



Decreto Supremo Nº 014-2021-MIDAGRI

DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL MARCO METODOLÓGICO DE CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA; Y MODIFICA EL NUMERAL 103.5 DEL ARTÍCULO 103 DEL REGLAMENTO DE LA LEY Nº 29338, LEY DE RECURSOS HÍDRICOS, APROBADO MEDIANTE DECRETO SUPREMO Nº 001-2010-AG

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 66 de la Constitución Política del Perú reconoce que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación, y que el Estado es soberano en su aprovechamiento;

Que, la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente, dispone en el numeral 85.1 de su artículo 85 que 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 dicha Ley y en las demás leyes y normas reglamentarias aplicables;

Que, el artículo 89 de la citada Ley establece que, para la gestión de los recursos naturales, cada autoridad responsable toma en cuenta, según convenga, la adopción de medidas previas al otorgamiento de derechos, tales como, planificación, ordenamiento y zonificación, inventario y valorización, sistematización de la información, investigación científica y tecnológica, y participación ciudadana;

Que, el artículo 90 de la referida Ley reconoce que el Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran;

Que, la Ley Nº 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que la Autoridad Nacional del Agua es el ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos y, de acuerdo a lo establecido en los numerales 3 y 12 del artículo 15, tiene por función dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos, en cuyo contexto ejerce jurisdicción administrativa exclusiva en materia de aguas; asimismo, el numeral 6 del artículo III del Título Preliminar, estipula que el Estado



promueve y controla el aprovechamiento y la conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de la calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema en el que se encuentran;

Que, el artículo 75 de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, modificado por la Ley N° 30640, Ley que modifica la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, establece que el Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca, donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica; y que, en tal sentido, 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, dispone que la Autoridad Nacional 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;

Que, el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG, reconoce en el numeral 103.1 del artículo 103 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;

Que, el numeral 103.3 del artículo 103 del citado Reglamento, incorporado por el Decreto Supremo N° 016-2017-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba la adecuación del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos a lo dispuesto en la Ley N° 30640, señala que los criterios para la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca se establecen en el Marco Metodológico que elabora la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con los sectores competentes;

Que, asimismo, los numerales 103.4 y 103.5 del artículo 103 del citado Reglamento, disponen que el Marco Metodológico es aprobado por Decreto Supremo con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; y, que la graduación de la vulnerabilidad ambiental de cabeceras de cuenca se establece de acuerdo a los criterios señalados en el referido Marco, respectivamente;

Que, en ese sentido, corresponde dar atención a las disposiciones previamente invocadas, y determinar un marco metodológico referente a los criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca para las regiones hidrográficas del Pacífico, Amazonas y Titicaca;





Decreto Supremo

Que, a fin de garantizar la pertinencia y eficacia del Marco Metodológico de los criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca, resulta necesario modificar el numeral 103.5 del artículo 103 del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, con el objeto de establecer las "Disposiciones Técnicas para el Análisis de la Vulnerabilidad Ambiental del componente hídrico en las cabeceras de cuenca"; así como, también, se deben dictar las medidas necesarias para que la Autoridad Nacional del Agua, en su calidad de ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, disponga lo necesario para la implementación de las medidas adoptadas en el presente Decreto Supremo;

De conformidad con lo establecido en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; en el numeral 3) del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; en la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos; y, en el Decreto Supremo N° 001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1. Aprobación del Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca

Apruébase el Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca que, como Anexo, forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2. Implementación del Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca

En su calidad de ente rector y máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del Agua, implementa el Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca en las regiones hidrográficas del Pacífico, Amazonas y Titicaca.



Artículo 3. Financiamiento

La implementación del presente Decreto Supremo se financia con cargo al presupuesto institucional de la Autoridad Nacional del Agua, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Artículo 4. Publicación

Publícase el presente Decreto Supremo y el Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca aprobado mediante el artículo 1 de la presente norma, en la Plataforma Digital Única para Orientación al Ciudadano (www.gob.pe) y en el Portal Institucional del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (www.gob.pe/midagri) el mismo día de su publicación en el diario oficial El Peruano.

Artículo 5. Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Presidenta del Consejo de Ministros y por el Ministro de Desarrollo Agrario y Riego.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

UNICA. - Aprobación de Disposiciones Técnicas para el Análisis de la Vulnerabilidad Ambiental del componente hídrico.

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, a propuesta de la Autoridad Nacional del Agua y con la participación de los sectores competentes, en un plazo no mayor de noventa (90) días hábiles, aprueba mediante Decreto Supremo, refrendado por el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Economía y Finanzas, las Disposiciones Técnicas para el Análisis de la Vulnerabilidad Ambiental del componente hídrico en las cabeceras de cuenca, que los titulares de nuevos proyectos de inversión pública, privada o mixtos aplicarán, en caso generen impactos ambientales negativos altos, conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, y sus modificatorias.





Decreto Supremo

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA MODIFICATORIA

ÚNICA.- Modificación del numeral 103.5 del artículo 103 del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

Modifícase el numeral 103.5 del artículo 103 del Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG, en los términos siguientes:

“Artículo 103. Protección del Agua

(...).

103.5 La graduación de la vulnerabilidad ambiental del componente hídrico de las cabeceras de cuenca se establece luego de la aprobación del Marco Metodológico a que se refiere el numeral 103.4. del presente artículo”.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los ocho días del mes de julio del año dos mil veintiuno.

Francisco Sagasti

FRANCISCO RAFAEL SAGASTI HOCHHAUSLER
Presidente de la República

Violeta Bermúdez Valdivia
VIOLETA BERMÚDEZ VALDIVIA
Presidenta del Consejo de Ministros

Federico Tenorio Calderón
FEDERICO TENORIO CALDERÓN
Ministro de Desarrollo Agrario y Riego



firmado digitalmente
por DIAZ RAMIREZ Luis
Roberto FAU 20520711865
Fecha: 2023/08/24
Objetivo: Doy V° B°

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

Lic. Federico Tenorio Calderón
Ministro de Desarrollo Agrario y Riego

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Ing. Roberto Salazar Gonzales
Jefe

Ing. Tulio Eduardo Santoyo Bustamante
Gerente General

Abg. Luis Alberto Díaz Ramírez
Director

Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos

firmado digitalmente
por SALAZAR GONZALES
Roberto FAU
20520711865
Fecha: 2023/08/24
Objetivo: Doy V° B°

Responsable Técnico

Ing. Rosa Isabel Ruiz Ríos

Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos

Colaboradores

Axel Dourojeanni	Experto Internacional
Mario López Pérez	Experto Internacional - México
Juan Carlos Sevilla Gildemeister	Experto Nacional
Abelardo De la Torre Villanueva	Experto Nacional
Juan Carlos Castro Vargas	Experto Nacional
Sigfredo Ernesto Fonseca Salazar	Especialista DCERH
Humberto Richard Torres Giraldo	Especialista DPDRH

RESUMEN EJECUTIVO

La Autoridad Nacional del Agua, como ente rector y máxima autoridad técnico – normativo del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, tiene entre sus funciones, reforzar las acciones para la preservación y gestión del recurso hídrico en las cabeceras de cuenca a través del establecimiento de normas y procedimientos que aseguren la gestión integrada y sostenible de los recursos hídricos en el ámbito de la cuenca. En ese contexto, y dada la complejidad hidrográfica de nuestro país, es necesario seguir desarrollando metodologías e instrumentos que regulen el uso sostenible del agua para afrontar los nuevos retos frente a escenarios del cambio climático, la ocupación territorial por actividades económicas multisectoriales, el crecimiento poblacional, entre otros desafíos.

El *Marco Metodológico de criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca de las regiones hidrográficas Pacífico, Amazonas y Titicaca*, es el instrumento técnico procedimental que establece los criterios técnicos que servirán de guía para identificar, delimitar y zonificar las cabeceras de cuenca a una escala cartográfica nacional de 1:100 000, siendo el nivel de estudio de *reconocimiento sistemático*.

Se define cabeceras de cuenca, como aquellas zonas localizadas en las nacientes de los cursos de agua y perimétricas de la unidad hidrográfica mayor (divortium aquarum), drenadas por cursos de agua de orden 1, según el Método Strahler.

Una unidad hidrográfica mayor está constituida por cada una de las 159 unidades hidrográficas de análisis del país, oficializadas en el año 2008 mediante Resolución Ministerial N° 033-2008-AG AG, donde "Aprueban Metodología de Codificación de Unidades Hidrográficas de Pfafstetter, Memoria Descriptiva y Plano de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú" y ratificada en el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

La identificación, es un proceso que utiliza los métodos Pfafstetter y Strahler, que permite identificar espacialmente las cabeceras de cuenca de una unidad hidrográfica mayor.

La **delimitación**, es un procedimiento cartográfico que consiste en delinear manualmente el área de la cabecera de cuenca a través del método analógico, tomando como referencia el límite del divortium aquarum de la unidad hidrográfica mayor.

La **zonificación** en cabeceras de cuenca es un proceso que consiste en determinar zonas territoriales homogéneas de respuesta hidrológica, a partir del análisis de variables relacionadas a la cantidad y calidad del agua de los ecosistemas.

Criterios Técnicos para la Identificación y Delimitación de Cabeceras de Cuenca.

	Orden	Criterio	Descripción
Identificación	1	Acondicionamiento de la red hídrica	Se acondiciona topológicamente los cursos de agua de la red hídrica, a fin de proporcionarle conectividad hidrológica.
	2	Codificación de la red hídrica	Se codifica los cursos de agua de la red hídrica aplicando el método Pfafstetter, estableciendo una relación entre el curso de agua y la unidad hidrográfica que la contiene.
	3	Ordenación de la red hídrica	Se ordenan los cursos de agua de la red hídrica aplicando el método Strahler, asignándose secuencialmente el orden correspondiente a cada curso de agua, desde aguas arriba hacia aguas abajo.
Delimitación	4	Selección de los cursos de agua	Se seleccionan únicamente los cursos de agua de orden 1 y perimétricos a la unidad hidrográfica mayor, que son los cursos sin afluentes que inician la red hídrica. Estos definirán el ámbito hidrográfico de las cabeceras de cuenca.
	5	Delimitación de la Cabecera de Cuenca	Se delimita a través de procesos analógicos (delineación manual por pantalla), considerando las curvas de nivel de la Carta Nacional y pueden ser asistidos por modelos digitales de elevación para mejorar su precisión.
	6	Codificación de la Cabecera de Cuenca	Se codifica la cabecera de cuenca, asignándole el código del curso de agua obtenido en la identificación.

Criterios Técnicos para la Zonificación de Cabeceras de Cuenca

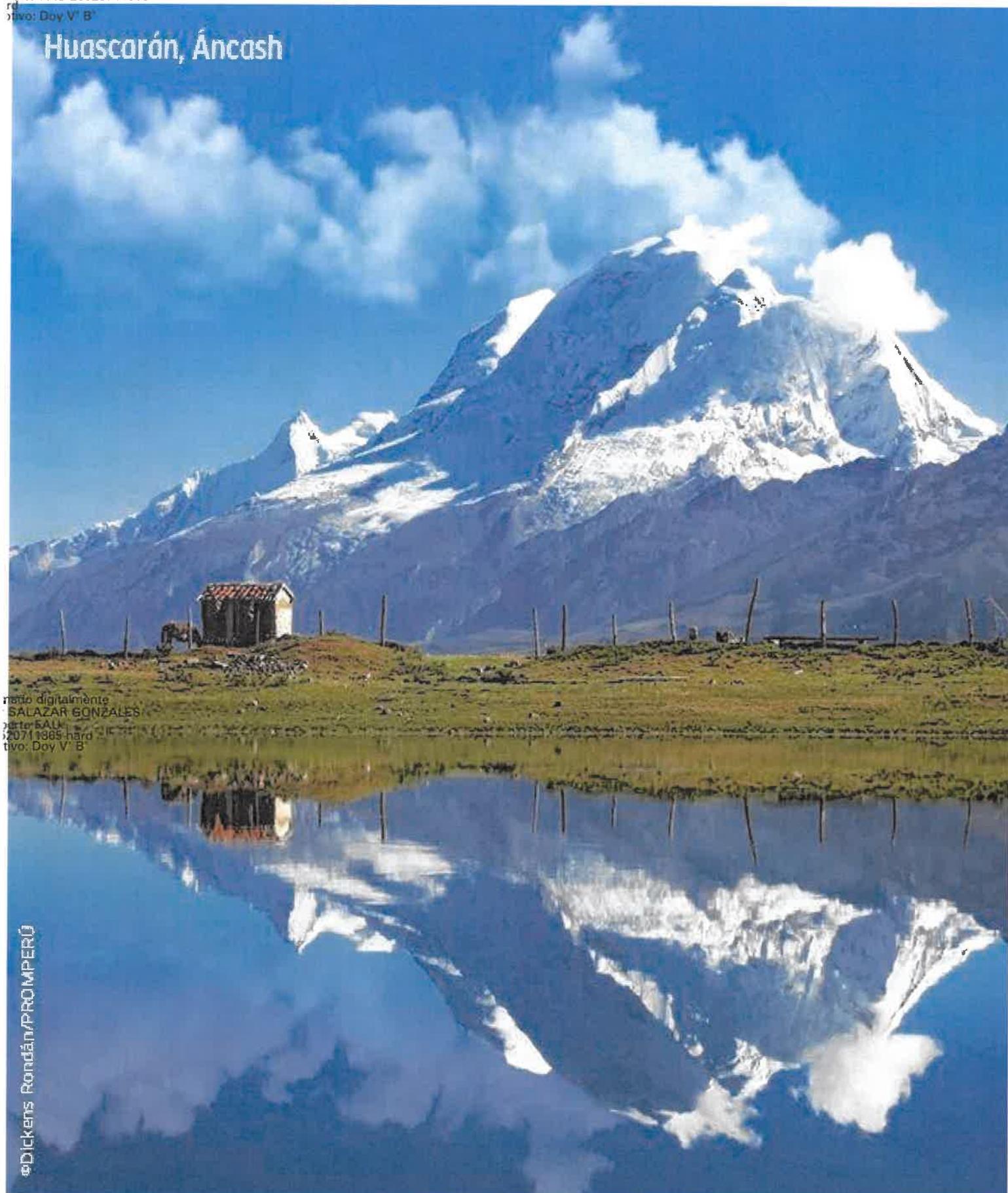
	Orden	Criterio	Descripción
Zonificación	7	Variables e indicadores del proceso	Se definen las variables e indicadores que participan en el modelo de zonificación: precipitación, rendimiento hídrico, retención hídrica y degradación.
	8	Normalización de indicadores	Se establece una escala común para los indicadores que participan en el modelo.
	9	Ponderación de indicadores	Mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico se priorizan los indicadores participantes con la asignación de pesos a cada uno de ellos.
	10	Análisis espacial	Los resultados de la normalización y ponderación de indicadores son incorporados a sus respectivas tablas de atributos geoespacial. Como resultado de la superposición geoespacial de las capas temáticas se obtienen nuevos espacios geográficos de integración que definirán las zonas o unidades de respuesta hidrológica.

CONTENIDO

I.	CONSIDERACIONES GENERALES	8
II.	OBJETIVO	10
III.	ALCANCE	10
IV.	MARCO NORMATIVO	11
V.	CABECERAS DE CUENCA	13
VI.	CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA	14
	6.1 DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS	14
	6.2 IDENTIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA	19
	6.3 DELIMITACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA	25
	6.4 ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA	33
VII.	CONSIDERACIONES FINALES	48
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXOS	51
	A. ESQUEMA CONCEPTUAL DE PROCESOS	
	B. GLOSARIO DE TÉRMINOS	

recolectado digitalmente
por DIAZ RAMIREZ Luis
Número de Proyecto FAU 20520711865
Fecha de Ejecución: Doy V' B'

Huascarán, Áncash



recolectado digitalmente
por SALAZAR GONZALES
Número de Proyecto FAU
20711865-hard
Fecha de Ejecución: Doy V' B'

ACRÓNIMOS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
IGN	Instituto Geográfico Nacional
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático
IRH	Intendencia de Recursos Hídricos
LRH	Ley de Recursos Hídricos
MDE	Modelos Digitales de Elevación
MIDAGRI	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego
MINAM	Ministerio del Ambiente
NDT	Neutralidad de la Degradación de las Tierras
ONERN	Oficina Nacional de Recursos Naturales
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SIG	Sistema de Información Geográfico
SINIA	Sistema Nacional de Información Ambiental
SNGRH	Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
URH	Unidad de Respuesta Hidrológica
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos

I. CONSIDERACIONES GENERALES

El 19 de julio de 2017, el Congreso de la República aprobó la Ley N° 30640 “Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca”, con la cual se modifica el artículo 75 de la LRH, precisando que las cabeceras de cuenca “**es donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica**”; del mismo modo, fija el plazo de un año, a partir de su publicación, para que la ANA en coordinación con los sectores competentes¹ elabore el *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*.

El objeto de dicha modificación es regular la conservación y protección de las cabeceras de cuenca, incorporando en el artículo 75 de la LRH, el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca, a fin de evaluar la implementación de medidas especiales para su protección y conservación, según su vulnerabilidad.

En ese contexto, de acuerdo con nuestra legislación y políticas de Estado vigentes, ya se establecen las medidas regulatorias para la conservación o protección de las cuencas incluyendo las cabeceras de cuenca, entre otros bienes naturales asociados al agua. En ese sentido, el marco metodológico contribuirá en la gestión integrada de los recursos hídricos, formará parte de la planificación de su gestión y el análisis de la ocupación territorial de las actividades económicas multisectoriales en las cuencas del país.

Bajo estas consideraciones, las actividades antrópicas deben conciliar los intereses de protección y conservación de las cabeceras de cuenca con las necesidades de desarrollo equilibrado y sostenible del país.



La mayoría de las áreas que eran consideradas cabeceras de cuenca, incluso antes de la vigencia de la Ley N° 30640 “Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca”, han sido intervenidas, siendo motivo de admiración, la ocupación y uso histórico de las cabeceras de cuenca por los incas (ciudades, andenes, minería y actividades agropecuarias), la permanente construcción de caminos y el pastoreo.

Respecto a la percepción de que las cabeceras de cuenca son las partes de mayor altitud de las cuencas, o que las cabeceras aportan la mayor producción de agua en las cuencas, es necesario precisar:

- (i) La cabecera de cuenca “**es donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica**”².

¹ En relación al término *sectores competentes*, “la parte in fine de la exposición de motivos del Decreto Supremo N° 016-2017-MINAGRI señala puntualmente lo siguiente: “Ese marco Metodológico será elaborado en coordinación con los sectores competentes, que resultan ser los Ministerios del Ambiente (MINAM), Agricultura y Riego (MINAGRI), Energía y Minas (MEM), Economía y Finanzas (MEF), Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), de la Producción (PRODUCE) y la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM)”.

² Según el artículo 75° de la Ley de Recursos Hídricos modificado por la Ley N° 30640.

