

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### CAUDAL

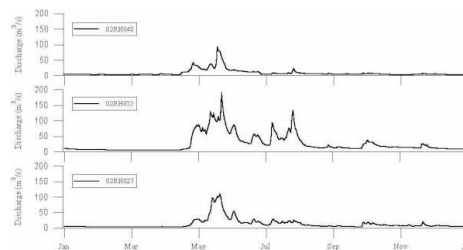


El agua que llega al canal del arroyo o río fluye de acuerdo a la pendiente de la cuenca y la cantidad que transcurre en un punto dado se denomina descarga (D). Esta puede ser cuantificada de diversas maneras, la más simple es multiplicar el área de la sección transversal al punto de medida por la velocidad del flujo medida por un objeto flotante.

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

D=descarga, W=ancho, D=profundidad media, L= distancia en que el objeto transcurre en un tiempo dado (t). El término A es un coeficiente el cual varía desde 0.8 a 0.9 dependiendo de las características sedimentológicas del curso de agua.

$$D = \frac{WDAL}{t}$$



## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

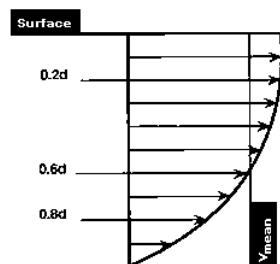
La descarga no tiene un interés directo en la mayoría de los estudios biológicos, generalmente es más importante conocer la tasa de flujo de agua en los puntos donde los animales y plantas se establecen.

Debido a ello se han desarrollado una gran variedad de correntómetros que cuantifican la tasa de flujo. Además del método mencionado, la descarga se estima multiplicando la sección transversal por la velocidad del agua medida con un correntómetro.

En la práctica, la descarga es obtenida dividiendo la sección transversal en segmentos, cuantificando la velocidad y el área para cada segmento.

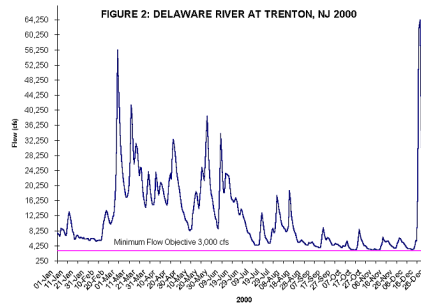
## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

La velocidad del flujo en un punto determinado del canal es inversamente proporcional al logaritmo de la profundidad, la pendiente del gradiente de velocidad en profundidad depende de las características del sedimento. La relación logarítmica entre la profundidad y la tasa de flujo es 0.6 de la profundidad. La tasa de flujo decrece rápidamente hacia el sedimento, por lo tanto cerca del fondo del cauce central pueden registrarse tasas cercanas a 0.



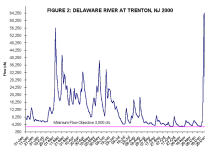
Un registro continuo de la descarga en función del tiempo se denomina hidrográfica. La hidrográfica presenta una serie de características que refleja las vías y la rapidez con la cual las entradas de la precipitación alcanzan el arroyo o el río.

## HIDROGRAFICA



El flujo base representa las entradas de agua subterránea al río. La precipitación provoca un incremento del flujo base, denominado flujo rápido (stormflow or quickflow), la forma y la magnitud de esta oscilación es de gran interés.

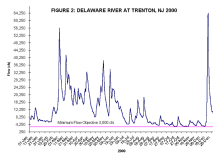
## HIDROGRAFICA



El máximo de la hidrográfica tiene una magnitud que está determinado por la severidad de la tormenta y la importancia relativa de las distintas vías en la cual el agua ingresa al arroyo.

Otro parámetro cuantificado es el tiempo que transcurre entre el centro de masa de la precipitación y el máximo de la hidrográfica.

## HIDROGRAFICA

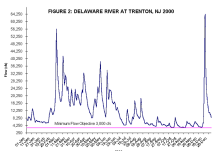


Las variaciones de la hidrográfrica entre los arroyos están condicionadas por la cantidad y distribución de las precipitaciones a través del tiempo, el tamaño y topografía de la cuenca, y las características de la vegetación y el suelo.

Una escorrentía superficial importante provoca un rápido y pronunciado incremento del caudal, lo cual esta generalmente asociado a una importante erosión de la superficie terrestre.

Aquellos suelos con una gran capacidad de infiltración por su estructura y cobertura vegetal presentan incrementos menos pronunciados de la hidrográfrica, por lo tanto el transporte de sedimento se reduce a cero.

