



Educación Secundaria

CONOCIENDO EL CICLO DEL AGUA



EDICIÓN - AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)

Jorge Luis Montenegro Chavesta
Jefe
Autoridad Nacional del Agua

Francisco Dumler Guya
Secretario General
Autoridad Nacional del Agua

José Ambía Camargo
Director
Dirección de Gestión del Conocimiento y Coordinación Interinstitucional - DGCCI
Autoridad Nacional del Agua

Juan Carlos Sevilla Gildemeister
Director Ejecutivo
Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos - PMGRH
Autoridad Nacional del Agua

Con el financiamiento: Del Componente de Cultura del Agua PMGRH - ANA

Diseño e ilustraciones: PRAISE Inversiones SAC

Impresión: Solution Imagen y Marketing
Jr. Fernando López 173. Urb. Santa Luzmila. Comas

Primera edición: Agosto, 2013

© Autoridad Nacional del Agua (ANA)
Derechos reservados. Se permite la reproducción de esta obra citando la fuente

ISBN: 978-612-46009-6-8

Hecho el Depósito Legal en la biblioteca Nacional del Perú N° 2013-07606

Impreso en Perú. Printed in Perú.

Autoridad Nacional del Agua
Calle Diecisiete N° 355. Urb. El Palomar, San Isidro, Lima, Perú
Teléfono: 511-2253174
www.ana.gob.pe

Tiraje: 1000 ejemplares

Autoridad Nacional del Agua (Perú)
Conociendo el ciclo del agua / Autoridad Nacional del Agua.
Lima: Autoridad Nacional del Agua, 2013.
17 p.
AGUA/ CICLO HIDROLÓGICO / USO DEL AGUA / CULTURA DEL AGUA / EDUCACIÓN

CONOCIENDO EL CICLO DEL AGUA

Índice

Página

1. El agua	02
2. El ciclo natural del agua	04
3. La cuenca: Espacio de vida	06
4. Distribución del agua en el planeta	08
5. Las regiones hidrográficas del Perú	09
6. La relación con el agua en el mundo andino	10
7. El uso del agua en la actualidad	12
8. Los riesgos ambientales y el agua	14
9. La huella hídrica	16
10. La gestión participativa de los recursos hídricos	17

EL AGUA

¿Qué es el Agua?

Es un compuesto que está formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), por eso se le conoce con su fórmula molecular H_2O .

También es considerada la base de la vida de todos los seres que habitamos en el planeta Tierra.



Gravedad

Los estados del agua

Cada estado depende de la temperatura. Así tenemos:



Es líquido a temperaturas mayores de $0^{\circ}C$. (grados Centígrados), hasta antes de convertirse en gas, puede disolver y transportar varias sustancias.



Es sólido a temperaturas menores de $0^{\circ}C$, es el hielo, la nieve, y puede almacenarse en las regiones y lugares más fríos de la Tierra durante largos períodos de tiempo.



Es gaseoso a temperaturas mayores de $100^{\circ}C$ (aunque en el mar se ha comprobado que puede evaporarse a los $15^{\circ}C$). Hay que recordar que el vapor de agua es un gas incoloro y por lo tanto invisible.

La energía solar y la gravedad de la tierra

En la naturaleza el agua se mueve permanentemente, constituyendo el ciclo del agua; para que se pueda cumplir este proceso, son fundamentales:

La energía solar. Llega desde el Sol a la Tierra; a los mares, océanos, lagos, lagunas, a los suelos, las plantas y los animales, incluidos los seres humanos.

La gravedad. Es la fuerza que ejerce la Tierra sobre todas las cosas y los seres vivos para atraerlos hacia ella, cual madre que abraza a sus hijos tan fuerte como para no permitirles alejarse de ella perdidos en el firmamento. Esta fuerza tiene una aceleración de 9.81 m/s^2 .

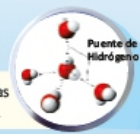
¿Por qué el agua del mar que se evapora es dulce?

