

TEMA 6.- LA CUENCA HIDROGRÁFICA.

- Definición de cuenca, cauce, caudal y régimen.
- Morfometría de cuencas.
- Patrones de drenaje.
- Hidrogramas. Características generales.
- Modelos hidrográficos mundiales y regionales.

Definición de cuenca, cauce, caudal y régimen.

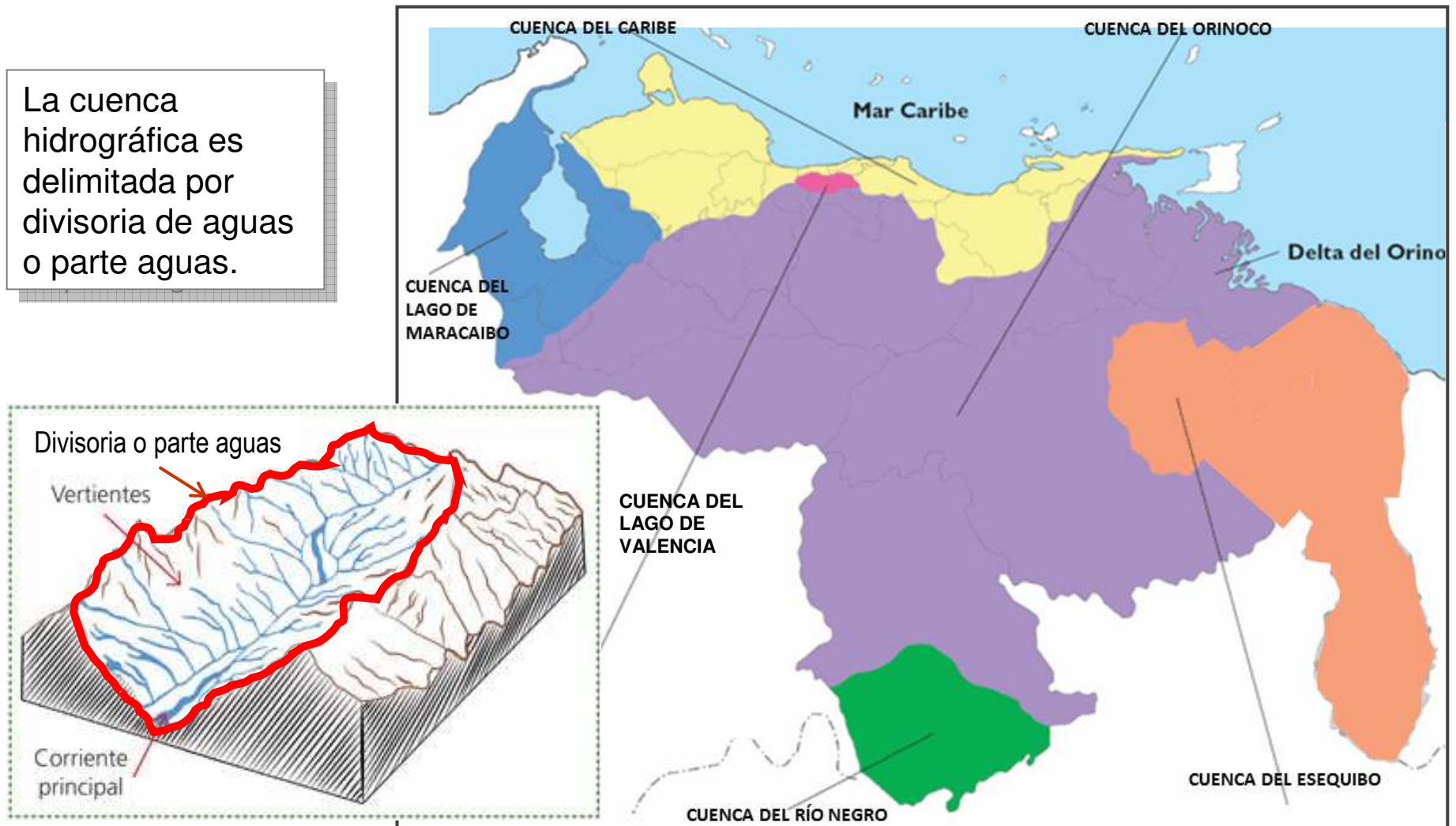
Cuenca

- Una cuenca hidrográfica es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural.
- Una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas.
- La cuenca hidrográfica se diferencia de la cuenca hidrológica porque en que la primera se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos).

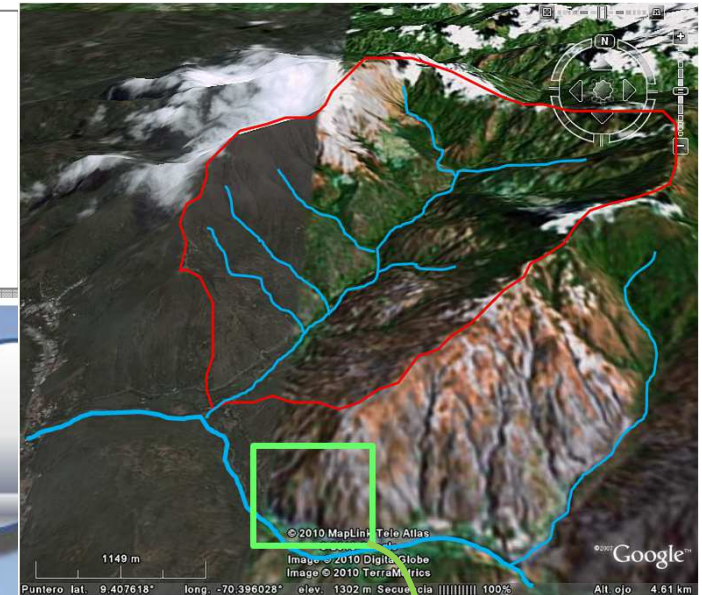
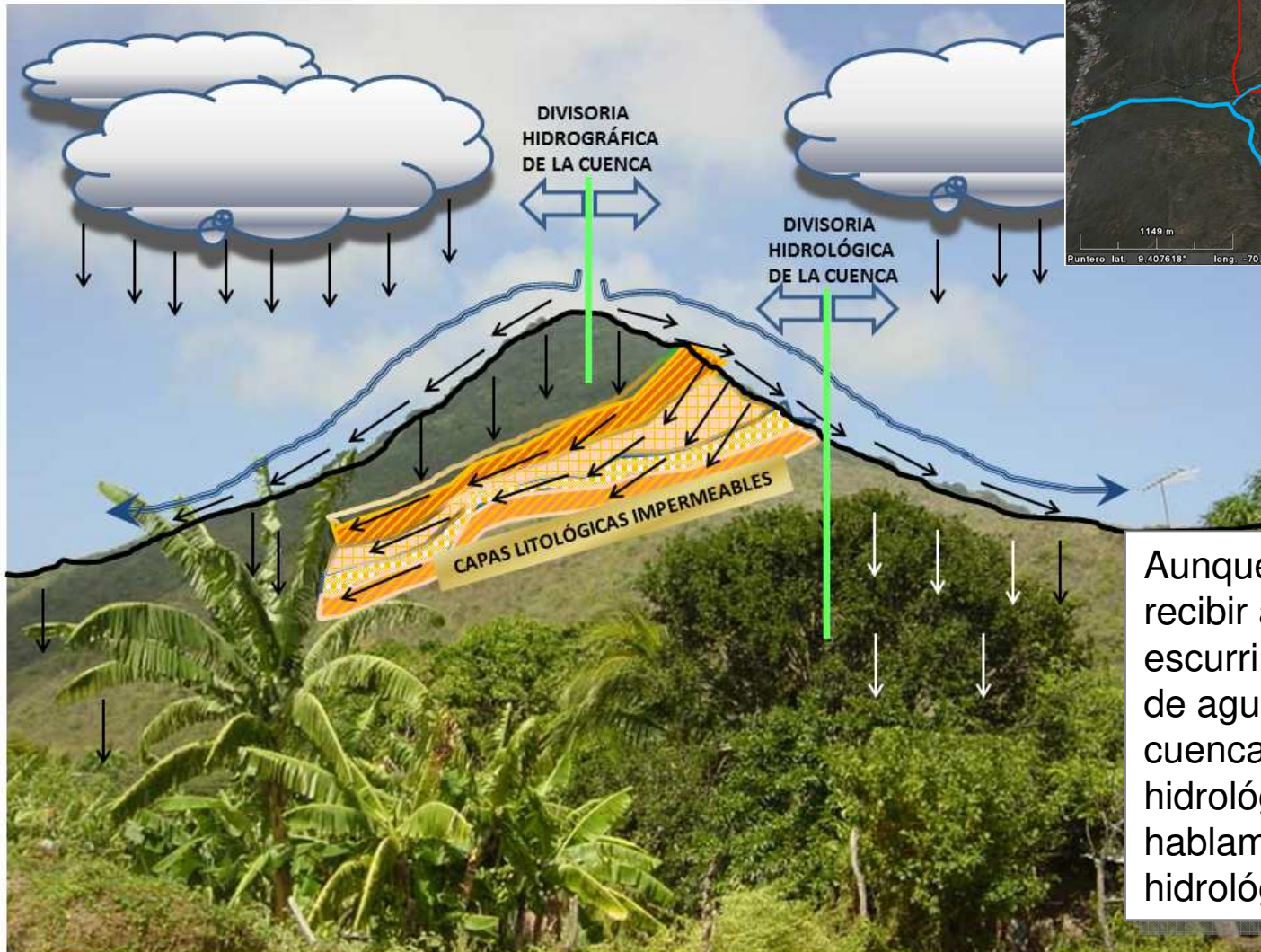
El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas, y con miras al futuro las cuencas hidrográficas se perfilan como una de las unidades de división funcionales con mucha más coherencia, permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua.

Una cuenca hidrográfica es un territorio que encauza su escorrentía a un único sistema de drenaje natural, es decir, es el área de captación de agua de lluvia que drena sus aguas a través de un único colector.

La cuenca hidrográfica es delimitada por divisoria de aguas o parte aguas.



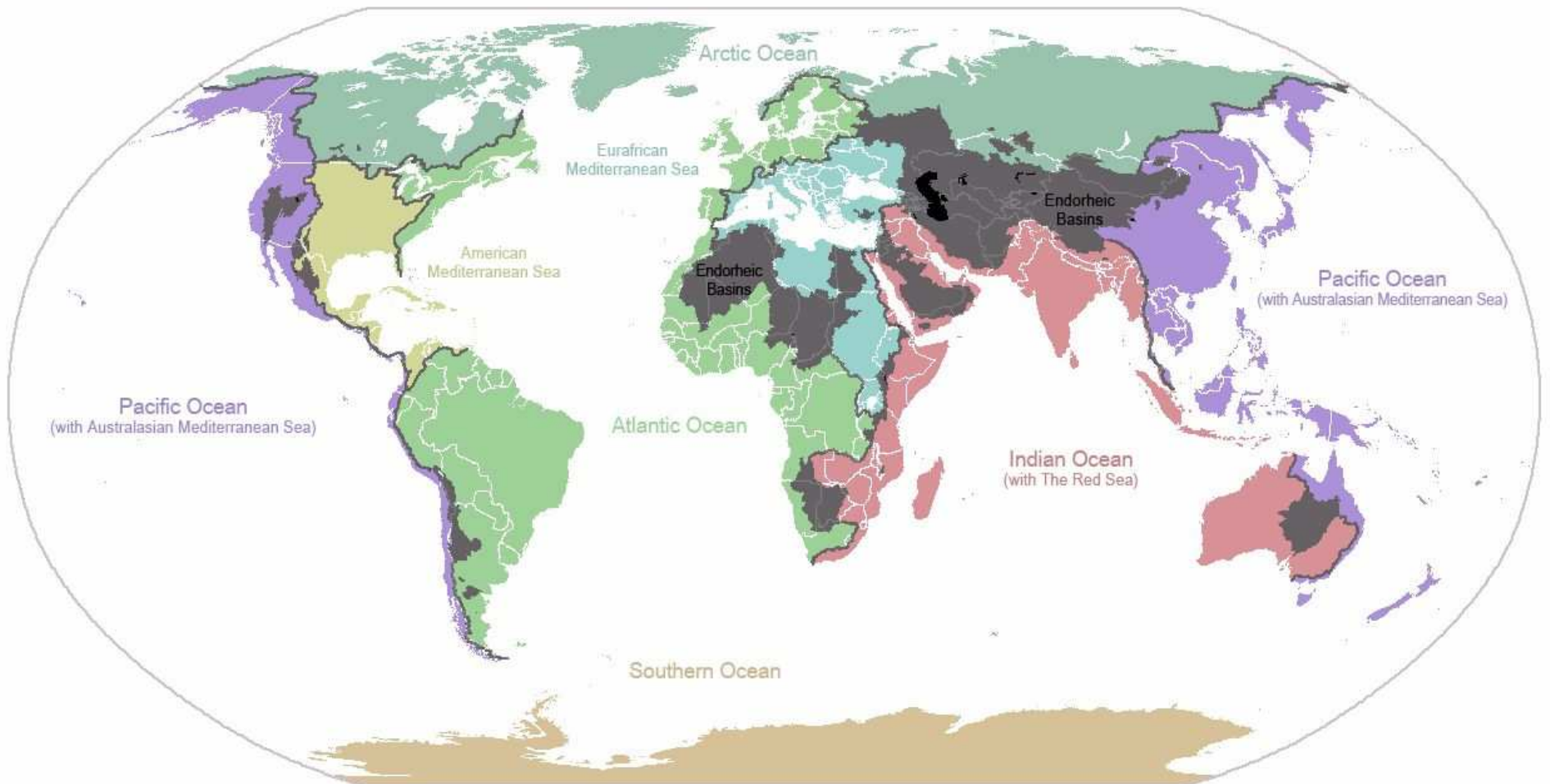
El parámetro fundamental en la delimitación de la cuenca hidrográfica es la topografía (divisoria hidrográfica), que divide la dirección de la escorrentía superficial.



Aunque una cuenca puede recibir aportes a través del escurrimiento subsuperficial de agua infiltrada desde otras cuencas vecinas (divisoria hidrológica), en este caso hablamos de una cuenca hidrológica.

