

APORTES PARA UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA QUE REQUIEREN DE PROTECCIÓN

# INFORME DE HALLAZGOS, OBSERVACIONES Y COMENTARIOS AL MARCO METODOLÓGICO DESARROLLADO POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Elaborado por  
Jorge Faustino Manco

Con el apoyo de:



**Brot**  
für die Welt

Febrero 2021



APORTES PARA UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA QUE REQUIEREN DE PROTECCIÓN

# INFORME DE HALLAZGOS, OBSERVACIONES Y COMENTARIOS AL MARCO METODOLÓGICO DESARROLLADO POR LA AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Elaborado por  
Jorge Faustino Manco

Con el apoyo de:



**Brot**  
für die Welt

Febrero 2021



## LICENCIA CREATIVE COMMONS Algunos derechos reservados

Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones siguientes:

- Debe reconocer los créditos de la obra
- Debe ser usada solo para propósitos no comerciales
- No se puede alerar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra

## **Informe de hallazgos, observaciones y comentarios al marco Metodológico Desarrollado por la Autoridad Nacional del Agua**

Autor:  
Jorge Faustino Manco

Edición:  
Ana Leyva

Diseño y Diagramación:  
Felipe Nuñez Bazán

CooperAcción  
Jr. Río de Janeiro 373, Jesús María, Lima 11 - PERÚ  
Teléfonos: (51-1) 4612223 y 4613864  
<http://www.cooperaccion.org.pe/>

Instituto de Promoción para la Gestión del Agua - IPROGA  
Calle Ignacio Merino 616, Miraflores, Lima 15073 - PERÚ  
<http://www.iproga.org.pe/>

Febrero 2021

# PRESENTACIÓN

La creciente conciencia mundial sobre la importancia del cuidado del agua, un elemento fundamental para la vida, se ha traducido en los últimos años en numerosos compromisos internacionales. En nuestro país, en agosto de 2012, el Foro del Acuerdo Nacional aprobó la Trigésimo tercera Política de Estado, la Política de Estado sobre los recursos hídricos. En ese importante documento las distintas instituciones públicas y privadas que lo aprobaron se comprometieron, entre otros aspectos, a velar “por la articulación de las políticas en materia de agua con las políticas territoriales, de conservación y de aprovechamiento eficiente de los recursos naturales a escala nacional regional, local y de cuencas”.

Un tema que viene motivando mucho interés es la protección del agua, lo que se expresó también en la Ley de Recursos Hídricos, que le dedicó toda una parte, el Título V, la única que ha sufrido cambios desde su aprobación. En particular, el artículo 75 de dicha Ley fue modificado en julio de 2017 por la Ley N° 30640, que recogió así la fuerte preocupación por las cabeceras de cuenca. La parte pertinente del mencionado artículo declara ahora que “El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica. La Autoridad Nacional del Agua, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua”.

En su momento, el Instituto de Promoción para la Gestión del Agua -IPROGA- hizo llegar al Congreso de la República sus planteamientos en torno a este tema, destacando tres puntos. El primero, respecto de la falta de una definición de cabeceras de cuenca; el segundo, la necesidad de reconocer la condición vulnerable no solo de las cabeceras sino de las cuencas en su integridad, tomando en cuenta las múltiples afectaciones que se producen en toda su extensión. El tercer punto sobre el que IPROGA llamó la atención del Congreso fue la necesidad de respetar los derechos de las personas asentadas en las cabeceras de cuenca, en la eventualidad de que sean declaradas zonas intangibles, pues en muchas de ellas se practica agricultura y ganadería por parte de campesinos y comunidades.

La Ley N° 30640 encargó a la Autoridad Nacional del Agua -ANA- elaborar un Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de las Cabeceras de Cuenca de las Vertientes Hidrográficas del Pacífico, Atlántico y Titicaca y le otorgó un plazo de un año para su aprobación, el cual venció en julio de 2018. En ese lapso la ANA ha elaborado dos informes: el “Marco Metodológico y Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca Ley 30640” y el “Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Zonificación de Cabeceras de Cuencas”, en los cuales se muestran para el ámbito de las 159 cuencas existentes en el país la propuesta de delimitación de microcuencas en los límites de cuenca (*divortium aquarum*). Estos informes se encuentran aún en proceso de evaluación, por lo que no se ha declarado la protección de ninguna cabecera de cuenca.

En este contexto, con el ánimo de colaborar con la ANA para el cumplimiento de la tarea encargada, IPROGA y CooperAcción acordaron elaborar un informe para aportar al diseño de una metodología para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección y que permita el diálogo técnico científico con la ANA y otros sectores implicados. Dicho informe fue encargado al destacado consultor internacional Jorge Faustino, el cual ponemos ahora a disposición de todas las personas interesadas en esta temática y confiamos pueda enriquecer el instrumento que ANA debe elaborar y poner en vigencia.

Al entregar este informe, IPROGA busca cumplir con sus objetivos institucionales, en especial el generar y promover lineamientos metodológicos, estratégicos y de política, relacionados con un mejor manejo y gestión del agua en sus diversos usos, así como crear un espacio de confluencia interinstitucional y profesional en torno a la gestión integral del agua. De este modo, tras 28 años de vida institucional, renovamos nuestro compromiso con el país, y el aprovechamiento sostenible del agua y los recursos naturales.

Laureano del Castillo  
Presidente del Consejo Directivo  
IPROGA



Foto: El Comercio



# ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>14</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<b>2. METODOLOGÍA</b>	<b>18</b>
<b>3. DEFINICIÓN DE CABECERA DE CUENCA</b>	<b>20</b>
<b>4. MODELO CONCEPTUAL</b>	<b>24</b>
<b>5. PRINCIPIOS Y CRITERIOS</b>	<b>32</b>
5.1. Principios	33
5.2. Criterios para la identificación	34
5.3. Criterios para la delimitación	35
<b>6. MARCO METODOLÓGICO DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LAS CABECERAS DE CUENCA DE LAS VERTIENTES HIDROGRÁFICAS DEL PACÍFICO, ATLÁNTICO Y TITICACA</b>	<b>36</b>
6.1. La propuesta de ruta metodológica para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección	38

<b>7.</b>	<b>HALLAZGOS</b> .....	<b>42</b>
	7.1. El concepto de cabecera de cuenca .....	43
	7.2. Marco legal .....	48
<b>8.</b>	<b>PROPUESTA DE CONSIDERACIONES DE PROTECCIÓN PARA LAS ÁREAS DE CABECERA DE CUENCA</b> .....	<b>58</b>
<b>9.</b>	<b>OBSERVACIONES AL MARCO METODOLÓGICO CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA</b> .....	<b>62</b>
<b>10.</b>	<b>COMENTARIOS</b> .....	<b>70</b>
<b>11.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>72</b>
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>73</b>
<b>13.</b>	<b>GLOSARIO</b> .....	<b>75</b>

# RELACIÓN DE FIGURAS

Figura 1:	26
Representación de las principales variables que influyen en la escorrentía	
Figura 2:	27
Representación de las principales variables que influyen en la escorrentía	
Figura 3:	27
Esquemas del dominio de pendientes de unidades hidrográficas	
Figura 4:	28
Modelo conceptual para definir cabeceras de cuencas	
Figura 5:	30
Representación esquemática del ciclo hidrológico de una cuenca	

Figura 6:	31
Modelo conceptual general del balance hidrológico general para una cuenca	
Figura 7:	31
Perfil de los elementos que integran el balance hidrológico.	
Figura 8:	38
Grandes etapas para la ruta metodológica	
Figura 9:	39
Método Pfafstetter, tipo de unidades hidrográficas. INRENA Perú, 2007	
Figura 10:	41
Pasos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección	
Figura 11:	61
Determinar las medidas, prácticas y tecnologías para la protección de cabeceras de cuenca	

# ABREVIATURAS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
ANP	Áreas Naturales Protegidas
ACR	Áreas de Conservación Regional
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL	Comisión Económica Para América Latina y el Caribe
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
Evt	Evapotranspiración
FAO	Food and Agriculture Organization
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
IDRC	International Development Research Centre
IGN	Instituto Geográfico Nacional



# RESUMEN EJECUTIVO

El informe de hallazgos, observaciones y comentarios producto de la revisión del Marco Metodológico desarrollado por la Autoridad Nacional del Agua para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de cuenca, se basa en la revisión de información secundaria y en los criterios técnicos asociados con el tema, los cuales son mencionados en la literatura general, pero sin precisar técnicamente sus objetivos y alcances.

La Ley de recursos hídricos del Perú No. 29338, su reglamento y la modificación introducida en la Ley No. 30640, mencionan el término “cabecera de cuenca”, pero no presentan una definición técnica y de carácter oficial. Aunque el término parece sencillo, su aplicación resulta compleja ante las diversas situaciones de cuencas con características variadas para las tres vertientes del país (Pacífico, Atlántico y Titicaca).

Un aspecto sumamente relevante que se deriva del marco legal es la posibilidad de declarar la intangibilidad de la cabecera de cuenca, para lo cual se necesita realizar una evaluación integral que permita definir las potencialidades y restricciones de las unidades delimitadas. Se menciona la importancia del recurso hídrico, pero igualmente puede haber otros recursos valiosos o puede no haber recurso hídrico, debiéndose valorar también las actividades productivas, potencialidades, la tenencia de la tierra y a la población. En ausencia de una ley de ordenamiento territorial, la ley de recursos hídricos debe ser complementada con estas consideraciones o integrar las definiciones de leyes afines.

Este informe parte de las definiciones sobre “cabecera de cuenca”, las cuales tienen diversos acentos, que, desde una perspectiva técnica, no son completos. En este informe se indican antecedentes sobre el uso de este concepto, luego se desarrolla un modelo conceptual sobre un dominio territorial hidrográfico que se refiera a una cabecera de cuenca, enfatizando en la función hidrológica, porque la mayoría de las definiciones y conceptos las asocian con la zona donde se produce el agua, lo cual no es así siempre; también se dice que es la zona donde ocurre la recarga hídrica, a lo cual no siempre corresponde.

Luego se proponen los principios y criterios para desarrollar la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca, en los cual se resalta el factor precipitación y caudales de estas unidades. Para ello es fundamental disponer de un mapa de isoyetas, derivado de información

detallada y confiable, esto debido a que, si el recurso hídrico es inexistente o poco significativo, no tendrá sentido determinar la vulnerabilidad de esta unidad territorial; no obstante, podría tener otras valoraciones de importancia asociadas a la vulnerabilidad.

A continuación, se propone una ruta metodológica para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección, la cual parte de 3 grandes etapas y 8 pasos: 1) Definir el objetivo y alcance, 2) Organizar una base de datos e información, 3) Realizar la configuración de la red hídrica y su jerarquización, 4) Determinar el punto de salida de la unidad y su dominio, 5) Realizar la delimitación, 6) Realizar la caracterización y diagnóstico de la cabecera de cuenca delimitada, 7) Realizar la zonificación, la cual llega a definir las áreas de protección y sus medidas, prácticas y técnicas, y 8) La elaboración del mapa de zonificación y su memoria descriptiva.

Como hallazgos de este informe se desarrollan los conceptos sobre cabecera de cuencas, con base en fuentes de otros países y de algunas investigaciones nacionales. También se analiza el marco legal directamente relacionado con el tema, resaltando los temas sobre los bienes asociados al agua, sobre la naturaleza jurídica de las cabeceras de cuenca en el Perú y su implicancia, sobre la protección y conservación de ecosistemas frágiles, y sobre la intangibilidad de la cabecera de cuenca.

A continuación, se desarrolla una propuesta de consideraciones de protección para las áreas de cabecera de cuencas, definiendo acciones para proteger el territorio y acciones para proteger cada uno de los recursos naturales en ese territorio.

También se presentan comentarios y sugerencias a la presentación del Marco Metodológico, Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabecera de Cuenca, que corresponde a lo que ha desarrollado la Autoridad Nacional del Agua.

Finalmente se presentan comentarios y recomendaciones sobre el tema estudiado con el objetivo de destacar algunos puntos clave que son necesarios de tomar en consideración para llevar a cabo la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca. En el anexo se adjunta un glosario de conceptos que se pueden asociar con el tema estudiado.



# 1. INTRODUCCIÓN

Foto: Fanel Guevara

El estudio de las cuencas hidrográficas se lleva a cabo desde diversas perspectivas tanto políticas, legales, sociales, económicas, y ambientales. Todas esas perspectivas parten de la comprensión que la cuenca hidrográfica es una unidad territorial definida por la naturaleza y que su dinámica está en función del tipo de sistema natural que la conforma, así como de la intervención humana. En este sentido, la cuenca hidrográfica, como unidad territorial, es sujeta de caracterización, diagnóstico, planificación y desarrollo, tanto para aprovechar, como para conservar sus recursos naturales, sean renovables o no renovables, siendo uno de sus objetivos contribuir al desarrollo sostenible de las poblaciones que las habitan.

Por otro lado, es importante mencionar que la evolución de los enfoques, estrategias, directrices y lineamientos técnicos y políticos para aprovechar los recursos naturales y medios de vida de las cuencas hidrográficas ha generado la aplicación de variadas herramientas metodológicas para la planificación, ejecución, monitoreo y evaluación que carecen de marcos normativos, salvo excepciones puntuales de algunos países. Por ejemplo, en América Latina solo Panamá tiene una ley específica sobre cuencas hidrográficas, la cual indica cómo llevar a cabo la planificación y manejo de la cuenca, con base en un plan de ordenamiento ambiental territorial. Otros países utilizan instrumentos parciales, la mayoría se respaldan en leyes ambientales y en leyes de agua o recursos hídricos, una bajo un marco muy amplio y la otra sobre solo un recurso

que, por muy importante y estratégico que se considere, depende del clima, la vegetación y el suelo, cuyo dominio lo vincula con el manejo y gestión de la cuenca hidrográfica.

En este contexto se puede afirmar que existen vacíos sobre las cuencas hidrográficas, tanto para su planificación, como para su desarrollo, incluyendo pautas específicas para su delimitación, caracterización, diagnóstico, línea base, ordenamiento, planificación, manejo, gestión, monitoreo y evaluación, de lo que solo existen instrumentos aislados en algunos países. Estos vacíos generan dificultades para la toma de decisiones de los componentes de la cuenca hidrográfica, como pueden ser el dominio de los acuíferos superficiales y las aguas subterráneas, el dominio de la biodiversidad, así como la definición de las denominadas cabeceras de cuencas.

Este documento trata específicamente del tema de la delimitación de las cabeceras de cuenca en el contexto de una ley de recursos hídricos, la cual ha determinado una directriz que conlleva a considerar una perspectiva técnica, científica, económica, ambiental y social, para profundizarla desde una perspectiva holística, integral e integrada, siendo el objetivo valorar la necesidad de la protección.

Ante un marco referencial limitado en fuentes de información y bibliografía especializada de carácter oficial sobre el tema, se profundizará en el análisis de documentos técnicos y referencias secundarias, pero que tengan la rigurosidad necesaria para emitir opiniones bien sustentadas.

## 2. METODOLOGÍA

Foto: Fanel Guevara

Con base en el análisis de la información secundaria, se llevó a cabo la revisión del Marco Metodológico elaborado por la Autoridad Nacional del Agua, para lo cual se elaboró un modelo conceptual acerca de los elementos que normativa y técnicamente establecen los principios y criterios para definir una zona territorial del tipo "cabecera de cuenca". Una revisión de conceptos, así como de experiencias complementan el análisis del Marco

Metodológico. Desde una perspectiva teórica y aplicada, en este producto se realiza un análisis integral e integrado de la "cabecera de cuenca", valorando todas las variables inherentes a un territorio, respetando su capacidad natural, potencialidad, fragilidad y limitantes. El tema de la protección de las cabeceras de cuencas, debe ser la parte final del análisis. Los pasos son los siguientes:

### Paso 1.

Recopilar la información secundaria sobre la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca, así como los criterios técnicos y metodológicos para su delimitación.

### Paso 2.

Proponer un modelo conceptual acerca de los elementos que normativa y técnicamente establecen los principios y criterios para definir una zona territorial del tipo "cabecera de cuenca".

### Paso 3.

Desarrollar una propuesta de principios y criterios para la delimitación de las "cabeceras de cuencas" que requieren protección.

### Paso 4.

Analizar y elaborar los aportes a la metodología para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca, desde la perspectiva de la protección.

### Paso 5.

Elaborar el informe de hallazgos, observaciones y comentarios producto de la revisión del Marco Metodológico desarrollado por la Autoridad Nacional del Agua.

### Paso 6.

Propuesta de consideraciones para la protección de las áreas de cabecera de cuencas.



### **3. DEFINICIÓN DE CABECERA DE CUENCA**

Foto: actualidadambiental.pe

Específicamente sobre el concepto de “cabecera de cuenca” no se ha llegado a formalizar técnicamente una definición que se haya reconocido oficialmente, aunque algunos estudios lo mencionan con diversas orientaciones. La palabra en inglés “headwaters” se traduce como cabecera de cuencas, considerado como un concepto físico-geográfico referido a los arroyos afluentes de un río en la zona más elevada de la cuenca o también como la zona donde se ubican los afluentes superiores de un río. También se comprende que corresponde al lugar más alejado respecto a la salida del curso principal de la cuenca hidrográfica. Obviamente no se hace relación a zonas con factores climáticos especiales o características de vulnerabilidad ambiental y social.

Algunos estudios sobre cuencas hidrográficas, refiriéndose a diagnósticos y planificación de su territorio, consideran algunas definiciones como CEPAL (2013) que propone que las zonas de captación, de cabecera o cuenca alta, son áreas aledañas a la divisoria de aguas o parteaguas en la porción altimétrica más elevada de la cuenca; abarca sistemas de montaña y lomeríos. En esta zona se forman los primeros escurrimientos (arroyos), luego que los suelos han absorbido y retenido toda el agua según su capacidad.

Según Meléndez, J.F. (2019), las geoformas típicas relacionadas con el agua superficial en las cabeceras de cuencas son laderas de montañas con diferentes declives, afloramientos rocosos, glaciares con diferentes espesores, circos glaciares, morrenas, mesetas, entre otros. Esas geoformas se convierten en el soporte natural (inerte) de los ecosistemas. Si relacionamos los cauces de las cabeceras de cuencas con los ecosistemas, encontramos que los orígenes de esas corrientes están vinculados a recurrentes ecosistemas como, por ejemplo, las lagunas, pastos, matorrales, bofedales, bosques, etc. Es decir, el relieve y agua son los dos principales elementos del ecosistema por su condición de soporte. La vegetación y la fauna es la parte biótica y serían el tercer y cuarto elemento del ecosistema.

El experto en gestión integrada de recursos hídricos, el Dr. Axel Dourojeanni, consultado sobre la definición de cabecera de cuencas, refiere que<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup><https://gsagua.com/que-son-cuencas-de-cabecera-o-cabeceras-de-cuenca/> Las negritas son del autor.



