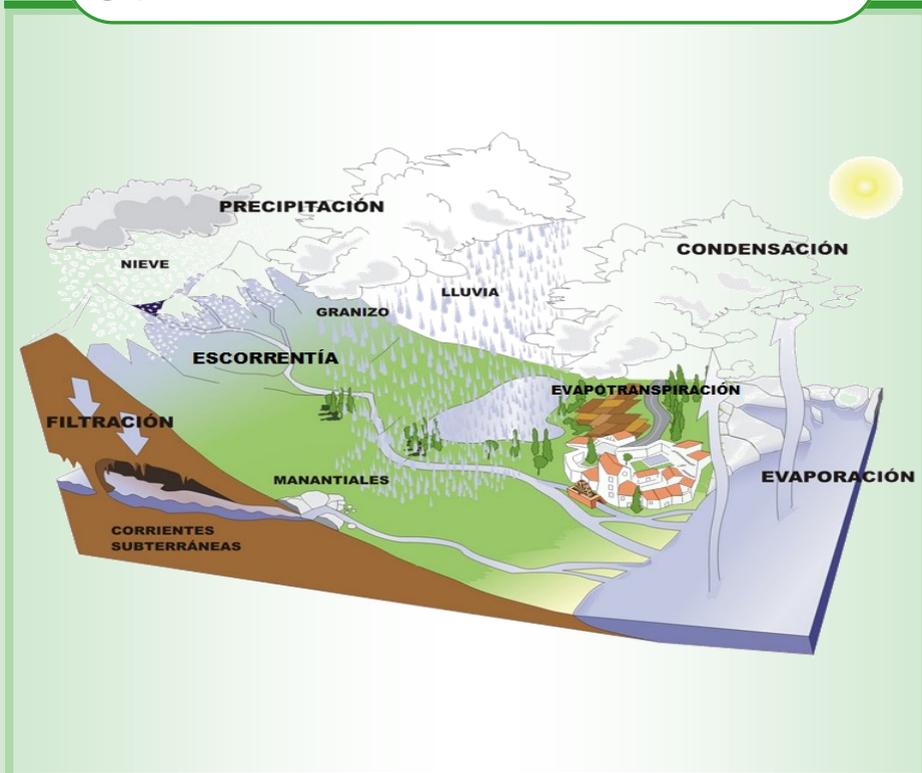




Sociedad Geográfica de Lima



## ¿QUÉ ES CUENCA HIDROLÓGICA?



### CARTILLA TÉCNICA

“Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico”

LIMA - PERÚ

2011



# **CARTILLA TÉCNICA: AGUAS SUBTERRÁNEAS - ACUÍFEROS**

**Juan Julio Ordoñez Gálvez  
SENAMHI**



**Sociedad Geográfica de Lima**



# CARTILLA TÉCNICA: ¿QUÉ ES CUENCA HIDROLÓGICA?

*Editado por : Sociedad Geográfica de Lima*

*Dirección : Jr. Puno 450 - Lima*

*Editor : Zaniel I. Novoa Goicochea*

*Coeditor : Foro Peruano para el Agua - GWP Perú*

*Autor : Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez*

*Edición : Primera*

*Diseño : Juan Julio Ordoñez Gálvez, Miriam Rocío Casaverde Riveros*

*ISBN: 978-9972-602-76-4*

*Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2012-08846*

*Esta Carpeta s publicado con el apoyo de la Sociedad Geográfica de Lima*

## **CONTENIDO**

- I.- Introducción**
- II.- Objetivo**
- III.- Antecedentes**
- IV.- Materiales y métodos**
  - 4.1 Definiciones**
  - 4.2 Medición de las variables del Ciclo Hidrológico**
- V.- Cuestionario práctico**
- VI.- Bibliografía**

# ¿Qué es Cuenca Hidrológica ?

**Cuenca hidrológica, unidad mínima de conservación, preservación y desarrollo sostenible**

## I.- INTRODUCCIÓN

*Empezaremos diciendo que el agua, como ya sabemos, es esencial para la vida; que tiene una importancia clave para la salud, el desarrollo y, por lo tanto, la reducción de la pobreza. Todos los aspectos de las actividades naturales y humanas tienen relación con el agua, sin embargo, en ese proceso de aprovechamiento, se ha hecho un mal uso del mismo debido principalmente a un contexto global de crecimiento exponencial de la población, con una demanda de alimentos y agua potable en constante incremento.*

*Añadiéndole a esta presión de los ecosistemas, la contaminación y el actual cambio climático, que repercuten de manera significativa en la disponibilidad espacial y temporal de los recursos hídricos.*

*Hoy, todos los usuarios del agua estamos en la encrucijada: Escasez y deterioro de la calidad de las fuentes, lo cual es un círculo vicioso pues todo lo que se descargue al entorno inexorablemente irá al subsuelo, a los ríos o al océano. Pero que estamos haciendo mal, acaso nuestra gestión es tan deficiente que miles de millones de personas ( y el medio ambiente) sufren muchísimo?.*

*En ese sentido, es necesario tener un conocimiento básico de nuestras cuencas hidrológicas, como unidad mínima de gestión; para poder hacer una caracterización y diagnóstico del recurso hídrico, que permita establecer lineamientos a seguir para su protección, y que sirva de base a los usuarios del recurso y planificadores, para considerar su uso y disponibilidad en proyectos actuales y futuros.*

*La GWP- Perú presenta este documento información básica referente a la cuenca hidrológico con el que se pretende que el lector se familiarice con la terminología que se utiliza y visualice la importancia de poder realizar una adecuada gestión integral del recurso hídrico*

\* \* \*

## II.- OBJETIVO

*Brindar conocimiento teórico práctico de lo que es una cuenca hidrográfica e hidrológica, como unidad mínima unidad de conservación, preservación y desarrollo sostenible de los ecosistemas naturales, como fuente generadora de vida hacia la búsqueda del equilibrio con las necesidades antrópicas*

## III.- ANTECEDENTES

*Para Muñoz (s/f), la cuenca es una unidad del territorio en donde funciona la combinación de un subsistema hídrico que produce agua, simultáneamente con los subsistemas ecológico, económico, social y político.*

*Un rápido resumen de las funciones, valores y beneficios de las cuencas pone de manifiesto que éstas son un elemento clave para hacer frente a la crisis ambiental; debido a que los principales beneficios de las cuencas, son fruto de las funciones inherentes a los ecosistemas. En términos generales, los aportes de las cuencas según Rendón (2003) son los siguientes:*

- **Abastecimiento continuo de agua dulce**

*Las cuencas son un elemento fundamental en la obtención de agua para atender las necesidades de los diferentes usuarios, a largo plazo. Los procesos naturales que se producen en la cuenca, a través de la interacción entre el agua, suelo, clima y vegetación favorecer la captación de agua, abasteciendo los cauces incluso en secas; además, la cuenca puede cumplir mucho mejor la función de tratamiento de aguas residuales que un sistema técnicamente avanzado que cuesta miles de dólares.*

- **Regulación de la cantidad de agua**

*Los ríos son una fuente segura de agua durante todo el año; debido a que en ocasiones el caudal alimenta zonas de pantanos y ciénagas. Esto propicia que el agua en la temporada de lluvias fluya más lentamente, lo cual amplía, en las épocas más secas, el período en el que puede disponerse de agua.*

- **Regulación climática**

*La preservación de los sistemas hidrológicos naturales como los humedales, pantanos y bosques dentro de la cuenca tiene efectos microclimáticos y macroclimáticos evidentes.*

- **La evapotranspiración**

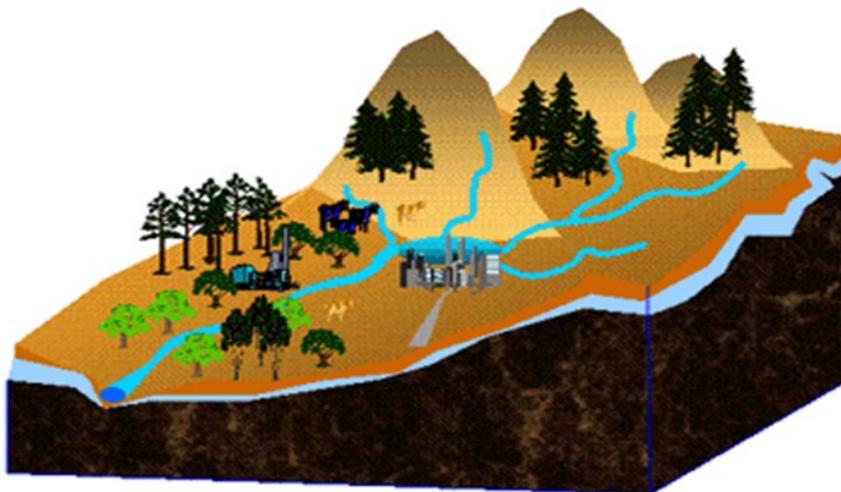
*Es una fuente de niveles locales de humedad y la biodiversidad local. En las áreas con vegetación arbórea, gran parte del agua de las lluvias regresa a la atmósfera por evaporación o transpiración volviendo a precipitar en la zona circundante. Zonas en donde la evapotranspiración real es más alta, tienden*

a albergar mayor biodiversidad.

Por ello, es importante conocer los procesos físicos de generación y circulación por las que pasa el agua dentro de una cuenca. De acuerdo con Llerena (2003), “el concepto de cuenca como unidad territorial natural es el más importante ya que a partir de esta apreciación se puede comprender que únicamente en la cuenca hidrográfica es posible realizar balances hídricos. Es decir, cuantificar la oferta de agua que “produce” la cuenca durante el ciclo hidrológico. Es por sus cualidades de unidad hidrológica y de medio colector-almacenador-integrador de los procesos naturales y antrópicos que ocurren en la cuenca, que esta puede ser también una unidad política, administrativa, de gestión ambiental o de manejo de los diversos recursos naturales que alberga”.