Tipos de cuencas según su desagüe:

- Exorreicas: drenan sus aguas al mar o al océano. ...
- Endorreicas: desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar. ...
- Arreicas: las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje.



Cauce: es la concavidad del terreno, natural o artificial, por donde corre el curso de un río, un canal o cualquier corriente de agua.



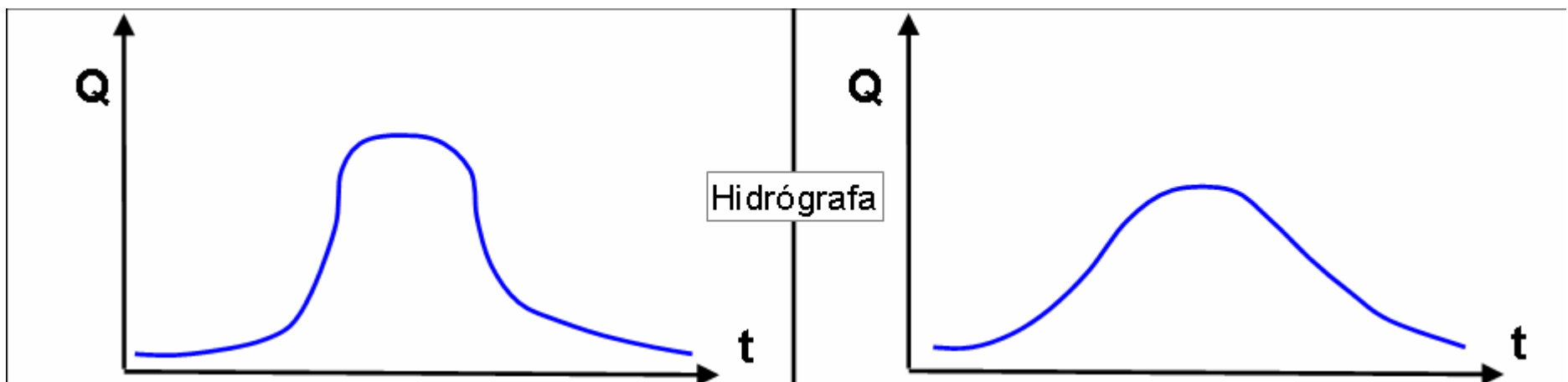
Cauce entallado bajo la carretera Caracas – La Guaira. Venezuela.

Cauce desbordado del Río Boconó, Trujillo – Venezuela.



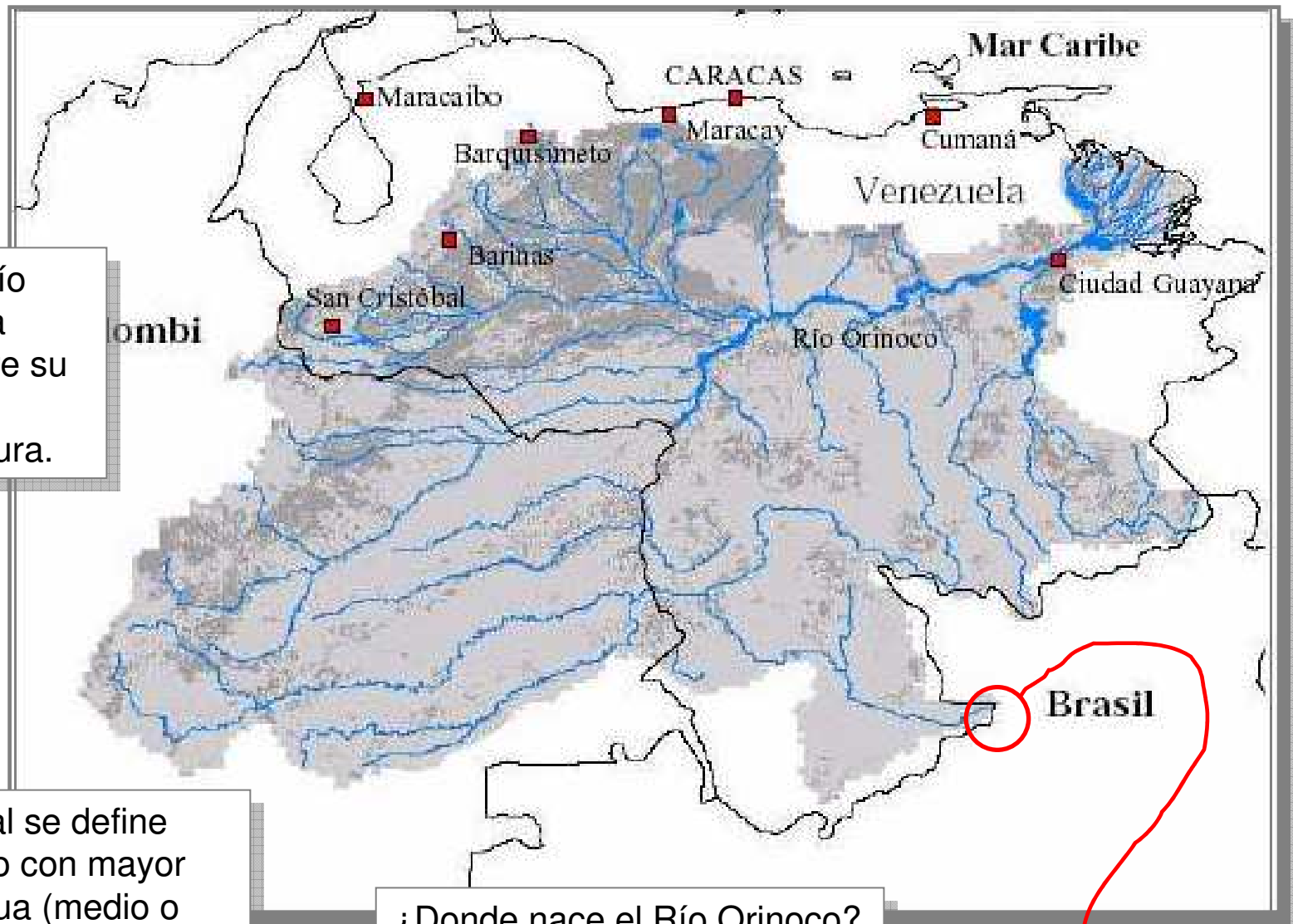
Caudal

- Volumen de agua que fluye por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados.
- Volumen hidráulico de la esorrentía de una cuenca hidrográfica concentrada en el río principal de la misma.
- Se mide en m^3/seg lo cual genera un valor anual medido en m^3 o en Hm^3 (hectómetros cúbicos: un Hm^3 equivale a un millón de m^3) que puede emplearse para planificar los recursos hidrológicos y su uso a través de embalses y obras de canalización.



El curso del río principal es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

El río principal se define como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud o mayor área de drenaje.



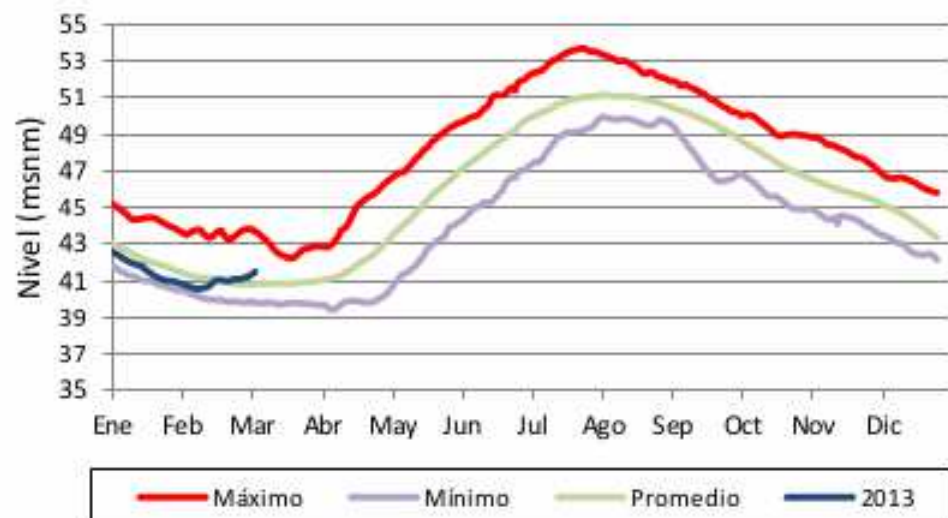
¿Donde nace el Río Orinoco?

Cerro Delgado Chalbaud, 1047 msnm

Régimen fluvial

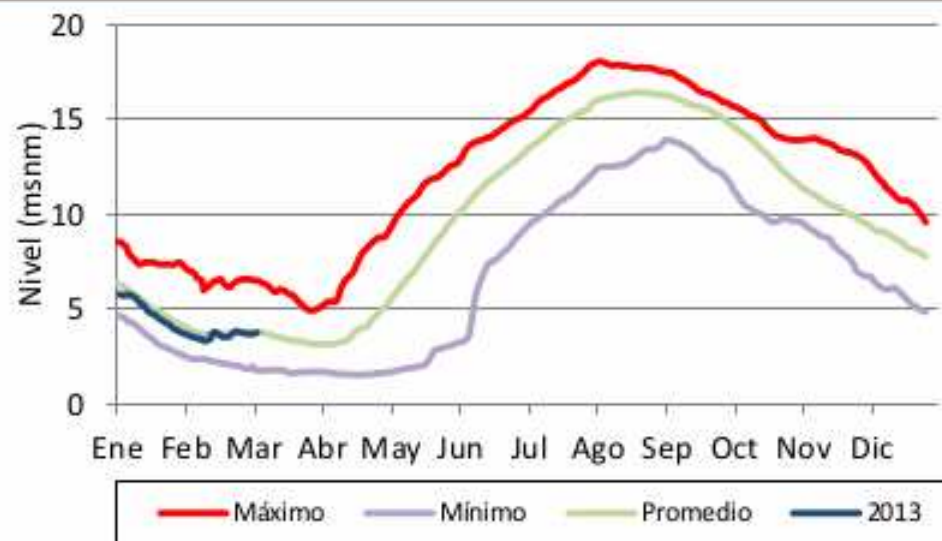
- El comportamiento del caudal de un río promediado a lo largo de una serie de años .
- El caudal de un río se mide en los sitios de aforo. .
- Se mide en m^3/seg lo cual genera un valor anual medido en m^3 o en Hm^3 (hectómetros cúbicos: un Hm^3 equivale a un millón de m^3) que puede emplearse para planificar los recursos hidrológicos y su uso a través de embalses y obras de canalización.

ORINOCO EN PUERTO AYACUCHO

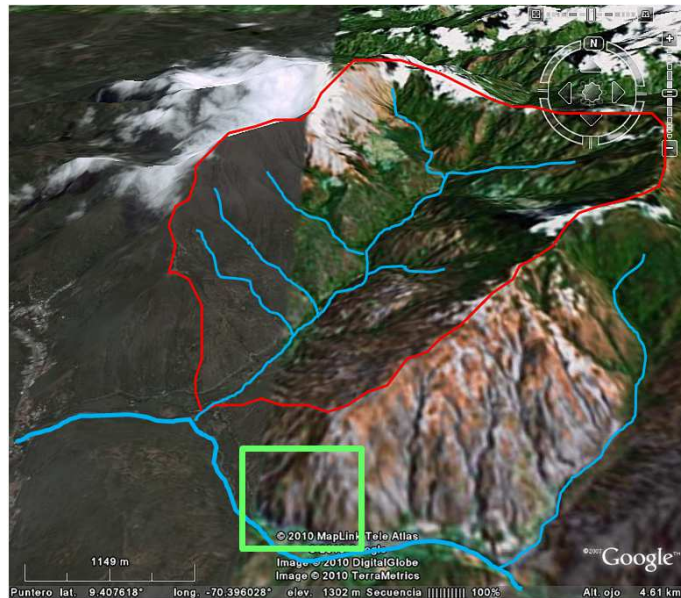


Nivel Actual (msnm)	41.49
Nivel de Ayer (msnm)	41.41
Variación (cm)	8
Diferencia con respecto al mínimo del día (cm)	169
Máximo Histórico alcanzado el 25 de Agosto de 1976 (msnm)	53.56

ORINOCO EN CIUDAD BOLÍVAR



Nivel Actual (msnm)	3.78
Nivel de Ayer (msnm)	3.72
Variación (cm)	6
Diferencia con respecto al mínimo del día (cm)	200
Máximo Histórico alcanzado el 4 de Agosto de 1976 (msnm)	18.04