Foto: el comercio

*No existe una definición "oficial" de cabecera de cuenca, cuyo nombre deriva del término en inglés "Headwater". Si bien por un tiempo como autor utilicé el término "Cabecera de cuenca" he cambiado de idea luego de revisar lo que significa "Headwater" en idioma inglés. Headwater se define como la cuenca o las cuencas cuyo porcentaje de aporte de agua al cauce principal es el más significativo. Es decir, no significa considerar todo el perímetro de una cuenca si no solo aquellas subcuencas que dan nacimiento al curso de agua principal. El tamaño de dichas cuencas de cabecera dependerá del curso principal de agua que se tome como base. Así el río Rímac tendrá en la cuenca del Río Santa Eulalia y otros sus cuencas de cabecera y a su vez el río Santa Eulalia tendrá sus propias cuencas que le aportan mayor volumen de agua. Si se considera un río mayor como el río Marañón obviamente sus cuencas de cabecera serán mucho mayores.*

*La cuenca de cabecera hace referencia por lo tanto solo a las subcuencas que captan más agua para alimentar el curso de agua principal. En particular son aquellas partes más altas de las cuencas que reciben agua por deshielos, neblina, lluvia, nieve, granizo **y que además tienen el potencial de retener y acumular** agua en forma de glaciares, nieve, humedales (bofedales) y agua subterránea. Para ello en las nacientes de cauces naturales deben existir condiciones propicias como glaciares, nevadas o zonas más planas o de posibles almacenamientos superficiales y subterráneos.*

En el anexo se presenta un **glosario de definiciones** más relevantes relacionadas con el tema de las cabeceras de cuenca.



## 4. MODELO CONCEPTUAL

Foto: quora.com

Los modelos de cuenca son un reflejo de cómo entendemos el sistema de cuenca y su respuesta al definir intervenciones que modifican sus elementos funcionales o para comprender cómo interactúan entre ellos al ser modificados. Su capacidad predictiva depende de cómo los construimos y cómo los aplicamos, en tanto que la calidad de las predicciones es generalmente consistente con la calidad de nuestra comprensión del sistema y del modelo que lo representa. Esto significa que no existe el modelo perfecto, aplicable a todas las cuencas del planeta: cada cuenca tiene condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, suelo, vegetación, etc., que incrementan la importancia de un proceso por sobre otros y condicionan la estructura del modelo.

Establecer un "modelo perceptual" desde la perspectiva hidrológica, es decir, decidir cuáles son los principales procesos y variables que intervienen en la generación de caudales, implica observar y analizar las características del suelo, subsuelo, vegetación, topografía y clima, como elementos principales, y discriminar cuáles son los procesos más importantes que intervienen en la formación de escorrentía: evaporación, evapotranspiración, infiltración, humedad de suelo, flujo subterráneo, etc. Una vez reconocidos, se debe relacionar estos procesos y variables principales entre sí por medio de ecuaciones, obteniéndose un "modelo conceptual". En esta etapa se incluyen coeficientes y parámetros a los cuales posteriormente se les deberá asignar valores adecuados mediante un proceso de calibración.

Una cuenca hidrográfica puede ser considerada como un sistema dinámico, en el cual la agrupación de los parámetros invariables en la cuenca

transforma los factores de entrada, precipitación (vertical u horizontal) y derretimiento de la nieve en un hidrograma de salida de la cuenca. Sucede igual para un tramo del río, excepto que el caudal afluente en uno o más puntos aguas arriba debe ser tratado como un factor adicional de entrada. Estos sistemas pueden ser representados por la entrada  $P(t)$  y la salida  $Q(t)$ , ambas en función del tiempo  $t$ . Desde el punto de vista de la teoría de sistemas dinámicos, los sistemas hidrológicos se comportan como sistemas lineales, si satisfacen el principio de superposición; es decir que la reacción del sistema a una combinación de entradas es igual a la suma de sus respuestas a las entradas separadas y que los parámetros del sistema son independientes de la respuesta del sistema.

Para una parte, zona o área específica de una cuenca, siempre que se pueda definir una unidad funcional desde la perspectiva hídrica (precipitación, nevados, glaciares, bofedales, lagunas), en la cual se valore su vulnerabilidad ambiental, se podrá partir desde una función básica: si la precipitación ( $P$ ) es mayor que la evapotranspiración ( $E_{vt}$ ) en este caso habrá infiltración superficial y profunda, y también escorrentía que, dependiendo de sus magnitudes, serán más o menos importantes. Esta relación aplicada al funcionamiento de una cabecera de cuenca es fundamental, si en ella no llueve o si la cantidad de lluvia es menor que la evapotranspiración, no habrá escorrentía. Entonces, desde la perspectiva hídrica serán más importantes las cabeceras de cuencas donde haya precipitaciones significativas. Desde la perspectiva de la funcionalidad de los nevados, dependerá de la magnitud de los caudales aportados a los cauces.

El modelo conceptual debe considerar el uso actual de la unidad a evaluarse, lo cual implica integrar variables socioeconómicas, que pueden ser primarias, secundarias o terciarias (agrícola, ganadera, forestal, minera, infraestructura, servicios), que deben considerarse en función de la población involucrada. Algo crítico que debe evaluarse es la presencia de agricultura familiar o población vulnerable.

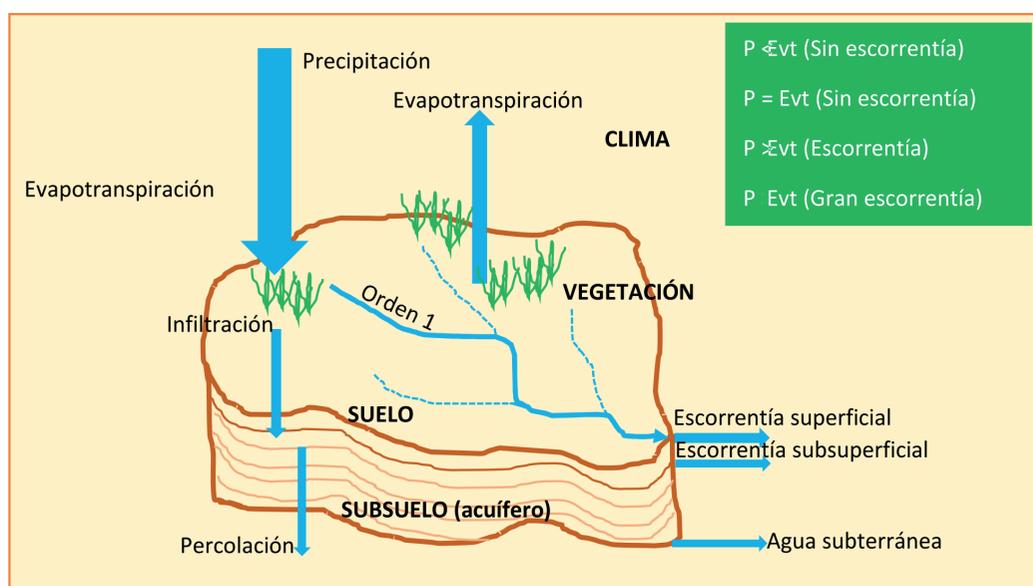
La vulnerabilidad ambiental debe estar integrada con el análisis de la vulnerabilidad social, para lo cual se propone la utilización del Índice de Vulnerabilidad Social, el que está basado en variables sociales, económicas, educativas y de salud. Aunque existen diversos métodos para el análisis de la vulnerabilidad social, para cuencas hidrográficas existen métodos integrales de evaluación de la vulnerabilidad socioambiental, analizando los factores riesgo, amenaza, fragilidad, exposición, capacidad adaptativa y resiliencia<sup>2</sup>, que llevan a evaluar la vulnerabilidad total de una cuenca, entre ellas la vulnerabilidad social.

El concepto de la protección asociada al recurso hídrico dependerá de la magnitud y de la importancia ambiental, social y económica en la cual se evalúe las condiciones hidrológicas. Si existe valores importantes de caudales, se analizará su importancia en el sitio y aguas abajo, también para territorios contiguos. Si

los caudales son mínimos habrá que valorar el mantenimiento de la humedad y el estrés hídrico. Obviamente, el suelo, la vegetación, la geología y otros factores climáticos también deben analizarse desde la perspectiva de la necesidad de protección para cualquier parte de la cuenca hidrográfica. Finalmente debe considerarse la influencia del cambio climático, según el análisis de escenarios (modelos RCP, adoptados por el IPCC).

El modelo conceptual debe permitir utilizar las variables para cada una de las vertientes, siendo que en cada una de ellas habrá un comportamiento particular de las variables ambientales y sociales. Por ejemplo, en el caso de la vertiente del Pacífico se puede encontrar situaciones de cabeceras de cuenca con escasas lluvias, mientras que, en zonas de selva alta de la vertiente del Atlántico la precipitación es significativamente mayor que la Pacífica y del Titicaca. La figura 1 muestra un esquema de las relaciones de las variables que generan las escorrentías y el agua subterránea, las cuales se pueden aplicar al funcionamiento de una cabecera de cuenca. Obviamente, en un modelo se pueden agregar otras variables como la geología, el microrelieve, y la topografía. El aporte de agua subterránea de una unidad hidrográfica vecina, así como los aportes desde la unidad de análisis a otra unidad vecina, deben considerarse en el modelo.

*Figura 1:  
Representación  
de las principales  
variables que  
influyen en la  
escorrentía*



<sup>2</sup>Puede verse la referencia metodológica en: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOG/A0121E/A0121E.PDF>



Foto: chegg.com

También se deben considerar otras características y variables que integran las partes altas de las cuencas, subcuencas o microcuencas, como las variables ecológicas, las sociales y económicas (producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola, minería, turismo, poblaciones, infraestructura), entre otros. Si parte de ellas están comprendidas en las cabeceras de cuenca, deben ser integrantes de su modelo conceptual, aunque posiblemente en algunas cabeceras de cuenca no haya uso u ocupación alguna (Figura 2).

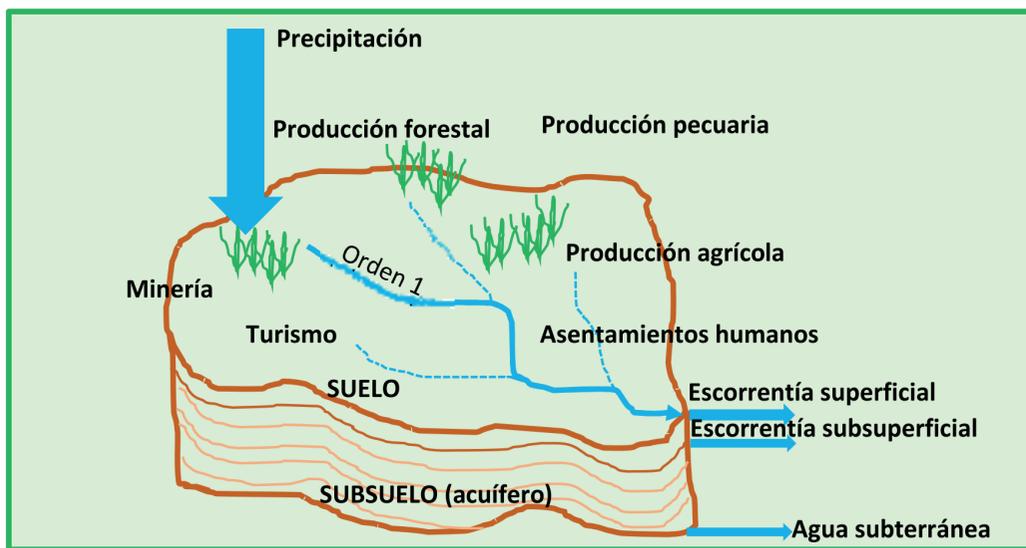


Figura 2: Representación de las principales variables que influyen en la escorrentía

Además del comportamiento climático, puede ser importante analizar el modelo de relieve territorial para valorar su influencia en el comportamiento de la escorrentía. En el caso de la pendiente (Figura 3) este será un factor importante en la formación de la escorrentía superficial, así como su influencia para la infiltración, en la cual el factor suelo será importante. La necesidad de protección estará asociada en el modelo de mayor pendiente, influenciando la estabilidad de la unidad hidrográfica.

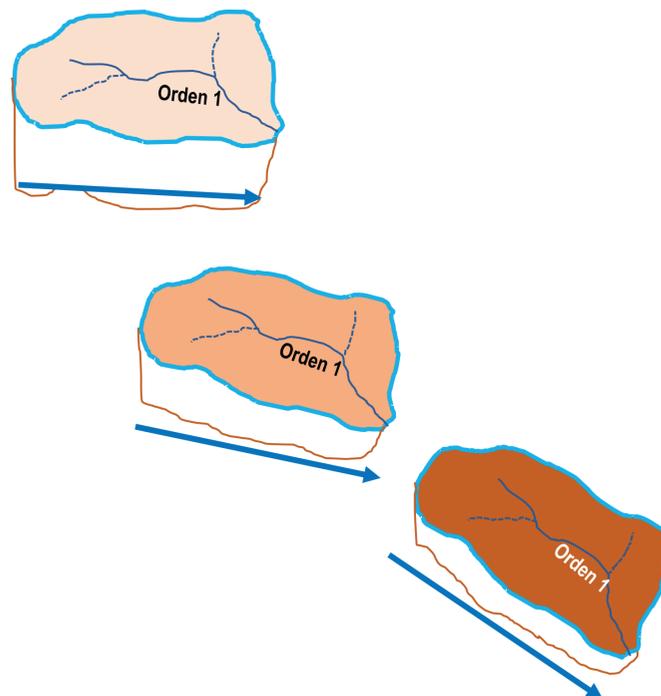


Figura 3: Esquemas del dominio de pendientes de unidades hidrográficas

A continuación, se propone el modelo conceptual para definir una cabecera de cuenca.

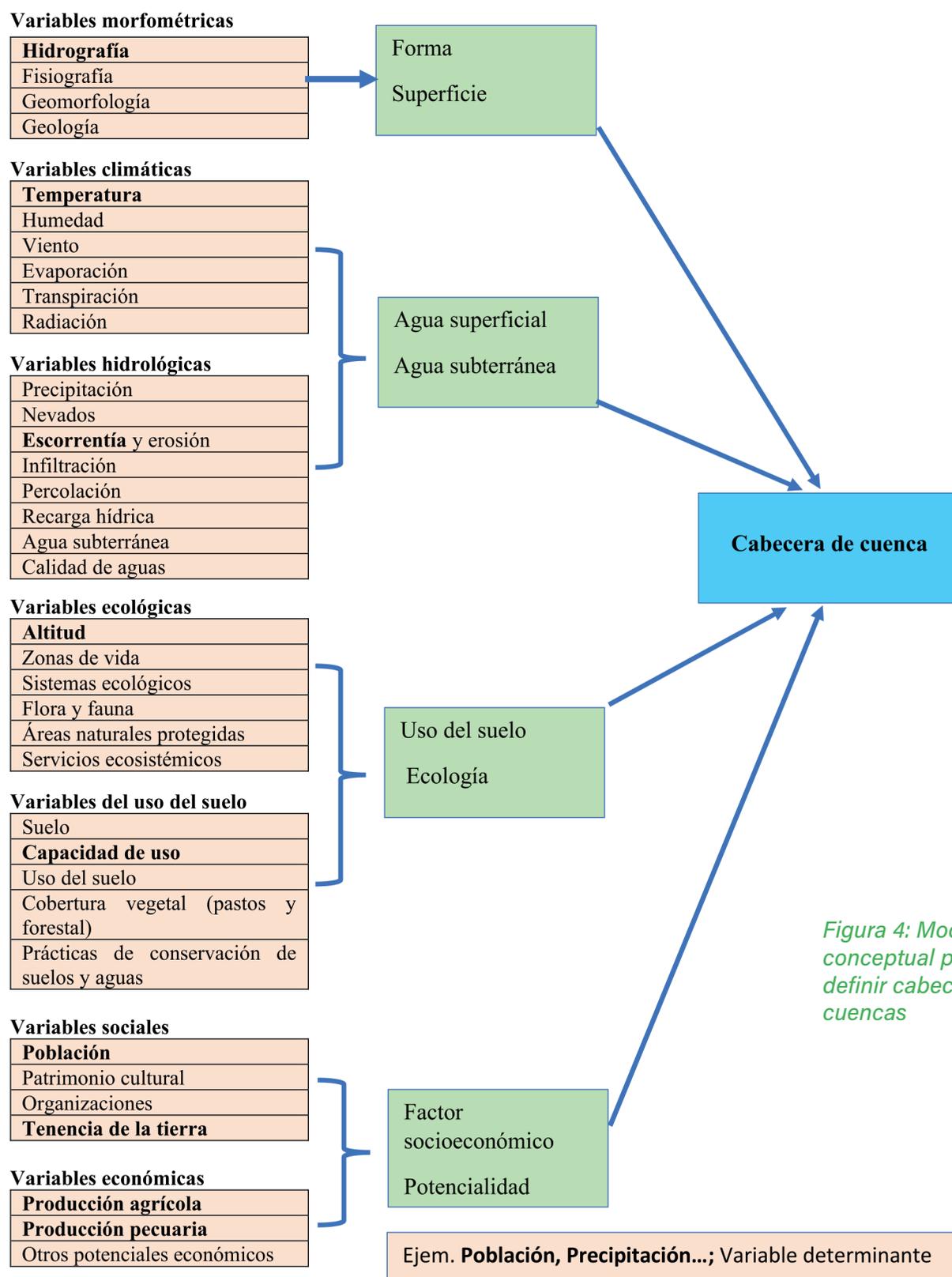


Figura 4: Modelo conceptual para definir cabeceras de cuencas

El modelo conceptual resulta con muchas variables lo cual, desde la perspectiva real y pragmática, tendría limitantes por la escala y la información. En este sentido, se recomienda la utilización de variables determinantes, sensibles o críticas, recomendándose de manera general considerar: la precipitación, escorrentía, capacidad de uso del suelo, altitud, tenencia de la tierra, población y producción agropecuaria. La inclusión de la precipitación y la escorrentía se justifica porque define el interés del área, la altitud por asociarse con otras variables (temperatura, zona de vida), la tenencia es clave para definir la gestión de la intangibilidad, la

población porque si la cabecera de cuenca está ocupada se debe analizar cómo proceder, y la producción agropecuaria porque determina la condición de vida de las familias que dependen de la cabecera de cuenca.

