imagen original de una sección delgada

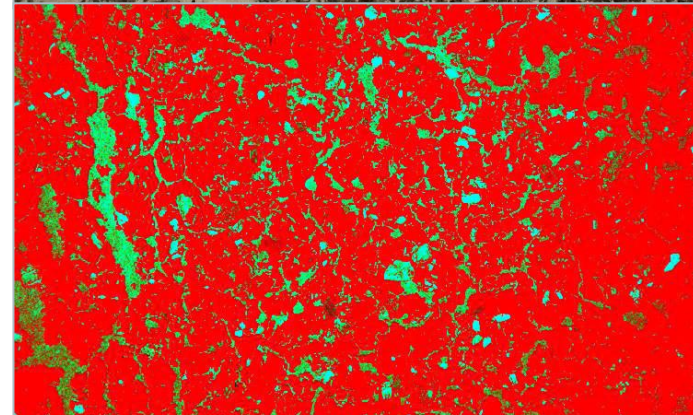
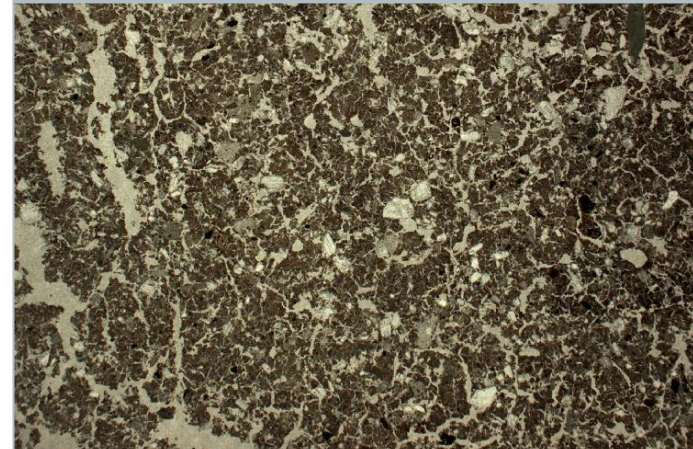


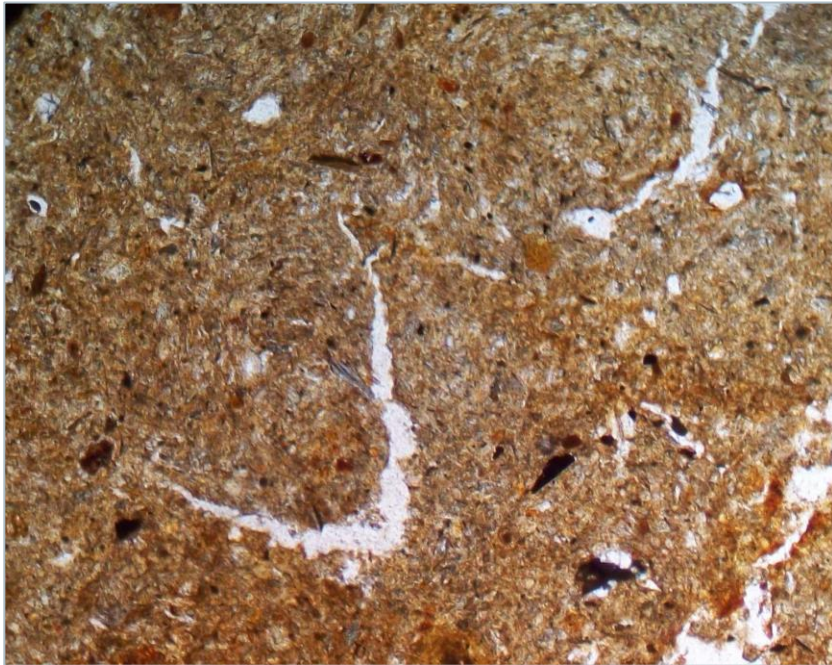
Imagen binarizada para análisis cuantitativo

## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

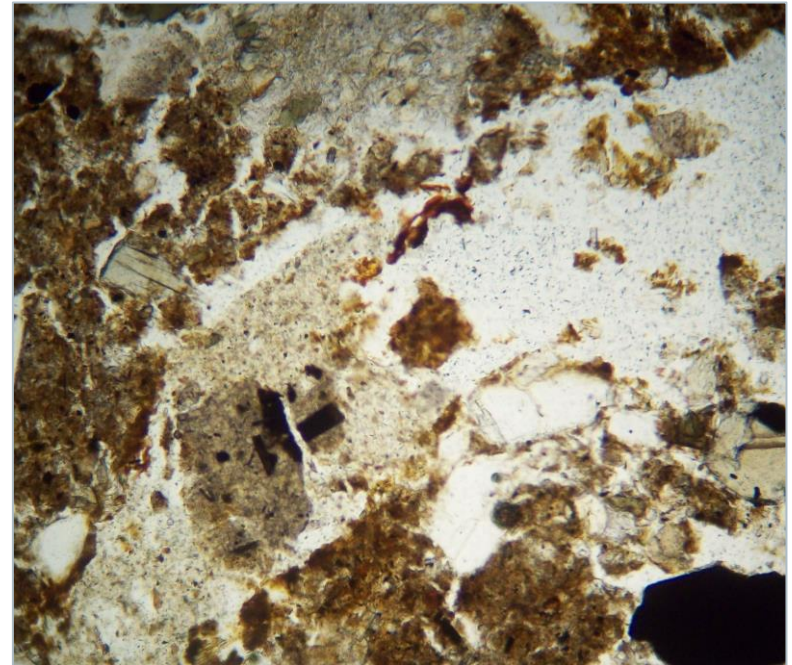
### 3. Microscopía de suelos (micromorfología y microrrestos)

Veamos algunos ejemplos...

Los procesos de compactación del suelo en pisos de ocupación prolongada se aprecian en la morfología en “media luna” de los poros y en su escasez relativa frente a la fracción sólida



Se pueden identificar poros rellenos con sedimentos finos debido a procesos erosivos derivados de la falta de cobertura vegetal



## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

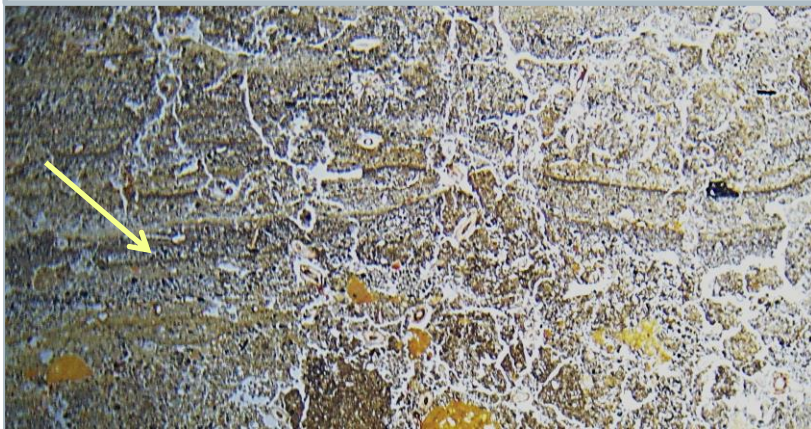
### 3. Microscopía de suelos (micromorfología y microrrestos)

La micromorfología se emplea también para comprender más cabalmente los **procesos de formación del registro arqueológico**

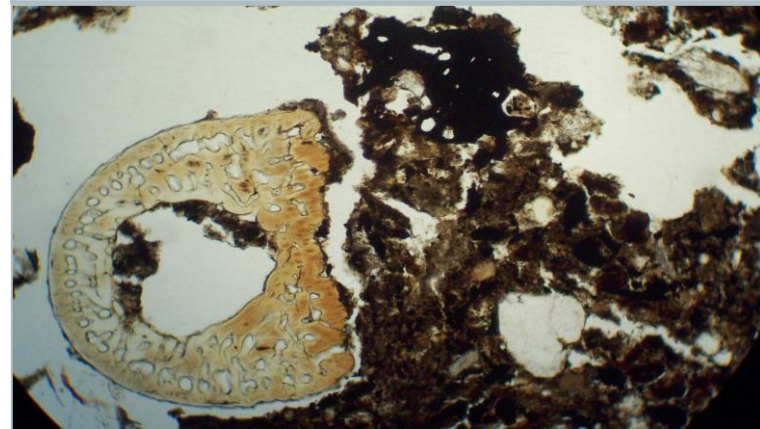
La utilidad principal radica en la *conservación de las relaciones originales que tuvieron los microrestos* vegetales, animales y/o antrópicos en su contexto de depositación y hallazgo