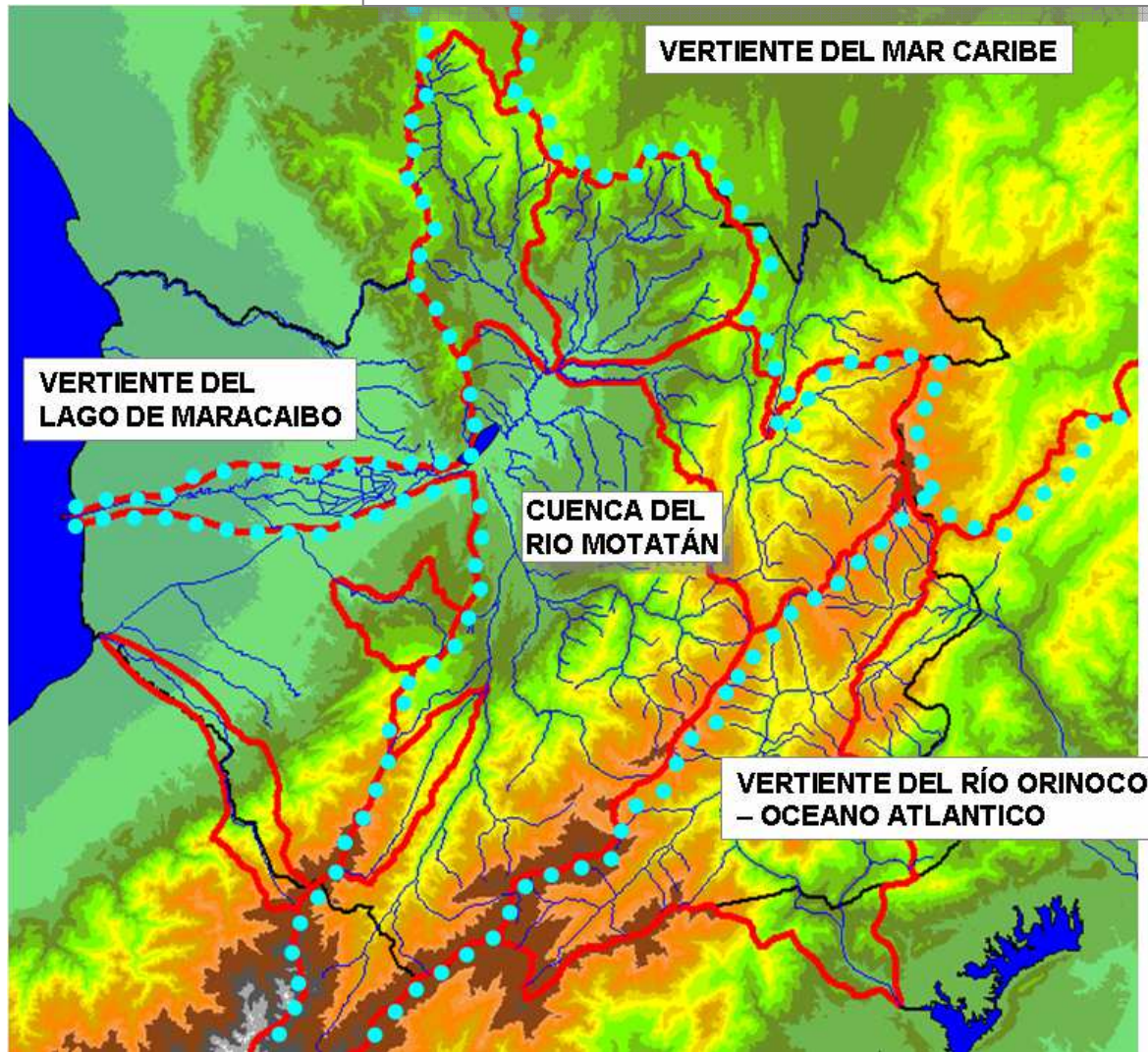


Cuencas grandes
y pequeñas

Dos cuencas con igual área y bajo precipitaciones de la misma intensidad y duración, podrán tener respuestas hidrológicas diferentes en función de su forma, ya que ésta condicionará el tiempo de concentración de una hipotética gota de agua que escurre sin detención sobre su superficie.

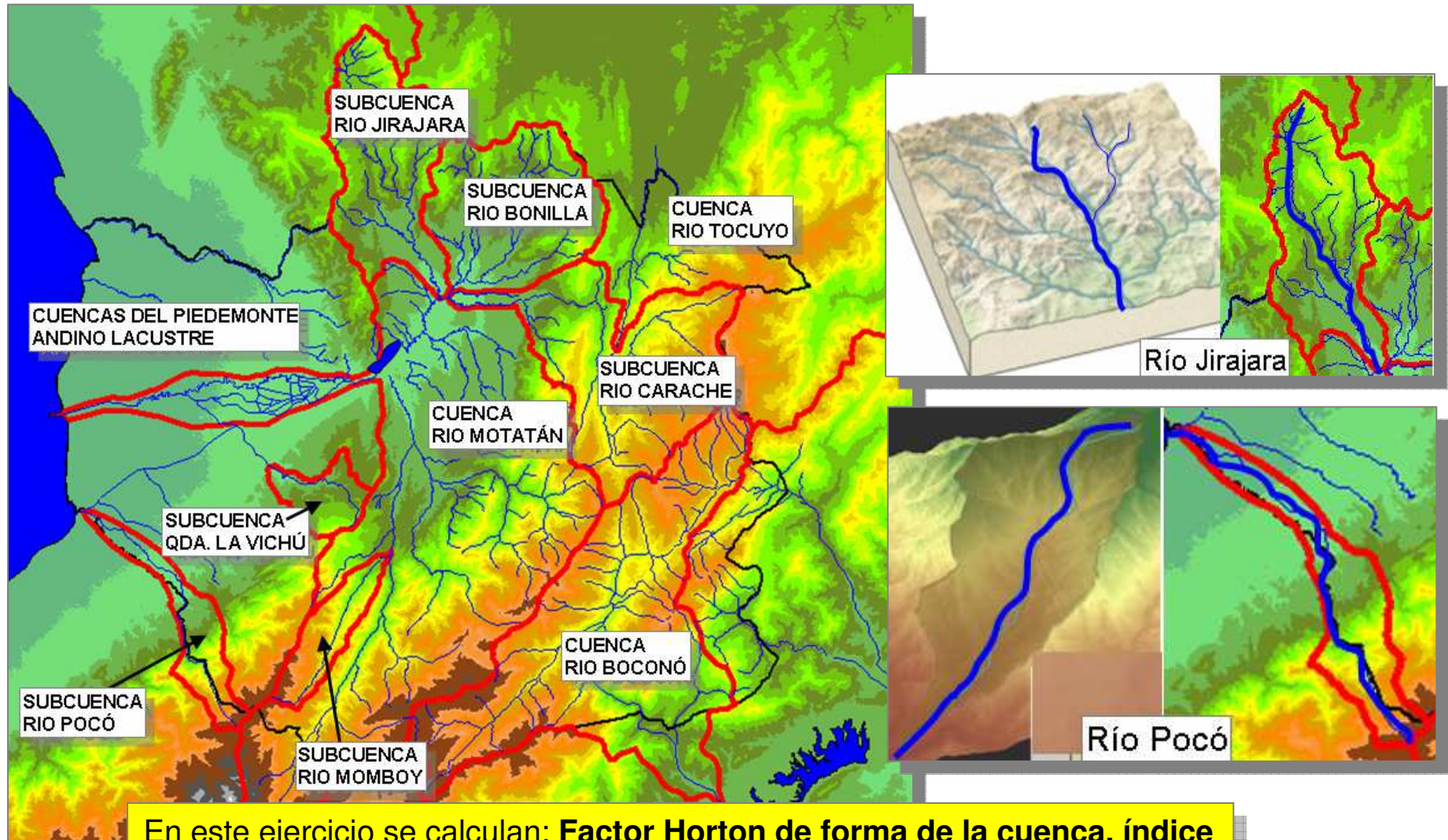


Los parámetros geométricos o características morfológicas básicas de la cuenca hidrográfica a utilizar en este ejercicio son: área, perímetro, longitud del cauce principal, pendiente de la cuenca y del cauce principal, desnivel promedio de la cuenca, cotas máximas y mínimas de la cuenca y del cauce.



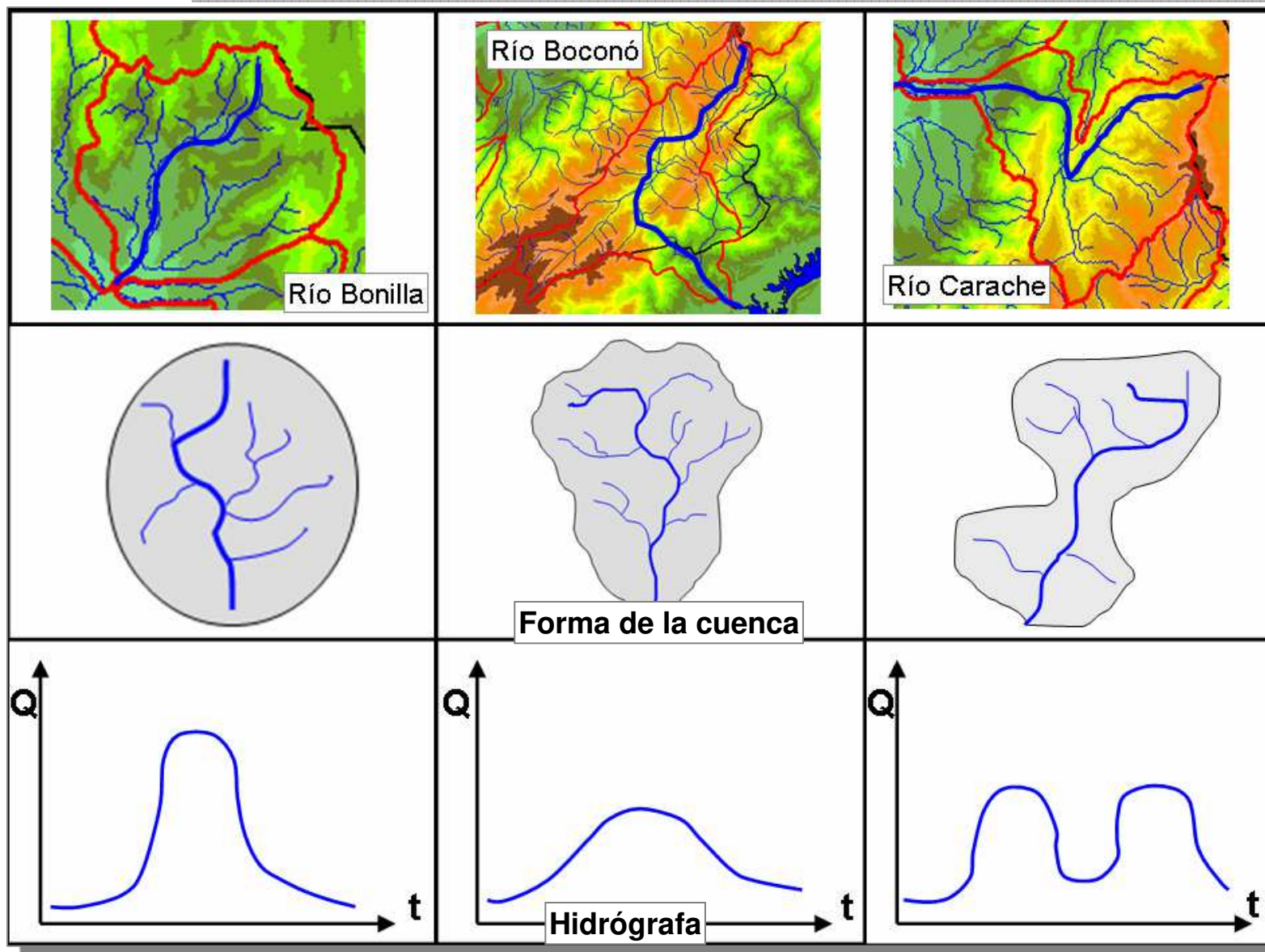
El estado Trujillo – Venezuela cabalga sobre la Cordillera de Los Andes, sus montañas son sistemas productores de agua las cuales drenan a a tres grandes vertientes: Al Lago de Maracaibo a través del río Motatán y otros cursos del piedemonte andino lacustre, al océano Atlántico a través del Río Orinoco y al mar Caribe a través del río Tocuyo.

Características morfológicas complejas o inferidas de una cuenca hidrográfica pueden ser calculadas a partir de las básicas y a través de índices empíricos asociados a la relación área-perímetro o área longitud.

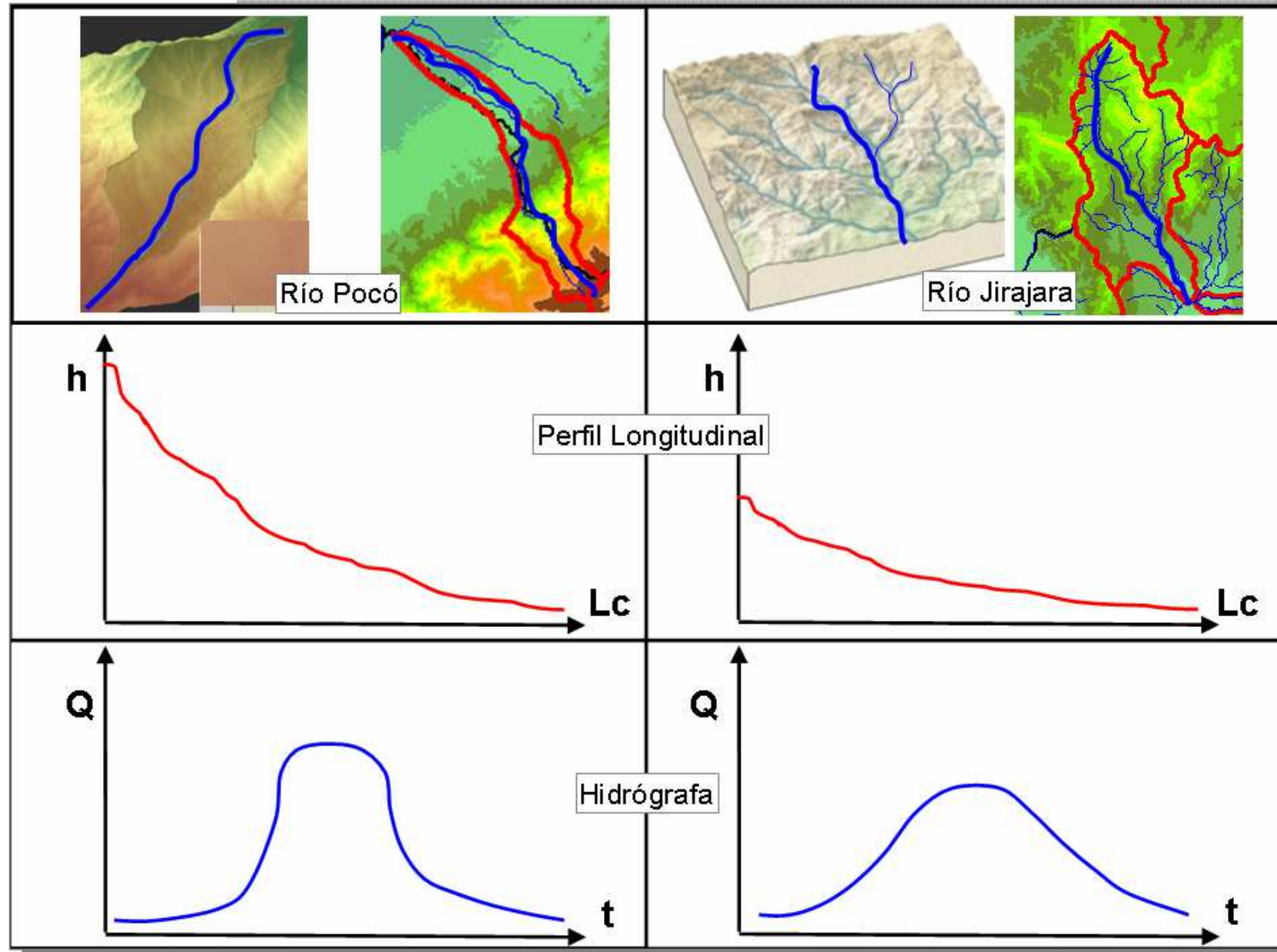


En este ejercicio se calculan: **Factor Horton de forma de la cuenca, índice de circularidad de Miller y Tiempo de concentración.**

Las cuencas hidrográficas en Trujillo – Venezuela, presentan diferentes formas y perfiles. Esto puede generar diferente respuesta hidrológica ante las precipitaciones ordinarias o evento extraordinario.