## FRECUENCIAS DE INUNDACION



Los datos de la hidrográfrica pueden ser analizados para determinar el flujo base, el flujo total, niveles máximos o mínimos, y la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento de descarga.

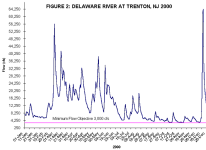
La probabilidad de inundación (P) ha recibido gran atención y puede ser analizado de diferentes maneras. La probabilidad de inundación (P) y la recurrencia promedio (T) son recíprocos ( $P=1/T$ ).

Existen diversos métodos para cuantificar P y T, el método Weibull es uno de los más utilizados. El intervalo de recurrencia (T) para un evento determinado es calculado:

## FRECUENCIAS DE INUNDACION

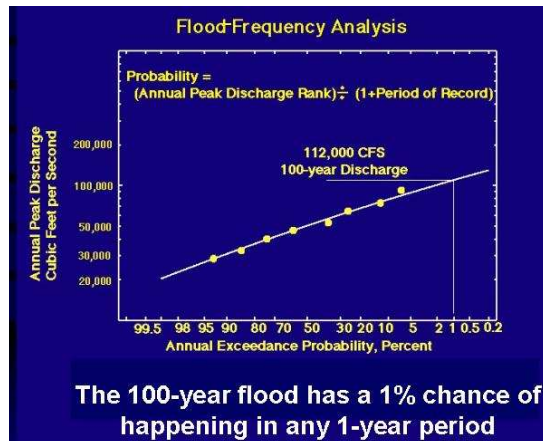
$$T = \frac{n+1}{m}$$

n es el número de años de registro y m es el rango de magnitud de la inundación. El evento más importante es registrado como m=1.



## FRECUENCIAS DE INUNDACION

$$T = \frac{n+1}{m}$$



## TRANSPORTE DE MATERIAL



La velocidad del agua y las fuerzas físicas asociadas representan el factor ambiental más importante que afecta los organismos en los sistemas lóticos.

La velocidad del agua condiciona el tamaño de las partículas del sustrato, determina las fuentes de alimento en función del desplazamiento y remoción de nutrientes o del propio alimento, y obviamente representa una fuerza física a la cual los organismos se han adaptado para poder mantenerse en la columna de agua o en la superficie del sustrato.

Los efectos del flujo de agua en la biota son muy complejos no solamente por su cuantificación, sino por las diferencias en el tamaño, forma y hábito de los diferentes organismos.

## TRANSPORTE DE MATERIAL



La cantidad de material que es transportado en forma disuelta o sólida depende de las características de la cuenca, la litología e hidrología. En regiones secas, el sedimento representa más del 90% de la carga, mientras que la contribución de solutos excede la carga de sedimentos en áreas con una gran precipitación.

El número de Reynolds es un parámetro de gran importancia biológica que brinda un aproximación al tipo de flujo en un punto determinado.

TRANSPORTE DE MATERIAL

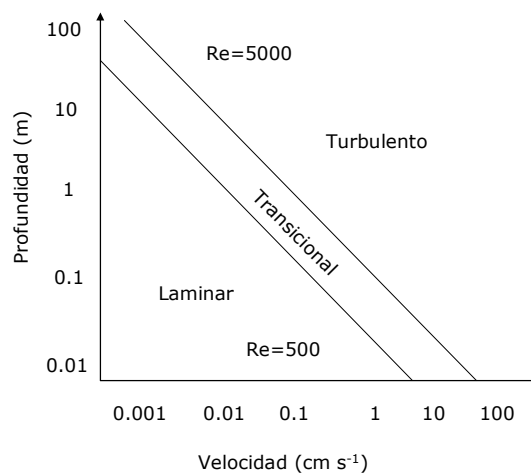
$$Re = \frac{UL}{\nu}$$

U= velocidad del fluido en (m.s<sup>-1</sup>)

L= largo de la escala (m)

$\nu$ = viscosidad cinemática (1.004x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> para una temperatura de 20 C).

TRANSPORTE DE MATERIAL



## TRANSPORTE DE MATERIAL

Re puede ser estimado para el canal del arroyo o para un organismo individual. Re para el canal de un río puede ser calculado a partir de la velocidad media ( $m \cdot s^{-1}$ ) y la profundidad del agua (m).