Este análisis no debe dejar de lado la visión integral de la cuenca, su manejo, gestión y específicamente su protección, de tal manera que no debe analizarse solo la cabecera de cuenca como un territorio aislado pues, por un lado, forma parte de una unidad mayor, la cuenca integral, y por otro lado, tiene territorios contiguos. A continuación, un breve análisis:

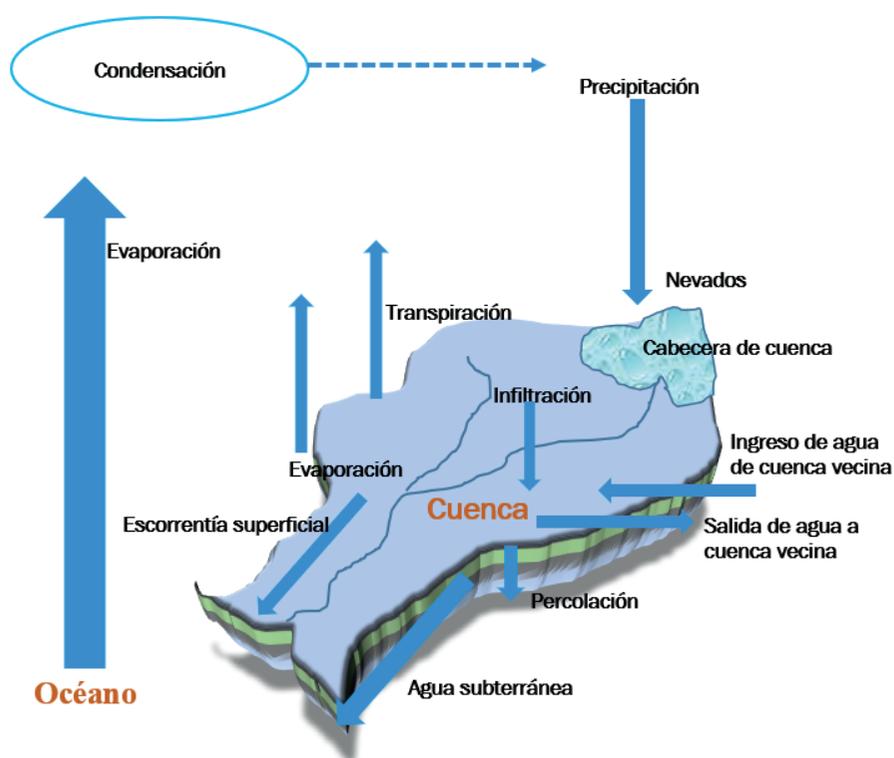
a) Se podría considerar que el funcionamiento de toda unidad hidrográfica delimitada como cabecera de cuenca (puede ser de subcuenca y microcuenca) es vinculante con el funcionamiento de la cuenca aguas abajo. Sus aportes en caudales pueden ser muy importantes aguas abajo, tanto para fines de aprovechamiento como de conservación, pero si aguas abajo se contaminan las aguas, de nada servirá realizar un buen manejo y conservación aguas arriba. Por otro lado, debe quedar claro que el mantenimiento, conservación y protección de las cabeceras de cuenca que aportan caudales hídricos aguas abajo deben recibir una retribución por el servicio ecosistémico hídrico y por otros servicios.

b) Se podría considerar que el funcionamiento de toda unidad hidrográfica delimitada como cabecera de cuenca (puede ser de subcuenca y microcuenca) es vinculante con el funcionamiento de otras cabeceras de cuenca contiguas. Situaciones en las cuales los acuíferos son compartidos entre dos o más unidades contiguas (aportan o reciben agua) o los acuíferos de las cabeceras de cuenca aportan caudales subterráneos aguas abajo en la misma cuenca.

c) Una tercera posibilidad es que la cabecera de cuenca forme parte de un área protegida o de conservación regional, y también si forma parte de una unidad de ordenamiento territorial estratégica, de lo cual se derivará el nivel y grado de aprovechamiento, conservación y protección del agua, suelo, flora, fauna, minerales, biodiversidad, patrimonio cultural, servicios ecosistémicos, entre otros.

Desde la perspectiva hídrica será importante valorar un modelo más integral con la perspectiva del todo de la cuenca, el cual puede aplicarse también a nivel de una unidad menor como la cabecera de cuenca, aunque es posible que la disponibilidad de datos e información no siempre esté disponible. En la figura 5 se presenta un esquema de los elementos que componen un ciclo hidrológico general, en el cual se encuentran las unidades de las cabeceras de cuenca. Es importante señalar que, como todo ciclo, no existe manera para definir el inicio, por lo tanto, no se define que las lluvias que caen en las zonas de cabera de cuenca, conduzcan a afirmar que ahí se inicia el ciclo hidrológico.

Figura 5: Representación esquemática del ciclo hidrológico de una cuenca



Una de las primeras evaluaciones a nivel de cuenca debe permitir determinar el **balance climático**, entendido como el proceso que permite obtener la información de la cantidad de agua que está disponible en una determinada zona, cuenca o región, sin que se considere la escorrentía superficial, la infiltración ni almacenamiento. Su fórmula para determinarla es:

$$BC = P - Evt$$

Donde:

BC = Balance Climático

P= Precipitación (mm)

Evt = Evapotranspiración (mm)

El balance puede resultar positivo, equilibrado o negativo, en función de la diferencia entre sus valores. Si el balance es positivo en una cuenca significa que habrá disponibilidad de agua de lluvia tanto para el escurrimiento superficial, almacenamiento en el suelo y almacenamiento de agua subterránea.

El balance hidrológico de una cuenca hidrográfica es la cuantificación tanto de los parámetros involucrados en el ciclo hidrológico, como de los consumos de agua de los diferentes sectores de usuarios, en un área determinada, cuenca, y la interrelación entre ellos, dando como resultado un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en cuanto a su oferta, disponibilidad y demanda en dicha área. Dado que el balance hidrológico presenta un diagnóstico de las condiciones reales del recurso hídrico en un área en particular, permite tomar medidas y establecer lineamientos y estrategias para su protección y utilización de una manera integrada, de tal forma que se garantice su disponibilidad, tanto en cantidad como en calidad. El modelo de balance hídrico se basa en la ecuación de conservación de masa:



A blue-tinted landscape photograph of a mountain valley. In the foreground, a river flows rapidly over rocks, creating white water. The middle ground shows a wide, rocky riverbed leading to a small waterfall cascading down a steep slope. The background features rugged, rocky mountains under a cloudy sky. A semi-transparent dark blue rectangle is overlaid on the lower right portion of the image, containing white text.

# 5. PRINCIPIOS Y CRITERIOS

Foto: quora.com

Analizando los antecedentes de cómo han evolucionado los criterios geográficos, ecológicos y ambientales después de la Cumbre de Río de Janeiro 1992, surge la preocupación por conservar los ecosistemas frágiles y estratégicos, para conservar y proteger los servicios ecosistémicos, la biodiversidad, los recursos hídricos, entre los más importantes. Como ejemplo de estos, se puede citar los humedales, bofedales, zonas de recarga hídrica, lomas costeras y tierras semiáridas, los cuales se protegen con la Ley General del Ambiente del año 2005. En el interés por estos ecosistemas frágiles se incluye a las denominadas cabeceras de cuencas que, si bien se inician en las divisorias de las aguas, no cuentan con una definición sobre el dominio de espacio y territorio, por lo que resulta de importancia identificarlas y delimitarlas. Por esa razón se plantea la importancia de establecer principios y criterios que permitan delimitar las cabeceras de cuenca para luego realizar su zonificación.

## **5.1.Principios**

### **1)Principio de capacidad de carga.-**

Se propone que el aprovechamiento de los bienes y servicios se debe mantener dentro de los límites de productividad y conservación del sistema.

### **2)Principio precautorio.-**

No se puede esperar a tener una plena seguridad científica cuando existe la amenaza de causar un efecto negativo de tipo social, económico o ambiental, por cuya razón debe evitarse efectos negativos, peligros, destrucción, alteración y degradación.

### **3)Principio de sostenibilidad ecológica.-**

El ecosistema mantiene sus principales características que son fundamentales para su supervivencia a largo plazo.

### **4)Principio de sostenibilidad socioeconómica.-**

Si el territorio es habilitado o ya está en uso, se debe desarrollar el manejo o uso sostenible de los recursos naturales acorde con la satisfacción de las necesidades sociales de sus habitantes.

## 5.2. Criterios para la identificación

Desde la perspectiva espacial y territorial se debe realizar actividades para determinar cuáles son las cabeceras de cuenca, dónde se encuentran y qué características tienen. A continuación, enumeramos los criterios que permiten la identificación de las cabeceras de cuencas hidrográficas:

### 1) Jerarquía de la red hídrica. -

Define el curso de agua inicial o de primer orden, así como los canales tributarios (basado en Horton-Strahler).<sup>3</sup>



Foto: es.wikipedia.org

### 2) Unidad territorial hidrográfica. -

De acuerdo con la pendiente y bifurcación de la red hídrica definir el número de orden de referencia para determinar el dominio territorial.

### 3) Nivel de formación de caudales. -

De acuerdo con la jerarquía hídrica determinar el punto de cierre de la unidad territorial hidrográfica.

### 4) Precipitación pluvial, geología y geomorfología. -

Las formaciones geológicas definen la geometría de la red hídrica y el grado de bifurcación. El relieve y las formas de la configuración de la unidad definida se

pueden relacionar con la precipitación, tanto en su escorrentía superficial, como flujo subterráneo.

### 5) Morfometría. -

La red hídrica adquiere orientaciones y definiciones longitudinales que influyen en las características de la red (dendrítica, rectangular, en paralelo e irregular), así como su perfil longitudinal y la curva hipsométrica.

### 6) Altitud. -

Referida a la ubicación en la configuración longitudinal de la cuenca, variando en su configuración si les corresponde a las partes altas, media o baja. También se debe tomar en consideración la relación con su posición altitudinal respecto al nivel del mar.

<sup>3</sup> El número de Strahler o número de Horton-Strahler de un árbol matemático es una medida numérica de la complejidad de sus derivaciones o bifurcaciones

### 5.3 Criterios para la delimitación

Una vez identificada la localización de la cabecera de cuenca, se procederá a su delimitación, para lo cual se procederá a utilizar herramientas cartográficas convencionales o se recurrirá a sistemas de información geográfica, que toman como referencia los detalles de las curvas de nivel y la resolución de su interpolación, para lo cual es fundamental la escala del mapa. A continuación, los principales criterios para la delimitación de las cabeceras de cuencas:

#### 1) Dominio de la red hídrica. -

Es aquella que define los puntos más altos y alejados de la zona identificada, con relación a un punto de salida o cierre de la unidad territorial.

#### 2) Punto de salida de la red hídrica. -

Es el punto de referencia más bajo de la unidad territorial identificada, cuya altura es la referente para indicar hasta dónde abarcará aguas arriba y cuál será la altitud máxima de la unidad.

#### 3) Orden de drenaje. -

Indicador referencial que define el punto de salida o cierre de la unidad territorial, aplicable a la cuenca, subcuenca o microcuenca, sea en las partes alta, media o baja.

#### 4) Características especiales. -

Ante características especiales por la presencia de lagunas, bofedales, nevados y glaciares, el dominio de la red hídrica se puede ajustar para determinar el punto de cierre hidrográfico. Las fracturas y fallas geológicas serán elementos complementarios que se puede considerar.

Tanto para la identificación como para la delimitación es fundamental conocer el factor precipitación y los caudales de las zonas potenciales denominadas "cabecera de cuenca", para lo cual es fundamental disponer de un mapa de isoyetas, derivado de información detallada y confiable, esto debido a que, si el recurso hídrico es inexistente o poco significativo, no tendrá sentido determinar la vulnerabilidad de esta unidad territorial. No obstante, podría tener otras valoraciones de importancia.



Foto: [www.actualidadambiental.pe](http://www.actualidadambiental.pe)



**6. MARCO METODOLÓGICO  
DE CRITERIOS TÉCNICOS  
PARA LA IDENTIFICACIÓN,  
DELIMITACIÓN Y  
ZONIFICACIÓN DE LAS  
CABECERAS DE CUENCA  
DE LAS VERTIENTES  
HIDROGRÁFICAS DEL  
PACÍFICO, ATLÁNTICO Y  
TITICACA**

Foto: [divastyleministry.com](http://divastyleministry.com)

Para analizar el tema metodológico de los criterios técnicos para delimitar las cabeceras de cuenca, se valora la importancia de realizar un desarrollo de etapas diferenciadas que apliquen particularmente:

- a) La identificación de las cabeceras de cuenca,
- b) La delimitación, y
- c) La zonificación.

Cada una de estas etapas será diferente, tanto para la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico, y la vertiente del Titicaca. A continuación, las definiciones:

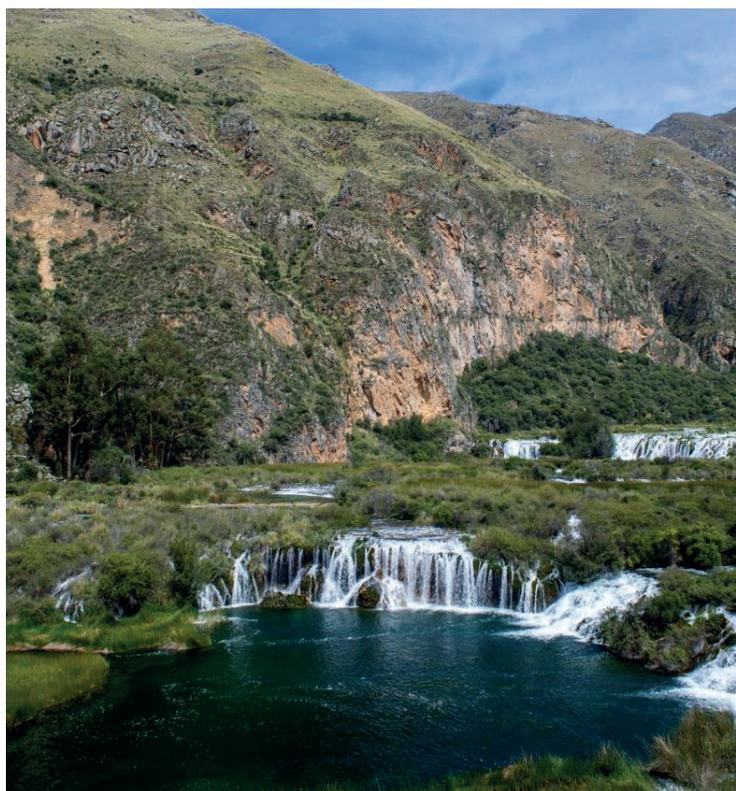


Foto: mochileaperu.com

### ***Identificación de un espacio o territorio. -***

Se refiere específicamente a la localización acorde a la funcionalidad, características e importancia. Consiste entonces en determinar dónde se pueden localizar las "cabeceras" en una cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica.

### ***La delimitación de un espacio o territorio. -***

Se refiere a la definición del dominio o cobertura en el terreno, relacionado a la funcionalidad de la cuenca, subcuenca o microcuenca como sistema. Este dominio puede localizarse en las partes alta, media o baja de la cuenca.

### ***La zonificación de un territorio. -***

Se refiere a la determinación de las características y cualidades del territorio delimitado, habilitándole para un uso o aprovechamiento determinado, o para definir las restricciones. La protección debe ser un tema por desarrollar detenidamente.

## 6.1. La propuesta de ruta metodológica para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección

Desde una perspectiva general la secuencia lógica de la ruta metodológica define tres grandes etapas, que a su vez definirán pasos basados en principios y criterios que sirven de base para el análisis de los diferentes elementos que sustentarán la protección que requieren las cabeceras de cuenca. En la siguiente figura se presentan los componentes básicos que conllevan a la zonificación esperada, y luego se desarrollan 8 pasos para lograr la zonificación detallada.



### Paso 1

Definir el objetivo y alcance para realizar la zonificación de la unidad hidrográfica "cabecera de cuenca" considerando su protección como elemento clave.

### Paso 2

Organizar una base de datos e información de la cuenca, región o vertiente hidrográfica, correspondientes a las variables que permitirán definir la zonificación de la cabecera de cuenca. La cartografía será fundamental, a escala que permita realizar una delimitación detallada y precisa, mapas a escala 1/5,000 a 1/10,000, dependiendo de la variable y de la superficie de la cuenca, y de acuerdo con las tres vertientes consideradas (Atlántico, Pacífico y Titicaca). Entre los mapas básicos se debe considerar:

- Mapa de curvas de nivel o Modelos de Elevación Digital
- Mapa geológico
- Mapa geomorfológico
- Mapa de vegetación (incluyendo flora y fauna)
- Mapa de suelos y de capacidad de uso
- Mapa de uso actual del suelo (incluyendo nevados, glaciares, bodefales, lagunas, humedales)
- Mapa de temperatura
- Mapa de evapotranspiración
- Mapa de zonas de vida
- Mapa de tenencia de la tierra
- Mapa de precipitación (Isoyetas)
- Mapa de erosión del suelo
- Mapa de caudales (hidrogramas unitarios).

### Paso 3

Realizar la configuración de la red hídrica bajo el dominio de drenaje del primer orden y sus canales asociados. El tipo de la red de drenaje se debe definir para posteriores análisis. También será importante elaborar el perfil longitudinal del cauce principal de la cuenca para definir las partes alta, media y baja, en función de rangos altitudinales y de la curva hipsométrica. El ordenamiento de Strahler asigna el orden a todos los nacimientos o inicios de drenaje, es decir, las corrientes que no se bifurcan cuando se delinean hacia aguas arriba. Estas corrientes corresponden al mayor nivel de resolución para la red y, por lo tanto, definen la escala espacial. Al avanzar aguas abajo, cuando dos corrientes de igual orden se juntan, forman una corriente de orden mayor (2, 3, 4, 5 o más). Cuando corrientes de orden diferente se encuentran, el canal aguas abajo preserva el orden del mayor de los dos. Esto se aplica a lo largo de toda la red,<sup>4</sup> y ordena todos los segmentos (tramo de río entre dos confluencias consecutivas, o entre un nacimiento y la siguiente confluencia, o entre la última confluencia y la salida de la cuenca). La red hídrica definida para la cuenca presentará varios cursos de drenaje de valor 1, tanto en la parte alta, media o baja de la cuenca, e igual para subcuencas y microcuencas internas. El

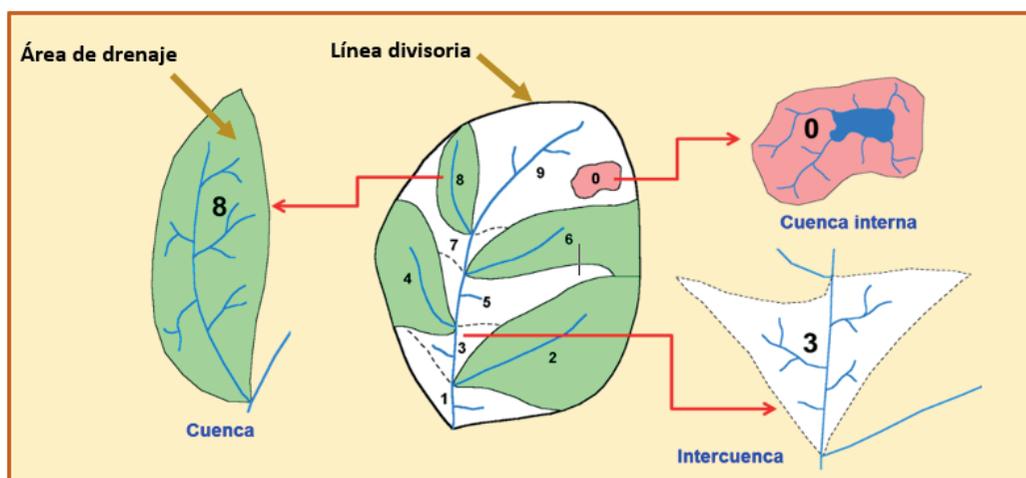


Foto: en.wikipedia.org

Perú dispone de la delimitación y codificación para la ordenación de cuencas elaboradas con la metodología de Pfafstetter la cual dispone de mapas bases para la identificación de cabeceras de cuencas, en la "Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú" (IRH-INRENA 2008),<sup>5</sup> en la que se identificaron 1 268 unidades hidrográficas a nivel nacional.

Las unidades hidrográficas, identificadas por INRENA, son espacios geográficos limitados por líneas divisorias de aguas relacionados espacialmente por sus códigos, donde la extensión del área de drenaje es el único criterio de organización jerárquica (ver figura 9).

Figura 9: Método Pfafstetter, tipo de unidades hidrográficas. INRENA Perú, 2007



<sup>4</sup> Para el caso de cuencas arreicas se tomará como base la pendiente y el relieve de las áreas inmediatas a las divisorias de las aguas.

<sup>5</sup> Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA, hoy Autoridad Nacional del Agua (ANA).

## Paso 4

Determinar el punto de salida del cauce de primer orden, definiendo sus coordenadas geográficas y la altitud (referentes de zonas alta, media o baja de la cuenca). La posición de este punto de salida puede localizarse muy cerca o muy lejos de la divisoria de las aguas. Dependiendo de la pendiente y geomorfología en esta parte de la cuenca, surgen 4 elementos/pendiente<sup>6</sup> relacionados con la red de drenaje, que ayuden a definir el dominio de la cabecera de la cuenca.

