



Curso: “Control de Sedimentos en Minería a Cielo Abierto”

Profesora Alba J. Castillo

Profesora Aurora B. Piña

Caracas, 31 de Julio, 01 y 02 de agosto de 2008



Objetivo 2: Entender la naturaleza de los sedimentos, para establecer medidas de control de los mismos.

Temas:

- Aspectos físicos.
- Aspectos químicos.
- Aspectos biológicos.
- Posición relativa de los sedimentos.
- Modelos de arrastre de sedimentos.



ASPECTOS FÍSICOS DE LOS SEDIMENTOS

- Naturaleza física de los sedimentos
- Tamaño de las partículas
- Forma y redondez de las partículas
- Estructura de los suelos
- Pérdida de suelos
 - Forma de cálculo para la pérdida de suelos



Textura de suelos

Es la proporción relativa de los diferentes componentes minerales del suelo.

Límites de Tamaños de los Componentes del Suelo según la Clasificación de la ASTM (En Milímetros)

Grava	> de 4,75
Arena gruesa	4,75 – 2,00
Arena media	2,00 – 0,425
Arena fina	0,425 – 0,075
Finos (mezcla de limo y arcillas)	< 0,075

Fuente: Peck, et.al., 1983.



Aspectos físicos de los sedimentos

Naturaleza física de los sedimentos

Las partículas se pueden encontrar en estado sólido, líquido o hasta gaseoso.

- En estado sólido podemos nombrar las partículas que sedimentan o se mantienen en suspensión.
- En estado líquido, encontramos aquellas partículas que tienen oportunidad de disolverse cuando entran en contacto con el agua.
- En estado gaseoso, las partículas que reaccionan con elementos o compuestos presentes en el agua, cuyos productos son gases o gases disueltos en líquidos.



Tamaño de las partículas de sedimentos. Marsh, 1991

Escala estándar de tamaños de partículas de suelo

<i>Clasificación</i>		<i>Tamaño relativo (mm)</i>
	Grava	> 2
	Muy gruesa	$2 - 1$
	Gruesa	$1 - 0,5$
Arena	Media	$0,5 - 0,25$
	Fina	$0,25 - 0,1$
	Muy fina	$0,1 - 0,05$
	Limo	$0,05 - 0,002$
	Arcilla	$< 0,002$



Tamaño de las partículas de sedimentos. Casanova, 1996

Sistema de clasificación de tamaño de partículas más usadas

<i>Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)</i>			<i>Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS)</i>		
Diámetro mm		Denominación	Diámetro mm		Denominación
> 2.0		Fragmentos Gruesos	> 2.0		Fragmentos Gruesos
2.00	0.05	ARENA	2.00		ARENA
2.00	1.00	Muy gruesa			
1.00	0.50	Gruesa	2.00	0.20	Gruesa
0.50	0.25	Media			
0.25	0.10	Fina	0.20	0.02	Fina
0.10	0.05	Muy fina			
0.05	0.002	LIMO	0.02	0.002	LIMO
< 0.002		ARCILLA	< 0.002		ARCILLA

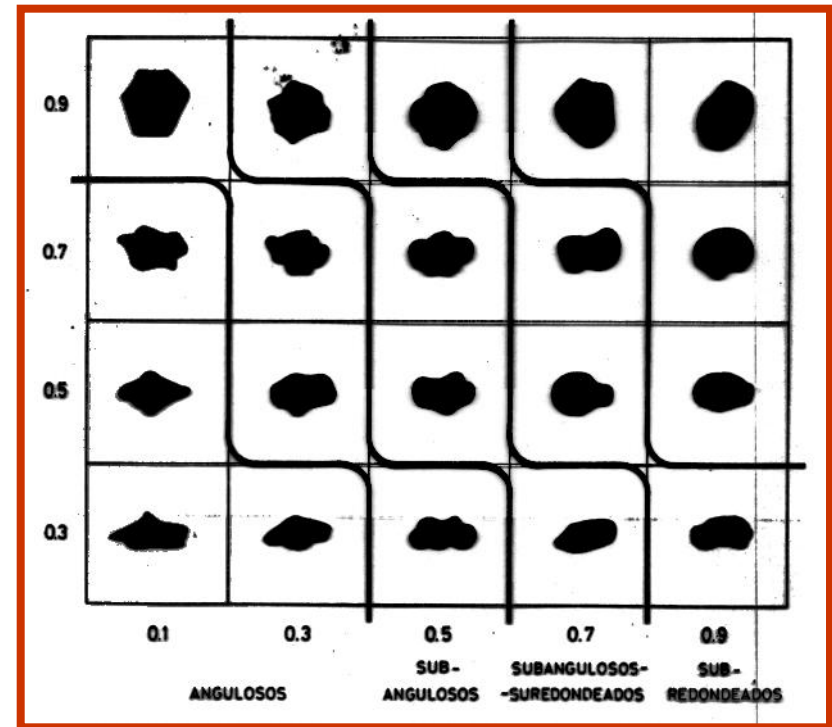


Forma y redondez de las partículas de sedimentos

REDONDEZ



ESFERICIDAD



Kumbrein y Sloss, 1955



Forma y redondez de las partículas de sedimentos

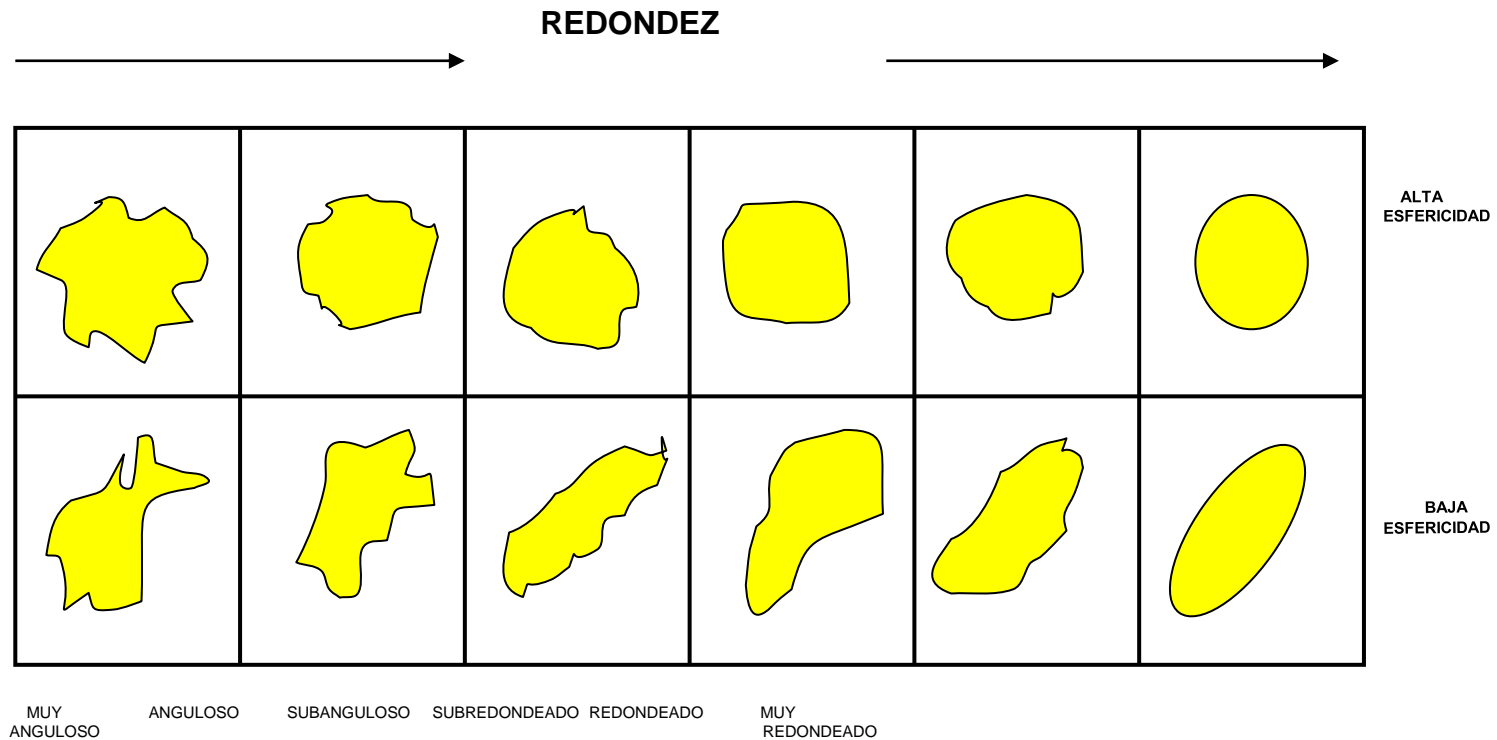
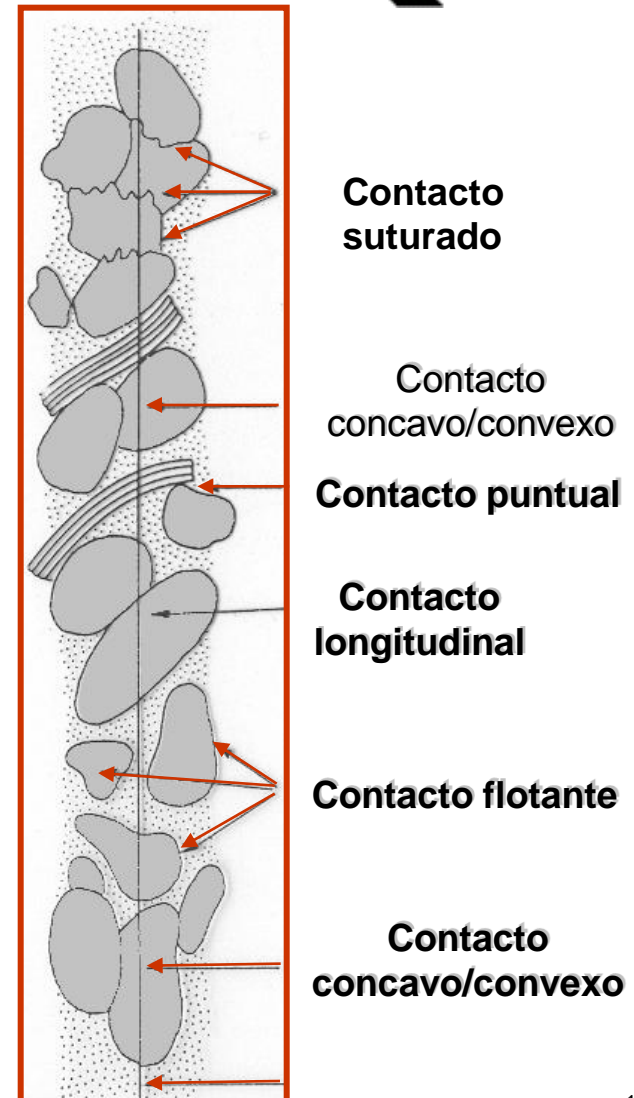


FIGURA I. 10 GRAFICA PARA LA DETERMINACION DE ESFERICIDAD Y REDONDEZ



Estructura de los suelos

Los suelos pueden tener estructura primaria y estructura secundaria. La estructura primaria se refiere a la forma en que están dispuestos los granos en un suelo. Los tipos principales de estructuras secundarias los forman las grietas, juntas, superficies de resbalamiento y concreciones. En la figura vemos algunos tipos de estructuras primarias.



Estructura de los suelos

a) ARREGLO ELEMENTAL

Arreglo Elemental — Interacción entre Partículas



b) ENSAMBLE

MATRIZ

Arcillosa Granular



AGREGACION

UNIONES



POROS DE ENSAMBLE

Figura 6.6 Elementos de la textura en un suelo residual (Blight, 1997).



Pérdida de suelos. Ecuación de pérdida de suelos

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos:

$$A = 2,24 * R * K * L * S * C * P$$

Wischmeier y Smith, 1958 y Taylor, 1970

siendo:

A: pérdida media anual de suelo (t/Ha);

R: factor de lluvia;

K: factor de erosionabilidad del suelo;

L: factor de longitud del declive del talud;

S: factor de pendiente del talud;

C: factor de cubierta vegetal y uso del suelo;

P: factor de control de la erosión.



ASPECTOS QUÍMICOS

- Sólidos en solución acuosa
 - Sólidos totales
 - Sólidos disueltos
 - Sólidos suspendidos
 - Sólidos volátiles y sólidos fijos
 - Sólidos sedimentables



Sólidos

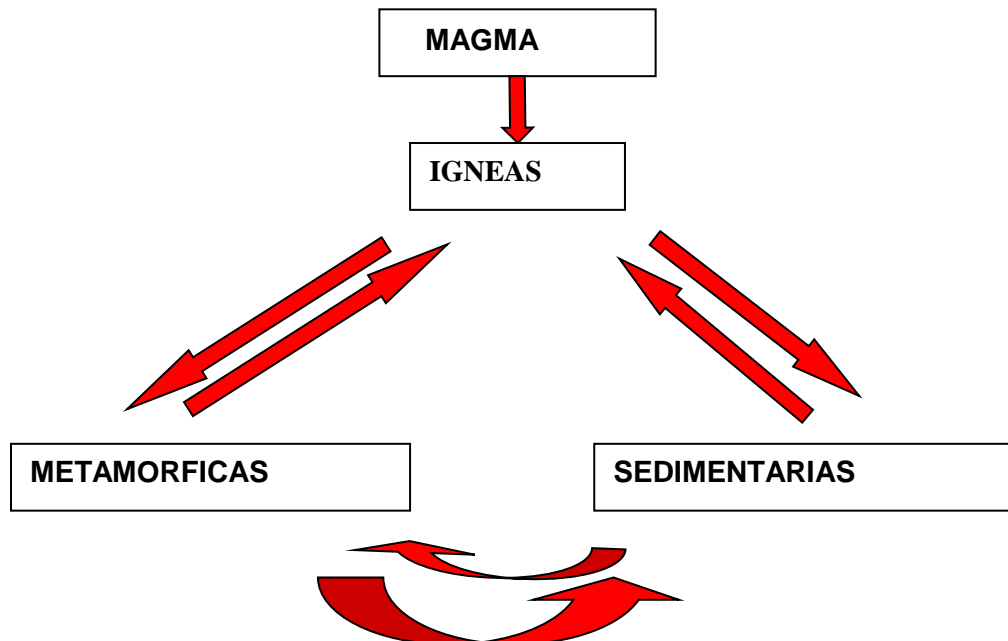
Incluye toda la materia, excepto el agua contenida en los materiales líquidos.

- **Sólidos totales:** se define como sólido la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103°C . El valor de los sólidos totales incluye material disuelto y no disuelto (sólidos suspendidos).
- **Sólidos disueltos:** o residuo filtrante, son determinados directamente o por diferencia entre los sólidos totales y los sólidos suspendidos.
- **Sólidos suspendidos:** o residuos no filtrable o material no disuelto, son determinados por filtración.
- **Sólidos volátiles y sólidos fijos:** el contenido de sólidos volátiles se interpreta en función de materia orgánica, la cual no es exacta pues la pérdida de peso puede incluir también descomposición o volatilización de ciertas sales minerales.
- **Sólidos sedimentables:** la denominación se aplica a los sólidos en suspensión que se sedimentarán, bajo condiciones tranquilas, por acción de la gravedad.



Minerales del suelo: primarios y secundarios

Los «**minerales primarios**» se forman a temperaturas y/o presiones más altas a las que normalmente se encuentran en la superficie de la tierra.
Los «**minerales secundarios**» se forman bajo las condiciones de temperatura y presión que generalmente se encuentran en la superficie de la tierra y a través de la meteorización de minerales ya existentes.





Minerales del suelo: primarios.

Principales minerales primarios y su composición química

<i>Mineral</i>	<i>Composición química</i>
Cuarzo	SiO_2
Silicatos no Ferromagnésicos	
Feldespatos	
Ortoclusas	KAlSi_3O_8 (ortosa y microclino)
Plagioclasas	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (albita) (anortita)
Mica	
Moscovita	$\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{K}$
Silicatos Ferromagnésicos	
Mica	
Biotita	$\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{Mg, Fe})_3(\text{OH})_2\text{K}$
Clorita	$(\text{Mg, Fe, Al})_3(\text{OH})_6(\text{Mg, Fe, Al})_3(\text{Al}_x\text{Si}_{4-x})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Anfiboles	
Tremolita	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{OH, F})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$
Hornblenda	$(\text{Na, Ca, Mg, Fe})_{2-3}(\text{Mg, Fe})_{5-7}(\text{Al}_{2-x}\text{Si}_{6+x})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Piroxenos	$(\text{Ca, Mg, Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$
Peridotos	
Olivino	$(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$

Fuente: Casanova, 1996.



Minerales del suelo: secundarios.

Principales minerales secundarios y su composición química

<i>Mineral</i>	<i>Composición química</i>
Arcilla	
Caolinita	$\text{Al}_2(\text{OH})_4(\text{Si}_2\text{O}_5)$
Montmorillonita	$(\text{Al}_{2-n}\text{Mg}_n)(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2(\text{Ca}_6(\text{H}_2\text{O}))_{n2}$
Illita	$\text{K}(\text{OH})_2\text{Al}_2(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})$
Óxidos de hierro	
Hematita	Fe_2O_3
Goethita	$\text{FeO}(\text{OH})$
Óxidos de aluminio	
Gibbsita	$\text{Al}(\text{OH})_3$
Carbonatos	
Calcita	CaCO_3
Magnesita	MgCO_3
Dolomita	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Siderita	FeCO_3
Sulfatos y sulfuros	
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Pirita	FeS_2
Fosfatos	
Apatito	$\text{Ca}_5(\text{F, Cl, OH})(\text{PO}_4)_3$

Fuente: Casanova, 1996.



ASPECTOS BIOLÓGICOS

- Sustratos
 - Elementos esenciales para las plantas
 - Macroelementos
 - Microelementos



Sustratos.

Elementos esenciales para las plantas, formas químicas y mecanismos de absorción

- La planta no completa su ciclo de vida sin la presencia del nutrimento esencial.
- Se requiere a ese elemento directamente en la nutrición de la planta.
- Ningún otro elemento puede sustituirlo en sus funciones.
- Un nutrimento es considerado esencial cuando éste cumple una función en el metabolismo de la planta.





Elementos esenciales para las plantas

Macroelementos

Elementos esenciales para las plantas

<i>Macroelementos</i>	<i>Forma usada</i>	<i>Función general</i>	<i>Fuente</i>
C	CO ₂	Elementos	Aire
H	H ₂ O	Estructurales	y
O	CO ₂	Principales	agua
N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	Elementos	
P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	Estructurales	Suelo
S	SO ₄ ²⁻	Accesorios	
K	K ⁺	Elementos	
Ca	Ca ²⁺	Metabólicos	Suelo
Mg	Mg ²⁺		



Elementos esenciales para las plantas

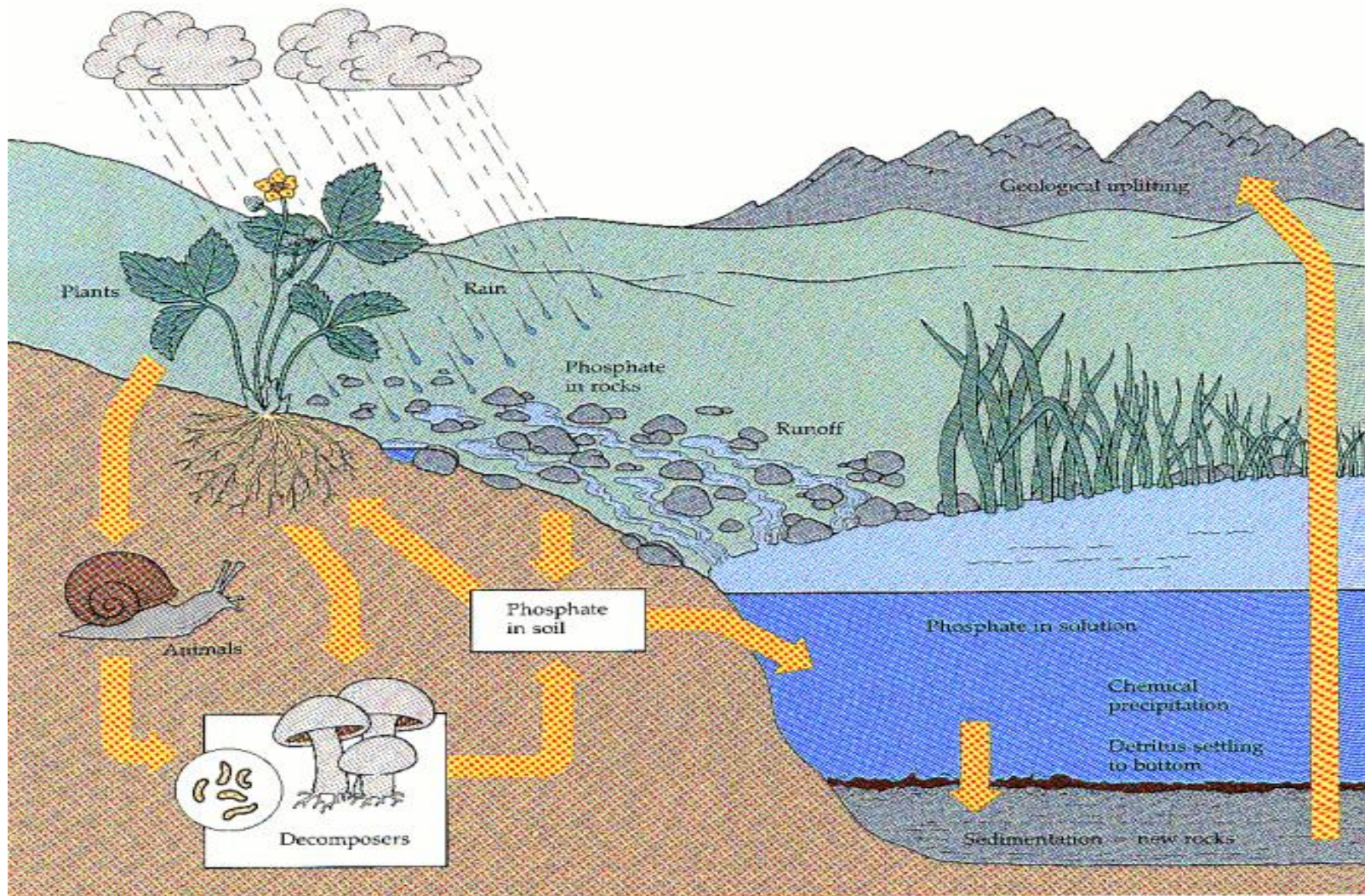
Microelementos

<i>Microelementos</i>	<i>Forma usada</i>	<i>Función general</i>	<i>Fuente</i>
Fe	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$		
Mn	Mn^{2+}		
Zn	Zn^{2+}	Elementos	
Cu	Cu^{2+}	Metabólicos	
B	$\text{H}_2\text{BO}_3, \text{B}_4\text{O}_7^{2-}$	(Activadores,	
Mo	MoO_4^{2-}	Catalizadores,	Suelo
		Transportadores)	
Cl	Cl^-		
Co ²	Co^{2+}		

Fuente: Casanova, 1996.

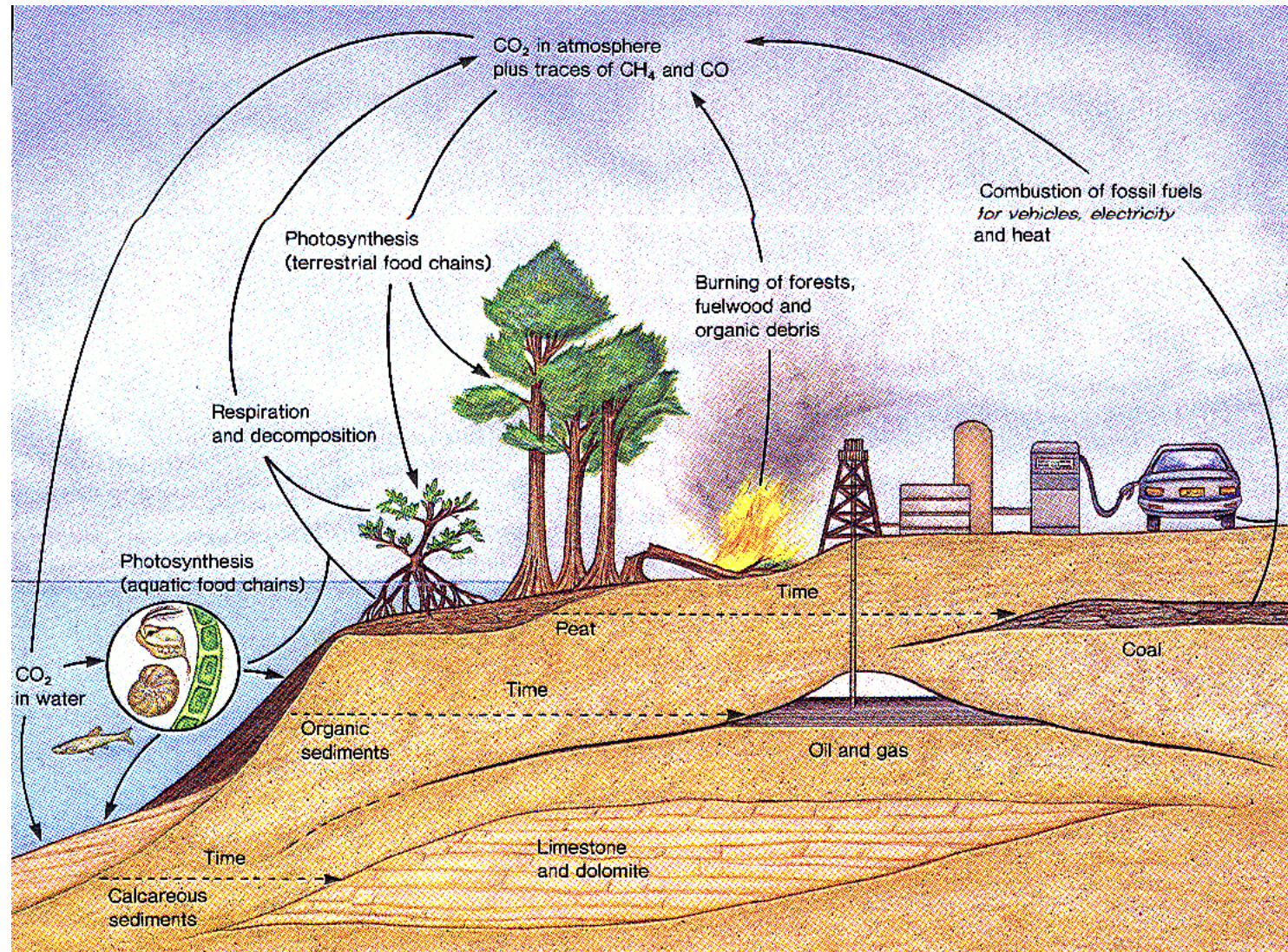


Ciclo del Fósforo



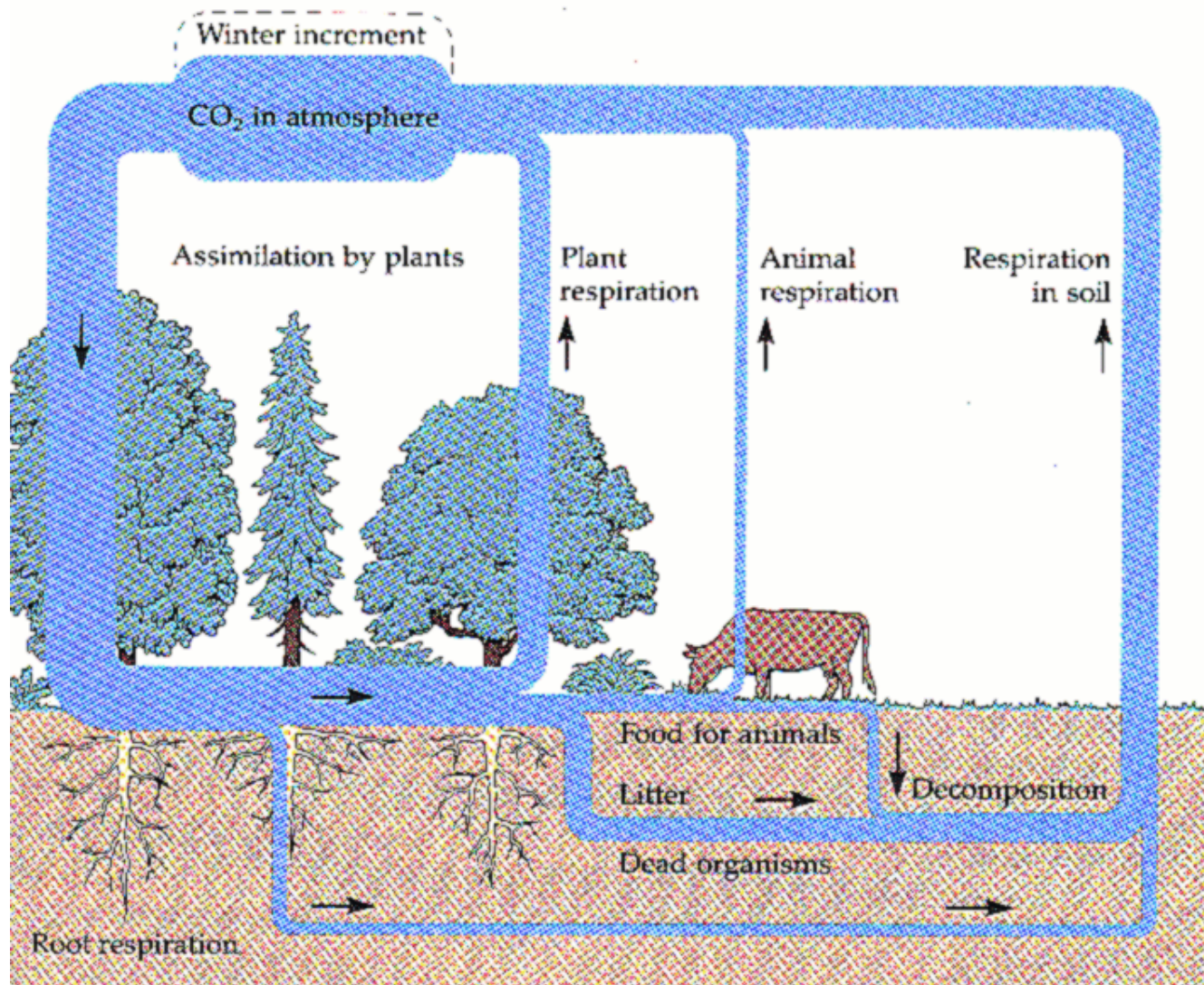


Ciclo del Carbono



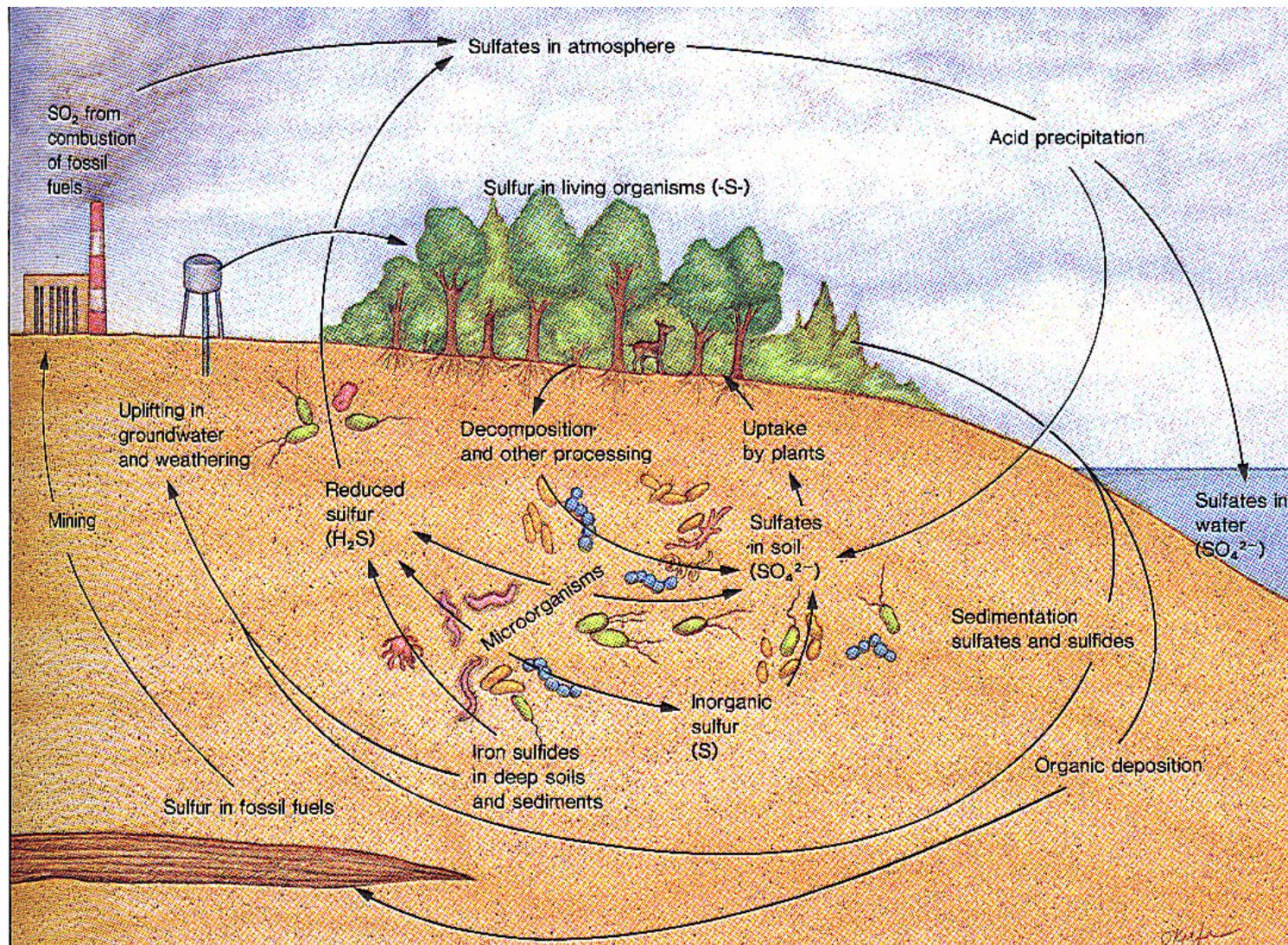


Ciclo del Carbono



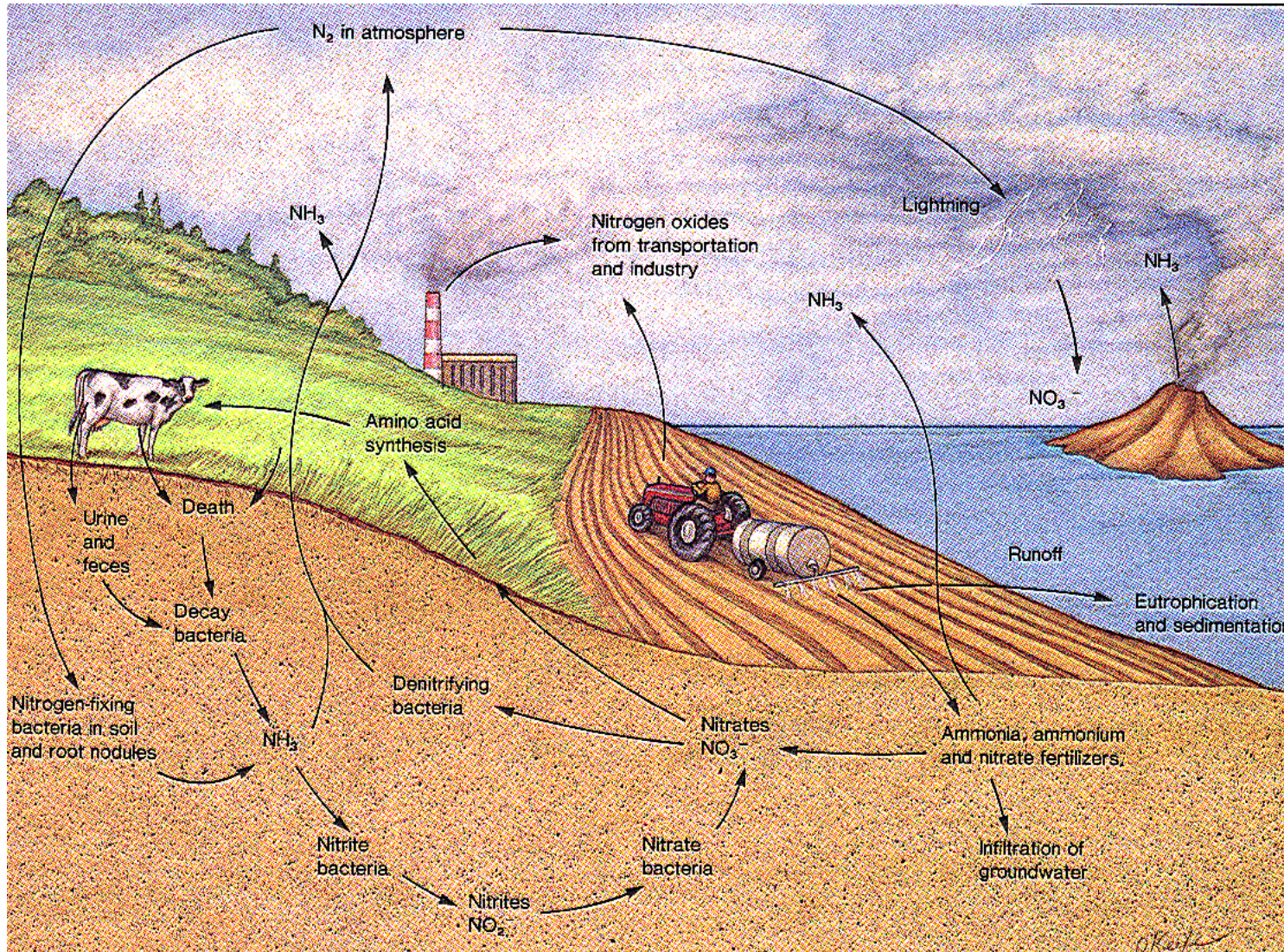


Ciclo del Azufre



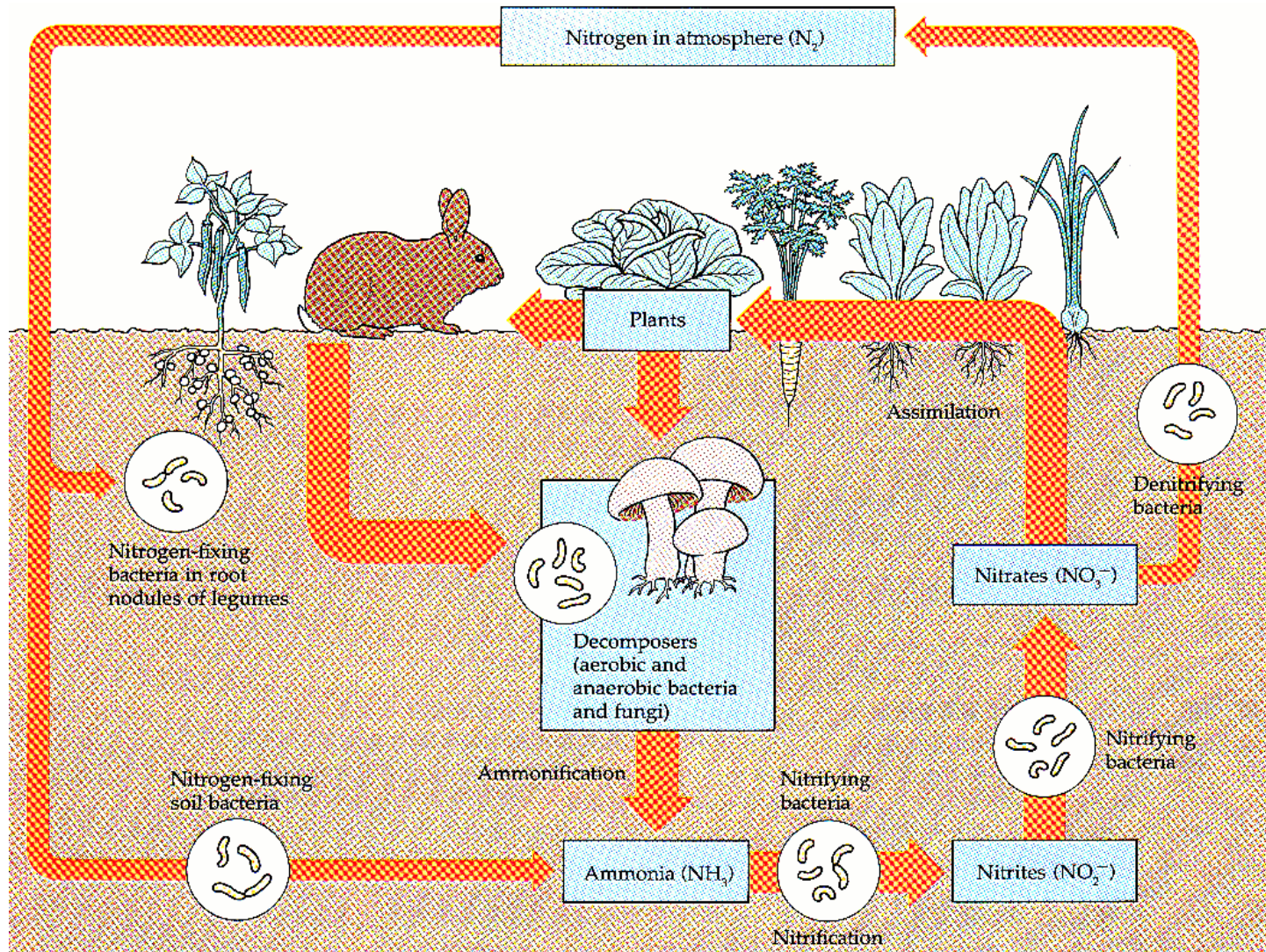


Ciclo del Nitrógeno





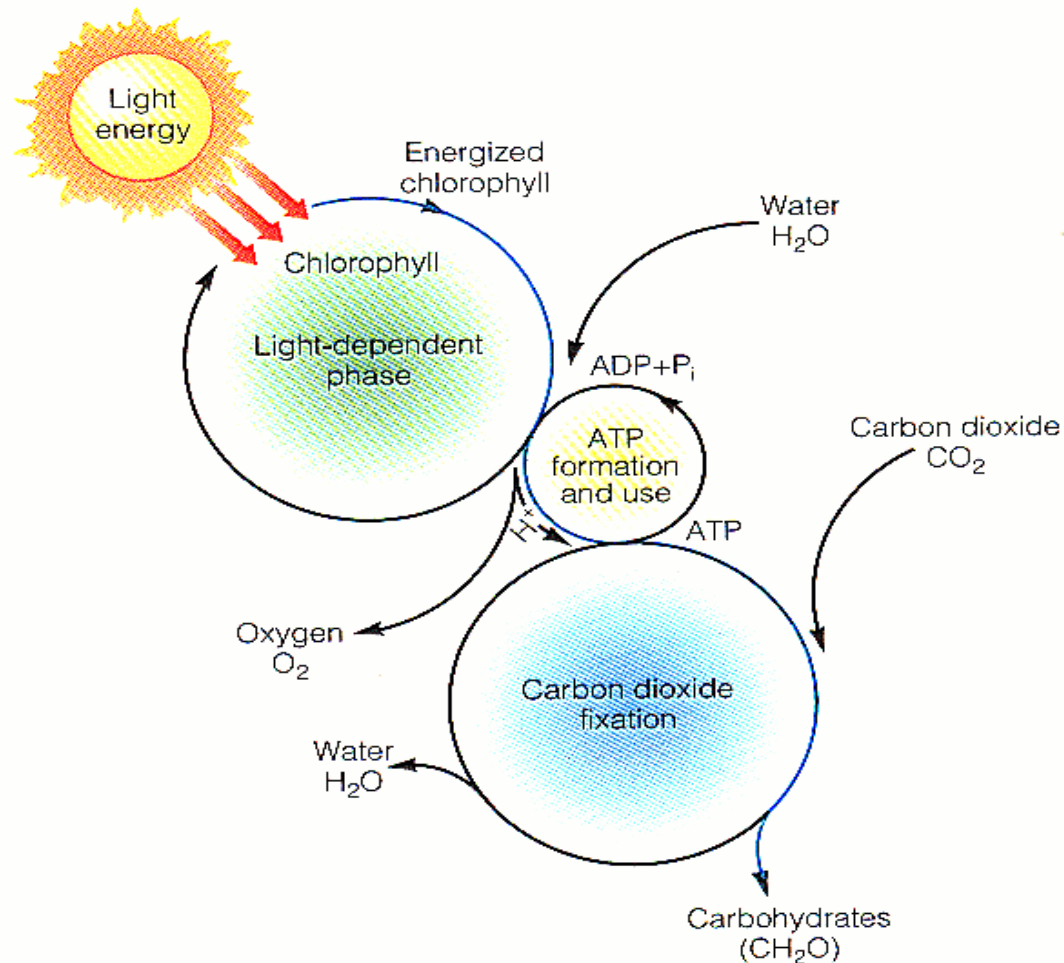
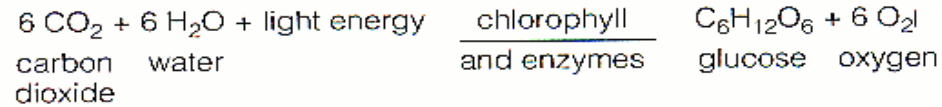
Ciclo del Nitrógeno





Ciclo de la Energía

Food manufacture: photosynthesis





Ciclo de la Energía

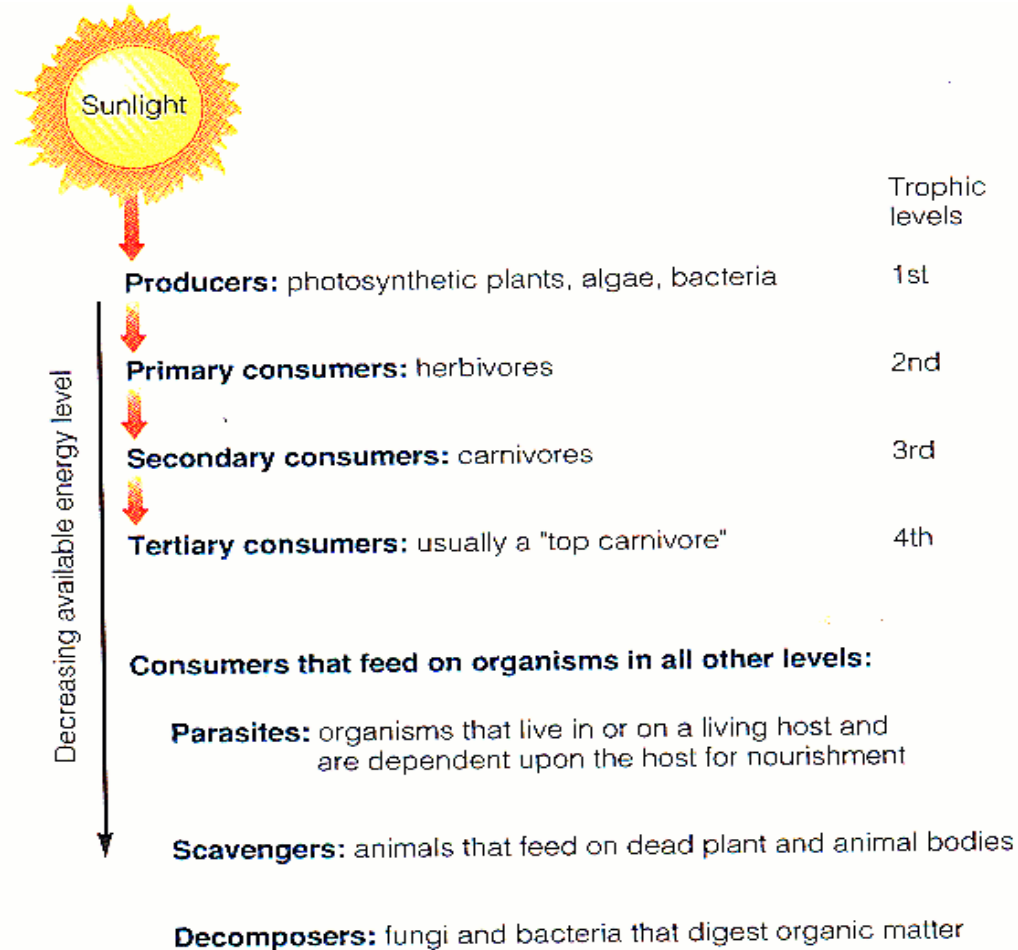
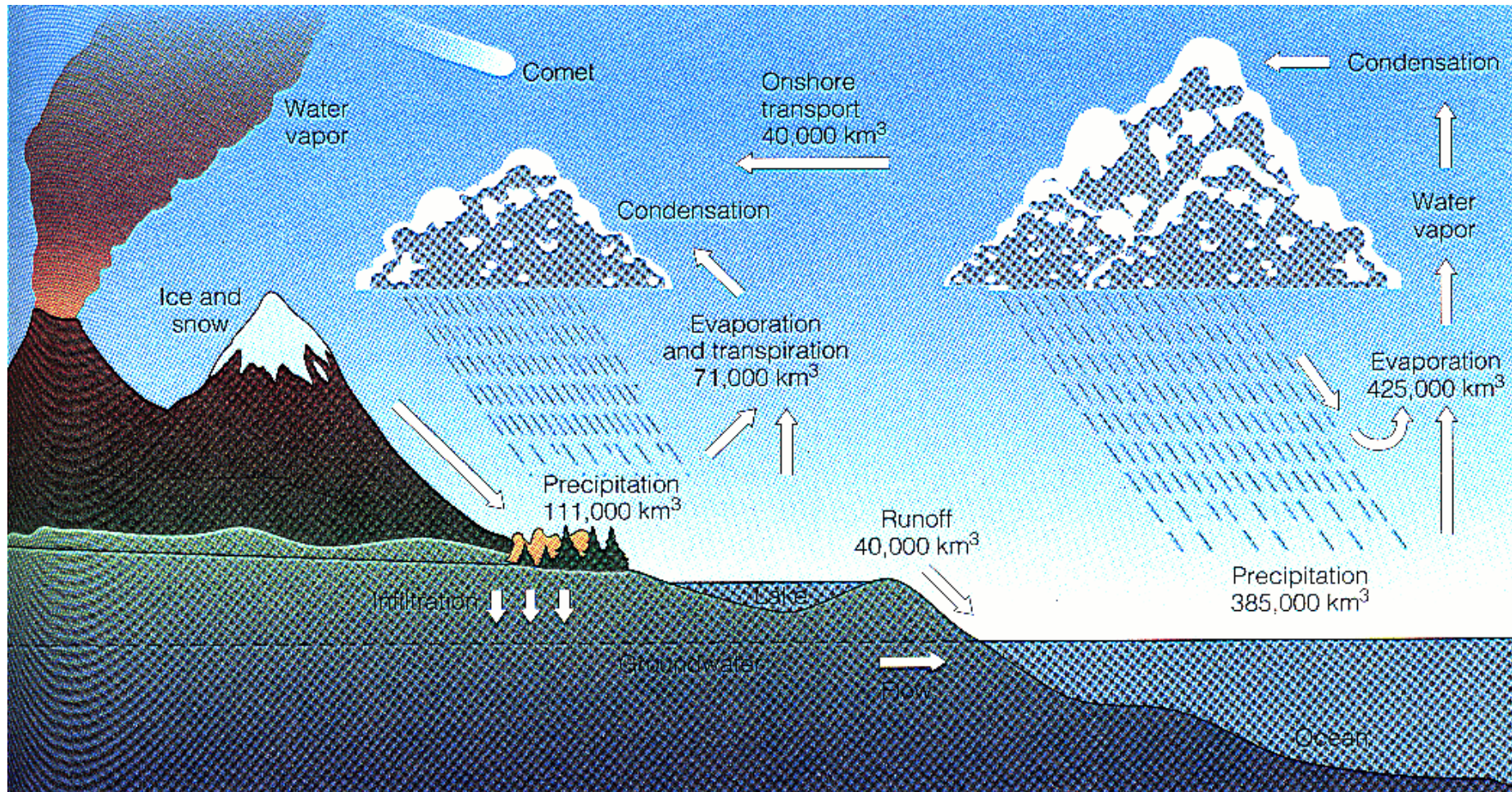


FIGURE 3.5 Organisms in an ecosystem may be identified by what they feed upon (produce, herbivore, carnivore, omnivore, scavenger, decomposer) or by consumer level (producer; 1°, 2°, 3°, consumer) or by trophic level (1st, 2nd, 3rd, 4th).

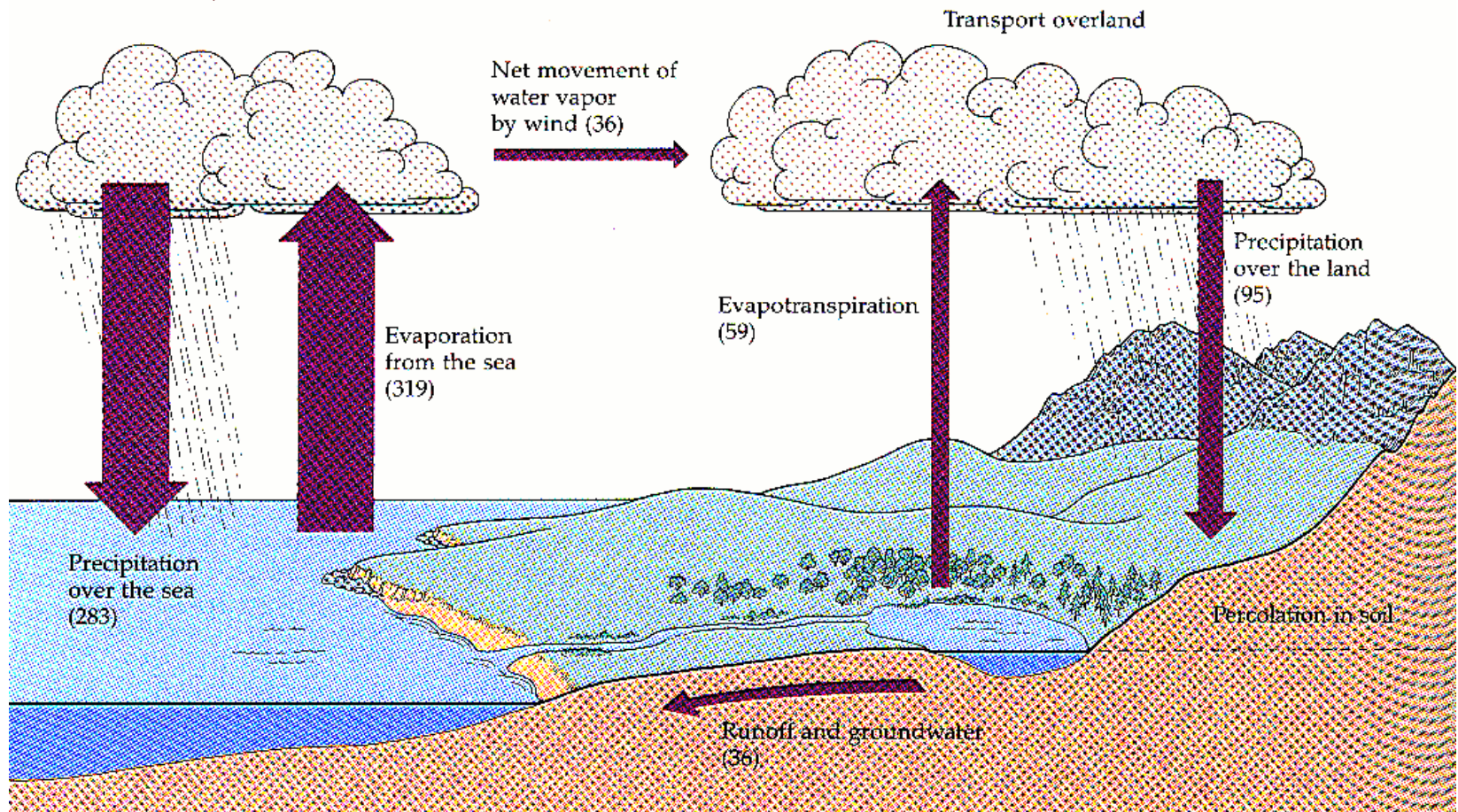
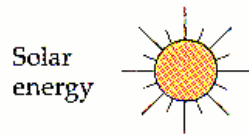


Ciclo Hidrológico



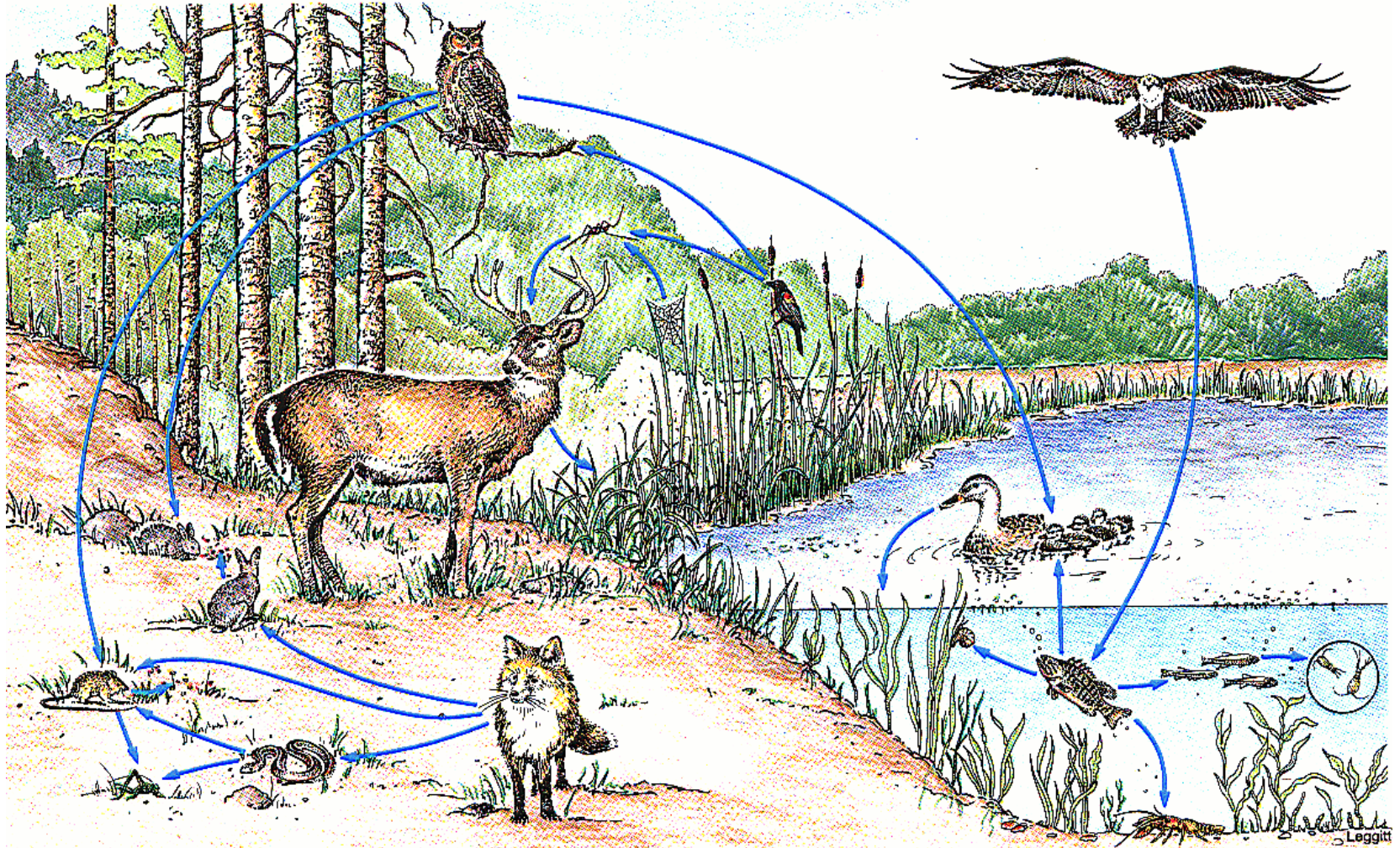


Ciclo del Agua



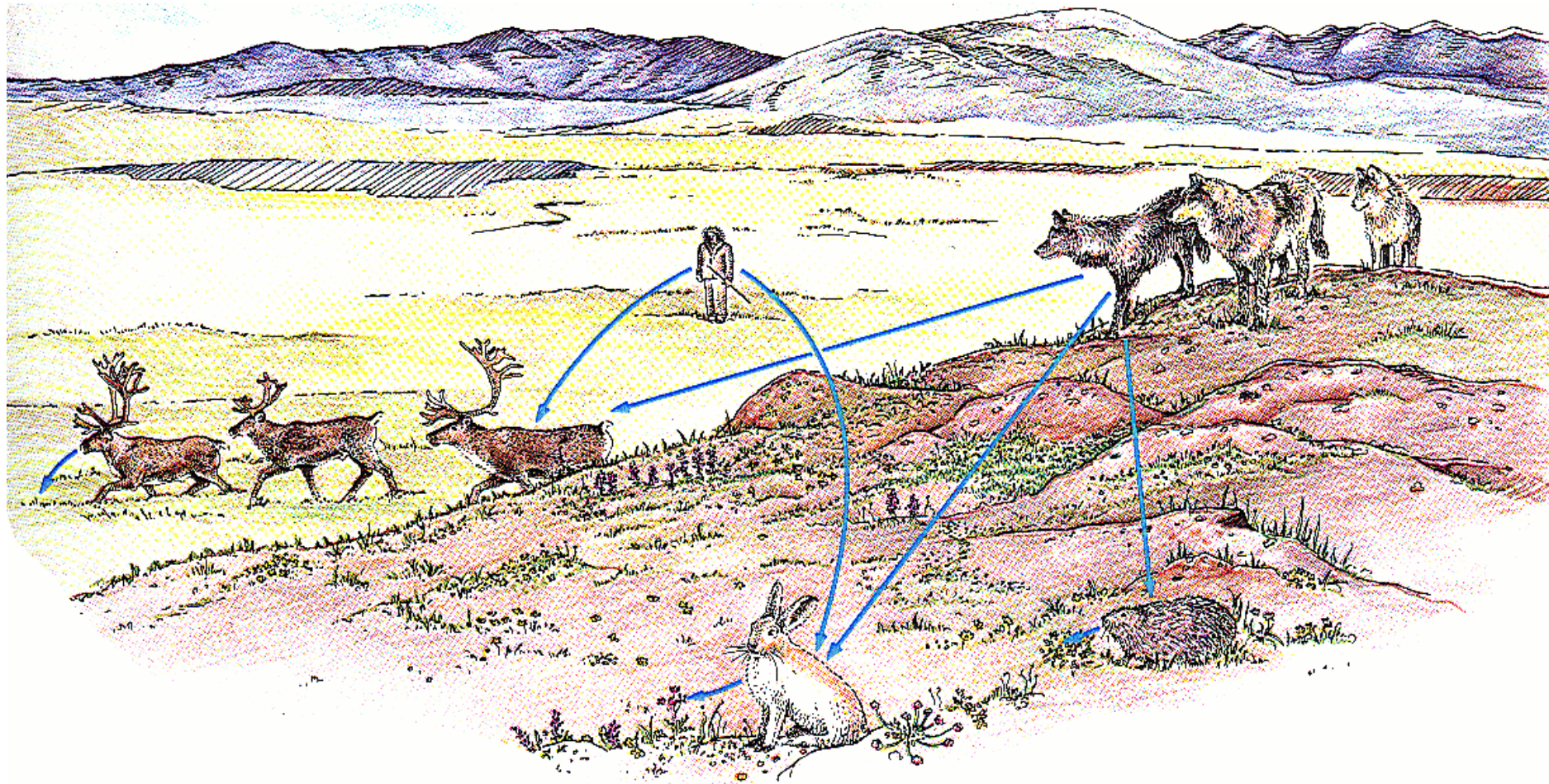


Cadena Trófica



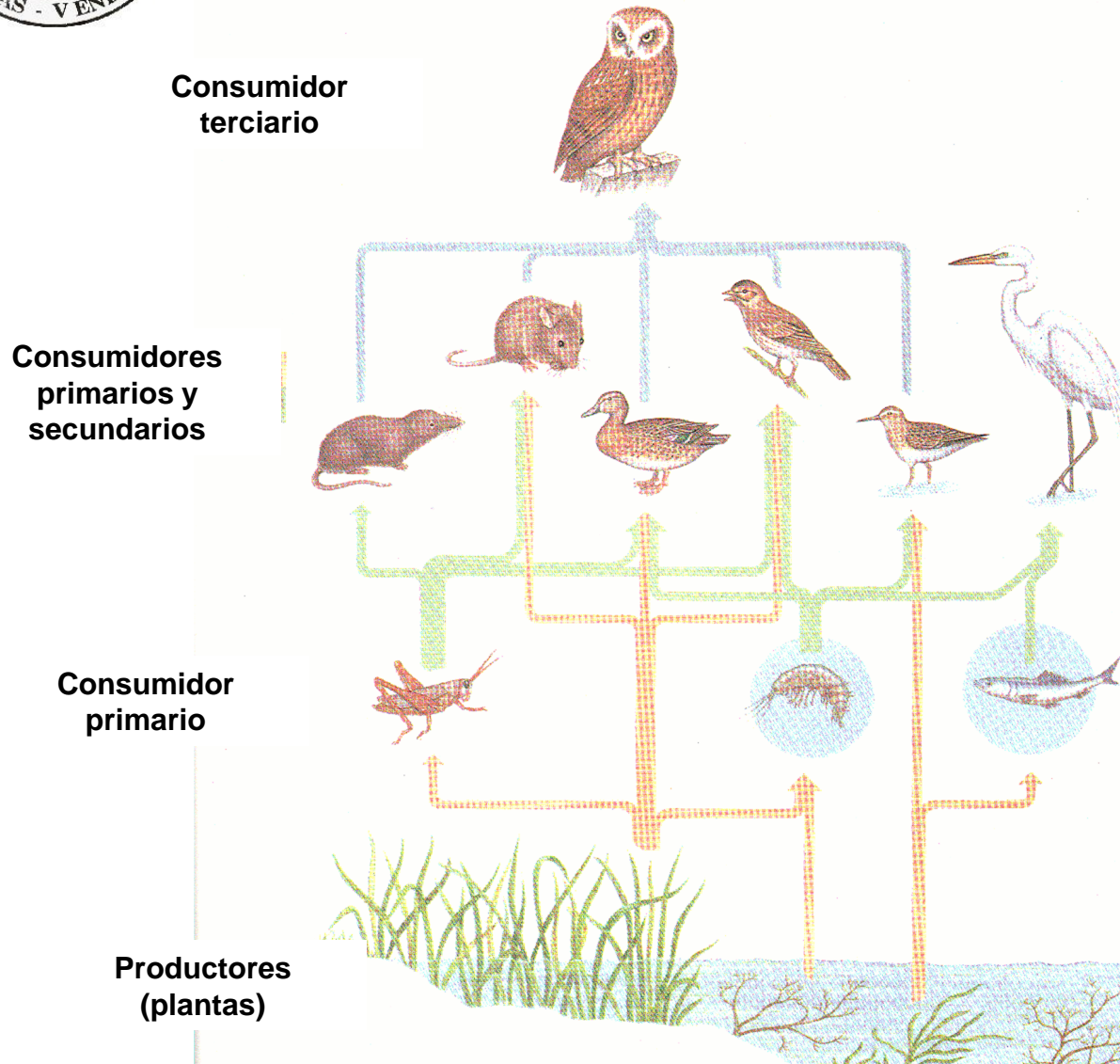


Cadena Trófica





Cadena Trófica





MODELOS DE LA MECÁNICA DE ARRASTRE DE SEDIMENTOS

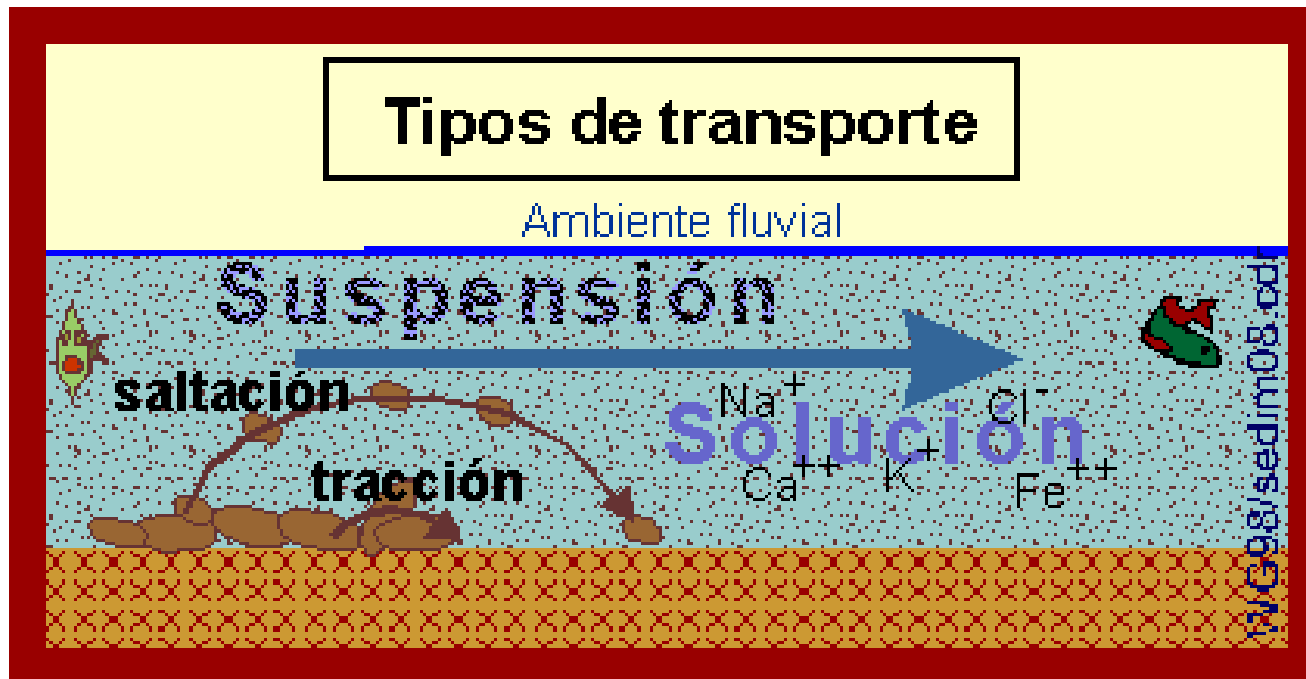
- Transporte de sedimentos
 - Transporte en solución
 - Transporte en suspensión
 - Arrastre de fondo



Transporte de sedimentos

Las corrientes naturales de agua transportan materiales sólidos según diferentes mecanismos:

1. Transporte en solución
2. Transporte en suspensión
3. Arrastre de fondo





¿Preguntas? ¿Inquietudes?