Tal como se presenta en la transparencia, el flujo turbulento es característico de canales de ríos y arroyos. El flujo laminar requiere de una velocidad muy por debajo de los  $10 \text{ cm s}^{-1}$ , especialmente si la profundidad excede 0.1 m.

Para partículas u organismos, L es aproximadamente el largo del elemento que esta expuesto en dirección de la corriente.

## RELACIONES ENTRE LA DESCARGA Y LA GEOMETRIA HIDRAULICA

Los ríos generalmente aumentan de tamaño aguas abajo, debido a la adición de agua por los tributarios o por el agua subterránea.

Desde que la descarga  $Q=WDU$ , cualquier incremento en la descarga puede resultar en un aumento del ancho, la profundidad, velocidad o una combinación de estas.

La geometría hidráulica, definida por Leopold y Maddock (1953) describe la relación entre las características hidráulicas, principalmente, ancho, profundidad, velocidad y descarga.





## MATERIALES DEL LECHO



Para el análisis físico del tamaño de las partículas es frecuente utilizar la escala modificada de Wentworth, en esta escala los datos son registrados en una escala lineal phi (logaritmo negativo en base 2 de la partícula menor en cada grupo de tamaño).

Es evidente que el tamaño medio de las partículas decrece aguas abajo y se observa una correlación entre el tamaño de la partícula y la pendiente.

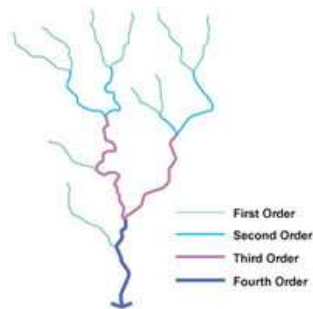
Obviamente que la distancia a la cual una partícula puede trasladarse depende de su composición. El granito puede desplazarse más fácilmente que el basalto y la caliza con relación a la cuarzita, otro aspecto muy importante es el grado de desgaste que presenten los materiales antes y después de formar parte del cauce.

El tamaño de la partícula que puede ser erosionado y transportado es función de la velocidad de corriente.

## MORFOLOGIA DE LOS SISTEMAS LOTICOS

La idea del análisis del drenaje fue propuesta por R. Horton y consiste en el estudio de la relación entre el largo del curso de agua y su orden.

Este último término es una medida de la posición del arroyo o río en la jerarquía de los tributarios. Un arroyo de primer orden no tiene tributarios, pero si se encuentran dos de estos cursos se origina un arroyo de segundo orden.

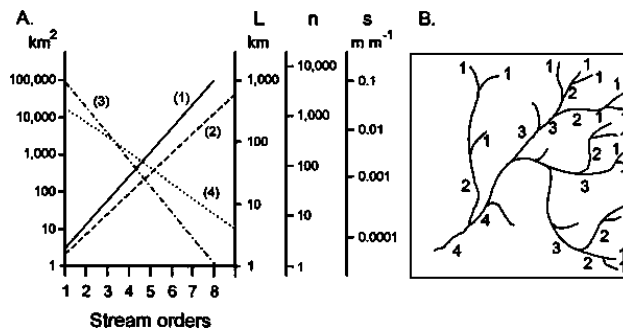


**MORFOLOGIA DE LOS SISTEMAS LOTICOS**

$$L = 1.4 * A^m$$

Cuando se unen dos de segundo orden se origina uno de tercer orden, la unión con otros tributarios que son de un orden menor al curso que recibe el aporte no incrementa el orden del arroyo o río.

En otros términos, si un río de tercer orden recibe el aporte de cursos de primer orden o de segundo orden no se transforma en un río de cuarto orden. Para pequeños arroyos como para grande ríos existe una relación entre el largo del curso (L) y el área de drenaje (A).



**PERFILES DE RIOS**



La mayoría de los arroyos y ríos presentan una clara variación horizontal de los perfiles de los márgenes. Estos son muy fuertes en las nacientes y menores aguas abajo, resultando en un perfil cóncavo longitudinal.

A lo largo del río, el tamaño de las partículas de la cuenca presenta una variación de materiales gruesos aguas arriba a materiales finos aguas abajo. La variación en la velocidad del agua es uno de los factores que inciden.