- a) Pendientes muy inclinadas (mayor a 60%) y de relieve accidentado, el orden podría ser mayor a 1.
- b) Pendientes inclinadas (30 a 60%) y de relieve accidentado, el orden podría ser entre 2 y 1.
- c) Pendientes y relieves suaves (15 a 30%), el orden podría ser 1.
- d) Pendientes entre 0 a 15% será necesario valorar el tamaño de la cuenca.

## Paso 5

Realizar la delimitación del área aguas arriba del punto de salida. Bajo el criterio de las divisorias de las aguas, se debe obtener una unidad hidrográfica que tiene el dominio territorial de un cauce principal que corresponde al primer orden con posibles afluentes de drenaje superficial o trazos geomorfológicos de tipo pequeños canales o quebradas. La delimitación comprende:

- a) Las áreas inmediatas que corresponden al dominio del cauce principal de la cuenca, para el mayor orden.
- b) Las áreas internas que corresponden al dominio de subcuencas y microcuencas.

## Paso 6

Realizar la caracterización y diagnóstico de la unidad delimitada "cabecera de cuenca". Además de la información de variables biofísicas y socioeconómicas se debe considerar un mapa o datos de la precipitación (Isoyetas), erosión y evapotranspiración (mapas), que serán

determinantes para definir las necesidades de protección en función del balance climático y de otros aspectos de alto valor. A continuación, las posibilidades que se deben analizar:

- a) Si en el área delimitada no ocurre precipitación o el balance climático es igual a 0, el interés por el recurso hídrico no es determinante para la intangibilidad, aunque el territorio puede tener otras potencialidades, así como áreas sensibles desde la perspectiva ambiental. Los factores geológicos como las fallas, fracturas y riesgo por inestabilidad pueden ser importantes de evaluar.
- b) Si en el área delimitada las precipitaciones son significativas, corresponde a bofedales, lagunas, glaciares o nevados, el interés por el recurso hídrico es determinante para la intangibilidad, su importancia puede estar asociada a recarga acuífera, recarga hídrica y mantenimiento ambiental. Si existe un excesivo comportamiento de la precipitación (cantidad e intensidad) capaces de generar riesgos de erosión, deslizamientos y torrentes, amerita considerar protección. La calidad del agua, tanto en condiciones naturales como alteradas por su uso, deben ser evaluadas. La intensidad de las lluvias es un factor importante por considerarse, para lo cual se debe elaborar el mapa de erosión, el cual puede elaborarse con la Ecuación de pérdida de suelo: Erosión =  $RKLSCP$ . Para el factor R se puede utilizar el índice de Fournier =  $(P_{max})^2/P_m$  donde  $P_{max}$  es la precipitación máxima y  $P_m$  es la precipitación media, con la cual se puede estimar la erosión. Para la vertiente Atlántica, la vegetación forestal puede ser de importancia, porque ella contribuye a la regulación del comportamiento de la escorrentía e infiltración; para las vertientes del Pacífico y Titicaca, los pastos pueden ser igualmente importantes.
- c) Evaluar wsi el área delimitada contribuye con aguas subterráneas a otras unidades vecinas, o si recibe aguas subterráneas de unidades vecinas.
- d) Un caso particular pueden ser las unidades geográficas que interceptan neblinas (zona de lomas).

<sup>6</sup> Se asocian a las pendientes de la determinación de la capacidad de uso del suelo.

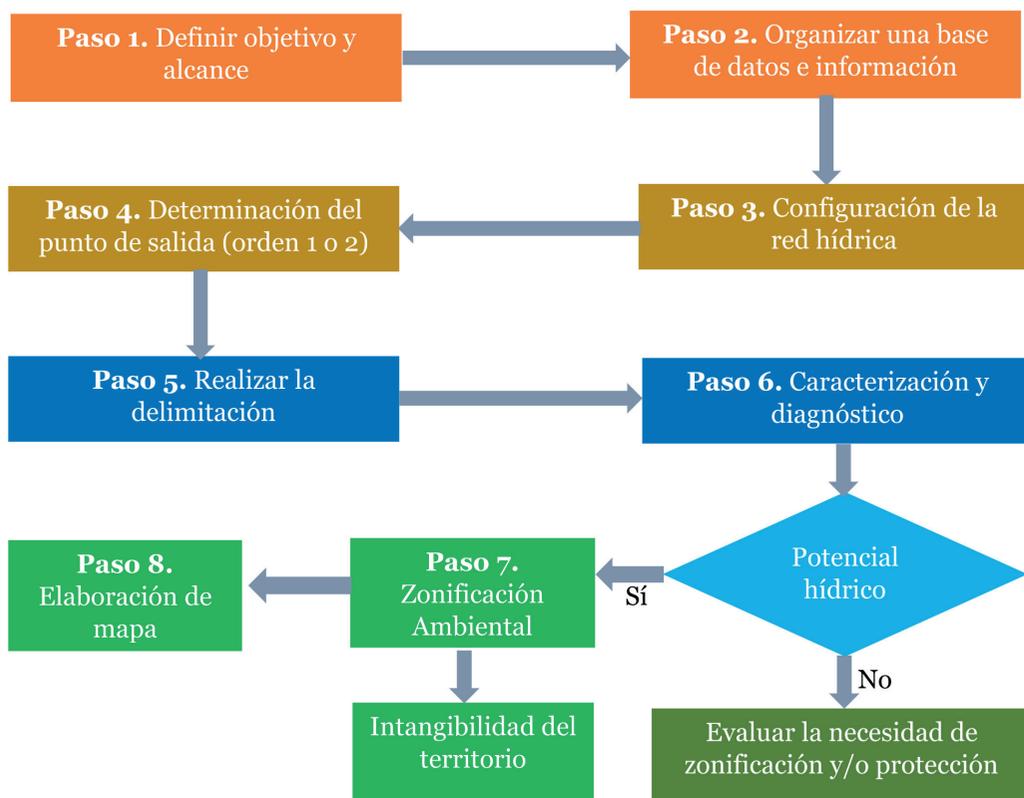
- e) Realizar la caracterización y diagnóstico social y económico, enfatizando en las poblaciones que habitan estas zonas, así como sus actividades económicas. Resaltar también las áreas de cabecera de cuenca intervenidas por la construcción de carreteras u otras infraestructuras (poblados, viviendas, servicios), así como en zonas de trasvase u otra forma de conectividad.
- f) Complementar el diagnóstico con el mapeo de análisis de escenario para el cambio climático (preferiblemente con el Modelo RCP 4.5).

### Paso 7

Realizar la zonificación del territorio de la cabecera de cuenca para lograr la protección ambiental. Definir las diferentes unidades o zonas, determinando las necesidades de protección para cada una de ellas. La escala debe ser un elemento técnico para proponer en función de la información factible, pero se recomienda una escala que pueda brindar el detalle para lograr una buena definición de las unidades de mapeo. A continuación, los siguientes subpasos:

- a) Realizar el inventario de recursos (agua, suelo, bosque, biodiversidad, minerales).

- b) Elaborar el mapa de zonas de vida.
- c) Elaborar el mapa de capacidad de uso del suelo para determinar las diferentes clases I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII, sus áreas y localización.
- d) Elaborar el mapa de uso actual del suelo (agrícolas, pecuarios, forestales, reservas, áreas protegidas, minería, sin uso).
- e) Elaborar un mapa de riesgos y amenazas.
- f) Elaborar un mapa de zonas de recarga hídrica para la cabecera de cuenca, describiendo a qué subcuenca o microcuenca se contribuye aguas abajo o a una cuenca vecina.
- g) Elaborar el mapa de tenencia de la tierra o al menos un informe técnico.
- h) Determinar las áreas homogéneas para la producción, conservación y protección.
- i) Realizar el análisis de sensibilidad ambiental y/o análisis de vulnerabilidad (mapa).
- j) Realizar la zonificación integral de las áreas productivas y las áreas con sensibilidad ambiental.
- k) Describir las unidades de protección y proponer las prácticas y medidas.



### Paso 8

Elaborar el mapa a una escala técnica que detalle las áreas de la zonificación que incluye las áreas para la protección y elaborar la memoria descriptiva.

Figura 10: Pasos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección

A blue-tinted landscape photograph showing a calm lake in the foreground, with a range of mountains in the background under a cloudy sky. The entire image has a monochromatic blue color scheme.

## 7. HALLAZGOS

Foto: quora.com

## 7.1 El concepto de cabecera de cuenca

A continuación, se sintetiza la aplicación del concepto de cabecera de cuenca en otros países de la región:

**Colombia.** - Se ha realizado una propuesta denominada "Definición de criterios para la delimitación de los diferentes tipos de páramos del país y de lineamientos para evitar los efectos adversos sobre su integridad ecológica"<sup>7</sup> que plantea una propuesta metodológica "novedosa", para abordar la compleja problemática de los **páramos** de ese país, teniendo como base el uso de variables como clima, regímenes de propiedad, patrón de asentamientos, tenencia de la tierra, instrumentos para el manejo, actores sociales, tipo de propietario, uso y apropiación y organización social. Sin embargo, la heterogeneidad biofísica, climática, ambiental y social, ubicación geográfica y el estado en el que se encuentran los páramos de ese país no ha permitido contar con criterios únicos para delimitar estos ecosistemas.

La actual clasificación normativa de los páramos de Colombia se basa en la resolución 0769 de agosto de 2002, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, la cual define al páramo como "**Ecosistema de alta montaña** ubicado entre el límite superior del bosque andino y, si se da el caso, con

límite inferior de los glaciares o nieves perpetuas"<sup>8</sup> (Artículo 2). De manera general esta resolución plantea que la ubicación del páramo está determinada por la cota altitudinal arriba de los 3.000 m.s.n.m. La experiencia de Colombia en esta normativa aún presenta desafíos importantes, sobre todo por la tenencia y uso de estas zonas por familias vulnerables.

**Argentina.** - En la ley 25688 sobre el **Régimen de Gestión Ambiental de Aguas**, se establecen los presupuestos mínimos ambientales para la preservación de las aguas, su aprovechamiento y uso racional. Promulgada el 30 de diciembre de 2002.

**Artículo 7** — La autoridad nacional de aplicación deberá:

b) Definir las directrices para la **recarga y protección de los acuíferos**;

**Artículo 8** — La autoridad nacional podrá, a pedido de la autoridad jurisdiccional competente, declarar **zona crítica de protección especial** a determinadas cuencas, acuíferas, áreas o masas de agua por sus características naturales o de interés ambiental.

**Ecuador.** - En el Glosario de términos técnicos del Código Orgánico de Ambiente 2017 se menciona:<sup>9</sup>

Bosques Protectores. - Son bosques y vegetación protectores las formaciones

<sup>7</sup> <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31170/09-282-1.pdf?sequence=1>

<sup>8</sup> Las negritas son nuestras.

<sup>9</sup> [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

vegetales, naturales o cultivadas, arbóreas, arbustivas o herbáceas, de dominio público o privado, declarados como tales por encontrarse en áreas de topografía accidentada, **cabeceras de cuencas hidrográficas** o zonas que por sus condiciones climáticas, edáficas e hídricas deben ser conservadas, así como los bosques de importancia ritual, ceremonial, cultural o histórica

**Costa Rica.** – El artículo 7, inciso c), de la Ley de Tierras y Colonización, N° 2825 de 14 de octubre de 1961 señala:

**Artículo 7.-** Mientras el Estado, por voluntad propia o por indicación del Ministerio de Agricultura o del Instituto de Desarrollo Agrario, atendiendo razones de conveniencia nacional, no determine los terrenos que deban mantenerse bajo su dominio, se considerarán inalienables y no susceptibles de adquirirse por denuncia o posesión, salvo los que estuvieren bajo el dominio privado, con título legítimo, entre otros, se anota el siguiente:

Los terrenos de las islas, los situados en las márgenes de los ríos, arroyos y, en general, de todas las fuentes que estén en cuencas u hoyas hidrográficas en que broten manantiales, o en que tengan sus **orígenes o cabeceras** cualquier curso de agua de los cuales se surta alguna población, o que convenga reservar con igual fin. En terreno planos o de pequeño declive se considerará inalienable una faja de doscientos metros a uno y otro lado de dichos ríos, manantiales o arroyos; y en las cuencas u hoyas hidrográficas, una faja de terreno de trescientos metros a uno y otro lado de la depresión máxima, en toda la línea, a contar de la mayor altura inmediata.

**Bolivia.** - La política pública en Bolivia, desde el año 2006, promueve la articulación de los enfoques de Gestión Integral de Recursos

Hídricos y Manejo Integral de Cuencas (GIRH MIC), enlazando de forma complementaria las acciones de gobernanza con las tareas técnicas de uso y manejo de los recursos naturales, resultando en una propuesta de planificación concertada del desarrollo con base en la cuenca hidrográfica como unidad de gestión. Este enfoque permite a la política pública contar con capacidad de prevención y respuesta para la preservación y/o recuperación de las condiciones de regulación hidrológica de una cuenca, en especial en las **zonas de cabecera** donde la compleja articulación de los componentes agua, suelos, recursos naturales y población son importantes para garantizar las condiciones de desarrollo y calidad de vida, más aun considerando la agudización de la variación climática (citado por Saavedra, C. 2018).<sup>10</sup>

**Estados Unidos de Norteamérica.** - El "Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters" menciona en su hoja de trabajo 7-2 ¿Qué análisis de datos debemos realizar para la evaluación y protección del hábitat en una cuenca? Uno de los lugares de hábitats críticos de las cuencas corresponde a las **cabeceras de cuenca** (Headwaters).<sup>11</sup>

Por su parte, la Association of California Water Agencies (ACWA)<sup>12</sup> entre otros aspectos relevantes de la planificación, señala que el estado de California debe mejorar el manejo de las corrientes de cabecera como una alta prioridad en su planeación estatal y funciones de manejo de este recurso natural incluyendo la investigación.

**La Convención RAMSAR sobre humedales de 1971**, en su Manual 9, sobre Manejo de cuencas, define los Lineamientos dirigidos a las Partes Contratantes en relación con el establecimiento de políticas, leyes y reglamentaciones de apoyo en el plano de la cuenca hidrográfica. Así mismo los Lineamientos dirigidos a las Partes Contratantes en relación con la política y la legislación nacionales para el manejo integrado de las

<sup>10</sup> <https://www.eda.admin.ch/dam/countries/countries-content/bolivia/es/Mineria.pdf>

<sup>11</sup> Publicado por la EPA de USA: Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters, 2008.

<sup>12</sup> <https://www.acwa.com/resources/improved-management-of-californias-headwaters/>

cuencas hidrográficas, en su declaración B9 indica "Revisar la política nacional relacionada con las áreas protegidas con miras a fortalecer las opciones de protección de las **cabeceras fluviales**, la parte superior de la zona de captación y las zonas críticas de los humedales mediante su inclusión en sistemas de áreas protegidas".

**Perú.** - Según Gutiérrez, N (2013) en su trabajo de tesis titulado "*Delimitación de la cabecera de cuenca del río Piura*", como parte de la metodología desarrollada, muestra un esquema conceptual que contiene submodelos: el submodelo hidrológico, el submodelo ecológico, el submodelo ambiental y el submodelo socioeconómico; a los que se encuentra asociadas variables como temperatura, precipitación, altitud, fisiografía, cobertura vegetal, suelo, uso del suelo, geomorfología, geología, hidrogeología, hidrografía, sistemas ecológicos y potencialidades socioeconómicas. También se presenta matrices en las cuales se indica el modo y el peso en el que participa cada variable, así como la manipulación interactiva de los mapas para obtener el mapa resultado, mediante el programa ArcGis, de acuerdo con el esquema conceptual planteado. Finalmente, se detalla el proceso de validación de los criterios. Con los resultados obtenidos, se puede afirmar que la metodología propuesta nos ayuda a identificar y delimitar adecuadamente las cabeceras de cuenca.

Según Meléndez, J (2018), en su trabajo de tesis titulado "*La identificación de las cabeceras de cuencas hidrográficas: métodos y aplicaciones*"

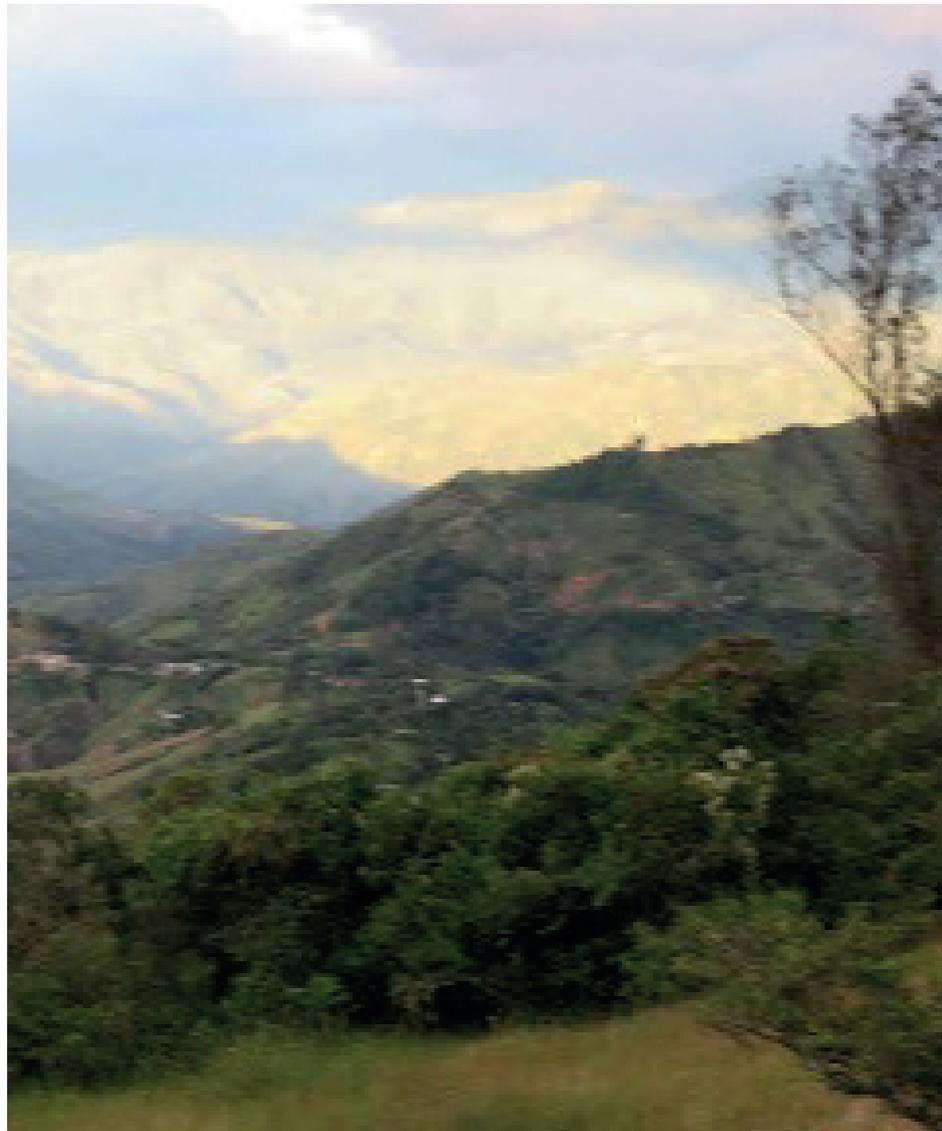


Foto: Fanel Guevara

menciona que, teniendo en cuenta el criterio natural del drenaje, la cuenca hidrográfica está estructurada por una red de corrientes o cauces y a su vez se pueden clasificar u ordenar. La mencionada red de drenaje a su vez se subdivide en subcuencas; una de ellas puede dar origen a la corriente principal que normalmente es un río y a su vez determinar la cabecera de la cuenca. La clasificación de cuencas de drenaje es uno de los métodos conocidos universalmente para delimitar unidades y subunidades y que se debería tener en cuenta para resolver los problemas de delimitación de cabeceras de cuencas hidrográficas en nuestro país. Actualmente, en nuestro país existe la necesidad de señalar criterios técnicos para identificar cabeceras de cuencas hidrográficas.

