

Sedimentología y Estratigrafía

Introducción

Prof. Cecilia I. Caballero Miranda

“El presente es la llave del pasado”

Charles Lyell (1797-1875) en:
“Principles of Geology” (1830-1833).

La frase es una síntesis de teorías propuestas por **Hutton** (1726-1797) en 2 conferencias, en 1785, para la Sociedad Real de Edimburgo; teorías publicadas póstumamente un siglo después de su muerte en la obra: “Teoría de la Tierra”

Los registros geológicos del pasado se explican con referencia a procesos geológicos actualmente vigentes y por tanto, directamente observables

Sedimentología

Estudio de los procesos que: forman, transportan y depositan materiales que se acumulan como **sedimento** en **ambientes** continentales y marinos y que eventualmente se convierten en **rocas sedimentarias**.

Tales procesos son principalmente los **proc. Sedimentarios** (volcánicos)

Estratigrafía

Estudio de las **rocas** como cuerpos de extensión tridimensional para: determinar su extensión y secuencia; y como consecuencia determinar así, el **orden y temporalidad** de los eventos de la historia terrestre registrados en tales cuerpos rocosos

Sedimentos

Sedimentología

Procesos Sedimentarios

+ **Intemperismo** [Físico y Químico] y **Erosión** Acción de un agente erosivo

Producción de sedimentos

Aire, Gravedad
Flujo de masas, **Agua**, Hielo

A partir de un medio de transporte
Por crecimiento/actividad de organismos

Características químicas
° T, Características biológicas del sitio (ambiente de depósito)

Formación de cuerpos de sedimentos/rocas

Procesos Sedimentarios

Litificación

Compactación
Cementación

$CaCO_3$
 SiO_2
óxidos de Fe

Diagénesis

Disolución, precipitación, recristalización, reemplazamiento de minerales, cristalización autigénica

Características químicas pH,
 $^{\circ} T (< 200^{\circ} C)$,
Presión
Circulación de fluidos

del sitio de enterramiento



Sedimentos

Origen

Intemperismo y erosión de rocas viejas
Material particulado eyectados por volcanes
Producidos por organismos
Precipitados de soluciones en agua

Todos los procesos que producen sedimento son "procesos sedimentarios" con 1 excepción

Según el proceso predominante es el tipo de roca sedimentaria: clástica o detrítica vs no clástica vs volcano-sedimentaria

Caracterización

Tamaño
Forma, Arreglo
Composición

Algunos de los atributos de caracterización se usan como criterios de clasificación de rocas y sedimentos. En las clásticas el tamaño y en las no clásticas la composición

Las características de los sedimentos

+ tamaño, forma, composición, etc. y su distribución en el cuerpo rocoso

FACIES

son la clave para conocer

La forma de transporte y depósito del

AMBIENTE DE DEPÓSITO

Ambiente de Depósito

Sitio geográfico caracterizado por:



En el cual se depositan acumulan sedimentos con determinadas características

Facies

* Rango de profundidades más frecuente en ríos; excepcionalmente el río YangTze tiene 150 m prof

Ambiente Sedimentario: factores que lo caracterizan. Un ambiente sedimentario se caracteriza por un conjunto de condiciones ambientales y procesos geológicos los cuales determinan el tipo de sedimento depositado y en su caso tipo de fosiles y otras estructuras sedimentarias con potencialidad de preservarse. En la figura se ejemplifican este conjunto de factores.

1-2

1-3

1-3

1-3

Actividad realizada por:

AGENTE DE TRANSPORTE	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
TIPO DE MEDIO	AMBIENTE DE DEPÓSITO
PROFUNDIDAD DEL AGUA	SEDIMENTO(S) DEPOSITADO
ORGANISMOS QUE MODIFICAN AL SEDIMENTO	
CLIMA	
MARCO TECTÓNICO	