El coeficiente más común utilizado es el índice de sinuosidad (SI)

$$SI = \frac{TD}{DD}$$

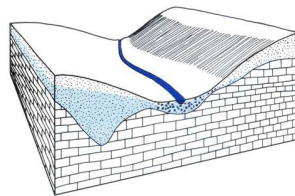
### SINUOSIDAD



TD=CHANNEL (THALWEG) DISTANCE

DD=DOWNVALLEY DISTANCE

Cursos meandrosos se clasifican a aquellos que presentan un SI más grande a 1.5. El flujo a través de un meandro origina un patrón predecible y provoca regiones regulares de erosión y depositación.



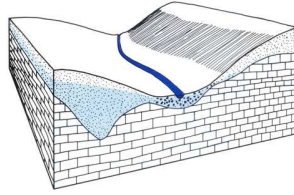
### LLANURAS DE INUNDACION

Los canales de ríos, se autoforman y se autoajustan influenciados por la forma del valle.

El área plana cerca del río es la llanura moderna, construida por el río en el clima presente e inundada en períodos de alta descarga.

Teniendo en cuenta el movimiento lateral de los bancos debido a la erosión y depositación, el canal puede haber ocupado otras posiciones del valle en el pasado reciente.

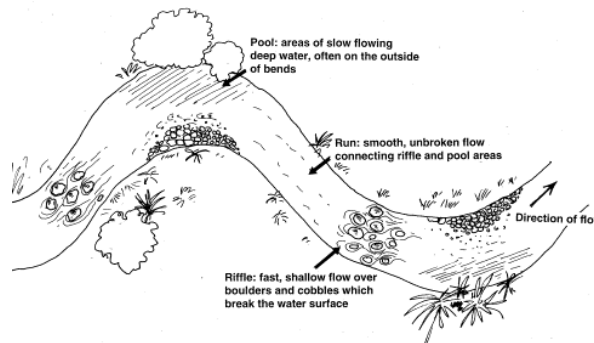
Las antiguas terrazas pueden ser reconocidos por sus depósitos y vegetación.



LLANURAS DE INUNDACION

Cambios climáticos o en las condiciones de las cuenca, el río puede aumentar su nivel (agradación) o disminuirlo (degradación). En esta última circunstancia la vieja llanura de inundación del río abandonado permanece como una terraza.

SECUENCIAS CHARCOS-RAPIDOS (POOL-RIFFLE).

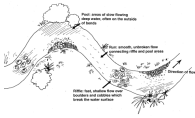


En una escala pequeña los ríos y arroyos presentan una alternancia más o menos regular entre áreas someras de gran velocidad con un sustrato con partículas de gran tamaño denominadas riffles, y áreas más profundas de menos velocidad y con sedimento más fino denominada pools.

**SECUENCIAS  
CHARCOS-  
RAPIDOS  
(POOL-  
RIFFLE).**

---

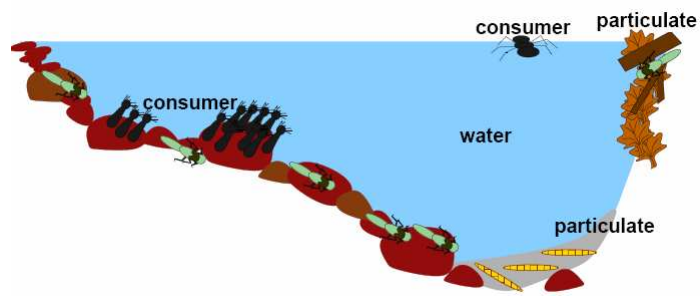
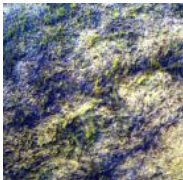
Estas secuencias es el resultado de una selección de partículas y requiere de un amplio rango de sedimento para desarrollarse. En sistemas lénticos con sustratos arenosos no se observa la mencionada secuencia.



**SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES**

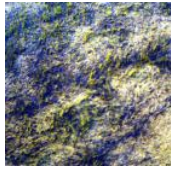
**PRINCIPALES  
ACTORES**

---



## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### PRODUCTORES PRIMARIOS



Los productores primarios en los sistemas lóticos incluye algas, briófitas y plantas vasculares.

Las algas bentónicas son los productores primarios dominantes en la mayoría de los arroyos, desarrollándose sobre cualquier tipo de superficie.

Las microalgas bentónicas incluye diatomeas, algas verdes no filamentosas y algas verdeazules.

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### PRODUCTORES PRIMARIOS



En sistemas de aguas dulces, el término macroalgas se aplica a clorofitas filamentosas y taloides, algunas algas verde-azules, algas rojas y otras algas como *Chara* y *Vaucheria*.