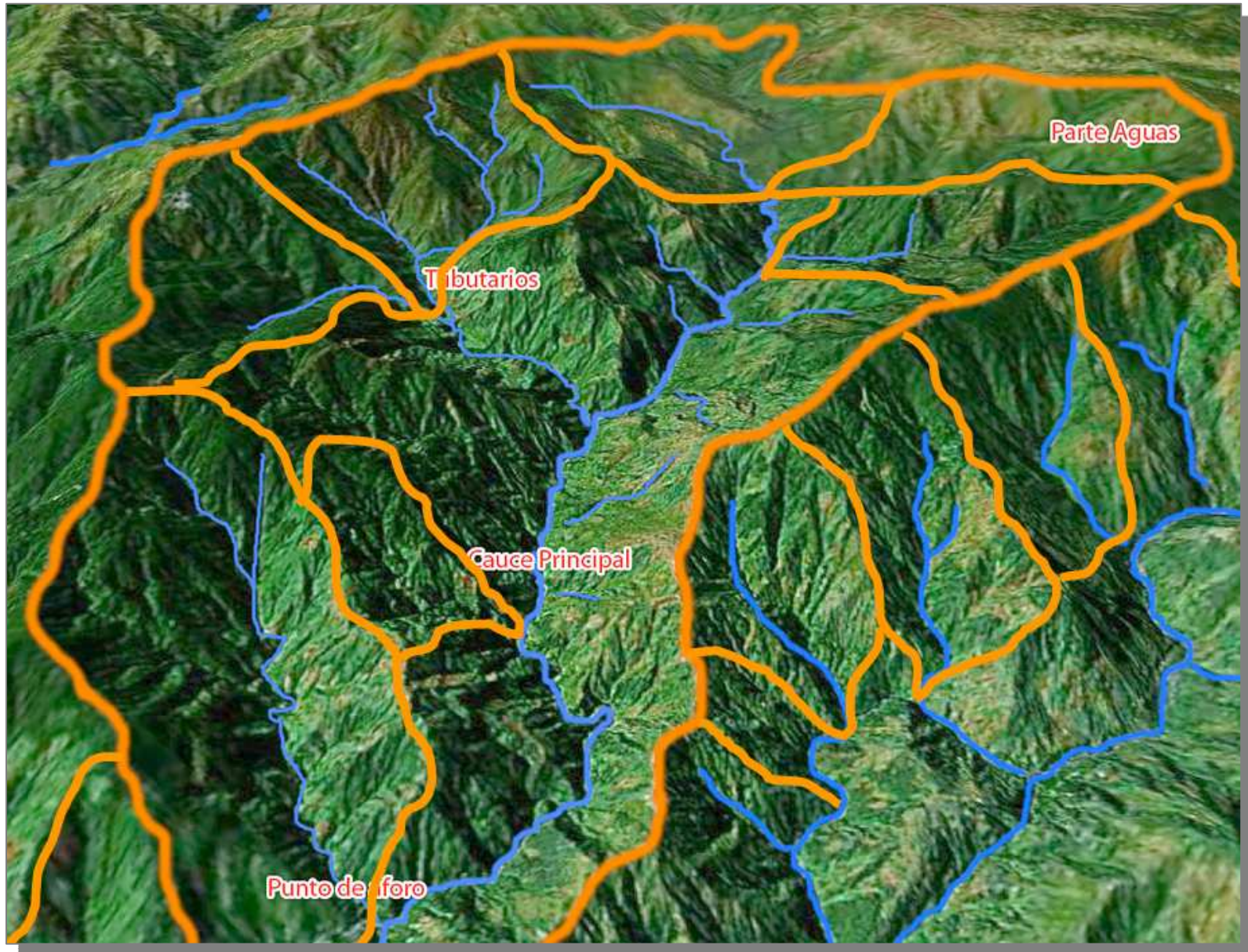
Asimismo la pendiente del cauce principal de una cuenca puede generar diferente magnitud / intensidad de caudal.



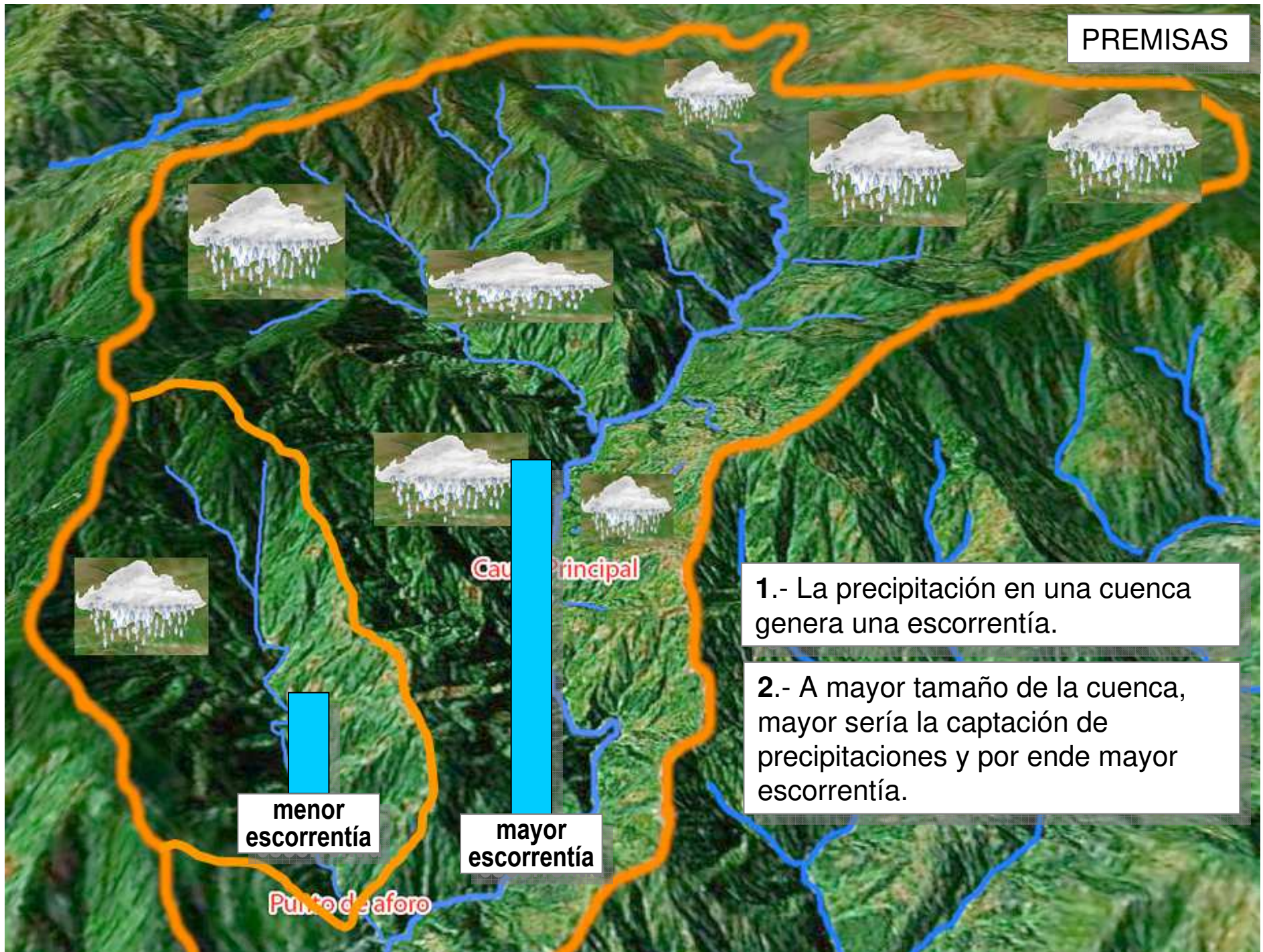
AGENTES MODIFICADORES DEL CAUDAL DE UN RÍO

PARÁMETROS	FACTORES
1.- Clima predominante en la cuenca hidrográfica	Precipitaciones
	Régimen fluvial
	Balance hídrico
2.- Escorrentía subsuperficial y profunda, acuíferos.	
3.- Parámetros morfométricos básicos	Área de la cuenca
	Perfil de la cuenca
	Perfil del cauce principal
	Pendiente
	Desnivel altitudinal
4.- Parámetros morfométricos derivados	Forma de la cuenca
	Tiempo de concentración
5.- Coberturas	Unidades vegetales
	Impermeables y Pavimentos
6.- Suelos	Tipo de suelo
	Capacidad de campo

MORFOMETRÍA DE CUENCAS LA FORMA DE LA CUENCA



PREMISAS



1.- La precipitación en una cuenca genera una escorrentía.

2.- A mayor tamaño de la cuenca, mayor sería la captación de precipitaciones y por ende mayor escorrentía.

