



SEDIMENTOLOGIA DE CAMPO

CONSTRUCCIÓN y MEDICIÓN DE COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS

SEDIMENTARY LOGS

*prof. Cecilia I. Caballero M. para clase **Estratigrafía y Sedimentología** en Fac. Ciencias, UNAM
modificado de presentación por: prof. Emiliano Campos, Fac. Ingeniería, UNAM*



Las columnas estratigráficas son representaciones gráficas

de las variaciones verticales y, los cambios horizontales que presentan los cuerpos rocosos

conocimiento que se obtiene con base en:
el levantamiento de observaciones y mediciones, con diverso grado de detalle, de sucesiones estratigráficas.

La representación gráfica tiene un carácter:

Cronológico y un

Sentido reconstructivo sedimentológico

La medición detallada de una columna estratigráfica nos permitirá obtener información sobre:

- **Sedimentología**

- Litología: composición y textura
- Espesor y volumen
- Estructuras primarias
- Definición de litofacies

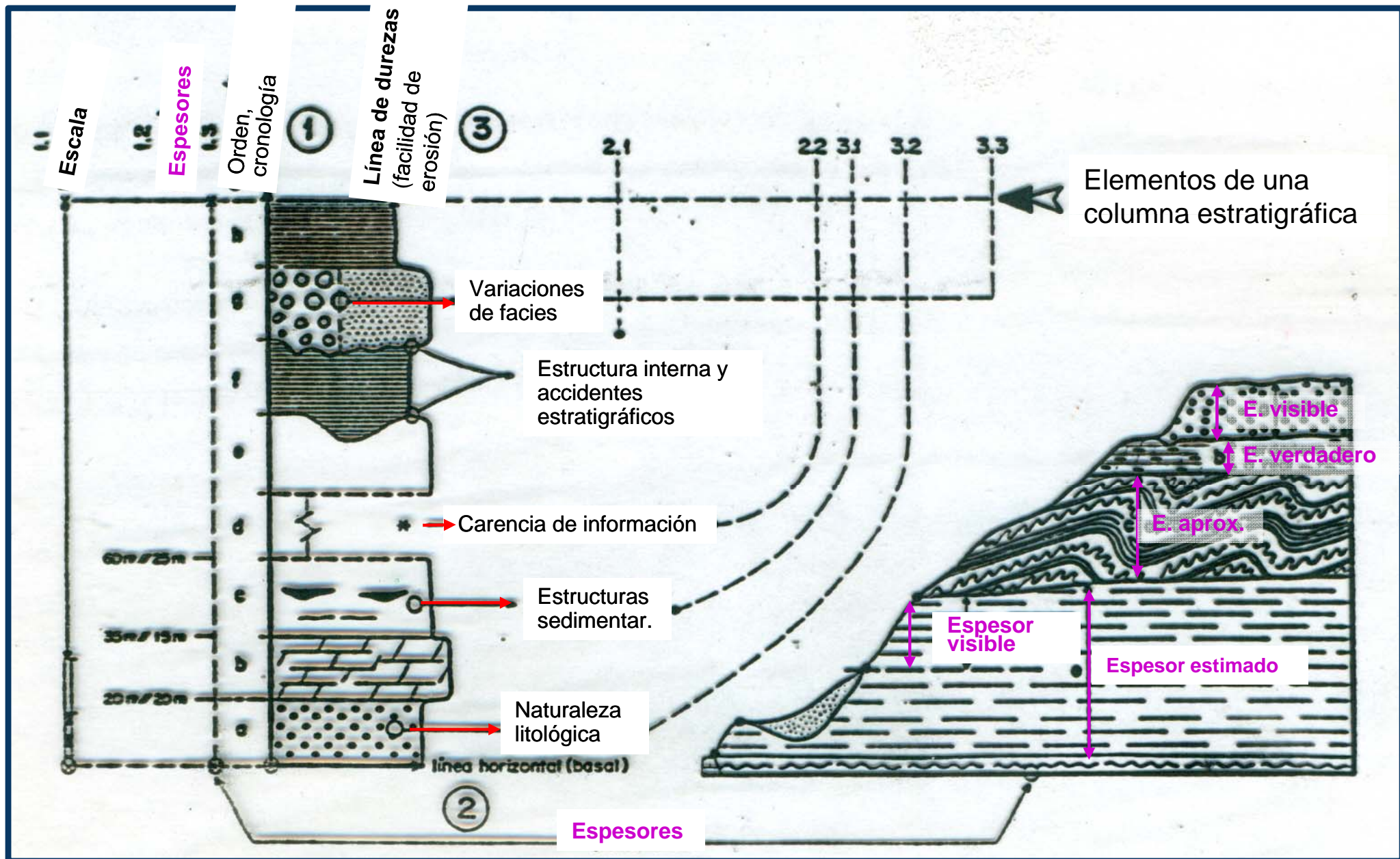
- **Análisis de facies**

- Tipos y clasificación de facies
- Distribución y relaciones de contacto
- Paleocorrientes
- Contenido fósil
- Ambientes de depósito

- **Estratigrafía**

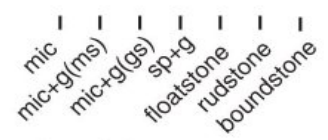
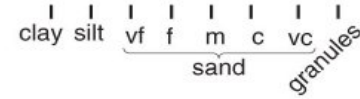
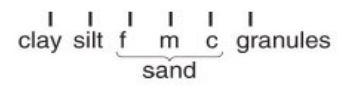
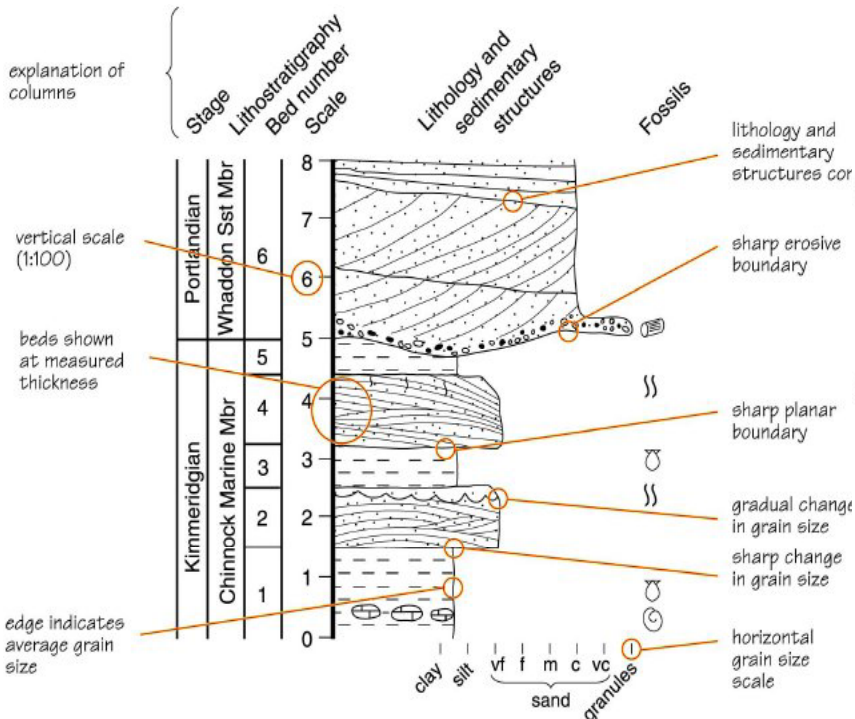
- Determinación de los sistemas sedimentarios
- Geometría y orientación de los cuerpos sedimentarios
- Discordancias – caracterización y significado
- Secuencias y ciclos
- Tasa de sedimentación

Elementos de una columna



Elementos de una columna

- Escala
- Espesor: tipos y expresión gráfica
- Cronología
- Línea de durezas
- Naturaleza litológica
- Variaciones litológicas
- Estructuras sedimentarias



mic = micrite
 g = grains
 sp = sparite
 gs = grain supported
 ms = matrix supported

KEY

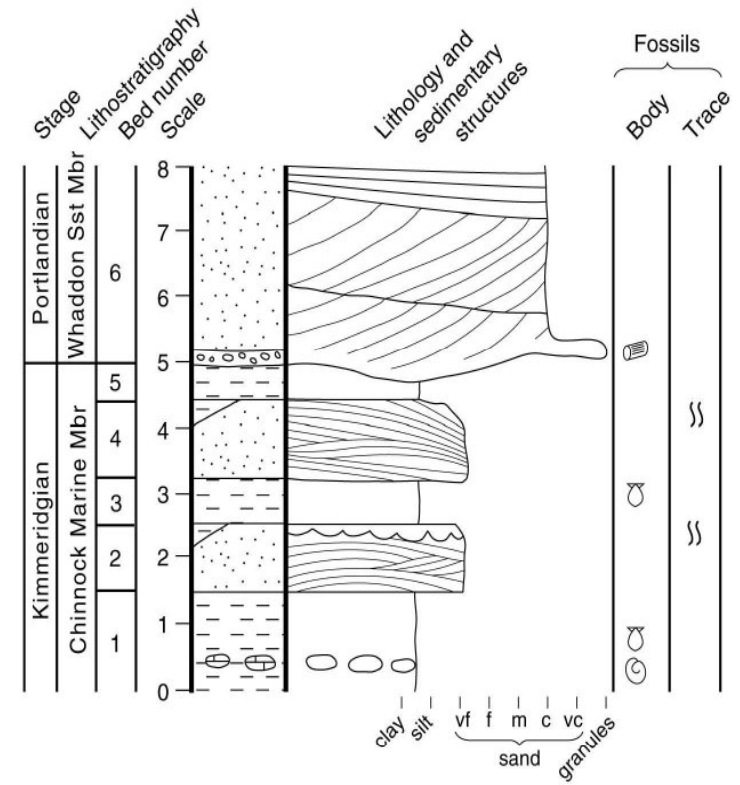
- | | | | |
|--|-------------------------------|--|-------------------|
| | granules | | carbonate nodules |
| | sandstone | | fossilized wood |
| | mudstone | | ammonites |
| | wave-formed ripples | | bivalves |
| | trough cross-stratification | | bioturbation |
| | hummocky cross-stratification | | |

Geological Field Techniques, 1st edition.
 Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University

(c)



Geological Field Techniques, 1st edition.
 Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.



Geological Field Techniques, 1st edition.
 Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.

Metodología

Se elige una localidad de observación y medición que reúna, en lo posible, las siguientes características.

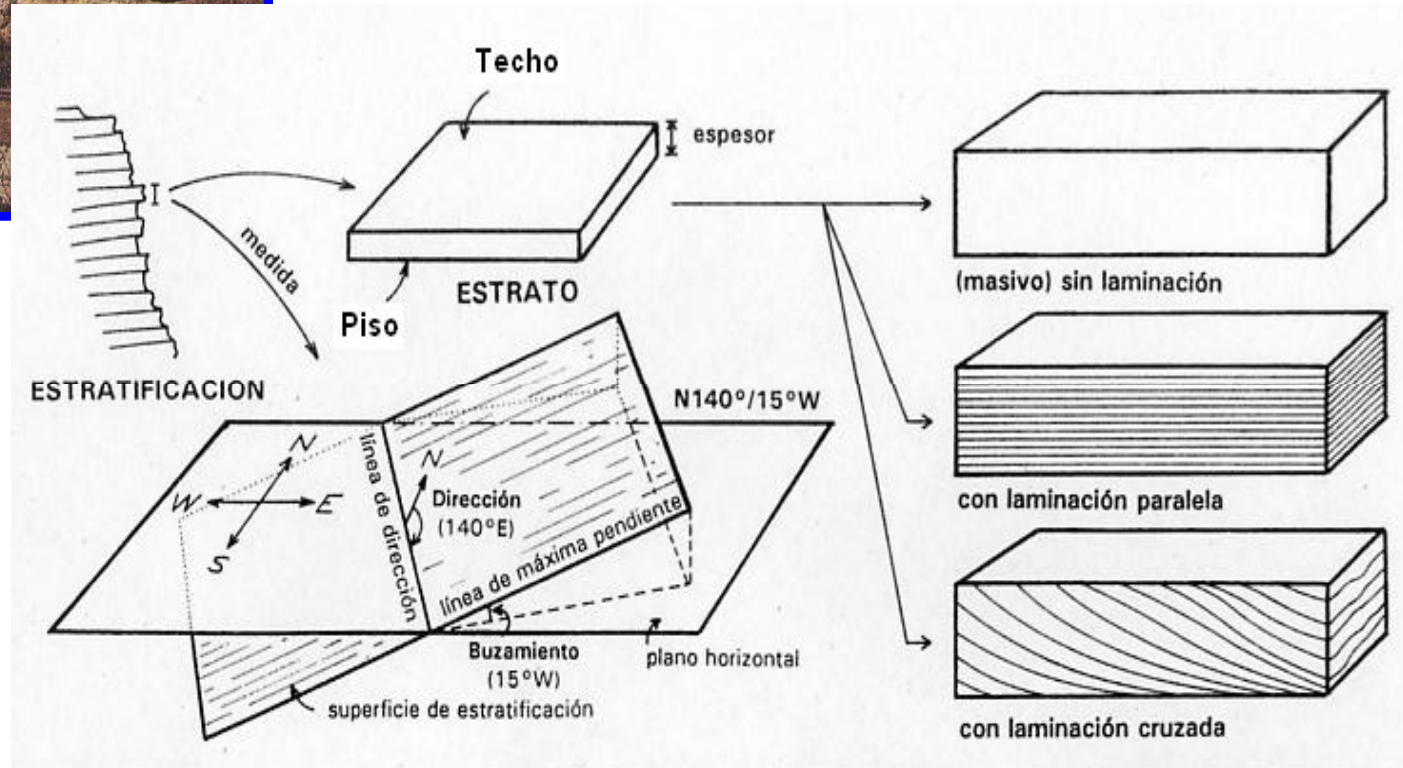
- Estructura sencilla, de tal forma que no presente ó se pueda reconocer con facilidad, en caso de que la haya, una repetición de la sucesión.
- Que la unidad que se desee medir presente afloramientos continuos y que estén expuestos sus límites inferior y superior.