El perifiton se encuentra integrado por algas, detritus, bacterias, protozoarios y materia inorgánica.

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### PRODUCTORES PRIMARIOS



Las poblaciones de briofitas (musgos) generan una sustancial proporción de la producción autotrófica en arroyos pequeños e hidrológicamente estables.

En la mayoría de los ríos estos grupos se distribuyen en parches y concentrados en sustratos grandes y estables.

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### PRODUCTORES PRIMARIOS



Las macrófitas o hidrófitas (plantas vasculares) son componentes extremadamente importantes en zonas litorales de lagos y pueden ser los productores primarios dominantes en grandes ríos.

Arroyos en zonas agrícolas presentan un considerable crecimiento de macrófitas y su biomasa puede exceder las de otros productores primarios.

Los briófitas y las macrófitas son menos consumidas directamente en relación al perifiton, sin embargo es un importante zona de hábitat y fuente de detritos para los invertebrados.



## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

### PRODUCTORES SECUNDARIOS



Los consumidores primarios (herbívoros) incluyen varios grupos taxonómicos, pero los insectos, moluscos, crustáceos y peces son los más importantes.

Los gasterópodos, tricópteros y efemerópteros son importantes consumidores del bentos, sin embargo los quironómidos (dípteros) pueden ser también muy importantes debido a sus elevadas densidades y tiempo de generación cortos.

Dentro de los peces se destacan los ciprínidos y loricáridos.

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

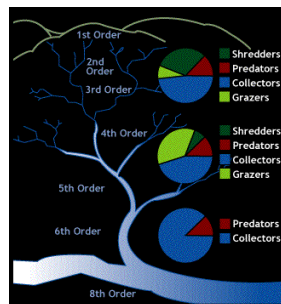
### PRODUCTORES SECUNDARIOS



Los consumidores secundarios y terciarios (depredadores) están representados por varios taxa de invertebrados (plecópteros) y vertebrados (varios taxa de peces).

## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES

Desde el punto de vista trófico, en la década de los 70 se desarrollo el concepto de grupos funcionales de alimentación (FFG), el cual establece la manera en que se obtiene el alimento. Los cuatro FFG son raspadores, colectores, fragmentadores y predadores.



## SISTEMAS DE AGUAS CORRIENTES



En ecología una gran variedad de comunidades han sido analizadas como un continuo de poblaciones agregadas que se alternan en distintas secciones de gradientes ambientales.

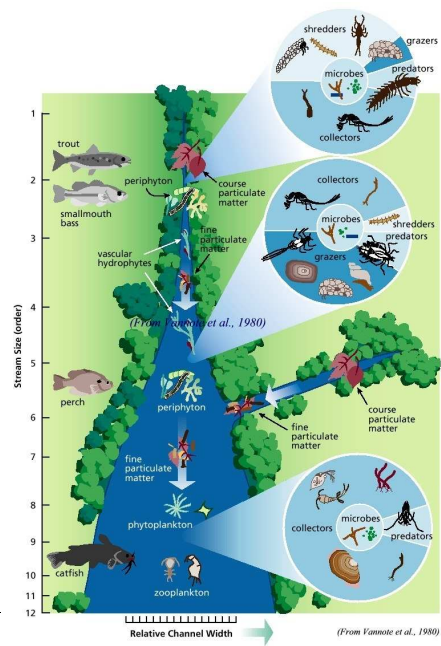
Esta conceptualización es particularmente apropiada para el estudio de los ríos y arroyos los cuales cuentan con un conjunto de poblaciones que responden, mediante su ocurrencia o variaciones en la abundancia relativa a los gradientes físicos.

El desarrollo de esta idea básica ha dado lugar a un interesante marco de trabajo que se conoce con el nombre de **River Continuum Concept** el cual describe la estructura y el funcionamiento de las comunidades a lo largo de un río.

El concepto propone analizar las estrategias biológicas y dinámica del río bajo la consideración de un gradiente de factores físicos que se dan lugar en un sistema lótico.

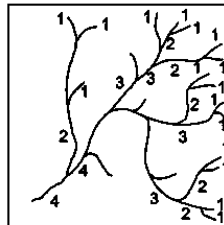
Desde las nacientes hasta la desembocadura las variables físicas presentan un gradiente continuo como la profundidad, el ancho del curso, la profundidad, la velocidad del flujo de agua, temperatura, entre otros.