Muchas veces hay cierta confusión cuando se utilizan los términos de Cuenca Hidrológica y Cuenca Hidrográfica, por ello, coincidimos con Carabias y Landa (2005) en la aclaración de que:

- **Cuenca Hidrográfica**, se refiere a la definición geográfica de la misma, es el contorno o límite de la misma que drena agua en un punto en común (**Figura 3.1**).
- **Cuenca Hidrológica**, se suele entender como una unidad para la gestión que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica (**Figura 3.1**).



**Figura 3.1** Cuenca hidrológica e hidrográfica  
Fuente: Ordoñez, 2011

*Una cuenca incluye ecosistemas terrestres (selvas, bosques, matorrales, pastizales, manglares, entre otros) y ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales, etc.), y sus límites se establecen por el parteaguas desde donde escurre el agua que se precipita en el territorio delimitado por éste, hasta un punto de salida”.*

*En la cuenca hidrográfica, se distinguen por lo general tres sectores característicos: Alto, Medio y Bajo, los cuales en función a las características topográficas del medio pueden influir en sus procesos hidrometeorológicos y en el uso de sus recursos (Llerena, 2003).*

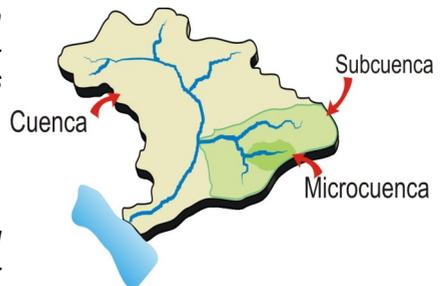
*Arreola-Muñoz (s/f), establece que “las cuencas tienen un funcionamiento territorial altitudinal ya que implica la relación directa entre las partes altas, cercanas al parteaguas, la zona de tránsito o intermedia y la parte baja de deposición y desembocadura, de tal forma que la parte alta afecta de manera determinante a la parte baja.*

#### IV.- MATERIALES Y METODOS

##### 4.1 Definiciones

*Dentro de los términos que generalmente se utilizan, para definir e identificar los componentes que identifican las características de una cuenca tenemos:*

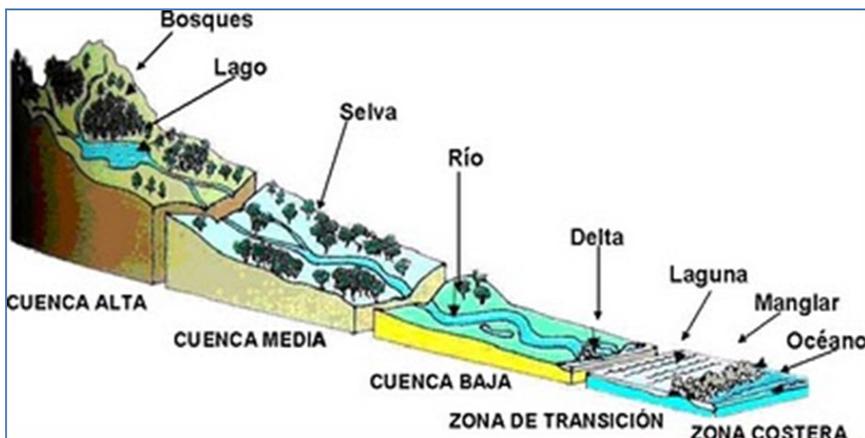
- **Cuenca**  
*Sistema integrado por varias subcuencas o microcuencas.*
- **Subcuencas**  
*Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente.*
- **Microcuencas**  
*Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; es decir, que una Subcuenca está dividida en varias microcuencas.*
- **Quebradas**  
*Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca.*



**Figura 4.1.** Cuenca, subcuenca y microcuenca

Fuente: Adaptado por Casaverde, 2011.

- Cuenca alta**  
*Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas.*
- Cuenca media**  
*Donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido.*
- Cuenca baja o zonas transicionales**  
*Donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales.*



**Figura 4.2.** Partes de la cuenca  
 Fuente: [www.eoearth.org/article/Hydrologic\\_cycle](http://www.eoearth.org/article/Hydrologic_cycle), adaptado por Ordoñez, 2011

*Esta división por zonas resulta útil en el análisis del comportamiento de los diferentes componentes del balance hídrico, sino que también apoya en la delimitación de las zonas funcionales de la cuenca, que en términos generales coinciden con la caracterización del ambiente fluvial de Robertson (1992), quien define un sistema fluvial generalizado basado en Schumm (1977) con la zonificación que se muestra en la **Tabla 1**.*

**Tabla 1.** Zonificación de la cuenca

	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
	Montaña y Colinas	Valle Aluvial	Delta
Procesos Dominantes	Erosión	Transporte	Sedimento
Influencia	Lito/Relieve	Erosión-Sedimentación	Fluvio-Marina

Fuente: Pladeyra (2003)

- **Zona de Cabecera**

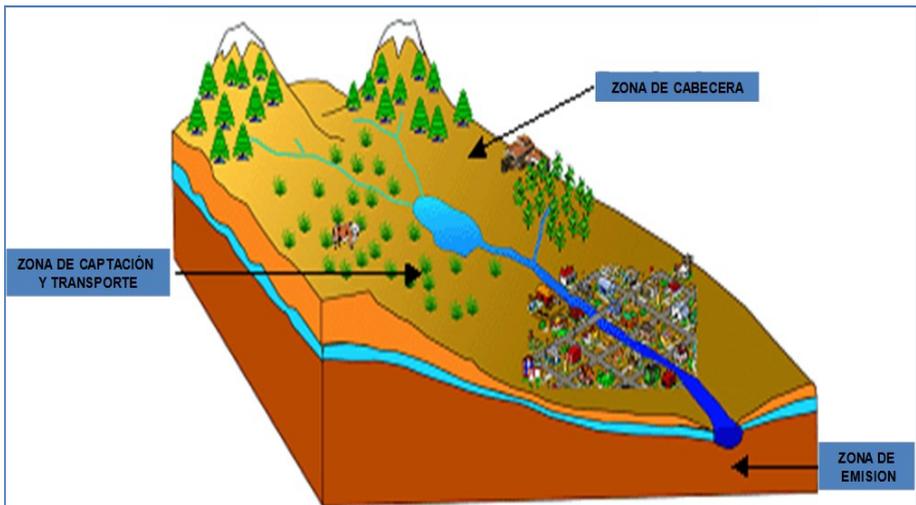
*Es la zona donde nacen las corrientes hidrológicas, por ende se localizan en las partes más altas de la cuenca. Generalmente la rodean y por su función –principalmente de captación de agua– presentan la mayor fragilidad hidrológica.*

- **Zona de Captación – Transporte**

*Es la porción de la cuenca que en principio se encarga de captar la mayor parte del agua que entra al sistema, así como de transportar el agua proveniente de la zona de cabecera. Esta zona puede considerarse como de mezcla ya que en ella confluyen masas de agua con diferentes características físico-químicas.*

- **Zona de Emisión**

*Se caracteriza por ser la zona que emite hacia una corriente más caudalosa el agua proveniente de las otras dos zonas funcionales.*

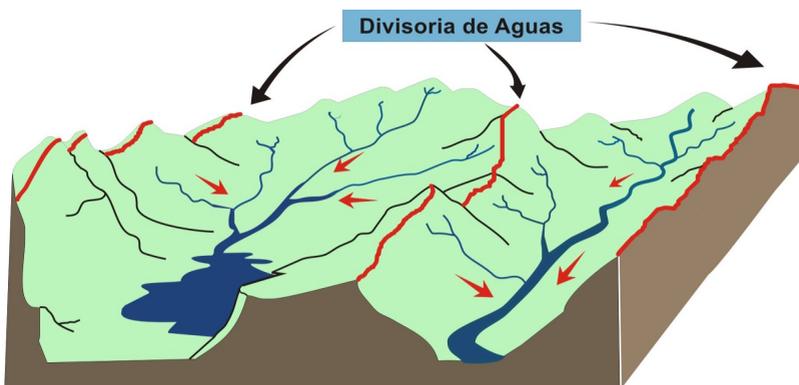


**Figura 4.3.** Zonificación de la cuenca

Fuente: Pladeyra (2003)

- **Divisoria de aguas**

*La divisoria de aguas o divortium aquarum es una línea imaginaria que delimita la cuenca hidrográfica. Una divisoria de aguas marca el límite entre cuenca hidrográficas y las cuencas vecinas. El agua precipitada a cada lado de la divisoria desemboca generalmente en ríos distintos. También se denomina “parteaguas”, ver **Figura 4.4** .*



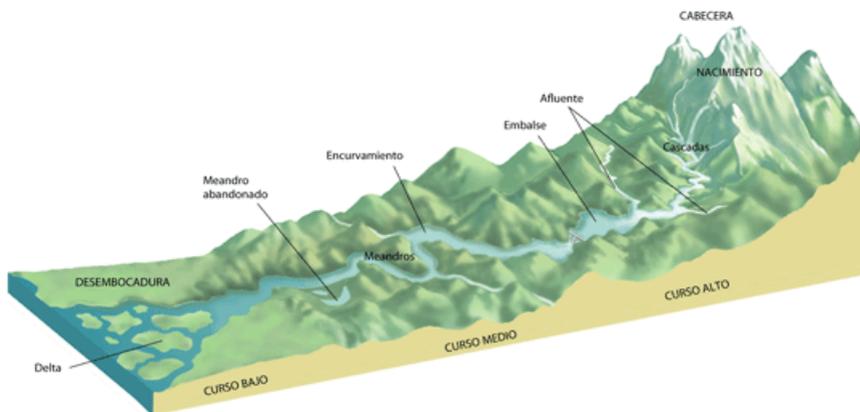
**Figura 4.4.** Divisoria de aguas

Fuente: <http://recuperapatzcuaro.com/lacuenca.php#>, adaptado por Casaverde (2011).

- **Río principal**

El río principal suele ser definido como el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o bien con mayor longitud. Tanto el concepto de río principal como el nacimiento del río son arbitrarios, como también lo es la distinción entre el río principal y afluente. Sin embargo, la mayoría de cuencas de drenaje presentan un río principal bien definido desde la desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura.