A modern depositional environment

A sandy river channel and vegetated floodplain

Planicies de inundación: lodos

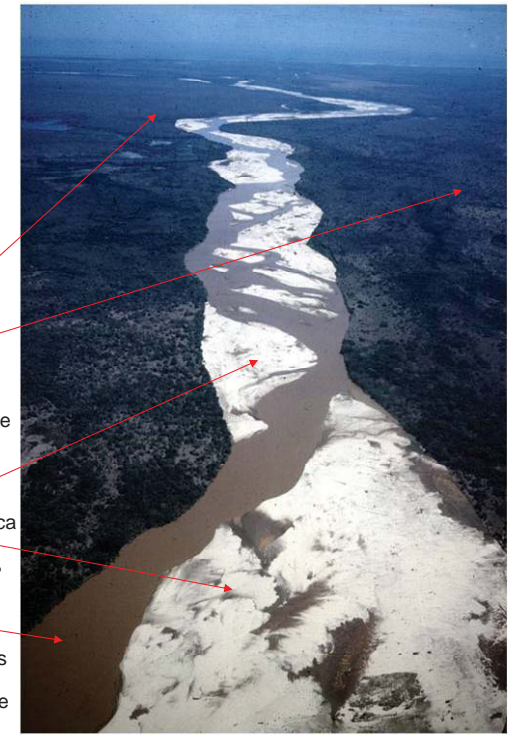
Si lejos de fuente habrá mas planicies que barras

Barras del río: arenas

Si cerca de fuente las arenas tendrán poca matriz y serán angulosas
Si fuente son rocas volcánicas habrá ¿??

Canal del río: gravas

Si cerca de fuente muchas gravas grandes
Gravas son diferentes según la roca fuente



Interpretation of sedimentary rocks

Deposits of a river channel scoured into mudstone deposited on a floodplain



Lodolitas (depósitos llanura inundación?)

Areniscas (depósitos banco?)

conglomerados (depósitos canal?)

Lodos

Observando los ambientes de hoy es posible establecer modelos de secuencias de depósito

Limos

Los modelos son referencias para la interpretación de los ambientes del pasado que quedaron registrados en las secuencias de rocas