- (ii) Las cabeceras de cuenca aportan agua al flujo base o caudal base de la cuenca, que se produce en el periodo de estiaje, situación que varía según el tipo de red hídrica que la conforma y las características climáticas que se presenta en la zona, la ubicación geográfica, el tamaño y la forma de la cuenca.
- (iii) Existen cabeceras de cuenca que, por sus condiciones naturales de retención de agua, constituyen ecosistemas únicos.
- (iv) Muchas áreas de drenaje de la vertiente del Pacífico que califican como cabeceras de cuenca, no aportan agua al río o cauce principal, debido a que presentan un déficit de lluvia durante gran parte del año; en cambio, en las cabeceras de cuenca que drenan hacia la vertiente del Atlántico, la intensidad de la lluvia en ellas no es mayor que en el resto de la cuenca, evidenciándose poca diferenciación durante el año; y, en las cuencas del Titicaca, la lluvia es proporcionalmente mayor con la altura, incluidas las cabeceras de cuenca, normalmente expuestas a heladas y granizadas.

Por otro lado, es importante evidenciar que existe un fuerte impacto en los recursos hídricos por el efecto del cambio climático; en ese sentido, el Perú viene avanzando en la generación de políticas, planes, programas, e instrumentos y arreglos institucionales que contribuyen a la gestión del cambio climático y de los riesgos, en la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Según indica el último informe del IPCC del 2013, respecto a los glaciares en todas las regiones montañosas, el volumen de estos ha disminuido considerablemente en los últimos 150 años como consecuencia del aumento de la temperatura atmosférica.

Esta tendencia se corrobora con el último informe de la ANA (2020)³, en el cual se afirma que los glaciares inventariados han sufrido procesos de reducción en su geometría durante los últimos 50 años debido al cambio climático. La pérdida de superficie total de las 18 cordilleras nevadas presentes en la parte peruana es de 51%. El aumento de la temperatura del planeta aceleró el retroceso de los glaciares lo que habría ocasionado la extinción de las cordilleras Barroso y Volcánica. Asimismo, las cordilleras Chila, La Raya, Huanzo, Chonta y La Viuda, podrían extinguirse pues en las últimas décadas perdieron más del 90% de su superficie glaciar.

Los bofedales son un tipo particular de humedales que cumplen funciones vitales como el almacenamiento de agua, la conservación de la biodiversidad, y el control de la erosión, además de ser un elemento importante del patrimonio cultural de diversos territorios y de estar relacionado a los servicios ecosistémicos. Ante escenarios climáticos futuros se espera un aumento de la temperatura mayor a 1.5 °C; incremento en la tasa de evapotranspiración en los Andes, lo que significaría la pérdida de los bofedales y de sus servicios ecosistémicos asociados.

Bajo este contexto, existe la necesidad de establecer los criterios técnicos de la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca como un procedimiento técnico, a fin de realizar la gestión integrada de los recursos hídricos presentes en estas.

³ Noticia ANA: Perú perdió el 51% de sus glaciares debido al cambio climático. 04/07/2020.

scaneado digitalmente
por: DÍAZ RAMÍREZ Luis
Correo: FAU 20520711865@unf.edu.ec
Teléfono: Doy V° B°

II. OBJETIVO

El presente Marco Metodológico tiene como objetivo establecer los criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca para las regiones hidrográficas del Pacífico, Amazonas y Titicaca.

III. ALCANCE

El marco metodológico de criterios técnicos de identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca es de alcance nacional y de aplicación por la ANA para la planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos en unidades hidrográficas y el desarrollo de actividades productivas sostenibles.



Foto: ANA 2019.

scaneado digitalmente
por: SALAZAR GONZALES
Correo: FAU
Teléfono: 20711865 hard
Teléfono: Doy V° B°

IV. MARCO NORMATIVO

El desarrollo del marco metodológico de criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras se sustenta en la normatividad vigente:

1. **Ley N° 30640 “Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca”.** La cual dispone el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca. El aspecto importante de dicha ley, es que modifica el artículo 75 de la LRH, señalando que, *el Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica. Asimismo, dispone que la ANA, con participación de los sectores competentes, debe elaborar el Marco Metodológico para la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca.*
2. **Ley N° 28611 “Ley General del Ambiente”.** La cual en el numeral 120.1 del artículo 120, está referido a la protección de la calidad de las aguas, la norma señala que el Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país. Asimismo, en su numeral 120.2 establece la necesidad de cuidar los cuerpos hídricos, al señalar: *“El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización, considerando como premisa, que esta tenga la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán”.*

Por otro lado, el artículo 121 establece que el Estado emite, en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas del cuerpo receptor, de acuerdo a lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental correspondientes y las normas legales vigentes.

Asimismo, el artículo 90, señala que el Estado promueve y controla el aprovechamiento sostenible de las aguas continentales a través de la gestión integrada del recurso hídrico, previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno, como parte del ecosistema donde se encuentran; regula su asignación en función de objetivos sociales, ambientales y económicos; y promueve la inversión y participación del sector privado en el aprovechamiento sostenible del recurso.

3. **Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”:** La cual en el Título V “*Protección del Agua*” y en su artículo 75 establece que, para la protección del agua, la Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, incluyendo la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la LRH y demás normas aplicables. Para dicho fin, coordina con las instituciones públicas competentes y los diferentes usuarios. Asimismo, reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca. La ANA, con opinión del MINAM, puede declarar zonas intangibles, en las cuales no se otorgará ningún derecho de uso, disposición o vertimiento de agua.

De otro lado, en el artículo 81 de la LRH, sin perjuicio de lo establecido en la Ley 27446, "Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental", para la aprobación de los estudios de impacto ambiental relacionados con el recurso hídrico, se debe contar con la opinión favorable de la Autoridad Nacional.

En el artículo 89 de la LRH establece que, para la prevención ante efectos de cambio climático, la ANA en coordinación con la Autoridad Ambiental debe desarrollar estrategias y planes para la prevención y adaptación a los efectos del cambio climático y sus efectos sobre la cantidad de agua y variaciones climáticas de orden local, regional y nacional. Asimismo, debe realizar el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico (glaciares, lagunas y flujo hídrico) frente a este fenómeno.

4. **Decreto Supremo N° 016-2017-MINAGRI**, "Decreto Supremo que aprueba la adecuación del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos a lo dispuesto en la Ley N° 30640". La cual en su Artículo 1 incorpora al Artículo 103 los numerales 103.3, 103.4 y 103.5 a dicho Reglamento, los cuales indican que los criterios para la identificación, delimitación y zonificación de las cabeceras de cuenca se establecen en el Marco Metodológico que elabore la ANA en coordinación con los sectores competentes; que dicha metodología es aprobada por Decreto Supremo con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros; y que la graduación de la vulnerabilidad ambiental de cabeceras de cuenca se establece de acuerdo a los criterios señalados en el Marco Metodológico.

V. CABECERAS DE CUENCA

La unidad adecuada para la gestión integrada de los recursos naturales lo constituyen cada una de las “159 Unidades Hidrográficas” oficialmente aprobadas por INRENA⁴ (2008). Estas principales unidades, en adelante unidades hidrográficas mayores, son la base para gestionar los recursos hídricos del país (componente de los recursos naturales). Toda la lluvia que en ella cae vierte hacia una red hidrográfica natural constituida por uno o varios cursos de agua que drenan un conjunto de unidades de menor tamaño (unidad hidrográfica de mayor nivel), los cuales se van integrando a partir del límite perimétrico o línea divisoria de cada una de estas unidades, conformando cursos aguas abajo, hasta descargar en un curso de agua mayor o desembocar en una laguna o directamente al mar.

En este contexto, **las cabeceras de cuenca son aquellas zonas localizadas en las nacientes de los cursos de agua y perimétricas de la unidad hidrográfica mayor⁵, drenadas por cursos de agua de orden 1, según el Método Strahler, de régimen perennes o intermitentes visualizados en la Carta Nacional de escala 1:100 000 del IGN⁶.**

En ese orden, (i) los cursos de agua perennes son aquellos que tiene un flujo de agua durante todo el año (cuya fuente es la lluvia, deshielo de glaciares y/o drenaje subterráneo de la cuenca); y (ii) los cursos de agua intermitentes son aquellos que fluyen alimentados por lluvias esporádicas, descargas de embalses o manantiales.

Por consiguiente, las cabeceras de cuenca son distintas entre sí, respecto a su configuración topográfica, geológica, fisiográfica, hidrográfica, hidrogeológica, ecológica, climatológica, edafológica; así como a su flora y fauna diferentes, la ocupación territorial, la calidad y el uso de los recursos.



Foto: ANA 2019.

⁴ Instituto Nacional de Recursos Naturales. Aprobado con Resolución Ministerial N° 033-2008-AG.

⁵ Son las principales unidades hidrográficas del país, se denomina unidades hidrográficas mayores con el fin de distinguirlas de otras unidades hidrográficas de menor jerarquía.

⁶ <https://www.ign.gob.pe/NomenclatorDigital/nomenclatura.php>

VI. CRITERIOS TÉCNICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, DELIMITACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA

Los criterios señalados en el presente capítulo se basan de manera fundamental en métodos para la delimitación y codificación de unidades hidrográficas y la clasificación de cursos de agua.

El proceso de codificación de unidades hidrográficas, paso previo a la delimitación de una cabecera de cuenca, aplica el método Pfafstetter creado en Brasil por Otto Pfafstetter (1989) y difundido por Kristine Verdín (1997), a través del USGS en el PNUMA.

Dada sus características ventajosas y de aplicación global, la metodología viene constituyéndose en un estándar de codificación de unidades hidrográficas⁷; por tal motivo, dicho método fue adoptado y aprobado en el Perú mediante Resolución Ministerial N° 033-2008-AG, donde “Aprueban Metodología de Codificación de Unidades Hidrográficas de Pfafstetter, Memoria Descriptiva y Plano de Delimitación y Codificación de las Unidades Hidrográficas del Perú”, y ratificada por la Séptima Disposición Complementaria Final del Reglamento de la LRH, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG.

Los métodos de identificación que se emplean en la clasificación de cursos de agua son aplicables en cualquier parte del mundo. Se incorpora el método Pfafstetter, de características hidrográficas, no solo para identificar las principales cuencas del país, sino también, para codificar los cursos de agua de una red hídrica por niveles, a fin de proporcionarle un código único, además de transmitir información topológica; lo que permite establecer una relación directa entre el curso de agua y la unidad hidrográfica que la contiene. Dicho código adquiere importancia en la identificación de cada cabecera de cuenca.

Por otro lado, el método Strahler, propuesto por Arthur Newell Strahler en 1957, es un método hidrológico que asigna un orden numérico a los cursos de agua de una red hídrica. Este orden permite identificar y clasificar los cursos de agua basado en la cantidad de afluentes. Conociendo el orden del curso de agua, se pueden inferir algunas características.

En este sentido, la aplicación complementaria de los métodos Pfafstetter y Strahler facilitará la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca.

6.1 DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS

El territorio peruano es topográfica, climatológica e hidrológicamente muy complejo y heterogéneo, lo cual nos obliga a desarrollar técnicas y metodologías que nos permitan simplificar su complejidad y facilitar el tratamiento de la información hidrográfica, incluyendo los procesos de identificación y delimitación de unidades hidrográficas en cualquier parte del país. En este sentido; la “Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Perú” (IRH-INRENA 2008⁸), en la que se identificaron 1 268 unidades hidrográficas a nivel nacional, sirvió de base hidrográfica para los siguientes estudios de delimitación del territorio nacional:

⁷ Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, caso: América del Sur. Rosa Ruiz; Humberto Torres. UICN 2008.

⁸ Intendencia de Recursos Hídricos del INRENA. Hoy Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- Identificación de las 159 Unidades Hidrográficas.⁹
- Delimitación de 14 Autoridades Administrativas del Agua.
- Delimitación de 71 Administraciones Locales de Agua.
- Delimitación de 13 Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca.
- Identificación y delimitación de 34 Cuencas Transfronterizas.
- Identificación de cursos agua superficiales del Perú.
- Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales¹⁰.

El Método Pfafstetter de ordenación de unidades hidrográficas

Fue desarrollado en Brasil desde 1989, y en Sudamérica el método fue difundido por especialistas peruanos a través de la UICN Sur vía convenio con la CAN, 2008.

Sobre la base de la experiencia peruana, se delimitaron y codificaron las unidades hidrográficas de Sudamérica, jerarquizándose hasta el nivel 3; y en los países miembros de la CAN y Argentina, hasta el nivel 5. Actualmente, Brasil, Perú, Ecuador y Bolivia tienen oficializados la delimitación de sus unidades hidrográficas, permitiendo la homologación de las cuencas transfronterizas entre los países vecinos, de gran importancia para la gestión compartida de los recursos hídricos.

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 la ubicación geoespacial de un evento en el territorio nacional mediante el código de la unidad hidrográfica. (Véase figura n.º 1).

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.

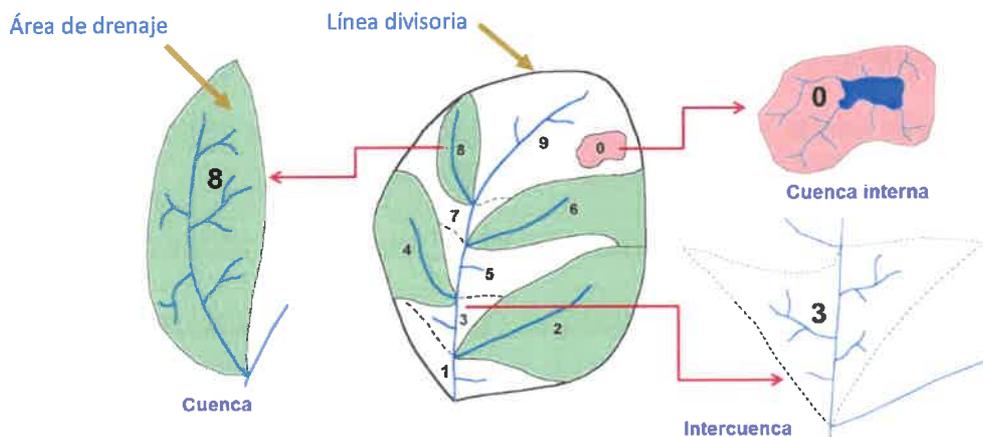


Figura n.º 1: Método Pfafstetter, tipo de unidades hidrográficas. INRENA Perú, 2008

⁹ Véase pág.11 Capítulo V ut supra.

¹⁰ Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, aprueba la "Clasificación de cuerpos de agua superficiales continentales", que aplica el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

Tipos de unidades hidrográficas

El sistema de codificación Pfafstetter considera tres (03) unidades hidrográficas: i) cuenca, ii) intercuenca y iii) cuenca interna:

- i) Cuenca es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad hidrográfica.
- ii) Intercuenca es el área de drenaje comprendido entre cuencas hidrográficas de menor jerarquía, por el cual discurre el curso de agua principal de la unidad hidrográfica mayor, atravesándolo desde aguas arriba hacia aguas abajo. En tal sentido, es una unidad de tránsito o de paso de un curso de agua principal. Véase figuras n.º 1 y 3.
- iii) Cuenca Interna es el área de drenaje que no recibe ni contribuye con flujo de agua a otras unidades hidrográficas, también son conocidas como cuencas endorreicas.

Características principales del método Pfafstetter

- El sistema es jerárquico y las unidades son delimitadas a partir de la unión de los cursos de agua (punto de confluencia de cursos de agua) o desde el punto de desembocadura de un sistema de drenaje en el océano.
- A cada unidad hidrográfica se le asigna un código Pfafstetter 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 un 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, por lo tanto, a mayor nivel menor jerarquía.
- La distinción entre curso de agua principal y tributario es el área drenada. Así, en cualquier confluencia, el curso de agua principal es aquel que posee la mayor área drenada; denominándose cuencas, al área drenada por los tributarios e intercuenca a las áreas restantes drenadas por el curso de agua principal.
- La conformación de un sistema de codificación de unidades hidrográficas con códigos únicos en el entorno continental permite la homologación de ámbitos hidrográficos transfronterizos.
- La característica jerárquica del sistema Pfafstetter, se traduce en la existencia de niveles entre unidades hidrográficas. Esto implica que las subdivisiones sucesivas de éstas resultarán unidades hidrográficas de niveles subsecuentemente superiores y siempre tendrán una común referencia a la unidad hidrográfica mayor de origen; lo cual deja sin lugar el criterio de “subcuencas” y “microcuencas”, que son términos sin una referencia física en sus orígenes; por tanto, son relativas.

Mapa Oficial de Unidades Hidrográficas

La delimitación de las 159 unidades hidrográficas principales del Perú, fueron definidas sobre la base de la identificación de 1 268 unidades hidrográficas de INRENA (2008) y tomaron como

referencia el mapa de 106 cuencas hidrográficas de ONERN (1984)¹¹ y los mapas de unidades hidrográficas de análisis también por ONERN (1987).

Cuadro n.º 1: Unidades hidrográficas oficialmente reconocidas en el Perú

REGIÓN HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA		TOTAL UH	AREA_KM2	%
	Cuenca	Intercuenca			
PACÍFICO	62	0	62	278 482	21.7
AMAZONAS	47	37	84	957 823	74.5
TITICACA	12	1	13	48 911	3.8
TOTAL	121	38	159	1 285 216	100

Fuente: ANA, Perú 2019.

Las principales unidades hidrográficas se encuentran distribuidas en las tres regiones o vertientes hidrográficas, tal como se muestra en el cuadro n.º 1 y figura n.º 2; encontrándose 121 unidades de tipo cuenca y 38 intercuenas.

Las unidades hidrográficas de mayor tamaño se ubican en la región hidrográfica del Amazonas con una significancia del 74.5%.