En el curso de un río se distinguen tres partes (ver **Figura 4.5**):



**Figura 4.5.** Partes de un río

Fuente: [http://kalipedia.com/klpgeogra\\_17.Kes#](http://kalipedia.com/klpgeogra_17.Kes#)

- **Curso alto o superior**, ubicado en lo más elevado del relieve, en donde la erosión de las aguas del río es vertical. Su resultado: la profundización del cauce;
- **Curso medio**, en donde el río empieza a zigzaguear, ensanchando el valle;
- **Curso bajo o inferior**, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan, formando las llanuras aluviales o valles.

Otros términos importantes a distinguir en un río son:

- **Cauce**, o también denominado lecho, es el conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos.
- **Thalweg**, línea que une los puntos de mayor profundidad a lo largo de un curso de agua.
- **Margen derecha**, mirando río abajo, la margen que se encuentra a la derecha.
- **Margen izquierda**, mirando río abajo, la margen que se encuentra a la izquierda.
- **Aguas abajo**, con relación a una sección de un curso de agua, sea principal o afluente; si se sitúa después de la sección considerada, avanzando en el sentido de la corriente.
- **Aguas arriba**, es el contrario de la definición anterior.

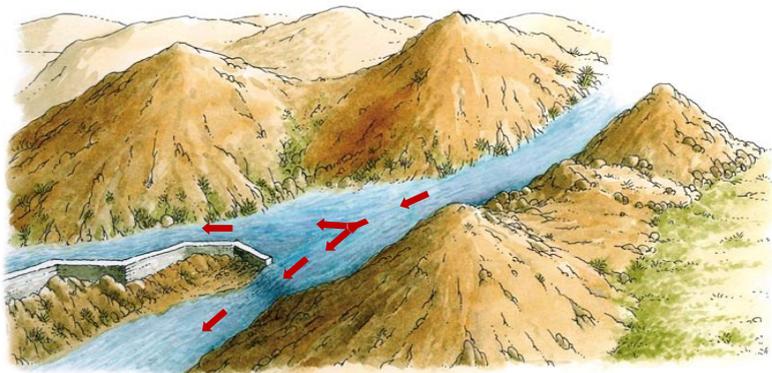
- **Afluentes**

Corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que desemboca en otro río más importante con el cual se une en un lugar llamado confluencia.

En principio, de dos ríos que se unen es considerado como **afluente** el de menor importancia (por su caudal, su longitud o la superficie de su cuenca).

- **Efluentes**

Lo contrario de un afluente es un efluente o distributivo, es decir, una derivación (natural o artificial) que se desprende fuera de la corriente principal de un río mayor a través de otro menor. Los de origen natural se encuentran en su mayoría en los deltas fluviales. Son más frecuentes los efluentes de "origen artificial", es decir, de una derivación, acequia o canal que se utiliza con fines de riego o de abastecimiento de agua en regiones relativamente alejadas del río principal.



**Figura 4.6.** Efluente de origen artificial

Fuente: Adaptado de <http://biombohistorico.blogspot.com/> por Casaverde (2011)

- **Tipos de cuencas:**

- a) **Por su tamaño geográfico:**

*Las cuencas hidrográficas pueden ser :*

- *Grandes*
- *Medianas o*
- *Pequeñas*

*Los conceptos de pequeñas cuencas o microcuencas, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico.*

- b) **Por su ecosistema**

*Según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural así tenemos:*

- *Cuencas áridas, (Cuenca del río Cañete)*
- *Cuencas tropicales ( Cuenca del Canal de Panamá)*
- *Cuencas frías (Cuenca del Lago Titicaca)*
- *Cuencas húmedas*

- c) **Por su objetivo**

*Por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse:*

- *Hidroenergéticas*
- *Para agua poblacional,*
- *Agua para riego,*
- *Agua para navegación*

- Ganaderas y
- De uso múltiple

**d) Por su relieve**

Considerando el relieve y accidentes del terreno, las cuencas pueden denominarse:

- Cuencas planas,
- Cuencas de alta montaña,
- Cuencas accidentadas o quebradas

**e) Por la dirección de la evacuación de las aguas**

Existen tres tipos de cuencas:

- **Exorreicas o abiertas:** drenan sus aguas al mar o al océano. Un ejemplo es la cuenca del Río Rímac, en la Vertiente del Pacífico.
- **Endorreicas o cerradas:** desembocan en lagos, lagunas o salares que no tienen comunicación fluvial al mar. Por ejemplo, la cuenca del río Huancané, en la Vertiente del Titicaca.
- **Arreicas:** las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta patagónica central pertenecen a este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia. También son frecuentes en áreas del desierto del Sáhara y en muchas otras partes.



Figura 4.7. Tipos de cuencas: a) Exorreicas, b) Endorreicas y C) Arreicas.

Fuente: <http://recuperapatzcuaro.com/lacuena.php#>

- **Caudal**

Volumen de agua que pasa por una determinada sección transversal en la unidad de tiempo, generalmente se expresan en  $m^3/s$ .

- **Caudal máximo instantáneo**

Para la determinación del caudal máximo instantáneo ( $q_{max}$ ) ocurrido en una sección de control, en un lapso determinado, generalmente durante el transcurso del pasaje de una onda de avenida, debe

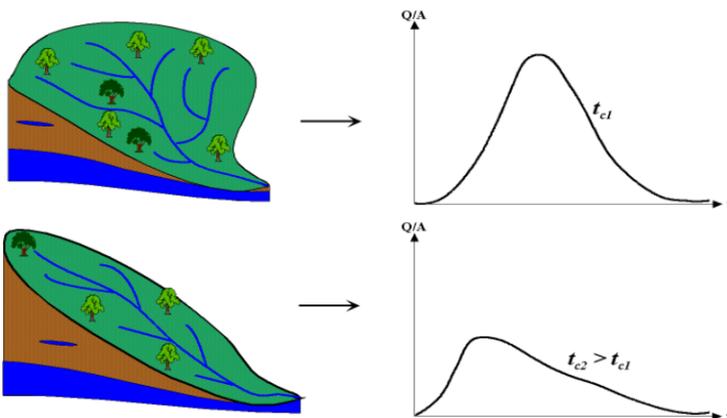
disponerse de un instrumento registrador. Se expresan en  $m^3/s$  y se le asocia la fecha en que se ha registrado.

- **Hidrograma**

Un hidrograma de caudal es una gráfica o una tabla que muestra la tasa de flujo como función del tiempo en un lugar dado de la corriente. En efecto el hidrograma es una expresión integral de las características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones entre la lluvia y escorrentía de una cuenca de drenaje particular.

Según Heras (1983), el hidrograma permite representar la variación del caudal de un río, en función del tiempo.

El hidrograma, está en función del aporte de precipitaciones que puedan ocurrir en la superficie de la cuenca y de las características físicas de ella, tal como se puede apreciar en la **Figura 4.8**, donde se observa una comparación de dos hidrogramas en función de la forma de la cuenca. Es decir para este caso a mayor pendiente de la cuenca la respuesta del hidrograma es más directa.



**Figura 4.8.** Influencia de la forma de la cuenca en el hidrograma  
Fuente: Musy André, 2001

## 4.2 Características Morfométricas y Fisiográficas de la Cuenca

Para caracterizar una cuenca hidrográfica, necesitamos cuantificar todos los parámetros que describen la estructura física y territorial con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus Recursos Naturales pero también para identificar los problemas presentes y potenciales.

*La caracterización de una cuenca se inicia con la delimitación de su territorio, la forma, tamaño o área, pendiente media y pendiente del cauce principal, red de drenaje, etc. Algunos de estos “parámetros geomorfológicos” sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros a los desastres.*

#### **a) Delimitación de una cuenca**

*La delimitación de una cuenca se puede hacer a partir de fotografías aéreas sin embargo, lo mas común es utilizando los mapas topográficos (escala 1:100,000). Consiste en trazar la línea divisoria que se denomina parteaguas y se ubica en las partes mas altas dividiendo el curso de la escorrentía hacia una u otra cuenca.*

#### **¿Cómo se traza la línea divisoria de una cuenca?**

*Una forma practica y sencilla para trazar la línea divisoria de una cuenca es seguir los siguientes consejos:*

- *Se definen la red de drenaje partiendo del cauce principal es decir todas las corrientes.*
- *Se ubican los puntos altos que están definidos por las curvas de nivel en el plano (estas curvas son líneas que indican la elevación de los lugares por donde pasan y cuya elevación será igual al valor de la curva).*
- *La línea divisoria debe pasar por los puntos altos definidos cortando ortogonalmente las curvas de nivel.*
- *En cualquier punto del terreno la línea divisoria debe ser el punto de mayor altitud excepto cerros o puntos altos que se encuentran dentro de la cuenca.*
- *La línea divisoria nunca debe cortar un río, quebrada o arroyo.*

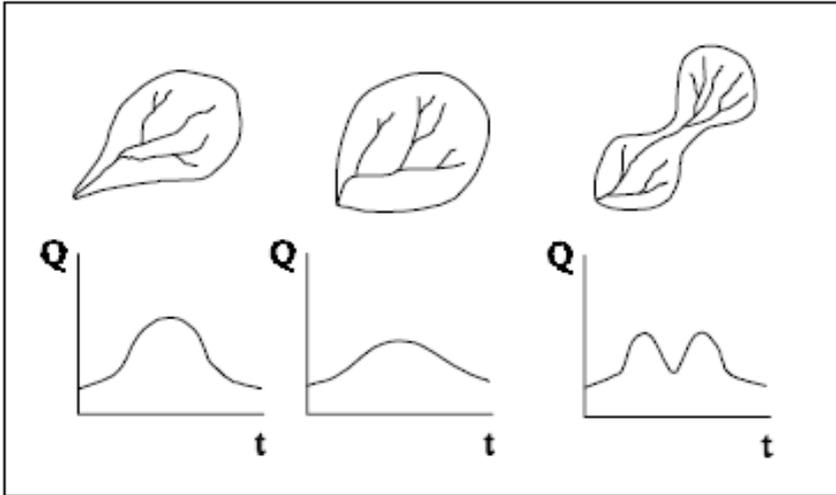
*Una vez establecida la línea divisoria de la cuenca, se puede conocer mediante métodos sencillos, su área que es de mucha importancia para considerarlo al hacer estimaciones de volúmenes precipitados, el perímetro de la cuenca, la forma de ésta etc.*

#### **b) Área de la cuenca (A)**

*Esta definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. Representada con la letra “A” mayúscula, es probablemente la característica geomorfológica más importante, y su importancia radica en las siguientes razones:*

### c) Parámetros de forma de la cuenca

Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. La forma incide en el tiempo de respuesta de la cuenca, es decir, al tiempo de recorrido de las aguas a través de la red de drenaje, y, por consiguiente, a la forma del hidrograma resultante de una lluvia dada.