El concepto establece que la organización biológica del río esta conformada estructural y funcionalmente en relación a la disipación de energía del sistema físico.



Basado en la consideración del tamaño del río, se analiza las comunidades y funcionamiento en tres grandes categorías: a) órdenes 1-3 (nacientes), b) 4-6 sección media de la mayoría de los ríos y c) grandes ríos (mayor de 6).

## FUNCIONAMIENTO



## FUNCIONAMIENTO

---



Las nacientes de los ríos están fuertemente condicionados por la vegetación riparia la cual reduce por su sombra la producción autotrófica y contribuye con una gran cantidad de detritos alóctonos.

En los tramos medios, la reducción de la importancia de la entrada de materia orgánica de origen terrestre es acompañada por un incremento de la producción primaria autóctona y por un transporte de materia orgánica desde aguas arriba.

## FUNCIONAMIENTO

---



Este cambio que depende del tamaño de la sección media del río, de la producción primaria de las hidrófitas y microalgas, se identifica en el cambio en el cociente entre producción primaria bruta versus respiración de la comunidad.

En otros términos se pasa de un sistema heterotrófico a un sistema autotrófico condicionado fundamentalmente por el grado de sombra. En bosques caducifolios o de coníferas, la transición es probablemente en grado 3.

## FUNCIONAMIENTO



En zonas donde la vegetación riparia esta limitada (ríos de zonas secas o de grandes altitudes) este cambio puede ocurrir en un orden 1.

Los grandes ríos reciben grandes cantidades de materia orgánica finamente particulada de la descomposición agua arriba de hojas y otros desechos vegetales, el efecto de la vegetación riparia en estas secciones se hace menor pero indirectamente la producción primaria es limitada por la profundidad y turbidez. En estos casos  $P/R < 1$ .

## FUNCIONAMIENTO



Las adaptaciones morfológicas y comportamentales de los invertebrados reflejan la variaciones de la fuente de alimento en relación al tamaño del río.

Los fragmentadores utilizan la materia groseramente particulada, como los desechos vegetales, los cuales tienen una importante biomasa microbiana asociada.

Los colectores filtran desde el agua o el sedimento la materia finamente particulada. Al igual que los fragmentadores este grupo depende de la biomasa microbiana asociada a las partículas finas y a los productos del metabolismo microbiano.

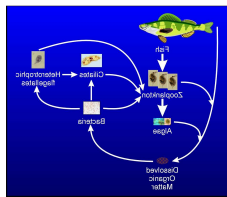
## FUNCIONAMIENTO



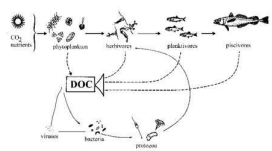
Los raspadores están principalmente adaptados para alimentarse de las algas fijadas a los sustratos, por lo tanto este grupo predomina en tramos medios con una mayor producción primaria y un  $P/R > 1$ .

Los fragmentadores son más abundantes al igual que los colectores en las nacientes, asociado a un mayor aporte de CPOM y FPOM de origen ripario.

Con el tamaño del río y la reducción del tamaño de la partícula los colectores se incrementan.



## FUNCIONAMIENTO



Los predadores presentan pequeños cambios en relación al orden.

Una completa caracterización de la trama trófica y de las relaciones tróficas en los sistemas lóticos debe incluir el análisis de la trama trófica microbiana o loop microbiano.

La biomasa microbiana que se forma a partir de la asimilación de DOC es consumida por los protozoarios y micro-metazoarios y posteriormente por los macro-metazoarios.

En sistemas lénticos el componente microbiano es de gran importancia, procesa las grandes cantidades de DOC, FPOM y CPOM presentes en estos ecosistemas.

## FUNCIONAMIENTO



La estabilidad de un río o arroyo es entendida como la tendencia a la reducción de las fluctuaciones del flujo de energía, permaneciendo estable la estructura y la función con relación a los cambios ambientales.

En sistemas con una alta estabilidad en la estructura física, la diversidad biótica puede ser baja y mantenerse la estabilidad del sistema. En sentido inverso, sistemas con importantes variaciones físicas solo una alta diversidad específica o una gran complejidad y acoplamiento de la función de las especies mantienen la estabilidad.

## FUNCIONAMIENTO



En las nacientes la diversidad de las comunidades puede ser baja y estar integradas por un conjunto de especies que sobreviven en un estrecho rango de temperatura y régimen alimenticio, la estabilidad en este sistema puede ser mantenida por la baja amplitud diaria y anual del régimen de temperatura.