El vapor de agua es el gas formado por el paso del agua en estado líquido a uno gaseoso, en ese paso ocurre lo siguiente:



El agua del mar contiene gran cantidad de sales, por eso es salada

En el agua del mar en estado líquido todas las moléculas de agua están unidas a través de puentes de hidrógeno.



Los rayos del sol que caen sobre el agua la calientan y originan el rompimiento de estos puentes de hidrógeno, dejando libres a las moléculas. La ruptura de los puentes de hidrógeno se puede dar desde los $15^{\circ}C$, $30^{\circ}C$, pese a que la ebullición del agua se da a los $100^{\circ}C$.



Estas moléculas libres son gases menos densos (peso mínimo) por lo que se elevan, mientras que los elementos salinos son más densos y para evaporarse necesitan más de $1000^{\circ}C$. Por ello no se evaporan junto a las moléculas de agua, sino que se asientan, volviéndose a mezclar con el resto de agua. Así, las moléculas de agua que se evaporan constituyen agua dulce.



Energía Solar



EL CICLO NATURAL DEL AGUA

Evaporación

Los rayos del sol al llegar a la tierra chocan con el mar, océanos, lagos y ríos, esta agua se calienta e inicia un proceso de cambio, del estado líquido al estado gaseoso. Este cambio de estado se da cuando en las moléculas líquidas se rompen los puentes de hidrógeno que las unen, así pasan al estado gaseoso.

Condensación

El agua evaporada volverá del estado gaseoso al estado líquido, pero esto se dará en otro lugar (en las alturas). Los movimientos ascendentes del aire en la atmósfera elevan el vapor de agua y los vientos lo transportan a grandes distancias. El aire al elevarse se enfría, ello permite que el vapor de agua se condense y de lugar a minúsculas gotitas de agua que se encuentran en suspensión. La masa de gotitas de agua son las nubes.

Precipitación

Las minúsculas gotitas de agua en suspensión, aumentan de tamaño debido al proceso de coalescencia (unión de gotitas de agua), con ello obtienen mayor peso precipitándose a la tierra a manera de lluvia debido a la gravedad, o en cristales de hielo cuando se hallan a temperaturas muy bajas (granizo).

La cantidad de agua comprendida en el ciclo hidrológico permanece esencialmente constante.

● ESCORRENTÍA SUPERFICIAL GLACIARES, RÍOS, LAGOS

GLACIARES: Es el agua sólida (68.7%) mayormente concentrada en los polos (Ártico, Antártida y Zona Tropical). Este resulta de la progresiva acumulación y compactación de la nieve caída.

RÍOS: Es el agua en estado líquido que desciende sobre la superficie desde las partes más altas de los continentes hasta los océanos.

LAGOS: Son depresiones donde el agua queda estancada de forma más o menos permanente; y cuentan con sistemas conectados con el exterior (ríos, aguas subterráneas). En el continente representa el mayor almacenamiento de agua, incluyen los lagos salados y mares interiores.

DE VUELTA A LA SUPERFICIE:

El agua de los acuíferos retorna de manera natural a la superficie a través de diferentes vías.

Fuentes o manantiales: Se originan cuando el nivel freático corta a la superficie del terreno, de manera que el agua del acuífero fluya al exterior.

Zonas pantanosas, humedales: son afloramientos de aguas subterráneas cuando el nivel freático coincide con la superficie del terreno.

Fuentes termales y géiseres: es el afloramiento del agua a temperaturas superiores al medio ambiente. Estas aguas llevan diversas sustancias (minerales de las rocas), por lo que se les atribuye propiedades terapéuticas.

INFILTRACIÓN:

Ocurre cuando o aguas procedentes de las precipitaciones o de almacenes superficiales (deshielo, ríos, lagos), inician un movimiento descendente penetrando en el subsuelo, pudiendo alcanzar diferentes profundidades en función de las características del suelo.