Rizaduras

Arena de grano fino

Modelo de sistemas fluviales

Estratificación cruzada

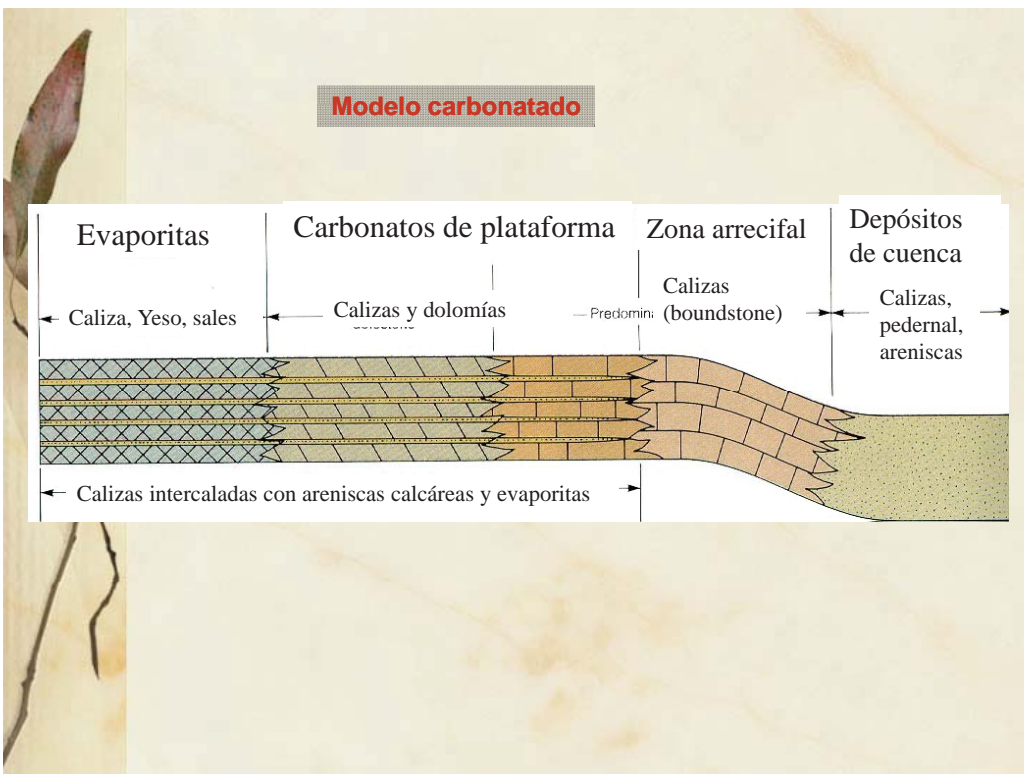