PREMISAS

mayor
concentración



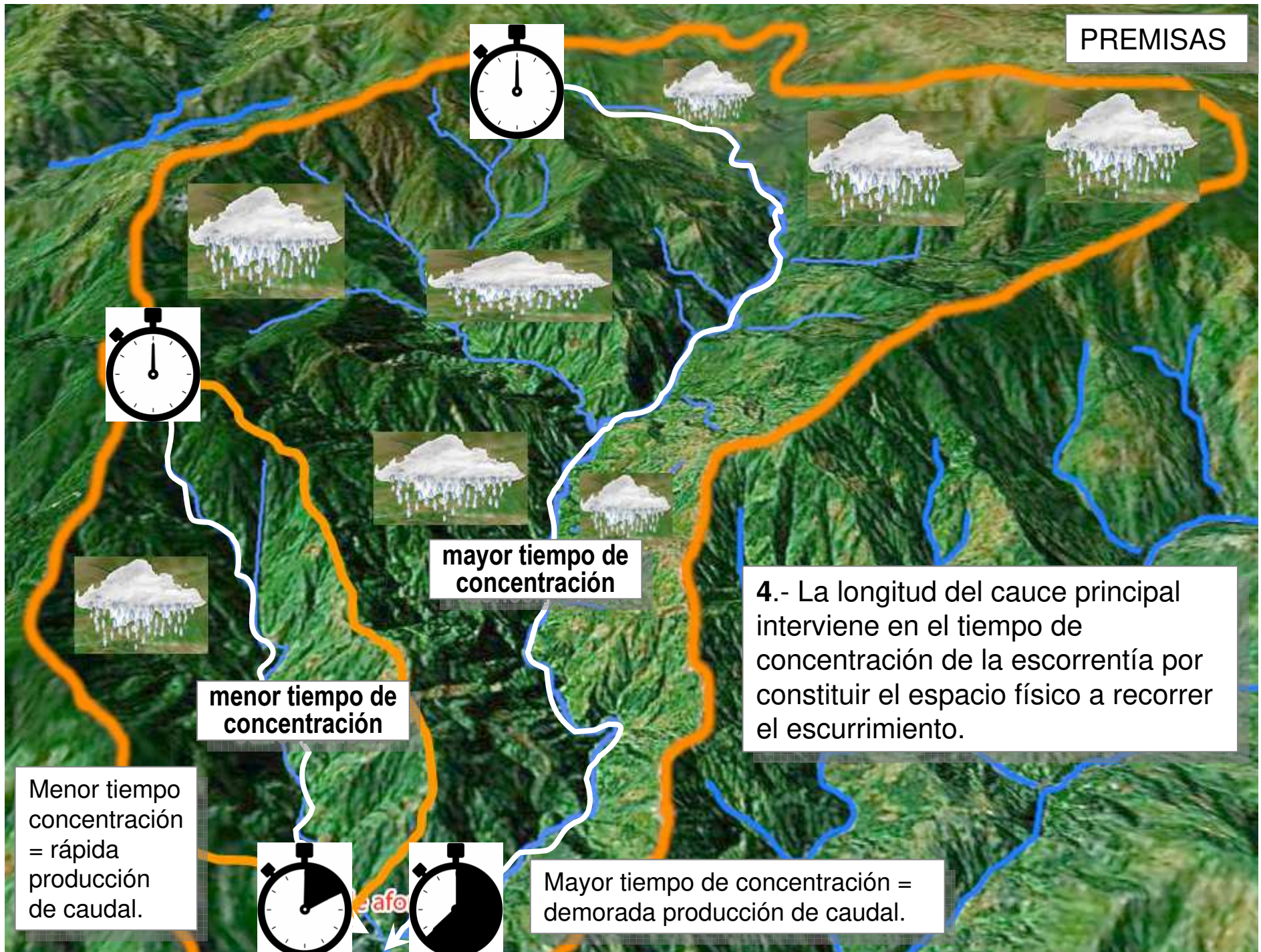
Cauce Principal

menor
concentración

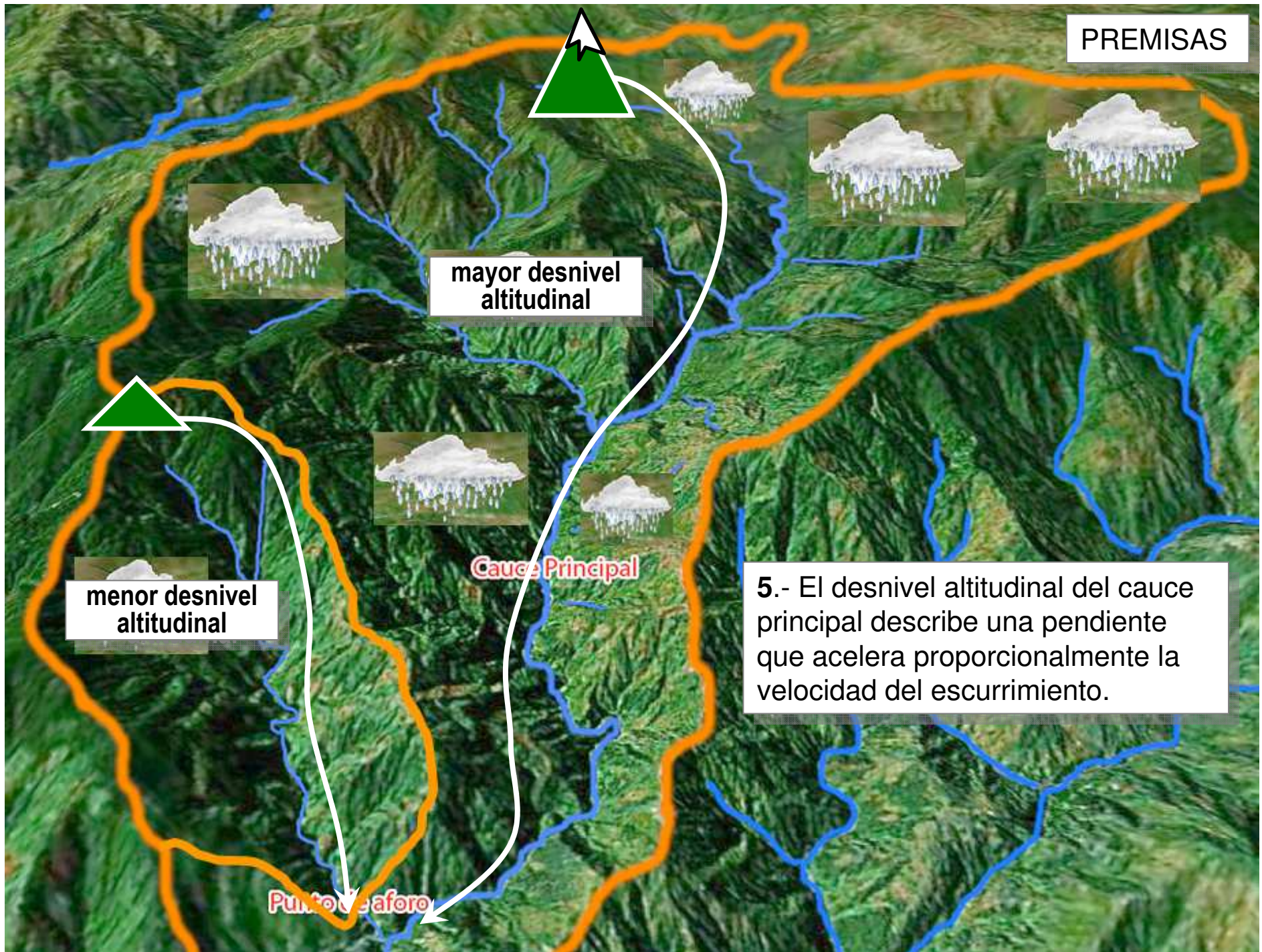
Punto de aforo

3.- La forma de la cuenca condiciona el tiempo de concentración de la escorrentía debido a la capacidad diferencial de captar precipitaciones y de canalizar el escurrimiento al cauce principal y desembocadura final.

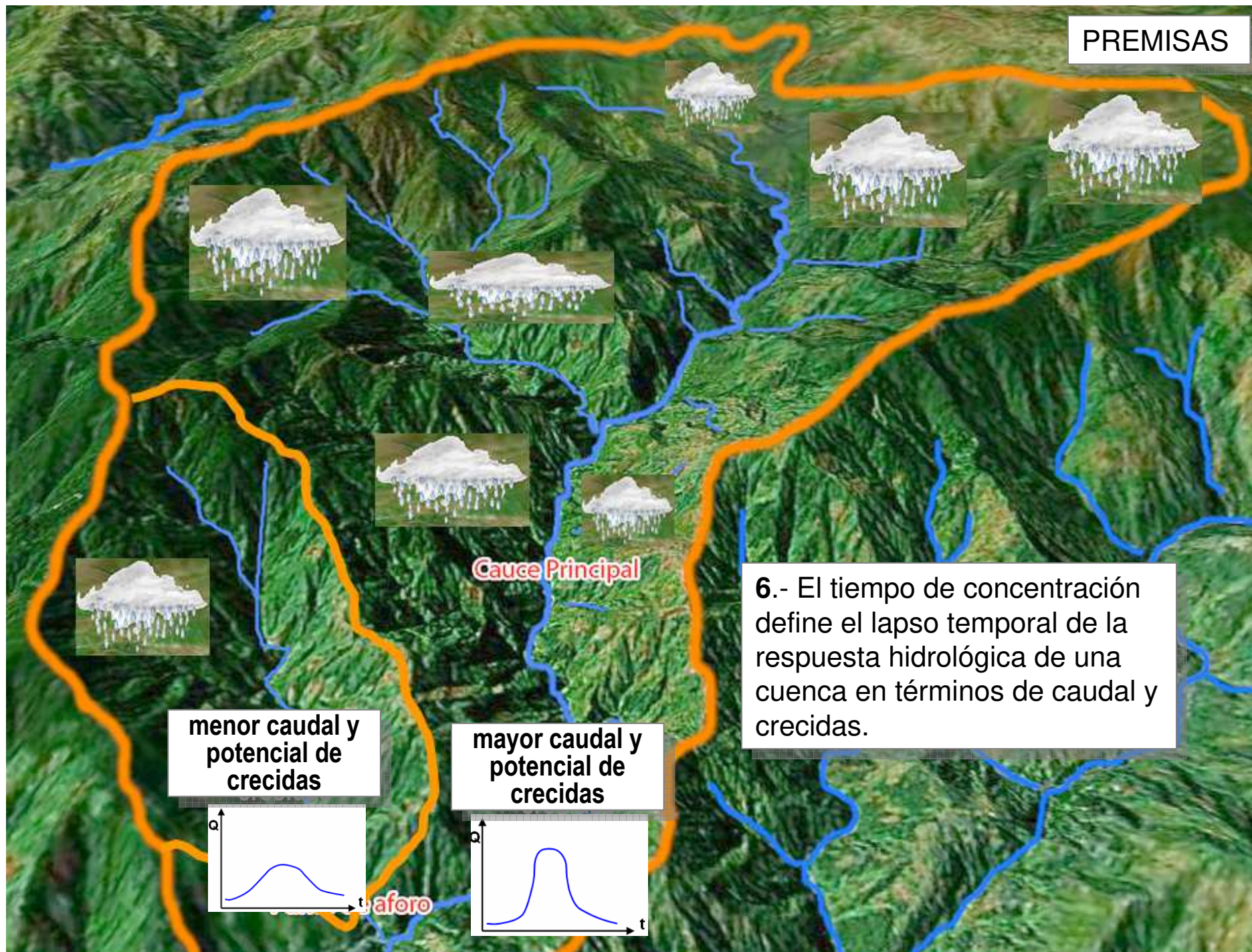
PREMISAS



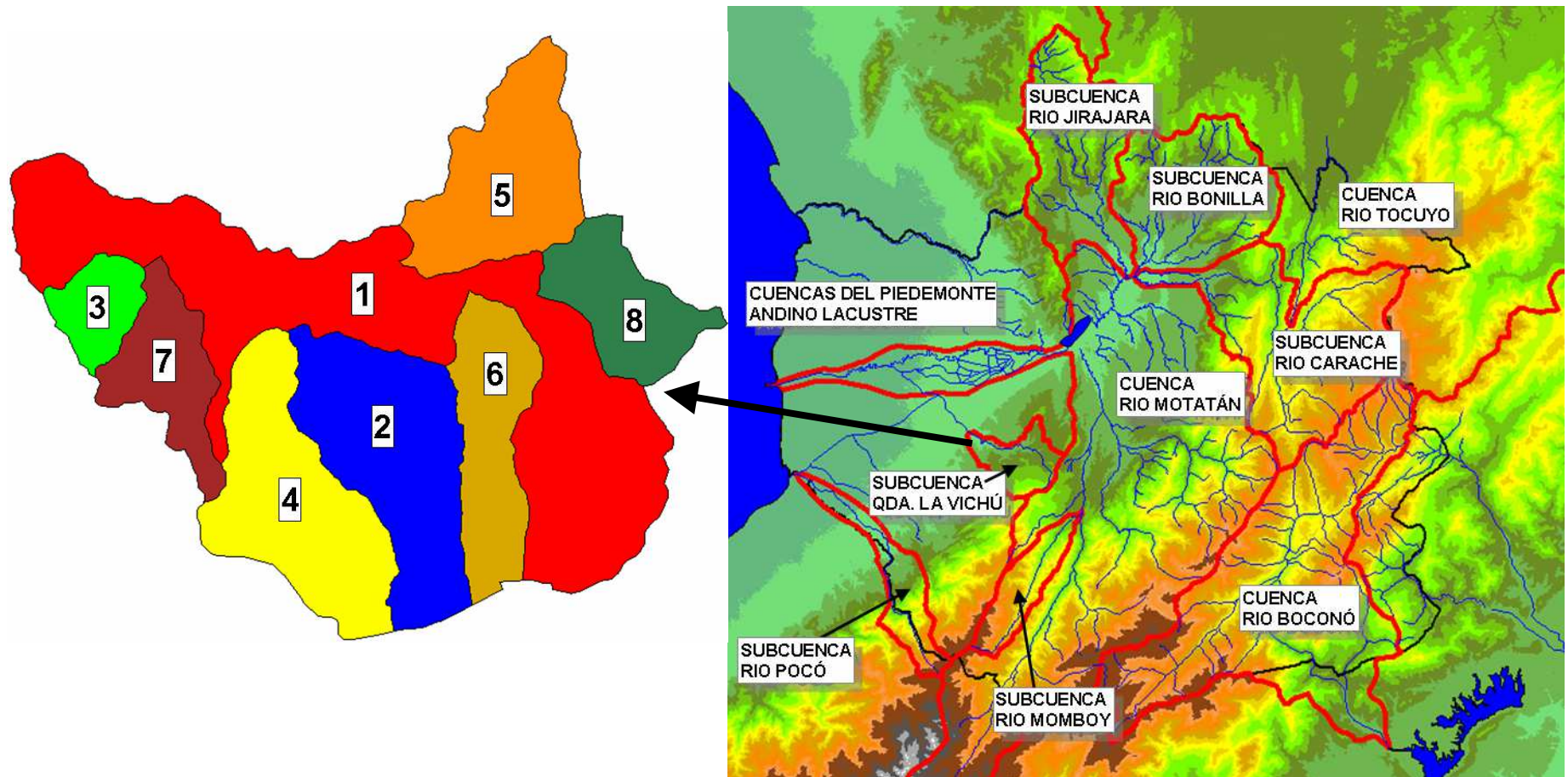
PREMISAS



PREMISAS

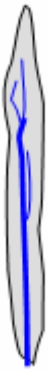
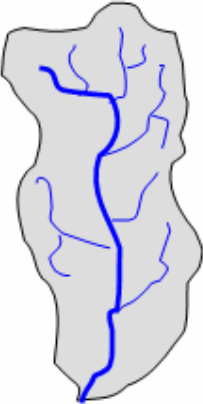
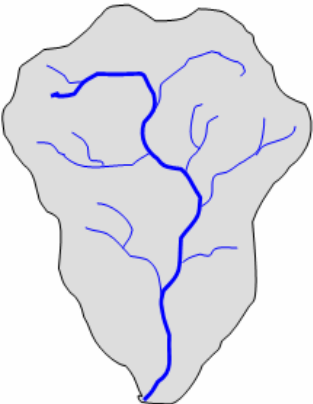


La Práctica de Morfometría de cuencas 2 describe y analiza los parámetros morfométricos derivados de las 8 subcuencas conformantes de la cuenca de la Quebrada La Vichú, ubicada en el piedemonte andino lacustre del Estado Trujillo - Venezuela.