La diversidad es mayor en el tramo medio donde la variación de temperatura se incrementa, la alta diversidad biótica disminuye la influencia de la amplia variación de temperatura.

## FUNCIONAMIENTO



En la regulación de la trama trófica se consideran factores físicos y bióticos.

Dentro de las interacciones tróficas, el control bottom-up implica que todos los niveles tróficos se encuentran limitados por el alimento, generalmente productores primarios. El control top-down designa la regulación de la trama trófica desde los niveles más altos.

El peso relativo de los efectos top-down u bottom-up son difíciles de generalizar en los sistemas lóticos.

El control dual aparece como el sistema más adecuado para predecir la estructura de la trama trófica.

## FUNCIONAMIENTO



Como resultado de los disturbios a los que están sometidos los sistemas lóticos, las tramas tróficas (principalmente bentónicas) tienen pocas conexiones con relación a otros sistemas. El alto grado de omnivoría puede compensar la reducida conectividad.

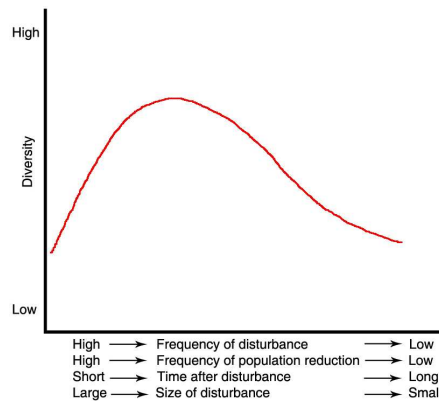
La frecuencia de disturbio podría explicar la escasa especificidad entre las microalgas bentónicas y los herbívoros, comparado con los sistemas terrestres.

Una explicación alternativa es que los herbívoros acuáticos tienen ciclos de vida más largos que las microalgas lo cual impide la selectividad.



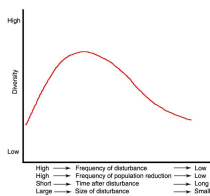
El nivel de disturbio determina la diversidad en un ambiente determinado, el término disturbio se refiere a cambio y no necesariamente implica la intervención del hombre.

### HIPOTESIS DEL DISTURBIO INTERMEDIO



El nivel de disturbio determina la diversidad en un ambiente determinado, el término disturbio se refiere a cambio y no necesariamente implica la intervención del hombre.

### HIPOTESIS DEL DISTURBIO INTERMEDIO



La máxima diversidad se registra en un nivel intermedio de disturbio, por lo tanto existe un balance entre la heterogeneidad (en el tiempo y el espacio) y las características estructurales de la comunidad.

Esto conlleva que la imposición de un flujo de agua controlado puede afectar la diversidad de las comunidades al alterar un cambio del nivel de disturbio.

## HIPOTESIS DE LA DISCONTINUIDAD SERIADA

De acuerdo a la hipótesis del continuo las comunidades se organizan espacialmente de acuerdo a la variación de las propiedades físicas y químicas del sistema, en consecuencia las diferentes comunidades también presentan un continuo en algunos de sus atributos o propiedades; la construcción de una represa crea una discontinuidad.

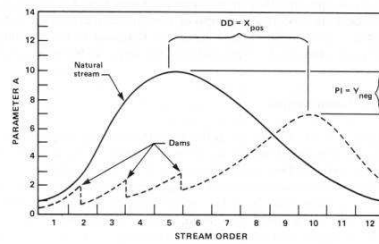


Figure 3. Theoretical framework for conceptualizing the influence of impoundment on ecological parameters in a river system. Discontinuity distance (DD) is the downstream (positive) or upstream (negative) shift of a parameter a given distance (X) due to stream regulation. PI is a measure of the difference in the parameter intensity attributed to stream regulation. See text for further explanation.

Estas condiciones alteradas por la construcción de una presa son reestablecidas aguas abajo, estas generalmente se identifican y se cuantifican en términos de la distancia en que existe una recuperación de las características estudiadas.

## HIPOTESIS DE LA DISCONTINUIDAD SERIADA

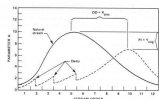


Figure 3. Theoretical framework for conceptualizing the influence of impoundment on ecological parameters in a river system. Discontinuity distance (DD) is the downstream (positive) or upstream (negative) shift of a parameter a given distance (X) due to stream regulation. PI is a measure of the difference in the parameter intensity attributed to stream regulation. See text for further explanation.