¹¹ Oficina Nacional de Recursos Naturales - ONERN

Red digitalmente
 r DIAZ RAMIREZ Luis
 erto FAU 20520711865
 rd
 tivo: Doy V° B°

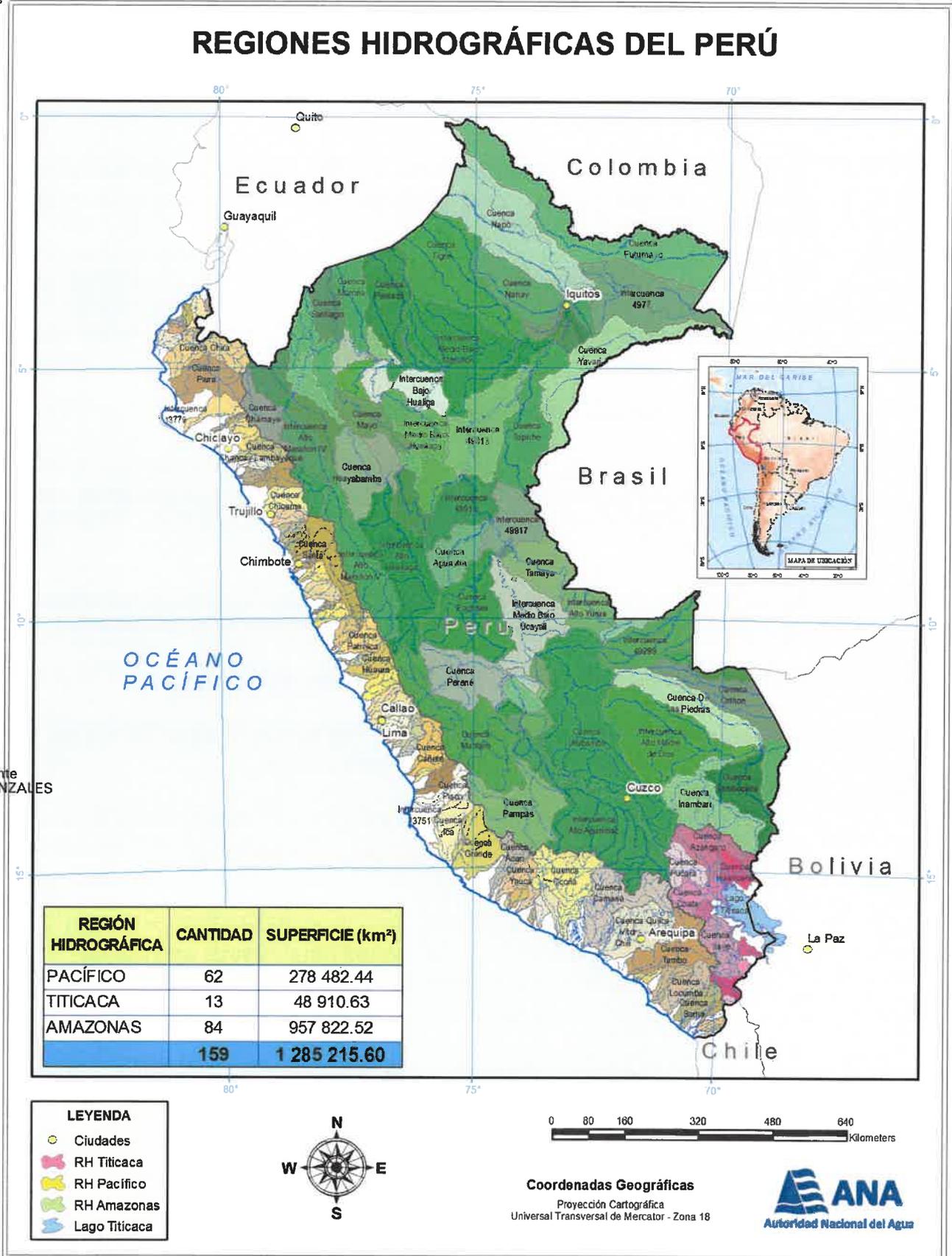


Figura n.º 2: Mapa de 159 Unidades Hidrográficas. ANA, Perú 2019.

6.2 IDENTIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA

Las 159 unidades hidrográficas principales del país, llamados también “unidades hidrográficas mayores” para los fines del presente Marco Metodológico, indistintamente del lugar donde se encuentren, poseen cabeceras de cuenca, donde tienen lugar las nacientes u origen de una red hidrográfica.

La identificación es un proceso que permitirá identificar espacialmente las cabeceras de cuenca de cada una de estas unidades hidrográficas mayores, utilizando los métodos Pfafstetter y Strahler, respectivamente.

En tal sentido, la identificación de las cabeceras de cuenca se realizará basándose en el “Mapa Oficial de Unidades Hidrográficas del Perú” (INRENA, 2008) a escala 1:100 000¹², por constituir unidades hidrográficas de análisis para la planificación y gestión de los recursos hídricos.

Método Pfafstetter para codificación de cursos de agua

La delimitación de unidades hidrográficas mediante la asignación de códigos permite definir la ubicación espacial y jerarquización de los cursos de agua; además de relacionarla con sus tributarios; establece una relación directa de la cuenca y sus cursos de agua. ¹³ (Véase figura n.º 3).

Experiencias internacionales en codificación de redes hídricas con esta aplicación tenemos a la Agencia Nacional del Agua de Brasil¹⁴ y la Agencia Europea del Medio Ambiente¹⁵.

Características principales del método Pfafstetter en cursos de agua

- A cada curso se le asigna el código que comprenda a su unidad hidrográfica, que puede ser de tipo cuenca, intercuenca o cuenca interna.
- La distinción entre curso de agua principal y tributario está en función del área de drenaje. Así, en cualquier confluencia, el curso de agua principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre ambos.
- En aquel curso de agua cuyo último dígito de codificación sea par (2,4,6,8), serán considerados “tributarios”, los cuales confluirán en el curso de agua principal.
- En aquel curso de agua cuyo último dígito sea impar (1,3,5,7,9), serán considerados “tramos del curso de agua principal”.
- El número de dígitos que posee un tramo de curso de agua expresa el nivel en que se encuentra dicho elemento hídrico.
- La naciente de un curso de agua aplica el método de determinación del curso de agua principal en función al área de drenaje.

¹² Resumen Ejecutivo de la Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. ANA, Perú 2008.

¹³ Clasificación de Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. ANA, Perú 2018.

¹⁴ Topología Hídrica. ANA, Brasil 2006.

¹⁵ EEA Catchments and Rivers Network System - European Environment Agency. Denmark 2012.

- Confluencia, es el encuentro de un curso de agua tributario con otro curso de agua mayor.
- Desembocadura, es el punto en la que los cursos de agua desembocan en el mar o lago.
- La codificación permite ubicar hidrográficamente el tramo de un curso de agua mediante la interpretación de los dígitos de su código.
- En la automatización SIG¹⁶, a cada curso de agua comprendido en los tres diferentes tipos de unidades hidrográficas (cuenca, intercuenca e interna), le corresponde un registro en la tabla de atributos.

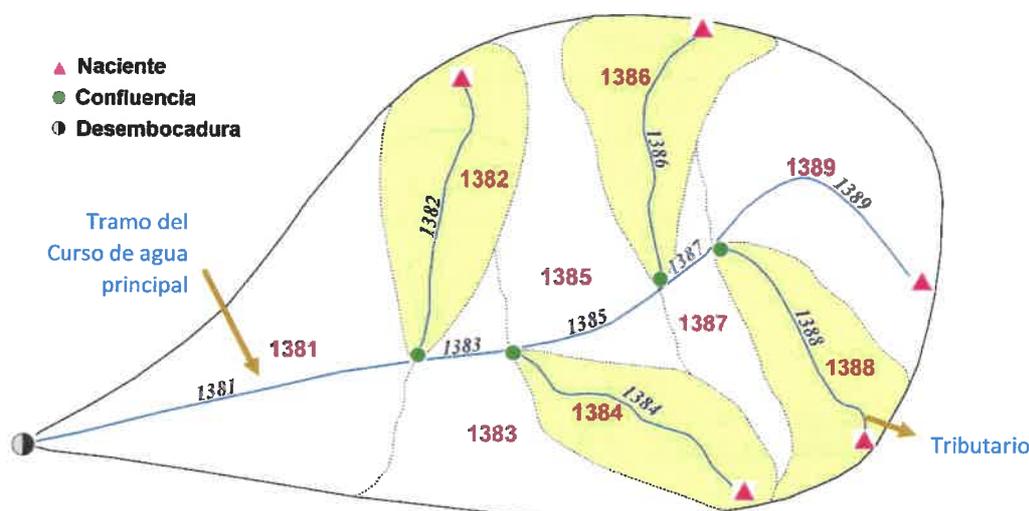


Figura n.º 3: Topología hídrica. ANA (2018)

Método Strahler para ordenación de cursos de agua:

Se utiliza el método Strahler porque permite, localmente, ordenar de manera secuencial los cursos de agua de una red hídrica, desde aguas arriba hacia aguas abajo.

A las cabeceras de cuenca les corresponde el orden 1 del límite perimétrico o divisoria de aguas de cada una de las 159 unidades hidrográficas principales del Perú.

El método de ordenación de cursos de agua o jerarquización hidrográfica de Strahler fue diseñado por el geógrafo y geólogo Arthur Newell Strahler (1957), sobre la base a la innovación de la metodología diseñada por Horton en 1945, a la cual introdujo criterios de ordenación y secuencia, descartando el criterio de predominancia de longitudes mayores que proponía el método Horton. Este método se usa para definir el tamaño de un cauce, basándose en la jerarquía de los afluentes. (Véase figura n.º 4)

Características principales del método Strahler

- Se asigna el orden 1 a todos los cursos de agua sin afluentes, conocidos como cursos de agua de primer orden. Este orden concuerda con la definición de cabecera de cuenca

¹⁶ Sistema de Información Geográfica

contemplado en el artículo 75° de la LRH modificado por la Ley N° 30640 "Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca".

- Cuando dos cursos de agua del mismo orden se intersecan, su clasificación aumenta; así el curso de agua que se forma por la unión de dos afluentes de primer orden será un curso de agua de segundo orden.
- La intersección de dos cursos de agua de segundo orden creará un curso de agua de tercer orden, y así sucesivamente.
- La intersección de dos cursos de agua de distintos órdenes no aumentará el orden de ninguno de ellos. Por ejemplo, la intersección de un curso de agua de primer orden con otro de segundo orden no creará un curso de agua de tercer orden, el curso de agua continuará siendo de segundo orden.

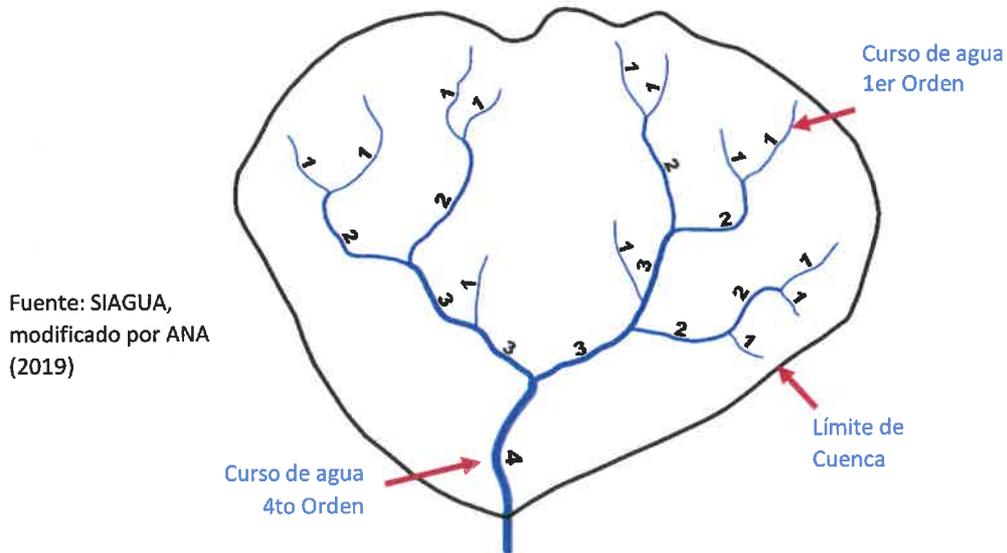


Figura n.º 4: Método Strahler (1957)

Criterios técnicos para la identificación de cabeceras de cuenca

i. Acondicionamiento de la red hídrica vectorial

El proceso tiene como insumo base la información digital vectorial de la red hidrográfica de la Carta Nacional Topográfica 1:100 000.

Este proceso consiste en establecer la conectividad integral de la red hídrica, incluyendo los cuerpos de agua, tal como se muestra en la figura n.º 5; así como, realizar el acondicionamiento topológico para corregir errores y garantizar la validación de los datos de este.

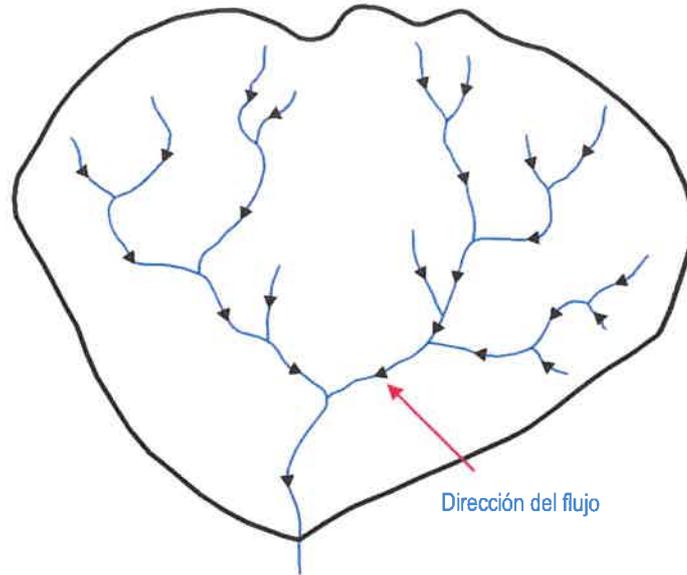


Figura n.º 5: Conectividad hidrológica

El nodo inicial de un vector constituye el punto naciente de un curso de agua (aguas arriba).

El nodo final de un vector constituye el punto de confluencia hacia un curso de agua mayor o desembocadura al mar o lago (aguas abajo). (Véase figura n.º 6)

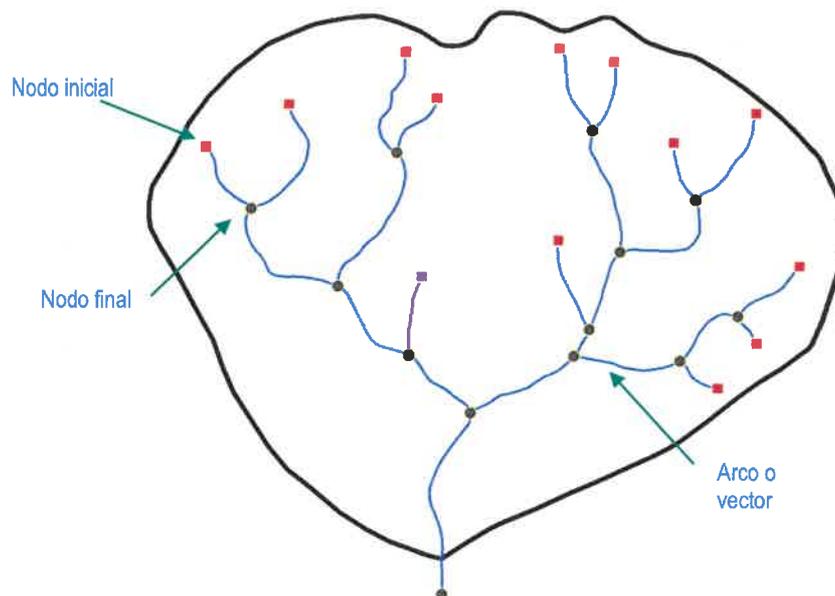


Figura n.º 6: Topología de Nodos

ii. Codificación de la red hídrica vectorial

El proceso de codificación de cursos de agua está estrechamente relacionado a la delimitación y codificación de las unidades hidrográficas en los niveles superiores hasta llegar al último tributario, donde se inicia los cursos de agua. (Véase figura n.º 7)

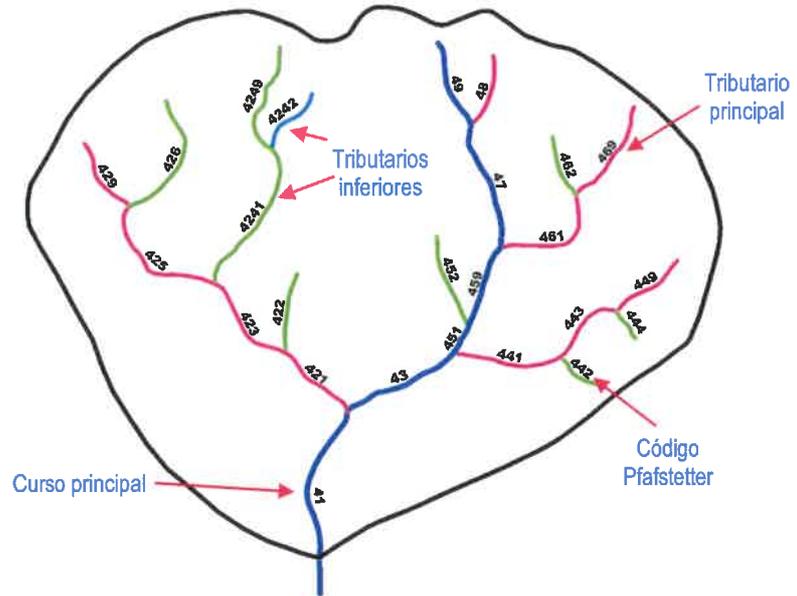


Figura n.º 7: Codificación de cursos de agua, método Pfafstetter

En este proceso, es de importancia el empleo de los MDE de preferencia de 1" de arco o 30 metros de resolución espacial¹⁷; ya que a través de la acumulación de flujo se puede identificar rápidamente los cursos de agua principales y los tributarios de cada unidad hidrográfica; por otro lado, es la que mejor se adecua a la Carta Nacional Topográfica 1:100 000.

iii. Ordenación de la red hídrica vectorial

La red hidrográfica final debe estar conformada por el conjunto de cursos de agua, correcta y secuencialmente integrados con un orden jerárquico 1 en sus nacientes y conforme se van uniendo a otros cursos de agua de igual orden, van adquiriendo un orden jerárquico mayor (2, 3, 4, etc.).

De acuerdo con su ubicación en la cuenca, estos cursos de agua son de tres (03) tipos, tal como se muestra en la figura n.º 8.

¹⁷ Link de descarga: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

scaneado digitalmente por
Luis SALAZAR RAMIREZ
Código FAU 20520711865
Formato: Doy V° B°

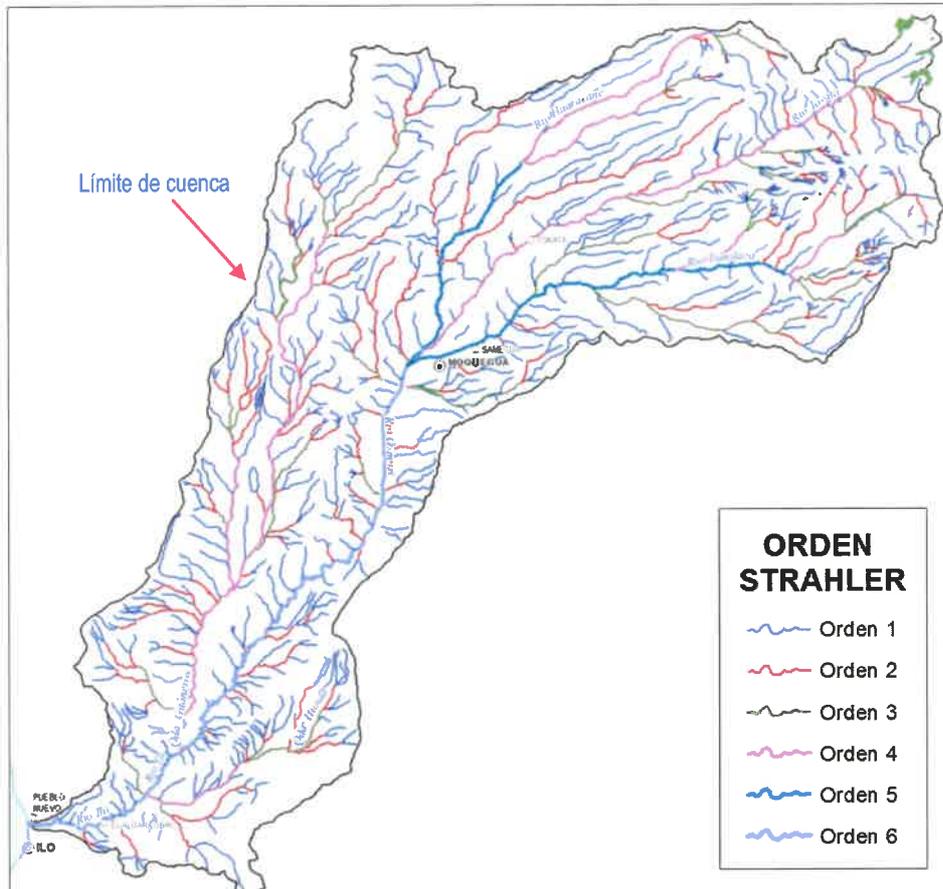


Figura n.º 9: Cuenca Moquegua - Ordenación de cursos de agua aplicando el Método Strahler.