Meléndez concluye que, independientemente del criterio que se utilice para identificar cabeceras de cuenca, se requiere previamente disponer de una base de datos estandarizada a nivel nacional. Por ejemplo, la información geoespacial que debe contener esa Base de Datos entre otros es la red de drenaje, cuerpos de agua y líneas de isoyetas a diferentes escalas espaciales. Igualmente, curvas de nivel a diferentes escalas. Las áreas de las cabeceras de cuenca se deben a factores geológicos, geomorfológicos, climáticos e hidrológicos. Por esa razón, es posible que una cabecera de cuenca pueda tener gran área o ser muy pequeña. Esta situación podría originar dificultades a la hora de delimitar cabeceras de cuenca con fines de planificación. Se puede dar el caso que una cuenca en su totalidad este dominada por climas áridos y semiáridos, es decir con escasa disponibilidad de agua y difícilmente se pueda señalar un espacio como «cuenca húmeda». El criterio de la determinación de cuencas de drenaje mediante el empleo del orden de cauces es el método idóneo para delimitar cabeceras de cuenca. Sin embargo, cuando se trata de objetivos de planificación se podría hacer adecuaciones, por ejemplo, identificar las partes de las cabeceras de cuenca que tienen mayor disponibilidad de agua. El criterio de «cuenca húmeda» se basa en aspectos climáticos y se puede complementar considerando ciertos ecosistemas que están relacionados con el agua en «tierra», como son las áreas con lagunas y bofedales.

Otras fuentes bibliográficas se refieren al tema de cabeceras de cuenca, aportando los siguientes elementos:

- Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón. Avances. García J.L. y Willems. L. (2015). Los autores determinan indicadores para

la zonificación de un bofedal localizado en la cabecera de la cuenca.

- Caracterización de las cuencas hidrográficas, objeto de restauración hidrológico forestal, mediante modelo hidrológicos. Mintegui, J.A. y Sánchez, J.C. (1994). Concluyen que el análisis del geodinamismo torrencial (con frecuencia realizado a través de modelos hidrológicos integrados), la necesidad de proteger y al mismo tiempo utilizar adecuadamente los recursos hídricos y edáficos de una cuenca, basándose en el mantenimiento de una extensión apropiada de las cubiertas vegetales permanentes en la misma (bosques, matorrales y pastizales) y de manera especial en su cabecera, son dos aspectos fundamentales para asegurarse el equilibrio dinámico de la cuenca y su aprovechamiento sostenido.
- La influencia de una zona húmeda situada en cabecera sobre los caudales aguas abajo en el África Sub-Sahariana (reportado en el Boletín 9 FAO, 2002, Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales). Matthew McCartney presenta las conclusiones de un estudio realizado para dar una visión en la hidrología de los dambos,<sup>13</sup> un tipo de zona húmeda estacional habitual en las cabeceras de muchos sistemas fluviales en la parte sur y central de África. Aunque generalmente basados en conjeturas, a los dambos se les ha atribuido un importante papel en el ciclo hidrológico regional en lo relativo a los caudales de la estación seca y se estima que su perturbación es contraria a su función como fuente de caudal en la cuenca baja. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren, en cambio, que, aunque almacenan importantes cantidades de agua durante la estación seca, su agotamiento está dominado por la evaporación, con sólo una pequeña parte que contribuye al caudal del curso hídrico. Además, pueden reducir las inundaciones

<sup>13</sup> Dambo es un término usado para designar una clase de complejos humedales superficiales que se encuentran en el centro, sur y este de África, sobre todo en Zambia y Zimbabwe. Se encuentran generalmente en las zonas de mayores precipitaciones de la meseta plana, y tienen formas de ramificación-fluviales que pueden ser nada o muy grandes, pero lo suficientemente común para sumar un área grande.



Foto: hidroboletinfectap

al inicio de la estación húmeda, pero una vez que los suelos están saturados generan una escorrentía que contribuye a las inundaciones. Esto sugiere que se podrían desarrollar cultivos con un sistema radicular superficial en los dambos, con un escaso impacto ambiental en los caudales de la estación seca.

- Vulnerabilidad del Recurso Hídrico en la Cabecera de Cuenca del Arroyo La Cañada, Provincia de Córdoba, Argentina. Ocanto C. et al (2010) concluyen que el estudio permite centrar la atención en los actuales factores de alteración ambiental, tales como la ubicación de las urbanizaciones con respecto a la cuenca y áreas de recarga, la deforestación, el incremento de la demanda de aguas subterráneas y la generación de residuos sólidos y líquidos. Se analiza la posible modificación de los procesos de infiltración/escorrimento, la sobreexplotación de los acuíferos, el aumento de focos potenciales de contaminación y el gatillado y agudización de procesos de erosión. Desde la óptica citada, se generó información de base sobre el ambiente físico y se caracterizó principalmente el comportamiento hidrogeológico, realizándose un

diagnóstico de la situación ambiental del recurso agua y de los demás recursos ambientales.

- The Role of Headwater Streams in Downstream Water Quality. Journal of the American Water Resources Association (JAWRA) 43(1): 41-59. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2007.00005. x. Allí se reporta que la investigación existente sobre las cuencas hidrográficas y la evaluación de modelización de los arroyos del noreste de EE. UU. demuestran el importante papel que juegan las cabeceras de cuenca en el suministro, transporte y destino del agua y el nitrógeno en las redes fluviales. Esto proporciona información importante para la comunidad de recursos hídricos en relación con las decisiones sobre la regulación y la gestión de las cabeceras de cuenca.

En este marco de referencias, se puede concluir que, tanto a nivel nacional como internacional, no existe una definición única para las zonas denominadas como "cabeceras de cuenca". Sin embargo, geográficamente en el Perú se suelen reconocer como las zonas más altas de las cuencas hidrográficas, como las zonas

altoandinas, pese a que su ubicación no siempre responde a esta característica. Asimismo, es importante indicar que no siempre las cabeceras de cuenca tienden a recibir los mayores aportes de precipitaciones como lluvia, nieve o granizo. Si acudimos a referencias sobre la distribución espacial de las lluvias, estas se pueden presentar en cualquier parte de la cuenca. Por otro lado, hay que analizar, cuando las lluvias ocurren en las cabeceras de cuencas, si en estas unidades existen las capacidades de almacenamiento de agua en sus diversas formas, lo cual permite el nacimiento de cursos de agua y/o su infiltración superficial y profunda para formar la recarga hídrica o acuífera.

En ese sentido, para poder analizar las implicancias de la determinación de un marco metodológico para zonificar las cabeceras de cuenca en el Perú, es importante desarrollar previamente la relación entre el recurso hídrico y las zonas denominadas cabeceras de cuenca, su naturaleza jurídica, sus implicancias ambientales y el debate en torno a su protección a través de la legislación vigente.

Finalmente, se debe reconocer la iniciativa en el Perú de definir el concepto de cabecera de cuenca y su aplicación, señalando que en América Latina no existe referencia concreta y específica alguna. Desde luego hay muchos puntos de vista, enfatizándose de manera singular los aspectos biofísicos, con menor atención a los aspectos sociales y económicos. Por otro lado, se señala la intangibilidad orientándose por elementos ambientales, sin considerar la integralidad y la funcionalidad de los ecosistemas.

## 7.2 Marco legal

La Constitución del Perú del año 1993 en el capítulo II del Título III, referido al Ambiente y los Recursos Naturales, en sus artículos 66, 67 y 68 establece:

**Artículo 66.-** Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.

Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.

**Artículo 67.-** El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

**Artículo 68.-** El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

Queda definido que según la Constitución del Perú el recurso hídrico es patrimonio de la Nación, fijándose las condiciones para su utilización. En esta utilización se promueve la sostenibilidad del recurso.

También es importante dar referencia sobre lo que estipula la Ley General del Ambiente, N° 28611, en su Título I, Política Nacional del Ambiente y Gestión Ambiental, Capítulo. 1. Aspectos Generales:

**Artículo 1.-** Del objetivo.

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

**Artículo 5.-** Del Patrimonio de la Nación.

Los recursos naturales constituyen Patrimonio de la Nación. Su protección y conservación pueden ser invocadas como causa de necesidad pública, conforme a ley.

**Artículo 85.-** De los recursos naturales y del rol del Estado

85.1 El Estado promueve la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través de políticas, normas, instrumentos y acciones de desarrollo, así como, mediante el otorgamiento de derechos, conforme a los límites y principios expresados en la presente Ley y en las demás leyes y normas reglamentarias aplicables.

85.2 Los recursos naturales son Patrimonio de la Nación, solo por derecho otorgado de acuerdo con la ley y al debido procedimiento pueden aprovecharse los frutos o productos de estos, salvo las excepciones de ley. El Estado es competente para ejercer funciones legislativas, ejecutivas y jurisdiccionales respecto de los recursos naturales

Los artículos precedentes enfatizan lo que expone la Constitución del Perú: el recurso hídrico, como recurso natural, es patrimonio de la Nación, lo que la Ley General del Ambiente reitera que se considera como un Patrimonio de la Nación, promoviéndose su protección y conservación, mientras que el Estado velará por el cumplimiento de lo establecido.

**Áreas Naturales Protegidas.** - En el Perú se tiene la Ley N° 26834, que norma los aspectos relacionados con la gestión de las Áreas Naturales Protegidas y su conservación, de conformidad con el Artículo 68 de la Constitución Política. Dicha norma define a las Áreas Naturales Protegidas como espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos y declarados como tales, incluyendo sus categorías y zonificaciones, para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país.

El Decreto Supremo N° 038-2001-AG, Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, desarrolla lo normado por la Ley. En su artículo 64 establece que los Estudios de Impacto Ambiental -EIA- y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental -PAMA- o

documentos análogos de los diferentes sectores productivos que consideren actividades o acciones que modifiquen el estado natural de los recursos naturales renovables agua, suelo, flora y fauna silvestre ubicados en Zonas de Amortiguamiento de Áreas Naturales Protegidas, previamente a su aprobación por la autoridad sectorial competente requieren la opinión técnica favorable del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP).

Mediante el Decreto Supremo N° 003-2011-MINAM, publicado el 16 de febrero de 2011, se aprobó la modificación del artículo 116 del Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas. Esta norma busca regular la emisión de la Compatibilidad y Opinión Técnica Previa Favorable por parte del SERNANP, en forma previa al otorgamiento de derechos orientados al aprovechamiento de recursos naturales y/o a la habilitación de infraestructura en ANP de administración nacional y/o su Zona de Amortiguamiento (ZA) y en las Áreas de Conservación Regional (ACR). Con esta modificación se buscaba evitar conflictos que se pudieran generar por superposición de derechos de aprovechamiento de recursos naturales dentro de las ANP.

En este contexto, los instrumentos legales determinantes para definir los objetivos, alcances, enfoques, métodos, metodologías y procedimientos para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de las cuencas hidrográficas en el Perú se basan principalmente en lo que manda la Ley de Recursos Hídricos y leyes afines. Un análisis de las implicancias de establecer un Marco Metodológico para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de cuenca en el Perú ha sido analizado por Chirinos, K. (2018).<sup>14</sup>

#### *a) Sobre los bienes asociados al agua*

La Ley N° 29338, de Recursos Hídricos, en su artículo 6, Bienes asociados al agua, indica que son bienes asociados al agua los siguientes:

<sup>14</sup> Consultado en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13733>

1. Bienes naturales:

- a. La extensión comprendida entre la baja y la alta marea, más una franja paralela a la línea de la alta marea en la extensión que determine la autoridad competente.
- b. Los **cauces o álveos, lechos y riberas** de los cuerpos de agua, incluyendo las playas, barriales, restingas y bajiales, en el caso de la Amazonía, así como la vegetación de protección.
- c. Los materiales que acarrea y deposita el agua en los cauces.
- d. Las áreas ocupadas por los **nevados y los glaciares**.
- e. Los estratos o depósitos por donde corre o se encuentra el **agua subterránea**.
- f. Las islas existentes y las que se formen en los mares, lagos, lagunas o esteros o en los ríos, siempre que no procedan de una bifurcación del curso del agua al cruzar las tierras de particulares.
- g. Los terrenos ganados por causas naturales o por obras artificiales al mar, a los ríos, lagos, lagunas y otros cursos o embalses de agua.
- h. La vegetación ribereña y de **las cabeceras de cuenca**.
- i. Las fajas marginales a que se refiere esta Ley; y
- j. Otros que señale la Ley.

*b) Sobre la naturaleza jurídica de las cabeceras de cuenca en el Perú y su implicancia ambiental.*

La **Ley 29338**, de Recursos Hídricos y su Reglamento tienen un enfoque orientado hacia una gestión integrada de los recursos hídricos, basándose en la aplicación del principio de sostenibilidad y el uso eficiente del agua. Ambas normas, así como la modificación contenida en la Ley 30640, señalan que el Perú reconoce a las cabeceras de cuenca como "zonas ambientalmente vulnerables".



La Ley de Recursos Hídricos, en su **artículo 15**, define las funciones de la Autoridad Nacional del Agua, señalando que, entre otras, debe velar por la preservación del recurso hídrico en las cabeceras de cuencas.

*14. Reforzar las acciones para una gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso en las **cabeceras de cuencas**.*

*15. Aprobar la demarcación territorial de las cuencas hidrográficas; y*

*16. Otras que señale la Ley.*

Más adelante, el artículo 75 de la Ley se refiere a la protección del agua:

*La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes*



Foto: ana.gob.pe

naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables. Para dicho fin, puede coordinar con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios.

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca correspondiente, ejerce funciones de vigilancia y fiscalización con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del mar, ríos y lagos en lo que le corresponda. Puede coordinar, para tal efecto, con los sectores de la administración pública, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.

El Estado reconoce como **zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca** donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar **zonas intangibles** en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua. Asimismo, debe elaborar un Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de las Cabeceras de Cuenca de las Vertientes Hidrográficas del Pacífico, Atlántico y Lago Titicaca.<sup>15</sup>

El artículo 75 de la Ley de Recursos Hídricos recoge la facultad referida a la declaración de intangibilidad de determinada zona, lo que responde a la necesidad de conservación y protección de un ecosistema considerado ambientalmente vulnerable que, como se ha desarrollado anteriormente, es aquel que está expuesto a condiciones de riesgos, amenazas o peligros, siendo dicha característica determinada en función de parámetros físicos, geomorfológicos o territoriales.

También el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos en su Artículo 103, sobre la Protección del agua, se refiere a la necesidad de prevenir el deterioro de la calidad del agua, y a la conservación y protección:

*103.1 La protección del agua tiene por finalidad **prevenir el deterioro de su calidad**; proteger y mejorar el estado de sus fuentes naturales y los ecosistemas acuáticos; establecer medidas específicas para eliminar o reducir progresivamente los factores que generan su contaminación y degradación.*

*103.2 La Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud y demás sectores cuando corresponda, emite disposiciones, directivas y normas complementarias al Reglamento, para la **conservación y protección de la calidad de las aguas**.*

En el mismo Reglamento, el artículo 177, sobre la formalidad de aprobación y destino de las retribuciones económicas por el uso del agua, se refiere al financiamiento para la preservación del recurso hídrico en las cabeceras de cuenca:

*177.2 El valor de la retribución económica que se establezca en cada cuenca se destina para la formulación de los planes de gestión de recursos hídricos*

<sup>15</sup> El texto de este tercer párrafo del artículo 75 de la Ley corresponde al modificado por la Ley 30640.



*en la cuenca, desarrollar la gestión y administración de los recursos hídricos en las fuentes naturales del agua, así como para financiar las medidas de control y vigilancia destinadas a lograr: La protección de la calidad, el incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos y la conservación de las fuentes productoras de agua; así como para la gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso hídrico en las **cabeceras de cuencas**.*

Tanto la ley Ley N° 29338 como su Reglamento y la Ley 30640 señalan que las zonas denominadas como cabeceras de cuenca, refiriéndose a los lugares donde se originan las aguas, son consideradas zonas ambientalmente vulnerables. Sin embargo, no se estableció ninguna normativa

que desarrolle el concepto de cabecera de cuenca, o que regulara medidas de protección y conservación aplicables. Consecuentemente, observamos un primer vacío respecto de la regulación aplicable a las cabeceras de cuenca, en el sentido que la falta de un concepto claro respecto de determinado ecosistema que se pretende conservar conlleva una deficiente gestión ambiental respecto de los recursos naturales, referida en este caso al recurso hídrico de las cabeceras de cuenca.

En este contexto, se necesita el respaldo institucional, técnico y legal que defina los conceptos respecto de las cabeceras de cuenca y su vulnerabilidad. Esto permitiría realizar una gestión eficiente del agua en zonas de carácter ambiental que sea sensible a las intervenciones humanas.

Teniendo en cuenta lo descrito, se puede apreciar que la característica de vulnerabilidad se determina



Foto: leisa-al.org

en función a determinados parámetros de la estructura física y territorial de la cuenca. Por ello, establecer *a priori* la vulnerabilidad de todas las cabeceras de cuenca en la legislación nacional, sin tener un concepto claro al respecto o un estudio de todas las cabeceras de cuenca en el Perú que las identifique como zonas vulnerables, resulta precipitado e incluso erróneo, teniendo en cuenta además que en las vertientes hidrográficas del Pacífico, Atlántico y Lago Titicaca tenemos 159 cuencas hidrográficas que responden a distintos parámetros geomorfológicos.

Por otro lado, la Ley de Recursos Hídricos también estableció la posibilidad de declarar zonas intangibles donde no se otorguen derechos de uso, disposición o vertimiento de agua. Sin embargo, no

se establecieron los supuestos bajo los cuales se emitiría esta declaratoria de intangibilidad, o los lineamientos para la misma, precisándose únicamente que se requería la opinión del Ministerio del Ambiente. Sin embargo, es importante señalar que si existiese propiedad o derechos preexistentes se deberá desarrollar procesos de reconocimiento, arreglos o medidas de compensación para salvaguardar áreas sensibles ambientalmente, o bien aplicar lo que el marco legal disponga.

Por ello, a raíz de la publicación de la Ley 30640, que reitera dicha disposición dentro de la Ley de Recursos Hídricos, se despertó la alerta en diversos sectores, debido a que es percibida como una herramienta para establecer zonas reservadas y cerrar el paso a las inversiones y al desarrollo de diversas actividades que se desarrollan en zonas altoandinas. Dicha preocupación ha sido canalizada principalmente por el sector minero. Sin embargo, mediante una declaratoria de intangibilidad no solo se verían afectados proyectos mineros, sino que también sería una limitación para las actividades de ganadería, agricultura o turismo.

En ese sentido, es importante señalar que el reconocimiento como zonas ambientalmente vulnerables de las cabeceras de cuenca, o su posible declaratoria de intangibilidad no son disposiciones introducidas con la Ley 30640, sino que dicha regulación existe desde hace más de una década, a partir de la entrada en vigor de la Ley de Recursos Hídricos.

