

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES Y AGRIMENSURA**

**CARRERA: AGRIMENSURA**

**DOCENTES:**

**Profesora Titular:** Dra. Geog. Pilar Yolanda Serra – [pilarserra@fibertel.com.ar](mailto:pilarserra@fibertel.com.ar)

**Jefe de Trabajos Prácticos:** Agrimensor Juan Centurión – [juanrcentu@hotmail.com](mailto:juanrcentu@hotmail.com)

**Auxiliares de Cátedra:** Jessica Villaverde y Rubén Franco.

**oooooooooooooooooooooooooooo**

**UNIDAD 1: CONCEPTO DE GEOMORFOLOGÍA**

1. La Geomorfología como Ciencia: objeto material y objeto formal. El sistema geomorfológico y sus relaciones con el sistema hidrosfera, biosfera y atmósfera. Control geodinámico y climático.
2. Las formas del relieve como producto de la acción de agentes y procesos en continua evolución y relación. Conceptos de biostasia y rexistasia. Clasificación de las formas del relieve.
3. Las rocas: principios mecánicos de deformación: presión litostática y fuerzas diferenciales (tensión, compresión y torsión). Propiedades de las rocas: plasticidad, viscosidad, fluidez, fatiga.
4. Valor de estos conceptos para el agrimensor, tanto en gabinete como en campaña.

La **GEOMORFOLOGÍA** es una **Ciencia** que tiene como objeto:

**Material:** el estudio de las **formas del relieve** y

**Formal:**

- 1- el estudio de las **formas del relieve** como producto de la **interacción** entre las **rocas, estructuras, medios biológicos y climáticos**
- 2- el estudio de los **paisajes** derivados de la asociación de formas.

Hay por lo tanto 3 elementos fundamentales a tener en cuenta:

❖ **Formas de relieve:** Como unidades que forman parte de conjuntos cuya totalidad de análisis depende de la escala que se maneje (por ejemplo: una montaña es parte de una

cadena y ésta a su vez de una cordillera y ésta de un relieve plegado; un valle fluvial tiene asociadas otras formas de relieve tales como terrazas, meandros, albardones, etc...)

❖ **Las rocas y estructuras:** son el sustento mineral sobre el cual se modelan las formas del relieve y condicionan su génesis y evolución.

❖ **Los medios biológicos y climáticos:** dependen de clima y de la vegetación y son capaces de modelar las rocas y las estructuras. Rocas iguales, bajo climas diferentes, pueden dar formas de relieve diferentes.

## **EL SISTEMA GEOMORFOLÓGICO o GEOSISTEMA**

Está formado por dos grandes **subsistemas:** uno constituido por entidades **abióticas** y **bióticas** entre las cuales se producen permanentes interrelaciones que originan cambios cualitativos y cuantitativos que caracterizan la funcionalidad y la estructura.

**1- EL SUBSISTEMA ABIÓTICO:** También llamado INORGÁNICO, se caracteriza por no tener vida o no estar constituido por organismos y comprende:

❖ **La Litosfera:** Es la parte sólida del GEOSISTEMA, su materia es de naturaleza mineral, rocosa, que sirve de soporte a las demás entidades y subsistemas: hidrosfera, atmósfera, biosfera.

❖ **La hidrosfera:** Es la parte líquida del GEOSISTEMA, con un total de 1.600 millones de Km<sup>3</sup> y su materia está constituida por las aguas (atmosféricas, oceánicas, superficiales y subterráneas).

❖ **La atmósfera:** Es la parte gaseosa del GEOSISTEMA, su materia gaseosa envuelve la parte sólida y líquida del GEOSISTEMA. Es el ámbito de ocurrencia de los fenómenos meteorológicos, que darán lugar a los climas.

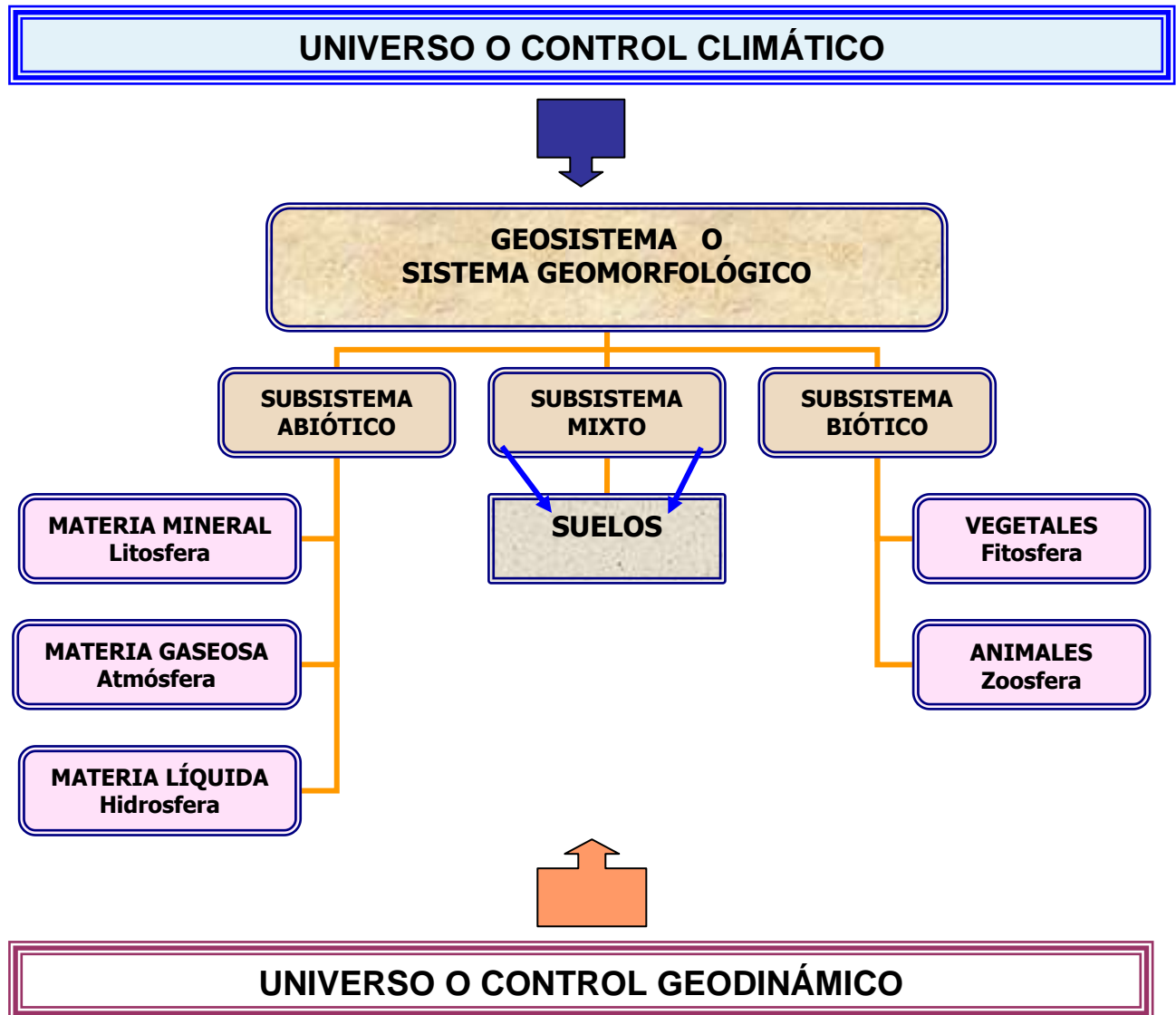
**2- EL SUBSISTEMA BIÓTICO:** También llamado ORGÁNICO, se caracterizan por tener vida y estar constituido por organismos. Comprende la **Biosfera** que interrelaciona con la **atmósfera**, hasta una altitud de 15000 m. aproximadamente; con la **litosfera** hasta decenas de metros y con la **hidrosfera** hasta una profundidad de más de 12.000 metros. Comprende:

❖ **La fitósfera:** constituida por elementos de naturaleza vegetal

❖ **La zoosfera:** constituida por elementos de naturaleza animal

**3- SUBSISTEMA MIXTO:** Constituido por los **Suelos** que son producto de la relación entre las Subsistemas **biótico y abiótico**.

## ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA GEOMORFOLÓGICO



Para su funcionamiento el sistema requiere:

### 1- Energía:

- ❖ **Solar:** Actúa proveyendo luz y calor. Desencadena procesos meteorológicos, la fotosíntesis y algunos movimientos del aire y del agua oceánica. Representa el 98,9% de la ENERGÍA utilizada.
- ❖ **Geotérmica:** Surge del interior de la Tierra, a consecuencia de la desintegración de elementos radiactivos.
- ❖ **Gravitacional:** Proviene de la gravitación del planeta en el espacio universal. Asociada con la **energía geotérmica** es arrancadora de la dinámica del **CONTROL GEODINÁMICO (Endógeno o interno)** del GEOSISTEMA, mientras que asociada con la **energía**

solar, dinamiza al **CONTROL CLIMÁTICO (Exógeno o externo)**.

- ❖ **Eólica**: Proviene del movimiento del aire.
- ❖ **Hídrica**: Proviene del movimiento del agua.
- ❖ **Tecnógena**: Proviene de la combustión de diversos elementos.
- ❖ **Mareo motriz**: Proveniente de los movimientos del mar frente a las costas debido a las mareas.

## **2- Materia:**

El principal aporte de materia es **mineral** como parte del Sistema Planetario Solar. Actualmente es mínimo, constituido por el polvo cósmico y los meteoritos que caen en el campo gravitacional de la Tierra y se estima que anualmente aumentan su masa en 10 millones de toneladas.

La materia **líquida** y **gaseosa** proviene de mecanismos físico- químicos de intercambio entre la tierra y la atmósfera.

La materia **biológica** sintetiza a las 3 anteriores.

## **EL CONTROL GEODINÁMICO O ENDÓGENO**

La tierra forma parte del sistema solar, tiene una estructura y composición similar a los otros planetas y está sometida a las mismas leyes generales. Su radio medio es de 6371 Km. La temperatura interna aumenta 1° cada 33 m dando lugar al llamado “**gradiente geotérmico o grado geotérmico**” y en el centro de la Tierra se llega a casi 4.400 °C.

Estas variaciones de temperatura dan lugar a modificaciones de densidad y composición de las estructuras minerales entre la superficie y la profundidad. Por ello se distinguen varias capas: **Figura 1**

**1- Corteza** también llamada **Litosfera**: Tiene dos partes principales:

- ❖ Una llamada continental, donde asientan los continentes y en la cual predominan los silicatos de **aluminio** como rocas graníticas (llamada SIAL), cuyo espesor alcanza los 65 Km. De profundidad.
- ❖ Otra llamada SIMA donde predominan los silicatos de **magnesio** como rocas basálticas de unos 5 Km. De espesor y que forma principalmente el piso de los océanos.

La **litosfera** descansa sobre la **Astenósfera**, capa plástica en la que la temperatura y la presión alcanzan valores que permiten que se fundan las rocas y que constituye la zona

de contacto con el **Manto Superior**.

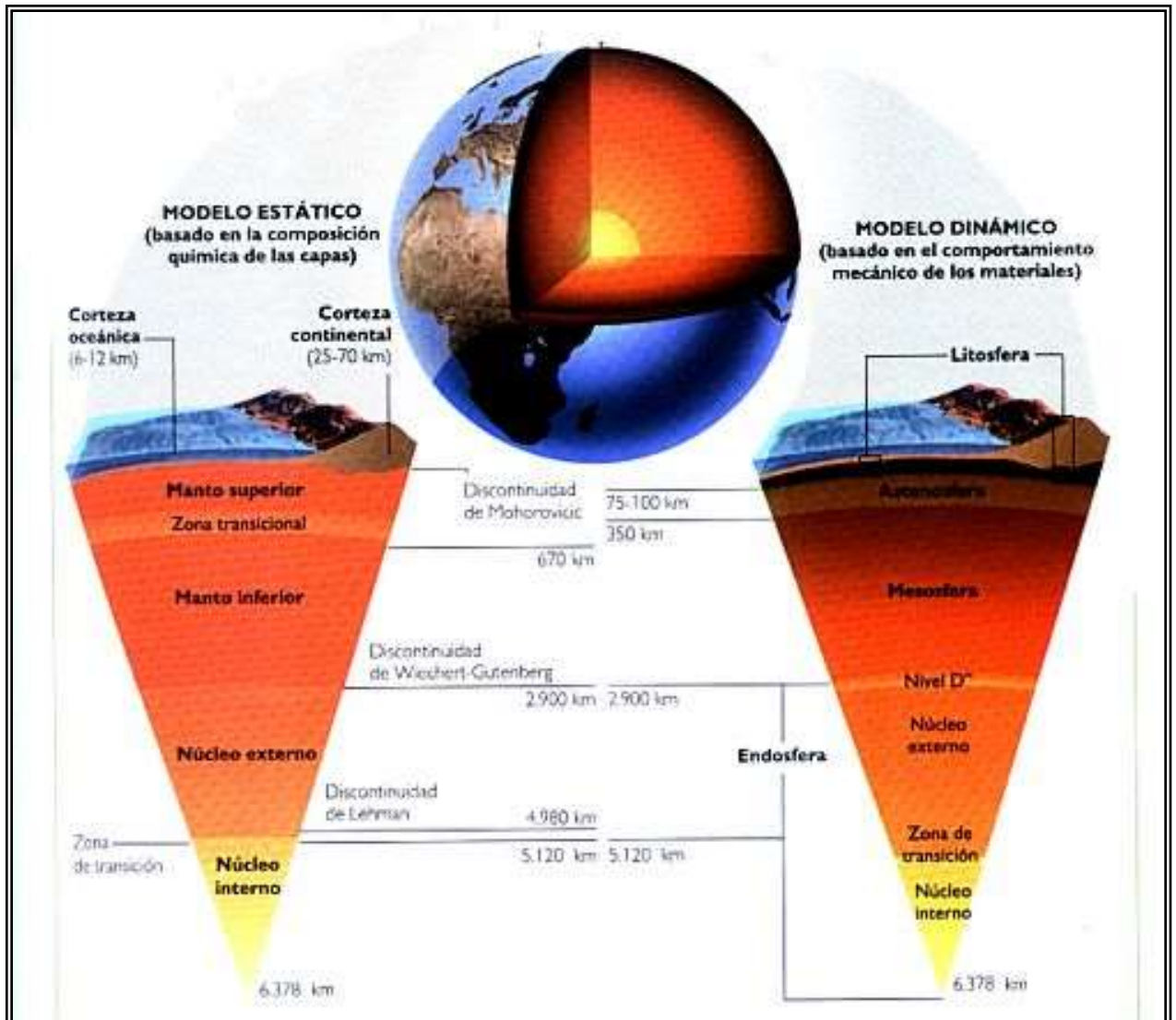


Figura 1

**2- Manto o Mesosfera**, también llamado **Pirósfera**, cuyo espesor alcanza los 1.500 a 3.000 Km. Está compuesto principalmente por sílice e hierro, razón por la cual también se conoce como SIFE y tiene una temperatura aproximada de 2000 ° C.

**3- Núcleo** también llamado **Barisfera**. Tiene un radio de 3.000 Km y alcanza temperaturas de más de 4.000° C. Se caracteriza por su elevada densidad debido a la presencia de aleaciones de hierro y níquel en sus materiales, por lo que también es conocido como SI-FE. Se puede distinguir un núcleo externo compuesto por materiales fundidos en estado casi líquido y un núcleo interno que podría estar formado por hierro puro.

## **EL CONTROL CLIMÁTICO O EXÓGENO:**

Se manifiesta en el GEOSISTEMA, como parte del Sistema Planetario Solar a través de:

**1- Energía solar:** en base a ella se mantiene el balance calórico, lumínico e hídrico que le es propio.

**2- Movimientos:** los más destacados a los fines de la materia son: 1- el de **rotación** que da origen a la sucesión de días y noches, al movimiento de los fluidos y permite medir el tiempo y 2- el de **traslación**: que se produce alrededor del sol y que asociado a la **inclinación del eje terrestre**, produce las estaciones del año.

**SERÁ TRATADO EN DETALLE EN LA UNIDAD 4**

## **UNIDAD 1: CONCEPTO DE GEOMORFOLOGÍA**

### **2. Las formas del relieve como producto de la acción de agentes y procesos en continua evolución y relación. Conceptos de biostasia y rexistasia. Clasificación de las formas del relieve.**

Las formas de relieve como producto de salida del GEOSISTEMA resultan del conjunto de interacciones entre las rocas, la atmósfera, la biota y el agua. Esas interacciones no son lineales sino que establecen ritmos traducidos en **procesos** cuyo resultado será un tipo de forma determinado.

Los procesos consumen y transforman la materia y la energía del GEOSISTEMA y para hacerlo actúan a través de los **agentes de modelado**. Según la magnitud o la escala a que se analice, las **formas del relieve** serán producto del accionar del **control endógeno** (en cuyo caso se llaman **relieves estructurales**), o bien del **control exógeno** (en cuyo caso serán **morfo climáticos**)

De ese modo evolucionan las **formas del** relieve y como en la superficie terrestre pueden encontrarse diferentes tipos de clima y de roca, tienen lugar muy variados procesos geomorfológicos, hidrográficos, fitogeográficos y edáficos, que generan formas de relieve características.

Todos los procesos que responden a un determinado tipo climático, caracterizan los llamados **SISTEMAS DE MODELADO** (por ejemplo árido, glacial, húmedo).

#### **Hay dos importantes conceptos a tener en cuenta.**

A través del tiempo, las relaciones entre las rocas, la vegetación, los suelos, el escurrimiento y el relieve, tienden a lograr un equilibrio llamado **Biostasia**, durante el cual los valores de la erosión son muy bajos, cualquiera sea el **sistema de modelado** en consideración.

Pero si tuviera lugar un cambio climático, es la vegetación la que más sufre, pues ella no puede migrar, tiene una cierta inercia frente a las modificaciones climáticas y poco a poco se van modificando sus ciclos fenológicos. Disminuye la capacidad de resistencia frente a otras especies más adaptadas al nuevo clima, las cuales invaden el área hasta ocuparla como dominantes.

Esa alteración de los procesos, producida como consecuencia del cambio de clima hacia otras condiciones, representa un desequilibrio llamado **Rexistasia** durante la cual la ero-

sión alcanza valores altísimos, hasta que una nueva condición de equilibrio restablece un estado **biostásico**.

Dentro de la dinámica de los procesos geomorfológicos, es imposible hablar de la **erosión** como un proceso unilateral porque inevitablemente a ella se unen procesos de **transporte y depositación**.

**Las formas del relieve, pueden clasificarse tomando en cuenta varios criterios:**

1. Según su **tamaño** (de ellas se ocupa la rama de la Geomorfología llamada **Morfotaxonomía**).
2. Según su **edad** (de ellas se ocupa la rama de la Geomorfología llamada **Morfocronología**).
3. Según su **funcionamiento**, (de ellas se ocupa la rama de la Geomorfología llamada **Morfofisiología**).
4. Según su **origen**: fluviales, eólicas, glaciares, volcánicas, estructurales, de erosión, de acumulación, etc-

## **UNIDAD 1: CONCEPTO DE GEOMORFOLOGÍA**

**3. Las rocas: principios mecánicos de deformación: presión litostática y fuerzas diferenciales (tensión, compresión y torsión). Propiedades de las rocas: plasticidad, viscosidad, fluidez, fatiga.**

La materia está compuesta por átomos de cuya combinación se forman gases, líquidos y sólidos con diferente posibilidad de movilidad en cada uno. Los sólidos se caracterizan por su rigidez; en los líquidos las fuerzas inter atómicas son suficientes como para mantenerlos juntos pero no existe una disposición ordenada y requieren de un elemento que oficie de "continente"; en los gases, los átomos están en continuo movimiento independiente uno de otros.

De todas las **fuerzas** que actúan en la naturaleza, la más importante es la de **gravedad** aunque existen otras que también pueden poner en movimiento a la materia.

A pesar de su estructura rígida, las **rocas** pueden ser deformadas o fragmentadas, según la magnitud de las fuerzas que las afecten, el tiempo que se ejerzan y la resistencia que oponga la roca.

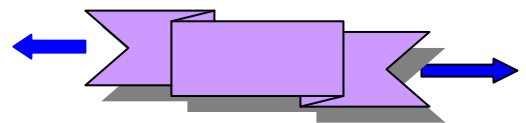


La **presión litostática** es la presión que ejercen sobre las inferiores las rocas superiores y adyacentes. Ese peso produce en la roca comprimida, una disminución del volumen y un aumento de la densidad, pero también elevación de la temperatura de alguno de sus componentes, lo que da como resultado una alteración física y química que puede llevar a cambiar del estado sólido a más o menos plástico, viscoso o líquido.

Si la **presión litostática** deja de ejercerse y sólo se produjo una disminución del volumen el paquete rocoso se expande, disminuye su densidad y tiende a elevarse, lo que se denomina “descompresión por descarga”.

Se llaman **fuerzas diferenciales** a aquellas que actúan sobre un cuerpo y no son iguales sobre todos sus lados:

Se dice que un cuerpo está bajo **tensión o tracción**



cuando las fuerzas actúan en sentido opuesto y tienden a dividirlo, o sea que si la fuerza es representada por dos flechas, ambas apuntan en direcciones opuestas.

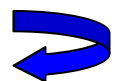
Se dice que un cuerpo está bajo **compresión** cuando las fuerzas tienen sentido opuesto

y tienden a comprimirlo, o sea que si la fuerza es representada por dos flechas, aunque ambas tienen sentido opuesto, apuntan una hacia otra.



Se habla de **torsión** cuando un cuerpo está sometido a fuerzas que actúan en diferentes direcciones pero no en el mismo plano.

Los esfuerzos **compresivos y tensionales o de corte**, ejercidos por mucho tiempo terminan:



**1- deformando** las rocas por expansión (aumento de volumen), por tracción o por compresión

**2- rompiéndolas** lo que conlleva una rotura del paquete rocoso

En base a ello, se definen 2 grandes **estilos tectónicos**:

❖ **De plegamiento:** La estructura básica queda definida por una suce-



sión de ondulaciones de las rocas llamadas **Pliegues**. **Figura 2.**

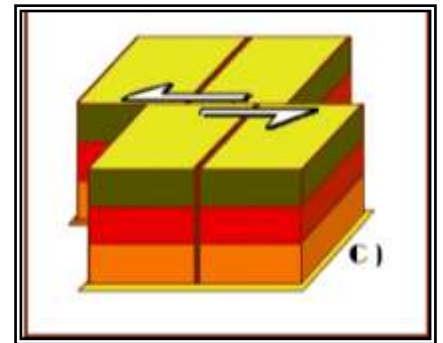
**Figura 2.**

- ❖ **De fallamiento:** La estructura queda definida por la fragmentación del paquete rocoso por discontinuidades llamadas **fallas**, a lo largo de las cuales cada bloque sufre movimientos diferenciales (llamados **rechazo**) que pueden ser verticales (**Figura 3**) o tangenciales (**Figura 4**).



**Figura 3**

Ello se debe a la fatiga del material, sometido a presión por largo tiempo (del orden de millones de años) durante el cual se sobrepasan los límites de elasticidad y de plasticidad.



**Figura 4**

En algunos casos el proceso de fractura y desplazamiento de bloques es imperceptible y en otros puede ser instantáneo.

Las vibraciones producidas por el fallamiento dan origen a los **sismos o terremotos**. Se



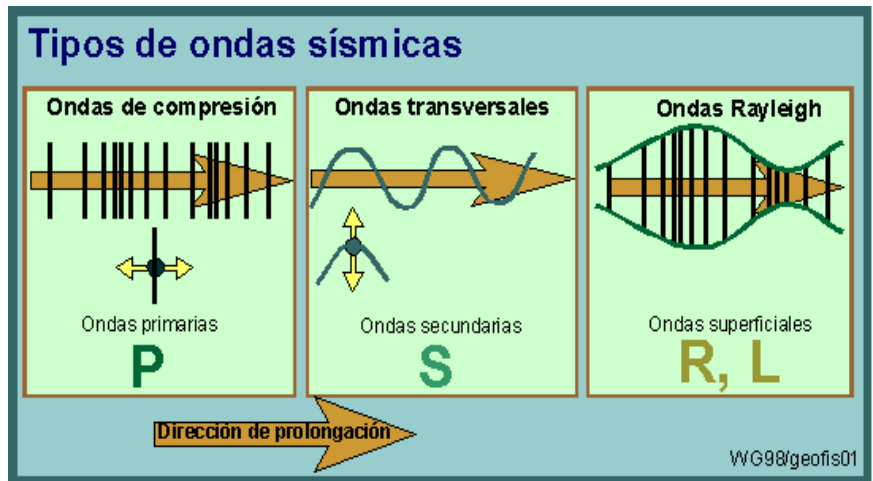
denomina **Hipocentro** al lugar o foco de ocurrencia del sismo. Se puede ubicar cerca a la superficie o a mayores profundidades. El **Epicentro** es el punto, perpendicular al **hipocentro**, ubicado en la superficie terrestre donde el sismo alcanza su mayor intensidad. **Figura 5.**

**Figura 5**

La propagación de la energía liberada, se manifiesta en forma de **ondas sísmicas**. **Figura 5.** Ellas transmiten la fuerza que se genera en el foco sísmico hasta el epicentro en proporción a la **intensidad y magnitud** de cada sismo. La forma común de clasificarlas es la que considera tres tipos de ondas concoidas como:

**P:** llamadas primarias. Se propagas a través de sólidos, líquidos y gases. Son las más rápidas y pueden atravesar el manto y núcleo de la Tierra.

**S:** llamadas secundarias. Se desplazan solamente por sólidos.

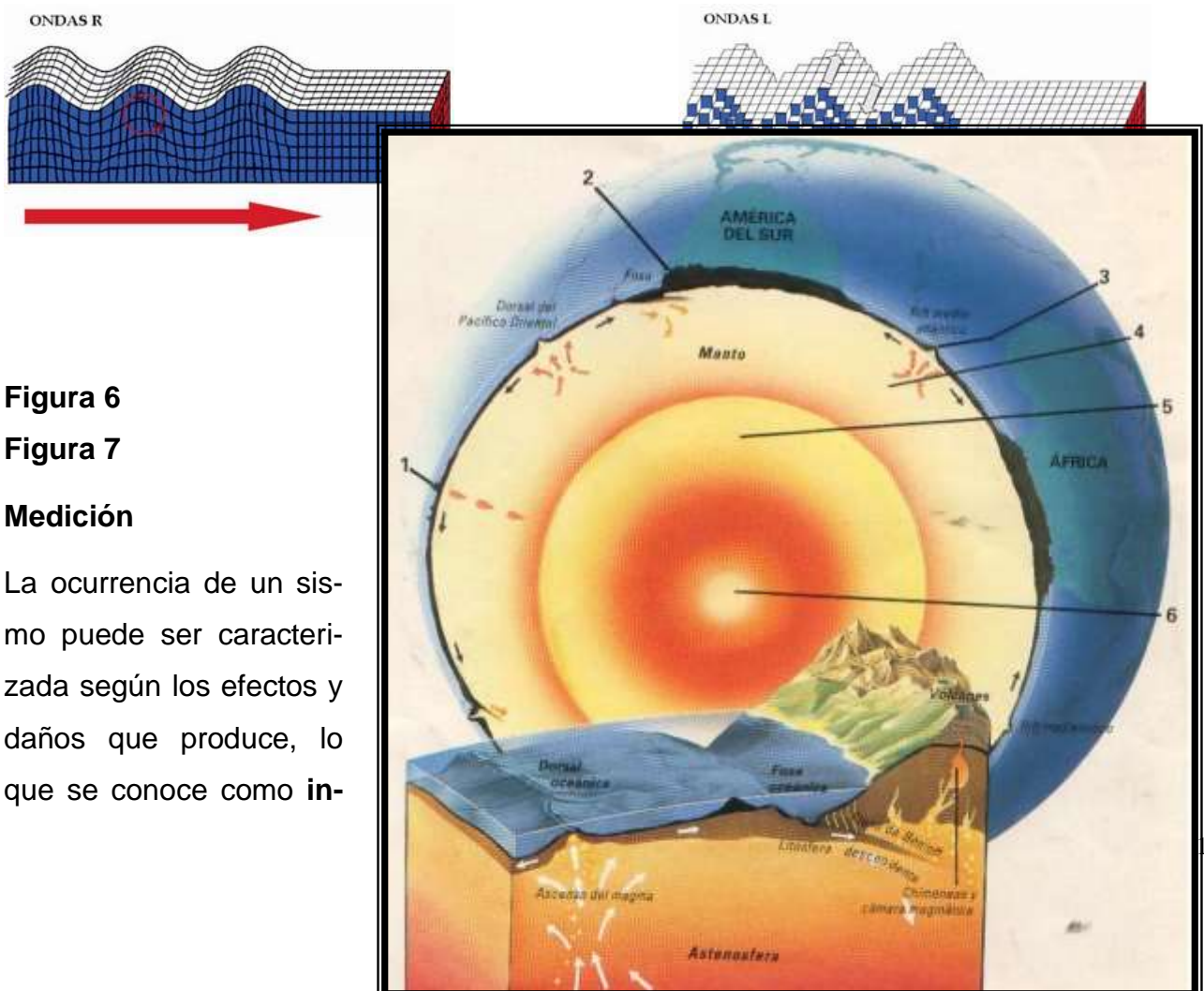


**Figura 5**

**L:** Son las que alcanzan la superficie terrestre. Se desplazan con lentitud y generan fuertes movimientos de la corteza. Estas ondas se clasifican a su vez en:

**Ondas R o Rayleigh** (causan un movimiento rodante parecido a las ondas del mar y sus partículas se mueven en forma elipsoidal en el plano vertical, que pasa por la dirección de propagación) **Figura 6** y

**Ondas Love** (provocan cortes horizontales en la tierra además de ser levemente más lentas que las ondas de Rayleigh). **Figura 7.**



**Figura 6**

**Figura 7**

**Medición**

La ocurrencia de un sismo puede ser caracterizada según los efectos y daños que produce, lo que se conoce como in-

**tensidad** del sismo. La escala más utilizada es la de Mercalli modificada, útil para zonas en donde no existen instrumentos que registren los movimientos sísmicos (sismógrafos).

Actualmente se usa la **magnitud**, la cual permite clasificar a los sismos con base en la **amplitud de onda máxima** registrada por un sismógrafo. El concepto de magnitud de un temblor se fundamenta en que la amplitud de las ondas sísmicas es una medida de la energía liberada en el foco (origen del temblor).

### Figura 8

La magnitud es un parámetro que propuso Charles F. Richter en 1935 para clasificar los sismos del sur de California, pero que su uso se ha extendido a otras regiones del mundo. (ver tabla al final, Anexo 1)

Considerando la estructura interna de la tierra, la corteza se ve modificada por fuerzas de tracción y compresión que terminaron dando origen a las grandes unidades de relieve: **los continentes y las cubetas oceánicas. Figura 8.**

Ello tiene su origen en movimientos que se producen en el **Manto**. El material movilizado, constituido por rocas y minerales fundidos en estado **plástico**, se llama **magma** y su movimiento forma las llamadas **corrientes de convección**.

En éste se producen movimientos de ascenso y descenso de modo que:

- ❖ Donde las **corrientes divergen**, se fractura la capa SIMA y aflora **magma** que se expande sobre el piso oceánico constituyendo rocas basálticas, donde se enfría y solidifica, empujando a la litosfera hacia ambos lados, a razón de varios centímetros por año. **Figura 8.**

Debajo de los océanos la continua acumulación del material forma cadenas volcánicas submarinas llamadas “**dorsales o cordilleras oceánicas**” o un extenso desgarramiento en los continentes, llamado **Rift**.

Donde las **corrientes convergen** se generan grandes esfuerzos de compresión, tracción y torsión en las rocas, los que terminan produciendo el hundimiento progresivo del SIAL en fosas marinas, en las que predomina el largo sobre el ancho llamados **geosinclinales**, en los cuales se forma la **Zona de Subducción. Figura 8.**

Como el diámetro del Planeta permanece constante, si en los fondos oceánicos la corteza se expande, para mantener el equilibrio es necesario que parte del material sea digerido en otra parte de la litosfera. Esto culmina generalmente a profundidades mayores de 700 km y durante el proceso, el intenso calor generado por la compresión de las corrientes





Figura 9

La República Argentina se encuentra afectada por la convergencia de la placa de Nazca con la placa Sudamericana, situada a lo largo de la costa de Perú y Chile. La placa de Nazca desplaza hacia el este y se sumerge (subduce) bajo la placa Sudamericana, que se desplaza hacia el oeste. **Figura 10**. La velocidad relativa con que se mueven ambas placas es de 11 cm/año. (Ver al final el artículo: La cordillera se angosta y crece- Anexo 2)

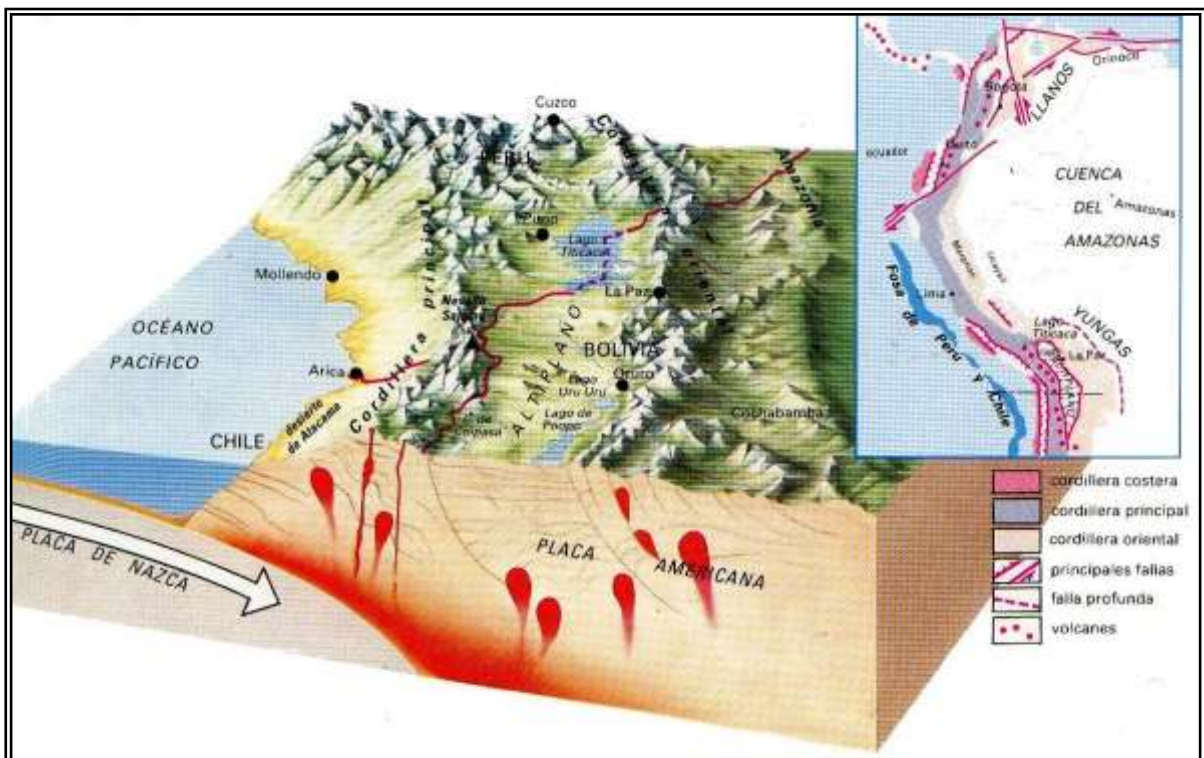
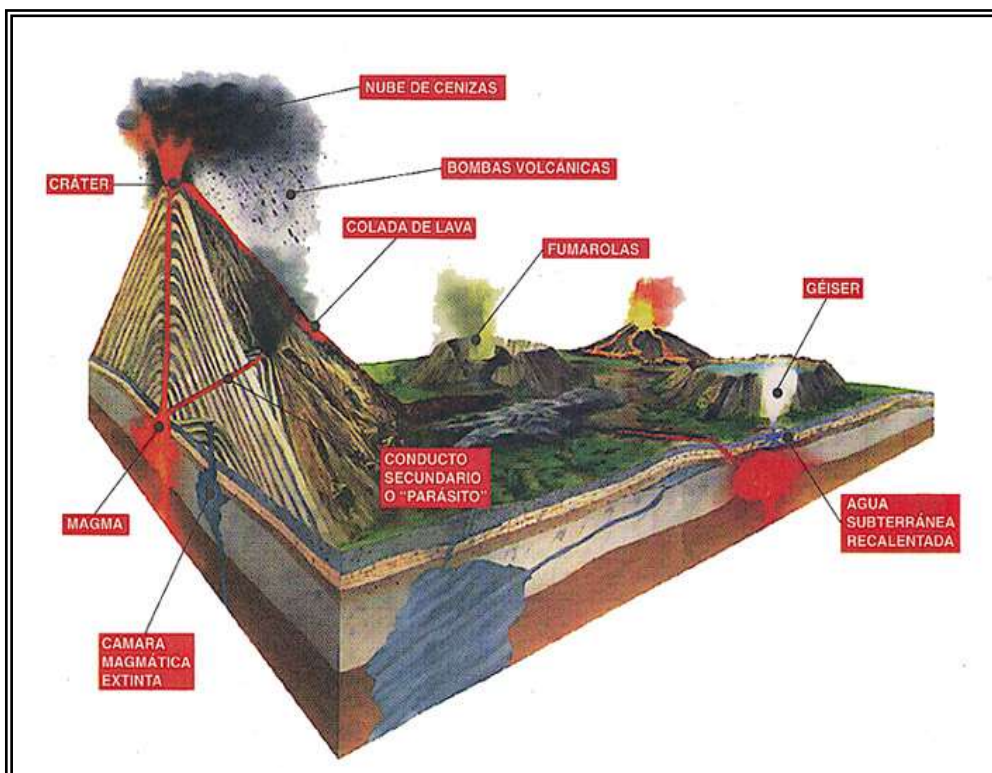


Figura 10

## VOLCANES

El término proviene del latín Vulcano, Dios del Fuego de la mitología romana. También se aplica a un relieve montañoso que se



forma por acumulación de los materiales que de ella se emiten, durante las **erupciones**. En la cumbre tienen una cavidad llamada **cráter**, formado por erupciones anteriores.

### Figura 11.

La **erupción** consiste en la salida de materiales rocosos que pueden ser fragmentos de las rocas “viejas” que conforman el **cono** o estructura del volcán, o bien “rocas nuevas”, recién formadas en la profundidad, elevadas por la presión a lo largo de la **chimenea** y arrojadas por el **cráter** en estado sólido o fundidas.

**Magma** es la roca fundida que se encuentra en la **cámara magmática** a varios kilómetros de profundidad, en la parte interna del Volcán. Cuando alcanza la superficie y se produce la **erupción**, pierde parte de los gases que lleva en solución y pasa a denominarse **Lava**, la cual puede estar en estado líquido, pastoso o casi sólido, según la composición mineralógica y la temperatura que tenga, (entre unos 700 a 1200°).

Los flujos de lava más frecuentes son: 1- “**pahoehoe**”, muy fluida por lo que al escurrir su costra solidificada toma el aspecto de una cuerda trenzada (por lo que también se le llama lava “cordada”. Durante su desplazamiento, la superficie del flujo de lava se enfría y alcanza un estado semi sólido, permitiendo la formación de una corteza plástica y que en su interior siga fluyendo la lava líquida, formando en ocasiones largos tubos o túneles. 2- “**aa**”, en cambio, se caracteriza por un enfriamiento muy rápido que resquebraja la superficie en fragmentos de borde cortante, de variado tamaño que frecuentemente se desmoronan.

Es común que, previa a una gran erupción magmática, una formación de lava muy viscosa empiece a crecer desde la **cámara magmática** y ascienda, formando en el cráter o en las faldas, una estructura en una forma de cúpula a la que se llama **domo**, que puede crecer hasta cubrir por completo al cráter.

Los materiales rocosos fragmentados emitidos por una erupción, lanzados en forma sólida o líquida, se denominan **piroclastos o tefra** cuyo tamaño depende del tipo y de la intensidad de la erupción.

Si son menores de 2mm son llamados **cenizas** y los mayores **lapilli**. Durante una erupción explosiva, el magma al alcanzar la superficie, produce grandes cantidades de gas, que traía en solución y libera enormes cantidades de energía por diversos procesos, de tal manera produce densas **columnas** eruptivas que pueden alcanzar alturas superiores a

los 20 Km.

### **Tipos de erupciones:**

Las erupciones volcánicas pueden ser clasificadas de varias maneras, de acuerdo con sus características. Una de las más tradicionales es aquella basada en los nombre de los volcanes de actividad típica o de alguna erupción históricamente famosa. Así se tienen erupción de tipo **Hawaiano** (por los volcanes de Hawai), **Stromboliano** (por el Strómboli), **Vulcaniano** (del Vulcano), **Peleano** (por el Monte Pelée), **Pliniano o Vesubiano por el Vesubio descripta por Plinio el joven en el año 79 DC.**

### **Clasificación de erupciones volcánicas**

<b>TIPO</b>	<b>CARACTERITICAS</b>
Islandiana	Erupción de fisura no explosiva de gran cantidad de lava basáltica.
Hawaiana	Similar a la Islandiana, pero con mayor actividad central.
Stromboliana	Erupciones rítmicas o continuas, más explosivas que las Hawaianas. Forman conos de escoria y piroclastos.
Vulcaniana	Explosividad moderada a violenta. Gran emisión de piroclastos y lava juvenil forma conos de cenizas y bloques.
Pelééana	Similar a la anterior pero más explosiva. Produce domos, espinas y conos de ceniza y pómez.
Pliniana	Emite grandes columnas de ceniza, lapilli y flujos piroclásticos. Las explosiones pueden formar calderas.
Ultrapliniana	Erupción extremadamente potente y destructiva.
Flujos riolíticos	Flujos de ceniza de varias centenas de Km3.

### **Formaciones asociadas a una erupción:**

#### **1.- Conos de Ceniza.**

Predominan los materiales calientes solidificados en el aire y que caen en las proximidades del centro de emisión. Las paredes de un cono no tienen pendientes muy altas, (entre 30<sup>0</sup> y 40<sup>0</sup>). Son de forma cónica, base circular y no pocas veces exceden los 300m de altura.

#### **2.- Volcanes en escudo.**

Su diámetro es mucho mayor que su altura y se forman por la acumulación sucesiva de corrientes de lava muy fluidas, por lo que son de poca altura y pendiente ligera. Ej. volcanes hawaianos e Islas Galápagos.

#### **3.- Volcanes estratificados.**

Están formados por capas de piroclastos y corrientes de lava intercaladas lo que habla de



etapas calmas y explosivas del volcán.

### **3.- Flujos de lava:**

Son lenguas o coladas de lava que pueden ser emitidas desde un cráter superior, algún cráter secundario, desde una fisura en el suelo o sobre los flancos de un volcán, e impulsadas por la gravedad; estos flujos se distribuyen sobre la superficie, según la topografía del terreno. El riesgo asociado está directamente ligado a la temperatura, composición y tipo de lava, a las pendientes del terreno y a la distribución de población.

De todo ello depende también la velocidad de avances que son muy variadas (entre 5 a 45 Km./h) p ej. erupciones islandianas o hawaianas alcanzan 30 km/h (Nyragongo en Zaire) y hasta 64 km/h (Mauna Loa en Hawai). Al ser lavas **fluidas**, pueden recorrer grandes distancias, por lo que el mayor riesgo obedece a que pueden recorrer grandes distancias aún con pendientes muy bajas. Los flujos de lavas más viscosas, se detienen cuando la pendiente del terreno es menor que el 15%, sin embargo, al irse enfriando y fragmentando los bloques, pueden generarse derrumbes o avalanchas de rocas incandescentes junto a considerables cantidades de polvo.

### **4.- Flujos piroclásticos o nubes ardientes**

Consisten en una mezcla de partículas sólidas o fundidas y gases a alta temperatura que pueden comportarse como líquido de gran movilidad (para los materiales sólidos del flujo se han medido hasta 150 m/s) cuyo poder destructivo está favorecidos por la pendiente del terreno. Frecuentemente se producen por explosión de un **domo** y la erupción da lugar a avalanchas de material caliente, que se desliza sobre los flancos del volcán hasta cerca de sus bases, asociados o no a salida de lava.

### **5.- Lahares**

Generalmente acompañan a una erupción volcánica, formados por un flujo lodoso constituido por fragmentos volcánicos fríos o calientes, material arrancado de las laderas (rocas y vegetación) todo ello mezclado con agua provenientes de: 1- las lluvias convectivas que generalmente acompañan a una erupción, 2- del derretimiento del glaciar de la cumbre (al calor de la erupción); 3- del brusco drenaje de un lago de cráter; 4- por caída de lluvias torrenciales sobre depósitos no bien consolidados o inestabilizados y 5- de los ríos cuyos valles va ocupando.

Si en la mezcla agua-sedimento del lahar hay un 40-80 % por peso de sedimento entonces el flujo es turbulento y si contiene más del 80 % por peso del sedimento, se comporta

como un flujo de escombros; si la proporción de gravas o arcillas se incrementa el flujo turbulento se convierte en laminar. Un valle angosto con alguna pendiente permitirá que un cierto volumen de lahar se mueva a gran distancia, mientras que un valle amplio y de poca pendiente originará un movimiento más lento y su detención a menor distancia.

Las velocidades y extensión de estos flujos están determinadas por las pendientes, la forma de los cauces y la relación sólidos-agua y de alguna manera por el volumen. Las velocidades más altas reportadas son aquellas alcanzadas sobre las pendientes de los volcanes. En el Monte Santa Helena p. ej. el lahar causado por la erupción del 18 de mayo de 1980 alcanzó, en sus flancos, una velocidad de más de 165 Km/hr; sin embargo, en las partes bajas del mismo, la velocidad promedio fue de 25 Km./h sobre distancias de varias decenas de Km.

**Los lahares pueden dañar poblados, agricultura y todo tipo de estructura sobre los valles, sepultando carreteras, destruyendo puentes y casas e incluso bloqueando rutas de evacuación. También forman represas y lagos que al sobrecargarse, se rompen generando un peligro adicional.**

En el Nevado El Ruiz, en Colombia, el 13 de noviembre de 1985, serie de erupciones relativamente menores y las cenizas expulsadas cayeron durante varias horas sobre el glaciar y la nieve de la cumbre, fundiéndolos y formando un lahar que, desplazándose a una velocidad media estimada en 12 m/s, arrasó la población de Armero, a 55 Km. de distancia, causando cerca de 25.000 víctimas.

## **6- Caída libre de cenizas**

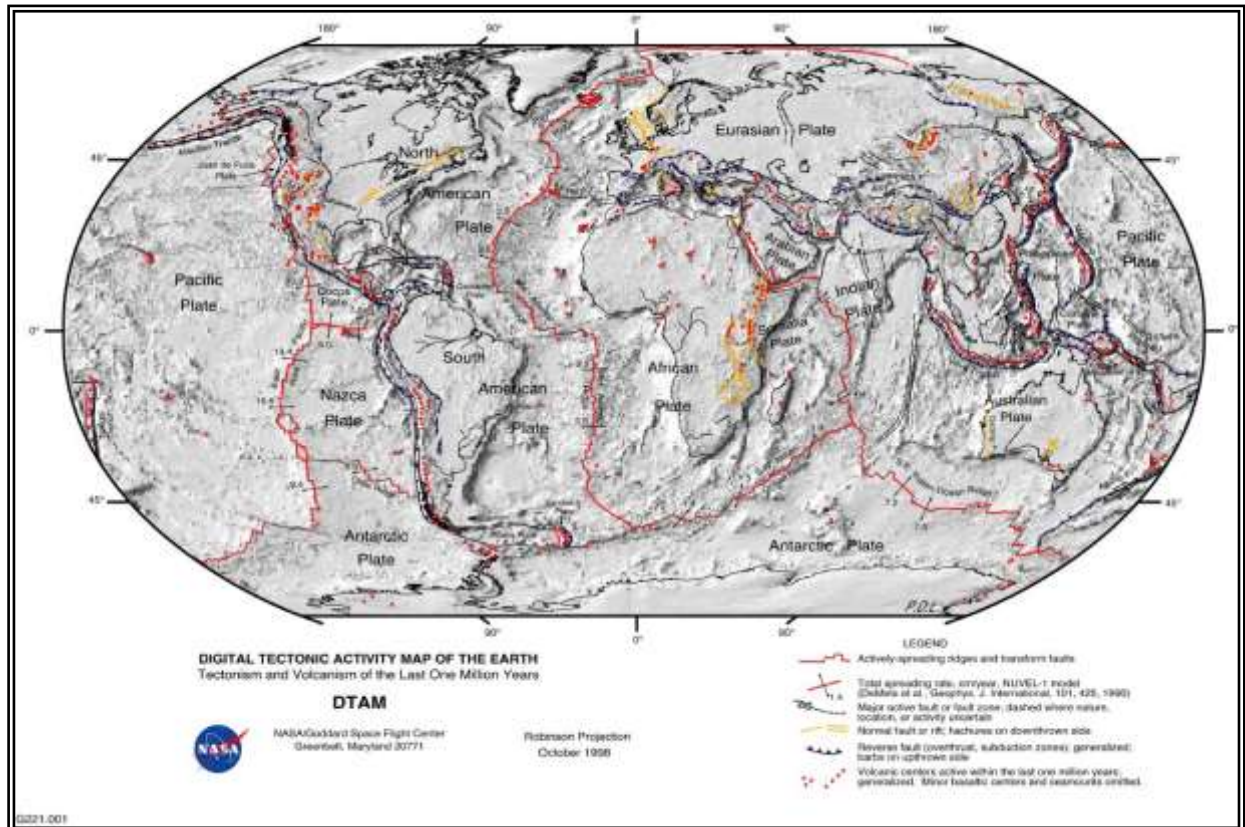
Está constituida por fragmentos piroclásticos muy pequeños, de lava fresca solidificada y a veces, de la roca de caja del volcán. Su radio de dispersión y distancia dependen de la dirección y de la velocidad del viento. Generalmente tiene un diámetro entre 1/16 mm y 2 mm. y cuando se consolidan forman una roca llamada **toba**.