Estas observaciones permiten resolver dudas sobre los procesos de formación del registro y de la integridad estratigráfica de las muestras analizadas

Por ejemplo, en este corte delgado se observa una microestratigrafía cortada por lombrices. Este proceso, repetido en el perfil de suelo, podría facilitar la movilización de microrestos



En este caso, se aprecian grandes poros con agregados orgánicos, restos de hueso y residuos quemados, sugiriendo un contexto con claro impacto antrópico



## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

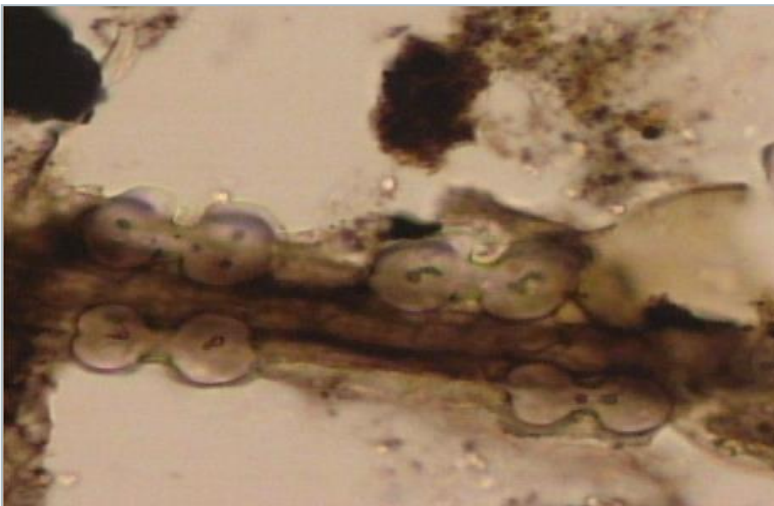
### 3. Microscopía de suelos (micromorfología y microrrestos)

El montaje de **muestras disturbadas** de suelo o análisis de pedocomponentes microscópicos, es otra técnica de observación y registro de evidencias paleoambientales



El análisis se centra esta vez en la observación individual de minerales y restos biológicos de tipo vegetal y animal, relacionados con factores de formación antiguos

Si bien esta técnica no permite registrar el arreglo de los pedocomponentes o microrrestos en el suelo, sí posibilita separarlos de la fracción mineral y coloidal para reconocer mejor sus atributos morfométricos y ópticos, logrando una mejor identificación taxonómica y facilitando la asociación paleoecológica



Fitolito de gramínea en tejido descompuesto



Espículas de esponja de agua dulce

## 2. Técnicas de reconocimiento y análisis de los paleosuelos

### 4. Isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$ )

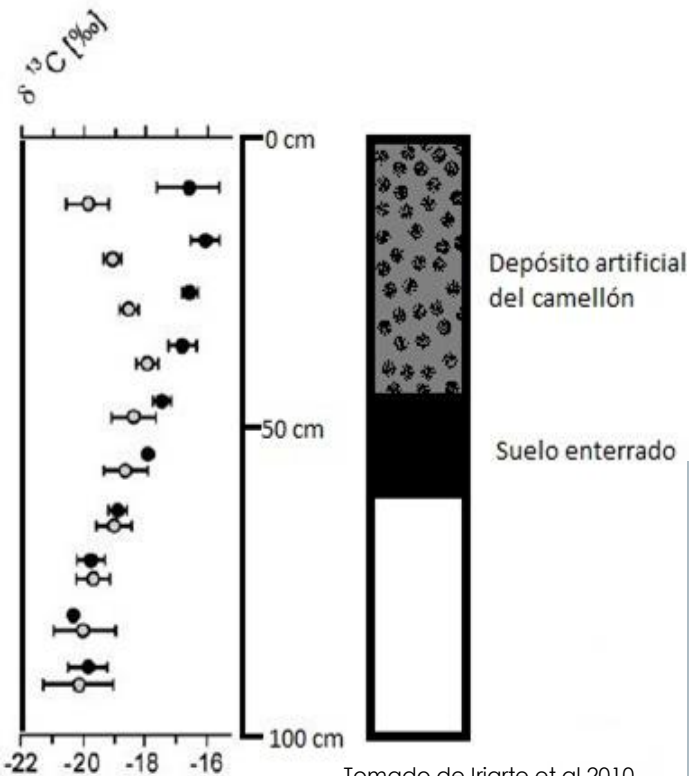
#### \* Análisis de $\delta^{13}\text{C}$

En el estudio de paleosuelos se emplea con frecuencia el isótopo de carbono 13 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ya que aporta información sobre **el tipo de vegetación que soportó el suelo** según su metabolismo fotosintético (C3, C4, CAM)

Por ejemplo, en el gráfico se observa la relación isotópica C13/C12 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) en dos perfiles de suelo correspondientes a camellones artificiales de edad prehispánica en Guyana

La relación de estos isótopos en la materia orgánica del suelo varía según la vegetación que se desarrolló en él, oscilando entre valores de -32‰ y -20‰ para plantas arbóreas cuyo metabolismo fotosintético es tipo C3; mientras que los valores entre -17‰ y -9‰ indican una cobertura vegetal de hierbas de tipo C4

Como el cambio en la curva de  $\delta^{13}\text{C}$  se aprecia justo en la superficie del paleosuelo, esto significa que el suelo pasó de ser cubierto por árboles a estar sepultado por un suelo mezclado cubierto esta vez por plantas herbáceas, probablemente especies cultivadas en el nuevo sistema de camellones



### 5. Otros métodos especializados

\* Métodos basados en un haz de electrones (SEM o TEM), métodos basados en espectroscopía (FTIR, ATD, Mössbauer, XRF), difracción de rayos X (DRX), etc.

Retomando un ejemplo ya visto, el sitio arqueológico El Guineo en la región cafetera colombiana, presenta un paleosuelo enterrado por sucesivos mantos de tefra



Se hallaron materiales arqueológicos en el horizonte Au2 y se realizaron varios estudios a este paleosuelo, entre los cuales destaca el análisis mineralógico con DRX y SEM

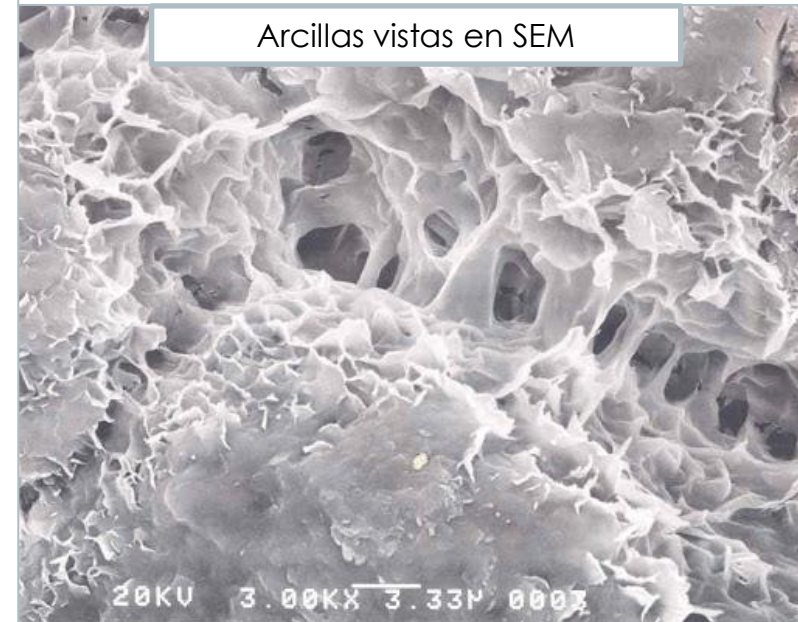
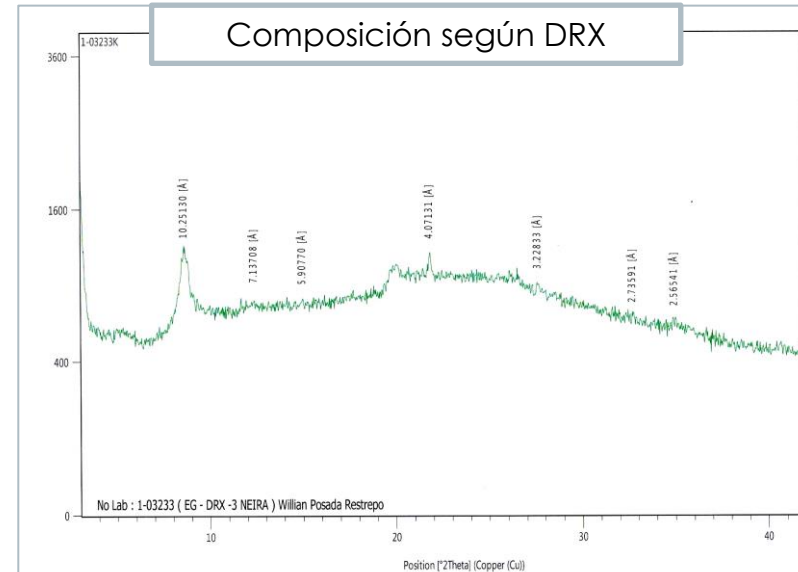
Perfil Sureste Corte 1	Horizonte Pedológico
	Apu
	Au
	Au2
	2C/A
	2Bsm
	2C
	3C
	3C2
	3C3
	4Ab
	4Bwb

### 5. Otros métodos especializados

El análisis mineralógico del paleosuelo Au2 con DRX y SEM registró la presencia de arcillas de alta reactividad (estructura mineralógica 2:1 y 2:2), en contraste con las arcillas registradas en el suelo actual (tipo 1:1)



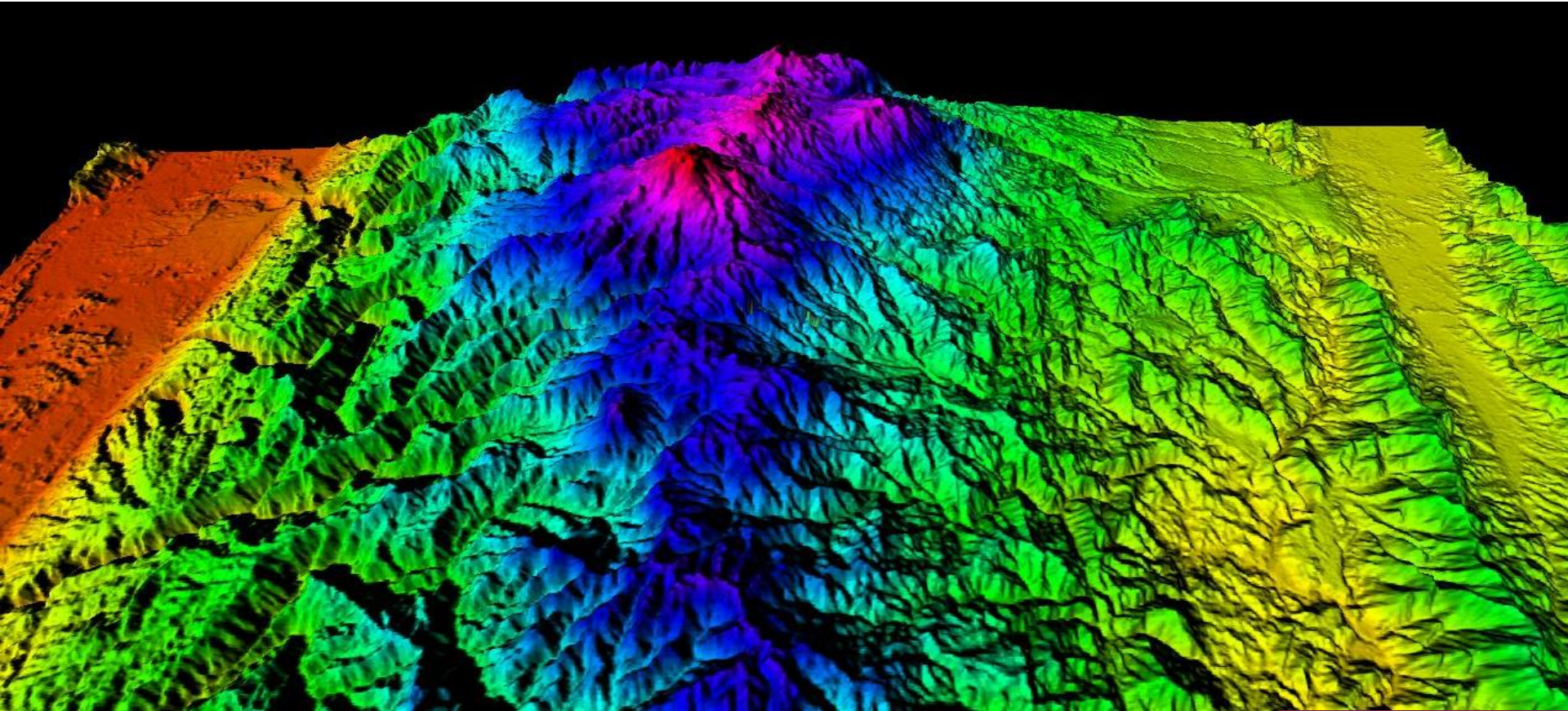
Teniendo en cuenta que el material parental es de cenizas volcánicas de composición ácida, la mineralogía de la arcilla registrada en el paleosuelo indica un régimen de precipitaciones menos intenso que el actual, ya que la lluvia es la responsable de reducir las moléculas de sílice y aluminio, transformando las arcillas 2:2 en 2:1 y las 2:1 en 1:1





### 3. Correlación y pedostratigrafía

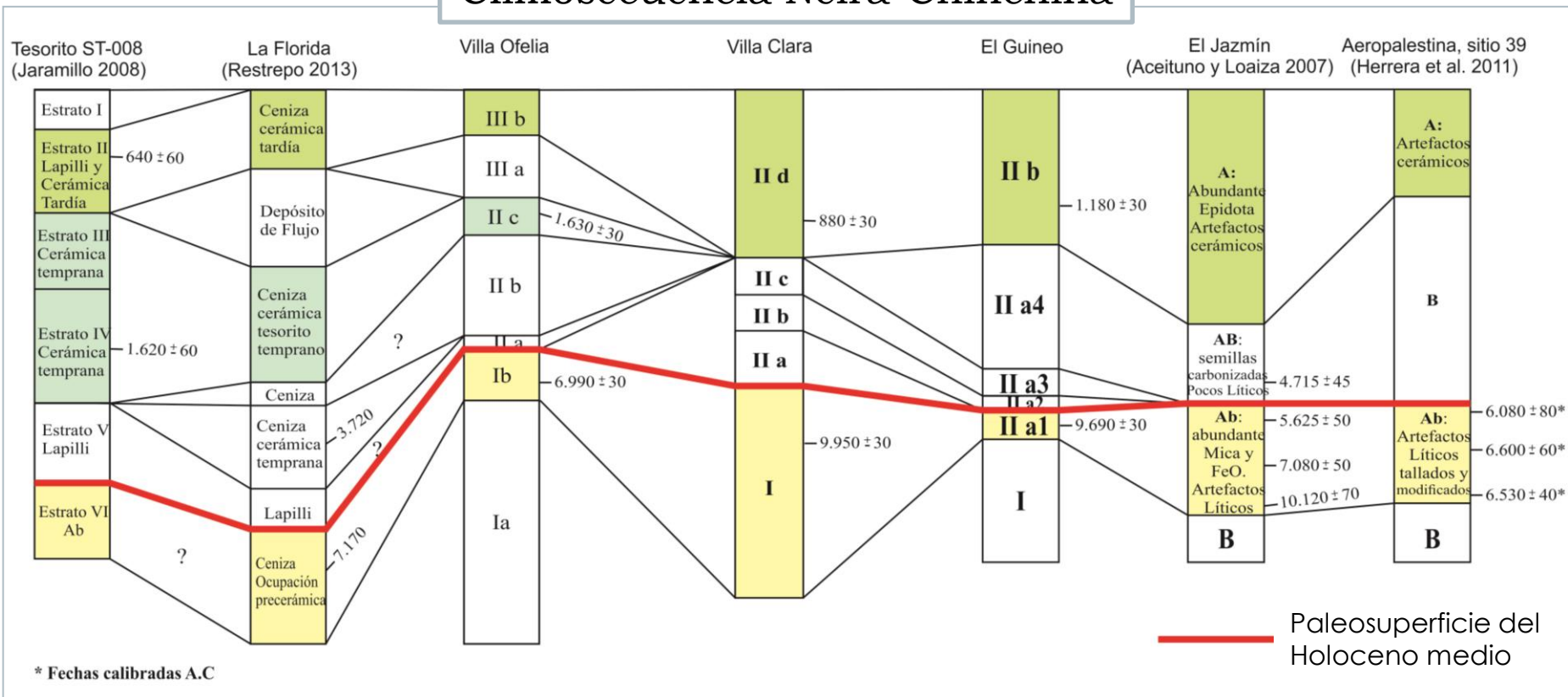
La correlación regional de varias secuencias de paleosuelos, además de mostrar la extensión de las antiguas condiciones pedogenéticas y de estabilidad, puede conducir a una reconstrucción del paleorelieve de la región en distintos momentos (Cordillera Central de Colombia)



### 3. Correlación y pedoestratigrafía

Por ejemplo, en la Cordillera Central de Colombia se ha realizado la siguiente correlación pedoestratigráfica para el Holoceno Medio

#### Climosecuencia Neira-Chinchiná

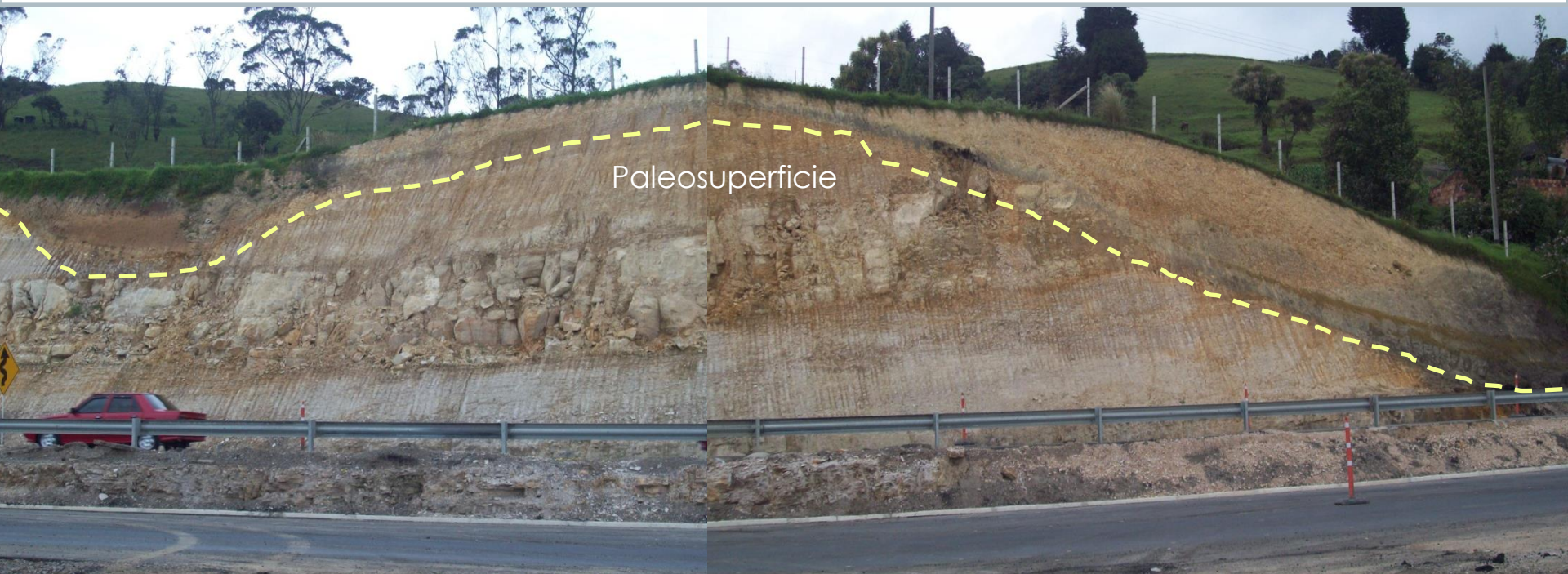


### 3. Correlación y pedostratigrafía

Esas correlaciones pueden indicarnos en distintas escalas el relieve del momento en que se desarrolló un suelo

Por ejemplo, aquí observamos la geometría de una paleosuperficie (paleosuelo) y cómo ella describe la forma del paisaje en el momento en que ese suelo se desarrolló

*(paleosuperficie indicada por el color oscuro por sobre la línea punteada)*



Para finalizar esta clase, retomaremos los contenidos más importantes desarrollados...

1

Los paleosuelos son suelos formados en un momento distinto al presente y han quedado desvinculados de las condiciones de pedogénesis actuales

2

Hemos podido observar mediante técnicas específicas y ejemplos, que los paleosuelos pueden funcionar como *proxies* paleoambientales

3

La micromorfología del suelo permite resolver algunos aspectos sobre los procesos de formación del registro arqueológico y factores climáticos del pasado, al revelar el contexto microscópico del suelo y sus contenidos *in situ*

4

El clima frío y húmedo es particularmente favorable para la acumulación de materia orgánica y para los procesos de humificación

5

Rasgos macromorfológicos como el encostramiento petroférico o los horizontes plácicos, describen procesos de precipitación de óxidos y cementación que indican contrastes de humedad y de temperatura

Las secciones delgadas de suelo permiten cuantificar y apreciar el grado de desarrollo estructural del suelo y la degradación del mismo a través del patrón de poros, agregados y sus relaciones

6

7

El isótopo del carbono 13 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) aporta información sobre el tipo de vegetación que soportó el suelo según su fisiología fotosintética, indicando procesos antrópicos (clareo, agricultura) y/o las condiciones climáticas de la época en que se desarrolló

En climas tropicales, la estructura mineralógica de las arcillas puede indicar procesos de alteración e hidrólisis relacionados con la frecuencia de lluvias

8

9

Las correlaciones regionales proveen información sobre la evolución del relieve y clima a lo largo del tiempo en extensas áreas geográficas

- Birkeland, Peter W. 1999. *Soils and Geomorphology*. Third edition. Oxford University Press. Oxford – New York.
- Iriarte, José; Glaser, Bruno; Watling, Jennifer; Wainwright, Adam; Birk, Jago Jonathan; Renard, Delphine; Rostain, Stéphen & Doyle McKey. 2010. “Late Holocene Neotropical agricultural landscapes: phytolith and stable carbon isotope analysis of raised fields from French Guianan coastal savannahs” *Journal of archaeological Science* 37:2984-2994.
- Malagón, D. 2003. “Ensayo sobre tipología de suelos colombianos – Énfasis en génesis y aspectos ambientales” En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol XXVII, N° 104. Pp 319-342.
- Nettleton, W.D; Olson, C.G and D.A. Wysocki. 2000. “Paleosol classification: problems and solutions” *Catena* 41: 61-92.
- Posada Restrepo, William A. 2020. *Arqueología en territorios de incandescencia. Una aproximación geográfica a los procesos de cambio social y ambiental bajo condiciones de volcanismo activo. Cordillera Central de Colombia. Colección Antes del Presente, Fondo Editorial del Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH. Bogotá, D.C. ISBN: 978-958-8852-81-2.*
- Quade J. et al., 1995, Late Miocene environmental change in Nepal and the northern Indian subcontinent: Stable isotopic evidence from paleosols, *Geological Society of America Bulletin*, 107,12, 1381–1397
- Retallack, Gregory. 2001. *Soils of the past. An introduction to paleopedology. Oxford.*
- Waters, Michael R. 1992. *Principles of geoarchaeology : a North American perspective. University of Arizona Press. Tucson.*
- Yaalon, D.H., 1971. Soil-forming processes in space and time. In Yaalon, D.H. (ed.), *Paleopedology – Origin, Nature and Dating of Paleosols*. Israel Universities Press, Jerusalem, pp. 29–39.