Cabe resaltar que la facultad de la Autoridad Nacional del Agua para declarar la intangibilidad de estas zonas –con opinión del Ministerio del Ambiente– aún no ha sido ejercida. Por lo tanto, hasta la actualidad, las zonas reconocidas como cabeceras de cuenca en el Perú coexisten con el desarrollo de actividades ganaderas o agrícolas, así como con diversos proyectos de inversión.

Por ello, es fundamental establecer lineamientos que permitan identificar y delimitar las cabeceras de cuenca correctamente, para cumplir con el objetivo de la Ley de Recursos Hídricos, que es la conservación de los recursos hídricos y, en general, de los recursos naturales que se encuentren en estos ecosistemas. Sin embargo, la falta de definición de lo que es una cabecera de cuenca, así como la diversidad de criterios técnicos y valoraciones existentes para delimitar estas zonas, hacen que el establecimiento de un marco metodológico requiera de ciertas capacidades que no parecen sencillas de aplicar, pues se requiere de la integración de varios elementos técnicos.



Foto: aquaa

En ese sentido, antes de entrar al análisis de la regulación normativa y de las implicancias del desarrollo del marco metodológico a partir de la publicación de la Ley 30640, que modificó el artículo 75 de la Ley de Recursos Hídricos, es importante conocer el debate generado en torno a las medidas de protección de las cabeceras de cuenca y comentar algunas de las propuestas planteadas en diversos contextos, según Chirinos, K. (2018).

### *c) Sobre la protección y conservación de ecosistemas frágiles*

El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, en su artículo 103, sobre la protección del agua, en su primer numeral señala que "La protección del agua tiene por finalidad prevenir el deterioro de su calidad; proteger y mejorar el estado de sus fuentes naturales y los ecosistemas acuáticos; establecer medidas específicas para eliminar o reducir progresivamente los factores que generan su contaminación y degradación". El mismo artículo en el numeral siguiente agrega "La Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Salud y demás sectores cuando corresponda, emite disposiciones, directivas y normas complementarias al Reglamento, para la conservación y protección de la calidad de las aguas".

Para analizar las implicancias de este tipo de regulación jurídica orientada a la protección ambiental es importante revisar algunos de los mecanismos que se aplican actualmente en la gestión o conservación de los recursos naturales y de los ecosistemas vulnerables o frágiles en el Perú, los que pueden implicar

una limitación o restricción de derechos, asimilando los efectos de una declaración de intangibilidad, de acuerdo con la naturaleza de los recursos a ser protegidos.

Al respecto, podemos referirnos, a manera de ejemplo, a tres mecanismos que poseen esta connotación: las áreas naturales protegidas de uso indirecto, las reservas indígenas y las zonas de veda.

En el caso de las áreas naturales protegidas se encuentran reconocidas en la Ley 28611, Ley General del Ambiente, la cual establece que Las áreas naturales protegidas - ANP son los espacios continentales y/o marinos del territorio nacional, expresamente reconocidos, establecidos y protegidos legalmente por el Estado, debido a su importancia para conservar la diversidad biológica y demás valores asociados de interés cultural, paisajístico y científico, así como por su contribución al desarrollo sostenible del país. Son de dominio público y se establecen con carácter definitivo" (artículo 108.1). Asimismo, de acuerdo con la naturaleza y objetivos de cada ANP, existen dos categorías que determinan su condición legal, finalidad y usos permitidos: áreas de uso indirecto y áreas de uso directo, reguladas en la Ley 26864, Ley de Áreas Naturales Protegidas.

En las áreas de uso directo se permite el aprovechamiento o extracción de recursos, según el plan de manejo del área, debiendo ser compatibles con los objetivos de ésta. Por el contrario, las áreas de uso indirecto son aquellas que permiten la investigación científica no manipulativa, la recreación y el turismo, en zonas apropiadamente designadas y manejadas para ello. En estas

áreas no se permite la extracción de recursos naturales, así como modificaciones y transformaciones del ambiente natural, salvo ciertas excepciones reguladas en el Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas, referidas a poblaciones tradicionales y derechos adquiridos. Son áreas de uso indirecto los Parques Nacionales, Santuarios Nacionales y los Santuarios Históricos. El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado -SERNANP-, adscrito al Ministerio del Ambiente, es el organismo encargado de dirigir y establecer los criterios técnicos y administrativos para la conservación de las ANP, así como de cautelar el mantenimiento de la diversidad biológica. Es importante precisar que las ANP son categorizadas mediante Decreto Supremo y con voto aprobatorio del Consejo de Ministros, es decir, este mecanismo de conservación ambiental toma en cuenta la participación de los diversos sectores involucrados. Además, se cuenta con un Plan Director, que establece lineamientos, desarrolla conceptos, promueve el proceso participativo, y regula el proceso de establecimiento de las ANP, de asignación de categorías y objetivos de manejo, precisando que se requiere la determinación del valor biológico y la urgencia de protección del área, así como de un expediente técnico donde se desarrollan los aspectos socioeconómicos y la factibilidad de la gestión del área determinada. Asimismo, se reconoce el respecto de los derechos adquiridos, otorgando seguridad jurídica frente al desarrollo de actividades previas a la creación de la ANP.

Respecto a la regulación de las áreas naturales protegidas en el Perú, especialmente aquellas de uso indirecto, podemos observar que constituyen mecanismos establecidos por el Estado que permiten establecer limitaciones

a la ejecución de actividades de aprovechamiento de recursos naturales en determinadas zonas que requieren ser preservadas debido a la fragilidad de sus ecosistemas o a su carácter de vulnerabilidad ambiental. De esta manera, es importante reconocer que este mecanismo permite cumplir con un enfoque de desarrollo y aprovechamiento sostenible y que, si bien puede originar una limitación de derechos e incluso condiciones de intangibilidad, su aplicación debe estar sujeta a estudios con el debido sustento técnico que tome en cuenta las características particulares de cada zona, según Chirinos, K. (2018). Sobre la "intangibilidad de las cabeceras" que impedirían todo tipo de uso en las mismas, que actualmente vienen afectándolas mediante sobrepastoreo, extracción de turbas de los bofedales, entre otros, sería recomendable, mediante acciones de uso y manejo apropiado, proponer actividades que hagan un uso sostenible de las mismas, tales como la ganadería con una carga animal menor adecuada a los ecosistemas, uso sostenible de turberas, manejo de bofedales, entre otras. Desde la perspectiva social y humana, en las cabeceras de cuenca se pueden ubicar asentamientos humanos que requieren solventar la seguridad alimentaria y su economía familiar. En este sentido la intangibilidad de las cabeceras de cuenca debe considerar, los casos en que estos territorios estén ocupados por familias de escasos recursos.

#### *d) Sobre la intangibilidad de la cabecera de cuenca*

Este análisis lo reporta Chirinos, K. (2018), quien menciona que, teniendo en cuenta los mecanismos de protección que se aplican en el Perú bajo la normativa vigente, será importante valorar las consecuencias jurídicas de una posible declaratoria de

intangibilidad, para luego poder entender las implicancias de la modificación del artículo 75 de la Ley de Recursos Hídricos y la protección jurídica de las cabeceras de cuenca.

Es importante señalar que la consecuencia jurídica general del establecimiento de mecanismos de protección para zonas que necesitan ser conservadas frente a diversos tipos de amenazas, es decir, que se encuentren en condición de vulnerabilidad, es la limitación de derechos para el aprovechamiento de recursos naturales y, dependiendo de los objetos y necesidades de protección, la restricción al ejercicio de cualquier tipo de actividad que pueda afectar las condiciones de las zonas o ecosistemas protegidos.

Respecto de la protección de las zonas que pueden ser reconocidas como cabeceras de cuenca, hasta el momento la ANA no ha ejercido la facultad de declarar intangible una zona de cabecera de cuenca. Sin embargo, frente a un eventual escenario en el que se establezca la intangibilidad, se puede analizar las posibles consecuencias jurídicas que se generarían:

- a) Por un lado, es importante considerar primero las actividades que se encuentren desarrollando con anterioridad a la declaración de intangibilidad. En estos casos, corresponde analizar la situación respecto de los derechos adquiridos, es decir, de la aplicación de las normas en el tiempo, a menos que se determine la retroactividad de la declaración, que no es aceptable jurídicamente.
- b) Un segundo posible escenario es aquel en el cual las zonas identificadas como cabeceras de cuenca se encuentren dentro de un área natural protegida. En ese caso, dado que las ANP se encuentran bajo la administración de SERNANP, sería este organismo quien estaría encargado de establecer

las medidas de protección que se requieran, con lo cual la facultad de la ANA quedaría restringida.

- c) Cuando se requiera declarar la condición de intangible de una cabecera de cuenca que se superponga con el área de una reserva indígena.
- d) Otra de las consecuencias jurídicas serían las referidas al otorgamiento de nuevos derechos de uso, disposición o vertimiento de aguas en una zona de cabecera de cuenca declarada intangible. Es decir, aquellas referidas a las situaciones de excepción. Por ejemplo, como se ha desarrollado anteriormente, en la declaratoria de veda que también es facultad de la ANA, se excluyen aquellos derechos destinados a satisfacer las necesidades básicas, es decir, aquellos referidos a los usos primarios o poblacionales. En ese sentido, también nos encontraríamos ante dos posibilidades: i). Por un lado, que se establezca una intangibilidad absoluta o total, es decir, sin ningún supuesto de excepción frente a la solicitud de nuevos derechos en las zonas declaradas intangibles, ii) Que, al declararse la intangibilidad de una zona, se establezcan supuestos excepcionales de otorgamiento de derechos, como en el caso de uso primario o poblacional, o por necesidad pública.

En síntesis, existen diversos escenarios frente a los cuales hay más de una consecuencia jurídica posible derivada de la aplicación de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento. Este tipo de consideraciones son las que deben ser evaluadas tanto al momento de desarrollar el Marco Metodológico – porque permitiría tener una perspectiva de escenarios futuros-, como al momento de establecerse la condición de intangibilidad a una zona identificada como cabecera de cuenca.



**8. PROPUESTA DE  
CONSIDERACIONES DE  
PROTECCIÓN PARA LAS  
ÁREAS DE CABECERA DE  
CUENCA**

Foto: andina

En el Perú se ha consagrado la protección del medio ambiente desde el nivel más alto del ordenamiento jurídico al incluir su regulación en las cartas políticas de manera expresa; así se comprueba en la Constitución de 1993 y los artículos que la reforman. Los recursos naturales, como patrimonio de la Nación, constituyen los elementos materiales necesarios para satisfacer las necesidades humanas.

En el caso de las cabeceras de cuenca, que abarcan recursos naturales como la flora, fauna, agua, suelo, minerales, entre otros, se requerirá como base para su protección definir sus ecosistemas y su fragilidad, potencial productivo, potencial de biodiversidad y los servicios ecosistémicos en general. Será, por lo tanto, necesario definir los principios para la protección:

- a) Reconocer que los recursos naturales de las cabeceras de cuenca son patrimonio común de todos los habitantes de la Nación, con las excepciones que establezcan la Constitución Política, los convenios internacionales y las leyes específicas. El Estado y los particulares deben participar en su conservación, protección y utilización sostenibles,

que son de utilidad pública e interés social.

- b) Todos tienen derecho a disfrutar de un ambiente sano y ecológicamente sostenible de las cabeceras de cuenca, así como el deber de conservarlo y protegerlo.
- c) El Estado velará por la utilización racional de los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad ambiental en las cabeceras de cuenca.
- d) Quien contamine una cabecera de cuenca o le ocasione daño será responsable, conforme lo establezcan las leyes de la República y los convenios internacionales vigentes.
- e) El daño a las cabeceras de cuenca constituye un delito de carácter ambiental y social, así como conlleva efectos económicos, más aún si pone en peligro la forma de vida de sus comunidades, y la existencia misma de las generaciones presentes y futuras.
- f) La retribución de los servicios ecosistémicos que producen las cabeceras de cuencas debe ser considerado, con base en la Ley 30215, de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.

### ***Para la protección del territorio.***

Partiendo de la base del ordenamiento territorial, se debe definir para qué sirve esa unidad y qué potencialidad o limitantes tiene, definiendo las unidades productivas, de conservación y de protección, con sus respectivas capacidades de soporte o fragilidad. La evaluación ambiental, el análisis de riesgo y vulnerabilidad y las salvaguardas que se puedan considerar son instrumentos que ayudarían a definir el tipo, grado y nivel de protección, tanto desde una perspectiva actual y futura. En ausencia o limitaciones para definir un ordenamiento territorial, se puede utilizar la zonificación ecológica y socioeconómica, que es un instrumento oficial, aunque se debe considerar el nivel de detalle y la escala.

### ***Para la protección de los recursos naturales.***

Con las unidades o zonas productivas, conservación y protección se deben definir las prácticas, técnicas y medidas para proteger y conservar los suelos, aguas, flora, fauna y aprovechamiento de minerales. En el caso del recurso agua se definirán las acciones para garantizar la calidad, cantidad y disponibilidad; en el caso del suelo, serán las acciones para evitar la degradación y mantener la capacidad productiva; igualmente con la protección de la flora y la fauna, mantener los servicios ecosistémicos. En el caso de las condiciones geológicas y su relación con las fallas, peligros y riesgos, igualmente se establecerán las medidas técnicas (ver la figura 11, sobre el proceso para determinar las medidas, prácticas y tecnologías para la protección de cabeceras de cuenca).

Figura 11:  
Determinar  
las medidas,  
prácticas y  
tecnologías para  
la protección de  
cabeceras de  
cuena

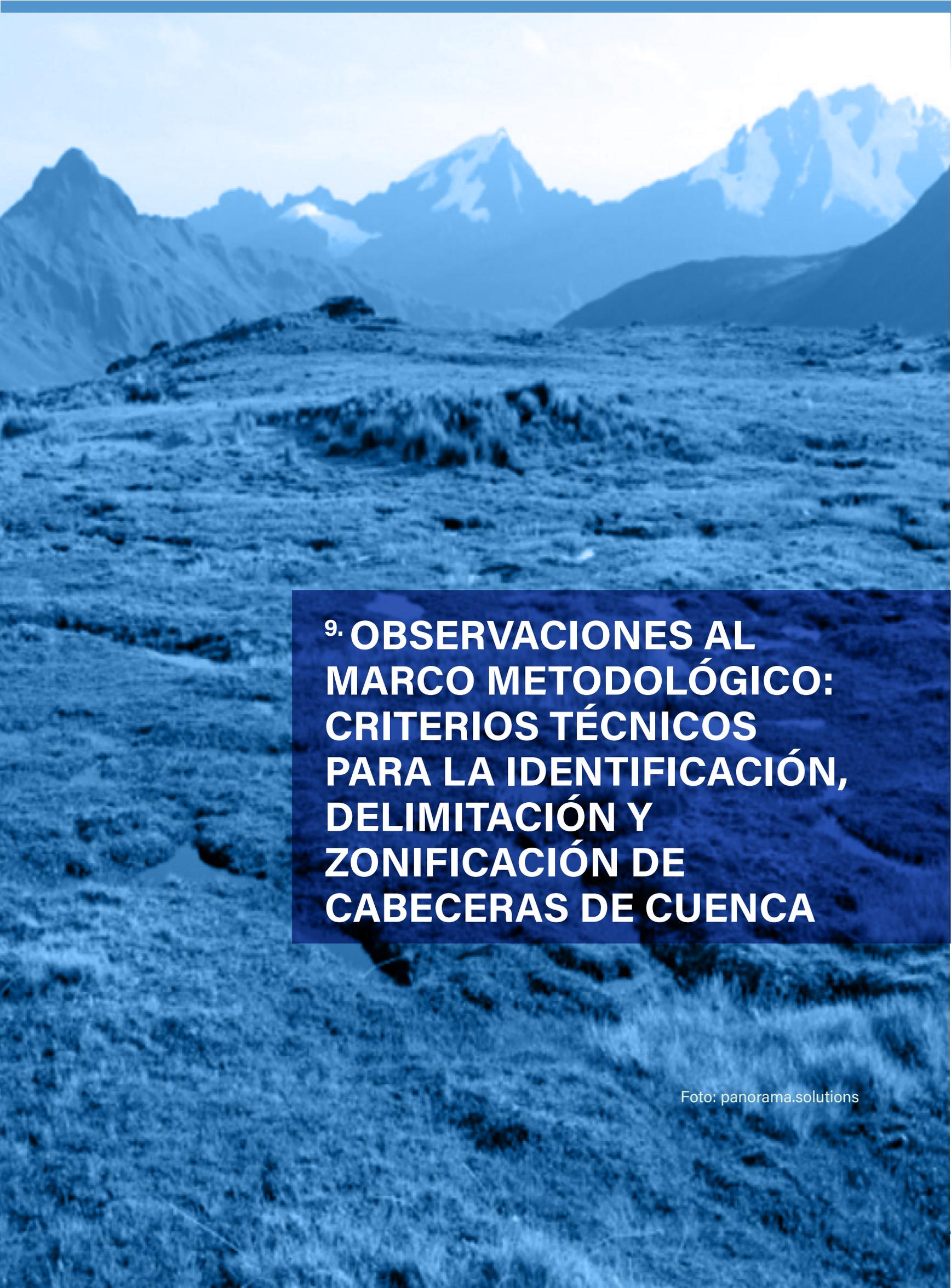


La protección requerirá el desarrollo de una infraestructura natural de prácticas y medidas, para lo cual se puede utilizar diferentes manuales existentes sobre conservación de suelos y aguas, manejo de suelos, áreas protegidas y obras civiles. En el caso de infraestructura natural se dispone de la Herramienta de Identificación Rápida de Oportunidades para la Infraestructura Natural en la Gestión del Riesgo de Desastres (HIRO).<sup>16</sup>

### **Aspectos relacionados con el uso actual de las cabeceras de cuena.**

Es posible que muchas de las áreas de cabecera de cuena se encuentren bajo uso agrícola, ganadero u otras actividades, por lo tanto, una alternativa es considerar un uso sostenible que garantice las condiciones ambientales para que el recurso hídrico no se altere en su calidad, y que la cantidad sea garantizada, tanto para la escorrentía superficial como para la recarga acuífera. Existen medidas, prácticas y tecnologías que son factibles de aplicarse según el contexto de cada vertiente, para lo cual se aplicarían los enfoques de la circularidad en el uso del agua.

<sup>16</sup> Disponible en <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/04/GUIA-HIRO-GRD.pdf>



**9. OBSERVACIONES AL  
MARCO METODOLÓGICO:  
CRITERIOS TÉCNICOS  
PARA LA IDENTIFICACIÓN,  
DELIMITACIÓN Y  
ZONIFICACIÓN DE  
CABECERAS DE CUENCA**

Foto: panorama.solutions

Sobre la presentación realizada en junio de 2018 por el Ing. Abelardo de la Torre, en relación al documento "Marco Metodológico: criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca, Ley 30640" elaborado por la ANA, planteamos un conjunto de observaciones y comentarios con la finalidad de fortalecer la metodología propuesta.

El citado documento parte de las siguientes consideraciones generales:



Foto: gsagua.com

### Consideraciones generales <sup>17</sup>

Es preciso señalar que la legislación vigente, ya establece medidas regulatorias para la conservación o protección de las cuencas, incluyendo sus cabeceras y los bienes naturales asociados al agua. Por consiguiente, la Ley 30640 no incorpora regulación distinta, solo destaca la importancia de las cabeceras de cuenca y enfatiza la necesidad de regular las intervenciones antrópicas en ella, en función de su vulnerabilidad.

- La Ley 30640 "Ley que modifica el artículo 75 de la Ley 29338 LRH en materia de cabeceras de cuenca. Dispone desarrollar el marco metodológico y criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca en las tres vertientes hidrográficas.
- La Ley 30640 distingue tres vertientes distintas (Pacífico, Atlántico y Titicaca) y corrige el Artículo 75 de la Ley 29338 LRH señalando que las cabeceras de cuenca **"es donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica"**
- Con la formulación de los criterios técnicos para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de cuenca, se busca conciliar los intereses de conservación y protección de las cabeceras de cuenca con las necesidades del desarrollo y uso sostenible de los recursos naturales de la cuenca.

<sup>17</sup> Los cuadros sombreados corresponden a lo que expresa el Marco Metodológico presentado por la ANA.

- Es necesario diferenciar entre lo que significa identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca (ejercicio de carácter geográfico y geomorfológico), de lo que significa tipificar y caracterizar su vulnerabilidad ante las propuestas de intervención.
- Si bien toda intervención antrópica en una cabecera de cuenca puede generar impactos en mayor o menor grado en la cabecera, según el nivel de intervención y vulnerabilidad esta intervención puede afectar al resto o parte del resto de la cuenca, ello dependerá del lugar y tipo de intervención en la cabecera de cuenca y la vulnerabilidad de ésta.
- No necesariamente todas las cabeceras de cuenca, de cualquier de las 3 vertientes, aportan la mayor cantidad de agua de la cuenca donde se ubican. Por ejemplo, en la cuenca del río Rímac (Vertiente del pacífico) la zona de mayor aporte de agua en la cuenca está ubicada en la parte media de la cuenca (Santa Eulalia); lo mismo ocurre en la mayoría de las cuencas del Atlántico.

En esta descripción de las generalidades se debe partir de una definición técnica y oficial sobre cabecera de cuenca. Se menciona que es donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica, lo cual determinaría que correspondería al orden 1. Esta definición es muy general, pues no considera otros elementos del terreno, como la pendiente, el relieve, la geomorfología, que podría llevar al orden 2 o a un dominio menor al curso 1 (condiciones de baja pendiente o donde no haya escorrentía o zonas semi áridas). La determinación de una unidad hidrográfica como la "Cabecera de Cuenca" no debe ser tomada de una manera aislada, como unidad territorial será importante analizar la conectividad y los efectos acumulativos aguas debajo de la cuenca.

Una vez identificadas y delimitadas se debería evaluar si las condiciones y capacidades hídricas son importantes, se podría tener una delimitación de un área donde no llueve, es zona árida o donde, según los escenarios climáticos, habrá un efecto adverso al potencial hídrico. Se recomienda complementar el análisis geográfico y geomorfológico con un balance climático o un balance hidrológico (agua superficial, agua subterránea y zonas de recarga hídrica). Las relaciones entre riesgo, amenaza, resiliencia, exposición y capacidad adaptativa fortalecerían el análisis, por lo tanto, deben ser considerados en el análisis.

Estamos de acuerdo con la diferencia metodológica, tanto para la identificación, así como para la delimitación, y la respectiva vulnerabilidad de las cabeceras de cuenca. A la propuesta se sugiere considerar el análisis de pendiente y el comportamiento climático (principalmente la precipitación). Para la vulnerabilidad, considerar los aspectos ambientales, incluyendo la variable cambio climático, con escenarios posibles. De acuerdo con lo expuesto, la intervención antrópica puede generar impactos en el sitio y fuera del sitio (cabecera de cuenca), debiendo considerarse el análisis de efectos acumulativos para caracterizar el análisis integral de la cuenca. De acuerdo con lo expuesto, no necesariamente todas las cabeceras aportan la mayor cantidad de agua, ni tampoco son las únicas ni las más importantes zonas de recarga hídrica; sin embargo, se puede reconocer que la vulnerabilidad puede estar sustentada en otros recursos, como el suelo o la vegetación.

El citado documento define la cabecera de cuenca de la siguiente forma:

### **Cabeceras de cuenca**

**Cabeceras de cuenca son zonas que tienen como inicio el perímetro de la cuenca, donde nacen los cursos de aguas de orden 1**, visualizados en un plano escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional.

Toda intervención antrópica en cualquier parte de la cuenca, incluyendo las cabeceras, se aprueba previa **evaluación técnica, ambiental, social y económica, de conformidad con los instrumentos de gestión ambiental previstos en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental**.

Mediante el análisis de riesgo se establece, la vulnerabilidad ambiental del área a

intervenir y las acciones requeridas con la finalidad de prevenir, atenuar y mitigar los impactos negativos que podría generar la intervención, en la cabecera y/o el resto de la cuenca.

El grado de **vulnerabilidad varía en función de las características físicas y ambientales del área a intervenir, del tipo de uso de los recursos y tipo de intervención** (ampliación urbana, construcción de una vía, canal u otro tipo de estructura o desarrollo de un proyecto agrícola, ganadero, forestal, explotación minera, energética, etc.).

La definición necesita fortalecerse con base a otros criterios; no solo debe realizarse con base cartográfica. Por otro lado, la escala debe ser un tema para discusión. Al realizar el análisis de vulnerabilidad se recomienda también considerar el cambio climático, mediante análisis de escenarios, y el análisis de riesgos, tal como lo considera la evaluación de impacto ambiental en la cabecera o fuera de ella.



Foto: definitions

## Criterios para identificación y delimitación de las 159 unidades hidrográficas

El documento citado de la ANA propone los siguientes criterios para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca, sobre los cuales planteamos algunas observaciones.

Criterio	Descripción	Observaciones
Identificación y delimitación Unidades Hidrográficas	Aplicando el Método de ordenación de cuencas de Pfafstetter, en el territorio peruano se ha identificado y delimitado 159 Unidades Hidrográficas mayores, las cuales son la base de planeamiento y gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú	Se recomienda agruparlas de acuerdo con las vertientes (Pacífico, Atlántico o Titicaca), considerando que algunas variables pueden tener importancia particular.
Acondicionamiento de la red hídrica	En base a la carta nacional topográfica 1:100 000 se ha determinado la red hidrográfica o cursos de agua menores que integran cada cuenca mayor.	Sería deseable tener una cartografía a mayor detalle; podría ser en función de rangos de pendiente en cada vertiente.
Identificación de la red hídrica	Para la identificación de las cabeceras de cuenca se ha aplicado el método Strahler, identificando y asignando el orden que corresponde a cada cauce, iniciando con orden 1 a aquellos cauces sin afluentes que inician la red hidrográfica de la cuenca mayor.	Se podría complementar con la determinación de la forma de la red hídrica (en función del microrelieve). Esto se puede luego relacionar con la geología.
Selección de los cursos de agua	Los cursos de agua a seleccionar como cabeceras de cuenca son las de primer orden, que tienen como límite más alto la línea divisoria de la cuenca mayor (divortium aquarum).	Quizás no solo las de orden 1. Según las condiciones de relieve y pendiente, la necesidad de considerar otros niveles (Orden 2 o quizás una nano cuenca).
Delimitación de la cabecera de cuenca	La delimitación de las cabeceras de cuenca, identificadas según el método Strahler como cuencas de primer orden, será hecha en base a la carta topográfica nacional más detallada que se disponga e imágenes satelitales disponibles.	De acuerdo con el mayor detalle posible. Realizar el cálculo del área. También indicando las alturas máximas y mínimas. Se recomienda determinar el área de influencia aguas abajo en la cuenca.
Elaboración del mapa de cabeceras de cuenca	Utilizando el SIG y con base en los datos generados como parte del proceso de delimitación de las cabeceras de cuenca, se elaborará el mapa topográfico correspondiente	Adjuntar su memoria descriptiva, hay que destacar características de la red hídrica de su entorno, con la finalidad de valorar la conectividad.

Como parte de los criterios, el citado documento de la ANA señala los métodos a utilizar. Se mencionan, los métodos Pfaftetter y Strahler. Sobre el primero, de ordenación de Unidades Hidrográficas, el documento señala:

El método, plantea una organización del territorio basado en la disposición geográfica y natural de la red hídrica, mediante el empleo de un sistema de codificación jerárquico y topológico de sus unidades hidrográficas, permitiendo su ubicación geoespacial en el territorio mediante su código.

- El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas a partir del punto de confluencia de los ríos o desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.
- A cada unidad hidrográfica se le asigna un código Pfaftetter específico, basado en su ubicación en el sistema de drenaje que ocupa, de tal forma que éste es único al interior de un continente.

- Este método hace uso mínimo de dígitos en los códigos, el número de dígitos es indicador del nivel de ubicación de la unidad respecto a una unidad mayor.
- La distinción entre río principal y tributario es el área drenada. Así, en cualquier confluencia, el río principal es aquel que posee la mayor área drenada. Denominándose cuencas, al área drenada por los tributarios e Intercuencas a las áreas restantes drenadas por el río principal.

Estamos de acuerdo, las unidades hidrográficas (cuencas, subcuencas, microcuencas e intercuencas) con su sistema jerárquico servirán de base para caracterizar las cabeceras de cuenca de acuerdo con el nivel jerárquico que le corresponde, y por lo tanto servirá de referencia para priorizarla en el contexto de las partes alta, media o baja de la unidad hidrográfica mayor.

## **Delimitación de cabeceras de cuenca**

El documento citado plantea los siguientes criterios:

### **Acondicionamiento de la Red Hídrica Vectorial**

- Cursos de agua iniciales:** cuyos extremos son el punto donde nace el curso en su parte más alta y su confluencia aguas abajo con otro cauce del mismo orden u orden mayor.
- Cursos de agua interiores:** cuyos extremos son los puntos de confluencia con otros cauces de orden superior e inferior.
- Curso de agua final:** Es el tramo de cauce comprendido entre el punto de confluencia del último tributario y el punto de desembocadura, fuera de la cuenca.

### **Ordenación de los Cursos de Agua**

El proceso de ordenación de los cursos de agua de la red hídrica se realiza tomando la base del Orden 1 de acuerdo a la metodología Strahler.

La metodología da a entender que solo se determinarán las cabeceras de cuenca, considerando aquellos cursos de drenaje que nacen del perímetro de la unidad mayor. No se hace referencia a las unidades menores, por ejemplo, una microcuenca que nace de una subcuenca o las áreas de recarga de una subcuenca. Debe observarse que el tamaño de las cuencas definirá el tamaño de microcuencas y subcuencas muy grandes donde se podrán localizar cabeceras de cuenca importantes.

## *Criterios para la zonificación de cabeceras de cuenca*

En el citado documento de la ANA se propone las siguientes consideraciones generales a tener en cuenta:

- a) El propósito de establecer criterios técnicos para la zonificación de cabeceras de cuenca es establecer las necesidades de medidas de protección y/o conservación de los recursos naturales y de las diferentes áreas que las componen.
- b) Este proceso se inicia con el levantamiento de la línea base para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de inversión de Categoría III (Estudio Detallado) que esté ubicado en una cabecera de cuenca o parte de ella. Los distintos niveles o grados de vulnerabilidad de dicha cabecera se establecerán en base a los presentes criterios de zonificación.
- c) Tanto el análisis de vulnerabilidad, la zonificación de la cabecera, y la propuesta de medidas de manejo planteados por el titular del proyecto de inversión deberán ser revisadas, y de ser el caso aprobadas por la Autoridad Nacional del Agua. El resultado de dicha revisión será comunicado a la autoridad ambiental competente junto con la emisión de la opinión previa vinculante al Estudio de Impacto Ambiental Categoría III (Estudio detallado)

La zonificación debe considerar los criterios técnicos del ordenamiento territorial, en lo posible tomar en consideración la zonificación existente a una escala mayor (regional). Para la definición de unidades con potencial hídrico es importante contar con balances o estudios hidrológicos. Se menciona el levantamiento de la línea base, pero no se especifica qué indicadores se requieren, y si son las mismas para cada vertiente. Sería conveniente que haya indicadores ambientales y sociales. Un informe técnico de la zonificación debe ser requerido.

## Criterios para la zonificación de las cabeceras de cuenca

A continuación, mencionamos los criterios propuestos en el citado documento para la zonificación de cabeceras de cuenca y las observaciones correspondientes que hemos realizado a cada uno de ellos.

Criterio	Descripción	Observaciones
Singularidad de los ecosistemas	Existencia de ecosistemas que provean servicios ecosistémicos hídricos de importancia para la cuenca.	Es deseable la cuantificación y su aprovechamiento. ¿Otros servicios ecosistémicos?
Fragilidad de ecosistemas	Ecosistemas cuya naturaleza las hace sensibles a ciertos niveles o grados de alteración en su dinámica ecológica (humedales, bofedales, entre otros.).	Es deseable describir si ya existe alteración. Incluir peligro o amenazas (por ejemplo, por cambio climático).
Áreas con recursos naturales con uso potencial	Existencia de recursos naturales que pueden ser aprovechados para alguna actividad económica (ganadería, agricultura, acuicultura, entre otros).	Complementar con actividades productivas y medios de vida, si hubiese.
Áreas potencialmente recuperables	Espacios con recursos naturales sobreexplotados por actividades económicas, ecosistemas que hayan perdido la capacidad de resiliencia (respuesta) y/o que se pueden recuperar implementando medidas de manejo ambiental.	Considerar la posibilidad de la regeneración natural.
Áreas Naturales Protegidas	Territorio de cabecera de cuenca ubicada parcial o totalmente dentro de un área natural protegida. En él se aplicarán las disposiciones de legislación especial en la materia, a fin de determinar la posibilidad de desarrollo de proyectos de inversión.	En esta y todas las anteriores se deben identificar las medidas, prácticas y técnicas para la protección de las zonas.

En general, la presentación describe un marco metodológico con elementos importantes que se pueden fortalecer, siendo primordial definir, o al menos proponer, una definición consensuada sobre "cabecera de cuenca". Los otros aspectos dependen de detalles técnicos y análisis particular.

## 10. COMENTARIOS

El marco metodológico para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca tiene la limitación de no disponer de una definición oficial de qué es una "cabecera de cuenca". En un contexto de vertientes diferentes, habrá que considerar los alcances viables para llegar a una definición única. El punto de referencia es el orden 1 en la jerarquía que propone Strahler; pero esta puede abarcar mayor o menor área en función de la pendiente y características geomorfológicas, más aún cuando se aplique a una cuenca grande o mega cuenca, cuenca, subcuenca, microcuenca o nano microcuenca. Como se mencionó en el capítulo 9, el orden 2 no debería excluirse, sobre todo cuando los territorios que abarca el curso 1 no integra todas las áreas de lagunas, bofedales y humedales.

Sobre las características de las cabeceras de cuenca es importante precisar que una vez delimitada, se pasaría a definir el potencial y limitantes, entre ellos determinar el potencial hídrico, considerando que no siempre en la cabecera de cuenca llueve más o se producen caudales importantes o es la única zona de recarga hídrica o acuífera (algunas veces no las hay). La hipótesis de que se debe proteger estas zonas porque es donde se originan las fuentes de aguas no siempre se cumple. De ahí la importancia de conocer los balances hidrológicos o al menos el mapa de precipitación (curvas isoyetas). Por lo tanto, si en la cabecera de cuenca no hay precipitaciones, al menos desde la perspectiva hidrológica, no hay necesidad de protección; posiblemente puede resultar necesario proteger otro recurso.

Sobre la escala de los mapas para realizar la delimitación se propone utilizar 1:100,000, pero

no se indica los valores de interpolación de curvas de nivel, esto será importante para lograr una precisión adecuada para la definición de la red hídrica. Por otro lado, la escala mencionada no será aplicable para cuencas pequeñas, lo cual conlleva a considerar otras escalas, que podrían llegar a nivel de 1:10,000, aunque será una limitante por la disponibilidad de información. Se menciona también que se podría utilizar imágenes de satélite, pero igualmente, la escala es una consideración importante. Se debe considerar las tecnologías para el tratamiento de la información cartográfica moderna, como la información satelital, y la que se puede obtener por cámaras instaladas en drones, considerando que existe información básica del IGN de mapas a escala 1:100,000 pudiendo obtenerse mapas a escala 1:20,000. Asimismo, el SENAMHI se ha fortalecido con tecnologías modernas y ahora puede desarrollar mapas de isoyetas de manera más expedita.

Se debe tener en cuenta que si bien es importante establecer medidas de protección y conservación de aquellos lugares que representan ecosistemas frágiles o ambientalmente vulnerables, como pueden ser las cabeceras de cuenca, esto no implica que todas las zonas deban tener la misma categoría de vulnerabilidad o que no puedan ser compatibles con el desarrollo de actividades como la agricultura, ganadería o incluso la minería. Es decir, establecer a priori la vulnerabilidad de todas las cabeceras de cuenca, sin tener un concepto definido o un estudio detallado, puede ser erróneo. Por lo tanto, será positivo si el Marco Metodológico asigna grados de vulnerabilidad a partir de una evaluación particular adecuada para las zonas que la integren.

Teniendo en consideración que la Autoridad Nacional del Agua cuenta con la facultad de establecer una declaración de intangibilidad respecto de zonas reconocidas como cabeceras de cuenca, será fundamental establecer lineamientos que permitan identificar y delimitar las cabeceras de cuenca correctamente, para cumplir con el objetivo de la Ley de Recursos Hídricos que es la conservación de los recursos hídricos y, en general, de los recursos naturales que se encuentren en estos territorios.

Existen diversos mecanismos que limitan derechos y establecen condiciones de intangibilidad respecto del aprovechamiento de recursos naturales. Sin embargo, estas medidas definidas por el Estado, en base a una necesidad de conservación de ecosistemas frágiles o ambientalmente vulnerables, deben aplicarse con base en un ordenamiento territorial y planificación integral, tomando en cuenta los estudios necesarios para justificar la medida y las situaciones de excepción a ser consideradas, de acuerdo a las características de cada unidad geográfica o geomorfológica en particular.

La protección de la cabecera de cuenca o de sus zonas dependerá de una evaluación ambiental, análisis de vulnerabilidad y de riesgos, para lo cual se debe elaborar un manual o guía de prácticas, medidas o técnicas para la protección y conservación de los recursos naturales, especialmente el agua.

Sobre la intangibilidad de la cabecera de cuenca, sin dejar de respetar lo que indica la ley, sería importante reflexionar desde diversas perspectivas, física, biológica, social, económica y cultural. Si bien siempre es posible una declaración de intangibilidad, se debe considerar



Foto: definitions

que no todas las cabeceras de cuenca serán declaradas intangibles. El punto crítico por considerar será que dicho territorio se encuentre ocupado o que existan derechos adquiridos, o que existan poblaciones humanas asentadas allí. Cabe, entonces, preguntarse cómo tomar una decisión que puede afectar una condición social y humana, que no tiene otra alternativa, y que tiene derechos sobre su territorio.

Finalmente, conviene resaltar que, si bien es importante el desarrollo de un documento que establezca lineamientos y directrices que permitan identificar determinada zona como cabecera de cuenca, respecto de una cuenca hidrográfica, el mismo debería contar con el suficiente respaldo técnico o científico, teniendo en cuenta la diversidad de ecosistemas que posee el Perú.

## 11. RECOMENDACIONES

Es fundamental concretar una definición técnica y oficial sobre el término, concepto, objetivo y alcances de la denominación territorial “cabecera de cuenca”, ¿será el orden hidrográfico 1 determinante?