6.3 DELIMITACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA

La delimitación es un procedimiento cartográfico que consiste en delinear manualmente el área de la cabecera de cuenca a través de los métodos analógico y semiautomático, tomando como referencia el límite del *divortium aquarum* de la unidad hidrográfica mayor.

El método analógico, consiste en una delimitación manual en pantalla, sobre la información topográfica de la Carta Nacional 1:100 000, mediante la lectura directa de las curvas de nivel¹⁸. El método semiautomático, se realiza mediante el empleo de MDE, el cual deberá contar con una resolución espacial de 1" de arco (30 metros), con el propósito de mantener la compatibilidad con la escala de la Carta Nacional. Véase en la figura n.º 12 la delimitación gráfica de cabeceras de cuenca orden 1.

Criterios técnicos para delimitación de cabeceras de cuenca

i. Seleccionar los cursos de agua de orden 1

Una vez terminado el proceso de ordenación de los cursos de agua de la red hídrica, se procede al aislamiento de los cursos de agua iniciales (órdenes 1) en el perímetro de la unidad hidrográfica mayor (línea divisoria), con el propósito de delimitar el ámbito de las cabeceras de cuenca. (Véase figuras n.º 10 y 11)

¹⁸ Manual de procedimientos de delimitación y codificación de unidades hidrográficas. INRENA 2003.

scaneado digitalmente por
Luis SALAZAR GONZALES
Código FAU 20520711865
Formato: Doy V° B°

ii. Delimitación de las cabeceras de cuenca

Consiste en delimitar los ámbitos de cuencas de las "mini" redes hídricas, conformadas por los cursos de agua previamente seleccionados. (Véase figuras n.º 11, 12 y 13)

Para lograr mejores resultados en cuanto a precisión, se recomienda la aplicación del método analógico y complementariamente se utilice MDE o imágenes satelitales para mejorar la delimitación final. (Véase figura n.º 14)

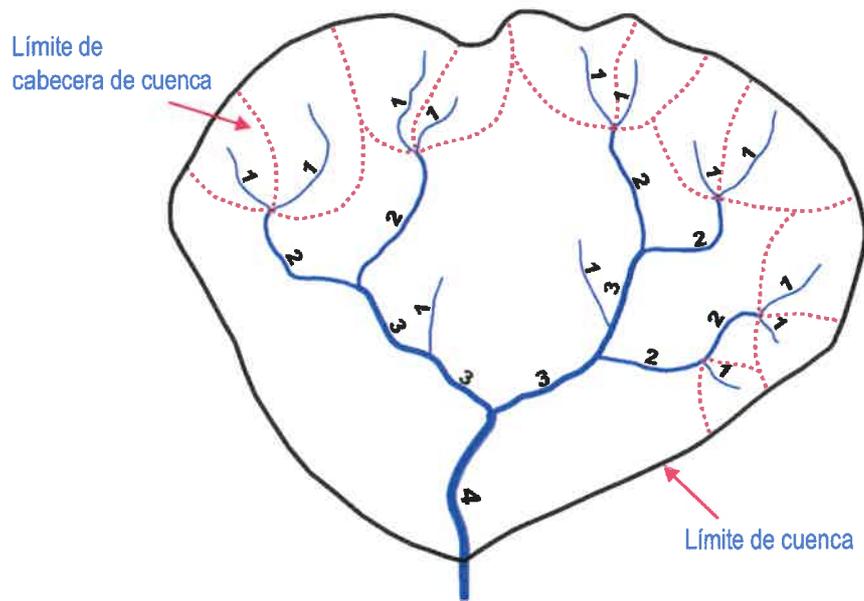


Figura n.º 12: Delimitación gráfica de cabeceras de cuenca

iii. Codificación de la cabecera de cuenca

Luego que los ámbitos de cabeceras de cuenca queden delimitados, éstas se codifican asignándose el código del curso de agua, lo que permitirá a futuro, construir una base geoespacial nacional y servirán de referencia para la delimitación a escalas de mayor detalle y precisión. (Véase figuras n.º 15 y 16)

Elaborado digitalmente por el Ing. Luis DIAZ RAMIREZ, C.I. 20520711865, con el Certificado de Profesionalidad FAU 20520711865, en el ámbito de la Ingeniería de Dredaje y Dragado. Documento: Doy V° B°

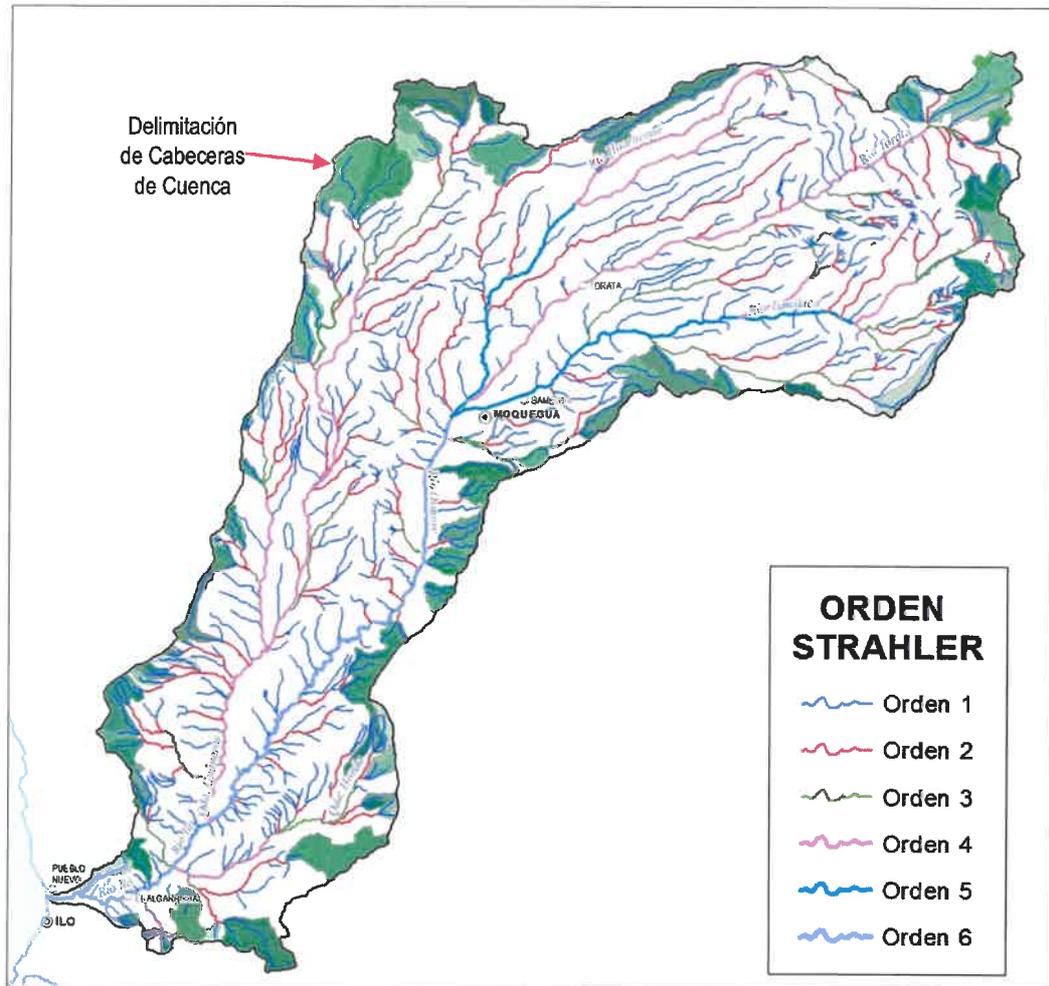


Figura n.º 13: Cuenca Moquegua - Delimitación de cabecera de cuenca

Elaborado digitalmente por el Ing. SALAZAR GONZALES, C.I. 20711865, con el Certificado de Profesionalidad FAU 20711865, en el ámbito de la Ingeniería de Dredaje y Dragado. Documento: Doy V° B°

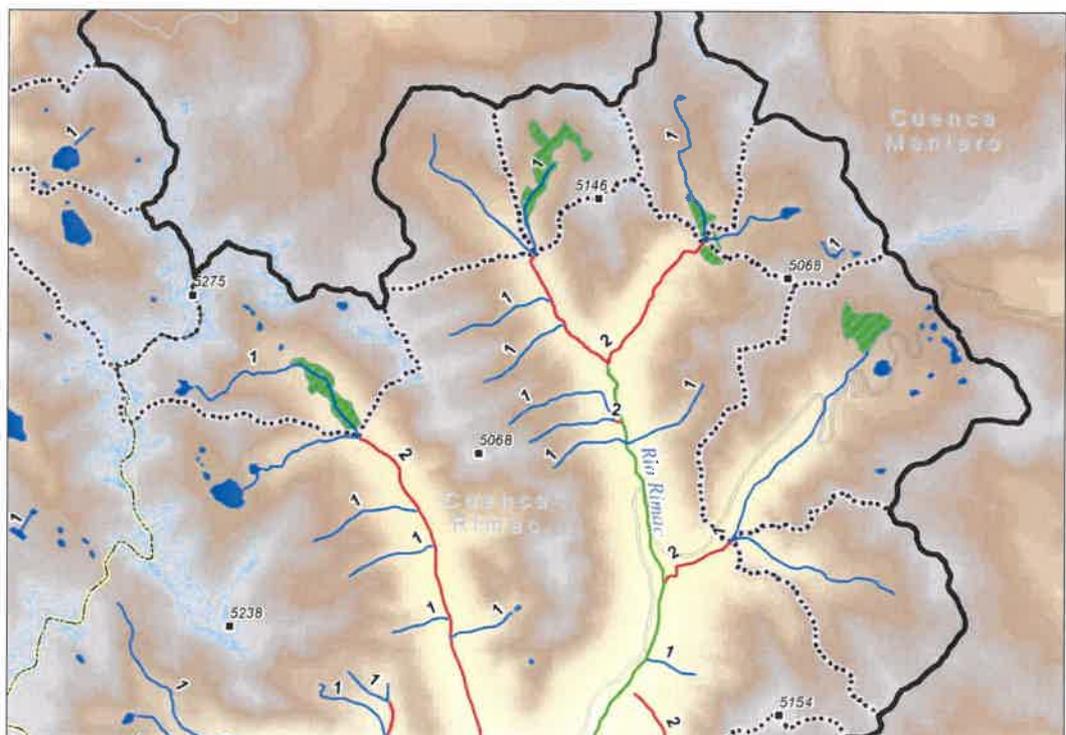


Figura n.º 14: Delimitación de cabeceras de cuenca asistida con MDE 30 m.

scaneado digitalmente por
 SALAZAR RAMIREZ Luis
 Documento FAU 20520711865
 Formato: Doy V° B°

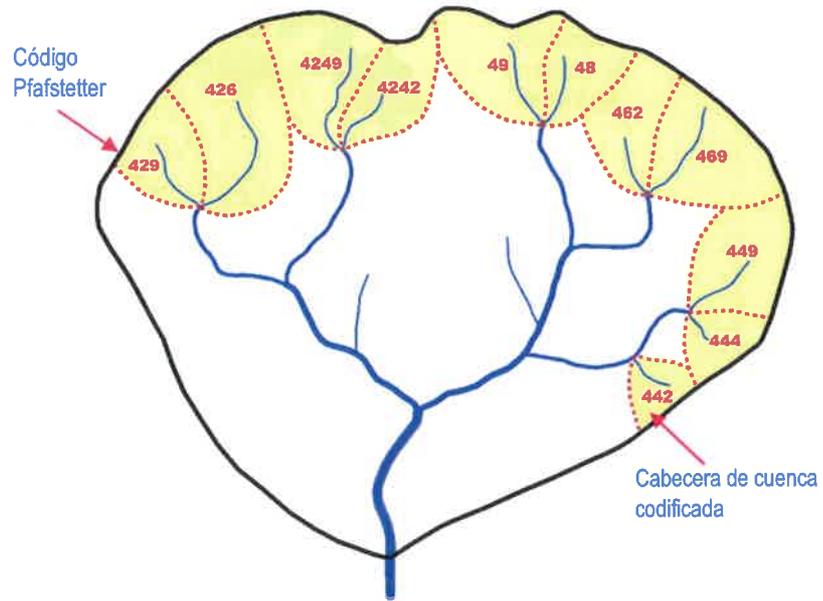
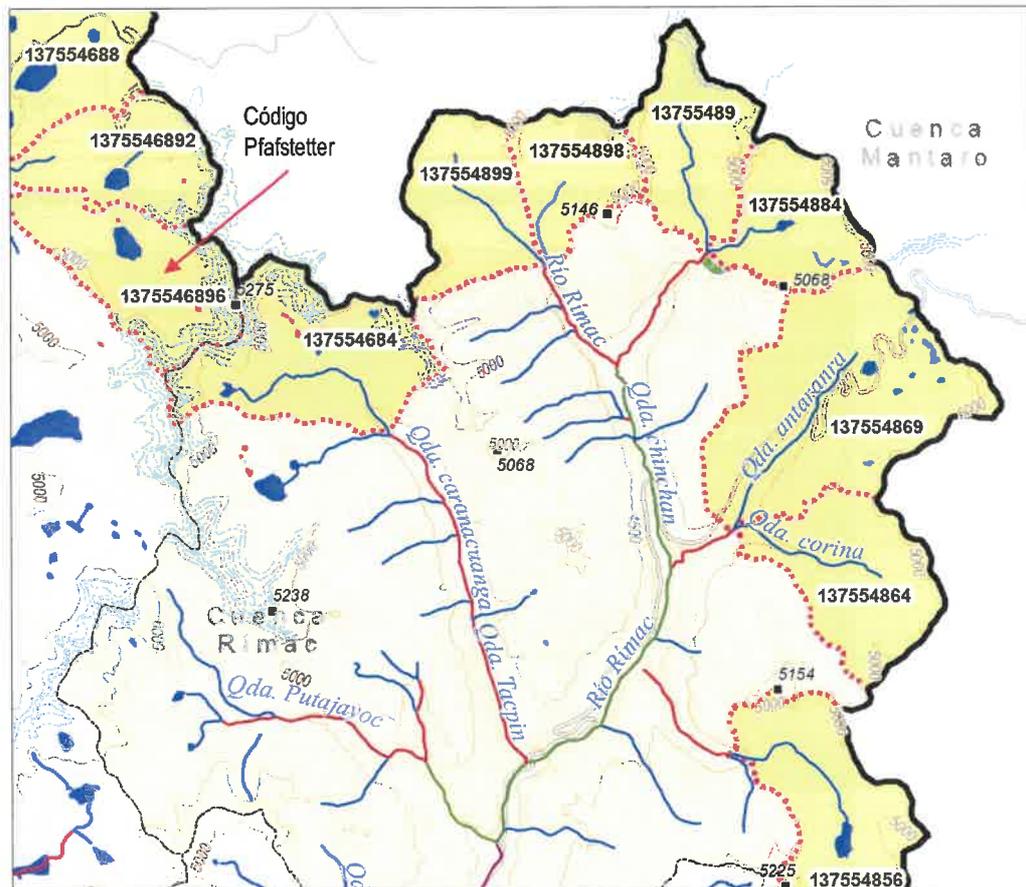


Figura n.º 15: Delimitación y codificación de cabecera de cuenca.



scaneado digitalmente por
 SALAZAR GONZALES
 Documento FAU
 20711865 hard
 Formato: Doy V° B°

Figura n.º 16: Delimitación de cabeceras de cuenca por el método analógico.
 Escala fuente 1:100 000 - Resultado Final.

iv. Casos especiales

- Excepcionalmente, en el caso que una laguna se encuentre dividida por el límite de la cabecera de orden 1, ésta será delimitada hasta que se incluya íntegramente en la cabecera de cuenca de orden 1. Véase figuras n.º 17 y 18.

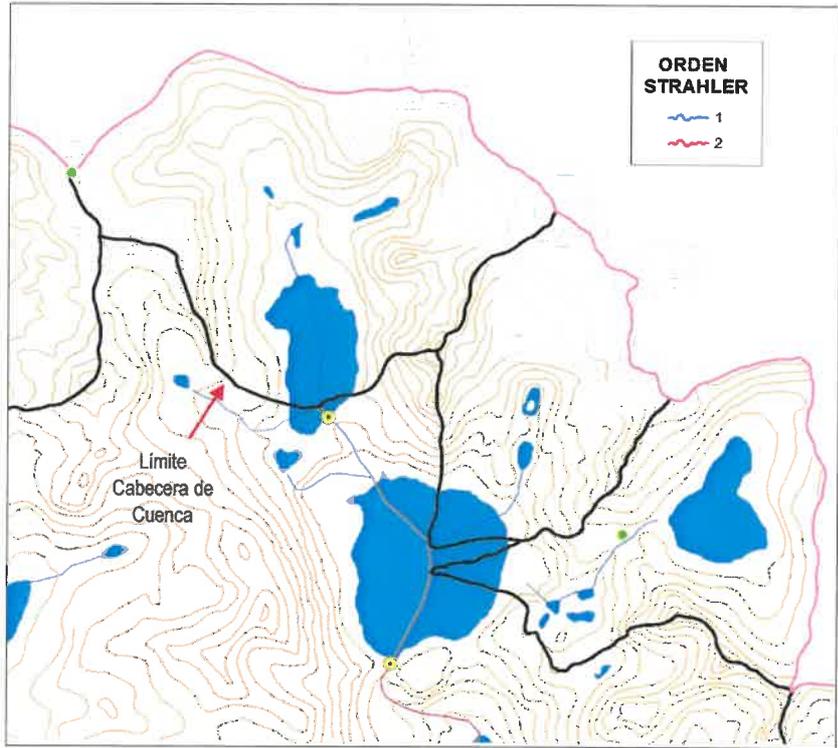


Figura n.º 17: Cabeceras de cuenca orden 1. Los límites atraviesan lagunas.