**Figura 4.9** Influencia de la forma

Fuente: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4\\_Geomorfologia.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4_Geomorfologia.pdf)

En la **Figura 4.9**, vemos varias hidrógramas para cuencas con la misma área y diferentes formas ante una lámina precipitada igual. Esto demuestra una fuerte probabilidad en la determinación de una cuenca mediante sus parámetros.

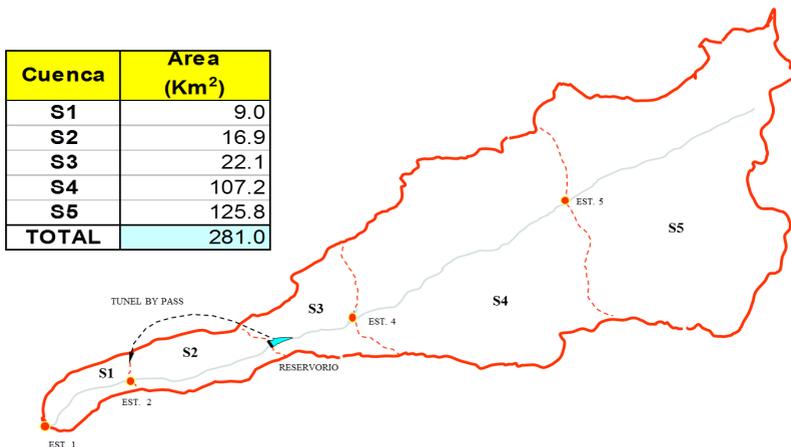
Para determinar la forma de una cuenca se utilizan varios índices asociados a la relación área perímetro. Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente. Siendo los más comunes:

- **Factor de forma de Horton (Kf)**

Horton, ha sugerido un factor adimensional de forma designado como “Rf” que puede deducirse a partir de la siguiente ecuación:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (I)$$

- El valor que se utilizará para muchos cálculos en varios modelos hidrológicos.
- Para una misma región hidrológica o regiones similares, se puede decir que a mayor área mayor caudal medio.



**Figura 4.9.** Representación del Área de Cuenca  
 Fuente: Cuenca Hidrográfica, Hidrología General . 2010. Slideshare.

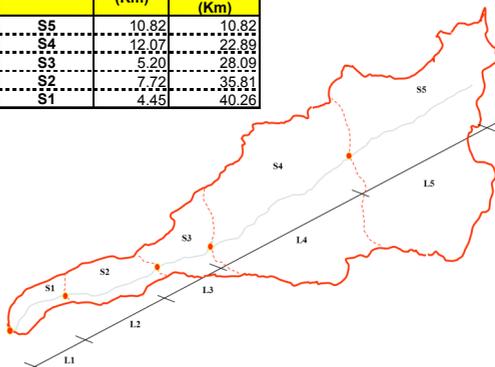
**d) Perímetro de la cuenca (P)**

Es la longitud del contorno del área de la cuenca. Es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula “P”.

**e) Longitud del río principal (L)**

Es la longitud del río principal de la cuenca, donde van a drenar todos los afluentes y quebradas. Representada con la letra “L” mayúscula.

Sub-cuenca	Longitud (Km)	Longitud Acumulada (Km)
S5	10.82	10.82
S4	12.07	22.89
S3	5.20	28.09
S2	7.72	35.81
S1	4.45	40.26



**Figura 4.10.** Longitud del cauce principal  
 Fuente: Cuenca Hidrográfica, Hidrología General . 2010. Slideshare.

Donde:

- Rf* Factor adimensional de forma de Horton
- A* área de la cuenca en  $km^2$
- L* Longitud de máximo recorrido

**Tabla 2.** Valores Interpretativos del Factor orma

Valores Aproximados	Forma de la cuenca
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.30	Alargada
0.30 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.45	Ni alargada , ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 - 1.20	Muy ensanchada
>1.200	Rodeando el Desagüe

Fuente: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/MORFOMETR%CDA.pdf>

- **Indice de compacidad (Kc):**

También denominado coeficiente de compacidad o de Graveliús, definida como la relación entre el perímetro de la cuenca “P” y el perímetro de un circulo de área “A” de la cuenca hidrográfica, es decir, equivalente.

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = \frac{0.28P}{\sqrt{A}} \quad (II)$$

Donde:

- Kc* = Indide de compacidad
- P* = Perímetro de la cuenca en km
- A* = Área de la cuenca en  $km^2$

- **Coeficiente de Circularidad (Cc):**

El coeficiente de circularidad de Miller se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Cc = 4\pi \frac{A}{P^2} \quad (III)$$

Donde:

- A = Área de la cuenca en  $\text{km}^2$   
 P = Perímetro de la cuenca en km

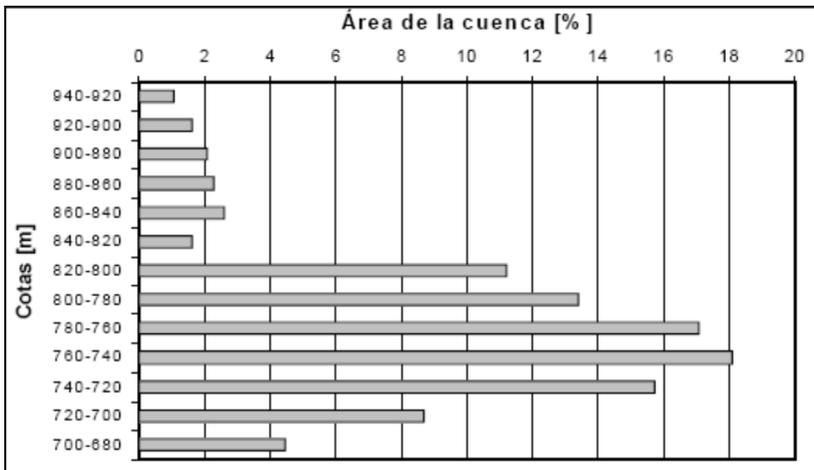
Es de hacer notar que el coeficiente de circularidad de Miller varía entre 0 y 1. En este caso, valores cercanos a 1 indican morfologías ensanchadas, mientras que unos coeficientes de circularidad cercanos a 0, indican que las cuencas son alargadas.

**f) Parámetros de relieve:**

La influencia del relieve sobre el hidrograma es aún más evidente. A una mayor pendiente corresponderá una mayor duración de concentración de las aguas de escorrentía en la red drenaje y afluentes al curso principal, los parámetros más utilizados son:

- **Histograma de frecuencias de altitudes:**

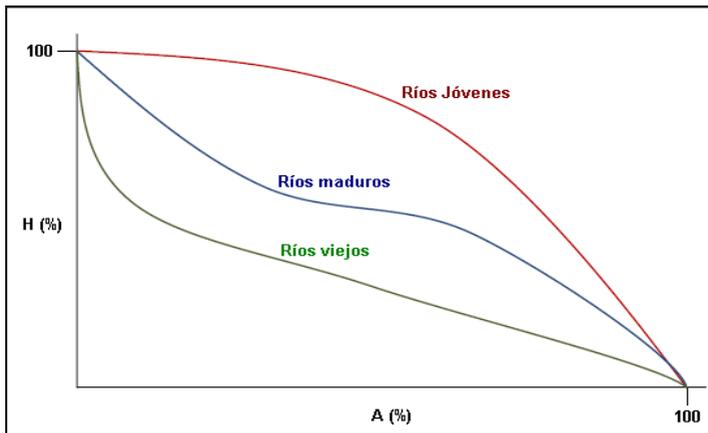
Representa el grado de incidencia de las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto al total del área de la cuenca.



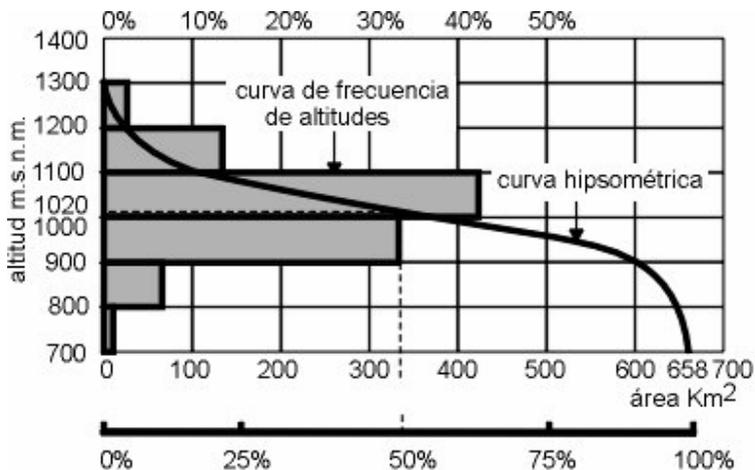
**Figura 4.9.** Representación de un Histograma Frecuencias de altitudes  
 Fuente: Conceptos Básicos de Hidrología, Balance Hídrico, CATIE, 2009.

- **Curva hipsométrica**

Es una curva que indica el porcentaje de área de la cuenca o bien la superficie de la cuenca en  $\text{km}^2$  que existe por encima de una cota determinada. Puede hallarse con la información extraída del histograma de frecuencias altimétricas.