# Geoarqueología y arqueología del paisaje

Julio Cesar Rubin de Rubin  
Brasil

# Arqueología y Paisaje: esquema de la presentación

1. Introducción
2. Características de la Geoarqueología y la Arqueología del Paisaje
3. Casos de estudio



Las principales líneas de investigación que estudian la **relación** entre la **arqueología** y las **ciencias de la tierra** son



Geoarqueología

Arqueología del Paisaje

Ambas entienden que el sitio arqueológico involucra procesos naturales y acción antrópica

Aquí observaremos con casos de estudio esa relación entre lo natural y lo antrópico utilizando la geoarqueología y la arqueología del paisaje

## 2. Características de la Geoarqueología y la Arqueología del Paisaje

Geoarqueología



Mira el video  
"Arqueología y Paisaje"

Arqueología del  
Paisaje

- Línea de investigación principal: entendimiento de los procesos de formación del registro arqueológico
  - Utiliza métodos y técnicas de las geociencias para la investigación arqueológica
  - Emplea datos de excavaciones en el paisaje actual e información paleoambiental
  - Asociada al enfoque teórico de la Nueva Arqueología o Arqueología Procesual
- Estudia el modo de ocupación de un territorio por parte de las poblaciones pasadas
  - Emplea geotecnologías con el objetivo de realizar la mínima intervención en el entorno (topografía, Sistemas de Información Geográficos –GIS–, sensores remotos, fotogrametría)
  - Espacio visible por el investigador
  - Asociada a la Geografía y al enfoque teórico de la Arqueología Post-procesual

## 2. Características de la Geoarqueología y la Arqueología del Paisaje

El estudio del paisaje en arqueología permite discusiones desde diferentes formaciones profesionales, principalmente por la utilización de diversos conceptos adoptados para el paisaje y los métodos utilizados

Las dificultades del diálogo entre “ambiente y paisaje” y entre “construcción y apropiación”, bajo una perspectiva específica, son comunes y serán abordados en los casos de estudios presentados aquí

### 3. Casos de estudio

Los casos de estudio aquí presentados son producto de las investigaciones desarrolladas en las Provincias de Goiás y Bahía, Brasil



Las investigaciones realizadas por los investigadores del Laboratorio de Geoarqueología de la Pontificia Universidad Católica de Goiás (PUC Goiás) abordan como **tema principal la apropiación y la construcción del paisaje por grupos pre-coloniales e históricos**



Aquí se presentan algunos de los resultados obtenidos para distintos paisajes que involucran arqueología pre-colonial e histórica



La línea de discusión adoptada involucra principalmente variables naturales y antrópicas

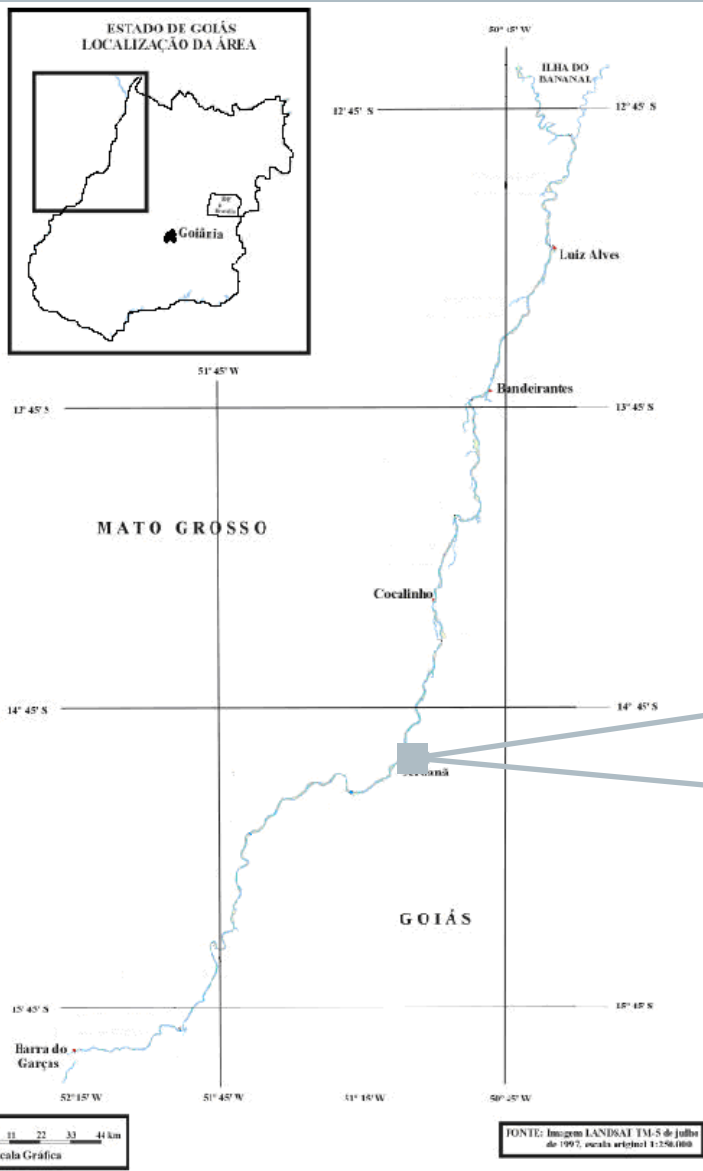
## Caso 1: Valle del Río Araguaia – Aruaña (Goiás, Brasil) ¿Cómo fue el paisaje en que vivieron las personas?

Los estudios en el Valle del Río Araguaia presentan interrogantes relacionados con el ambiente, la apropiación y la construcción del paisaje por grupos pre-coloniales, en cuyo contexto la dinámica del río y la neotectónica son influyentes



# Ubicación de los sitios Cangas en la cuenca del Río Araguaia

*(Las imágenes satelitales, fotografías y diseños fueron tomados del Proyecto Cangas)*



Se evidencia una terraza elevada respecto a la llanura aluvial



¿Se originó por erosión fluvial o por un evento neotectónico?  
(una falla reciente)



Existe un cambio en la estructura del paisaje, ¿qué ocurre con las personas entonces?

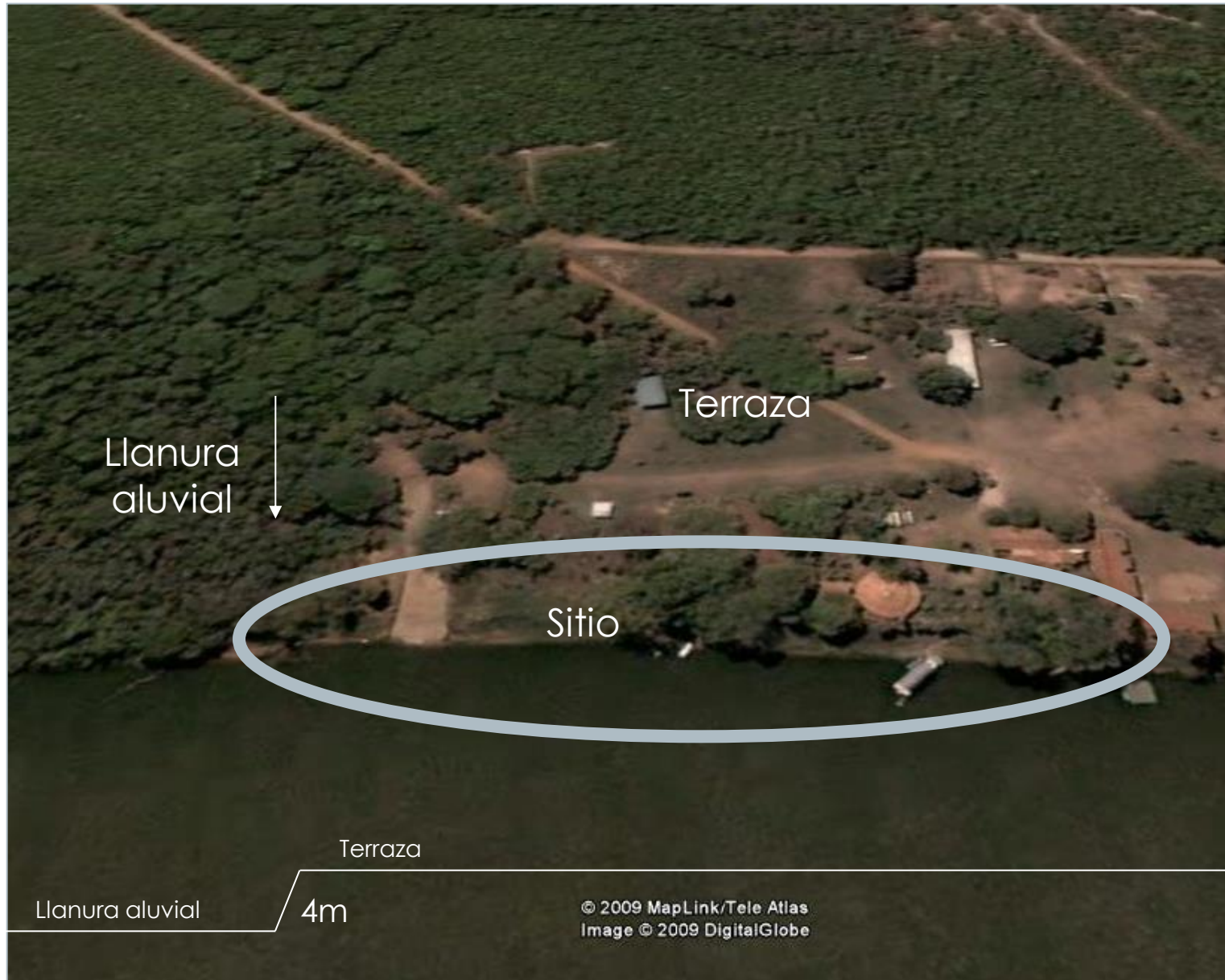




Existe una diferencia de altura de 4 metros entre la terraza y la llanura aluvial



¿A qué se debe esa diferencia de altura y cómo afecta esto al registro arqueológico?