ACUÍFEROS:

El agua se infiltra hasta que encuentran formaciones geológicas que le permite acumularse (acuíferos). De acuerdo al tipo de materiales geológicos, encontramos distintas capacidades para almacenar y/o transmitir el agua.

ESCORRENTÍA SUBTERRÁNEA

El proceso de infiltración permite la escorrentía en las profundidades de la tierra, permitiendo acumular y transmitir agua dulce.

LA CUENCA: Espacio de vida

Es la zona de «arriba», la zona alta de los cerros y nevados, donde se recoge el agua de la lluvia. Las punas y los pajonales forman parte de ella.

Cuenca alta

Es la zona por donde recorre el agua recogida en las partes altas.

Cuenca media

Cuenca baja

Es el territorio de la cuenca donde llegan o se depositan las aguas. En esta zona el agua es utilizada en mayor cantidad. Aquí se concentran las grandes poblaciones.

La cuenca hidrográfica es un espacio geográfico delimitado por los “picos”, las “cuchillas” o crestas de los cerros que la rodean y por la cual discurre el agua de lluvia que es depositada en un río que va hasta el valle, laguna o al mar.

De acuerdo al destino final de las aguas, las cuencas son:

Exorreicas: Son a aquellas cuencas cuyas aguas van a dar al mar. Por ejemplo: La Cuenca de los ríos Santa, Tumbes, Chira, Rímac, Cañete entre otras.

Endorreicas: Son aquellas cuencas cuyas aguas van a dar a un lago. Por ejemplo: La Cuenca de los ríos Ramis, Ilave, Huancané, etc. que van al lago Titicaca.

Arreicas: Son las cuencas cuyas aguas se pierden en el camino (se evaporan o infiltran en la tierra). Por ejemplo: La Cuenca del río Ica.

Criptorreicas: Son las cuencas cuyas aguas avanzan por debajo del suelo (subterráneo) en zonas amplias y que no se manifiestan como ríos, pero se siente su presencia. Por ejemplo: Las quebradas secas de la Sierra o la Costa Norte, que se activan cuando ocurre el Fenómeno del Niño.



Distribución del agua en el planeta

Ahora bien, necesitamos saber cómo la naturaleza ha distribuido el agua en el planeta. Sabemos que el ciclo del agua aporta el agua dulce, pero el planeta tiene mucha agua salada. Veamos esta distribución y la forma en que se encuentra.

TOTAL DE AGUA EN EL PLANETA



Agua dulce 2.5%

TOTAL DE AGUA DULCE

NIEVE Y HIELO 68.7%

NAPAS FREÁTICAS 30,1%

AGUAS SUPERFICIALES Y EN LA ATMÓSFERA 1,2%

Lagos de agua dulce 67,4%

Humedad del suelo 12,2%

Atmósfera 9,5%

Otros humedales 8,5%

Ríos 1,6%

Plantas y animales 0,8%

Regiones Hidrográficas del Perú

En el Perú, debido a la presencia de la cordillera de los Andes, encontramos un conjunto de ríos que originan cuencas desde las partes altas de los Andes hasta el océano Pacífico, o hacia el océano Atlántico. Este conjunto de cuencas constituyen las regiones hídricas del Pacífico y del Atlántico o del Amazonas. Los ríos que desembocan en el lago Titicaca constituyen también una región hídrica.

Cuencas hidrográficas

En el Perú se ha delimitado un total de 159 cuencas hidrográficas.

Cuenca transfronteriza

Debido a que los ríos, la lluvia, las cadenas montañosas, el vapor del agua, los vientos no respetan los límites políticos de los países; no solo tenemos cuencas dentro del territorio nacional, sino que también compartimos cuencas con otros países.

El Perú comparte 34 cuencas transfronterizas con 5 países: Ecuador, Colombia, Brasil, Bolivia y Chile, y están distribuidas en las vertientes (regiones hidrográficas) del Pacífico con 9, del Atlántico con 17 y del Titicaca con 8 cuencas.



En la región hidrográfica del Pacífico existen 62 cuencas. