



HIDROGEOLOGÍA

HIDROQUÍMICA: CONCEPTOS BÁSICOS

Dr. Ingeniero Tupak Obando R., Geólogo
Doctorado en Geología y Gestión Ambiental
Celular: 84402511
Website: <http://blogs.monografias.com/>

Managua, Marzo -2010

Representación gráfica de datos hidroquímicos

Diagrama de Schoeller-Berkaloff

- Diagrama columnar
- Escala logarítmica
- Representan iones mayoritarios en mg/l o meq/l y se unen los puntos correspondientes a cada análisis

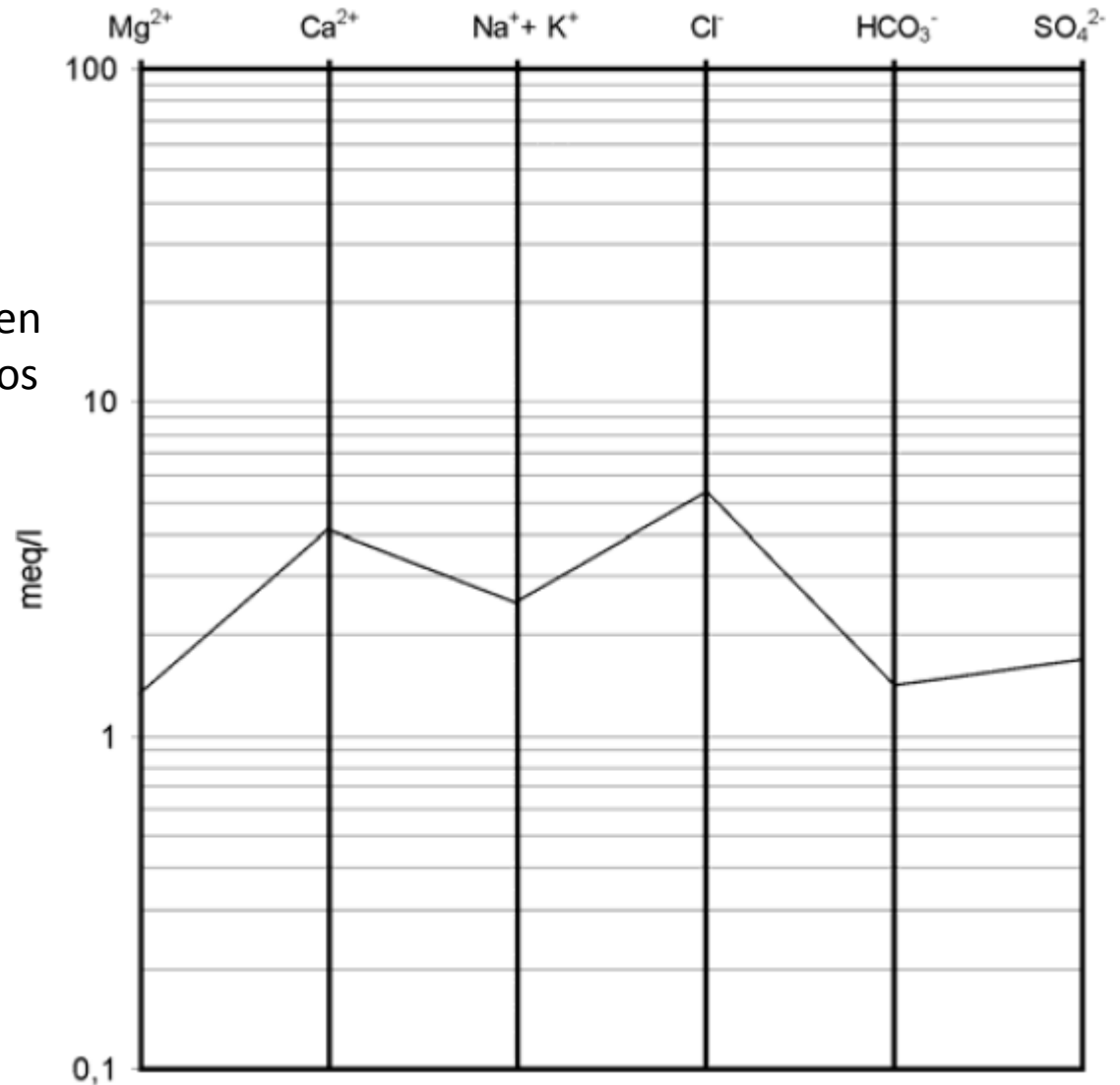


Diagrama de Piper

-Utiliza dos diagramas triangulares para los constituyentes mayoritarios, uno para los cationes y otro para los aniones, y un rombo en el centro en el que se representa un tercer punto deducido de los cationes y los aniones.

-Se representan los porcentajes de meq/l del total de cationes, por un lado y aniones por otro, de forma que podemos identificar rápidamente los iones predominantes.

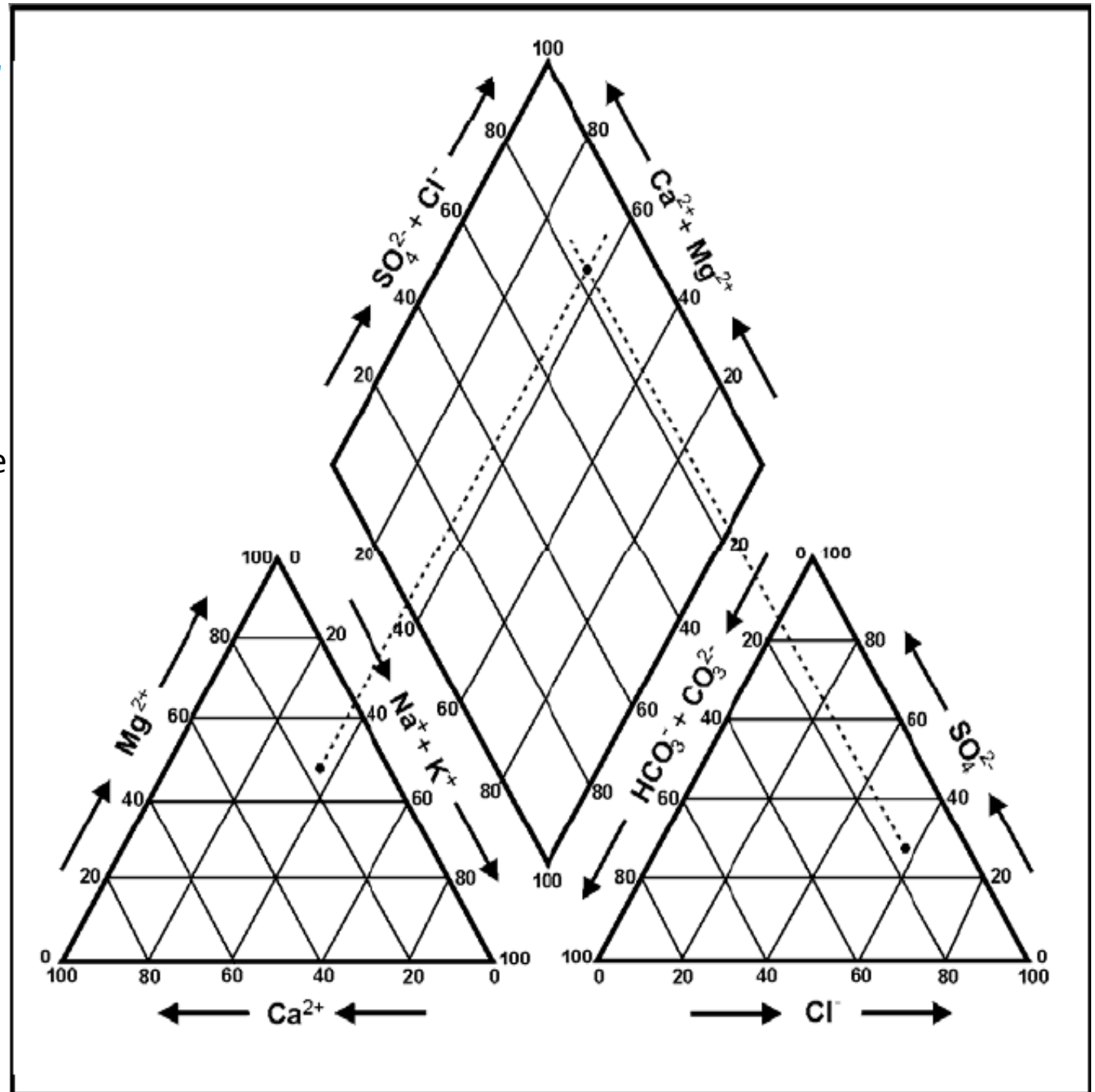
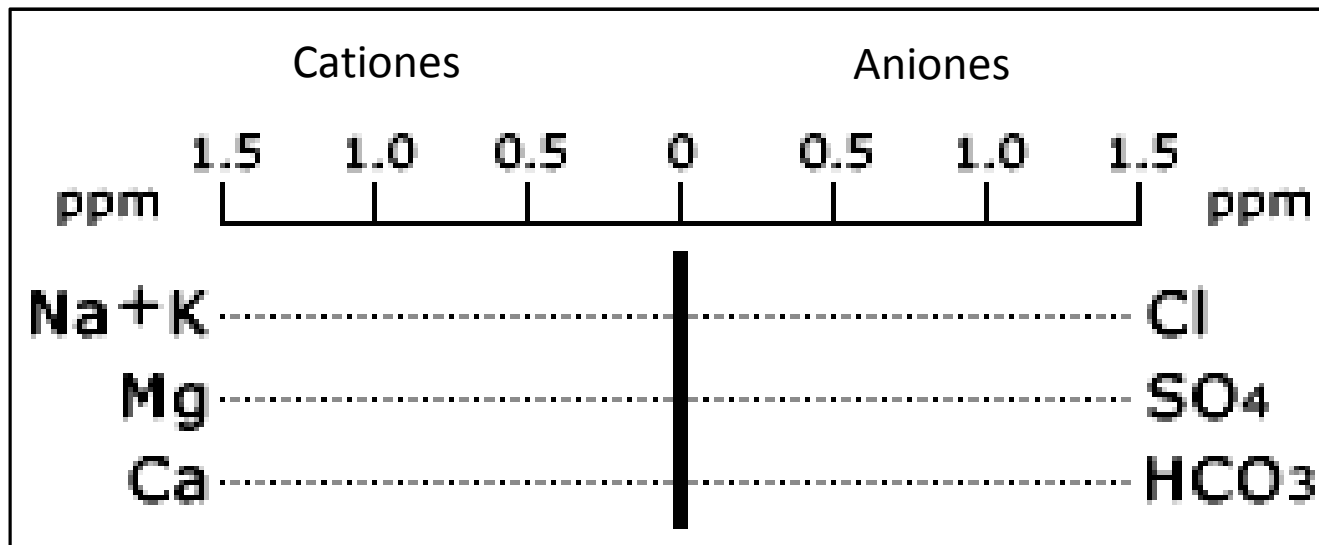


Diagrama de Stiff

Representación gráfica de los datos en forma de un polígono que se construye con tres o cuatro rectas paralelas separadas o cortadas por una normal, sobre cada recta se toma un segmento proporcional a los meq/l del ión correspondiente y se unen los extremos dando un polígono representativo



Formas de expresión de los análisis químicos

Los análisis químicos del agua se pueden expresar en unidades de peso de sustancias disueltas o en formas químicas. En cuanto a las unidades de peso las más usuales son el mg/l para los elementos mayoritarios y µg/l para los minoritarios y traza.

Como las concentraciones en el agua subterránea normalmente son pequeñas (TSD inferiores a 5000 mg/l), la densidad del agua es prácticamente igual a 1. En estas condiciones el mg/l es equivalente al ppm y el µg/l al ppb.

Otras formas químicas de expresión de los análisis de aguas son la Molalidad, número de moles de soluto en un Kg de disolvente (moles/kg ó mmoles/kg), Molaridad, número de moles de soluto en un litro de disolución (moles/litro ó mmoles/l) y la Normalidad, número de equivalentes en disolución (eq/l ó meq/l)

El paso de una a otras unidades es inmediato, para pasar de mg/l a mmoles/l sólo hay que dividir por el peso molecular de la sustancia y para pasar de mg/l a meq/l hay que dividir por el peso equivalente (peso molecular dividido por la valencia).

Los iones en el agua se combinan y reaccionan equivalente a equivalente, por tanto el nº de meq/l de los aniones debe ser igual al de los cationes y se define el error del análisis en % como:

$$Error(\%) = \frac{\Sigma cationes - \Sigma aniones}{\Sigma cationes + \Sigma aniones} \times 100$$

Donde los datos se expresan como meq/l.