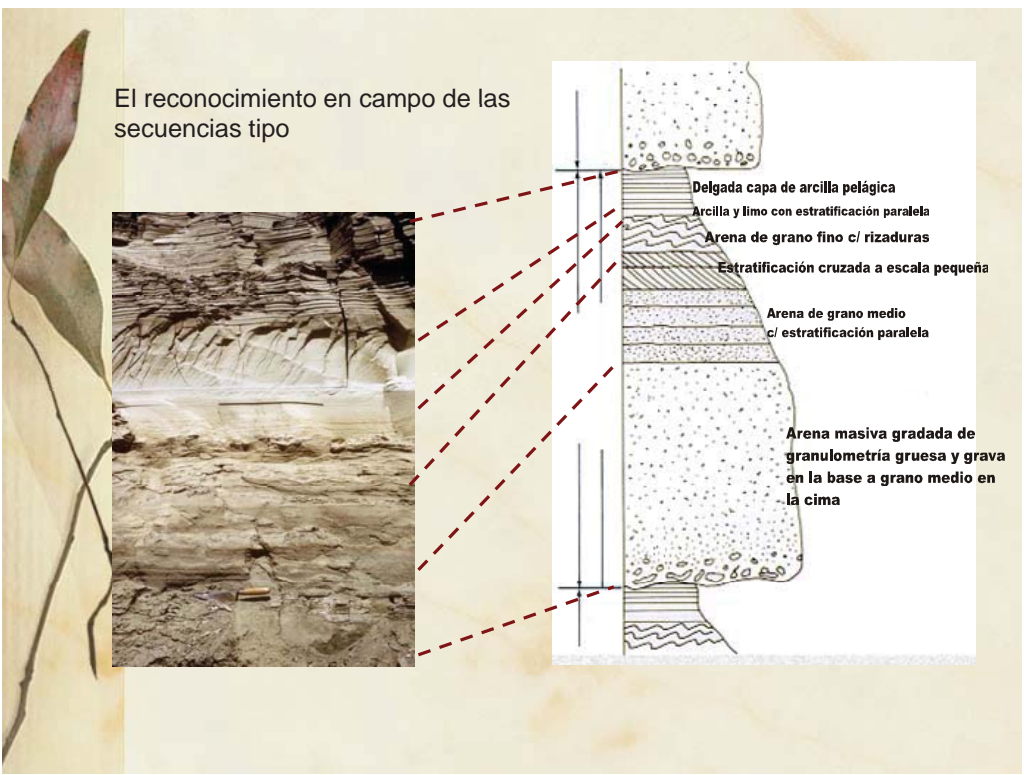
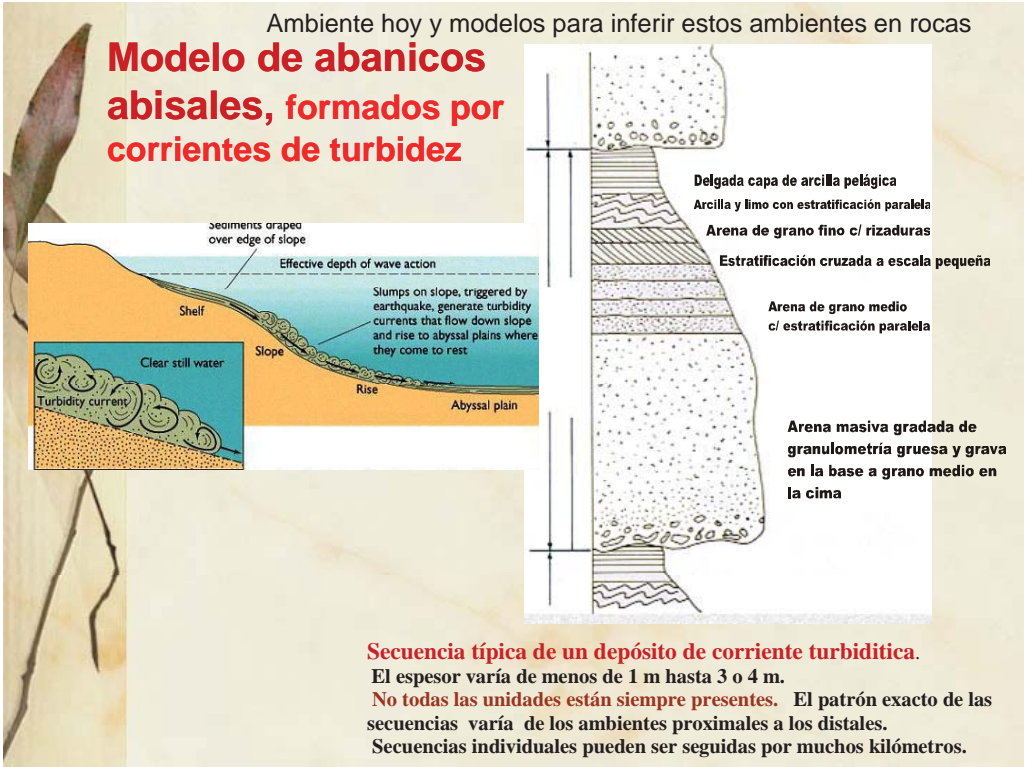
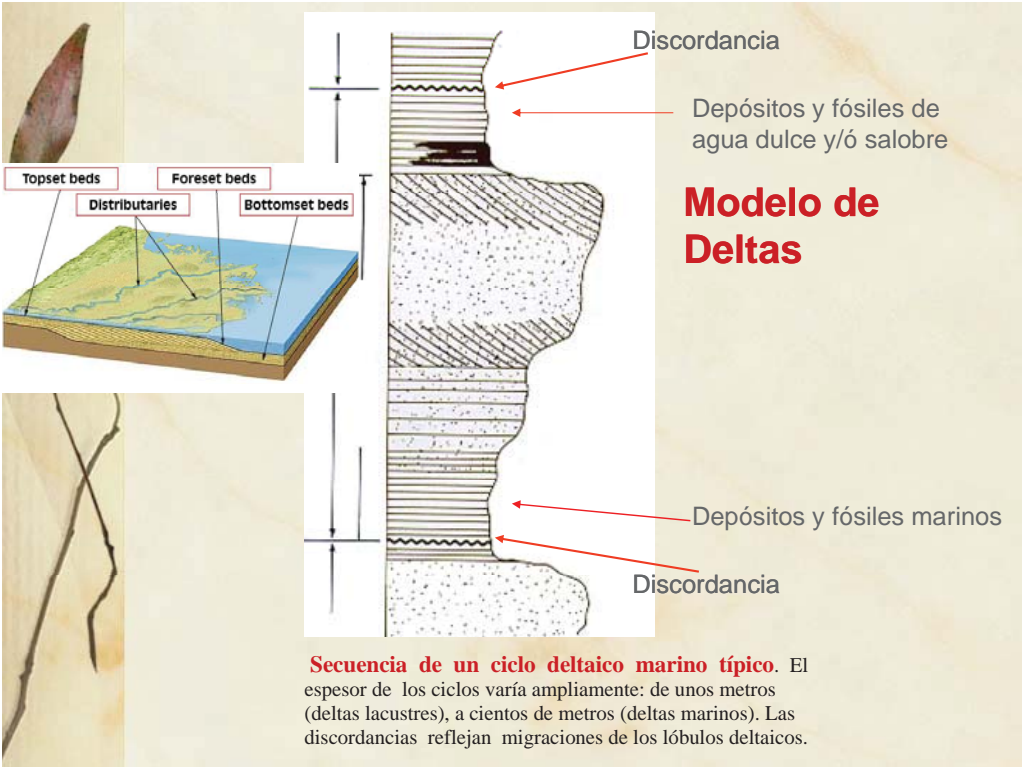
Arena de grano medio a fino