Espesor

Se identifican estratos: base y techo.
 Estructura interna. Espesor de la estratificación y sus variaciones
 Se mide su rumbo e inclinación

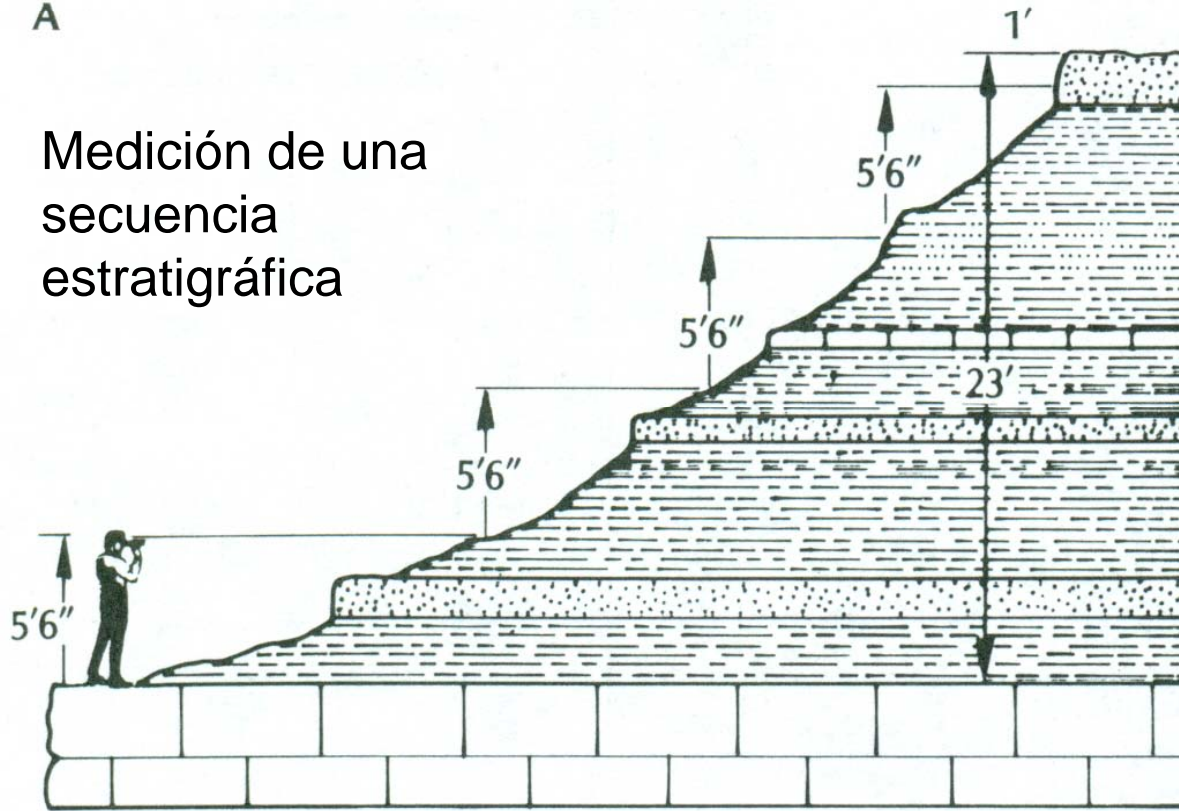
Se mide el espesor de la secuencia estratigráfica, señalando niveles en los que cambia su carácter (litología, facies)



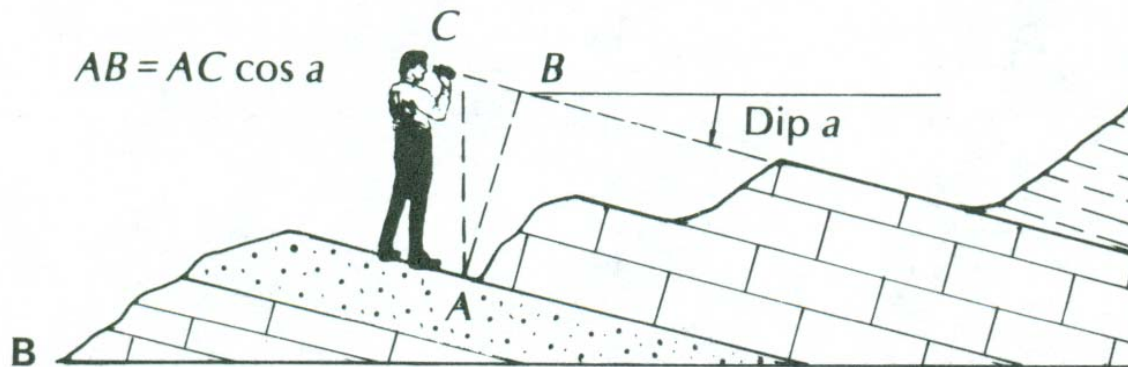
Rasgos de los estratos y medidas de la estratificación
 Para un estrato se marcan: techo, piso (muro), espesor; el ordenamiento interno y su posición geométrico-espacial: "rumbo y echado"

A

Medición de una
secuencia
estratigráfica



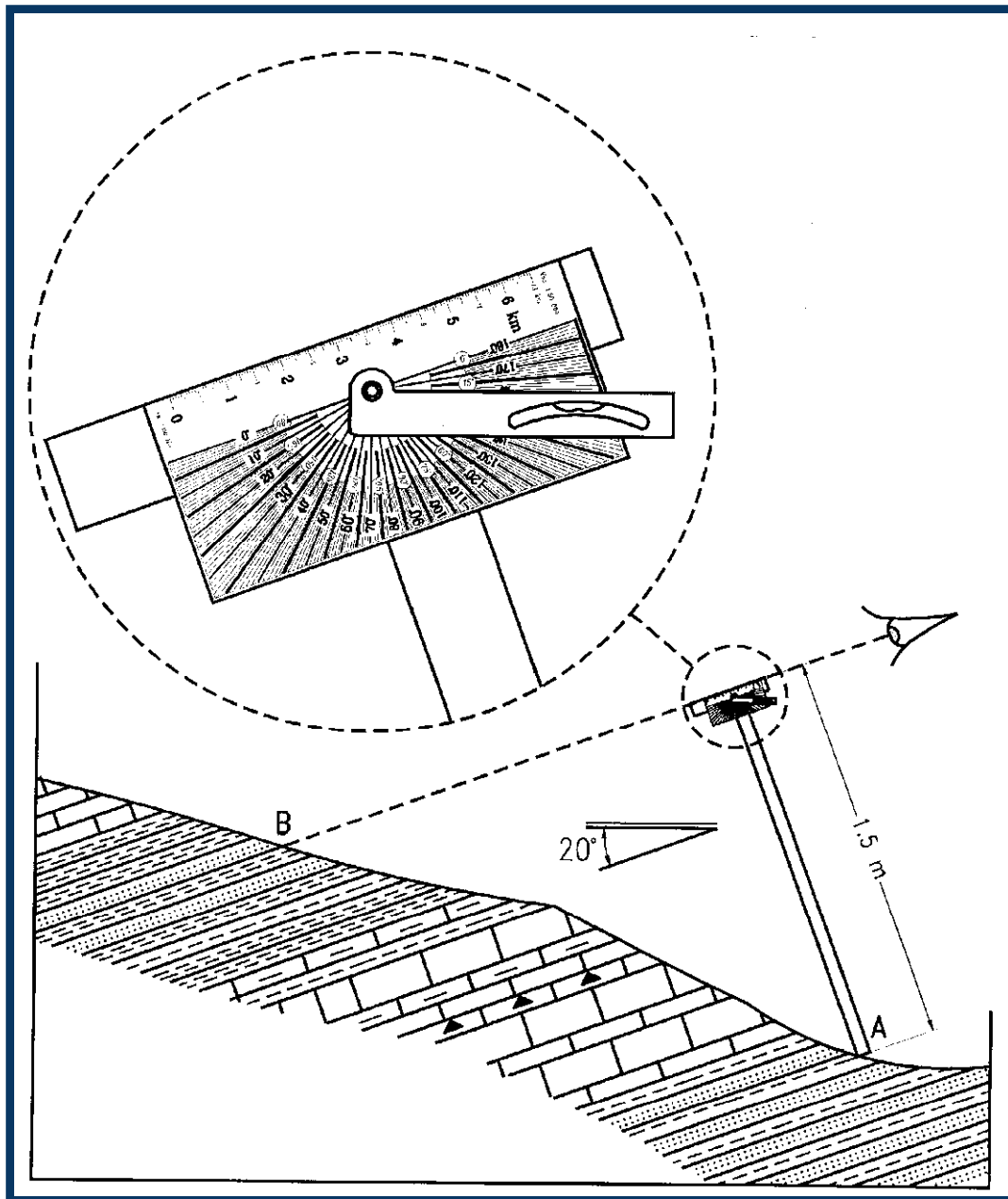
Empleando un visor con nivel y usando como "regla" la altura de nuestros pies a nuestros ojos.



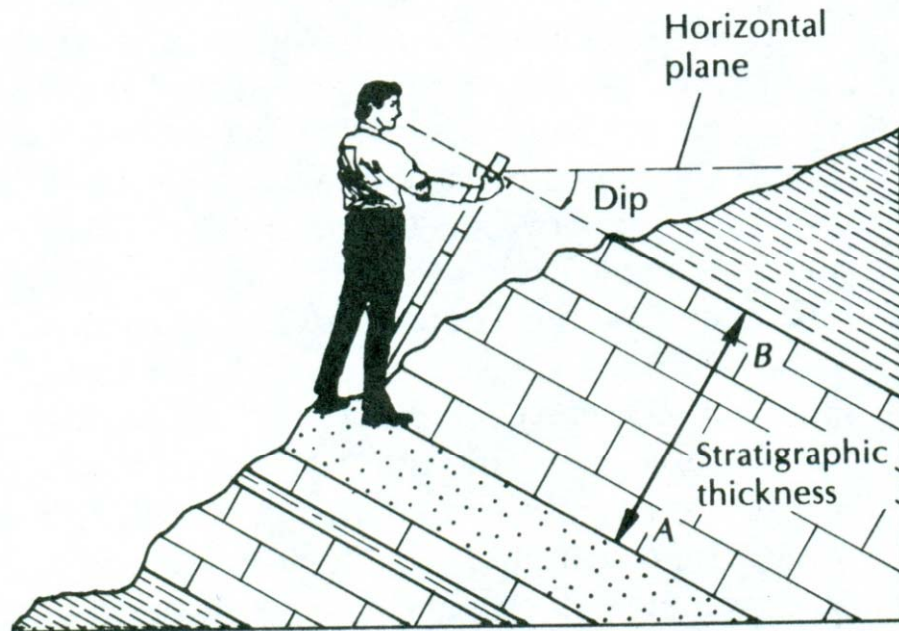
Para cuando las capas están inclinadas podemos emplear las relaciones trigonométricas

Método de Jacob

- Un método muy popular para la medición de sucesiones estratigráficas es la utilización del ***Báculo de Jacob***, herramienta sencilla que ha probado por más de un siglo su versatilidad y efectividad. El Báculo de Jacob es un patrón de comparación que permite medir la sucesión en tramos de 1.5 m.
- Consiste en dos segmentos rectos desiguales, usualmente dos cintas de madera, unidos perpendicularmente en forma de una letra T o una L, la longitud mayor es precisamente de 1.5 m, mientras la menor es variable.



Báculo improvisado con un goniómetro estructural con un nivel integrado, medición en campo de una columna

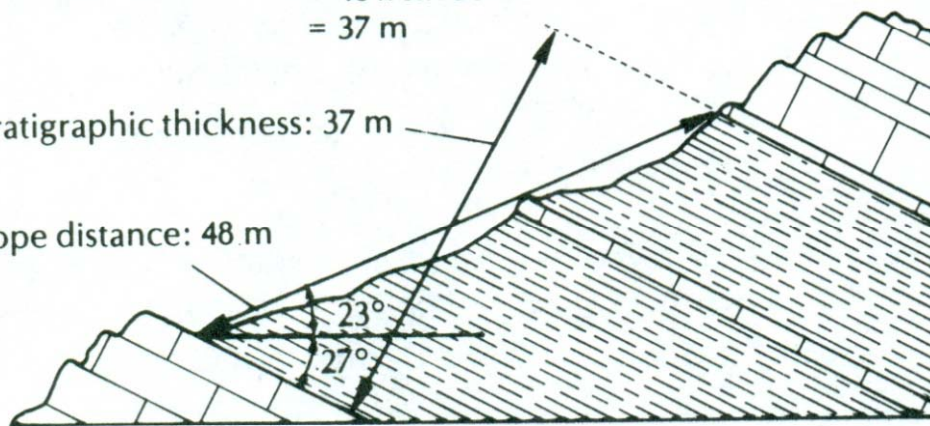


A

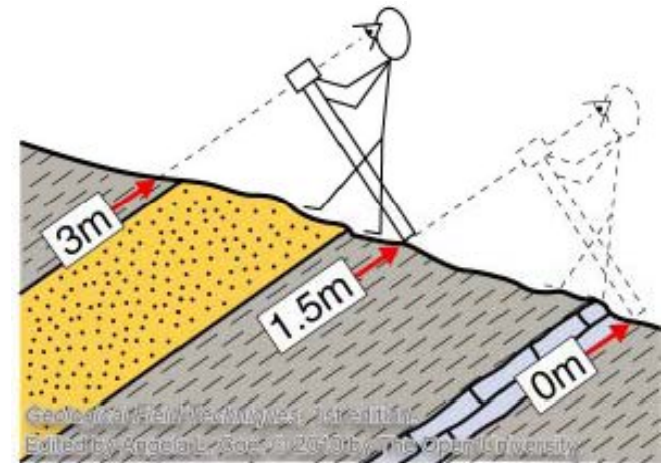
$$\begin{aligned} \text{Stratigraphic thickness} &= \text{slope distance} \times \sin(\text{slope angle} + \text{dip}) \\ &= 48 \times \sin 50^\circ \\ &= 37 \text{ m} \end{aligned}$$