El error aceptable depende del objetivo del trabajo que estemos realizando y de la salinidad de la muestra, de forma que se aceptan errores más elevados en aguas menos salinas. A título indicativo, el error no debe ser superior al 5%.

En función de la proporción relativa de los iones mayoritarios el agua se clasifica en distintos tipos o facies hidroquímicas. Si un anión supera el 50% de los meq/l respecto del total de aniones, se denomina la facies hidroquímica nombrando ese anión, de esta forma el agua será bicarbonatada, sulfatada o clorurada. Igualmente, en cuanto a los cationes, se denominan cálcica, magnésica o sódica. Si ningún anión, o catión, supera el 50% se nombran los dos más abundantes.

Transporte de sustancias en el agua subterránea

Los mecanismos que intervienen en el transporte de contaminantes en un acuífero son, los mismos que controlan el movimiento de solutos: advección, dispersión mecánica, difusión molecular, reacciones entre las sustancias y el terreno y los procesos de degradación de las sustancias transportadas.

Advección

Un contaminante que se incorpora al agua de infiltración de las precipitaciones, se moverá inicialmente de forma vertical hasta atravesar la zona no saturada del acuífero. Una vez que llega a la zona saturada se moverá siguiendo el movimiento del agua subterránea, que fundamentalmente es horizontal.

Se llama advección el proceso por el cual los solutos son transportados por el movimiento de la masa de agua subterránea que fluye. La velocidad de movimiento de la sustancia será igual a la velocidad de movimiento del agua, que definimos en el tema 3 como:

$$v_a = \frac{v_D}{m_e} = \frac{K}{m_e} \frac{dh}{dl}$$

$$Q = K \cdot A \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

Donde:

Q: caudal que pasa a través del cilindro

K: coeficiente de permeabilidad

A: área de la sección a través de la cual se produce el flujo de agua

Δh : carga hidráulica, es decir la diferencia de carga dos puntos

Δl : distancia entre los dos puntos en los que se mide la diferencia de carga hidráulica

Teniendo en cuenta que el caudal partido por la sección es una velocidad, la ley de Darcy se puede expresar:

$$v_D = k \frac{\Delta h}{\Delta l}$$

La relación $\Delta h/\Delta l$ corresponde al gradiente hidráulico, de aquí que la ecuación de Darcy también se puede expresar como:

$$v = k i$$

La velocidad obtenida de esta forma, también llamada velocidad de Darcy (v_D), no es la velocidad real del agua en el acuífero, pues Darcy no consideró que el agua no circula por toda la sección de la columna, sino por los huecos interconectados que deja la matriz sólida. Es decir la sección efectiva por donde pasa el agua es mucho menor que la sección del cilindro. Por tanto la velocidad real del agua (v_a) en los poros será la velocidad de Darcy dividida por la porosidad eficaz (m_e):

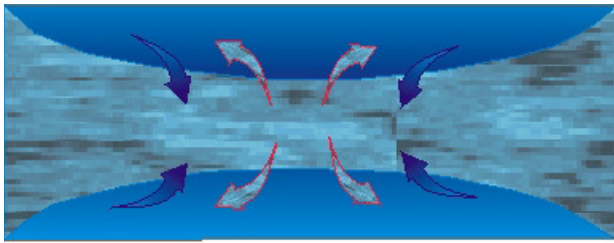
$$v_a = \frac{v_D}{m_e} = \frac{K}{m_e} \frac{dh}{dl}$$

Los factores que influyen en la permeabilidad pueden ser intrínsecos (que dependen de las características del acuífero) y extrínsecos dependen del fluido (fundamentalmente de su viscosidad y densidad). Es decir con el mismo material obtenemos diferentes valores de la permeabilidad para el agua y por ejemplo, para la gasolina. El concepto de **conductividad hidráulica** se refiere a la permeabilidad cuando el fluido es el agua. Es más correcto utilizar conductividad hidráulica que permeabilidad (porque en este último caso deberíamos indicar el fluido).