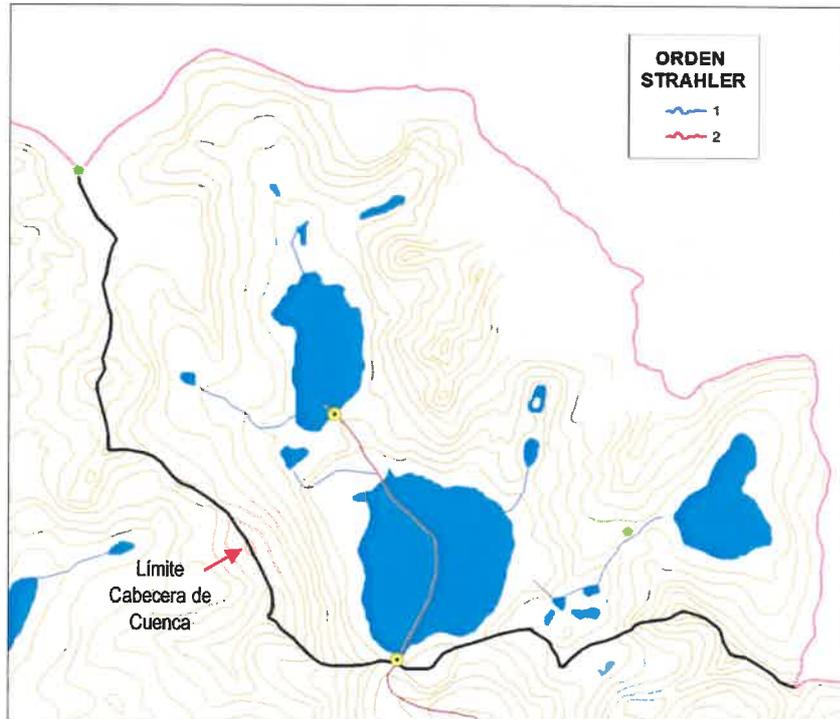


Figura n.º 18: Cabecera de cuenca orden 1 modificada. Se incluye íntegramente las lagunas.

- La cabecera de cuenca, cuyo curso de agua de primer orden no se encuentre registrado cartográficamente y; no obstante, su existencia sea confirmada mediante otras fuentes de información geoespacial, debe ser delimitada igualmente.
- En el caso de zonas de cabeceras sin existencia de cursos de agua (por la forma del relieve) y en cambio se identifiquen ecosistemas de importancia hídrica¹⁹, éstas se deben analizar cartográficamente para su delimitación.

En el cuadro n.º 2, se resume los criterios técnicos de identificación y delimitación de cabeceras de cuenca, cuyos procesos metodológicos se describen secuencialmente:

Cuadro Nº 2: Resumen de criterios técnicos para la identificación y delimitación de cabeceras de cuenca

	Orden	Criterio	Descripción
Identificación	1	<i>Acondicionamiento de la red hídrica</i>	<i>Se acondiciona topológicamente los cursos de agua de la red hídrica, a fin de proporcionarle conectividad hidrológica.</i>
	2	<i>Codificación de la red hídrica</i>	<i>Se codifica los cursos de agua de la red hídrica aplicando el método Pfafstetter, estableciendo una relación entre el curso de agua y la unidad hidrográfica que la contiene.</i>
	3	<i>Ordenación de la red hídrica</i>	<i>Se ordenan los cursos de agua de la red hídrica aplicando el método Strahler, asignándose secuencialmente el orden correspondiente a cada curso de agua, desde aguas arriba hacia aguas abajo.</i>
Delimitación	4	<i>Selección de los cursos de agua</i>	<i>Se seleccionan únicamente los cursos de agua de orden 1 y perimétricos a la unidad hidrográfica mayor, que son los cursos sin afluentes que inician la red hídrica. Estos definirán el ámbito hidrográfico de las cabeceras de cuenca.</i>
	5	<i>Delimitación de la Cabecera de Cuenca</i>	<i>Se delimita a través de procesos analógicos (delineación manual por pantalla), considerando las curvas de nivel de la Carta Nacional y pueden ser asistidos por modelos digitales de elevación para mejorar su precisión.</i>
	6	<i>Codificación de la Cabecera de Cuenca</i>	<i>Se codifica la cabecera de cuenca, asignándole el código del curso de agua obtenido en la identificación.</i>

Fuente: Elaboración propia.

¹⁹ MINAM ha identificado 10 (diez) ecosistemas claves relacionados al servicio ecosistémico de provisión de agua, véase pág. 39.

mado digitalmente
r DIAZ RAMIREZ Luis
erto FAU 20520711865
rd
tivo: Doy V° B°

v. Delimitación de cabeceras de cuenca aplicada

Tal como puede apreciarse en la figura n.º 19, las cabeceras de cuenca corresponden a los ámbitos de las cabeceras de cuenca órdenes 1, visualizados en el mapa a escala de impresión 1:170 000, que dan origen al curso de agua principal de la cuenca y están localizadas en su línea divisoria.

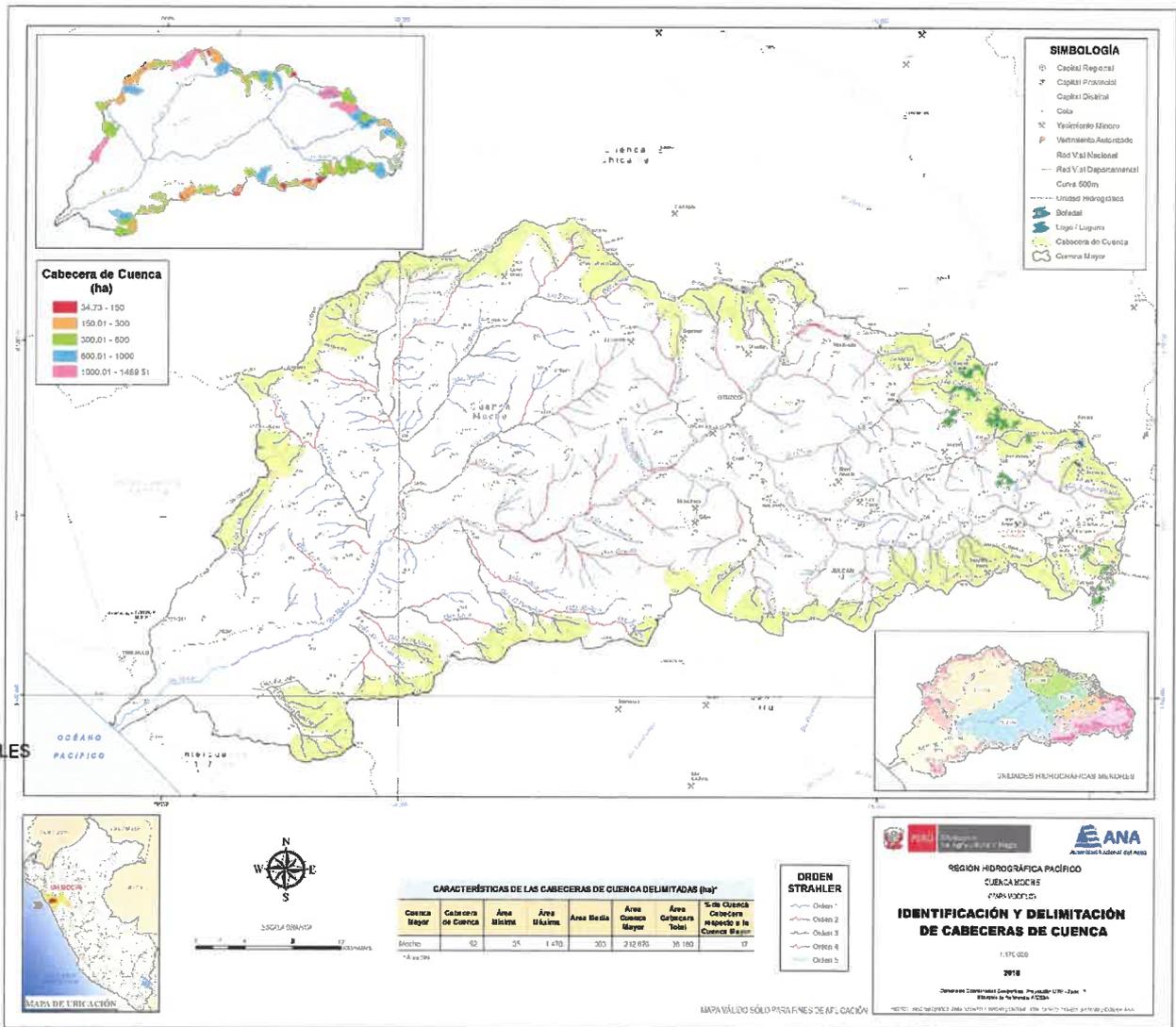


Figura n.º 19: Ejemplo: Cuenca Moche, Identificación y delimitación de cabeceras de cuenca.

6.4 ZONIFICACIÓN DE CABECERAS DE CUENCA

El artículo 14 de la LRH establece que la ANA es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del SNGRH, y en el marco de sus funciones²⁰, ejerce jurisdicción administrativa exclusiva en materia de aguas, (...); explícitamente establece que, debe reforzar las acciones para una gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso en las cabeceras de cuencas.²¹

En general, la zonificación es un procedimiento técnico que consiste en identificar áreas territoriales de características similares, ya sean estas ambientales, sociales o económicas; con el propósito de definir e implementar los mecanismos de gestión, prevención y regulación más adecuados para cada zona. (CEPAL, 2013)

La zonificación siempre será el soporte gráfico de lineamientos, determinaciones o acuerdos sobre lo que se quiere mantener, mejorar, o potenciar. La zonificación generalmente se expresa en categorías de ordenamiento que transitan desde áreas que cumplen funciones o usos específicos emanados de instrumentos vinculantes o normas que le dan soporte legal, para cumplir ciertas funciones en base a sus condicionantes, vocaciones, y potencialidades territoriales²².

La **zonificación** en cabeceras de cuenca es un proceso que consiste en determinar zonas territoriales homogéneas de respuesta hidrológica, a partir del análisis de variables relacionadas a la cantidad y calidad del agua de los ecosistemas.

La zonificación de las cabeceras de cuenca se constituirá en un instrumento técnico para la planificación de la gestión de los recursos hídricos en cuencas en el marco de la gestión integrada y un instrumento de gestión del territorio bajo el enfoque integral, cuyo objetivo es orientar la evaluación de la implementación de medidas especiales para su protección y conservación, conforme lo indica el artículo 75 de la LRH.

Modelo conceptual de la Zonificación

En ese contexto, la zonificación de las cabeceras de cuenca del presente Marco Metodológico, tiene por objetivo determinar zonas o *unidades de respuesta hidrológica, en adelante "URH"*, como resultado de la definición territorial de áreas homogéneas en relación a sus características climáticas, a su comportamiento y propiedades intrínsecas de aptitud hídrica y a su relación con los ecosistemas; donde el agua es considerada como recurso natural prioritario y el medio de vinculación entre las zonas de aguas arriba con las de aguas abajo, los efectos de las acciones sobre el agua en las partes altas se manifiestan en las zonas bajas.

Los resultados de la zonificación nos permitirán identificar las zonas con mayor capacidad de producción de agua en las cabeceras de cuenca, lo que podrá coadyuvar complementariamente en la gestión integral del agua en el resto de la cuenca mayor.

En ese sentido, tal como se muestra en el flujograma del modelo conceptual (Figura n.º20), tres (03) son los aspectos o variables considerados en el proceso de definición de las unidades de respuesta hidrológica: climatológica, hidrológica y ecológica. En el proceso, estas variables

²⁰ En el numeral 12 del artículo 15 de la misma.

²¹ Numeral 14 del mismo artículo.

²² Guía análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial. CEPAL 2013

quedan definidas por cuatro (04) indicadores (precipitación, rendimiento hídrico, retención hídrica y degradación), que finalmente posibilitarán la evaluación de las características de respuesta hidrológica en cabeceras de cuenca. Estos indicadores se describen a continuación: Un indicador climatológico:

- La precipitación es el principal sistema abastecedor de agua a los ecosistemas, en los cuales se realiza la transferencia de energía entre los componentes bióticos y abióticos, donde el agua representa el medio que hace posible esa funcionalidad.

Dos indicadores hidrológicos:

- El rendimiento hídrico o caudal específico, obtenida para cada ecosistema a partir de una base referencial (Lutz 1980 y Bernal 1955) y constituye el caudal de agua producido por el ecosistema por unidad de superficie, expresado en l/s/km².
- La retención o almacenamiento hídrico, es la reserva hídrica que resulta de la capacidad de retención hídrica del ecosistema, principalmente de la cobertura vegetal que lo conforma.

Indicador ecológico:

- La degradación, desde el punto de vista cantidad, está relacionada a la pérdida total o parcial de alguno de los componentes esenciales o factores de producción que alteran la estructura o funcionamiento del ecosistema que afecta su capacidad de proveer bienes y servicios, en este caso de regulación hídrica o control de la erosión.

Intrínsecamente, ha mayor degradación, es menor la capacidad de retención de sedimentos, menor la capacidad de infiltración de la precipitación y, por lo tanto, influye también en el deterioro de la calidad del agua.

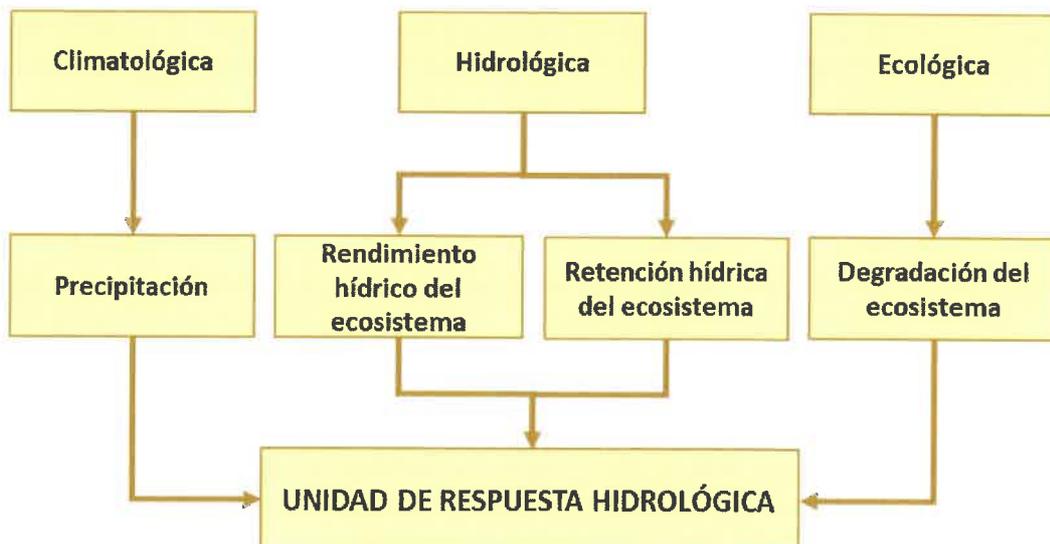


Figura n.º 20: Modelo conceptual de la zonificación en cabeceras de cuenca. ANA 2020

Variables del proceso

La información obtenida del Estado nos permitirá lograr un análisis a nivel de reconocimiento sistemático²³ que, coadyuvará a orientar a la conservación y protección de los recursos hídricos, bajo el enfoque de sostenibilidad; en ese contexto, posibilitará tomar conocimiento de las características hídricas que presenta la zona de las nacientes, de importancia para la planificación de la gestión integrada de los recursos hídricos en unidades hidrográficas y el desarrollo de actividades productivas sostenibles.

En este sentido, la información geoespacial considerada para el proceso de zonificación son el Mapa de Ecosistemas, como variable hidrológica, en función de cuyas unidades se estimaron el rendimiento hídrico y la capacidad de almacenamiento o retención hídrica, el Mapa de Isoyetas Año Normal como variable climatológica y el Mapa de Identificación de Áreas Degradadas como variable ecológica, en base al cual se estimó la degradación de los ecosistemas. Para la elección de estas variables se tuvo en consideración la homogeneidad de la información, con recubrimiento nacional, acorde con la escala de análisis (1:100 000) y la disponibilidad temática para estudios en cabeceras de cuenca.

Finalmente, los indicadores de estas variables son los que participan en el proceso de evaluación de la condición hídrica de la cabecera de cuenca; por tanto, es importante precisar el fundamento asociado a estos para su participación en el proceso de zonificación:

i. Precipitación

Esta información proviene del Mapa de Isoyetas Año Normal del Perú, elaborado por la ANA en el 2018. La precipitación es la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre, que tiene su origen en la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo).

La precipitación es uno de los procesos hidrometeorológicos de mayor importancia para la hidrología y junto a la evapotranspiración constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

La evaporación de la superficie del océano es la principal fuente de agua para la precipitación, se puede decir, que aproximadamente es el 90% de la precipitación que cae en el continente.

La humedad siempre está presente en la atmósfera, pero su presencia no garantiza que exista siempre la precipitación. Para que se produzca es indispensable la acción de algunos mecanismos que enfríen el aire lo suficiente como para llevarlo o acercarlo a la saturación. A medida que el vapor de agua va ascendiendo, se va enfriando y el agua se condensa de un estado de vapor a un estado líquido, formando la niebla, las nubes o los cristales de hielo. Luego que esta formación se lleve a cabo, generalmente se requiere la presencia de núcleos de condensación, alrededor de los cuales las moléculas del agua se pueden unir, como por ejemplo los aerosoles.

La precipitación es el factor desencadenante para los demás procesos hidrológicos y geomorfológicos sobre la superficial y sub-superficial del suelo, puesto que una vez que el agua se deposita en el terreno, esta puede infiltrarse, hasta saturar los poros del suelo,

²³ Normas generales para estudios integrados de recursos naturales. ONERN 1978.

Mapa digitalmente
elaborado por DIAZ RAMIREZ Luis
Código de Proyecto FAU 20520711865
Formato: Doy V° B°

en ese momento se produce la escorrentía directa, caso contrario puede dar inicio a procesos de erosión.

El agua de lluvia que queda en el suelo puede seguir uno de los tres subprocesos hidrológicos: la evapotranspiración, agua que vuelve a la atmósfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas; la percolación, agua que atraviesa la capa del suelo y fluye hacia los acuíferos; o agua que puede volver a la superficie como interflujo y flujo base.

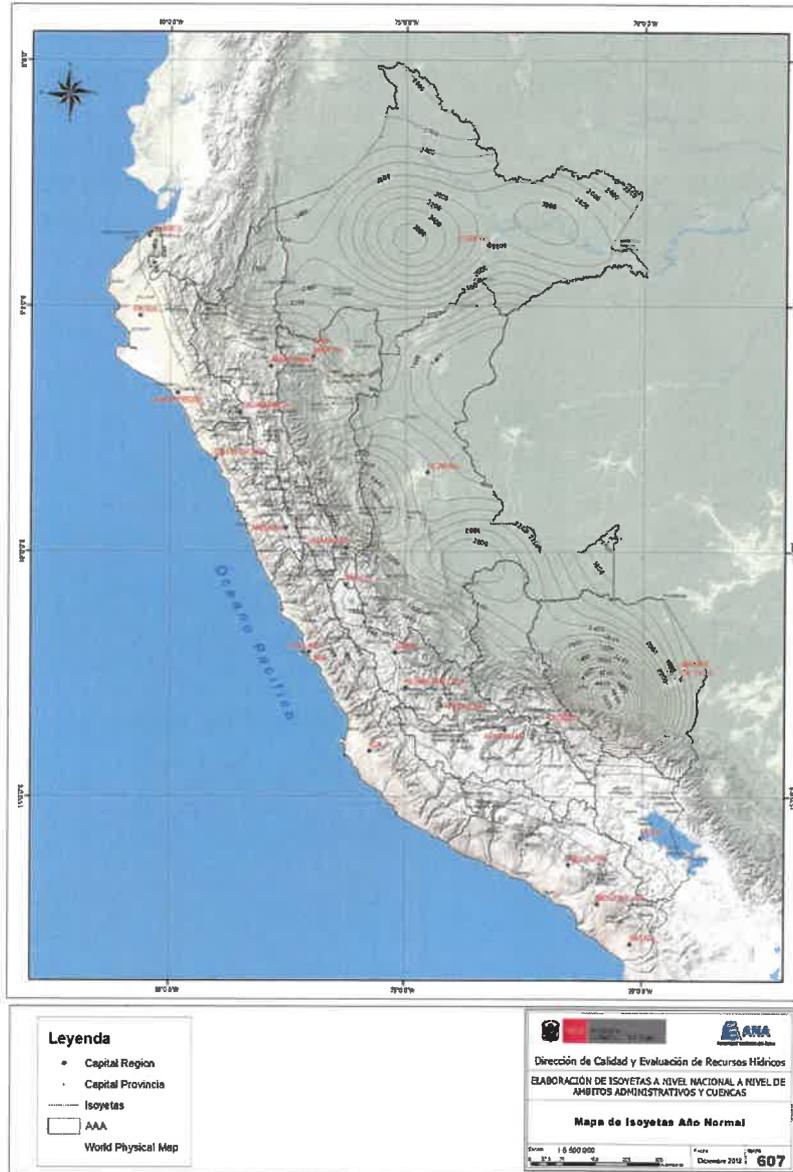


Figura n.º 21: Mapa de Isoyetas Año Normal. ANA 2018.

ii. Ecosistema en términos de rendimiento y retención hídrica

Los ecosistemas²⁴ son un “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional” y forman parte del patrimonio natural de la Nación, y dado que proporcionan bienes y

²⁴ Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú. MINAM 2018

modo digitalmente
r DIAZ RAMIREZ Luis
erto FAU 20520711865
rd
tivo: Doy V° B°

servicios a la población se constituyen en un capital natural; por tanto, su aprovechamiento debe ser sostenible y amparado por las políticas nacionales, sectoriales y regionales.