Stratigraphic thickness: 37 m

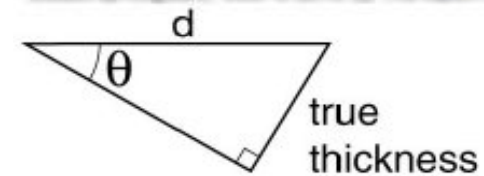
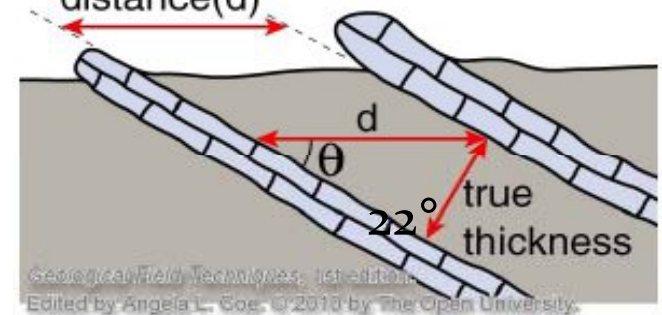
Slope distance: 48 m



B



20 m
horizontal
distance(d)



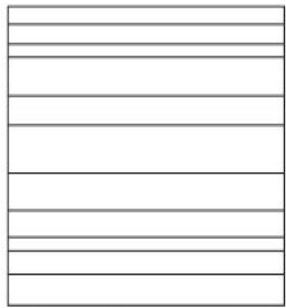
Espeor real = $20 \times \sin 22^\circ = 6.8$
 Si $\theta = 90$ (capas verticales, entonces
 Espeor real = $20 \times \sin 90^\circ = 20$

Registro de la información

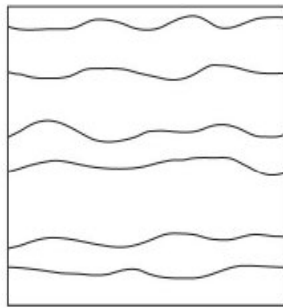
- La información que debe recopilarse en cada estación de observación es la siguiente:

1. Geometría y características de la estratificación:

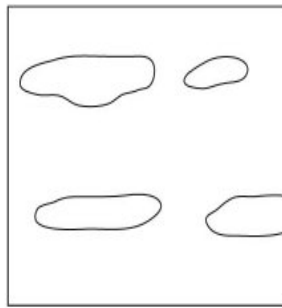
- a) Forma de los estratos, ejemplo: paralelos, no paralelos, lenticulares, continuos, discontinuos, etc.
- b) Tipo de contacto entre los estratos, ejemplo: base erosiva, rizaduras, transicional, mal definido, etc.
- c) Tipo y forma de capas internas, ejemplo: laminación, gradación, rizaduras internas, etc.
- d) Espesor de los estratos (por litología).
- e) Polaridad de la estratificación: Determinar si la sucesión se encuentra en posición normal o invertida.



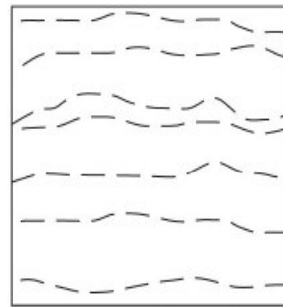
sharp, planar, parallel



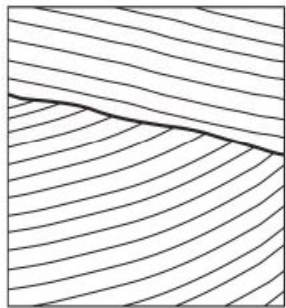
sharp, irregular



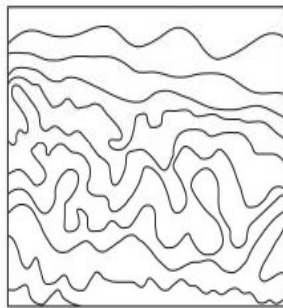
lenticular or nodular



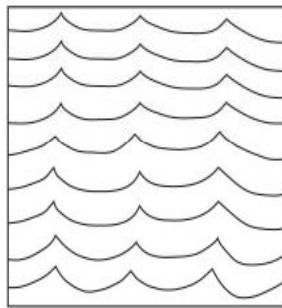
gradational, irregular



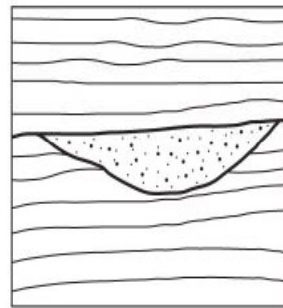
cross-cutting, non-parallel



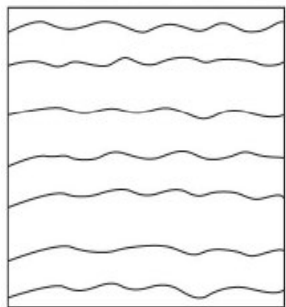
chaotic



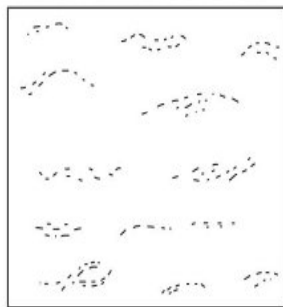
draping



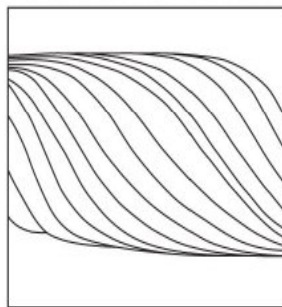
scour or channel
(lenticular)



wavy



wispy

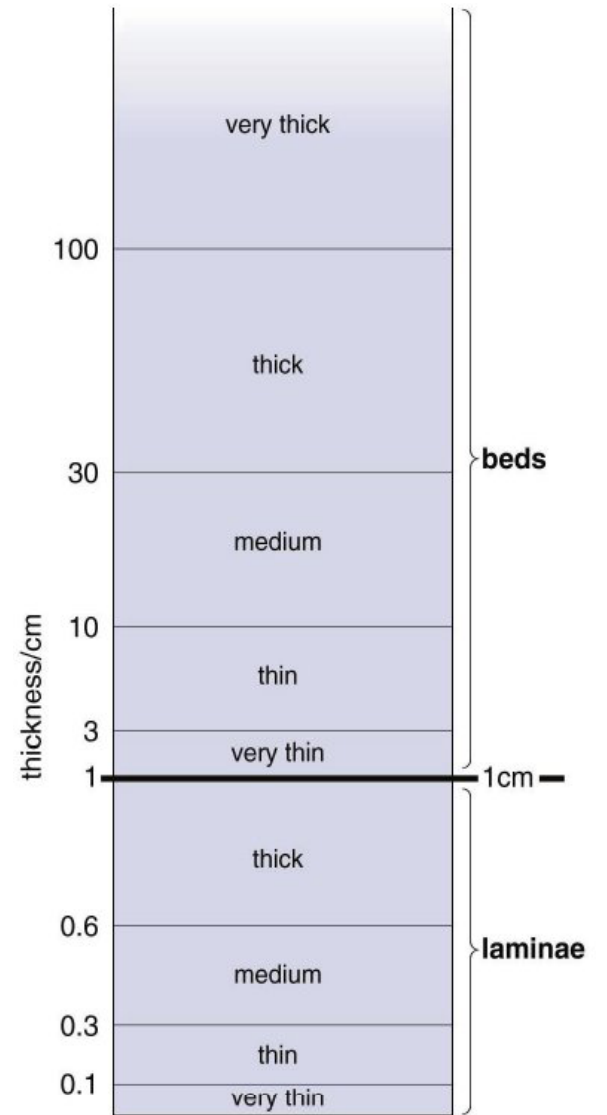


sigmoidal



massive

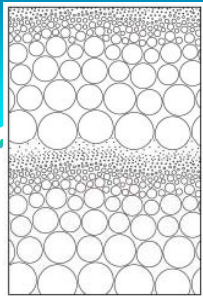
Geological Field Techniques, 1st edition. Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.



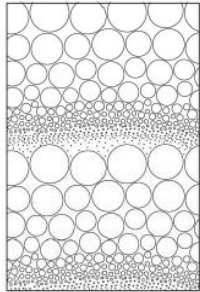
Registro de la información *(cont)*

2. Composición y textura de cada litología presente:

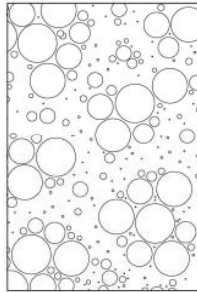
- a) Determinación de las litologías (empezando por la más abundante) y relaciones entre las diferentes litologías (interdigitación, alternancia, etc.).
- b) Tamaño de grano, textura y distribución.
- c) Clasificación (porcentaje de los distintos tamaños de grano).
- d) Características de los granos, ejemplo: forma, redondeamiento, etc.
- e) Composición de los granos. En el caso de conglomerados conteo de puntos en afloramiento.
- f) Descripción de la matriz/cementante, características.



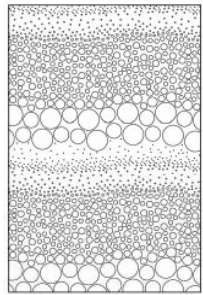
normal



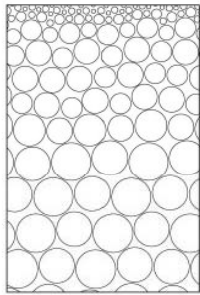
reverse



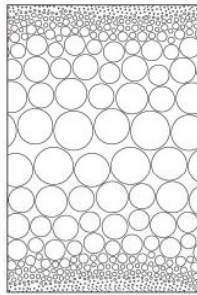
ungraded



normal, base-only

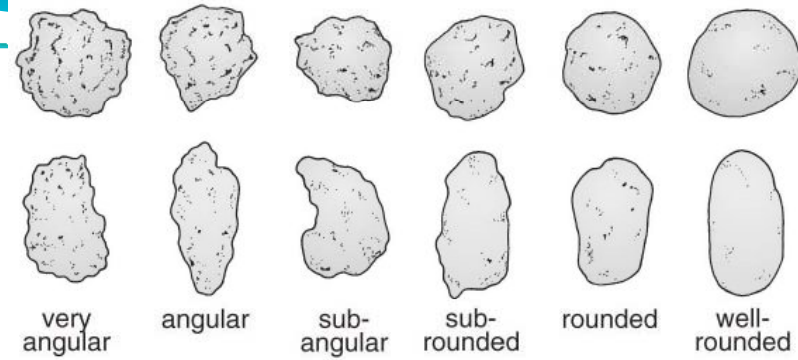


normal top-only



composite,
symmetrical

Geological Field Techniques, 1st edition.
Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.



high sphericity

low sphericity

very angular

angular

sub-angular

sub-rounded

rounded

well-rounded

(a)



spherical



equant



tabular



bladed

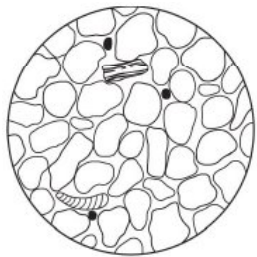


rod-like



irregular

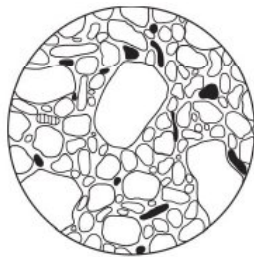
Geological Field Techniques, 1st edition.
Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.



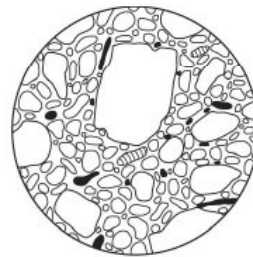
very well sorted



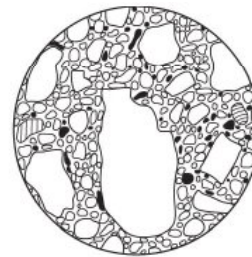
well sorted



moderately sorted

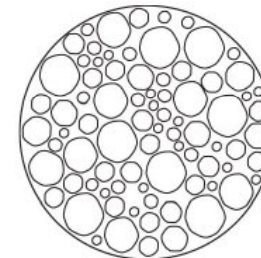


poorly sorted

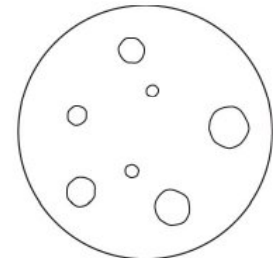


very poorly sorted

Geological Field Techniques, 1st edition. Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.



grain-supported



matrix-supported

Geological Field Techniques, 1st edition.
Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.

OID

concentric lamellae
nucleus, skeletal fragment or quartz grain
radial fibrous calcite in most ancient ooids

diameter typically 0.2 to 1 mm

Ooids typically form in agitated water of no greater depth than 15 m; more typically the depth is 5 m; Most oolitic rocks are marine.

SUPERFICIAL OOID

COMPOSITE OOID

PISOID (PISOLITH)

diameter > 2 mm

ONCOID (ONCOLITH)

diameter > 2 mm

Oncoids are pisoids of algal origin. The algal layers are wavy in cross-section and often incorporate other bioclasts and grains.

PELOID

Peloids are pellets or amorphous grains composed of micrite, typically 0.1–0.5 mm diameter; most are micritized skeletal grains or faecal pellets.