Canales de arena gruesa con grava

Ciclo o rocas anteriores

UN CICLO ALUVIAL TÍPICO. Los espesores de la sección dibujada son proporcionales al tamaño de grano de los sedimentos, **este tamaño disminuye de base a cima.** El espesor de un ciclo puede variar de unos cuantos metros a 20 metros o más.



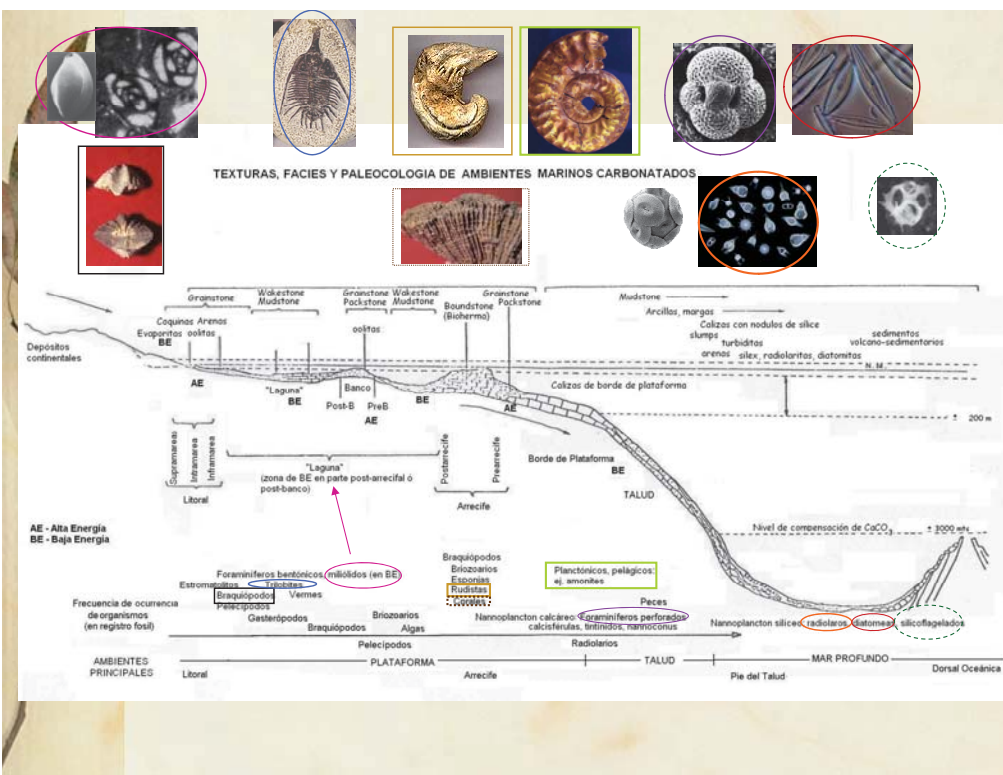


Objetivos de la Sedimentología

Estudio del funcionamiento de los procesos sedimentarios:

- + Intemperismo, erosión transporte y cualquier otra forma de producción de sedimentos
- + Transporte, depósito y acumulación de sedimentos
- + Litificación y diagénesis

Caracterización de los procesos que ocurren en los diferentes ambientes sedimentarios y su relación con los materiales que producen.
Ambiente-facies



Estratigrafía

La Estratigrafía constituye el marco que permite interpretar las rocas sedimentarias en términos de la dinámica de evolución de los ambientes

El registro estratigráfico de las rocas (sedimentarias) constituye el banco de datos fundamental para la comprensión de la evolución de la vida, la configuración de las placas tectónicas a través del tiempo y los cambios climáticos globales

Perspectiva histórica

Las primeras observaciones sobre formación y contenido de las rocas Sedimentarias fueron de: **Leonardo da Vinci** (~1500), particularmente sobre el significado de los fósiles en los Apeninos y también con **Nicolaus Steno** (Niels Stensen, 1638-1686; físico, médico, anatomista y geólogo danés) quien propuso los principios más elementales (1667-69)

La idea de interpretar las rocas con referencia a los procesos modernos parte de los siglos 18 y 19:

Con la propuesta de **Hutton - Lyell** :
"El presente es la llave del pasado"

Con lo que inicia la "geología moderna"

James Hutton (1726-1797; físico y geólogo escocés -Edimburgo), fue quien propuso la **teoría del Uniformitarismo**, popularizada por **Charles Lyell** (1797-1875; abogado y geólogo británico) en su libro "Principles of Geology" (1830-1833). La teoría fue expuesta por Hutton en 2 conferencias en 1785 y publicada hasta 1897, por lo que el principal divulgador de las teorías de Hutton (Uniformitarismo) fue Lyell.