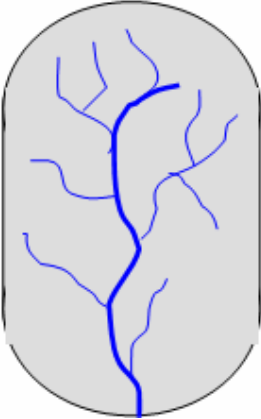
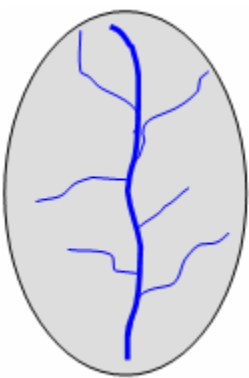
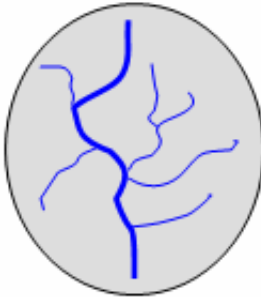
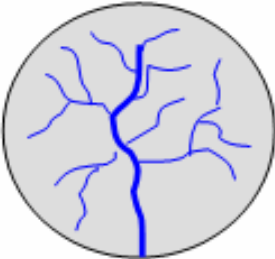


PARÁMETRO MORFOMÉTRICO	FORMULA	CRITERIOS	SIGNIFICADO
Área de la cuenca (A)	Medición directa	+ Área → – Área →	+ escorrentia – escorrentia
Perímetro de la cuenca (P)	Medición directa	Perímetro + circular → Perímetro + alargado →	+ Potencial crecidas – Potencial crecidas
Longitud del curso principal (Lc)	Medición directa	+ Longitud del curso → – Longitud del curso →	+ Potencial crecidas – Potencial crecidas
ELONGACIÓN			
Factor de forma (Ff)	$Ff = \left(\frac{A}{Lc^2} \right)$	<i>Ff</i> = Factor de forma de Horton <i>A</i> = Área de la cuenca (m ²) <i>Lc</i> = Longitud del cauce principal (m)	0 – 0,25 = Estrecha 0,25–0,50 = Alargada 0,5 – 0,75 = Amplia 0,75 – 1 = Ancha
LOBULACIÓN			
Índice de Circularidad de Miller (Ic)	$Ic = \left(\frac{(4\pi A)}{P^2} \right)$	<i>Ic</i> = Índice de circularidad de Miller <i>A</i> = Área de la cuenca (m ²) <i>P</i> = Perímetro de la cuenca (m)	0 – 0,25 = Oblonga 0,25–0,50 = Ovalada 0,5 – 0,75 = Oval 0,75 – 1 = Circular
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (California Culverts Practice)			
$tc(min) = 60 \left(0,87 \left(\frac{Lc^3}{Hmáx - Hmín} \right) \right)^{0,385}$		<i>tc (min)</i> = Tiempo de concentración en minutos <i>Lc</i> = Longitud del cauce principal (km) <i>Hmáx</i> = Altitud máxima del cauce principal (m) <i>Hmín</i> = Altitud mínima del cauce principal (m)	

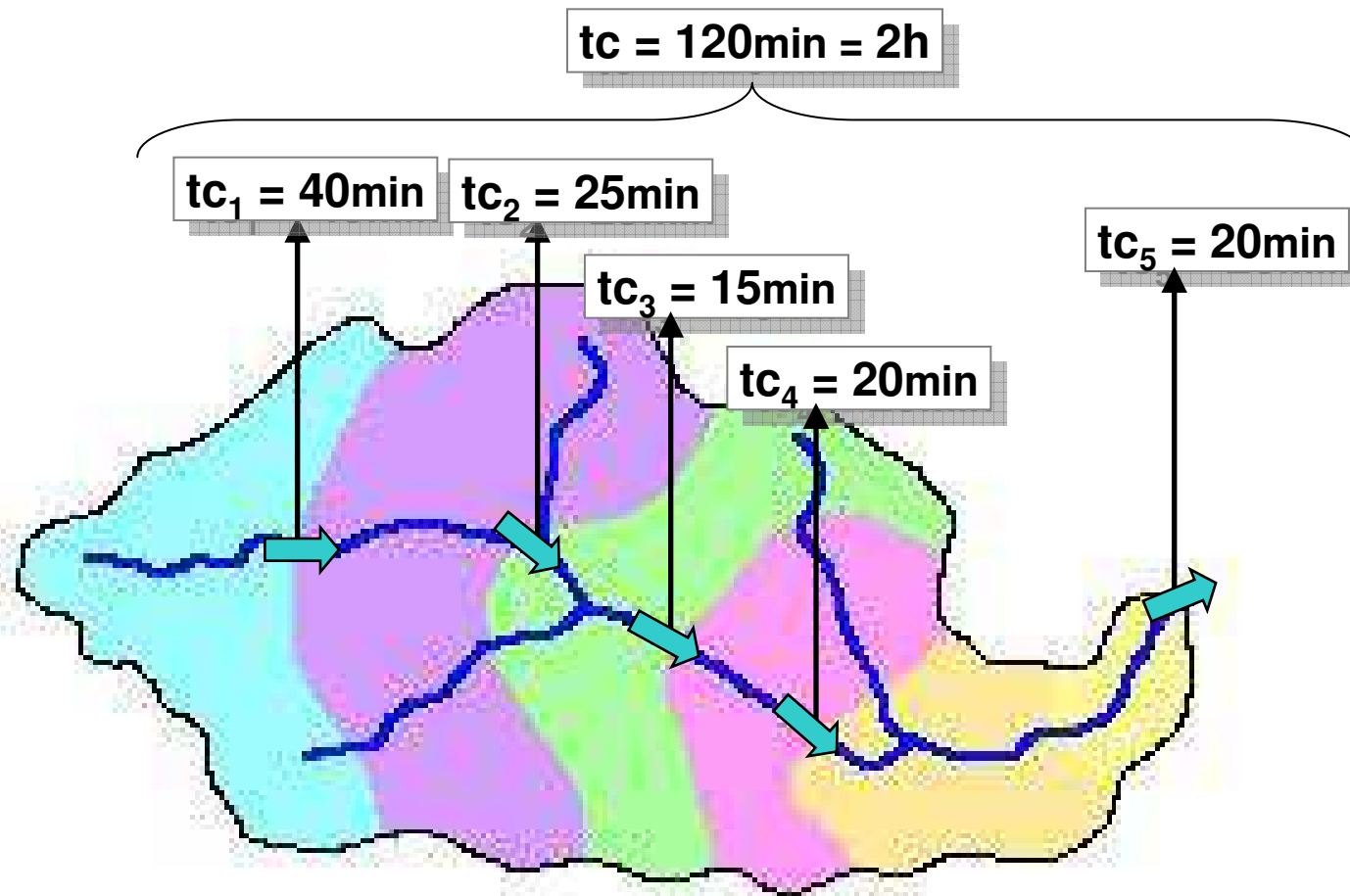
La aplicación del Factor de forma de Horton en una cuenca conduce a una interpretación como la descrita en la tabla abajo

Factor de forma (Ff)	0 - 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1
	Estrecha	Alargada	Amplia	Ancha
$Ff = \left(\frac{A}{Lc^2} \right)$ <i>Ff</i>= Factor de forma de Horton <i>A</i>= Área de la cuenca (m²) <i>Lc</i>= Longitud del cauce principal (m)				
Producción sostenida de caudales	bajo	moderado	alto	Muy alto
Potencial a crecientes	bajo	moderado	alto	Muy alto

Igualmente la aplicación del Índice de Circularidad de Miller en una cuenca conduce a una interpretación como la descrita en la tabla abajo

Índice de Circularidad de Miller (I_c)	0 - 0,25	0,25 – 0,50	0,50 – 0,75	0,75 – 1
	Oblonga	Ovalada	Oval	Circular
$I_c = \left(\frac{(4\pi A)}{P^2} \right)$ I_c= Índice de circularidad de Miller A= Área de la cuenca (m²) P= Perímetro de la cuenca (m)				
Producción sostenida de caudales	Muy alto	alto	moderado	bajo
Potencial a crecientes	bajo	moderado	alto	Muy alto

Tiempo de Concentración (tc): Es el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la cuenca contribuya al cauce principal en estudio, es decir, el tiempo que demora el agua precipitada en las nacientes de la cuenca para llegar al punto de desagüe de la misma.



(California Culverts Practice. KANG J.H., KAYHANIAN, M. Y STENSTROM, M. K. Technical Memorandum: Estimation of time of concentration for three first flush highway runoff characterization sites. California Department of Transportation Division of Env. Analysis. 26 p. 2006.

Determinación idealizada de áreas en la cuenca de La Vichú según el Tiempo de Concentración (t_c).

t_{c6}

t_{c5}

t_{c4}

t_{c3}

t_{c2}

t_{c1}

$t_{c6} = 120\text{min}$

$t_{c5} = 100\text{min}$

$t_{c4} = 90\text{min}$

$t_{c3} = 75\text{min}$

$t_{c2} = 55\text{min}$

$t_{c1} = 30\text{min}$

Patrones de drenaje

Modelo de red de cauces formados por los cursos que drenan una cuenca.



Factores que Determinan los Patrones de Drenaje

Historia geológica y dinámica geomorfológica del territorio.

Diferencias en la composición y dureza de las rocas subyacentes.

Movimientos tectónicos recientes.

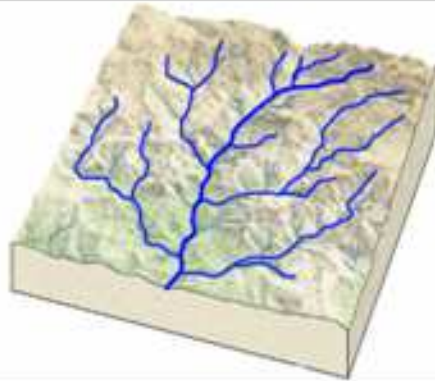
Intensidad y largo de la pendiente.

Régimen fluvial

Patrones Erosionales

En este grupo de patrones intervienen los procesos degradantes de erosión hídrica.

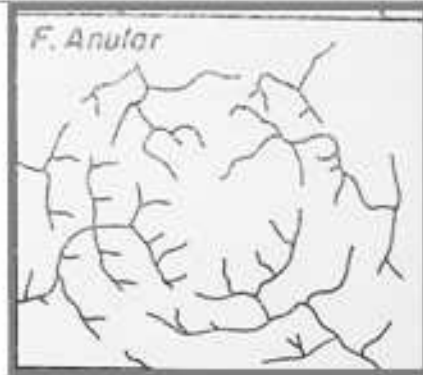
Patrón Dendrítico



Patrón Radial



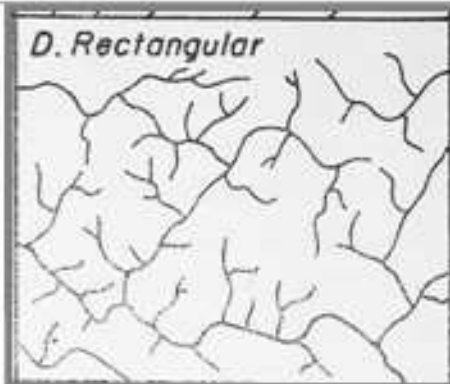
Patrón Anular



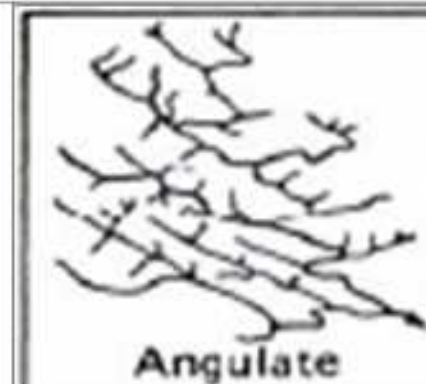
Patrón de estuarios



Patrón Rectangular



Patrón Angular



**Algunos
Patrones
de
drenaje**

Algunos Patrones de drenaje

Patrones Depositionales

Se desarrollan a partir de procesos constructivos o de acumulación.

Patrón Reticular



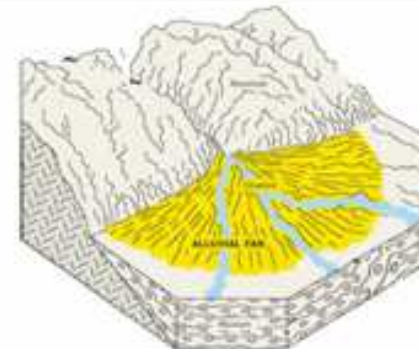
Patrón Paralelo



Patrón Trenzado o anastomosado



Patrón Distributivo o Dicotómico



Patrón Meándrico



Patrón Deltáico



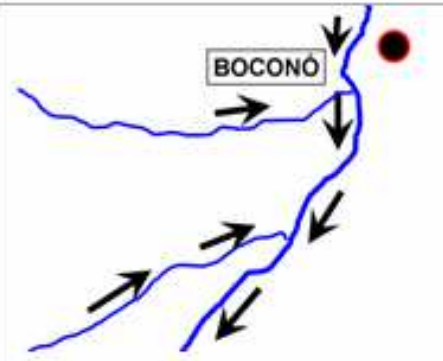
Patrones Especiales

Se generan por particularidades litológicas y estructurales así como por intervención antrópica.

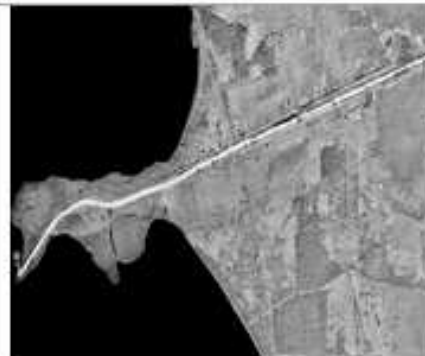
Patrón de Sumideros



Patrón Retorcido



Patrón Rectilíneo



Patrón Artificial

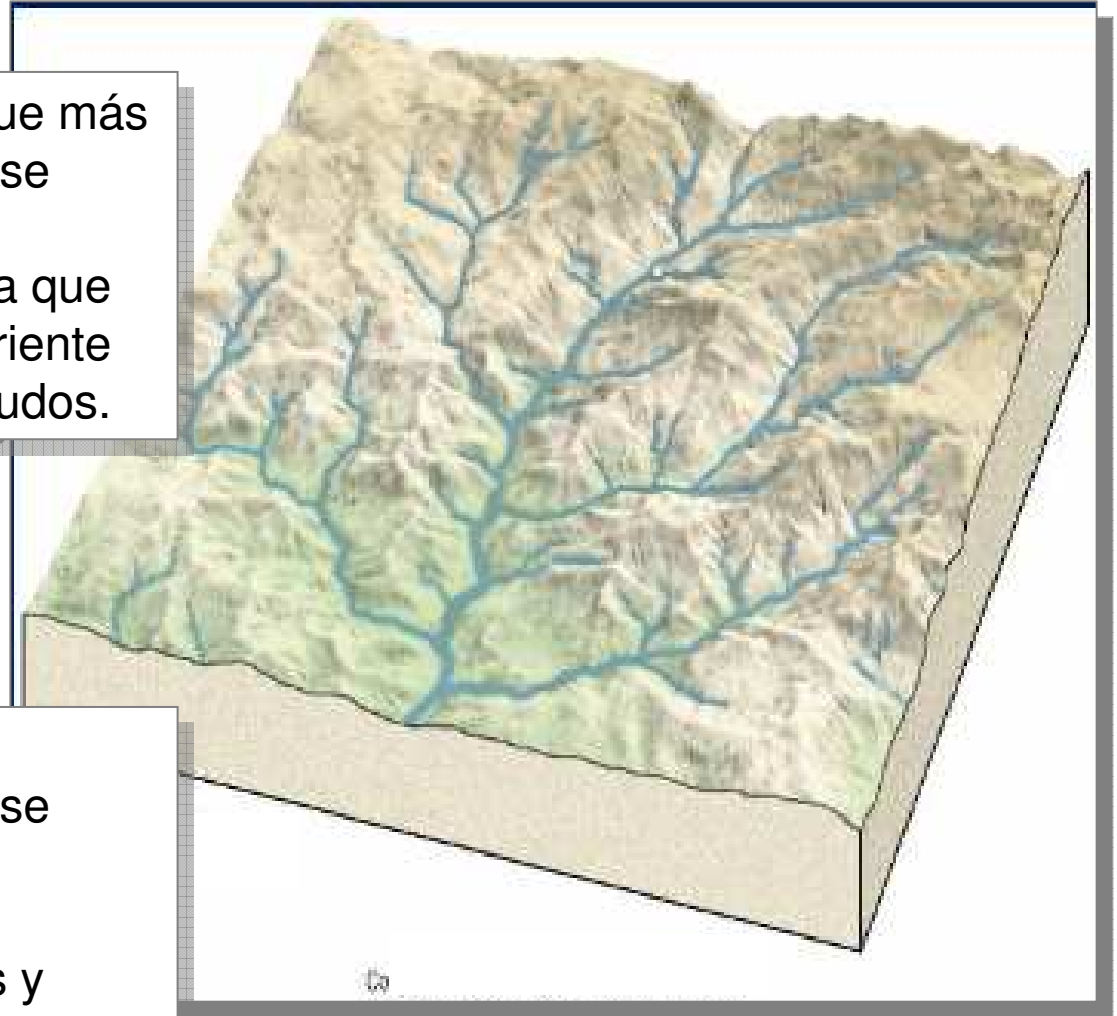


Algunos Patrones de drenaje

Patrones de drenaje erosionales

-**DENDRÍTICO:** Es el patrón que más frecuentemente se presenta y se caracteriza por mostrar una ramificación arborescente en la que los tributarios se unen a la corriente principal formando ángulos agudos.