### 3. Casos de estudio



En las barrancas se observa un nivel laterítico (suelo compacto rico en óxidos de hierro), responsable de la estabilidad de la terraza y la preservación de parte del sitio, por su resistencia a la erosión.



### 3. Casos de estudio

Se realizaron sondeos con *vibrocore* para la identificación de las capas estratigráficas naturales y de los niveles de ocupación arqueológica en la llanura aluvial actual



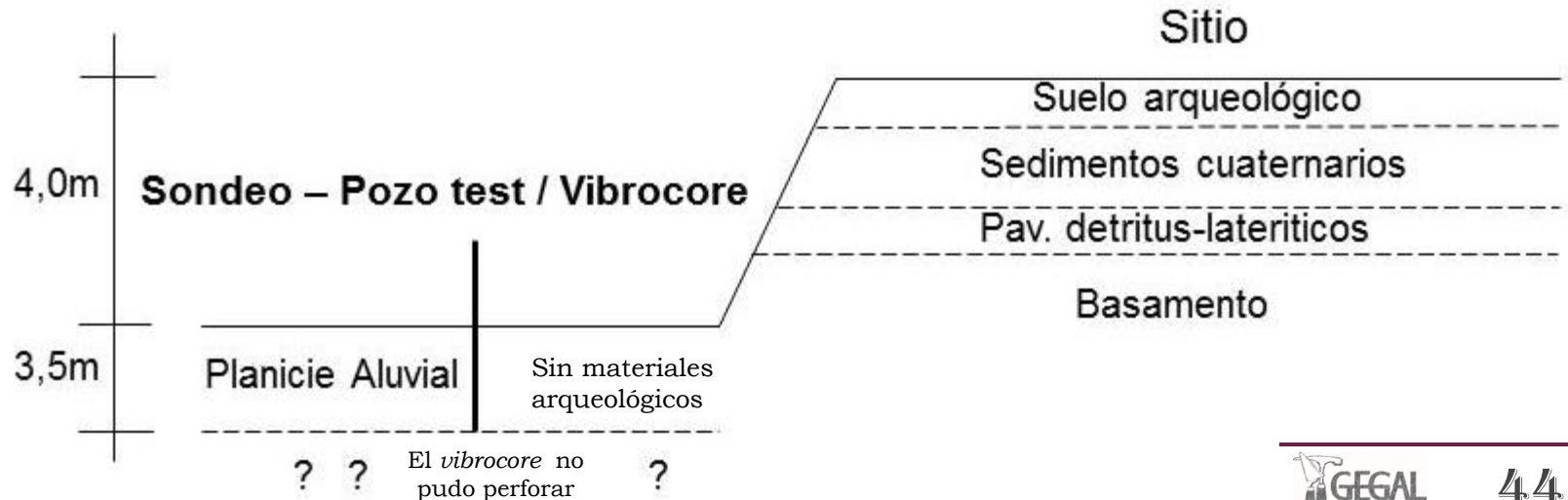
*Vibrocore*: equipo de sondeo con un motor de 4 HP a gasolina y tubo de caucho de 3 mts de largo. El sedimento puede ser sacado en tubo de aluminio o PVC.

### 3. Casos de estudio

También se realizó una excavación para investigar el proceso de formación del registro arqueológico y rescate de los vestigios culturales...



...y pudieron observarse estos perfiles



Debido a que el *vibrocore* no pudo perforar por debajo de los sedimentos de la planicie aluvial (por la densa capa de raíces y arcilla), se han propuesto dos hipótesis que explicarían la situación observada actualmente

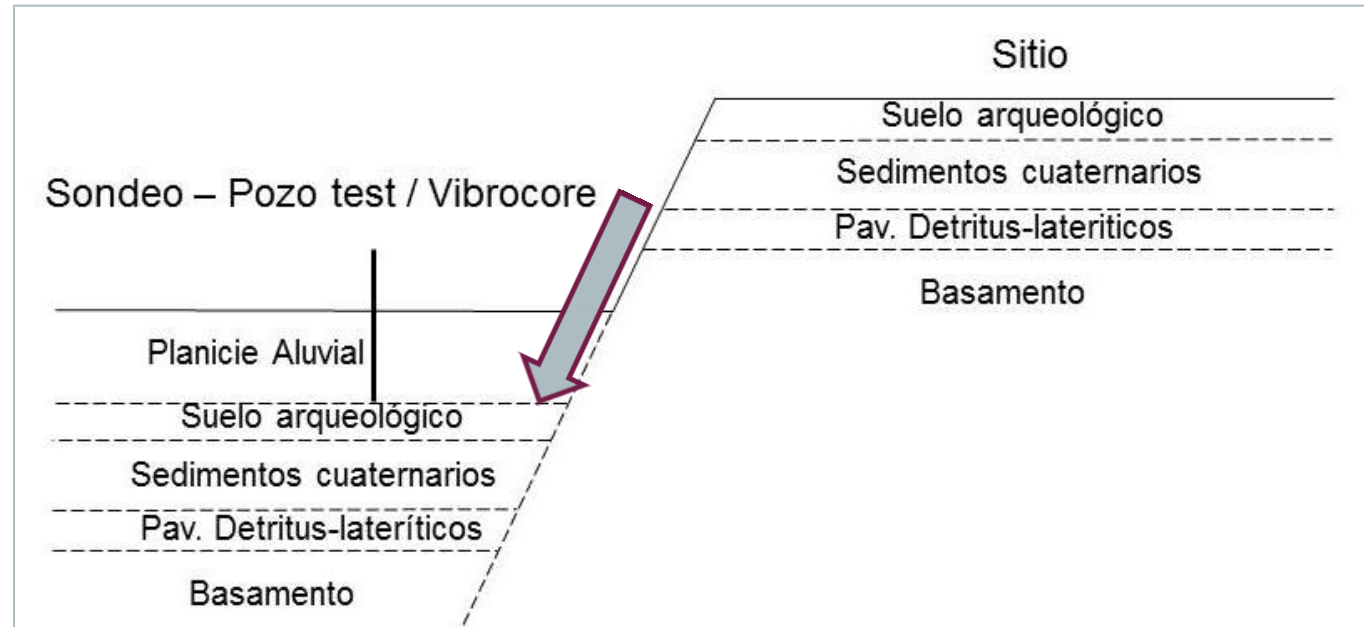
#### Hipótesis 1



La terraza fue parcialmente rebajada por la tectónica, desplazando parte del sitio hacia abajo



Posteriormente todo fue cubierto por sedimentos aluviales que sepultaron el suelo arqueológico