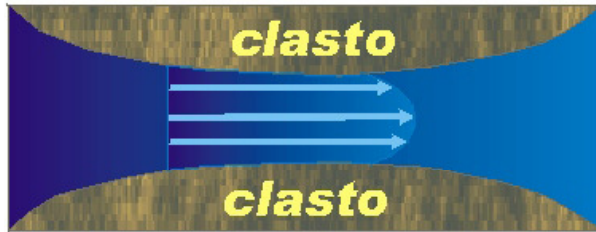
Si no existieran otros mecanismos en el transporte de masas, una contaminación puntual producida en el acuífero se desplazaría a lo largo de una línea de flujo conservando sus dimensiones originales. Sin embargo se comprueba en la realidad que el contaminante se va extendiendo y ampliando conforme se mueve con el agua subterránea formando un 'penacho' de contaminación similar al humo vertido por una chimenea. Esto se produce debido a los mecanismos de dispersión y, en menor medida, difusión.

Dispersión mecánica y difusión molecular

- Debido a que la velocidad del agua no es uniforme en cada poro, la velocidad es mayor en la parte central y menor junto a las paredes debido al rozamiento
- Debido a la diferencia en el tamaño de los poros, el agua circula más rápidamente por los poros mayores.
- El tercer proceso dispersivo está relacionado con la tortuosidad, ramificaciones e interdigitaciones de los canales entre poros.