Factores como el crecimiento demográfico, el desarrollo económico y medidas político institucionales inciden en la transformación de los ecosistemas a un ritmo cada vez más acelerado, lo cual genera, el cambio de uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos, las especies exóticas invasoras y la contaminación, lo que sumado al cambio climático y los eventos naturales, genera una degradación ambiental creciente que amenaza el sustento y bienestar de las poblaciones actuales y las generaciones futuras.

El Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú consta de treinta y seis (36)²⁵ ecosistemas continentales y constituye un instrumento orientador para la mejor intervención en el territorio y para las acciones de gestión que se viene desarrollando en el país. (Véase figura n.º 22). Consta de once (11) ecosistemas para la región de selva tropical, tres (3) para la región yunga, once (11) para la región andina, nueve (9) para la región costa y dos (2) ecosistemas acuáticos. Para el proceso de zonificación, la variable ecosistema será evaluada en términos de rendimiento y retención hídricos.

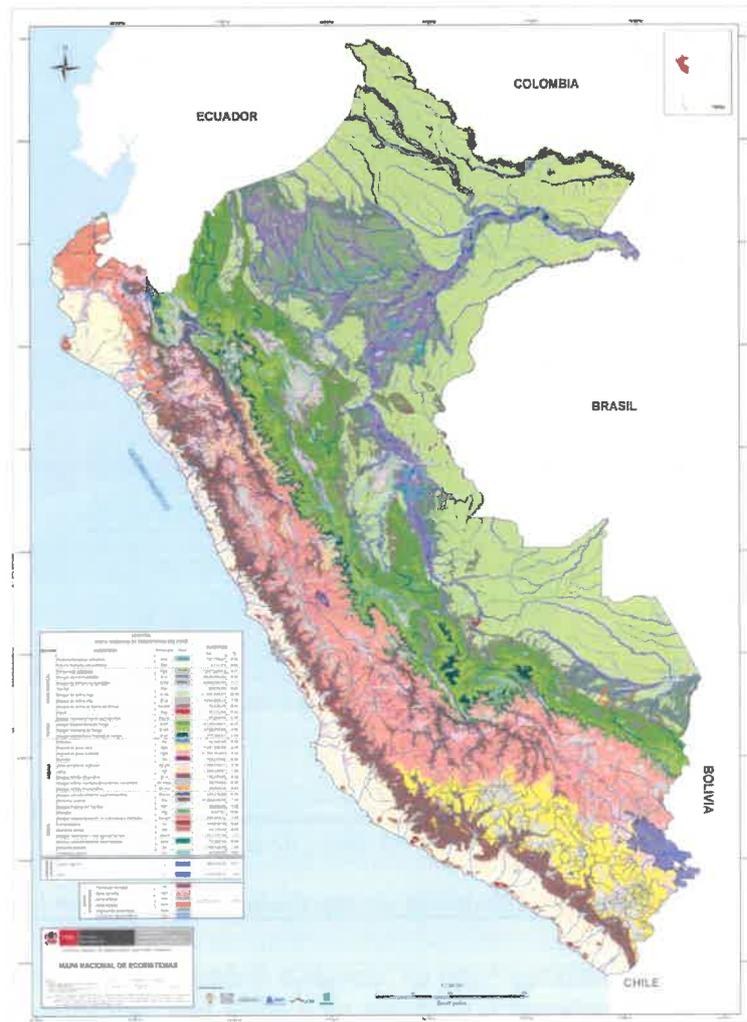


Figura n.º 22: Mapa Nacional de Ecosistemas, MINAM 2018.

²⁵ Aprobado con R.M. N° 440-2018-MINAM

a. **Rendimiento hídrico (caudal específico)**

Se elabora la matriz de *rendimiento hídrico* de los cuerpos de agua y formaciones hidromórficas, para estimar sus caudales específicos e identificar los mayores o menores valores, que serán de importancia en la determinación de la respuesta hídrica en cabeceras de cuenca. El caudal específico es el caudal expresado en litros por segundo que produce una determinada área en kilómetros cuadrados (l/s/Km²) y generalmente se usa para determinar el rendimiento hídrico de las cuencas por unidad de área.

Para los rendimientos hídricos extremos, se utilizaron valores ya determinados por expertos, producto de mediciones promedio anuales; así, mientras que para el rendimiento máximo (16 l/s/km²) se utilizó el modelo Lutz Scholz (1980)²⁶, para el menor rendimiento (2 l/s/km²) se empleó el modelo Bernal (1955)²⁷. Los mayores rendimientos hídricos se identifican por lo general en zonas de mayor recarga, en los cuerpos de agua llámense nevados, lagos, lagunas, cochas, lagunas represadas, cursos de agua, humedales y acuíferos altoandinos, inclusive. Estos son cuerpos de agua de mayor rendimiento hídrico, según refiere Lutz Scholz, con un caudal específico de 16l/s/Km².

Para los caudales específicos intermedios de la citada matriz, los valores fueron estimados a partir de los datos de precipitación y superficie de las zonas de vida, según ONERN (1980); estas zonas producen entre 3 y 12 l/s/km². Están comprendidos los bosques húmedos, bosques altoandinos, páramos, bosques secos, pastos naturales y prados, matorrales y zonas agrícolas. Según sus condiciones fitológicas y su ubicación latitudinal y altitudinal permiten retener y conservar el agua en el suelo.

Las coberturas de menor rendimiento hídrico se encuentran en las zonas deforestadas, sin vegetación o descubiertas, erosionadas y áridas costeras que, según Bernal producen un caudal específico promedio de 2 l/s/Km². Estas zonas son de características hidrológicas no deseables, permiten la escorrentía superficial y no permiten la recarga hídrica. Los caudales específicos fueron estimados inicialmente para las unidades de cobertura vegetal identificadas en el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015), los cuales fueron correlacionados con los ecosistemas del Mapa Nacional de Ecosistemas (MINAM, 2018).

Como resultado del citado proceso de correlación, se definieron los caudales específicos para los treinta y seis (36) ecosistemas y los seis (06) tipos de zonas intervenidas (Plantación forestal, zona agrícola, zona urbana, zona minera, vegetación secundaria y cuerpo de agua artificial). En el cuadro n.º 3, se muestra la asignación final de caudales específicos a las unidades de ecosistema.

Cabe indicar, que las estimaciones obtenidas tienen la precisión de las fuentes consultadas y los cálculos fueron realizados por especialistas en hidrología que, para el presente Marco Metodológico, **son aplicables únicamente para el nivel de reconocimiento sistemático a escala 1:100 000.**

²⁶ Lutz, S. (1980) Manual Generación de Caudales en la Sierra, Perú.

²⁷ Bernal, E. (1955), Hidrología de la Tierra, El agua y sus Aplicaciones, España.

scanned digitalmente
 por: DIAZ RAMIREZ Luis
 Fecha: 2015/07/20
 ID: 20520711865
 Tipo: Doy V° B°

Cuadro n.º 3: Matriz de caudales específicos referenciales para ecosistemas

Cobertura	Ecosistemas	Simbología	Descripción	Superficie (km²)	Caudal Específico (l/s/km²)	
Nevado, lago, laguna, cocha y laguna represada	Glaciar y Periglaciar	Zp-gla	Cuerpos de agua de mayor vulnerabilidad, puesto que tienen los mayores impactos al Cambio Climático.	29 595.78	16.0	(*)
	Lago y laguna	L		8 458.36	16.0	
	Cuerpo de agua artificial	Caa		177.12	16.0	
Curso de agua	Río	R	Cuerpos de agua tipo río, quebrada permanente o intermitente, que se necesita conservar en cabeceras de cuenca, puesto que estos alimentan a lagunas, bofedales y demás cuerpos de agua hacia aguas abajo.	12 881.40	16.0	(*)
Humedal	Pantano de palmeras	Ppal	Son ecosistemas de formaciones hidromórficas que albergan una variedad de fauna y flora, debido que son puntos de descarga del flujo base e interflujo, provenientes de los acuíferos y del agua infiltrada, dan origen a riachuelos, que posteriormente se convierten en ríos.	55 275.23	12.0	(*)
	Pantano herbáceo-arbustivo	Pha		7 955.86	12.0	
	Bofedal	Bo		5 481.76	12.0	
	Humedal costero	Hc		572.82	12.0	
	Manglar	Mg		64.28	12.0	
Bosque húmedo	Bosque aluvial inundable	B-ai	Permite retener y conservar el agua en los suelos, dando origen en gran medida el interflujo y flujo base, son las fuentes de recarga natural de acuíferos.	90 374.22	8.0	(**)
	Bosque de colina alta	B-ca		38 621.37	8.0	
	Bosque de colina baja	B-cb		318 009.47	8.0	
	Bosque de colina de Sierra del Divisor	B-cSD		714.28	8.0	
	Bosque de terraza no inundable	B-tni		48 057.12	8.0	
	Bosque estacionalmente seco oriental	Bes-or		871.74	7.0	
	Pacal	Pac		297.21	8.0	
	Varillal	Var		505.71	8.0	
	Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga	B-aY		23 768.61	8.0	
Bosque basimontano de Yunga	B-bY	82 384.90	8.0			
Bosque montano de Yunga	B-mY	45 282.46	8.0			
Páramo	Páramo	Pa	Herbazal con alta precipitación, ubicadas en el norte del país.	829.49	8.0	(**)
Bosque altoandino	Bosque estacionalmente seco interandino	Bes-in	Las mismas características del bosque húmedo, pero en menor grado.	5 358.67	7.0	(**)
	Bosque relicto altoandino	Br-a		1 569.72	7.0	
	Bosque relicto mesoandino	Br-ma		249.65	7.0	
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	Br-mvoc		907.04	7.0	
Bosque seco	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	Bes-cm	Conserva pocas características del bosque húmedo.	18 974.83	6.0	(**)
	Bosque estacionalmente seco de llanura	Bes-ll		14 524.89	6.0	
	Bosque estacionalmente seco ribereño	Besr		521.53	6.0	
	Bosque tropical del Pacífico	BtP		206.92	6.0	
Pasto natural y prado	Sabana húmeda con palmeras	Shp	Retienen el agua de forma superficial, no contribuye al flujo base, solo tendría influencia en el interflujo.	66.31	8.0	(**)
	Jalca	Jal		13 403.21	4.5	
	Pajonal de puna húmeda	Pjph		119 819.18	5.0	
	Pajonal de puna seca	Pjps		48 871.84	4.5	
	Loma costera	Lo		2 940.33	4.5	
	Pastizal / Herbazal	Vsec		2 980.78	3.0	
Vegetación Secundaria	Vsec	40 152.07	3.0			
Matorral	Matorral andino	Ma	La vegetación tiene pocas características retentivas del agua, estas servirán para protección del agua.	103 040.36	4.0	(**)
	Matorral xérico	Mx		641.76	4.0	
Área cultivada	Zona agrícola	Agri	Contribuye a la recarga artificial.	72 524.75	3.0	(**)
	Plantación Forestal	Pf		772.64	7.0	
Suelo descubierto	Desierto costero	Dc	Suelo por lo general depredado, característica hidrológica no deseable, que no contribuyen a la escorrentía superficial, ni a la recarga.	71 073.19	2.0	(***)
	Isla	R		1 862.33	2.0	
	Zona minera	Min		807.32	2.0	
	Zona urbana	Urb		2 460.75	2.0	

Fuente: Elaboración propia.

(*) Lutz, 1980, (**) ONERH, 1980 y (***) Bernal, 1955

scanned digitalmente
 por: SALAZAR GONZALES
 Fecha: 2015/07/20
 ID: 20711865
 Tipo: Doy V° B°

b. Retención hídrica

El concepto de retención hídrica es introducido por Lutz Scholz al desarrollar el modelo que lleva su nombre. Scholz define a la retención hídrica como la reserva hídrica que se obtiene restando los caudales mensuales menos la precipitación efectiva, esta reserva hídrica es almacenada en la cuenca (lagos, nevados, suelo, agua subterránea) en los meses de mayor precipitación y abastece a la escorrentía de la cuenca en los meses secos (más conocido como caudal base). Al almacenamiento del agua en la cuenca para Lutz Scholz, se denomina Gasto y el abastecimiento superficial se llama Abastecimiento.

Cada ecosistema tiene asociado un tipo de cobertura vegetal, la cual posee características específicas respecto a su capacidad de retención o almacenamiento de agua.

Los componentes vegetales de mayor tamaño tienen la capacidad de retener más agua que los de menor envergadura. Así, la capacidad de retención de un árbol será mayor que la de un arbusto y mucho mayor que la de una hierba.

A esta característica, se debe considerar además las condiciones morfológicas y climáticas de la zona, que en conjunto pueden desarrollar ambientes especiales de retención de agua.

En tal sentido, para la zonificación de cabeceras de cuenca el MINAM ha identificado 10 (diez) ecosistemas claves relacionados al servicio ecosistémico de provisión de agua:

- **Ecosistemas de la Región Yunga:**
Bosque basimontano de yunga
Bosque montano de yunga
Bosque altimontano (pluvial) de yunga
- **Ecosistemas de la Región Andina:**
Páramo
Pajonal de Puna Húmeda
Bofedal
Periglacial y Glaciar
Jalca
Bosque relictos altoandino
- **Ecosistemas Acuáticos:**
Lagos y lagunas

iii. Degradación

La información geoespacial de las áreas degradadas proviene del Mapa de Identificación de Zonas Degradadas del Perú, elaborado por el MINAM en el año 2018. Dicho estudio comprendió la identificación de áreas degradadas, el cual tipifica la fragmentación de bosques, la deforestación del 2001 al 2018, cambios en la cobertura vegetal y la pérdida de productividad primaria neta de los ecosistemas, el cual se basó en el análisis de los indicadores recomendados por la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha

modo digitalmente
r DIAZ RAMIREZ Luis
erto FAU 20520711865
rd
tivo: Doy V° B°

contra la Desertificación y la Sequía sobre NDT. Resultado de ello, al año 2018 se ha identificado 17'576,215 has de tierras degradadas. Véase figura n.º 23.

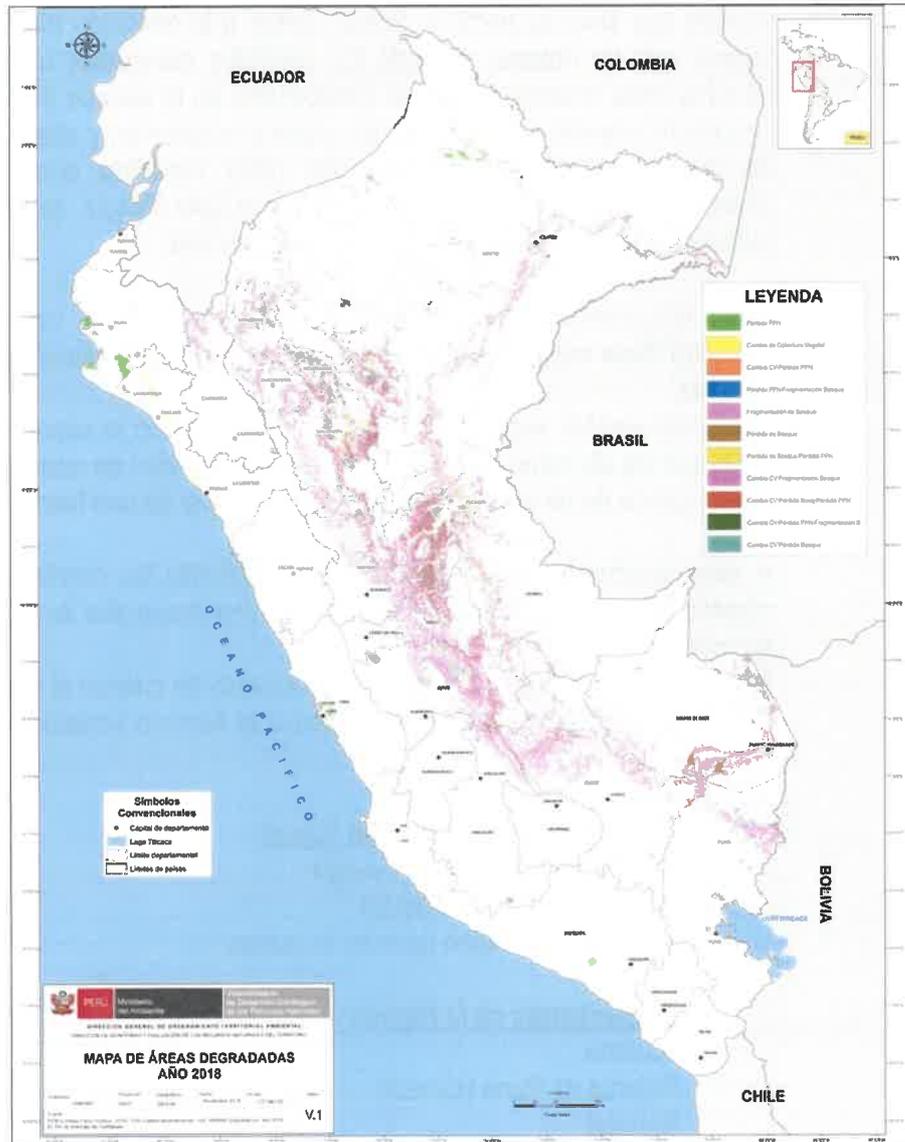


Figura n.º 23: Mapa de Áreas Degradadas, MINAM 2018.

La degradación participa como indicador para evaluar indirectamente la calidad y cantidad del agua. La alteración de la vegetación primaria producto de la deforestación provoca procesos erosivos en suelos descubiertos. En consecuencia, estas áreas degradadas afectan directamente a los ecosistemas, al ocasionar la "pérdida total o parcial de algunos de sus componentes esenciales (agua, suelo y especies), lo que altera su infraestructura natural y funcionamiento; disminuyendo, por tanto, su capacidad de mantener a los diferentes organismos vivos." (SINIA –MINAM, 2018).

Desde en el año 2018 hasta la actualidad MINAM viene trabajando en mejoras en cuanto a la resolución espacial de la información, sin perder el enfoque de los indicadores de la NDT, que integra un robusto análisis de series temporales del índice de vegetación normalizado (NDVI) del sensor MODIS, el uso de información oficial producida por el sector ambiente proporcionada por el Programa Nacional de Conservación de Bosques y

modo digitalmente
SALAZAR GONZALES
erto FAU
20711865 hard
tivo: Doy V° B°

Terra-i Perú, obteniendo una mayor certeza de la cuantificación de la degradación a nivel nacional. Dicha información es monitoreada y actualizada anualmente.

Criterios técnicos para la zonificación de cabeceras de cuenca

Los criterios de zonificación para obtener las zonas o unidades de respuesta hidrológica en cabeceras de cuenca se desarrollan de acuerdo con el modelo de zonificación propuesto en el presente Marco Metodológico.

Al igual que, para el establecimiento de criterios técnicos para la identificación y delimitación, al ser estos procesos secuenciales; los presentes criterios se describen según el orden correspondiente:

i. Variables e indicadores del proceso

El cuadro n.º 4 reúne las variables y sus respectivos indicadores considerados en el proceso de zonificación; así como, resume las características más resaltantes del origen de la información en cada caso.

Cuadro n.º 4: Matriz de variables e indicadores

Variable	Indicador	Descripción	Fuente
Climática	Precipitación	Mapa de Isoyetas Año Normal obtenidas a partir de 750 estaciones meteorológicas a nivel nacional	ANA. 2018
Hidrológica	Rendimiento	Es el caudal específico expresado en l/s/km ² obtenido a partir de estimaciones promedio	ANA. 2019
	Retención	Es la capacidad de retención hídrica del ecosistema	MINAM. 2019
Ecológica	Degradación	Mapa de Identificación de Áreas Degradadas, desde el punto de vista fragmentación de bosques, deforestación y cambios de la cobertura vegetal	MINAM. 2018

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro n.º 5 se muestran los indicadores considerados para la evaluación de la condición hídrica en cabeceras de cuenca, para los cuales se detallan el criterio de evaluación y sus grados de respuesta hidrológica.

Cuadro n.º 5: Matriz de valoración de indicadores

Variable	Indicador	Evaluación de la respuesta hidrológica	Métrica	Unidad	Respuesta hidrológica				
					Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Climatológica	Precipitación	Mayor precipitación, mayor respuesta hidrológica	Cantidad de lluvia por ecosistema	mm	< 250	250 - 500	500 - 1000	1000 - 2000	> 2000
Hidrológica	Rendimiento del ecosistema	Mayor rendimiento hídrico, mayor respuesta hidrológica	Caudal específico	l/s/km ²	< 3.9	3.9 - 4.9	4.9 - 6.9	6.9 - 11.5	11.5 - 16
	Retención del ecosistema	Mayor retención hídrica, mayor respuesta hidrológica	Grado de retención hídrica	Escala	1	2	3	4	5
Ecológica	Degradación del ecosistema	Mayor degradación, menor respuesta hidrológica	Área degradada / Área del ecosistema	Porcentaje	> 80	60 - 80	40 - 60	20 - 40	< 20

Fuente: Elaboración propia

ii. Normalización de variables

Debido a que las unidades de medida de los indicadores son diferentes, es necesario aplicar la normalización de sus valores, es decir llevarlos a una escala común, con la finalidad de que el análisis integrado se realice bajo una condición de homogeneidad y equidad.

Esta normalización puede ser resultado de procesos matemáticos automatizados o manuales. En el presente Marco Metodológico, para el proceso de zonificación de cabeceras de cuenca, se plantea la aplicación del método de la escala numérica de cinco niveles, con el empleo de los números enteros del 1 al 5, según las consideraciones que se muestra en el cuadro n.º 6:

Cuadro n.º 6: Escala de normalización de indicadores

Grado de respuesta hidrológica	Escala de normalización
Muy baja	1
Baja	2
Media	3
Alta	4
Muy alta	5

iii. Ponderación de indicadores

Si bien con la normalización se otorga uniformidad escalar a los valores de los indicadores para el análisis integral, no todos ellos deben de participar con el mismo orden de prioridad, pues según su implicancia o trascendencia respecto a la definición

de la respuesta hidrológica, debe asumir un peso concordante durante el proceso de análisis.

La ponderación de los indicadores es el resultado del empleo del Proceso de Análisis Jerárquico de Saaty²⁸ (técnica de evaluación multicriterio) que, si bien una misma ponderación podría funcionar para la mayoría de los casos, es recomendable definir, como mínimo, una ponderación específica para cada región hidrográfica o grupo de cuencas hidrológicamente similares, debido a las condiciones y características de cada una de ellas.

iv. Análisis espacial

El procedimiento del análisis espacial está en relación con el modelo de zonificación que se desea obtener y se realiza mediante la técnica de superposición, que consiste en combinar geoespacialmente capas temáticas y sus atributos respectivos para generar una nueva información.

El análisis espacial suele realizarse mediante el empleo de herramientas especializadas para este fin, propias de un SIG.

Acondicionamiento de la tabla de atributos

Los resultados de los procesos previos de normalización y ponderación de indicadores complementan las tablas de atributos de las capas temáticas con indicadores para el análisis espacial.

Superposición geoespacial

Integración espacial de las capas temáticas bajo criterios y consideraciones del modelo de zonificación.

Los nuevos espacios geográficos de integración generados son analizados a través de los indicadores combinados y, mediante la aplicación de una expresión matemática establecida para el modelo, se definen las URH.

²⁸ Anexo 5 y 6 del Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. CENEPRED 2015.

Cuadro n.º 7: Resumen de criterios técnicos para la zonificación de cabeceras de cuenca

	Orden	Criterio	Descripción
Zonificación	1	<i>Variables e indicadores del proceso</i>	<i>Se definen las variables e indicadores que participan en el modelo de zonificación: precipitación, rendimiento hídrico, retención hídrica y degradación.</i>
	2	<i>Normalización de indicadores</i>	<i>Se establece una escala común para los indicadores que participan en el modelo.</i>
	3	<i>Ponderación de indicadores</i>	<i>Mediante la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico se priorizan los indicadores participantes con la asignación de pesos a cada uno de ellos.</i>
	4	<i>Análisis espacial</i>	<i>Los resultados de la normalización y ponderación de indicadores son incorporados a sus respectivas tablas de atributos geoespacial. Como resultado de la superposición geoespacial de las capas temáticas se obtienen nuevos espacios geográficos de integración que definirán las zonas o unidades de respuesta hidrológica.</i>

Fuente: Elaboración propia.

v. Aplicación de los criterios técnicos para la zonificación en las cabeceras de cuenca de la unidad hidrográfica Jequetepeque

Tal como puede apreciarse en la figura n.º 24, del análisis espacial de la zonificación en las cabeceras de la cuenca mayor del Jequetepeque, se identifican las cinco (05) unidades de respuesta hidrológica distribuidas en 150 cabeceras de cuenca, siendo las de mayor significancia las unidades de respuesta hidrológica media (color verde) que representa el 51% y Alta (color celeste) el 44%. (Véase figura n.º 24 y cuadro n.º 8)

Las zonas de menor respuesta hidrológica se ubican mayormente en la parte baja de la cuenca mayor debido a la nula o escasa precipitación, con presencia de ecosistemas de desiertos costeros y zonas intervenidas.

Las zonas o unidades de mayor respuesta hidrológica se ubican en la parte media alta y alta de la cuenca mayor, con la presencia de aproximadamente 83 cuerpos de agua de tipo laguna localizados principalmente en las cabeceras de la cuenca menor San Miguel (noreste de la cuenca Jequetepeque).

Asimismo, desde el punto de vista ecosistémico, se identifican diez (10) ecosistemas de cobertura natural y cuatro (04) de cobertura antrópica, según su distribución y respuesta hidrológica, se observa la alta predominancia del ecosistema jalca, vegetación de tipo herbazal típica del norte del país; matorral andino, con distribución amplia a nivel nacional, ambos de origen natural y, zonas agrícolas con presencia de áreas de cultivos, de origen antrópico. (Véase cuadro n.º 9)

modo digitalmente
 r DIAZ RAMIREZ Luis
 erto FAU 20520711865
 rd
 tivo: Doy V° B°

Cuadro n.º 8: Ejemplo: Cuenca Jequetepeque, URH por significancia

Unidad	Respuesta Hidrológica	Área (km²)	Significancia (%)	Descripción
1	Muy Baja	9.121	1.198	Con precipitaciones entre 25 y 860 mm/año, presenta caudales específicos entre 2 y 3 l/s/km²; en ecosistemas de desierto costero; con capacidad de retención hídrica muy baja y niveles altos de superficie de degradación.
2	Baja	30.066	3.947	Con precipitaciones entre 25 y 875 mm/año, presenta caudales específicos entre 2 y 3 l/s/km²; en ecosistemas de desierto costero; con capacidad de retención hídrica muy baja y niveles muy bajos de superficie de degradación.
3	Media	385.110	50.561	Con precipitaciones entre 75 y 875 mm/año, presenta caudales específicos entre 3 y 7 l/s/km²; en ecosistemas de bosque estacionalmente seco ribereño (algarrobal), matorral altoandino, jalca, bofedal, bosque relicto montano de vertiente occidental, bosque estacionalmente seco de llanura y bosque estacionalmente seco de colina y montaña; con capacidad de retención hídrica baja y niveles muy bajos de superficie de degradación.
4	Alta	335.583	44.058	Con precipitaciones entre 250 y 925 mm/año, presenta caudal específico entre 4.5 y 7 l/s/km²; en ecosistemas de jalca, bosque relicto montano de vertiente occidental y bosque estacionalmente seco de colina y montaña; con alta capacidad de retención hídrica y niveles muy bajos de superficie de degradación.
5	Muy Alta	1.626	0.213	Con precipitaciones de 925 mm/año, presenta caudal específico mayor o igual a 12 l/s/km², en ecosistemas de bofedales, con muy alta capacidad de retención hídrica y muy bajos niveles de superficie de degradación.

modo digitalmente
 SALAZAR GONZALES
 erto FAU
 20711865 hard
 tivo: Doy V° B°

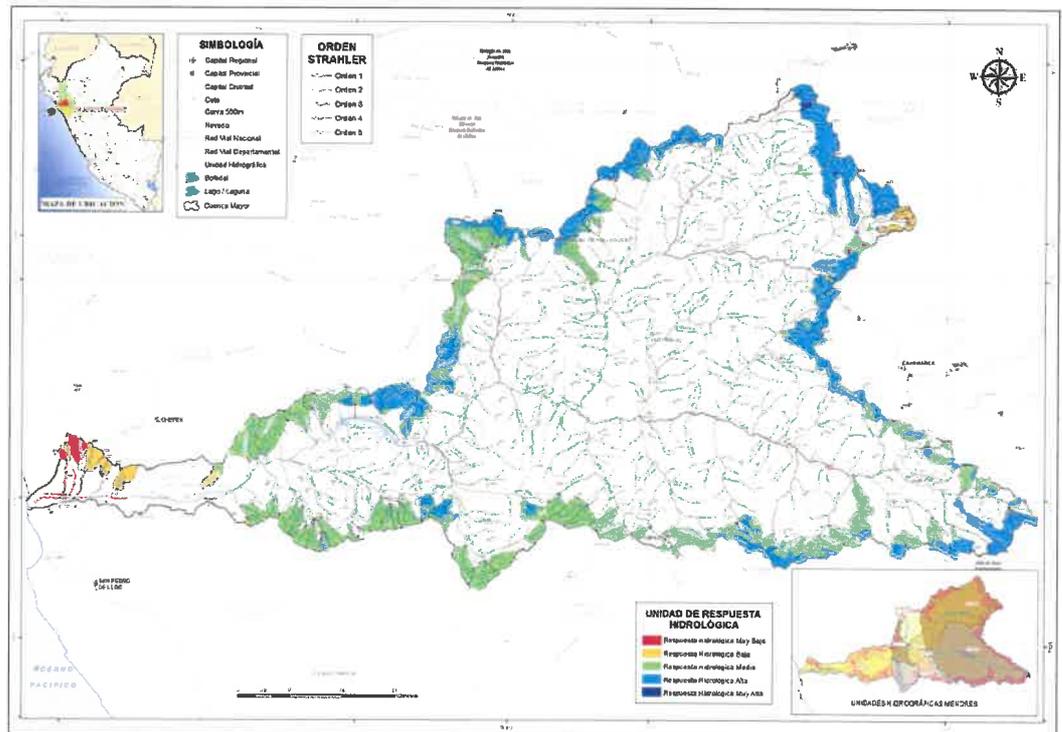


Figura n.º 24: Ejemplo: Cuenca Jequetepeque, zonificación de cabeceras de cuenca.

modo digitalmente
r DIAZ RAMIREZ Luis
erto FAU 20520711865
rd
tivo: Doy V° B°

Cuadro n.º 9: Ejemplo: Cuenca Jequetepeque
Distribución de ecosistemas, según su respuesta hidrológica

UNIDAD DE RESPUESTA HIDROLÓGICA	ECOSISTEMA	CANTIDAD	ÁREA (km²)	%
MUY BAJA	Desierto costero	2	6.826	74.842
	Zona agrícola	1	0.011	0.119
	Zona minera	1	2.284	25.039
		4	9.121	100.000
BAJA	Desierto costero	10	17.290	57.509
	Zona agrícola	6	4.021	13.375
	Zona minera	5	8.142	27.082
	Zona urbana	4	0.612	2.034
	25	30.066	100.000	
MEDIA	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	15	32.151	8.349
	Bosque estacionalmente seco de llanura	4	0.987	0.256
	Bosque estacionalmente seco ribereño (Algarrobal)	11	2.744	0.713
	Cuerpo de agua artificial	1	0.557	0.145
	Jalca	1	2.411	0.626
	Matorral andino	92	197.289	51.229
	Plantación Forestal	3	2.548	0.662
	Zona agrícola	58	146.422	38.021
	185	385.110	100.000	
ALTA	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	20	61.755	18.402
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	9	8.818	2.628
	Jalca	80	231.222	68.901
	Plantación Forestal	34	33.788	10.069
	143	335.583	100.000	
MUY ALTA	Bofedal	4	1.126	69.276
	Lago y laguna	4	0.500	30.724
	8	1.626	100.000	

De los resultados que pueden desprenderse de este proceso, además de lo ya descrito, es posible estimar la trascendencia de la zonificación en la gestión integrada de los recursos hídricos, al poder constituirse *complementariamente* en un instrumento orientador para la gestión de la cantidad, calidad, oportunidad, cultura del agua y adaptación al cambio climático y eventos extremos en las cuencas del país.

Es relevante mencionar que, el modelo de zonificación puede ser enriquecido con variables e indicadores, según la información temática disponible verificando que dicha información y su expresión cartográfica aporte en el sentido y definición de los objetivos que persigue la zonificación en cabeceras de cuenca.

modo digitalmente
SALAZAR GONZALES
erto FAU
20711865 hard
tivo: Doy V° B°

VII. CONSIDERACIONES FINALES

En el marco de la Ley N° 30640 “Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca” el presente Marco Metodológico cumple el mandato de establecer los criterios técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. En ese contexto las Cabeceras de Cuenca son aquellas zonas localizadas en las nacientes de los cursos de agua y perimétricas de la unidad hidrográfica mayor, drenadas por cursos de agua de orden 1, según el Método Strahler y sobre la base de la carta nacional 1:100 000 del IGN.

El proceso de identificación de la cabecera de cuenca nos permite identificar espacialmente las cabeceras de cuenca de una unidad hidrográfica mayor, utilizando los métodos de Pfafstetter y Strahler, respectivamente.

Por otro lado, la delimitación es un procedimiento cartográfico que consiste en delinear manualmente el área de la cabecera de cuenca a través del método analógico y semiautomático, tomando como referencia el límite del *divortium aquarum* de la unidad hidrográfica mayor.

La zonificación en cabeceras de cuenca es aquel proceso que consiste en determinar zonas territoriales homogéneas de respuesta hidrológica, a partir del análisis de variables relacionadas a la cantidad y calidad del agua de los ecosistemas.

La aplicación de los criterios técnicos para la zonificación en cabeceras de cuenca nos ayuda a estimar la trascendencia de la zonificación en la gestión integrada de los recursos hídricos, y constituirse *complementariamente* en un instrumento orientador para la gestión de los recursos hídricos en las cuencas del país, enmarcado en los ejes, estrategias y lineamientos de acción establecidos en la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.

Las Unidades de Respuesta Hidrológica que es el resultado de la zonificación, a ser proporcionada por la ANA, serán utilizadas como referencia para el desarrollo de actividades de cualquier sector público, privado o mixto, quienes realizarán los estudios específicos en el contexto local donde se desarrollarán las actividades.

En el Anexo A se muestra el esquema conceptual de procesos de identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca y en el Anexo B, se describe el glosario de términos empleados en el documento para la comprensión de su contenido.

Finalmente, el presente marco metodológico fue elaborado en coordinación con los sectores competentes del MINAM, Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Economía y Finanzas y otros, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley N° 30640 “Ley que modifica la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, mediante el establecimiento de los criterios técnicos para la identificación y delimitación de las cabeceras de cuenca”, quienes aportaron valiosa información, criterios y enfoques que dieron como resultado los criterios plasmados en el presente marco metodológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMA. (2012) Agencia Europea del Medio Ambiente, Catchments and Rivers Network System, Dinamarca.
- ANA. (2006) Agencia Nacional del Agua, Topología Hídrica, Brasil.
- ANA. (2014) Autoridad Nacional del Agua, Inventario de Glaciares del Perú, Ancash, Perú.
- ANA. (2016) Autoridad Nacional del Agua, Actualización de Unidades Hidrográficas y Codificación de Fuentes de Agua Superficial, Perú.
- ANA. (2018) Autoridad Nacional del Agua, Clasificación de cuerpos de Agua Continentales Superficiales, Perú.
- ANA. (2018) Autoridad Nacional del Agua, Informe Final del Isoyetal a Nivel Nacional, Perú.
- ATDR Acarí Yauca Puquio (2004), Estudio Hidrológico de la Cuenca del Río Acarí, Perú.
- Bernal, E. (1955), Hidrología de la Tierra, El agua y sus Aplicaciones, España.
- CCGUC. (2009) Centro de Cambio Global-Universidad Católica de Chile, Stockholm Environment Institute, Guía Metodológica – Modelación Hidrológica y de Recursos Hídricos con el Modelo WEAP.
- CENEPRED. (2015) Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. 02 versión, Perú.
- Chunga, J. (2016) Modelo Matemático Precipitación Escorrentía Lutz Scholz Teoría, Perú.
- Espinosa, N., Monsalve, J. y Gómez, S. (2013) Análisis de la Metodología de los Sistemas de Información Geográfica en la Cartografía de la Guerra en Colombia.
- García, E. y Otto, M. (2015) Caracterización Ecohidrológica de Humedales altoandinos usando imágenes de satélite multitemporales en la cabecera de cuenca del Río Santa, Ancash, Perú.
- Gómez, D. (2002), Ordenación Territorial. España.
- Gómez, M. y Barredo J. (2005), Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, España.
- INRENA. (2003) Instituto Nacional de Recursos Naturales, Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, Perú.
- INRENA. (2007) Instituto Nacional de Recursos Naturales, Memoria Descriptiva de la Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú.
- INRENA. (2008) Instituto Nacional de Recursos Naturales, Resumen Ejecutivo de la Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú.
- López, M. (2002) Interceptación, Trascología y Esgurrimiento y Esgurrimiento Cortical en el Ciclo Hidrológico, Departamento de Uso Sostenible del Medio Natural, Primera reunión sobre hidrología forestal.