### 3. Casos de estudio

#### Hipótesis 2

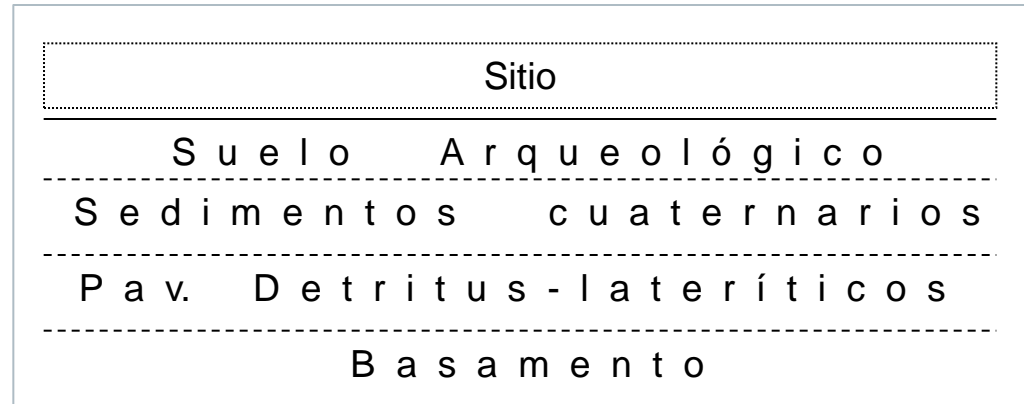


La terraza fue erosionada y parte del sitio destruido

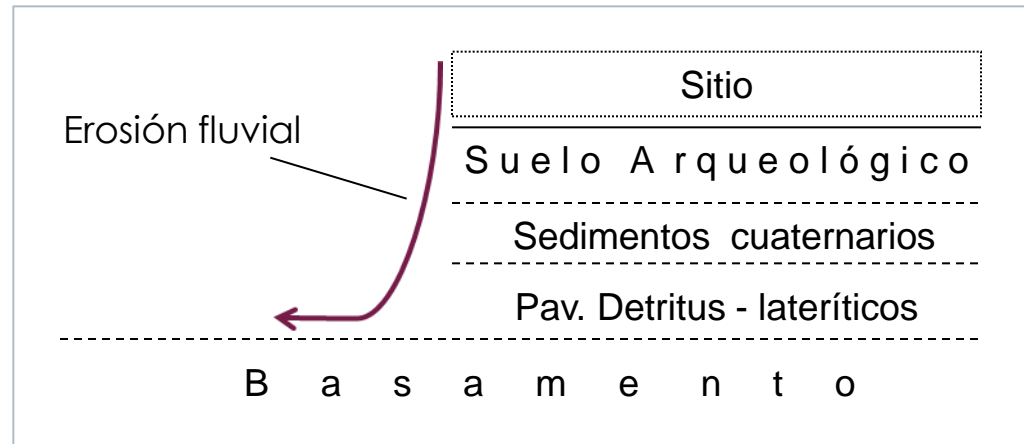


Posteriormente se formó la planicie aluvial y los sedimentos cubrieron lo que se hallaba debajo

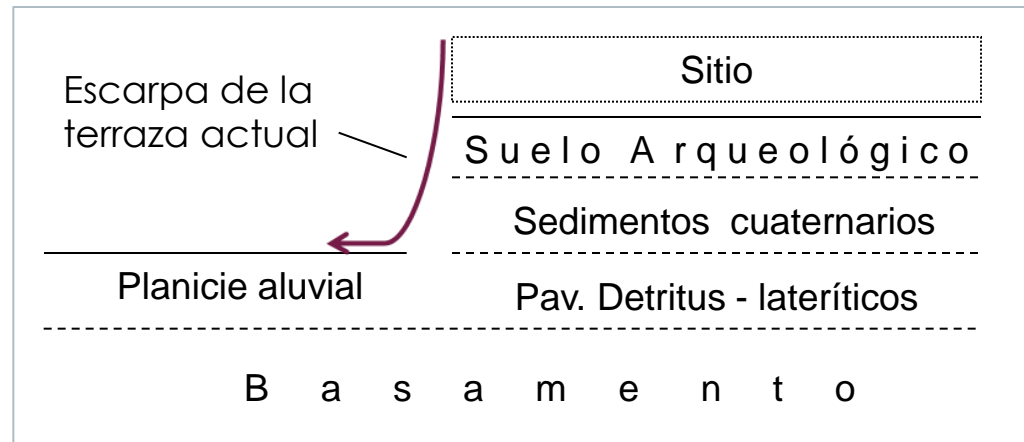
M  
O  
M  
E  
N  
T  
O  
  
1



M  
O  
M  
E  
N  
T  
O  
  
2



S  
I  
T  
U  
A  
C  
I  
O  
N  
  
A  
C  
T  
U  
A  
L



## Conclusión del caso de estudio 1

Si bien esta investigación aún no ha finalizado, dada la evidencia obtenida hasta el momento consideramos que:



Tanto la dinámica del río Araguaia (actual y pretérita) como los eventos neotectónicos de baja intensidad registrados en el área cambiaron la estructura del paisaje habitado por humanos



Ese paisaje es incorporado en las creencias de los grupos indígenas que a partir de ellas obtiene un significado



El grupo Karajá que vive en la región considera que los temblores se derivan de una gran serpiente que vive en el fondo del río

## Caso 2: Salvador, Bahía

# ¿Cómo ocurrió la ocupación de los fondos de valles en los s. XVII y XVIII en la ciudad de Salvador?

*(Caso de estudio y fotografías tomadas de Rubin et al. 2010)*

La ocupación urbana en Salvador inició en el fondo de los valles, en especial en el río Las Tripas



Mapas históricos de la ciudad (s. XVII y XVIII) muestran la ocupación urbana primero en las laderas e interfluvios y más tarde en los valles



Algunas áreas fueron rellenadas con escombros de demolición (especialmente fragmentos de cerámica, ladrillos, vidrios, huesos y conchas) que fueron la base para las construcciones



También se utilizaron estos componentes en el relleno de las estructuras de las edificaciones



Fueron llamados Depósitos Tecnogénicos Construídos (DTC)



### 3. Casos de estudio

Las excavaciones de algunas casas del Casco Histórico muestran bajo el piso de ocupación DTC a lo largo de los fondos de los valles, alcanzando los 12 metros en un área de 52.000 km<sup>2</sup>



En rojo: delimitación del área de estudio en la ciudad de Salvador

En amarillo: trazado de las canalizaciones hecho para el flujo de los residuos domésticos y de las aguas de las lluvias y que se identificaron durante las excavaciones



Algunas paredes de hasta 14 metros de altura tienen su base en DTC



Representación de Salvador en el momento de la invasión holandesa (1625). Fuente: Urbs Salvador, 1671, Arnoldus Montanus, publicado en el Atlas “An Accurate Description and Complete History of America” de John Ogilby. **Notar los sectores que fueron ocupados**



El DTC (depósitos tecnogénicos contruidos) fue un pre-requisito para la implementación de nuevos barrios en la malla urbana y en consecuencia para el asentamiento de las casas



Apropiación y construcción del paisaje



Se identificaron dos tipos de DTC



DTC 1: Constituido por sedimentos (arena fina a gruesa) con algunos fragmentos de desechos de demolición, cerámica utilitaria, vidrio, metales, huesos y conchas

Se encuentra en las capas más profundas a partir de 1,20 mts y se observa una presencia masiva de desechos de construcción (fragmentos grandes), poco compactados y asociados a vestigios culturales móviles (basura doméstica) en baja densidad



DTC 2: Constituido por sedimentos (arena fina a gruesa) con grandes cantidades de los materiales mencionados en DTC 1

Se encuentra desde la superficie hasta 1,20 mts con presencia de estructuras como fundaciones diversas, canales de drenaje, pisos y contrapisos/contrafrentes, y concentración de vestigios culturales móviles. Ocasionalmente con entierros



Fig. 1. Casa 39 Bloque 31S. Relleno por el DTC 2. En la trinchera lateral parte del cemento (Alicerce) de la pared



Fig. 2. Detalle de la trinchera con DTC, base (Alicerce), contrapiso y piso. Notar el círculo alrededor de fragmento de vajilla también destacado en la Fig. 3