BIOCLAISTS

BIVALVE

if originally calcitic → structure preserved
if originally aragonitic → drusy sparite, no internal structure preserved
or → neomorphic calcite with relics of internal structure

GASTROPOD

variable shape
typically drusy sparite with no internal structure

BRACHIOPOD

original structure often preserved endopunctae or pseudopunctae

ECHINODERM

variable shape
single calcite crystal
cloudy appearance
syntaxial overgrowth of sparite

echinoid spines

FORAMINIFERA

variable shape

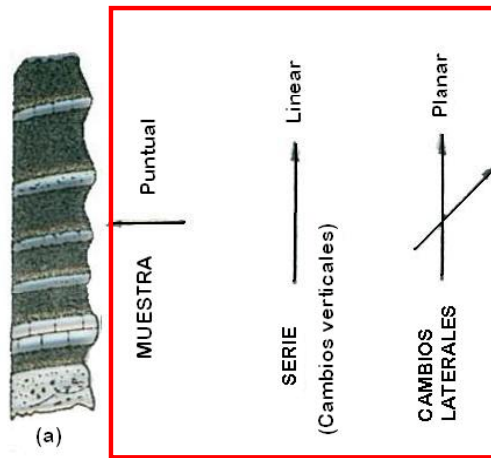
BRYOZOA

variable shape

principal grain type	limestone type	
	cemented by sparite	micritic matrix
bioclasts	biosparite	biomicrite
ooids	oosparite	oomicrite
peloids	pelsparite	pelmicrite
intraclasts	intrasparite	intramicrite
limestone formed <i>in situ</i> (e.g. reef or stromatolite) = biolithite		
fenestral limestone (micrite with cavities) = dismicrite		

Geological Field Techniques, 1st edition.
Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.

original components not organically bound together during deposition				Boundstones: original components organically bound during deposition				
contains lime mud		grain-supported with muddy matrix	lacks mud and is grain-supported	>10% grains >2 mm		organisms act as baffles	organisms encrust and bind	organisms build a rigid 3-D framework
<10% grains	>10% grains			matrix-supported	supported by >2 mm component			
mudstone	wackestone	packstone	grainstone	floatstone	rudstone	baffle-stone	bindstones	frame-stone



Observaciones puntuales y de los cambios verticales de la columna levantada en un sitio (ver aspectos descriptivos abajo). De los cambios laterales comparando columnas de diversos sitios.

De la correlación entre cuerpos de roca equivalentes en tiempo y De la geometría de los cuerpos de roca.

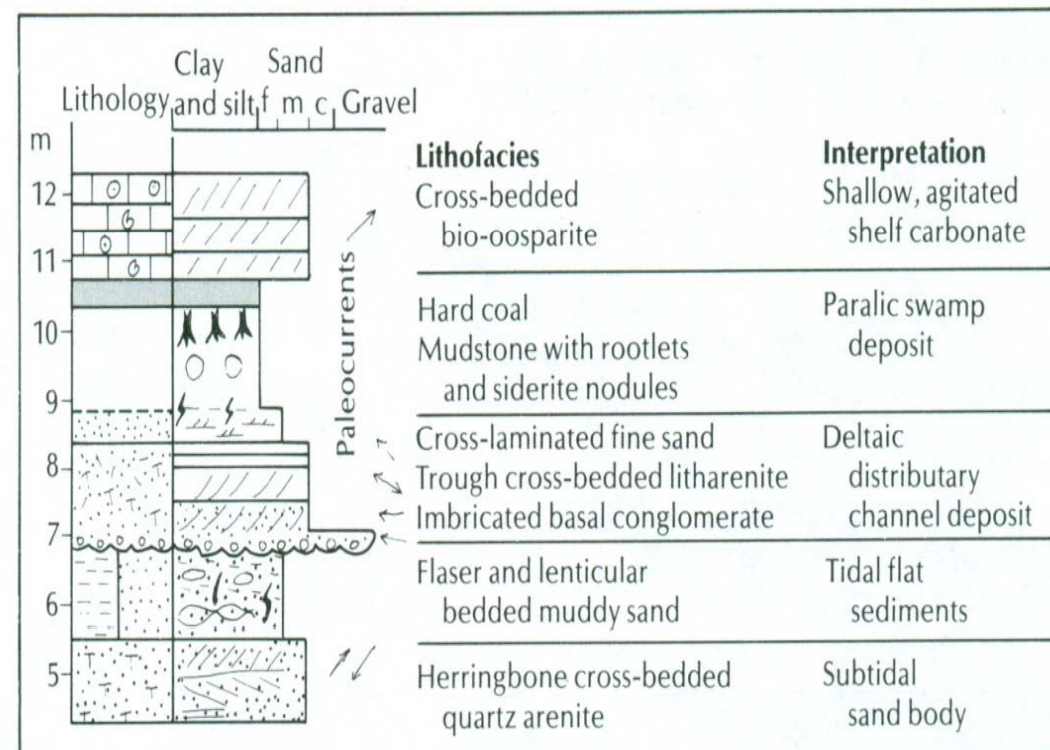


Grupo de observaciones para elaboración de columnas estratigráficas.

- a) Aspectos dimensionales.
- b) Aspectos descriptivos mas importantes.

Síntesis - procesamiento inicial de la información registrada: representación de una columna / registro sedimentológico - estratigráfico

Location: Howick Foreshore, Northumberland .Grid ref. NU 259179		Formation: Upper Limestone Group, Namurian, Carbonif.		Date: 1/4/80							
metres above base	thickness (m)	bed number	lithology	texture			sedimentary structures	paleocurrents	fossils	colour	remarks
				clay & silt	sand f, m, c	gravel					
12	1.3	8						↗	⊙ * ⊕	dk. gr	Spec. 9.10
11	0.3	7							⊙	bl	coal+pyrite
10	1.5	6							⊙ (siderite) ⊕	dk. gr	photo 4
9	0.5	5						↕		yell/ br.	spec 7/8
8	1.4	4						↕		gr.	Impersis conglom
7	1.2	3						↕	⊕	yell/ br.	tabular sand body
6	2.1	2						↕	⊕		



B

Estructuras primarias:

- Identificación de los tipos de estructuras primarias
- Registro de paleocorrientes: medición de su orientación (rumbo y echado).
- Señalar si corresponden a la cima o base.

Contenido fósil:

- Tipo de fósiles.
- Condiciones y preservación de los restos fósiles (enteros, fragmentados, moldes, etc.)
- Localización dentro del estrato (base, cima, al interior, etc.)
- Tipo de litología en la que se encontraron.
- Cuales están asociados (comparten una misma capa y/o presentan el mismo grado de preservación).
- Retrabajados o *in situ*.

LITHOLOGY

Siliciclastic sediments

Clay, mudstone	Lithic sst (litharenite)
Shale	Greywacke
Marl	Clayey sst
Siltstone	Calcareous sst
Sandstone (undiff.)	Alternating strata, sst/shale
Quartz arenite	Pebble-supported conglomerate
Feldspathic sst (arkose)	Matrix-supported conglomerate

Carbonates

Limestone
Dolomite
Sandy ls
Symbols to add:
Intraclast
Ooid
Oncolite/pisolite, > 2 mm diam.
Peloid
Fossils (undiff.); for specific symbols see below

Others

Chert
Peat
Brown coal (lignite)
Hard coal
Halite
Gypsum/anhydrite
Volcaniclastic sediment

SEDIMENTARY STRUCTURES

Flute cast	Parallel lamination	Wave-ripple lamination	Stromatolites
Groove cast	Cross lamination	Graded bedding:	
Tool marks	Cross-bedding, planar	Normal	Bioturbation: Slight Intense
Load casts	Cross-bedding, trough	Reversed	
Shrinkage cracks	Cross-bedding, herringbone	Imbrication	
Striations/lineations	Cross-bedding, low angle	Slump structures	Bed contacts: Sharp, planar Sharp, irregular Gradational Paleocurrents: Azimuth Trend
Symmetrical ripples	Flaser bedding	Convolute bedding	
Asymmetrical ripples	Lenticular bedding	Nodules	
		Stylolites	

FOSSILS

Fossils (undiff.)	Brachiopods	Echinoids	Algae
Fossils, broken	Bryozoan	Gastropods	Plant fragments
Ammonoids	Coral, solitary	Graptolites	Roots
Belemnites	Coral, compound	Stromatoporoid	Burrows
Bivalves	Crinoids	Trilobite	Devise others when needed

Examples of patterns and symbols used on graphic logs

Litología

	Claystone Argilita		Limestone Caliza Lm
	Shale Lutita Lu		Limestone (e.g. grainstone)
	Siltstone Limolita Lm		Limestone (e.g. wackestone)
	Mudstone Lodolita		Dolomite Dolomía
	Sandstone Arenisca Ar		Gypsum or anhydrite Yeso o anhidrita
	Conglomerate (clast-support) Conglomerado clasto-soportado Cg		Halite Halita
	Conglomerate (matrix-support) Conglomerado matriz-soportado		Volcaniclastic sediment Roca volcanoclástica
	Coal Carbón		Volcanic rock (lava) Roca volcánica
	Chert Pederal		Intrusive rock Roca ígnea

Estructuras sedimentarias

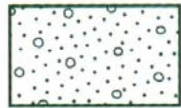
	Current ripple cross lamination
	Planar cross bedding
	Trough cross bedding
	Wave ripple cross lamination
	Horizontal lamination
	Hummocky/swaley cross stratification
	Ooids Peloids
	Mudcracks
	Convolute beds or lamination
	Water escape structures
	Load casts
	Nodules and concretions

Fósiles y E. Orgánicas

	Bivalves		Vertebrates
	Gastropods		Undifferentiated fossil material
	Cephalopods		Plant material
	Brachiopods		Tree stumps
	Solitary corals		Logs
	Colonial corals		Roots
	Echinoids		Indicates fragmented material
	Crinoids		Bioturbation (moderate)
	Foraminifera		Bioturbation (intense)
	Algae		Bed boundaries: sharp gradational erosional
	Bryozoa		
	Stromatolites		
			Palaeocurrent direction

tipo contactos

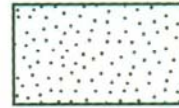
ROCAS SEDIMENTARIAS



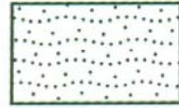
Grava o conglomerado



Brecha



Arenisca



Arenisca con rizaduras



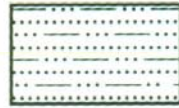
Limolita



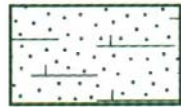
Lutita



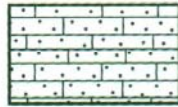
Lodolita



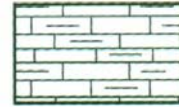
Grauwacka



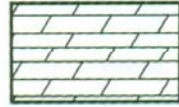
Arenisca calcárea



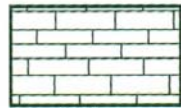
Caliza arenosa



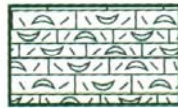
Caliza arcillosa



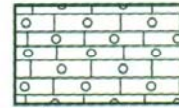
Dolomía



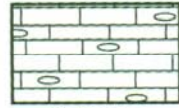
Caliza



Caliza fosilífera



Caliza oolítica



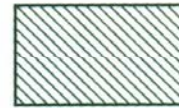
Caliza con pedernal



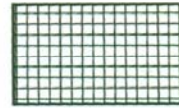
Caliche o calcreta



Carbón

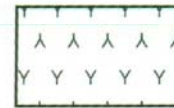


Yeso

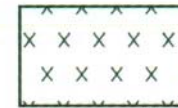


Sal

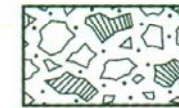
ROCAS IGNEAS



Toba



Toba cristalina



Brecha volcánica aglomerado



Derrame de basalto



Granito



Roca porfirítica



Roca ígnea 1

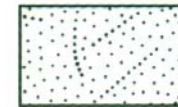


Roca ígnea 2

ROCAS METAMÓRFICAS



Roca metamórfica



Cuarzita



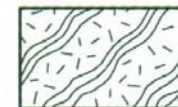
Pizarra Fililita



Esquisto



Esquisto plegado



Gneis



Serpentina talco



Migmatita

El United States Geological Survey provee esta simbología en formato postcript

SIGNOS PARA ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

Estructuras sedimentarias dentro del estrato

	laminación paralela		gradación grano decreciente
	laminación ondulada		gradación grano creciente
	laminación cruzada		imbricación guijarros/cantos
	laminación flaser		estratificación lenticular
	estratificación cruzada planar		estratificación hummocky
	estratificación cruzada curvada		estratificación herringbone

Estructuras sedimentarias en la superficie del estrato

	flute cast		gotas de lluvia
	crescent marks		grietas de desecación
	groove cast		superficie endurecida (hardground)
	tool marks		superficie erosionada
	chevron cast		rizaduras simétricas
	corte y relleno		rizaduras asimétricas

Estructuras sedimentarias de deformación

	load cast		estructura de plato
	diques de arena		fallas sinsedimentarias
	slump		tepee
	laminación convoluta		estructuras de flama
	conglomerado intraformacional		intraclastos
	volcán de arena		

Estructuras diagenéticas

	cristales de pirita
	cristales de yeso
	concreciones
	estilolitas
	fenestras
	nódulos
	vetillas









Estructuras orgánicas

	bioturbación ligera
	bioturbación intensa
	carpetas de algas
	estromatolitos
	excavaciones
	perforaciones
	pistas

Fósiles

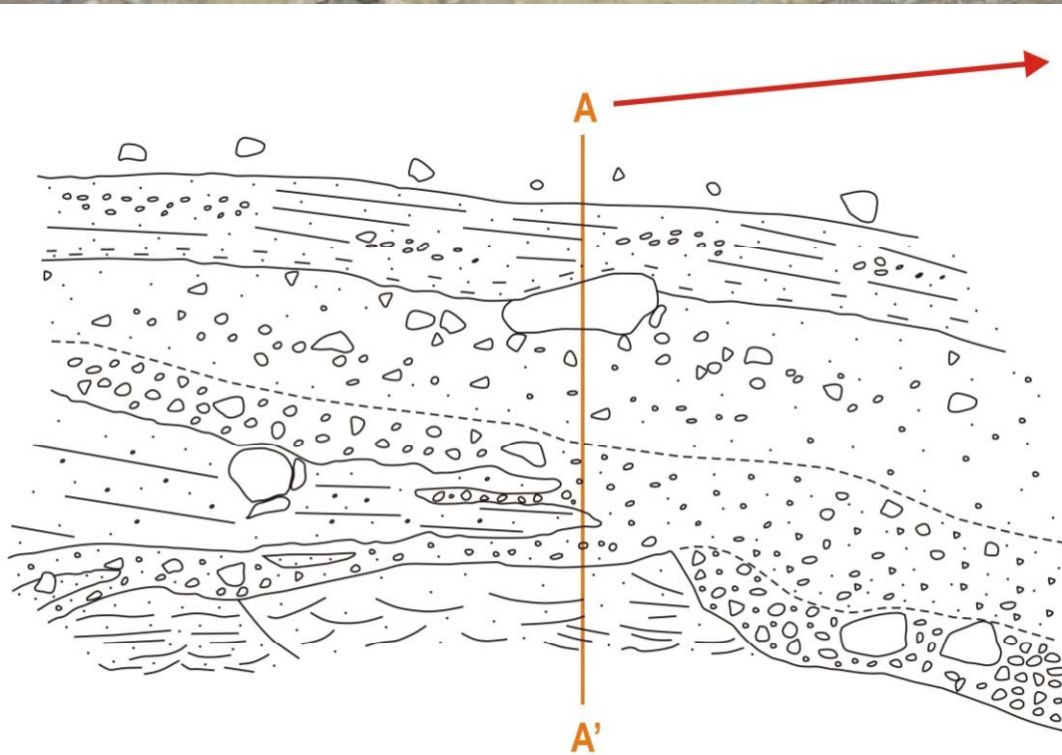
	amonoideos		escamas		hojas
	belemnite		esponja		huesos
	bivalvos		estromatolito		madera
	braquiópodo		foraminífero		ostrácodo
	briozoario		fósiles indiferenciados		pez
	crinoide		fósiles fragmentados		radiola
	coral colonial		gasterópodos		raíces
	coral solitario		graptolito		rudista
	equinoide				trilobite