**Figura 4.10.** Cambio de forma de la curva hipsométrica con la edad del río  
 Fuente: *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Ibanez, Sara. 2011.



**Figura 4.11.** Curva hipsométrica y frecuencia de altitudes  
 Fuente: *Hidrología*, Máximo Villón Béjar (2002).

De los dos parámetros anteriores, se definen los siguientes:

- **Altura media.** Es la ordenada media de la curva hipsométrica, en ella el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% está situado por debajo.
- **Altura más frecuente.** Es la máximo valor en porcentaje de la curva de frecuencia de altitudes.
- **Altitud de frecuencia media.** Es la altitud correspondiente al punto de abscisa media de la curva de frecuencia de altitudes.

Numéricamente la elevación media de la cuenca se obtiene con la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{\sum a * e}{A} \quad (IV)$$

Donde:

- $E_m$  = elevación media
- $a$  = área entre dos contornos
- $e$  = elevación media entre dos contornos
- $A$  = Área total de la cuenca

### • Rectángulo equivalente

El rectángulo equivalente es una transformación geométrica, que permite representar a la cuenca, de su forma heterogénea, en la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro (y por lo tanto el mismo índice de compacidad o índice de Gravelius). En este rectángulo, las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor, siendo estos lados, la primera y última curvas de nivel.

Los lados del rectángulo equivalente se determinan a través de fórmulas empíricas, una de las más utilizadas es la que se presenta a continuación:

$$L = \frac{K_c}{1,12} \sqrt{A} * \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right] \quad (IV)$$

$$l = \frac{K_c}{1,12} \sqrt{A} * \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right] \quad (V)$$

Donde:

- $L$  = Longitud del lado mayor del rectángulo
- $l$  = Longitud del lado menor del rectángulo
- $K_c$  = Índice de compacidad
- $A$  = Área de la cuenca

Debiéndose verificarse que :

$$L + l = P/2 \text{ (semiperímetro)}$$

$$L \times l = A$$

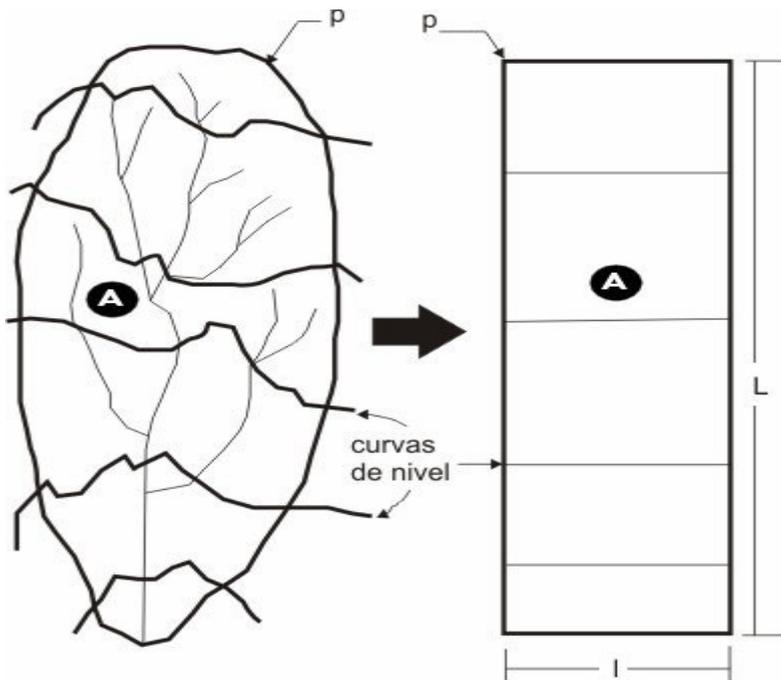


Figura 4.12. Transformación de una cuenca en un rectángulo.  
Fuente: Hidrología, Máximo Villón Béjar (2002).

- **Pendiente de Cuenca (S%):**

Es un parámetro de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca.

Uno de los métodos más representativos para el cálculo es el siguiente, se obtiene dividiendo la diferencia total de la altitud mayor del cauce ( $H_M - m$ ) y la altitud menor del cauce ( $H_m - m$ ) entre la longitud horizontal ( $L$ -km) del curso de agua entre esos dos puntos:

$$S(\%) = \frac{H_M - H_m}{1000 * L} * 100 \quad (VII)$$

Donde:

- $H_M$  = Altitud mayor en metros
- $H_m$  = Altitud menor en metros
- $L$  = Longitud del curso de agua en Km

- **Perfil longitudinal ( $S_{eq}$ ):**

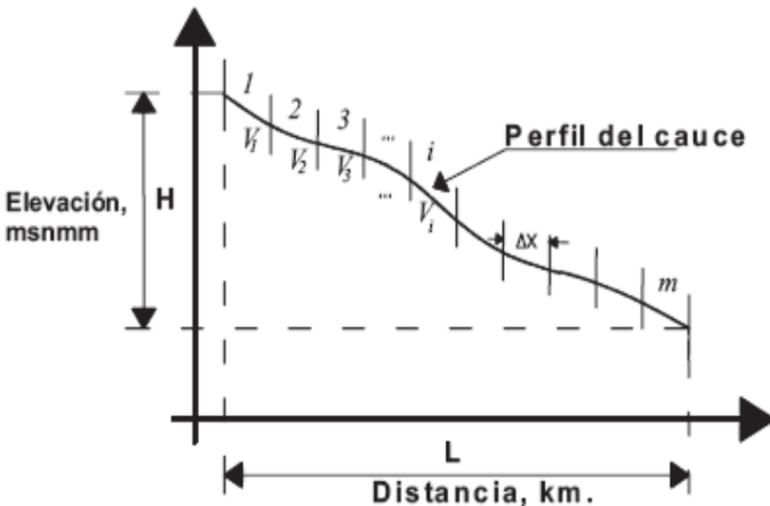
*Taylor y Schwarz proponen calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme, que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión.*

*Estos autores llegan a la conclusión de que en el caso de que los tramos no sean iguales la pendiente se encuentra dada por la siguiente expresión, la expresión matemática es:*

$$S_{eq} = \left[ \frac{L}{\frac{1}{\sqrt{S_1}}} \right]^2 \quad (VIII)$$

Donde:

- $L$  = longitud del río en un tramo
- $S_1$  = pendiente en el tramo



**Figura 4.13.** Perfil longitudinal de un cauce  
 Fuente: Clases de Hidrología General . CATIE-2009.

## **g) Parámetros relativos a la red de drenaje**

*La forma en que estén conectados los canales en una cuenca determinada, influye en la respuesta de ésta a un evento de precipitación. Se han desarrollado una serie de parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escurrentía superficial directa.*

### **• Red de Drenaje**

*La red de drenaje de una cuenca, se refiere a las trayectorias o al arreglo que guardan entre sí, los cauces de las corrientes naturales dentro de ella. Es otra característica importante en el estudio de una cuenca, ya que manifiesta la eficiencia del sistema de drenaje en el escurrimiento resultante, es decir, la rapidez con que desaloja la cantidad de agua que recibe. La forma de drenaje, proporciona también indicios de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca.*

#### **Clasificación de las corrientes:**

*Todas las corrientes pueden dividirse en tres clases generales dependiendo del tipo de escurrimiento, el cual está relacionado con las características físicas y condiciones climáticas de la cuenca. Así, una corriente puede ser efímera, intermitente o perenne.*

- *Una **corriente efímera**, es aquella que solo lleva agua cuando llueve e inmediatamente después.*
- *Una **corriente intermitente**, lleva agua la mayor parte del tiempo, pero principalmente en época de lluvias; su aporte cesa cuando el nivel freático desciende por debajo del fondo del cauce.*
- *La **corriente perenne**, contiene agua todo el tiempo, ya que aún en época de sequía es abastecida*

### **• Orden de la cuenca**

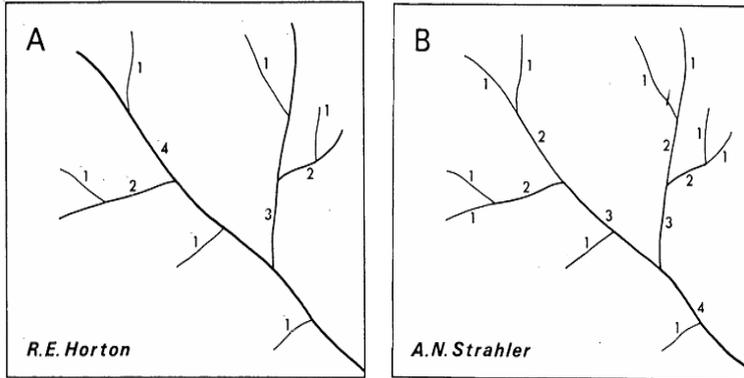
*Permite tener un mejor conocimiento de la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje de la cuenca. El orden se relaciona con el caudal relativo del segmento de un canal. Hay varios sistemas de jerarquización, siendo los más utilizados el de Horton (1945) y el de Strahler (1952).*

*Por el **Método de Horton (1945)**, se realiza a través de las siguientes premisas (ver Figura 4.14):*

- *Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios.*
- *Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden  $n$  se*

forman cuando dos cauces de orden  $n-1$  se unen.

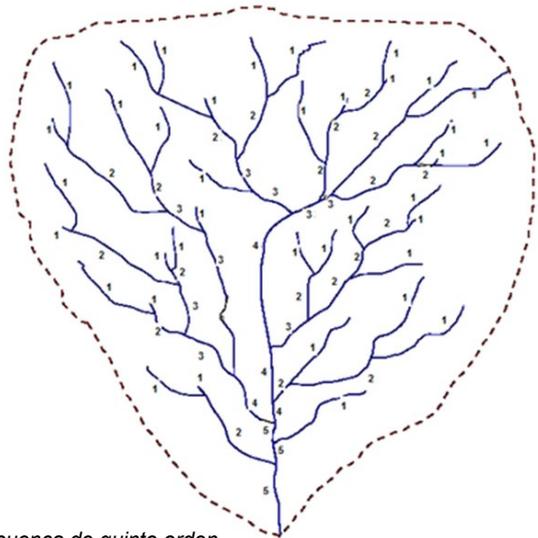
- Cuando un cauce se une con un cauce de orden mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los ordenes.
- El orden de la cuenca es el mismo del su cauce principal a la salida.