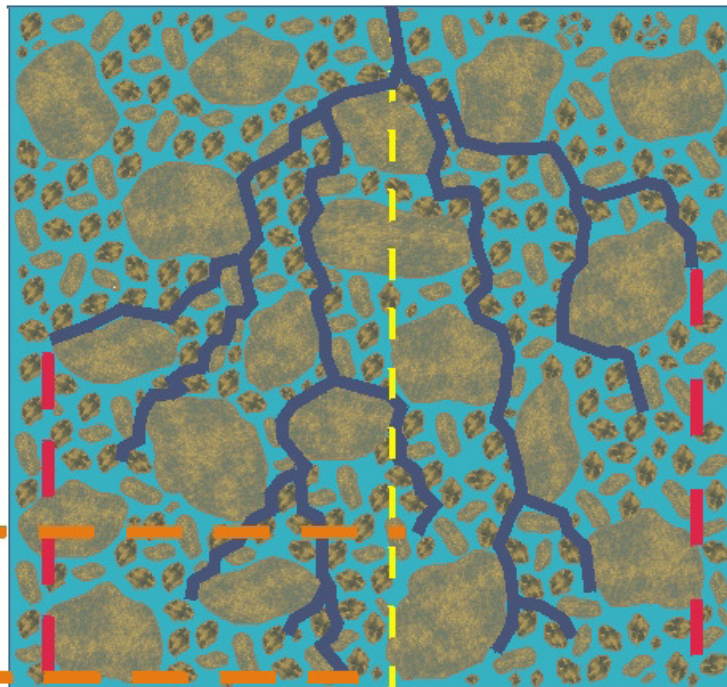
Mezcla por difusión molecular



Diferentes velocidades en un poro

recorrido medio del agua

dispersión longitudinal o frontal



punto de inyección

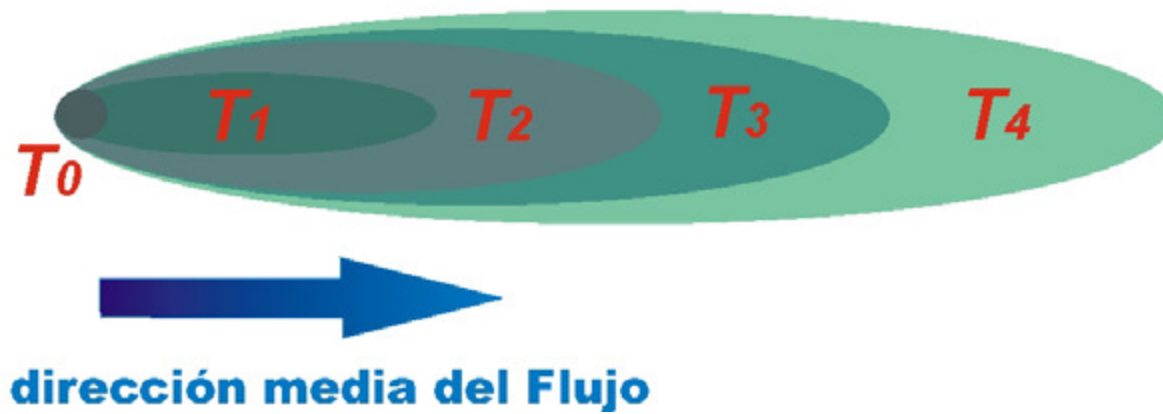
dirección media del flujo

dispersión lateral o transversal

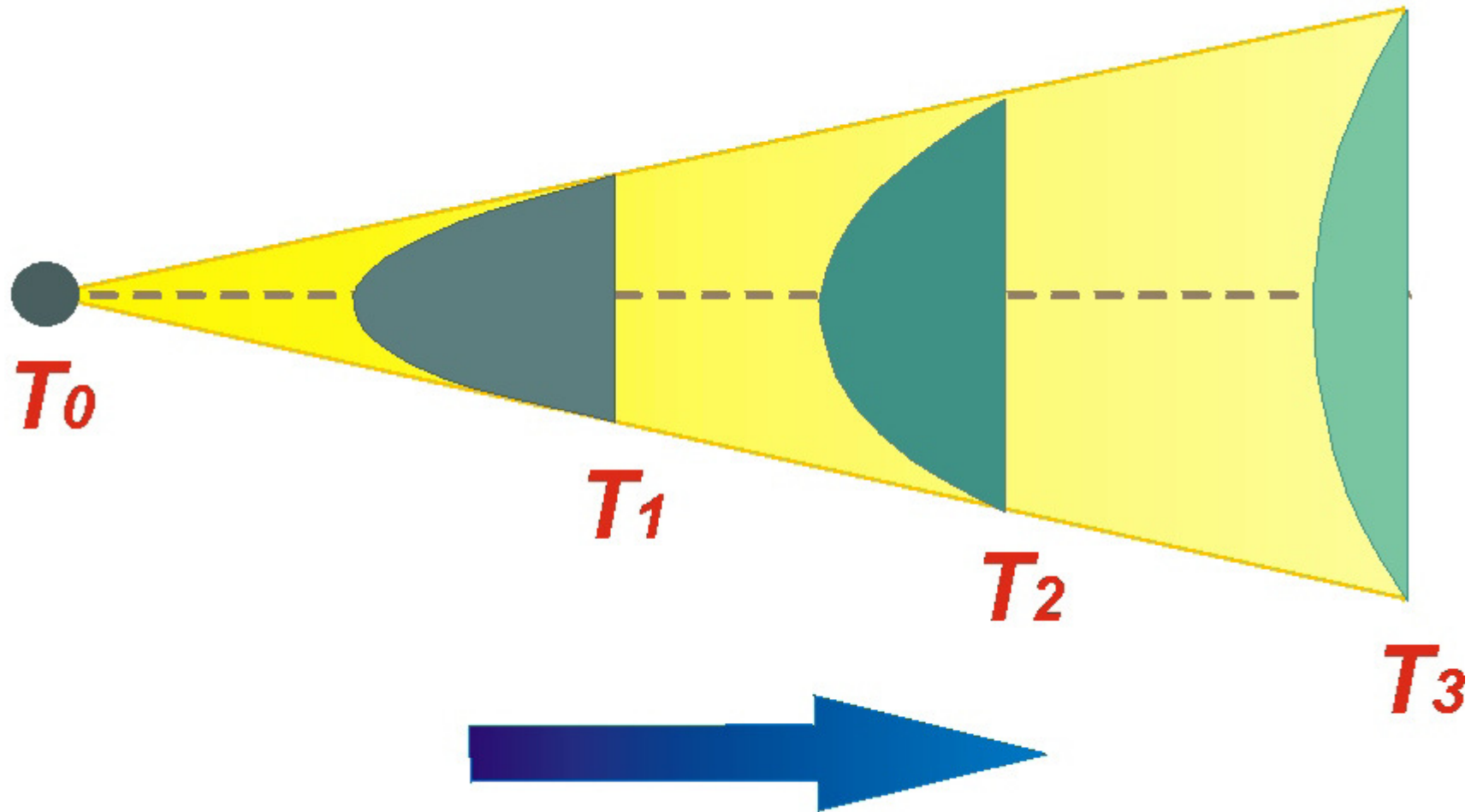
Inyección instantánea



Inyección continua



Inyección instantánea



dirección media del Flujo

GRACIAS POR SU ATENCIÓN