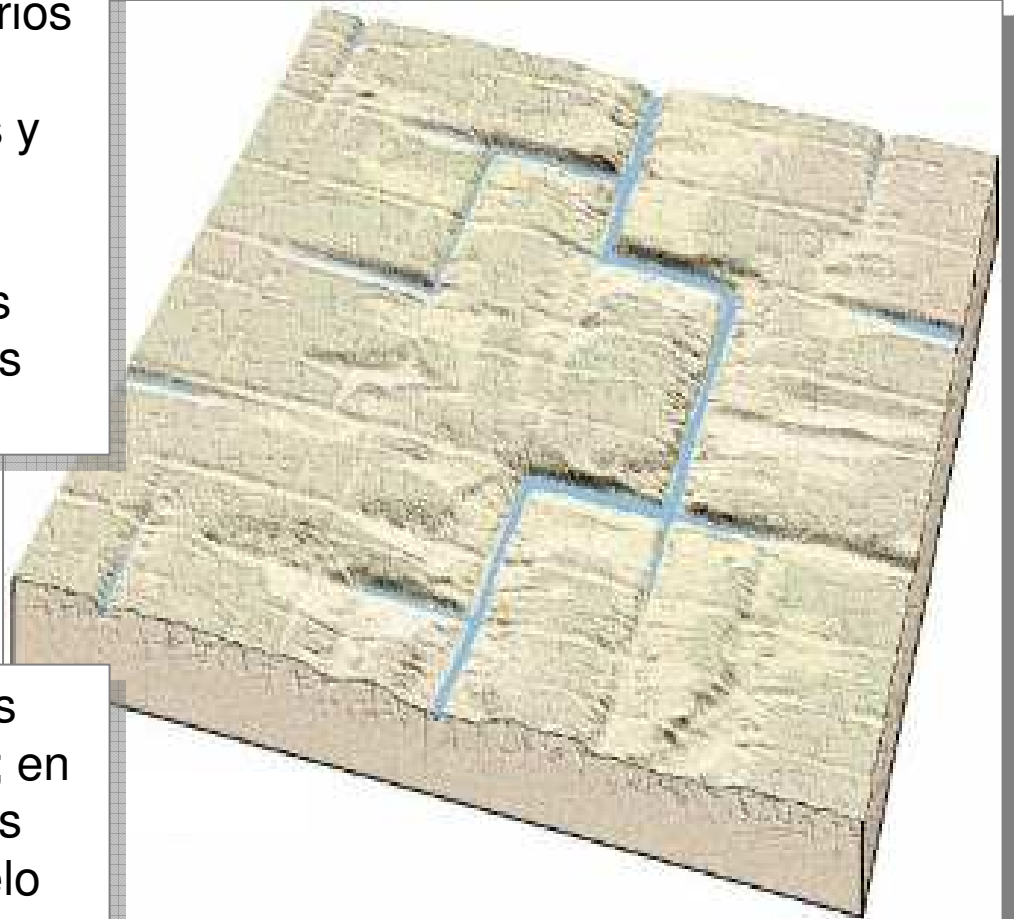
Su presencia indica suelos homogéneos, y generalmente se presenta en las de rocas sedimentarias blandas, tobas volcánicas, depósitos glaciales y antiguas llanuras costeras.



Patrones de drenaje erosionales

- **RECTANGULAR:** Es otra variante del drenaje dendrítico. Los tributarios suelen juntarse con las corrientes principales en ángulos casi rectos y dan lugar a formas rectangulares controladas por las fracturas y las juntas de las rocas. Cuanto más claro es el patrón rectangular, más fina será la cubierta del suelo.

Suelen presentarse sobre pizarras metamórficas, esquistos y gneiss; en areniscas resistentes si el clima es árido, ó en areniscas de poco suelo en climas húmedos.



Patrones de drenaje erosionales

RADIAL: se genera cuando las corrientes fluyen radialmente. A partir de este modelo, existen dos variantes:



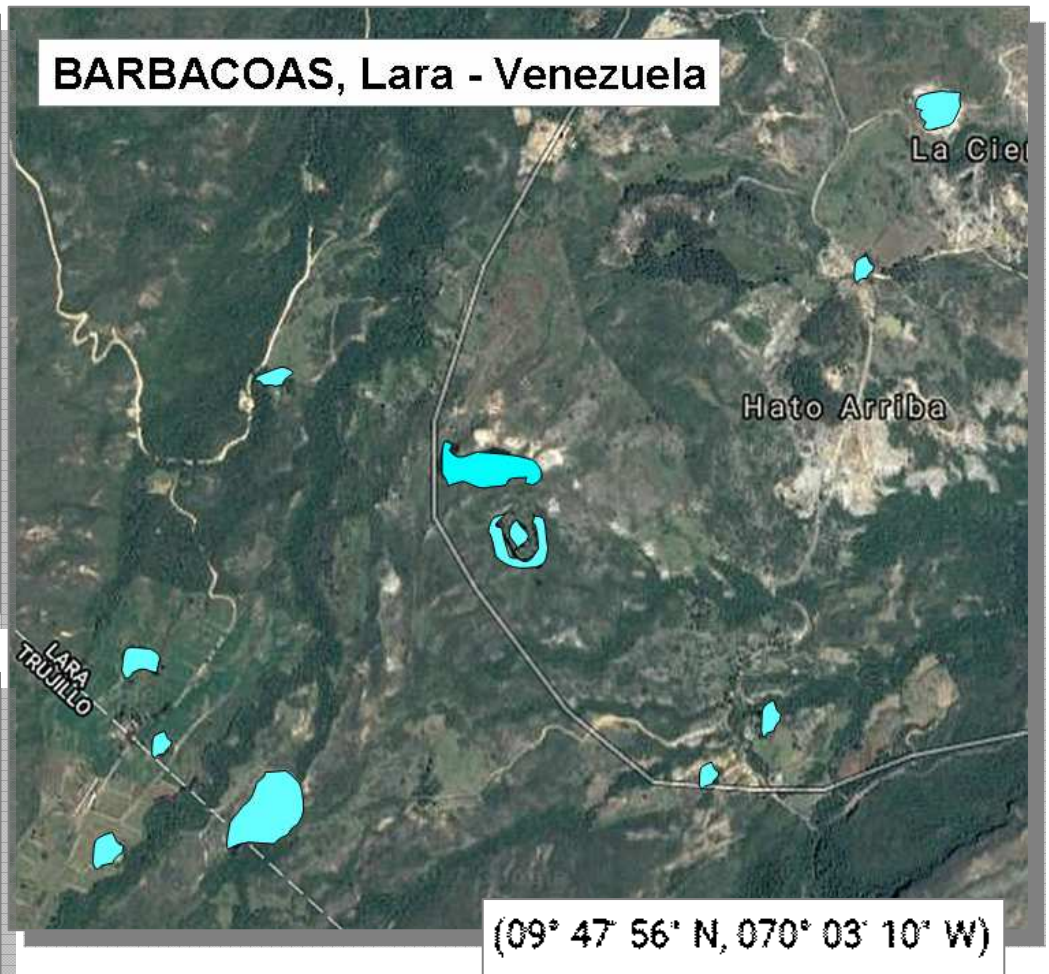
a.- ***Tipo Centrífugo***, Los cursos fluyen radialmente hacia fuera, ya sea de un cono volcánico, de un domo levantado o en otros tipos de cumbres cónicas o subcónicas aisladas, casi siempre alrededor de anticlinales.

b.- **Tipo Centrípeto**, los cursos convergen hacia el centro de una cuenca o depresión cerrada

Patrones de drenaje especiales

SUMIDEROS: El *Patrón de Sumideros, multicharcas o multicuencas*, es característico de formaciones rocosas solubles, tales como calizas, yeso, sal, gema, etc; También puede darse sobre materiales insolubles y porosos como areniscas y conglomerados (sufusión: drenaje subterráneo).

Los sumideros o depresiones pueden estar secos, con agua o rellenos de derrubios. Estos patrones son siempre los indicadores más apreciables de las áreas de calizas.

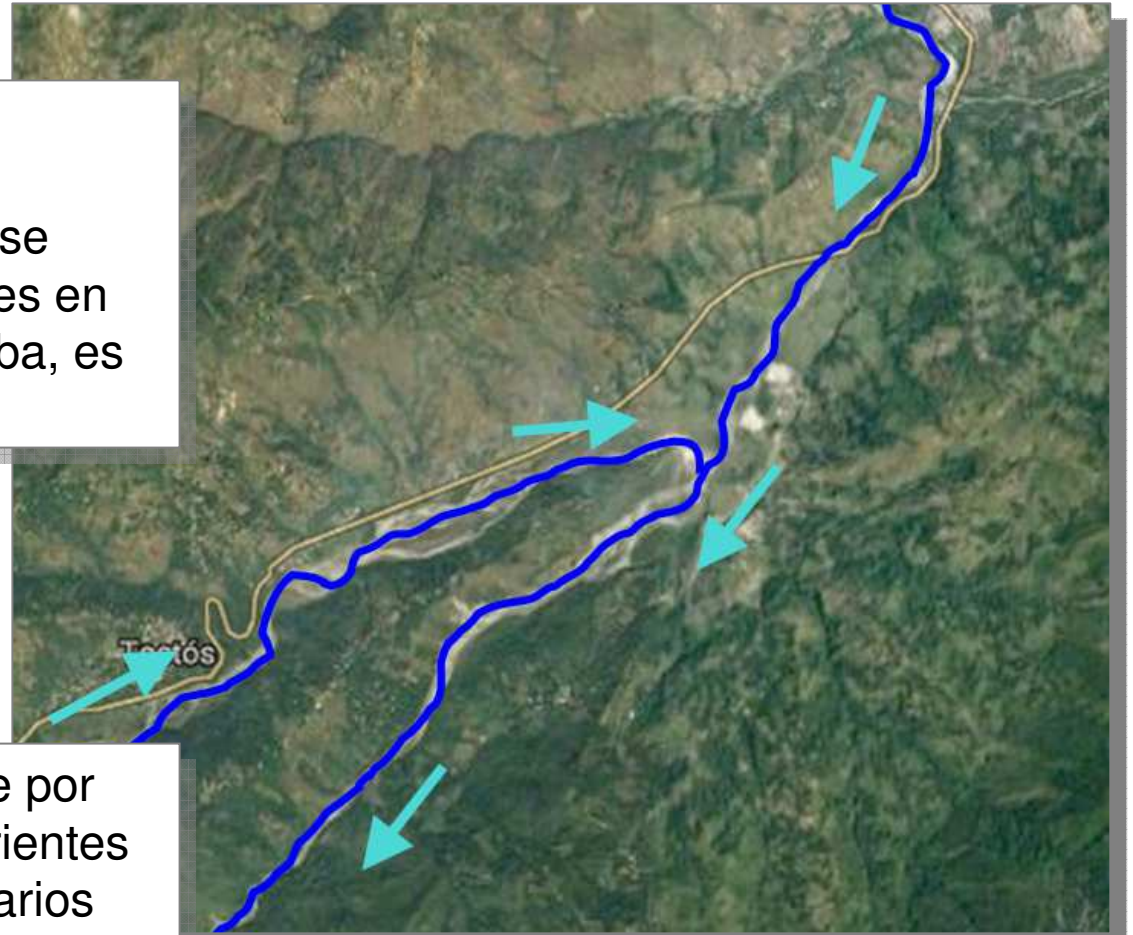


Patrones de drenaje especiales

- RETORCIDO O CONTORSIONADO:

-Ocurre cuando los tributarios se unen a las corrientes principales en curvas de dirección aguas arriba, es decir casi en contravía.

Este patrón puede presentarse por fallas transversales en las corrientes principales. Los ramales tributarios forman ángulos obtusos con la corriente principal.



Río Boconó, Vzla

(09° 12' 14" N, 070° 17' 34" W)

Patrones de drenaje deposicionales

- ANASTOMOSADO, TRENZADO O

ENTRELAZADO: Este tipo de patrón se controla por su propia carga de sedimentos. El cauce se presenta dividido en numerosos canales entrelazados y separados entre sí por islas o barras de lecho.

Suele designarse con el término “*anastomótico*”, aun cuando diferentes autores lo llaman meándrico.