**Figura 4.14.** Métodos de orden de ríos  
Fuente: Gregory y Walling, 1973.

El **Método de Strahler (1952)**, es muy parecido al de Horton, con la diferencia de que en el esquema de Strahler, un mismo río puede tener segmentos de distinto orden a lo largo de su curso, en función de los afluentes que llegan en cada tramo. El orden no se incrementa cuando a un segmento de un determinado orden confluye uno de orden menor.

Esta falta no acomoda la contribución de tributarios de mas baja orden que desembocan en un río de orden más alta, de cualquier modo, el sistema de Strahler es usado universalmente en el presente.



**Figura 4.15.** Orden de ríos, en una cuenca de quinto orden.  
Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/cuenca\\_hidrografica](http://es.wikipedia.org/wiki/cuenca_hidrografica)

- **Longitud total de los cursos de agua (Lt):**

*Es la suma de la distancia total recorrida por los diferentes cursos de agua que forman parte de la red hidrográfica de la cuenca. La distancia recorrida por un curso de agua se mide desde su origen hasta su desembocadura en el cuerpo receptor.*

- **Densidad de drenaje (D):**

*En cierto modo, es reflejo de la dinámica de la cuenca, de la estabilidad de la red hidrográfica y del tipo de escorrentía de superficie, así como de la respuesta de la cuenca a una precipitación. Se define como la relación entre la longitud total de los cursos de agua y su área total, tal como se aprecia en la expresión:*

$$D = \frac{\sum Lc}{A} \quad (IX)$$

Donde:

$D$  = densidad de drenaje ( $km^{-1}$ )

$\sum Lc$  = suma de las longitudes de los cursos que se integran en la cuenca (km)

$A$  = Área de la cuenca ( $km^2$ )

**Tabla 3.** Cuadro de respuesta en base a la densidad de drenaje

Densidad de drenaje	Valor de D	Textura
Baja	3—14	Grosera
Media	12—16	Media
Alta	30-40	Fina
Muy alta	20-500	Ultrafina

Fuente: Restauración hidrológica-forestal de la Cuenca del embalse de Cuevas de Almanzora., Emilio José Gómez Espigares. 2011

- **Frecuencia de drenaje:**

*Se define como el número de cauces de cualquier orden entre la superficie de la cuenca, utilizando la siguiente formula:*

$$F = \frac{Nc}{A} \quad (X)$$

Donde:

- $F$  = Frecuencia de drenaje  
 $N_c$  = Número total de corrientes o cauces  
 $A$  = Área total de la cuenca, en  $\text{km}^2$

El significado es similar al anterior, puesto que al obtener en número de cauces por  $\text{Km}^2$ , establece la mayor o menor posibilidad de que cualquier gota de agua encuentre un cauce mayor o menor tiempo

La utilización conjunta de la densidad de drenaje y la frecuencia de cauces, facilita, en gran medida, la clasificación de cuencas, ya que, en muchas ocasiones, existen cuencas muy diferentes con la misma frecuencia de cauces, que pueden distinguirse calculando su densidad de drenaje, o a la inversa.

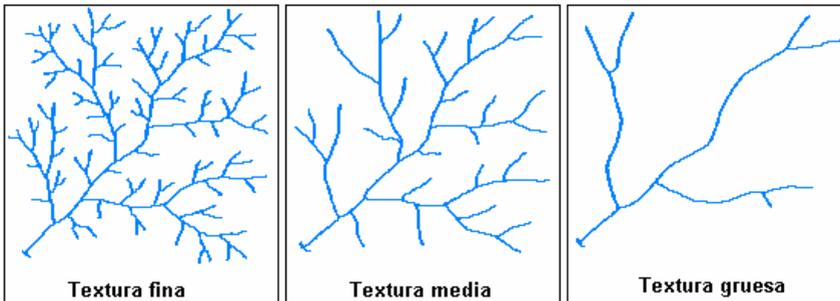


Figura 4.16. Texturas de drenaje.

Fuente: [http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home\\_1/rec/arc\\_8459.pdf](http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_8459.pdf)

### 4.3 El diagnóstico de una cuenca

Permite conocer o evaluar la vocación, la capacidad, el estado o situación integral de la cuenca, con todos sus componentes, y actores. Permite también conocer lo que produce la cuenca como unidad, y los servicios que brinda.

En el diagnóstico de la cuenca se hace énfasis en cuatro componentes que son: la parte biofísica, lo socioeconómico, los aspectos tecnológicos y productivos y también la parte institucional y legal.

Como resultado de un diagnóstico de la cuenca se debe lograr los siguientes resultados:

- La descripción biofísica y socioeconómica de la cuenca.
- Conocer el potencial de la cuenca, es decir lo que ofrece la cuenca.
- Conocer el uso que actualmente tiene la cuenca.

- Conocer la problemática, las necesidades, conflictos y las áreas críticas.
- Identificar los sitios y zonas vulnerables, con peligros o amenazas.
- Analizar las probabilidades de desastres naturales por el mal manejo de la cuenca.
- Conocer las limitantes y restricciones.
- Determinar las causas y efectos de problemas y conflictos.
- Conocer las tendencias (proyecciones) de las diferentes actividades y usos de los recursos naturales.
- Conocer propuestas de soluciones o alternativas para muchos problemas y necesidades considerando las opiniones de los diferentes actores de la cuenca.

Conocer la vulnerabilidad de la cuenca, es muy importante para el ordenamiento del territorio de acuerdo a condiciones de peligrosidad, riesgos o amenazas.

Un aspecto muy importante en la caracterización de la cuenca es lo relacionado a la **cantidad de agua** que hay en ella y a la **calidad** de este recurso para los diferentes usos y principalmente para consumo humano.

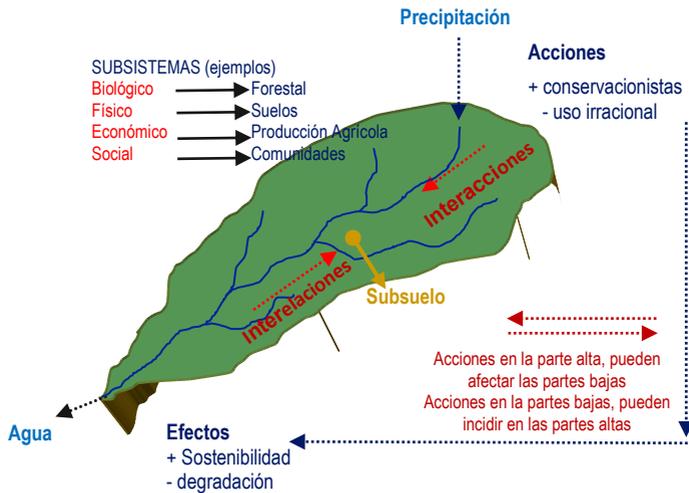
#### **a) La Cuenca Hidrográfica como sistema**

En una cuenca hidrográfica interactúan una serie de ecosistemas naturales, cuyo grado de complejidad aumenta en relación directa con el tamaño de la cuenca. Estos ecosistemas tienen elementos como el aire, el clima, el suelo, el subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, entre otros, los cuales, en conjunto, conforman lo que se denomina la oferta de bienes y servicios ambientales, o base natural de sustentación; oferta que es necesario conocer, para lograr una utilización sostenible de la misma

Para comprender el porqué la cuenca hidrográfica es un sistema, es necesario explicar que:

- En la cuenca hidrográfica existen entradas y salidas, por ejemplo, el ciclo hidrológico permite cuantificar que a la cuenca ingresa una cantidad de agua, por medio de la precipitación y otras formas; y luego existe una cantidad que sale de la cuenca, por medio de su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua.
- En la cuenca hidrográfica se producen interacciones entre sus elementos, por ejemplo, si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas.

- En la cuenca hidrográfica existen interrelaciones, por ejemplo, la degradación de un recurso como el agua, está en relación con la falta de educación ambiental, con la falta de aplicación de leyes, con las tecnologías inapropiadas, etc..



**Figura 4.16.** La cuenca hidrográfica como sistema  
Fuente: Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, Catie, 2011.

El sistema de la cuenca hidrográfica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- **Biológico**, que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.
- **Físico**, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).
- **Económico**, integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- **Social**, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal.

Los elementos que integran los subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que se ubique la cuenca y al nivel de intervención del factor humano.

También se presentan formas de aprovechamiento de esa oferta ambiental, que se conoce como la **demanda social de bienes y servicios ambientales**, expresada en las diferentes actividades que el hombre

*desarrolla sobre la cuenca, transformándola y estructurándola, a lo largo de toda su evolución cultural, social, económica y tecnológica, tal como sigue.*

- **Del flujo hidrológico:** usos directos (agricultura, industria, agua potable, etc.), dilución de contaminantes, generación de electricidad, regulación de flujos y control de inundaciones, transporte de sedimentos, recarga de acuíferos, dispersión de semillas y larvas de la biota.
- **De los ciclos bioquímicos:** almacenamiento y liberación de sedimentos, almacenaje y reciclaje de nutrientes, almacenamiento y reciclaje de materia orgánica, detoxificación y absorción de contaminantes.
- **De la producción biológica:** creación y mantenimiento de hábitat, mantenimiento de la vida silvestre, fertilización y formación de suelos.
- **De la descomposición:** procesamiento de la materia orgánica, procesamiento de desechos humanos.

## **b) Funciones de una cuenca hidrológica**

*Los procesos de los ecosistemas que describen el intercambio de materia y flujo de energía a través de la vinculación de los elementos estructurales del ecosistema pueden ser vistos como un sistema: Dentro de la cuenca, se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cuyas funciones a continuación se describen:*

### **– Función Ambiental**

- \* Constituyen sumideros de CO<sub>2</sub>.
- \* Alberga bancos de germoplasma.
- \* Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- \* Conserva la biodiversidad.
- \* Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos



### **– Función Ecológica**

- \* Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
- \* Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.



– **Función Hidrológica**

- \* Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- \* Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
- \* Descarga del agua como escurrimiento.



– **Función Socioeconómica**

- \* Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- \* Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.



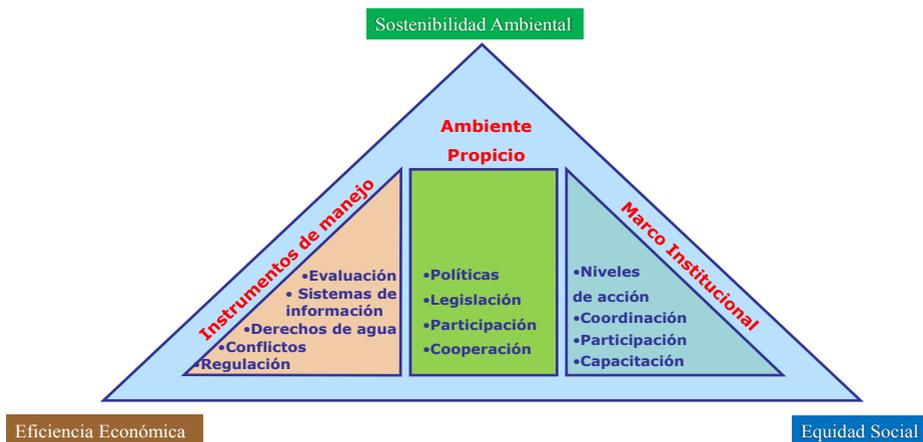
**4.4 Gestión integral de recurso hídrico**

*En primer lugar partiremos del concepto de sostenibilidad en el uso de los recursos y en el camino del desarrollo que da el equilibrio entre tres aspectos fundamentales: **el aspecto social, el económico y el ambiental**, un concepto ampliamente difundido pero de lejos poco aplicado en la práctica, esto lo corrobora los conflictos que estamos viviendo. En la actualidad los profesionales del agua gestionan la mayor parte del agua, con frecuencia, por sectores, sin coordinar su planificación y sus operaciones; sin colaboración estrecha con la comunidad medioambiental y dentro de los límites administrativos que generalmente hacen caso omiso de las unidades interrelacionadas como las cuencas y los vínculos entre aguas superficiales y subterráneas.*

*En una cuenca hidrográfica interactúan una serie de ecosistemas naturales, cuyo grado de complejidad aumenta en relación directa con el tamaño de la cuenca. Estos ecosistemas tienen elementos como el aire, el clima, el suelo, el subsuelo, el agua, la vegetación, la fauna, el paisaje, entre otros, los cuales, en conjunto, conforman lo que se denomina la oferta de bienes y servicios ambientales, o base natural de sustentación; oferta que es necesario conocer, para lograr una utilización sostenible de la misma.*

*La Gestión Integrada de Recurso Hídrico (GIRH) es un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos asociados, para maximizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales. (Global Water Partnership).*

*El enfoque GIRH fomenta el desarrollo y gestión de los recursos de agua, tierra y otros asociados al objeto de optimizar de un modo equitativo los beneficios socioeconómicos resultantes sin menoscabo de la sostenibilidad de los ecosistemas esenciales (Global Water Partnership).*



**Figura 4.17.** Áreas clave de cambio en la GIRH

Fuente: <http://gsagua.com/principal/areas-clave-de-cambio-en-la-gestion-integrada-de-los-recursos-hidricos/>

*Ello implica una mayor coordinación en el desarrollo y gestión de:*

- Tierras y agua,
- Aguas superficiales y subterráneas,
- Cuencas fluviales y entornos costeros y marinos adyacentes, e
- Intereses río arriba y río abajo.

*Pero la GIRH no se limita a la gestión de recursos físicos, sino que se implica también en la reforma de los sistemas humanos con el fin de habilitar a la población –hombres y mujeres por igual– para que los beneficios derivados de dichos recursos reviertan en ellos.*

*La GIRH tiene como base biofísica el **ciclo hidrológico** natural del sistema pero incorpora el elemento antropogénico, convirtiéndolo en **Ciclo Hidrosocial** : (se refiere al proceso que se da en el uso del agua, desde que se capta para las actividades humanas hasta que se dispone en el océano).*

*Bajo esta premisa, la GIRH alcanza una **dimensión social, ambiental y económica**, la cual en la práctica, interactúa con diversas áreas del conocimiento para generar conocimientos y cumplir con los objetivos propuestos, es decir; es **multi e interdisciplinario**. Aprovecha la **tecnología y los***

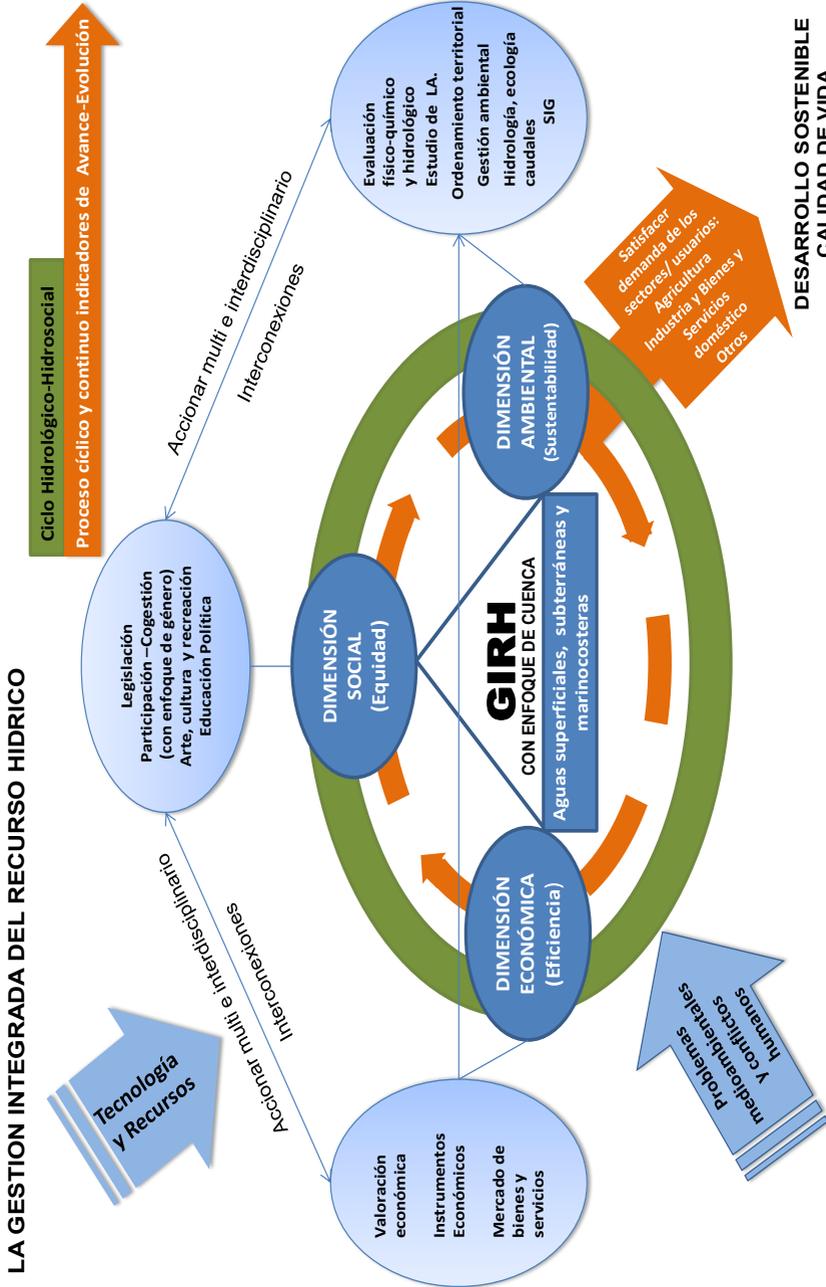


Figura 4.18. La Gestión Integrada del Recurso Hídrico. Fuente: Diplomado de GIRH, CATHALAC . <http://hidrico.webnode.es/products/girh/>

**recursos** (financieros, humanos, infraestructura, otros) disponibles para avanzar a hacia la gestión integral y sostenible. Debe considerar y atender las demandas de os **diferentes sectores usuarios del recurso** (Agricultura, industria, hidroelectricidad, transporte, turismo y recreación, etc) por lo cual es necesario generar un ambiente propicio en cuanto a **políticas, marco legal, roles e instrumentos financieros y de gestión** para avanzar en la GIRH. Con lo anterior existen diversos mecanismos de verificación de avance y evolución hacia la Gestión Integrada del Agua, (línea naranja en la parte superior del esquema) y que permiten medir y evaluar cuanto y como se ha avanzado hacia una gestión integral y sostenible del recurso hídrico.

Algunos ejemplos de cómo se puede verificar el avance hacia la GIRH pueden ser entre otros:

- Desarrollo y aprovechamiento de sistemas de información para la toma de decisiones y adaptados al contexto y realidad local, regional y nacional.
- Creación e implementación de instrumentos normativos novedosos y actualizados para la gestión integral y de forma sostenible del recurso hídrico y su efectiva aplicación.
- Desarrollo de la infraestructura necesaria y adecuada para el suministro y tratamiento del agua aprovechada por los diferentes sectores de la población.
- Mayor apertura en espacios de participación (redes) y mejora en los niveles de organización a nivel de comunidades para gestionar el agua y los recursos asociados.
- Mayor conciencia sobre la importancia de aprovechar adecuadamente el recurso (Cultura del Agua).
- Indicadores “positivos” de la calidad del ecosistema (niveles de contaminación entre otros), niveles de salud de la población.