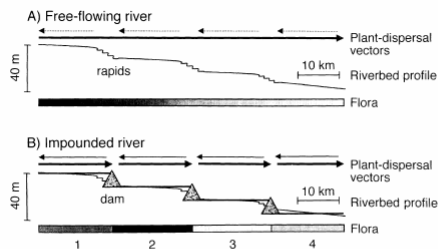


Figure 1-2. Hypothesized relationships between plant-dispersal vectors, riverbed profile, and composition of the riparian flora in free-flowing versus impounded rivers. (A) The flora in the free-flowing river is hypothesized to describe a gradual change downstream, whereas (B) in the regulated river, each impoundment is projected to develop an individual flora (denoted 1-4). (From Jansson et al., 2000a, copyright © Ecological Society of America; reprinted by permission.)

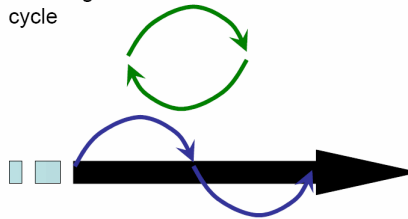
En sistemas cerrados, como lagos, los nutrientes son reciclados, son incorporados por la biota quedando nuevamente en el medio gracias a los procesos de descomposición.

En un arroyo o río , el ciclo de nutrientes es continuamente desplazado aguas abajo originado una espiral.

### HIPOTESIS DEL ESPIRAL DE NUTRIENTES

#### The basic idea

- Discharge deforms or stretches nutrient cycle



But this is more than just a pretty concept....

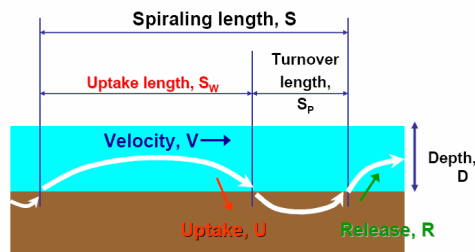
De acuerdo a esta hipótesis es posible cuantificar la distancia que un nutriente determinado retorna a su estado original (el largo del espiral). Procesos físico-químicos como la adsorción de fósforo al sedimento, régimen hidrológico, asimilación por autótrofos y la propia comunidad de heterótrofos condicionan las variaciones y dinámica del espiral de nutrientes.

### HIPOTESIS DEL ESPIRAL DE NUTRIENTES

#### Nutrient spiraling

Defining, measuring nutrient spiraling

- $S = S_w + S_p$ 
  - $S_w$  = uptake length
    - average distance a nutrient molecule travels downstream in dissolved form
  - $S_p$  = turnover length
    - average distance a nutrient molecule travels downstream in particulate form



Newbold et al. 1981, Webster ....

## HIPOTESIS DE LOS PULSOS DE INUNDACION



Existe una estrecha vinculación entre los procesos que ocurren en el canal del sistema lóxico y su llanura de inundación asociada.

Los ciclos naturales de inundación condicionan el aporte de nutrientes y materia orgánica al cauce.

Los ciclos de las especies (por ej. Peces) se encuentran totalmente acoplados a estos ciclos de inundación, existen varios ejemplos donde la ubicación de las ovas tiene lugar en zonas inundables.

Esta hipótesis predice que el canal principal y su llanura de inundación deben considerarse una sólo unidad, la separación de estos componentes altera drásticamente el funcionamiento de los ríos.

## HIPOTESIS DE LOS PULSOS DE INUNDACION

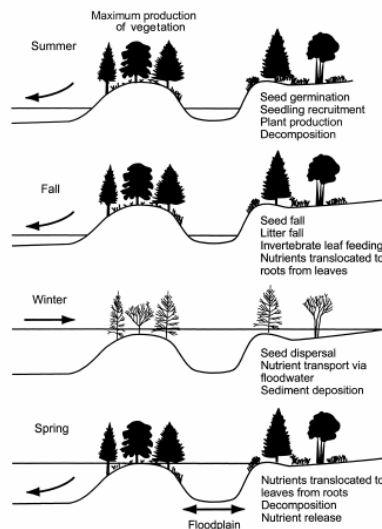


Figure 1-1. Flood pulsing across a forested floodplain in various seasons in North America, related functional dynamics and biotic adaptations. (Adapted from Bayley, 1991, as derived from Junk et al., 1989, in Middleton, 1993b.)