- Watz, S. (1980) Manual Generación de Caudales en la Sierra, Perú.
- MINAM. (2015) Ministerio del Ambiente, Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal, Perú.
- MINAM. (2018) Ministerio del Ambiente, Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú.
- Moreno, J. (2002) El Proceso Analítico Jerárquico. Fundamento, Metodología y Aplicaciones, España.
- OMM. (2012) Organización Meteorológica Mundial, International Glossary Hydrology, Suiza.
- ONERN. (1978) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Hídricos, Normas Generales para Estudios Integrados de Recursos Naturales, Perú.
- ONERN. (1980) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Inventario y Evaluación Nacional de Aguas Superficiales, Perú.
- ONERN. (1984) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Cuencas Hidrográficas del Perú.
- ONERN. (1987) Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Unidades Hidrográficas de Análisis, Perú.
- ONU. (2009) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Bosques y el Agua, Italia.
- Piqueras, V. (2019) Proceso Analítico Jerárquico. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Remenieras, G. (1974), Tratado de Hidrología Aplicada, Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona España.
- SSDRA y CEPAL. (2013) Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Guía Análisis y Zonificación de Cuencas Hidrográficas para el Ordenamiento Territorial, Chile.
- SGR. PNUD. ECHO. (2014) Secretaría de Gestión de Riesgos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea, Marco de Referencia Conceptual sobre Vulnerabilidad Territorial, Ecuador.
- TELEMATICA. (2016) Tecnología Integrada GIS, Flujos de Trabajo y Análisis con Arcgis, edición para estudiantes, Perú.
- UICN. (2008) Unión Internacional para la Conservación y la Naturaleza Sur, Manual de Procedimientos de Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas, caso: América del Sur, Ecuador, Ecuador.

scaneado digitalmente
por: DIAZ RAMIREZ Luis
Identificación: FAU 20520711865
Formato: pdf
Objetivo: Doy V° B°

ANEXOS

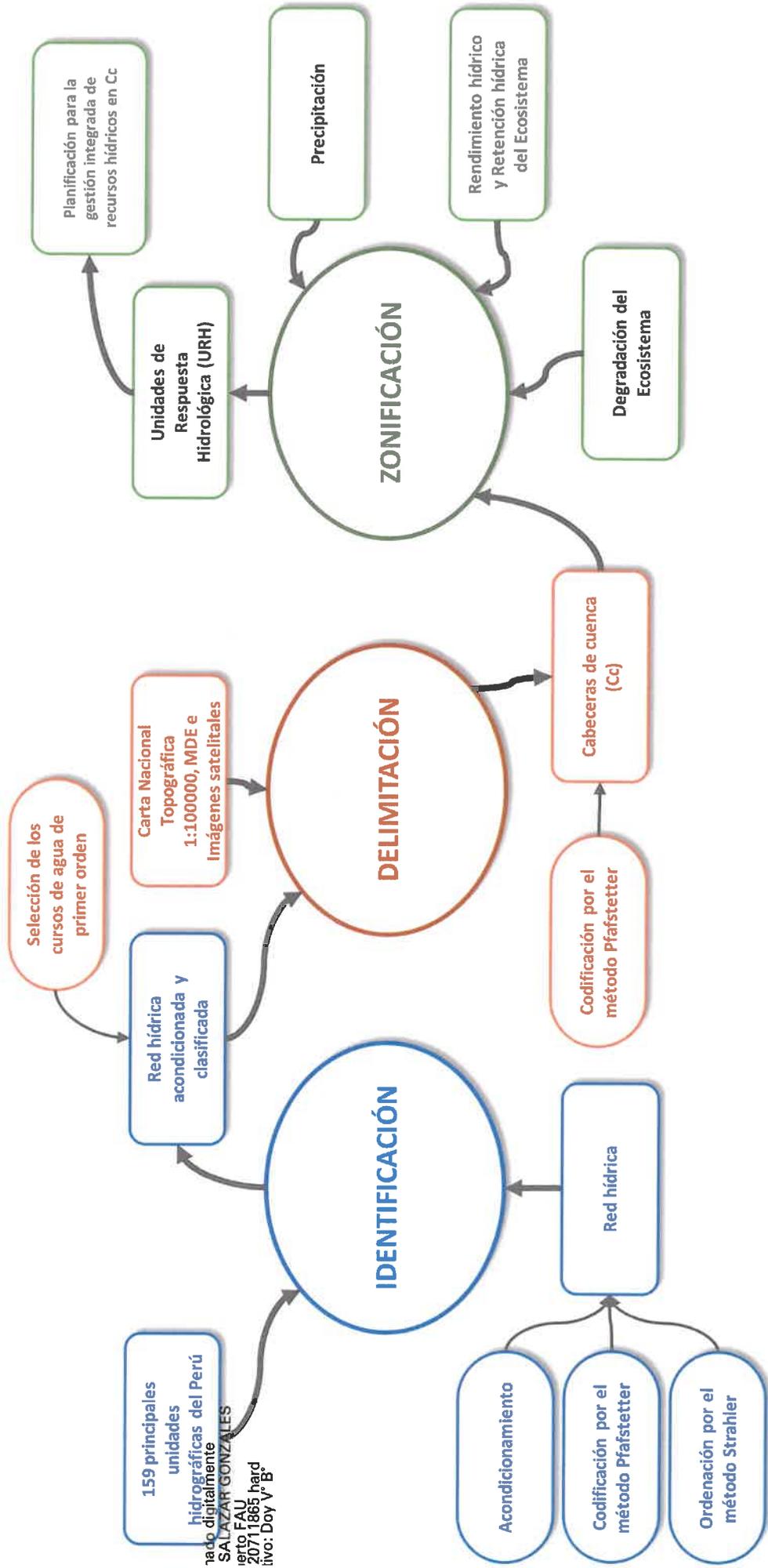
A. ESQUEMA CONCEPTUAL DE PROCESOS

B. GLOSARIO DE TÉRMINOS

scaneado digitalmente
por: SALAZAR GONZALES
Identificación: FAU
Identificación: 20711865
Formato: hard
Objetivo: Doy V° B°

ANEXO A

ESQUEMA CONCEPTUAL DE PROCESOS



ANEXO B

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acondicionamiento (digital)

Actividades por el cual se prepara, adecúa o pre-procesa un conjunto de datos o información digital de manera tal que puedan ser empleados directamente en futuros procesos. Ej.: acondicionamiento cartográfico, acondicionamiento de imágenes satelitales, acondicionamiento de base de datos, entre otros.

Aguas abajo¹

1. Parte inferior de un curso de agua considerado desde un punto de referencia.
2. Dirección en la que se desplaza el fluido.

Aguas arriba²

1. Parte superior de un curso de agua considerado desde un punto de referencia.
2. Dirección desde la cual el fluido se mueve.

Cabecera de cuenca

1. Es donde se originan los cursos de agua de una red hidrográfica.³
2. Aquellas zonas localizadas en las nacientes de los cursos de agua y perimétricas de la unidad hidrográfica mayor, drenadas por cursos de agua de orden 1, según el Método Strahler.⁴

Cauce⁵

1. Curso de agua claramente definido por el que fluye agua de forma periódica o continua.
2. Curso de agua que conecta dos masas de agua.
3. Parte más profunda de un curso de agua por la que discurre la corriente principal.

Caudal específico

Véase rendimiento hídrico.

Código Pfafstetter

Número de identificación de una unidad hidrográfica que le atribuye a ésta un significado jerárquico, topológico y de ubicación en el contexto hidrográfico.⁶

Confluencia

1. Unión o punto de unión de dos o más cursos de agua.⁷
2. Encuentro de un curso tributario con otro curso de agua mayor.⁸

¹ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 94

² Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 363

³ Ley 30640, Ley que modifica la Ley 29338, Artículo 75 Protección del Agua. 2017

⁴ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁵ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 50

⁶ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁷ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 62

⁸ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

Cuenca hidrográfica

Territorio drenado por una única red de escorrentía superficial natural, cuyas aguas son conducidas al mar, lago o río, a través de un único colector denominado río principal.⁹

Cuenca hidrográfica mayor

En la metodología Pfafstetter, unidad hidrográfica de jerarquía superior respecto a una unidad hidrográfica que se toma de referencia, la cual resulta de la subdivisión de la primera.¹⁰

Cuenca interna¹¹

1. Territorio drenado por un sistema hídrico superficial cerrado o endorreico.
2. Área de drenaje que no recibe ni contribuye con flujo de agua a otras unidades hidrográficas.

Curso de agua

Cauce natural o artificial por el que puede circular agua.¹²

Curso de agua principal

Curso de agua con mayor caudal de una cuenca hidrográfica que reúne el agua de toda su escorrentía superficial, definido desde su desembocadura hasta su nacimiento por las mayores áreas de drenaje.¹³

Degradación del suelo

Cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en cuestión en su ecosistema.¹⁴

Delimitación

1. Procedimiento que consiste en definir y trazar el límite de un espacio geográfico, de manera análoga o digital, apoyado de alguna información cartográfica y criterios técnicos establecidos.¹⁵
2. Es un procedimiento cartográfico que consiste en delinear manualmente el área de la cabecera de cuenca a través de los métodos analógico y semiautomático, tomando como referencia el límite del divortium aquarum de la unidad hidrográfica mayor.¹⁶

Desembocadura

1. Punto más bajo en el límite de una red de drenaje.¹⁷

⁹ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 31

¹⁰ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

¹¹ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. INRENA. 2008

¹² Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 372

¹³ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

¹⁴ Portal de Suelos de la FAO. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>

¹⁵ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 372

¹⁶ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

¹⁷ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 240

2. Punto en la que los cursos de agua desembocan en el mar o lago. ¹⁸

Ecosistema

Es un “complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional” y forman parte del patrimonio natural de la Nación, y dado que proporcionan bienes y servicios a la población se constituyen en un capital natural; por tanto, su aprovechamiento debe ser sostenible y amparado por las políticas nacionales, sectoriales y regionales. ¹⁹

Identificación

1. Procedimiento que consiste en asignar una identidad a un elemento geográfico, mediante el empleo de sistemas de codificación, simbolización, entre otros. ²⁰
2. Es un proceso que permitirá identificar espacialmente las cabeceras de cuenca de una unidad hidrográfica mayor, utilizando los métodos de Pfafstetter y Strahler, respectivamente. ²¹
3. Es un proceso que utiliza los métodos Pfafstetter y Strahler, que permite identificar espacialmente las cabeceras de cuenca de una unidad hidrográfica mayor. ²²

Indicador

Es una comparación entre dos o más tipos de datos que sirve para elaborar una medida cuantitativa o una observación cualitativa. Esta comparación arroja un valor, una magnitud o un criterio, que tiene significado para quien lo analiza. ²³

Intercuenca

Territorio comprendido entre cuencas hidrográficas por el cual discurre el curso de agua principal de la unidad hidrográfica mayor, atravesándolo desde aguas arriba hacia aguas abajo. ²⁴

Gestión Integrada de Recursos Hídricos

La gestión integrada de recursos hídricos es un proceso que promueve, en el ámbito de la cuenca hidrográfica, el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua con los recursos naturales vinculados a ésta, orientado a lograr el desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. ²⁵

Marco metodológico

¹⁸ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

¹⁹ Memoria Descriptiva del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú. MINAM, 2018

²⁰ Glosario Hidrológico Internacional. UNESCO/WMO. 2013. Pág. 31

²¹ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

²² Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

²³ Guía para la Evaluación de Impacto de la Formación Profesional. Oficina Internacional del Trabajo – CINTERFOR.

<https://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/como-se-construyen-indicadores>

²⁴ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

²⁵ Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos – Art 6°

Es la explicación de los mecanismos utilizados para el análisis de una problemática a investigar.²⁶

Modelo digital de elevación

Estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno con respecto al nivel medio del mar, que permite caracterizar las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.²⁷

Modelo conceptual

Descripción general de cómo un sistema se organiza y opera. Su tarea principal es especificar y describir los conceptos base.²⁸

Naciente

Lugar de origen de un curso de agua.²⁹

Nodo inicial

Punto naciente de un curso de agua.³⁰

Nodo final

Punto de confluencia hacia un curso de agua mayor o desembocadura al mar o lago.³¹

Normalización (índices)

Son proporciones sin unidades de medida (adimensionales o invariantes de escala) que nos permiten poder comparar elementos (índices) de distintas variables y distintas unidades de medida.³²

Plan de Gestión de Recursos Hídricos de Cuenca (PGRHC)

Es un instrumento público de gestión de recursos hídricos vinculante para las políticas regionales, locales y multisectoriales de la cuenca.

Contiene políticas concertadas a un periodo de tiempo, resultado de un proceso participativo de los usuarios y gestores del agua de la cuenca, conformantes del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.³³

Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (PENRH)

Es un instrumento conceptual de planificación del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. Esta conformada por una serie de principios, lineamientos, estrategias e instrumentos de carácter público que definen y orientan el accionar de los sectores público y privado, para garantizar la atención de la demanda y el mejor uso en el Perú, en el marco de la política nacional ambiental. Se basa en cinco (05)

²⁶ Manual APA (Manual of the American Psychological Association). 2018

²⁷ Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI. México.

²⁸ "Modelo Conceptual para Definir las Plataformas Digitales"- "Conceptual Models" de Jeff Johnson.
<https://blog.ida.cl/experiencia-de-usuario/modelos-conceptuales-plataformas-digitales/>

²⁹ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

³⁰ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

³¹ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

³² Normalización Estadística. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/normalizacion-estadistica.html>

³³ Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca Tumbes. INCLAM-Alternativa. 2013.

ejes de política del agua (Cantidad, Calidad, Oportunidad, Cultura del Agua y Adaptación al Cambio Climático y Eventos Extremos), cada una de las cuales lleva asociada una serie de estrategias de intervención.³⁴

Ponderación (variables)

Proceso por el cual se asigna factores de multiplicación a variables numéricas de manera proporcional a criterios de prioridad o importancia de esas variables.

Reconocimiento Sistemático

Según el criterio cartográfico, este tipo de nivel de estudio requiere de cartas, por lo menos a escala 1:100 000 y si es posible con curvas de nivel entre 200 y 500 metros, así como fotografías aéreas (pancromáticas o infrarrojas) a escala 1:30 000 – 60 000. En las áreas sin cobertura cartográfica, puede emplearse imágenes de Radar Vista Lateral (SLAR) y Satélite para Estudios de Recursos de la Tierra. Los mapas base confeccionados con estos materiales precisan de un detalle toponímico, que cubra el 60% del área aproximadamente.³⁵

Región hidrográfica

Unidad hidrográfica de nivel 1, de máxima jerarquía, que define la primera subdivisión hidrográfica Pfafstetter del territorio a nivel continental.³⁶

Rendimiento hídrico (caudal específico)

Es la cantidad de agua superficial por unidad de superficie, en un intervalo de tiempo dado, medido en litros por segundo por kilómetro cuadrado (l/s/km²).³⁷

Retención hídrica³⁸

1. Es la capacidad de la cuenca para mantener un régimen de caudales, producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfológicas de la cuenca.
2. El concepto de retención hídrica es introducido por el modelo Lutz Scholz, quien lo define como la reserva hídrica que se obtiene restando los caudales mensuales menos la precipitación efectiva, esta reserva hídrica es almacenada en la cuenca (lagos, nevados, suelo, agua subterránea) en los meses de mayor precipitación y abastece a la escorrentía de la cuenca en los meses secos (más conocido como caudal base). Al almacenamiento del agua en la cuenca para Lutz Scholz, se denomina Gasto y el abastecimiento superficial se llama Abastecimiento.

Tributario

Curso de agua que desemboca en curso de agua mayor o en un lago.³⁹

Unidad de respuesta hidrológica (URH)

³⁴ Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. ANA. 2015.

³⁵ Normas Generales para Estudios Integrados de Recursos Naturales, ONERN Perú. 1978

³⁶ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. INRENA. 2008.

³⁷ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

³⁸ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

³⁹ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

Espacio geográfico o zona definida en cabeceras de cuenca en relación con sus posibilidades de producción de agua, evaluado respecto a sus características y condiciones ecosistemas y climáticas. Constituyen los espacios territoriales resultantes de la zonificación de cabeceras de cuenca.⁴⁰

Unidad hidrográfica

Espacio geográfico natural, definida por la metodología Pfafstetter, comprendida desde la confluencia de ríos hacia la divisoria de aguas, relacionada espacialmente con las demás unidades hidrográficas a través de un sistema jerárquico de codificación, basado en las áreas de drenaje de éstas como único criterio de organización.⁴¹

Unidad hidrográfica mayor

Unidad hidrográfica predecesora o “madre” de una unidad hidrográfica tomada como referencia; por consiguiente, presenta una jerarquía inmediata superior a ésta.⁴²

Unidad hidrográfica menor

Cada una de las unidades hidrográficas sucesoras o “hijas” de una unidad hidrográfica tomada como referencia; por consiguiente, presentan una jerarquía inmediato inferior a ésta.⁴³

Vertiente hidrográfica

Conjunto de cuencas hidrográficas o redes de drenaje cuyas aguas son vertidas en un mismo océano o mar, y en ocasiones, en un mismo lago, especialmente si éste es de superficie considerable. Con la metodología Pfafstetter esta denominación toma el nombre de región hidrográfica.⁴⁴

Zonificación

Procedimiento técnico que consiste en identificar áreas territoriales de características similares, ya sean estas ambientales, sociales o económicas; con el propósito de definir e implementar los mecanismos de gestión, prevención y regulación más adecuados para cada zona.⁴⁵

Zonificación de cabeceras de cuenca⁴⁶

1. Es un proceso que consiste en determinar zonas territoriales homogéneas de respuesta hidrológica, a partir del análisis de variables relacionadas a la cantidad y calidad del agua de los ecosistemas.

⁴⁰ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁴¹ Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú. INRENA. 2008

⁴² Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁴³ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁴⁴ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

⁴⁵ Guía Análisis y Zonificación de Cuencas Hidrográficas para el Ordenamiento Territorial. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) / CEPAL. Santiago de Chile. 2013

⁴⁶ Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de Cabeceras de Cuenca. 2020

2. Zonificación que tiene por objetivo definir unidades de respuesta hidrológica (URH) como resultado de la definición territorial de espacios geográficos homogéneos en cabeceras de cuenca, en relación con sus características climáticas, su comportamiento y propiedades intrínsecas de aptitud hídrica y su interacción con los ecosistemas; donde el agua es considerada como recurso natural prioritario y el medio de vinculación entre las partes altas y bajas.