Perspectiva histórica

Hutton también fue líder de la “escuela” (ó corriente) “plutonista”, antagónica de la “neptunista”, liderada por Abraham Gottlob Werner (1749-1817; geólogo y mineralogo alemán) [maestro de Andrés Manuel del Río, mexicano descubridor del Vanadio]. Cada escuela se diferenciaba en cuál era el origen fundamental de las rocas primigenias: Plutonismo: como resultado de procesos volcánicos. Neptunismo: mediante sedimentación, a partir de un océano universal.

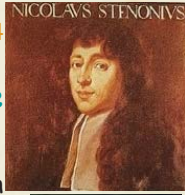
Primeros efectos de la geología moderna: en Charles Darwin (1809-1882; naturalista inglés), durante su viaje en el Beagle (1831-1836), barco capitaneado por FitzRoy, quien obsequió un ejemplar de “Principles of Geology” a Darwin, quienes mantuvieron acaloradas discusiones a bordo.



Las diversas disciplinas de la geología evolucionaron a disciplinas/ciencias más elaboradas, de tal forma que el manejo de la “Estratigrafía” como hoy se conoce fue iniciado con d'Orbigny (1802-1857), naturalista, explorador, paleontólogo, malacólogo, micropaleontólogo francés que viajó y estudió por diversos países de Sudamérica

Principios Estratigráficos

- Horizontalidad Original¹
- Superposición¹
- Continuidad Lateral¹
- Relaciones de Corte² y de Inclusión
- Uniformitarismo³/Actualismo
- Sucesión Faunística⁴
- Ley de sucesión de facies⁵



¹ Axiomas propuestos por *Steno* (1667-1669), en Florencia, Italia.

² Originalmente de *Steno*, divulgadas por *Lyell* en su libro “Principios de Geología” (1830-33)

³ Principio propuesto por *J. Hutton*, y popularizado por *Lyell* en su libro



⁴ Propuesto por *William Smith*, Ing inglés al hacer mapas con la distribución de los estratos (1815), para determinar el espesor de rocas. (60 años antes del el Origen de las Especies de Charles Darwin)

⁵ Propuesto por el geólogo alemán *Johannes Walther* (1860-1937)



Principios Estratigráficos

- Horizontalidad Original¹
- Superposición¹
- Continuidad Lateral¹
- Relaciones de Corte² y de Inclusión
- Uniformitarismo³/Actualismo
- Sucesión Faunística⁴
- Ley de sucesión de facies⁵

¹ Los estratos se depositan horizontales, siendo los de hasta abajo los más viejos y los de arriba más jóvenes y se continúan lateralmente sin importar que estén interrumpidos por la erosión.

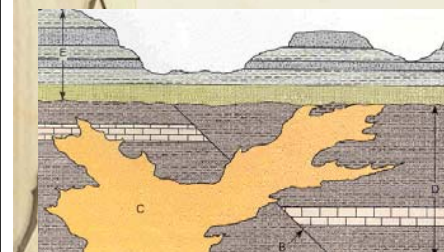
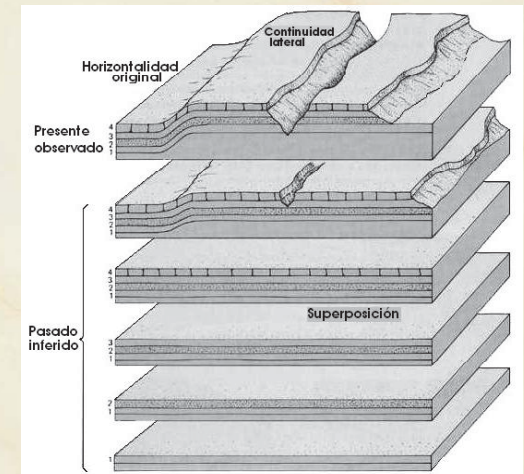
² El rasgo que es cortado (deformado, modificado) es más viejo que el rasgo ó proceso que lo corta (deforma ó modifica). Una roca es más joven que los fragmentos de roca incluidos en ella

³ “El presente es la llave del pasado”. Su versión moderna es el Actualismo, (de actual=real), John Plafair, amigo de Hutton desde 1802): “...los ríos, las rocas, los mares y los continentes han cambiado en todas sus partes; pero las leyes que describen estos cambios y las reglas a las cuales están sujetos, han permanecido invariablemente iguales”.