Se recomienda para ello partir de la definición propuesta por el Dr. Axel Dourojeanni: *“En particular son aquellas partes más altas de las cuencas que reciben agua por deshielos, neblina, lluvia, nieve, granizo y que además tienen el potencial de retener y acumular agua en forma de glaciares, nieve, humedales (bofedales) y agua subterránea. Para ello en las nacientes de cauces naturales deben existir condiciones propicias como glaciares, nevadas o zonas más planas o de posibles almacenamientos superficiales y subterráneos”*<sup>18</sup>. Nótese que la definición no hace alusión al orden 1, 2 ó 3. La propuesta señala también que estas zonas deben tener potencial de retener y acumular agua; no hace alusión a la vulnerabilidad ambiental y social.

Es conveniente clarificar que en la cabecera de cuenca no necesariamente ocurren flujos de agua o presencia de precipitación. Asimismo, que tampoco se encuentran allí exclusivamente las zonas de recarga hídrica o acuífera, además de considerar que aun existiendo caudales importantes, la calidad del agua no siempre es buena.

Para la identificación, delimitación y zonificación se debe definir escalas detalladas. Usar solo la escala 1:100,000 implicaría limitaciones para las cuencas pequeñas, relieves planos y tipos

de redes de drenaje. Ello también es importante para determinar las unidades que se requiere para la zonificación.

Se requiere tener información sobre las características hidrológicas (Isoyetas, Balances hidrológicos, Calidad del Agua, Erosión), lo que resulta fundamental para definir la importancia de la cabecera de cuenca. Pero no solo el recurso hídrico debe ser el referente para la evaluación de las condiciones y potencialidades; también se debe tomar en cuenta la población y su cultura, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la capacidad productiva de sus suelos, las actividades ganaderas, los recursos mineros y otros recursos valiosos.

La metodología que se sugiera finalmente debería considerar factores importantes de las vertientes, como la vegetación, relieve y calidad de sitio. Por ejemplo, en las cabeceras de cuenca de la vertiente Atlántica, el factor vegetación es importante.

La tenencia de la tierra debe ser parte del estudio, la cual debe reflejarse como una variable en las unidades ambientales zonificadas e igualmente los derechos adquiridos.

Finalmente, una unidad territorial como la “cabecera de cuenca” no debe analizarse de manera aislada. Ella debe analizarse en un contexto ambiental, social y económico, que es parte de un dominio territorial envolvente, que propone una visión estratégica e integral para el desarrollo local, municipal, regional y nacional.

<sup>18</sup> <https://gsagua.com/que-son-cuencas-de-cabecera-o-cabeceras-de-cuenca/>

## 12. BIBLIOGRAFÍA

Association of California Water Agencies, (2020). Improved Management of California's Headwaters. ACWA Policy Principles. Consultado en : <https://www.acwa.com/wp-content/uploads/2020/02/PP-CA-Headwaters-2019.pdf>

Alexander, Richard B., Elizabeth W. Boyer, Richard A. Smith, Gregory E. Schwarz, and Richard B. Moore, (2007). The Role of Headwater Streams in Downstream Water Quality. *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 43(1):41-59. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2007.00005.x

ANA Perú. (2016). Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos, 137. Consultado en: <https://mynaturalezaorg.files.wordpress.com/2019/05/priorizacion-de-cuencas-para-la-gestion-de-recursos-hidricos.pdf>

Banco de Desarrollo de América Latina. (2014). Guía para la gestión de recursos hídricos en cuencas de montaña bajo el efecto del cambio climático, 216. Recuperado de [www.caf.com/publicaciones](http://www.caf.com/publicaciones)

Bennett, A.F. 1999. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Switzerland, IUCN. 254 p.

Besteiro S. et al (2011). Evaluación de la agresividad de las precipitaciones en la cuenca del Arroyo El Pescado, provincia de Buenos Aires (Argentina). Recuperado de <file:///C:/Users/Jorge%20Faustino/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLaAgresividadDeLasPrecipitacionesEnLaC-5718067.pdf>

Carrasco, S. (2015). Vulnerabilidad ambiental al sur del Orinoco. *Guayana Sustentable*, (13), 127-134.

CEPAL (2013). Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. Consultado en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36817/S2014205\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36817/S2014205_es.pdf)

Chirinos, K (2018). Implicancias de establecer un Marco Metodológico para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de cuenca en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú, Informe de trabajo académico.

Dong L. et al. (2019). Changes in The High-Latitude Headwater Basin of The Nenjiang River Basin, Northeast China (1970-2000). Consultado en : [https://www.researchgate.net/publication/335081994\\_Changes\\_in\\_The\\_High-Latitude\\_Headwater\\_Basin\\_of\\_The\\_Nenjiang\\_River\\_Basin\\_Northeast\\_China\\_1970s-2000s/link/5d4dab0f92851cd046afd181/download](https://www.researchgate.net/publication/335081994_Changes_in_The_High-Latitude_Headwater_Basin_of_The_Nenjiang_River_Basin_Northeast_China_1970s-2000s/link/5d4dab0f92851cd046afd181/download)

FAO (2002). Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO

García J.L. y Willems. L. (2015). Metodología para el Estudio de Bofedales en Cabeceras de Cuenca Usando Datos Imágenes de los Sensores TM, OLI a bordo de los Satélites Landsat - Caso Estudio: Bofedal Chunal, Cuenca Alta del río Chillón: Avances. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE. Consultado en: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1122.pdf>

Gutiérrez, N. (2013). Delimitación de la cabecera de cuenca del río Piura. Tesis de Master en Ingeniería Civil con Mención en Recursos Hídricos. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú. Consultado en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1857/MAS\\_ICIH\\_002.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1857/MAS_ICIH_002.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

INRENA. (2007) Instituto Nacional de Recursos Naturales, Memoria Descriptiva de la Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú.

Meléndez de la Cruz J. (2018). La identificación de las cabeceras de cuencas hidrográficas: métodos y aplicaciones. Consultado en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/view/16005>

MINAGRI. (2015). Huella hídrica del Perú. Sector agropecuario, 32. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2011.01212.x>

Mintegui, J.A. y Sánchez, J.C. (1994). Caracterización de las cuencas hidrográficas, objeto de restauración hidrológico forestal, mediante modelos hidrológicos. Consultado en: <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/2637>

Morán, M. (2006). Uso de Principios, Criterios e Indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Serie de publicaciones CATIE, Costa Rica

Ocampo, O. (2012). Análisis de Vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático, 71-73.

Ocanto C. et al (2010). Vulnerabilidad del Recurso Hídrico en la Cabecera de Cuenca del Arroyo La Cañada, Prov. de Córdoba, Argentina. Consultado en: <http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v190/pdf/ciencia19-10.pdf>

Parra, E. y, & Carvajal, L. F. (2012). Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales. XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, 15.

SEMARNAT. (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión, 10.

Supplem, R. (2017). El Libro de la Vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación.

## 13. GLOSARIO

**Acuífero:** Formación geológica subterránea capaz de contener y transmitir agua en grandes cantidades y de forma continua. Generalmente está compuesto por capas de grava, arena o aluvión enterradas, aunque rocas fracturadas pueden también formar el acuífero (De la Lanza et al., 1999). Capa de roca permeable subsuperficial que puede almacenar, transmitir y abastecer agua (McKnight & Hess, 2005).

**Balance climático.** Relación entre la precipitación y la evapotranspiración. Diferencia entre el agua precipitada y el agua evaporada, forma parte del Balance Hidrológico.

**Buen estado ecológico.** Es una expresión de la calidad, la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales. Se dice que el estado ecológico es bueno cuando los valores de los indicadores de calidad biológica del agua superficial muestran valores de distorsión bajos causados por la actividad humana, y cercanos a los valores normalmente asociados con el tipo de agua superficial en condiciones inalteradas.

**Capacidad de carga** (carrying capacity): capacidad de un paisaje para soportar un nivel o intensidad de uso. // Es la adaptabilidad de una determinada área para ser utilizada sin dañarla, es decir sin que sufra erosión, desgaste u otros disturbios en forma irreparable.

**Ciclo hidrológico:** Circulación indefinida del agua en la Tierra. El ciclo es impulsado por la energía del Sol y se caracteriza por intercambios continuos de agua entre los

océanos, la atmósfera y los continentes. (Tarbuck y Lutgens, 2000).

El ciclo hidrológico es un sistema mundial gigantesco impulsado por la energía del sol, en el cual la atmósfera proporciona el nexo vital entre los océanos y los continentes. El agua se evapora en la atmósfera desde el océano y en un grado mucho menor, desde los continentes. Los vientos transportan este aire cargado de humedad, a menudo a grandes distancias, hasta que las condiciones hacen que la humedad se condense en nubes y caiga como precipitación. La precipitación que cae en los océanos ha completado su ciclo y está dispuesta para comenzar otro. El agua que cae en el continente, sin embargo, debe completar su camino de vuelta al océano (Tarbuck y Lutgens, 2000).

Proceso de circulación y transferencia de agua, en estado sólido, líquido o gaseoso, según la fase de la dinámica, que se produce en el sistema tierra-océano-atmósfera. El agua pasa desde el océano a la atmósfera en forma de vapor, mediante la absorción de energía, donde se condensa o sublima con liberación de calor latente, y cae en forma de precipitación líquida o sólida sobre el océano y los continentes, donde una parte del agua no llega a alcanzar el suelo, sino que la vegetación la intercepta o se evapora durante el trayecto de caída. Cuando el agua ya está en la superficie puede seguir tres opciones, según los múltiples factores y elementos físicos: permanecer en el suelo, constituyendo una reserva; escurrirse hasta los ríos o lagos, donde puede evaporarse, llegar al mar o filtrarse y pasar a alimentar los acuíferos subterráneos, o contribuir a la humidificación del suelo, donde caben tres

posibilidades: evaporarse, ser absorbida por las raíces de los vegetales o llegar a formar parte de las corrientes superficiales o subterráneas. (Enciclopedia Larousse de Ecología y Medio Ambiente).

**Conectividad hidrológica.** Es el transporte de materia, energía y organismos que se produce a través del medio-agua dentro y entre los elementos del ciclo hidrológico. Las corrientes de agua conectan directamente las partes altas de una cuenca y sus ecosistemas de riberas con los ecosistemas de las corrientes de la parte media y baja de dicha cuenca.

**Conservación de los ecosistemas.** La conservación de los ecosistemas se orienta a conservar los ciclos y procesos ecológicos, a prevenir procesos de fragmentación por actividades antrópicas y a dictar medidas de recuperación y rehabilitación, dando prioridad a ecosistemas especiales o frágiles.

**Cuenca hidrográfica.** Una cuenca hidrográfica es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río. Constituye una unidad hidrológica descrita como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política para la planificación y ordenación de los recursos naturales" (FAO, 1992) <http://www.ine.gob.mx/dgioece/glosario.html>. Cuenca hidrológica se define como la unidad del territorio, normalmente delimitada por un parteaguas o divisoria de las aguas, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal.

**Cuenca hidrológica.** Es un ámbito geo-hidrográfico que se define como el área configurada en el subsuelo o composiciones

geológicas subterráneas por donde discurre el agua, después de una infiltración y percolación profunda.

**Enfoque ecosistémico.** La conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales deberá enfocarse de manera integral, evaluando científicamente el uso y protección de los recursos naturales e identificando cómo afectan la capacidad de los ecosistemas para mantenerse y sostenerse en el tiempo, tanto en lo que respecta a los seres humanos y organismos vivos, como a los sistemas naturales existentes. Conjunto complejo de relaciones entre organismos vivos que funcionan como una unidad e interactúan con su ambiente físico. Los límites de lo que se podría denominar un ecosistema son algo arbitrarios, dependiendo del enfoque o del estudio. Así, el alcance de un ecosistema puede extenderse desde escalas espaciales muy pequeñas hasta, en última instancia, la Tierra entera (IPCC, 2001).

**Intangibilidad.** Derivado de conceptos que significan que no puede ser tocado, que merece extraordinario respeto y no puede o no debe ser alterado o dañado.

**Parteaguas:** Línea imaginaria del contorno de una cuenca hidrográfica que la separa de las adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación en el sistema de cauces que fluyen hacia la salida de dicha cuenca. (De la Lanza et al., 1999). Frontera topográfica o línea divisoria entre dos cuencas o subcuencas. La precipitación que caiga de un lado de la división fluirá dentro del área de una cuenca mientras que la demás correrá por la cuenca contigua. En las zonas escarpadas o montañosas, los parteaguas coinciden con las partes altas de las mismas. <http://www.nceep.net/news/reports/watershedplan-glossary.pdf> Sinónimo: divisoria de aguas, línea divisoria de aguas.

**Red de drenaje:** Conjunto de canales, ríos, lagos y arroyos existentes en una cuenca hidrográfica. Se identifican tres porciones bien definidas: curso

alto, medio y bajo. (De la Lanza et al., 1999). Todos los sistemas de drenaje están compuestos por una red interconectada de corrientes que, juntas, forman modelos concretos. Estos modelos de drenaje responden a los tipos de rocas o modelos estructurales de fallas y pliegues presentes. Los tipos de modelos de drenaje son dendríticos, rectangulares, enrejados o radiales. (Tarbuck y Lutgens, 2000). La forma de la red de drenaje está íntimamente relacionada con la topografía de la cuenca. Se han clasificado seis tipos de patrones de drenaje: dendrítico, rectangular, radial, centrípeto, paralelo, anular, enrejado o perturbado.

**Riesgo.** Probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro del ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad (IDRC). Una forma sencilla de entender el Riesgo, la Amenaza, la Exposición y la Vulnerabilidad es considerar que la mejor solución para disminuir los riesgos en un país es la adaptación. Lo anterior implica evaluar el riesgo en las comunidades, que es la combinación de un evento, su posibilidad y sus consecuencias. Cuando una amenaza se materializa en un evento, el riesgo se convierte en un desastre y esto se traduce en impactos socioeconómicos.

RIESGO=F (AMENAZA, EXPOSICIÓN, VULNERABILIDAD)

**Sensibilidad ambiental:** Este concepto comenzó a utilizarse hace unos 30 años en los países industrializados y se ha estimulado recientemente como una forma de hacer frente a la creciente conciencia sobre la desertificación, la degradación de los suelos y sus consecuencias. La sensibilidad ambiental puede definirse como la respuesta del medio ambiente o parte de ella a un cambio en uno o más factores externos. Las relaciones entre la causa del cambio y el efecto son a menudo complejas, porque los

componentes ambientales separados responden directamente a los cambios, pero con diferentes sensibilidades, mientras que, debido a las interrelaciones entre los componentes, también se ven afectados indirectamente. La degradación se produce cuando la respuesta se considera perjudicial para "la salud" del medio ambiente.

La sensibilidad ambiental se define para este estudio, como la capacidad de un ecosistema para soportar alteraciones o cambios originados por acciones antrópicas, sin sufrir alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico que mantenga un nivel aceptable en su estructura y función. En concordancia con esta definición se debe tener en cuenta el concepto de tolerancia ambiental, que representa la capacidad del medio de aceptar o asimilar cambios en función de sus características actuales. Así, el grado de sensibilidad ambiental dependerá del nivel de conservación o degradación del ecosistema y sobre todo de la presencia de acciones externas (antrópicas).

**Servicios ecosistémicos.** Los términos de servicios ecosistémicos y servicios ambientales pueden ser utilizados indistintamente, aunque difieren en su contexto. La utilización del primer término enfatiza el hecho de que es el ecosistema, es decir, el conjunto de organismos, condiciones abióticas y sus interacciones el que permite que los seres humanos se vean beneficiados. En cambio, el término de servicios ambientales es utilizado principalmente por tomadores de decisión y otorga más peso al concepto de ambiente o medio ambiente, en el cual no se explicita las interacciones necesarias para proveer dichos servicios (Balvanera y Cotler, 2007) [http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=523](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=523)

Los servicios ecosistémicos constituyen las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen y nutren la vida humana (Daily, 1997). De Groot et al (2002) comparten esta perspectiva ecosistémica y consideran que en el

estudio de los servicios es necesario destacar el subconjunto de funciones del ecosistema.

El Millennium Ecosystem Assessment (2005) define a los servicios como todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas.

Servicios ambientales son aquellos cuya principal característica es que no se gastan ni transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor de tales servicios. Por ejemplo, el paisaje que ofrece un ecosistema le genera satisfacción al turista que paga por disfrutarlo. <http://www.fundeser.org.ar/documentos/TurismoSostenible>

**Sostenibilidad ambiental.** Es la capacidad del ecosistema para recuperarse después de una alteración y continuar su función dentro del ecosistema mayor del que forma parte.

**Vulnerabilidad.** Es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Por ejemplo, las personas que viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que los que viven en lugares más altos. La vulnerabilidad también puede definirse como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. La vulnerabilidad es la predisposición que tiene un sistema de ser afectado de forma negativa ante una amenaza. La sensibilidad del sistema es la predisposición de las comunidades, la infraestructura o un ecosistema de ser afectado por una amenaza debido a sus condiciones. La capacidad de adaptación son las acciones y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados por la amenaza.

**Vulnerabilidad ambiental.** Es un concepto que se relaciona con la susceptibilidad o predisposición

intrínseca del medio y los recursos naturales a sufrir un daño o una pérdida por eventos naturales o de origen socioeconómico. La comprensión de la vulnerabilidad ambiental de una determinada cuenca implica comprender con precisión la susceptibilidad o resistencia de dicha cuenca respecto a su problemática ambiental y cómo se manifiesta.

**Vulnerabilidad social.** El concepto de vulnerabilidad social tiene dos componentes explicativos. Por una parte, la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida, a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económico y social de carácter traumático. Por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento. Consultado en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4762/S0102116_es.pdf)

**Zona de recarga hídrica.** Es el área que permite que el agua proveniente de las precipitaciones, después de llenar las pequeñas depresiones y saturar los espacios vacíos, poros y/o fisuras de la superficie, alimente de agua a los cursos superficiales y al acuífero en función de la permeabilidad del medio. Generalmente se ubica en las partes altas de las cuencas.

**Zona no saturada.** Zona situada entre la superficie del agua (zona saturada) y la superficie del terreno, en la cual una parte de la porosidad del terreno se encuentra rellena de agua y otra parte de aire. También se le denomina zona vadosa o zona de aireación.

**Zona saturada.** Es la parte de la corteza terrestre cuyos poros y cavidades se encuentran llenos de agua con una presión superior a la atmosférica.

**Zonificación.** En sentido amplio, indica la división de un área geográfica en sectores heterogéneos conforme a ciertos criterios. Por ejemplo: capacidad productiva, tipo de

construcciones permitidas, intensidad de una amenaza, grado de riesgo, etc. La zonificación, según su definición, consiste en la separación y segregación del territorio respecto de su entorno, donde se reconocen por una parte elementos que lo diferencian, y por otra, se actúa con el fin de aislarlos para un propósito particular. Si nos referimos a recursos naturales renovables, la zonificación es la clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales en un distrito de manejo integrado de los mismos, conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades abióticas, bióticas y antrópicas.

**Zonificación ecológica económica.** La zonificación ecológica económica, también denominada zonificación ecológica, puede definirse como un proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas, caracterizadas de acuerdo con factores físicos, biológicos y socioeconómicos y evaluados en cuanto a su potencial de uso sostenible y restricciones ambientales. Vista así, la zonificación económica ecológica constituye un instrumento para plantear la ocupación racional de los espacios, redirigiendo las actividades humanas no compatibles con la oferta ambiental del ámbito en cuestión. Sus resultados pueden utilizarse para diversos fines, como la planificación de áreas naturales protegidas, desarrollo de una agricultura sostenible, determinación de la aptitud de las tierras para determinados usos, desarrollo de planes de ordenamiento territorial, etc.