Boconó, Trujillo – Vzla.

(09° 15' 20" N, 070° 16' 28" W)

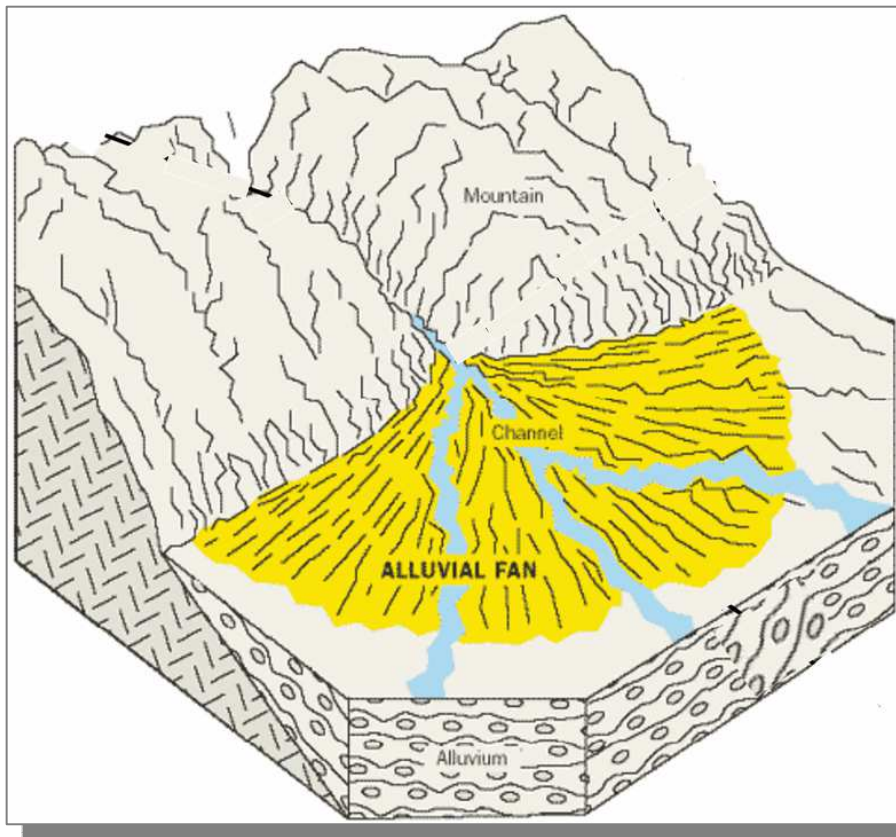
Patrones de drenaje especiales

LAGO DE MARACAIBO



- RECTILINEO O ARTIFICIAL:
se presenta en zonas planas y mal drenadas, en donde el hombre ha construido camellones amplios y rectos, separados por surcos, que en conjunto muestran un patrón uniforme a veces perpendicular a la dirección del río que originó la planicie.

Patrones de drenaje deposicionales



- **DISTRIBUTARIO:** Es típico de los abanicos aluviales partiendo de un origen y dispersándose de forma casi radial sobre la superficie, generalmente de baja pendiente.

Boconó, Trujillo – Vzla.
(09° 14' 33" N, 070° 16' 09" W)



Patrones de drenaje deposicionales

- **PARALELO**: se caracteriza por contar con corrientes principales y tributarios paralelos. Se ha señalado como típico de áreas con pendientes pronunciadas o controles estructurales que conducen a corrientes paralelas o casi paralelas (**patrón subparalelo**) regularmente espaciadas.

Sin embargo los ríos que atraviesan los llanos (holoceno) sudamericanos observan este patrón producto de los bancos que construyen en sus bordes los cuales los separan de potenciales afluentes.



Barinas – Vzla.

(08° 09' 06" N, 069° 27' 29" W)

Patrones de drenaje deposicionales

- **MEANDRICO:** Es un patrón común en ríos de pendiente baja a nula, ocurre en llanuras de inundación donde la capacidad de carga y orientación del río es baja.

También puede encontrarse en otros paisajes, como lechos rocosos y valles intramontanos, correspondiendo los primeros a control tectónico y los segundos a claros procesos de sedimentación.



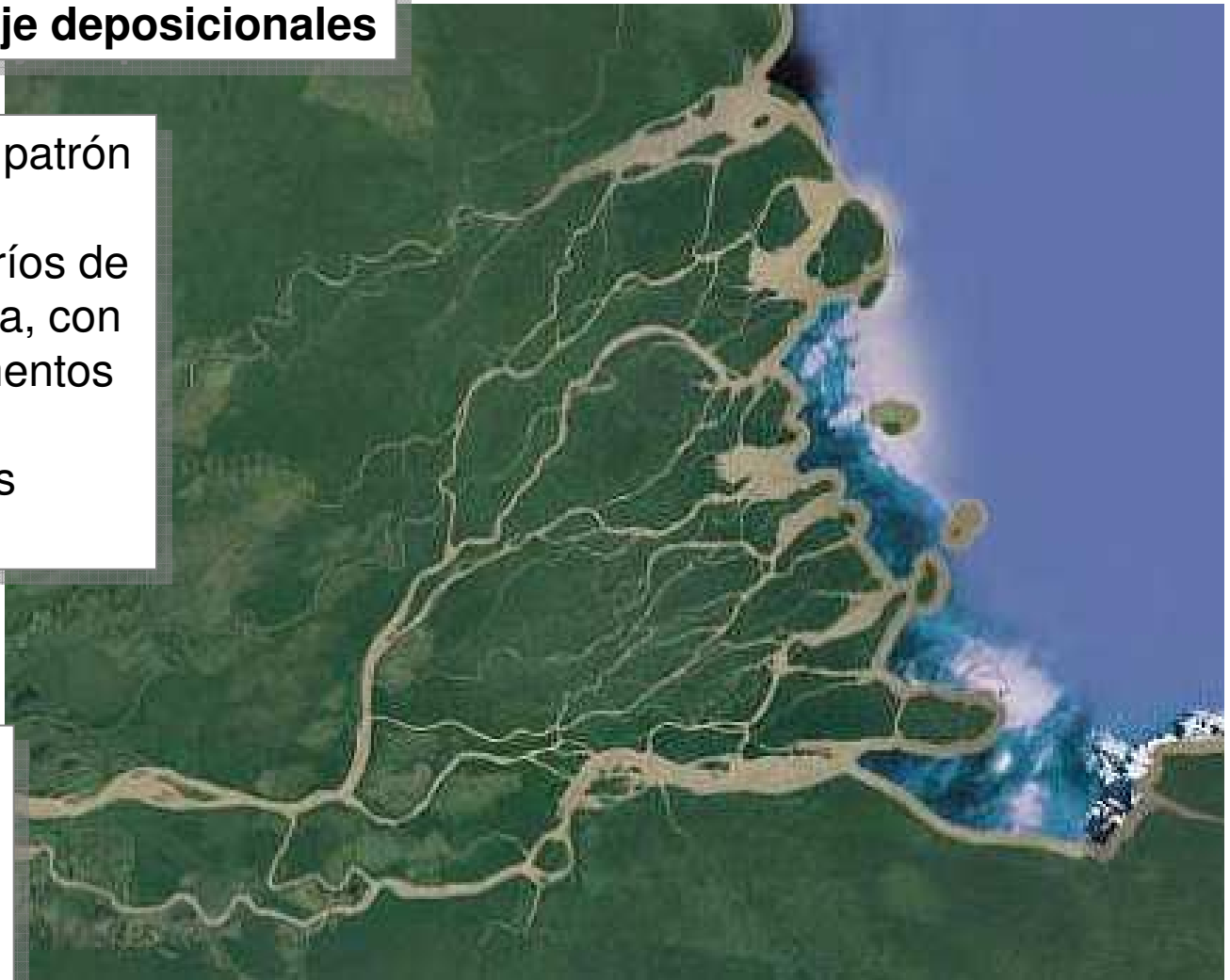
Barinas – Vzla.

(07° 46' 53" N, 070° 21' 15" W)

Patrones de drenaje deposicionales

- **DELTÁICO:** Es un patrón común en la desembocadura de ríos de pendiente baja a nula, con gran carga de sedimentos y en una costa poca profunda, sin mareas relevantes.

El río principal se bifurca en numerosos brazos y construye un abanico de sedimentación en forma de letra griega Delta.



Delta del Orinoco – Vzla.

Patrones de drenaje deposicionales

- **RETICULAR:** Es un tejido de canales, corrientes entrelazadas, pantanos y ciénagas, que se encuentran sobre planicies costeras jóvenes y muy planas.

Durante las mareas altas, el agua del mar penetra en los canales y pantanos; asimismo, con marea baja, los ríos corren aguas abajo..



Patrones de drenaje erosionales

- **ESTUARIOS:** Es una desembocadura abierta del río en el océano. Este sistema es altamente influenciado por fuertes mareas que erosionan la boca de la desembocadura y previenen la construcción de deltas y bifurcación del río en varios brazos o caños.

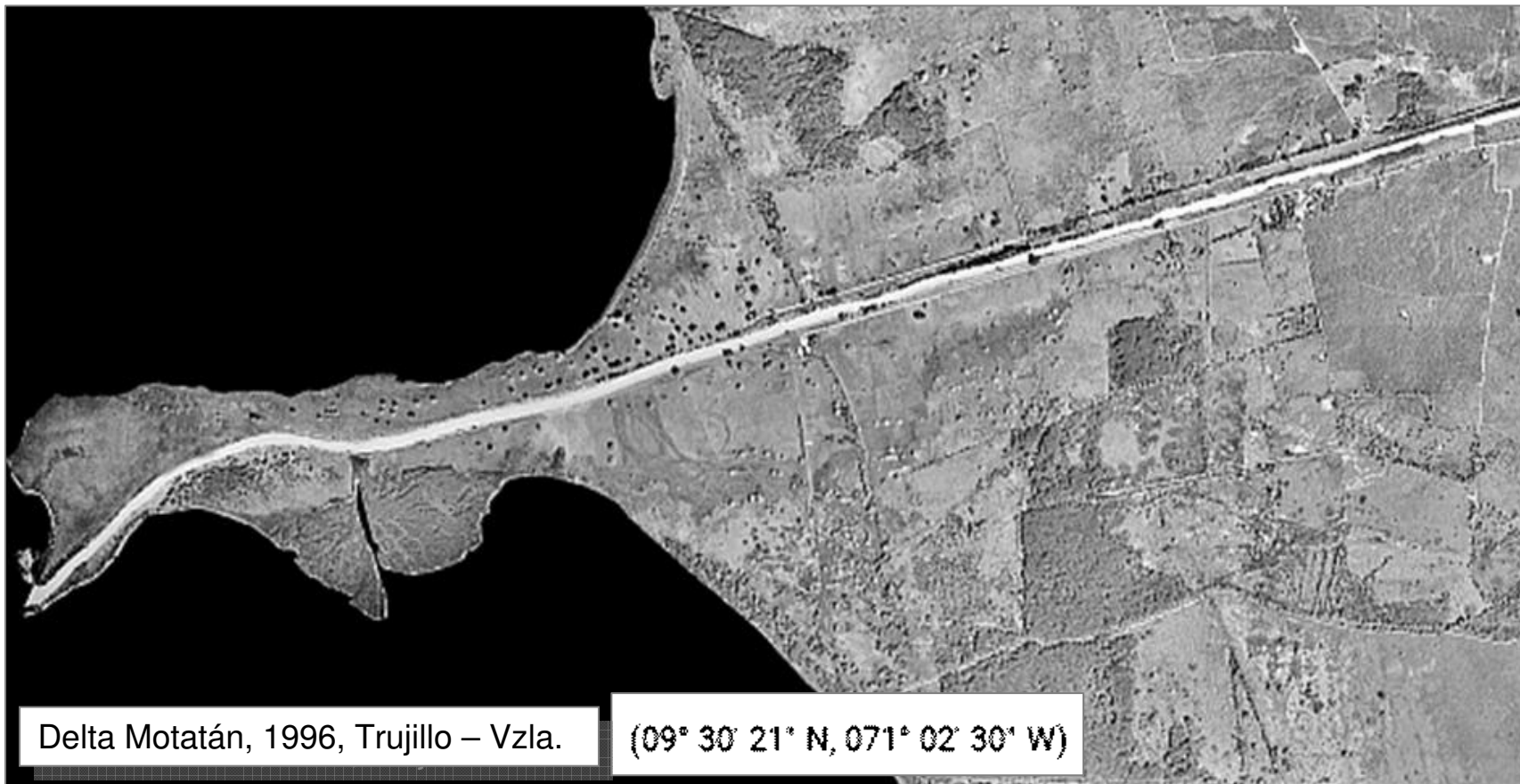
Durante las mareas altas, el agua del mar penetra en el estuario mezclando aguas saladas y dulces.



Estuario del Río de La Plata – Argentina.

Patrones de drenaje especiales

- **RECTILÍNEO**: esta relacionado con una falla oculta o puede sugerir una canalización del río.



Delta Motatán, 1996, Trujillo – Vzla.

(09° 30' 21" N, 071° 02' 30" W)

Consulte en el glosario disponible en el portal de la sala de geografía las siguientes definiciones:

- Escorrentía
- Escurrimiento subsuperficial
- Divisoria de aguas
- Hoya hidrográfica
- Caudal
- Drenaje
- Área
- Hectárea
- Infiltración
- Red de drenaje

- Afluente
- Efluente
- Crecida
- Caudal
- Perfil altitudinal

- Perímetro
- Divortium aquarum
- $\text{Km} > \text{m}$
- $\text{Km}^2 > \text{m}^2$
- $\text{m}^2 > \text{Km}^2$
- $\text{m}^2 > \text{Ha}$

- Curso intermitente
- Curso efímero
- Pendiente del cauce
- Desnivel altitudinal
- Longitud del cauce

- Perímetro
- Naciente
- Desembocadura
- Altitud

- Margen derecha del río
- Margen izquierda del río
- $\text{Km}^2 > \text{m}^2$ $\text{m}^2 > \text{Km}^2$
- Subcuenca
- Vertiente hidrográfica

- Hidrograma
- Hidrógrafa
- Escorrentía
- Tiempo de concentración