La **GIRH** busca integrar y armonizar :

- i) La gestión del agua como medio fundamental para la salud, alimentación y calidad de vida de las comunidades;
- ii) La gestión del agua como recurso económico para la producción de bienes y servicios que hay que usarlo con eficiencia,
- iii) y la gestión del agua para procurar la sostenibilidad ambiental en beneficio de la sociedad y las generaciones venideras. El equilibrio entre estos tres objetivos es la clave para la gestión y la resolución de los conflictos por el agua, dado su carácter escaso.

La gestión social del agua es construida y realizada bajo determinada modalidad y efectividad por las organizaciones de usuarios, grupales, comunitarias y locales, en donde sus usos y costumbres conviven dentro de un pluralismo legal y relacionada a la gestión pública local y nacional.

*La gestión pública del agua está en manos del Estado, a través de sus instituciones y agencias y se expresa en una determinada capacidad y calidad de gobernabilidad de la gestión integrada de recursos hídricos. Contempla las políticas públicas, las normas, la Institucionalidad y el grado de relacionamiento con y participación de la sociedad civil, así como la efectividad de las funciones y servicios estatales en relación a la GIRH.*

*La gestión privada del agua, realizada por iniciativa de empresas y agentes económicos o de servicios, independientes del Estado, sean formales o informales. Está contemplada y regida por el marco de la administración pública, aunque operan y manejan los recursos hídricos de manera autónoma.*

*La gestión social del agua, la gestión pública del agua y la gestión privada del agua son interrelacionadas, integradas y armonizadas mediante la implementación del enfoque GIRH.*

*En especial en las microcuencas el papel de las comunidades en la administración del agua es fundamental y quien mejor que sus mismos habitantes y usuarios del agua para usarla, repartirla y conservarla. Desde esta óptica el agua se convierte en una responsabilidad de todos y cada uno de nosotros. No solamente debemos respetarla y cuidarla, puesto que es un bien común, sino que debemos participar en su administración dentro de una organización proactiva y democrática, generadora de capital social , ya que contar con ella es una necesidad de todos.*



**Figura 4.19** Actores de la GIRH  
Fuente: GWP, 2011.

## V.- CUESTIONARIO PRÁCTICO

### ¿Qué es Cuenca hidrográfica ?

- a) *Espacio donde se gráfica un ciclo hidrológico*
- b) *Espacio limitado por la divisoria de aguas*
- c) *Espacio integrado por subcuencas y microcuencas*
- d) *Espacio geográfico limitado por la divisoria de aguas que drena agua en un punto en común*
- e) *N/A*

### ¿Qué es Cuenca hidrológica?

- a) *Espacio limitado por la divisoria de aguas*
- b) *Espacio integrado para la gestión del recurso hídrico*
- c) *Espacio donde se estudia el ciclo hidrológico*
- d) *Espacio donde se determina un balance hídrico*
- e) *N/A*

### ¿Tipos de cuenca por la dirección de evacuación de sus aguas?

- a) *Cerradas y abiertas,*
- b) *Exorreicas, endorreicas y arreicas,*
- c) *Endorreicas y cerradas*
- d) *Arreicas y abiertas*
- e) *N/A*

### ¿Nombre con el que se le conoce al límite de cuenca?

- a) *Curvas de nivel*
- b) *Divisoria de agua*
- c) *Barrera de agua*
- d) *Parte de aguas*
- e) *N/A*

### ¿Cómo se divide una cuenca?

- a) *Cuenca alta, media y baja*
- b) *Zonas de transición y zonas costera*
- c) *Cuenca, subcuenca, y microcuenca*
- d) *Zona de cabecera, captación—transporte, y emisión*
- e) *N/A*

### ¿Para que sirven los parámetros morfométricos?

- a) *Para levantar información*
- b) *Para representar una cuenca*
- c) *Para caracterizar una cuenca*
- d) *Para diagnosticar una cuenca*
- e) *Para determinar el balance hídrico*

**¿Cuáles son los parámetros relativos a la red de drenaje?**

- a) Orden de ríos
- b) Longitud de los cursos de agua
- c) Rectángulo equivalente
- d) Área y perímetro
- e) a y b

**¿Cuales son los parámetros de relieve ?**

- a) Área y perímetro
- b) Rectángulo equivalente
- c) Perfil longitudinal
- d) a y c
- e) b y c

**¿A que se denomina parámetros relativos a la forma de cuenca?**

- a) *Es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal.*
- b) *Es la representación del espacio por curvas de nivel*
- c) *Es la composición y forma de su red de drenaje*
- d) *Es la determinación de su forma por su red de drenaje*
- e) N/A

**¿Qué significa diagnosticar una cuenca hidrológica?**

- a) *Conocer o evaluar la vocación, la capacidad, el estado o situación integral de la cuenca, con todos sus componentes, y actores.*
- b) *Determinación de un Balance Hídrico.*
- c) *Evaluación de la parte ambiental de la cuenca hidrológica*
- d) *Determinación del inventario del Recurso Hídrico*
- e) N/A

**¿Elementos que integran la cuenca como sistema?**

- a) *Ríos, flora, fauna y población.*
- b) *Biológico, físico, económico y social.*
- c) *Ríos, territorio y usuarios.*
- d) *Ríos, usuarios y leyes.*
- e) N/A

**¿Qué es GIRH?**

- a) *Estrategia para el buen uso del recurso hídrico.*
- b) *Proceso que promueve el desarrollo y la gestión coordinada del agua, la tierra y los recursos relacionados.*
- c) *Una herramienta de gestión.*
- d) *Proceso que busca maximizar el uso del recurso hídrico.*
- e) NA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arreola Muñoz, A. (s/f) *El Manejo integral de cuencas: limitaciones de una política sectorial para la gestión territorial del agua*. Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica, A.C. (IDESMAC).
- Chereque, M. OW, V., 1989. *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil Pontificia Universidad Católica del Perú*, obra auspiciada por CONCYTEC. Lima, Perú, 223 pp.
- Eoarth, 2012. *El Ciclo Hidrológico*  
[www.eoearth.org/article/Hydrologic\\_cycle](http://www.eoearth.org/article/Hydrologic_cycle)
- Estrela, T., 1992. *Metodología y Recomendaciones para la Evaluación de Recursos Hídricos*. Centro de Estudios Hidrográficos.- Madrid: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Gabinete de Formación y Documentación, Madrid, España. 52 p.
- Faustino, J. et all. 2006. *Curso Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*, Cali, Colombia 17 al 20 de Octubre de 2006.
- Guhl, E. 2009. *El dilema del agua: cambio o sed*. Instituto Quinaxi, exposición AGUA: un patrimonio que circula mano a mano. Bogotá, Colombia, 10 p.
- Ibañez Sara., et all. 2011. *Morfología de las cuencas hidrográficas*. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural. Universidad Técnica de Valencia.
- Indij, D. y Scherider, Mario. 2011. *Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) y su aprovechamiento para la agricultura frente al Cambio Climático en la Región Andina*. Series Manuales. Manual N° 1. Programa AACC, GIZ. Alemania.
- Llerena, C. A. 2003. *Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú*. FAO Presentado en el Foro Regional sobre Sistemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA), Arequipa, Perú, 9-12 junio 2003, durante el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Musy, A. 2001. *Cours "Hydrologie générale"*. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. IATE/HYDRAM. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement. Capitulo 1, 2, 3, 4 y 5.
- Pidwirny, M. (2006). *"The Hydrologic Cycle"*. *Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition. Date Viewed. <http://>

[www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html](http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8b.html)

Pladeyra 2003. Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala, México.

Rendón, Luis. 2003. La cuenca: sistema hidrológico o curso de agua natural. IMTA. Documento electrónico.

Villón M. (2002). Hidrología.

### **Páginas Web:**

[Htp://www.eoearth.org/article/Hydrologic\\_cycle](http://www.eoearth.org/article/Hydrologic_cycle). Partes de la cuenca.

<http://recuperapatzcuaro.com/lacuena.php#>. Divisoria de aguas.

[http://kalipedia.com/klpgeogra\\_17.Kes#](http://kalipedia.com/klpgeogra_17.Kes#). Partes de un río.

<http://biombohistorico.blogspot.com/> Efluente de Origen artificial.

<http://recuperapatzcuaro.com/lacuena.php#> Tipos de cuenca.

[http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4\\_Geomorfologia.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4_Geomorfologia.pdf)  
Influencia de la Forma.

[http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/MORFOMETR%  
CDA.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoren/HIDRO/MORFOMETR%CDA.pdf)

[http://es.wikipedia.org/wiki/cuenca\\_hidrografica](http://es.wikipedia.org/wiki/cuenca_hidrografica)

[http://biombohistorico.blogspot.com/2010/08/islam-la-civilizacion-del-agua-  
9.html](http://biombohistorico.blogspot.com/2010/08/islam-la-civilizacion-del-agua-9.html) \_ Efluente

<http://recuperapatzcuaro.com/lacuena.php#> - Divisoria de aguas

[http://gsagua.com/principal/areas-clave-de-cambio-en-la-gestion-integrada-  
de-los-recursos-hidricos/](http://gsagua.com/principal/areas-clave-de-cambio-en-la-gestion-integrada-de-los-recursos-hidricos/)

<http://www.slideshare.net/hotii>. Slideshare: 7° Cuenca Hidrográfica. Hidrología General 2010. (Área, y Longitud de Cauce Principal).



Esta Cartilla se terminó de imprimir en el mes de  
Setiembre 2012 en la imprenta IBEGRAF  
Jr. Cangallo N° 217 Int. 5  
Lima-Perú

## **CONSEJO DIRECTIVO**

Juan Julio Ordoñez Gálvez  
SENAMHI

Karen Kraft  
Asociación Especializada para el Desarrollo Sostenible—AEDES

German Torre Villafane  
Centro de Estudios Solidaridad - CESS SOLIDARIDAD

Elder Gustavo Palacios Salazar  
Asociación de Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento - ANEPSSA

Marco Antonio Nuñez de del Prado Coll  
Autoridad Nacional del Agua - ANA

Nicole Bernex Weiss  
Pontificia Universidad Católica del Perú - PUCP



*Aguas abajo de la estación CHOSICA R2, Río Rímac, SENAMHI-2011.*