**Una erupción explosiva violenta puede inyectar ceniza fina en los niveles superiores de la atmósfera y en la estratosfera. Las del volcán Krakatoa en 1883, la del Chichonal en 1982 y la del monte Pinatubo en 1991 han causado cambios atmosféricos y climáticos, ya que las partículas de ceniza formaron aerosoles, además de reducir la cantidad de rayos solares que inciden sobre la superficie terrestre.**

## **Vulcanismo y sismicidad**

Las áreas sísmicas coinciden con las volcánicas y se encuentran asociadas a:

- 1- Convergencia de placas debido a los esfuerzos de la **subducción**. En ellas se originan los **RELIEVES PLEGADOS O CORDILLERAS** (Plegamiento Andino, Alpino Himalayo);
- 2- divergencia de placas. Debido a la **expansión** del fondo oceánico, se producen grandes fallas por donde afluye **magma basáltico** que forma las dorsales Meso Oceánicas.
- 3- áreas entre placas, tal como ocurre en los Rift continentales, Hawaii y Canarias.



## ANEXO 1- ESCALAS SÍSMICAS

Escala de Mercalli	Escala de Richter
<b>I.</b> Casi nadie lo ha sentido.	<b>2,5</b> En general no sentido, pero registrado en los sismógrafos.
<b>II.</b> Muy pocas personas lo han sentido.	<b>3,5</b> Sentido por mucha gente.
<b>III.</b> Temblor notado por mucha gente que, sin embargo, no suele darse cuenta de que es un terremoto.	
<b>IV.</b> Se ha sentido en el interior de los edificios por mucha gente. Parece un camión que ha golpeado el edificio.	
<b>V.</b> Sentido por casi todos; mucha gente se despierta. Pueden verse árboles y postes oscilando.	
<b>VI.</b> Sentido por todos; mucha gente corre fuera de los edificios. Los muebles se mueven, pueden producirse pequeños daños.	<b>4,5</b> Pueden producirse algunos daños locales pequeños.
<b>VII.</b> Todo el mundo corre fuera de los edificios. Las estructuras mal construidas quedan muy dañadas; pequeños daños en el resto.	
<b>VIII.</b> Las construcciones especialmente diseñadas dañadas ligeramente, las otras se derrumban.	<b>6,0</b> Terremoto destructivo.
<b>IX.</b> Todos los edificios muy dañados, desplazamientos de muchos cimientos. Grietas apreciables en el suelo.	
<b>X.</b> Muchas construcciones destruidas. Suelo muy agrietado.	<b>7,0</b> Terremoto importante.
<b>XI.</b> Derrumbe de casi todas las construcciones. Puentes destruidos. Grietas muy amplias en el suelo.	<b>8,0</b> Grandes terremotos.
<b>XII.</b> Destrucción total. Se ven ondulaciones sobre la superficie del suelo. Se ven y voltean.	<b>o más</b>

## ANEXO 2: LA CORDILLERA SE ANGOSTA Y CRECE

### LA CORDILLERA SE ANGOSTA Y CRECE UN POCO MÁS TODOS LOS AÑOS

*GEOLOGIA: INVESTIGACION DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES*

*Esto genera miles de pequeños sismos. La causa es la presión de la corteza oceánica por debajo de la corteza continental, de tal forma que los Andes se estrechan, en promedio, 4,5 milímetros anuales. Valeria Román*

*La Cordillera de los Andes es un biombo enorme que separa a la Argentina de Chile. Sin embargo, los divide cada vez menos. Porque la cadena montañosa se eleva y se angosta a la vez. Y eso hace que la distancia entre los dos países vaya achicándose: cada año, el territorio que ocupa la ciudad de Santiago se acerca 19,4 milímetros a la Ciudad de Buenos Aires.*

*Para detallar más esta moviediza evolución, que se evidencia con los miles de pequeños terremotos que se producen, investigadores científicos del Laboratorio de Tectónica Andina de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires emprendieron la semana pasada una campaña. Van con estudiantes de geología y con subsidios de la universidad pública, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, la Fundación Antorchas y de dos empresas. Víctor Ramos, el director del laboratorio, está en la zona de la Cordillera del Viento, en Neuquén.*

*Ernesto Cristallini, con estudiantes, se encuentra casi en el límite de Neuquén con Mendoza. En tanto, Daniel Pérez hará estudios en la Cordillera de la Ramada, en San Juan. Dicen que van a hurgar en las montañas. Tomarán muestras de rocas y harán mapeos. Todo vale para ganar detalles de una cordillera, la de los Andes, que no para de modificarse desde el día en que se formó, hace unos 27 millones de años. Parece que su "na-*

*cimiento" fue hace mucho, pero hubo otros acontecimientos más antiguos aún, como el desmembramiento del supercontinente llamado Pangea.*

*América del Sur había "cortado" su unión con África y se había abierto el océano Atlántico, algo que ocurrió unos 115 millones de años atrás. El punto es que, al separarse el territorio de América del Sur del de África, se produjo un cambio en el fondo del océano Pacífico, afirmó Daniel Pérez. "Provocó -agregó- un proceso de subducción". Esto suena raro, pero no significa otra cosa que el proceso por el cual la corteza oceánica se introduce por debajo de la corteza del continente. Así, el fondo del océano Pacífico empezó a querer colarse y a ejercer tanta presión bajo la corteza de Suramérica que terminó provocando el levantamiento de la Cordillera de los Andes.*

*Por supuesto, que esa aparición no fue repentina, sino que tardó millones de años. En realidad, la aparición de la cadena montañosa no es más que el resultado de la deformación que sufrió la corteza continental por la fricción desencadenada por la corteza del Pacífico. Pero la historia no paró allí. La compresión de la corteza oceánica, que tiene un espesor de 8 kilómetros, sigue todavía. "Se mueve debajo de Suramérica unos 79 milímetros por año", contó Cristallini.*

*Por lo tanto, el levantamiento de la cordillera continúa. Por ejemplo, la sierra Pie de Palo, en San Juan, se levantó 3.000 metros durante los últimos 3 millones de años, afirmó Pérez. En promedio, la cadena montañosa se eleva 0,5 milímetro por año, pero pierde en ancho. Se angosta 4,5 milímetros por año. Esto hace que los territorios de Chile y la Argentina se vayan acercando. Entonces, a través de mediciones hechas durante los últimos años con el sistema de geoposicionamiento especial (que utiliza antenas terrestres y satélites artificiales) en colaboración con instituciones extranjeras, se midió -contó Pérez- que el territorio de Santiago se desplaza 19,4 milímetros por año. En tanto, el de Antuco, situado a 600 kilómetros al sur de Santiago, se mueve a 16,3 milímetros por año, y el territorio de Copiapó, en la región de Atacama y al norte de Chile, va a una velocidad de 22,9 milímetros por año.*

*Estos desplazamientos también se registran en San Juan, a 7,3 milímetros por año. Una de las evidencias de que los movimientos están produciéndose son, según Cristallini, "los miles de terremotos que continuamente ocurren". La mayoría no son de gran magnitud y por lo tanto no se convierten en catástrofes para la población. Sin embargo -aclaró- "son la expresión de la compresión que la corteza oceánica produce sobre el continente".*

*Clarín 21/04/2004*