Iconofósiles

	<i>Rhizocorallium</i>		<i>Thalassinoides</i>		<i>Chondrites</i>
	<i>Skolithos</i>		<i>Zoophycos</i>		<i>Helmintoides</i>
	<i>Cruziana</i>		<i>Paleodictyon</i>		<i>Nereites</i>



realidad

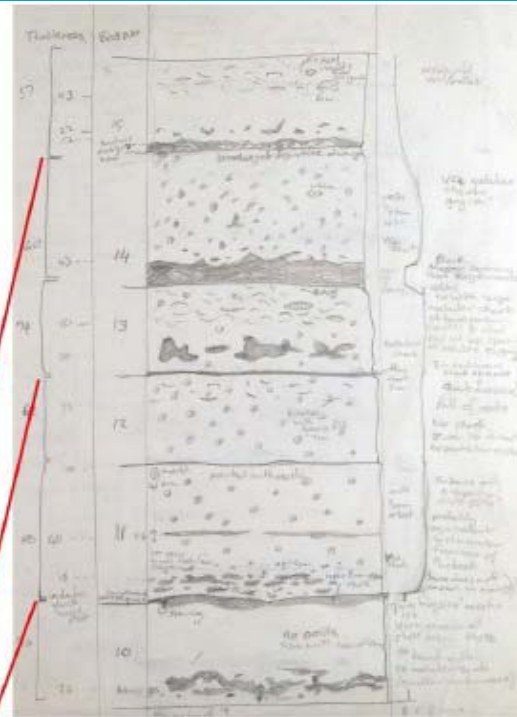


esquema que
resalta aspectos
importantes



Geological Field Techniques, 1st edition
 Edited by Angela L. Coe. © 2010 by The Open University.

(a)



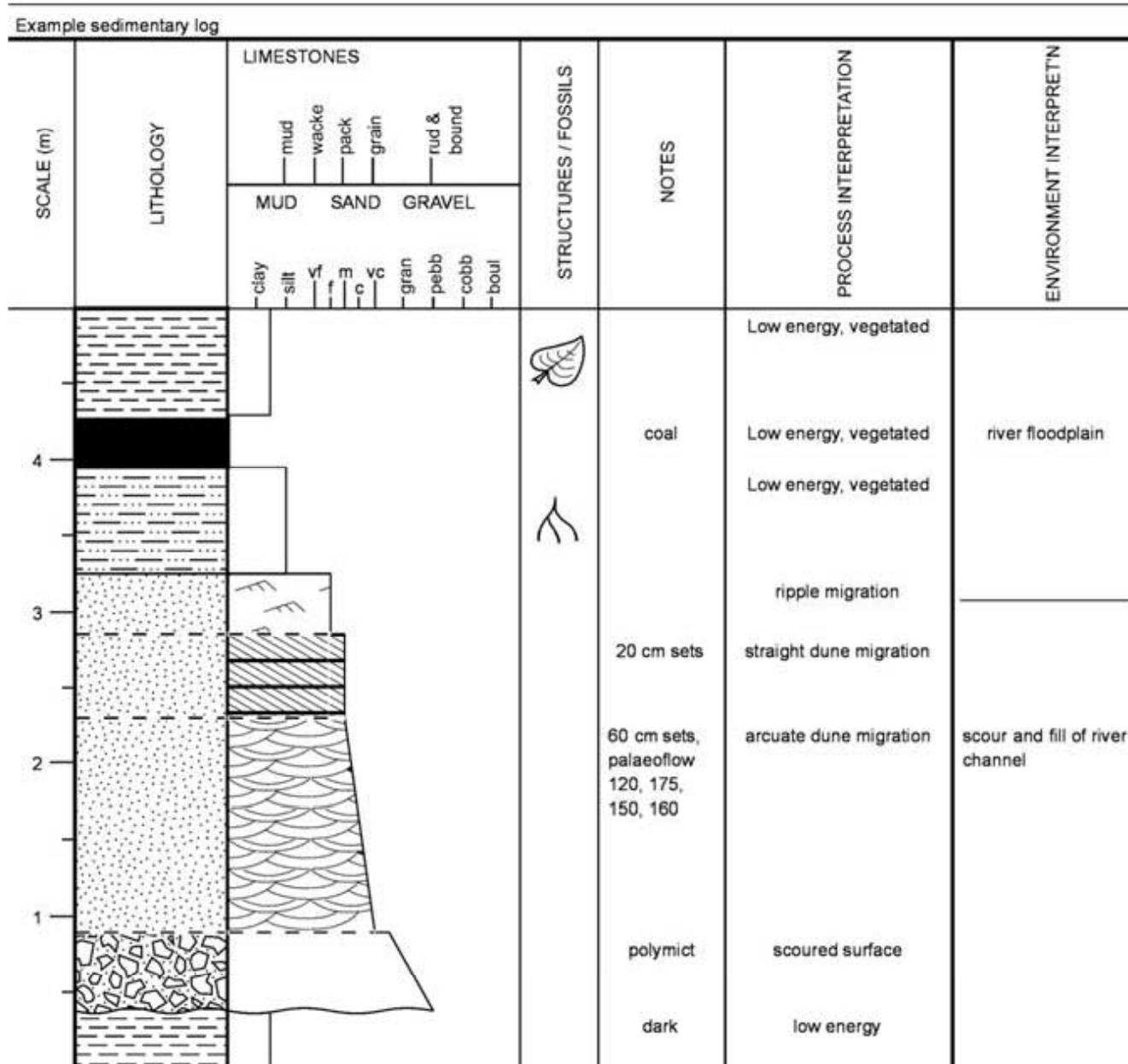
(b)

Tipos de Columnas y Tablas estratigráficas

- 1) Litológicas** – (eje Y es espesores y van a escala)
- 2) Litoestratigráficas (o estratigráficas de otro tipo) - Formaciones** (eje Y con o sin escala -espesor o con edad-)
- 3) Columnas de Facies** (litológicas con subdivisiones)
- 4) Crono-estratigráficas** (eje Y es tiempo va a escala)
- 5) Columnas especiales** (ambientes de depósito, eventos tectónicos, etc.)

An example of a graphic sedimentary log

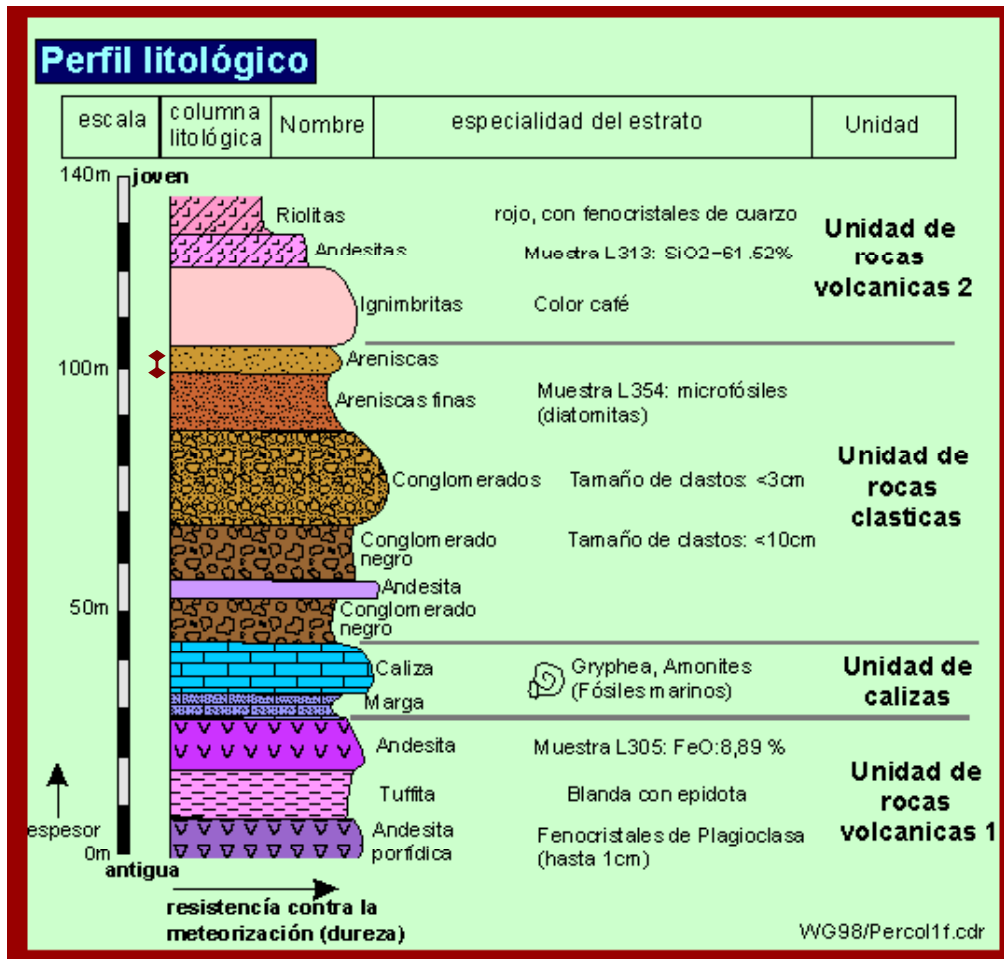
1) Columna de registro sedimentario



1) Columnas de registro sedimentario

2) Litoestratigráfica

(c/formaciones, eje Y muestra los espesores a escala)



Ignimbrita San Judas

Conglomerado Los Cuates

Caliza Menchaca

Formación Ixcaquixtla

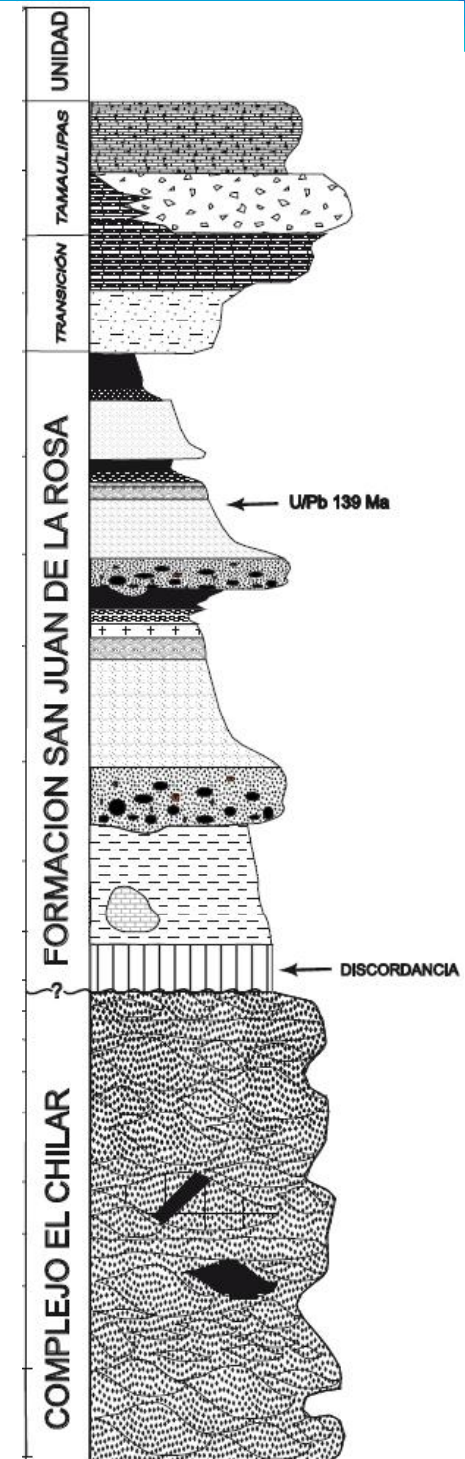


Fig.2 Columna estratigráfica generalizada de la región de Tolimán

2) Litoestratigráfica

(c/formaciones, eje Y muestra los espesores a escala)

4) Crono-estratigráfica

(eje Y es tiempo a escala)