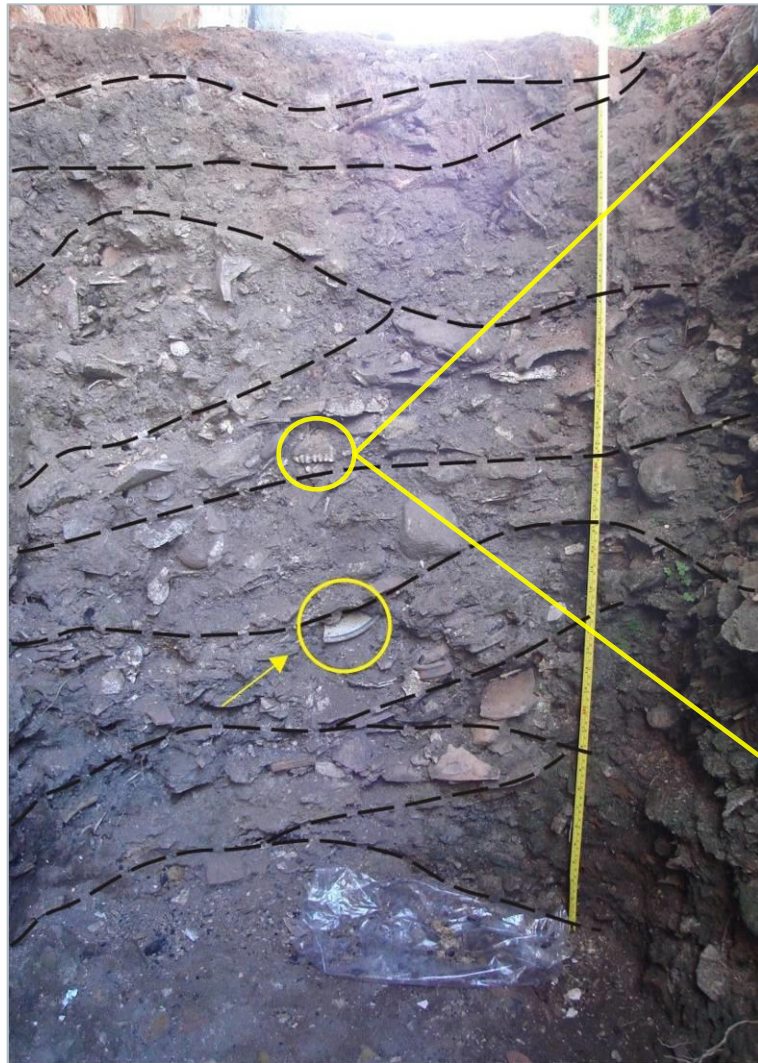


Fig. 4. Detalle del DTC 2 de la Fig. 3 evidenciando fragmentos de cerámica, parte de una arcada dental y sedimentos

Fig. 3. DTC 2 típico con predominio de residuos de demolición, cerámica utilitaria, huesos y conchas. Notar los destaques en la vajilla mencionada en la Fig. 2 y parte de la arcada dental citada en la Fig. 4

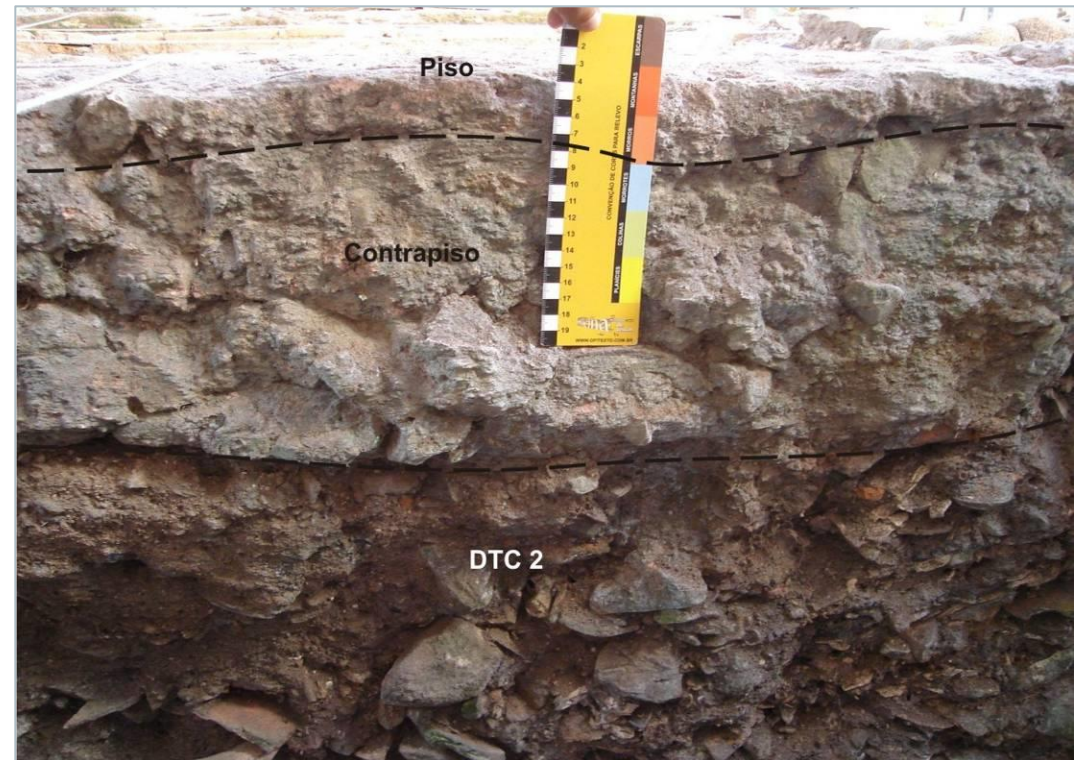


Fig. 5. Detalle del contacto entre DTC 2, contrapiso y piso

Fig. 6. Deposición del DTC 1, DTC 2, cemento, contrapiso y piso. Notar a la derecha de la foto la continuidad lateral de los DTCs. Casa 41 Bloque 31S

En la investigación se utilizaron algunos principios de estratigrafía (discontinuidad e inclinación de los constituyentes de los depósitos), lo que permitió establecer hipótesis sobre el proceso de construcción de los DTC (aún en discusión) observando su aplicación en otras investigaciones relacionadas con la arqueología histórica

Esta área se destaca por la amplitud y el número de exposiciones de los DTC, los cuales constituyen una oportunidad para la constatación de algunos procedimientos culturales y ambientales utilizados en los s. XVII y XVIII, como la reutilización intencional de material de desecho en la construcción

Este tipo de depósito indica intencionalidad, así como los procedimientos para modificar el paisaje destinado a la ocupación urbana similares a los que se producen actualmente en muchas ciudades brasileñas

#### **A modo de cierre**

Los dos casos de estudio permiten establecer una correlación entre Arqueología y Paisaje en dos momentos temporales distintos, hecho que resalta las diferentes metodologías de investigación y la necesidad de una observación contextualizada del paisaje bajo la perspectiva de la geoarqueología

Para el desarrollo de un abordaje involucrando Arqueología y Paisaje es importante tener una buena fundamentación teórica y capacidad de lectura del paisaje

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://www.ibge.gov.br/>

Honorato, L. da C. Arqueologia da paisagem e geoarqueologia: experiências em projetos de pesquisa. *Tópos*, v. 3, n. 1, p. 127-147, 2009.

Rostain, S. Amazonía aérea: escultores precolombinos del paisaje. Quito: Ekseption Publicidad, 2013.

Rubin, J. C. R., Silva, R. T., Garcia, G. V.: A geoarqueologia no Projeto Pelourinho. In: Najjar, R. (org.) *Arqueologia no Pelourinho*. IPHAN/Programa Monumenta, Brasília, DF. p. 104-115, 2010.

Rubin, J. C. R.; Silva, R. T.; Vaz, L. M. V.; Barreto, C. Transformações na paisagem por grupos pré-coloniais, Goiás, Brasil. In: Rubin, J. C. R.; Favier Dubois, C. M.; Silva, R. T.; (orgs.) *Geoarqueologia na América do Sul*. Goiânia : PUC Goiás, 2015, p. 141- 168.

Schaan, D. P. Paisagens, imagens e memórias da Amazônia Pré-Colombina. In: Silveira, F. L. A.; Cancela, C. D. (Orgs.). *Paisagem e cultura: dinâmica do patrimônio e da memória na atualidade*. Belém: EDUFPA, 2009. p. 7-20.

Tilley, C. et al. Nature, culture, clutter: distinguishing between cultural and geomorphological landscapes; the case of hilltop tors in south-west England. *Journal of Material Culture*, London, v. 5, n. 2, p. 197-224, 2000.

Troncoso, A. Petroglifos, agua y visibilidad: el arte rupestre y la apropiación del espacio en el curso superior del río Putaendo, *Revista de Estudios Regionales*, Valles, Chile, n. 4, p. 127-137, 1998.

Valdez. F. Agricultura ancestral camellones y albarradas: contexto social, usos y retos del pasado y del presente. Quito: Abya-Yala, 2006.