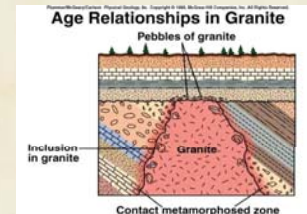
⁴ Los fósiles de los estratos se presentan en determinado orden identificable

⁵ La sucesión horizontal de facies es la misma que la vertical

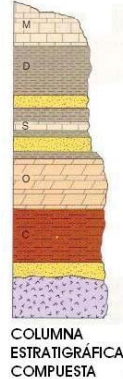
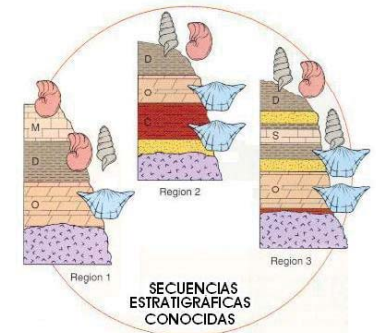
- Horizontalidad Original
- Superposición
- Continuidad Lateral



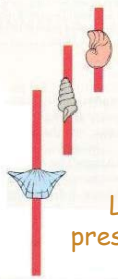
Relaciones de Corte y de Inclusión



Sucesión faunística
 aplicada a
 identificar unidades de roca
 reconstruir una columna compuesta

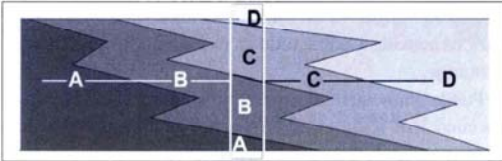


Range of Fossil Species
 A B C



Sucesión Faunística

Los fósiles de los estratos se presentan en determinado orden identificable



La sucesión de facies en la horizontal es la misma que la que se encuentra en la vertical.

Ley de sucesión de facies

La sucesión horizontal de facies es la misma que la vertical

Perspectiva histórica

El desarrollo ulterior de la Estratigrafía y Sedimentología, se vio impulsado por los siguientes eventos, que también consecuentemente, llevaron un mayor entendimiento sobre los procesos que ocurrieron durante la historia de nuestro planeta.

El inicio del uso del microscopio, Robert Hooke (~1665)

El desarrollo de la bioestratigrafía después de W. Smith (~1815)

El uso del microscopio petrográfico para el estudio de rocas, Henry C. Sorby (~1850)

El desarrollo del concepto de "expansión" del fondo oceánico y Tectónica de Placas, Hesse, T. Wilson (~1960's)

La emergencia de los conceptos y técnicas del fechamiento radio-isotópico, la estratigrafía sísmica, estratigrafía de secuencias y magnetoestratigrafía (~1960's y 1970's)

Objetivos de Estratigrafía

- Identificación de materiales
 - Delimitación de unidades estratigráficas
 - Ordenación de unidades estratigráficas
 - Levantamiento de secciones estratigráficas
 - Interpretación genética de las unidades
 - Correlación y asignación de tiempo
 - Análisis de cuencas (para determinar contexto tectónico de cuenca)
- Litoestratigráficas
 Bioestratigráficas
 Cronoestratigráficas
 Magnetoestratigráficas

De tal forma que para poder cumplir estos objetivos e interpretar la naturaleza y dinámica de los eventos tenemos también que tener claro cuál es el origen no solo de las rocas sedimentarias, sino de todas las rocas que potencialmente son fuente de sedimentos

Los sedimentos y rocas sedimentarias y todas las rocas en general, se clasifican y caracterizan, con diferente grado de precisión o complejidad, con el fin no solo de dar un orden a la diversidad, sino para que este orden refleje las condiciones principales bajo las que se formaron

- Partículas grandes
- partículas pequeñas
- bandeamiento
- foliación
- estratificación
- cristales grandes
- cristales pequeños
- cristales microscópicos
- Juntas o diaclasas

Así al clasificar una roca estamos al mismo tiempo:

- 1) Identificando sus rasgos y atributos y,
- 2) Infiriendo su origen

Un cuerpo de roca (unidad estratigráfica) puede tener uno ó mas tipos de roca, pero todos ellos deben estar genéticamente relacionados

Para el correcto manejo de todo esto es necesario conocer y manejar tales esquemas de clasificación y su significado, esto es el vocabulario del lenguaje geológico, en nuestro caso estratigráfico
 ¿Qué tanto sabes este lenguaje?