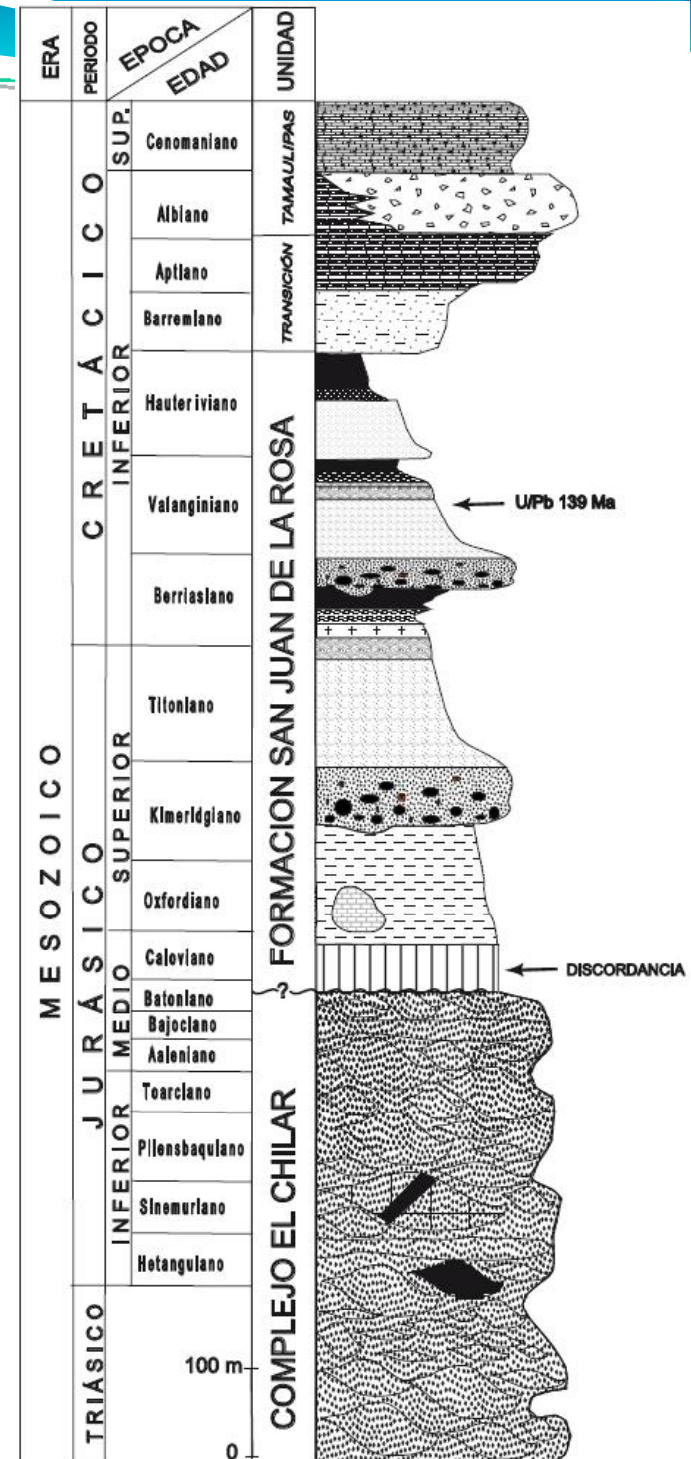
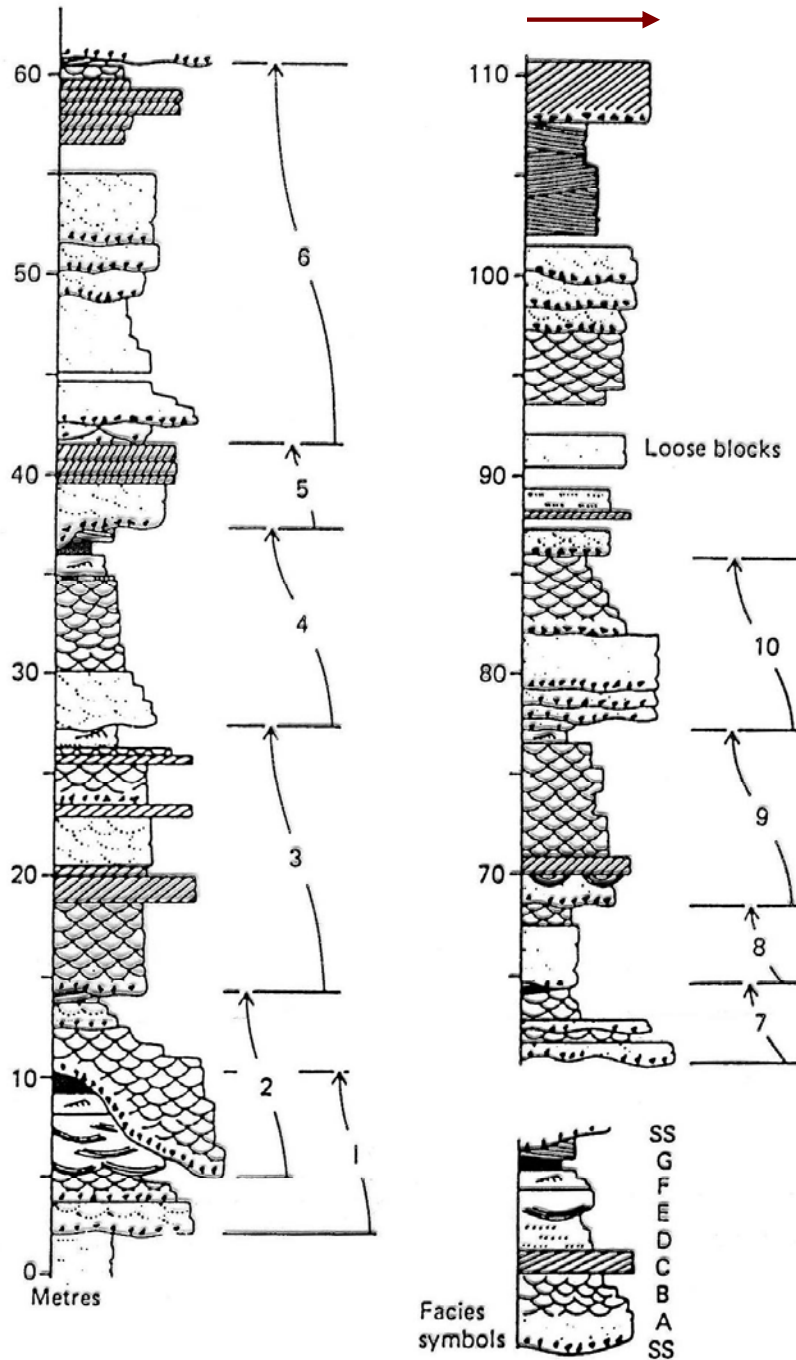


Fig.2 Columna estratigráfica generalizada de la región de Tolimán

Ancho del estrato = granulometría



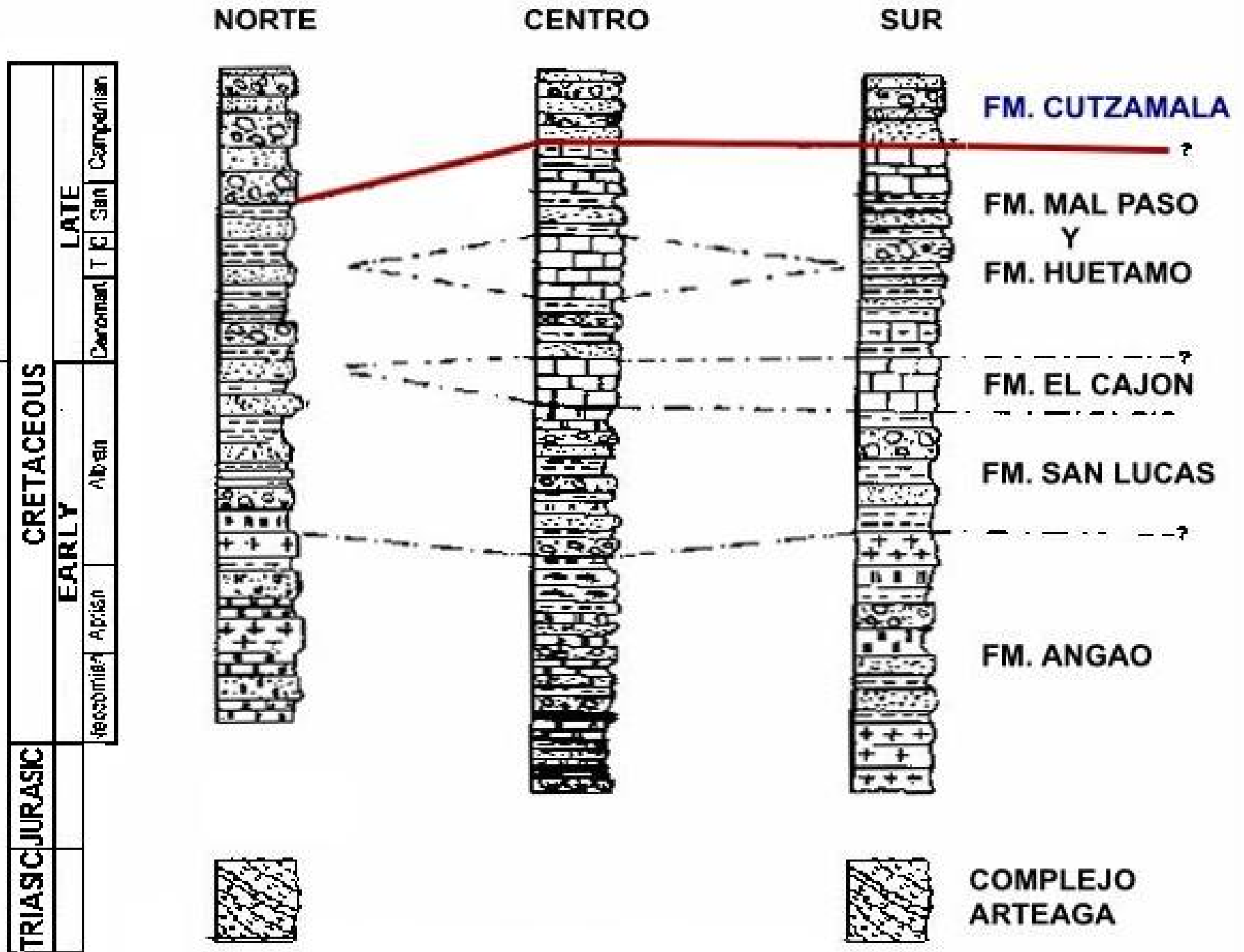
3) Columnas de Facies:

son columnas litológicas

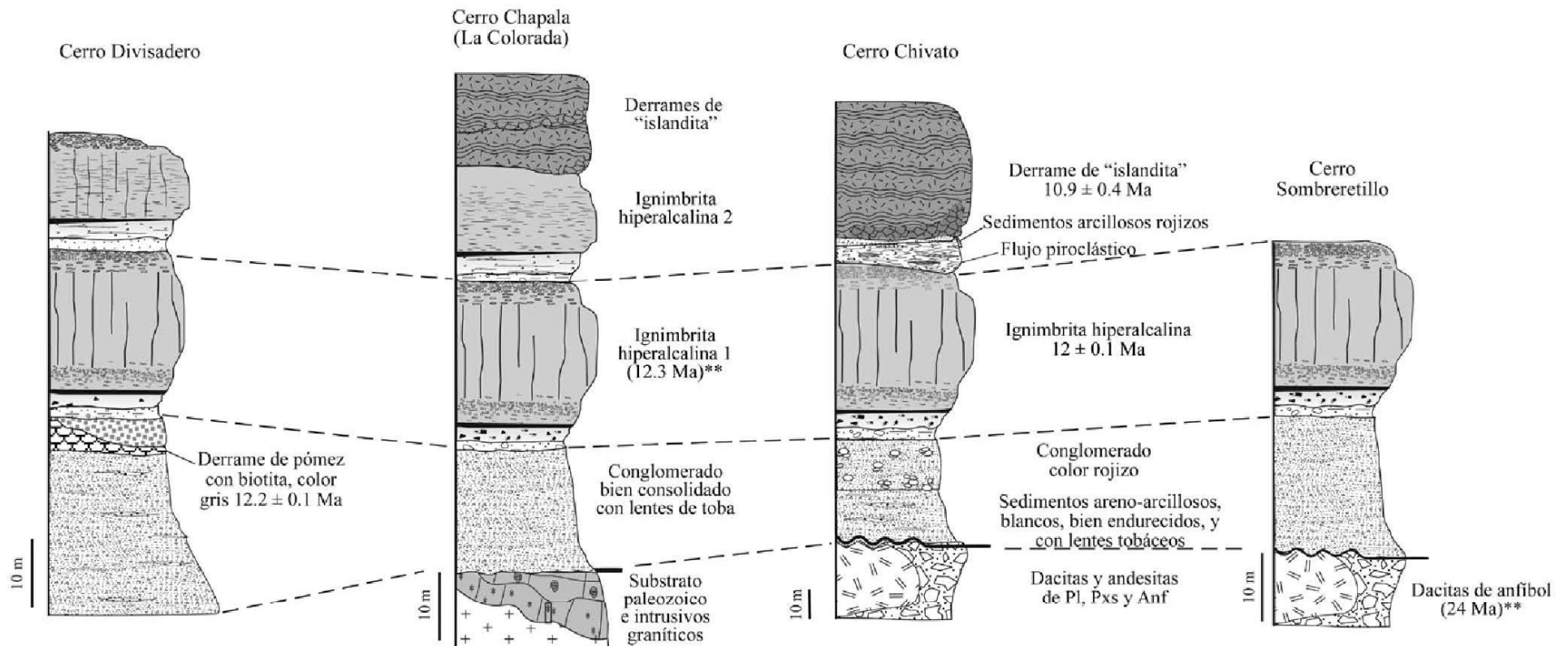
eje Y es espesores

con subdivisiones que indican distribución de facies

1) COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS REGION DE HUETAMO



Correlación de columnas estratigráficas de secuencias volcánicas de la SMOc



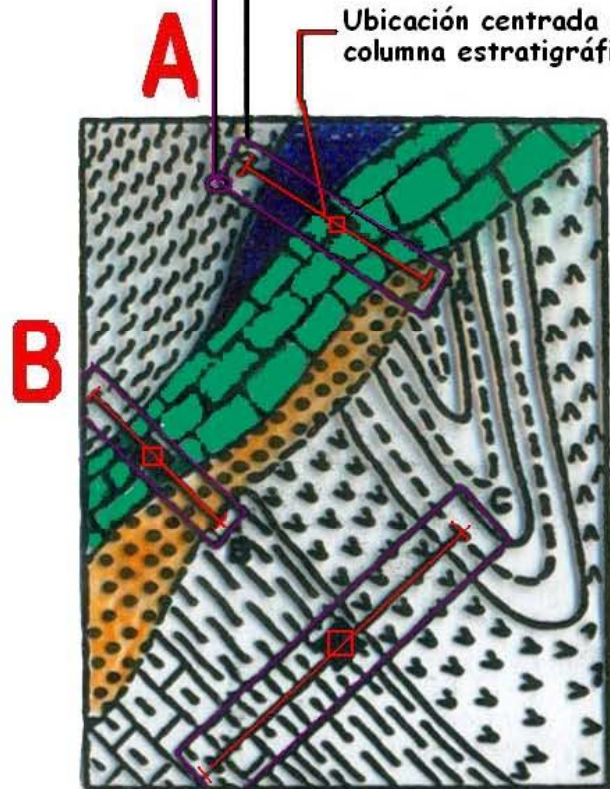
ELEMENTOS DE TRAZADO
DE UNA COLUMNA
ESTRATIGRÁFICA

II

Ámbito de la sección

Sección estratigráfica

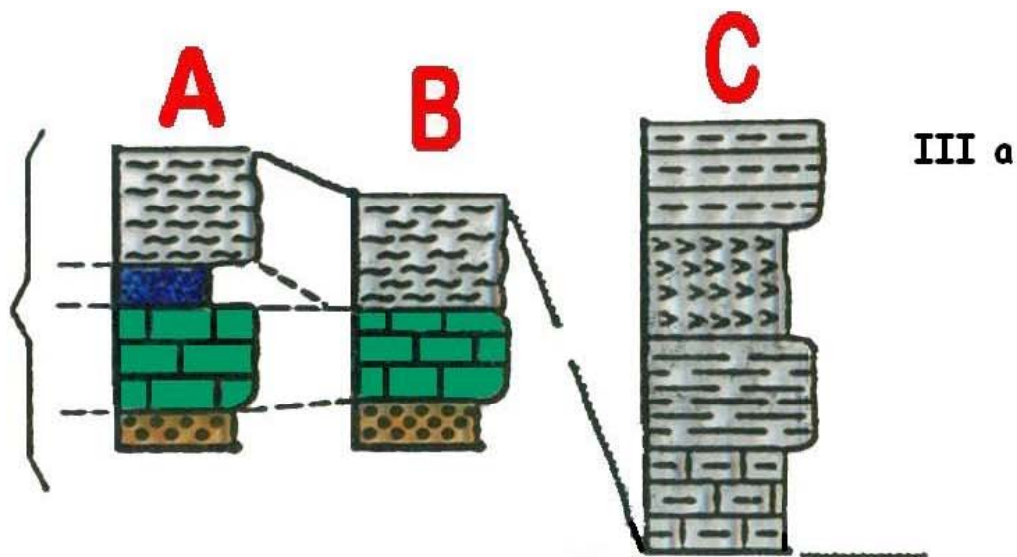
Ubicación centrada de la
columna estratigráfica



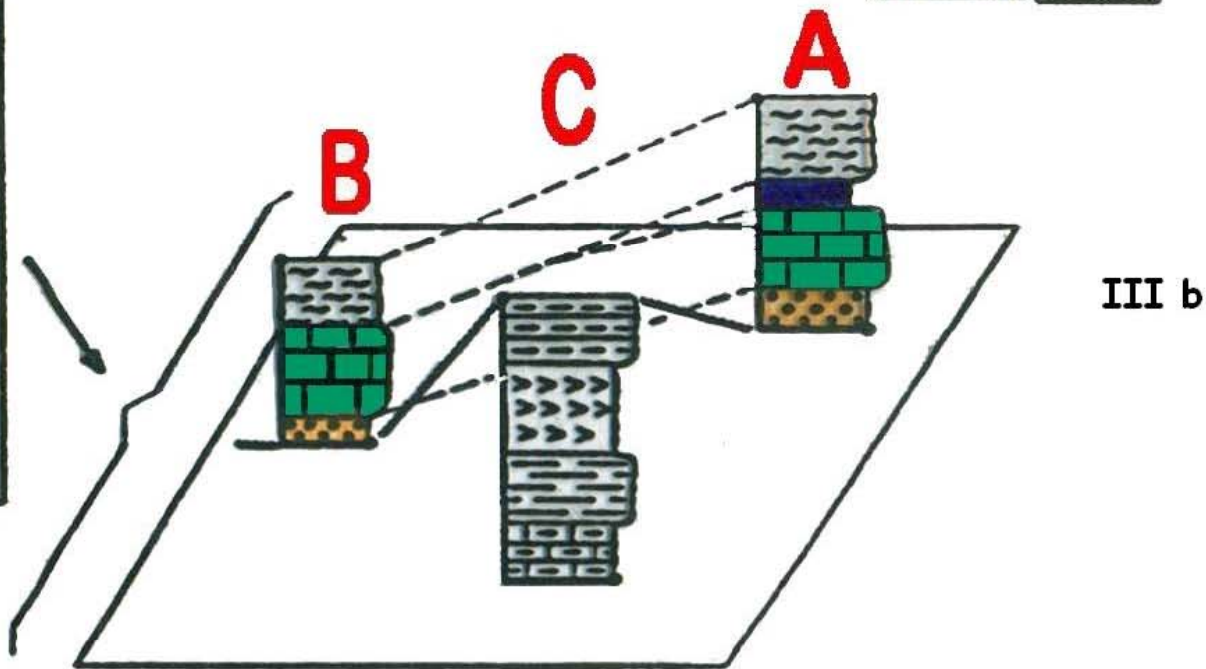
MAPA GEOLÓGICO

C

I



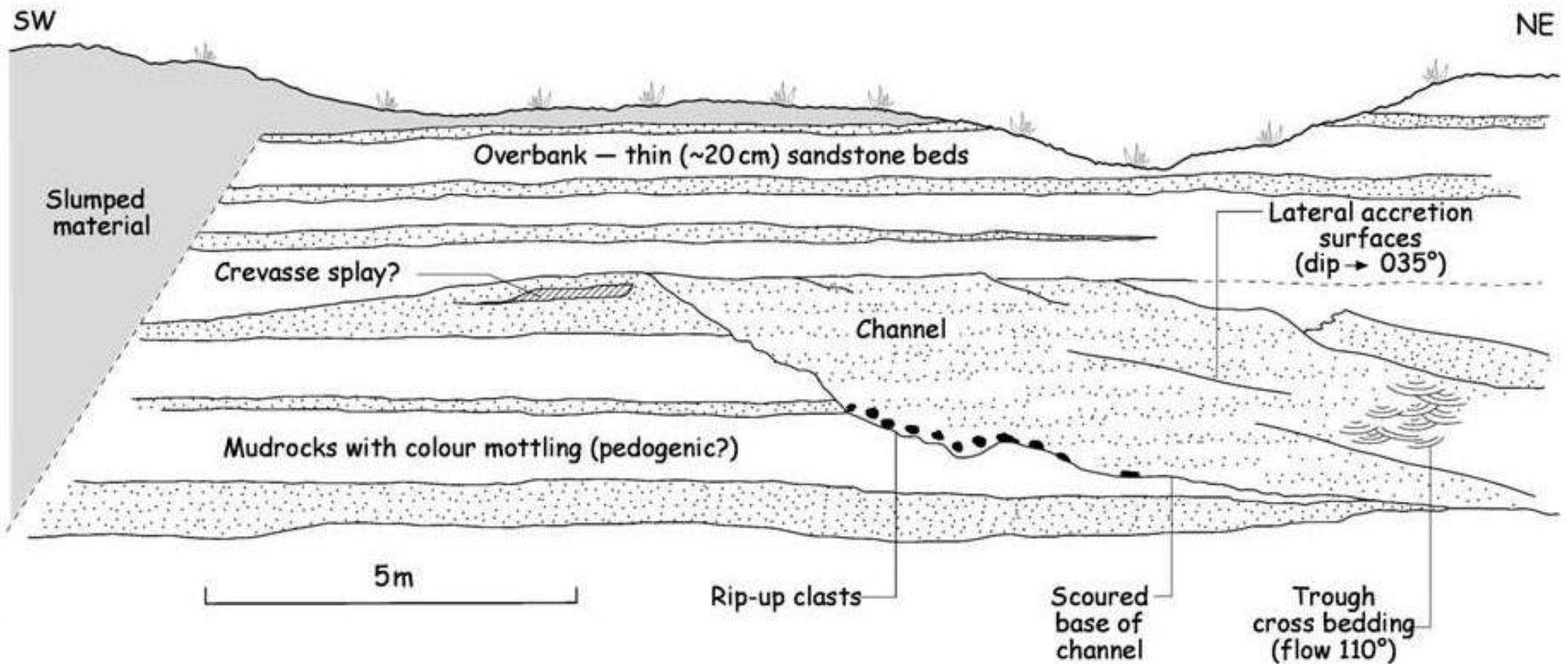
III a

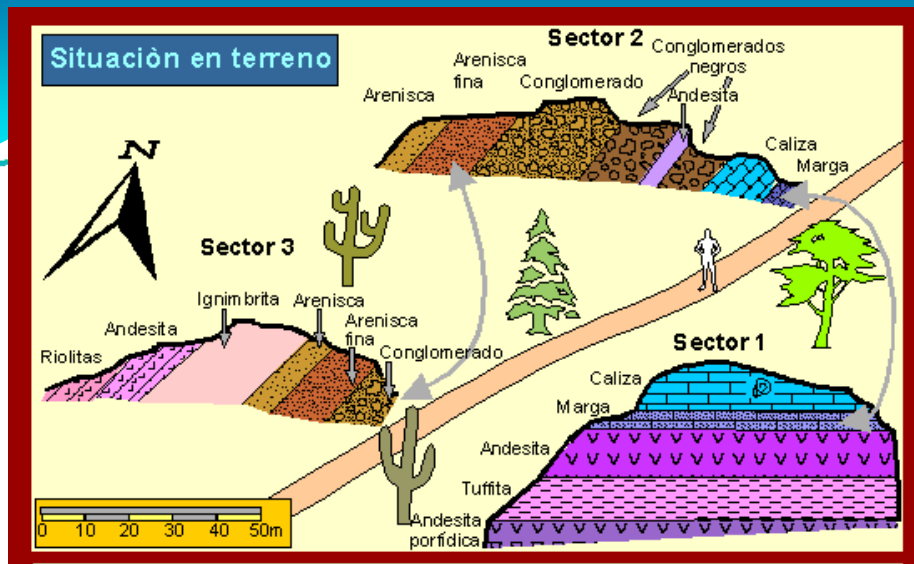


III b

Otras representaciones gráficas

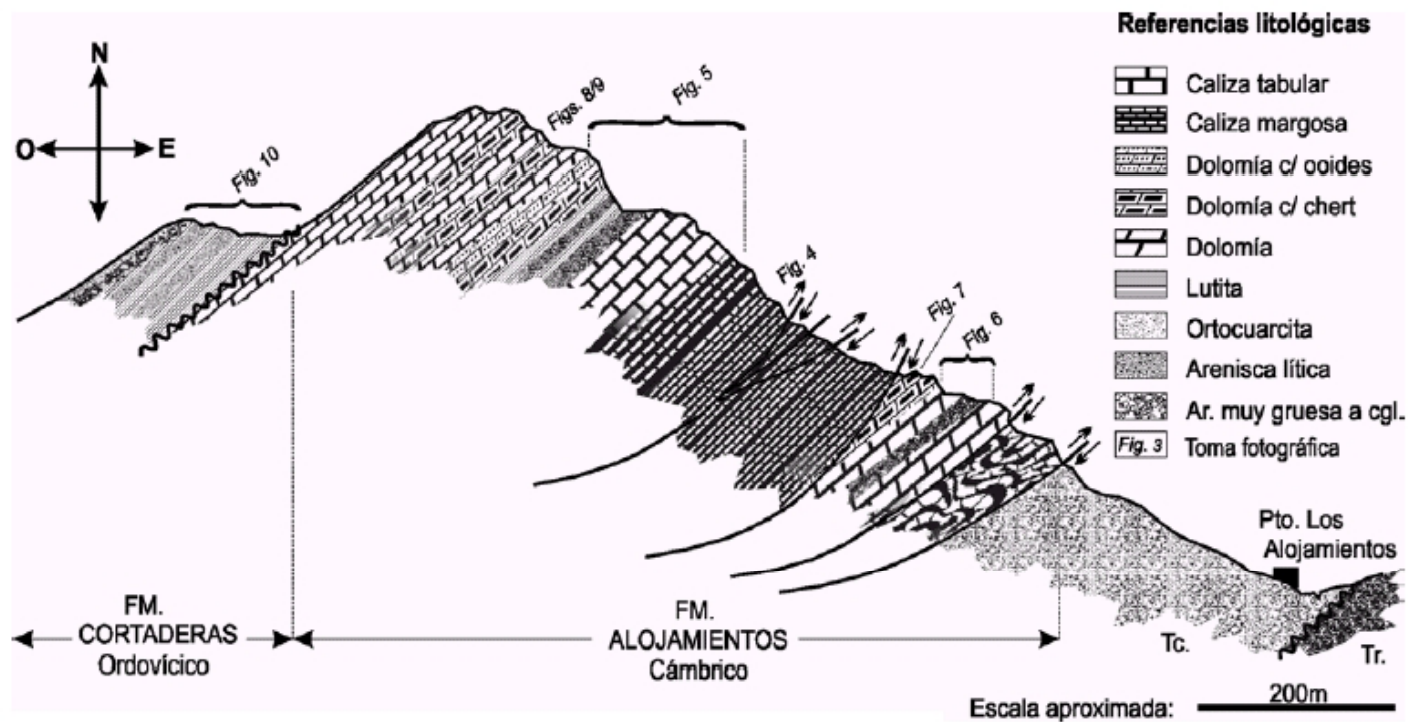
Esquemas, secciones y perfiles de campo





Esquemas, secciones y perfiles de campo

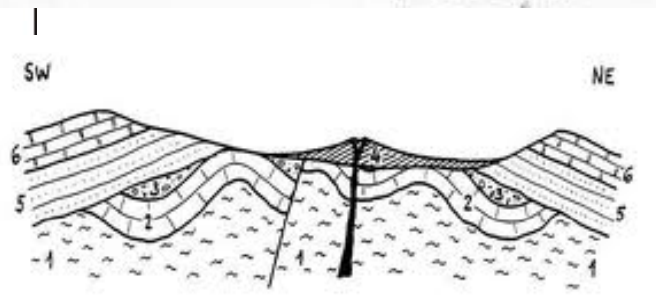
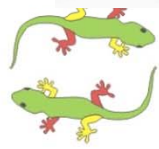
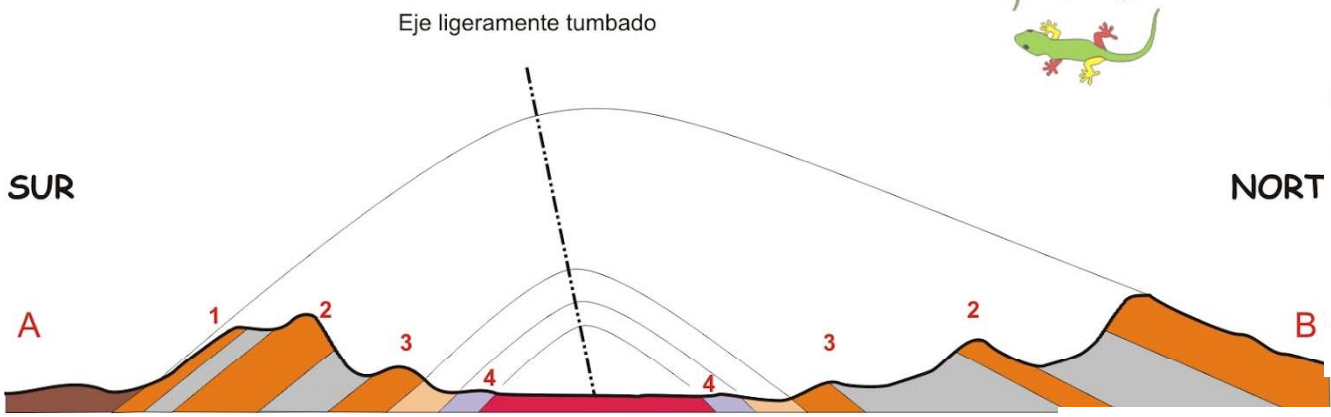
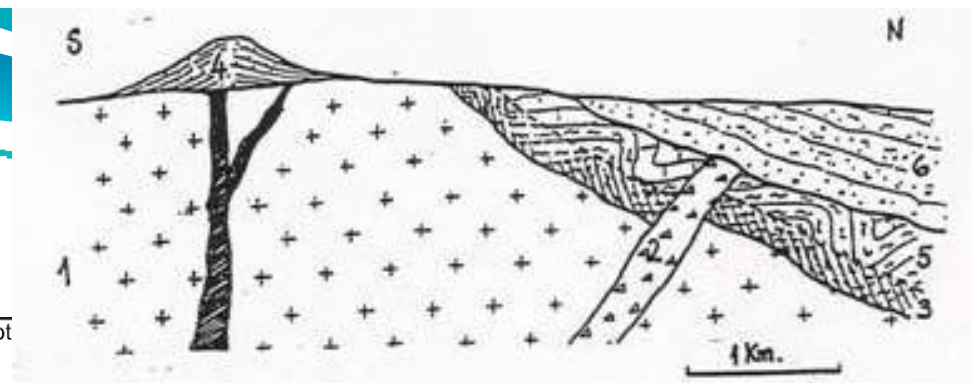
Figura 3: Perfil topográfico - geológico esquemático, correspondiente a la sección del perfil A-A' quebrada de Aguilera, ilustrando las relaciones litofaciales y estructurales además de la ubicación topográfica y litoestratigráfica de algunas fotografías.



Secciones geológicas

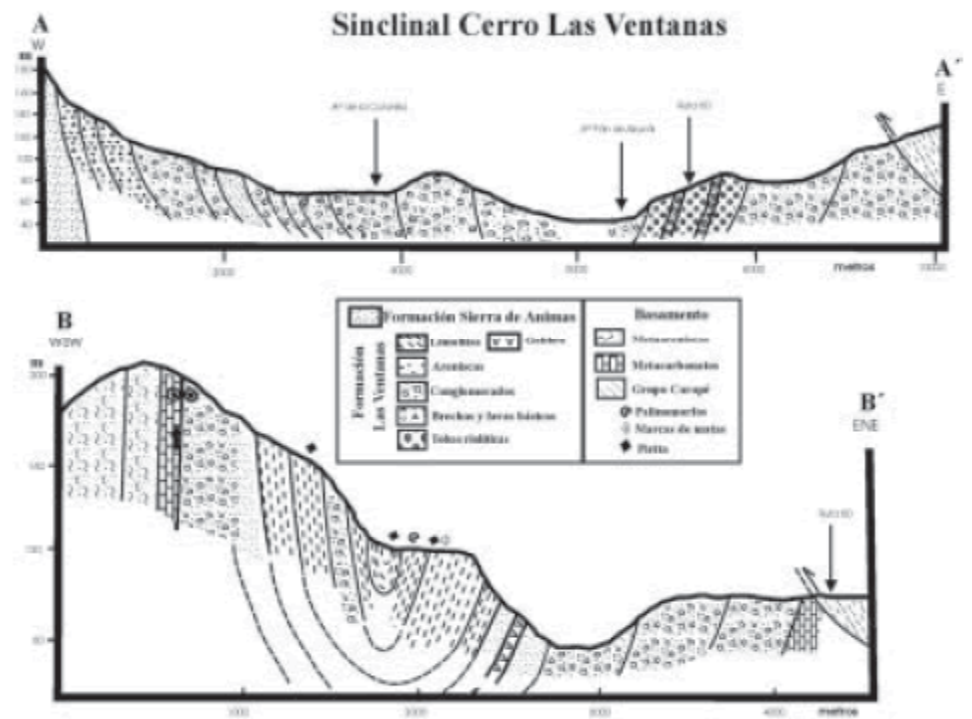
de campo

<http://elblogdemifamiliayot>

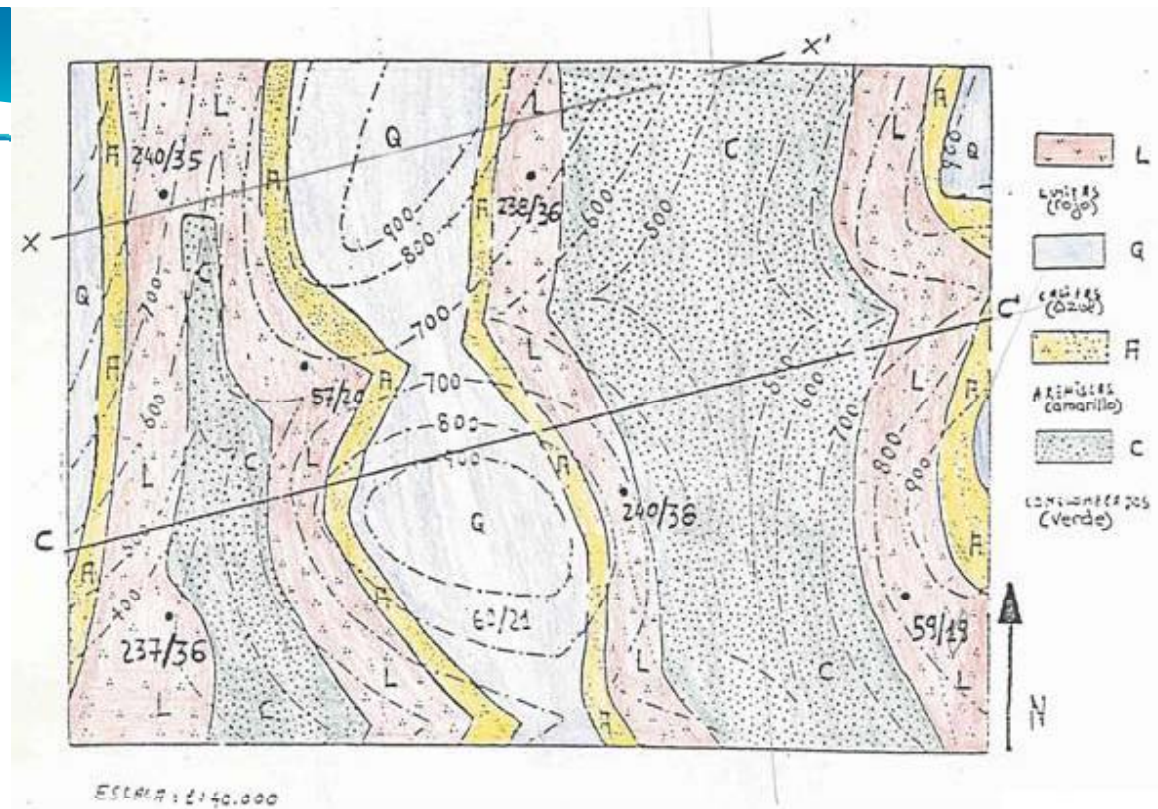
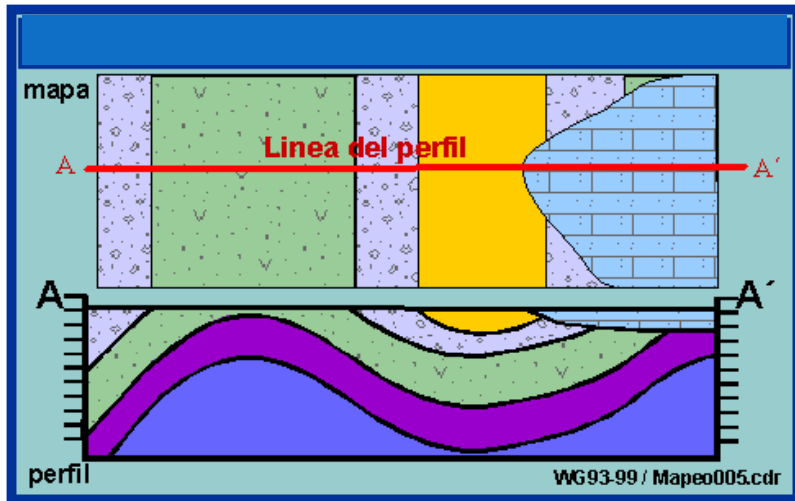


Leyenda: 1- Gneises precámbricos. 2- Calizas con Fusulina. 3- Conglomerados y arenas con restos de flora pérmica. 4- Andesitas. 5- Arenas con pisadas de Dinosaurios. 6- Calizas con Hilo-
oeras.

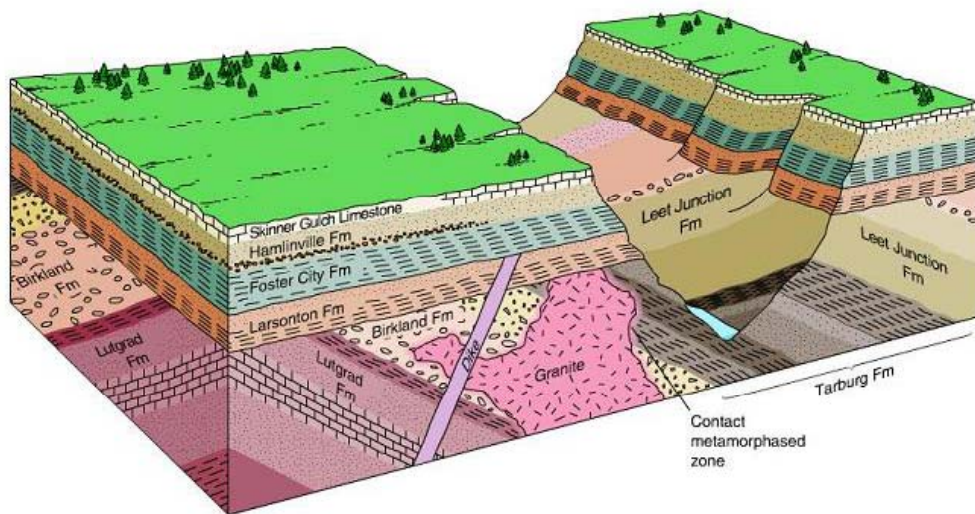
reconstructivo - estructurales



Mapa geológico



Escala, Sist. Proyección y coordenadas, Curvas de nivel, Leyenda. Sección(es) geológicas



Diagramas / bloques isométricos

Bibliografía

- Corrales, Z. I., Rosell, S. J., Sánchez de la Torre, L., Vera, T. J. A., Vilas M. L., 1977. ***Estratigrafía***. Editorial Rueda. Madrid, España.
- Coe, A., 2010. **Geological Field Techniques**. Wiley-Blackwell The Open University. Y su Student Companion Site: <http://www.wiley.com/go/coe/geology>
- Gary N., 2009. **Sedimentology and Stratigraphy**. Wiley-Blackwell 2nd. Edition
- Martínez-Álvarez, J. A., 1980. **Mapas Geológicos Explicación e interpretación**. PARANINFO, S. A. Madrid, España, 2ª. Edición.
- Protero, D. R., y Schwab, F., 1996. **Sedimentary Geology an Introduction to sedimentary rocks and stratigraphy**. W. H. Freeman and Company, New York, 3ª. Impresión.
- Silva-Romo, G., Mendoza-R., C., Campos-Madrugal, E., 2001. **Elementos de Cartografía Geológica**. México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 292 p.
- Stow, D. A. V., 2006. **Sedimentary Rocks in the field. A color guide**. Academic Press. 320 p.
- Vera-Tores, J. A., 1994. **Estratigrafía Principios y Métodos**. Editorial Rueda, Madrid, España.
- United States Geological Survey Open File Report 99-430, 1999. **Digital Cartographic Standard for Geologic Map Symbolization**; archivo electrónico: <http://pubs.usgs.gov/of/1999/of99-430/>
- United States Geological Survey Open File Report 95-526, 1995. **Digital Files of Geologic Map Symbols With Cartographic Specifications**; archivo electrónico: <http://pubs.usgs.gov/of/1995/ofr-95-0526/>
- United States Geological Survey Open File Report 95-525, 1995. **Cartographic and digital standard for Geologic Map Information**; p.2.1-1-2.1-84 . <http://pubs.usgs.gov/of/1995/0525c/report.pdf>
- <http://explorock.wordpress.com/2011/09/02/construccion-de-una-columna-estratigrafica-en-13-pasos/>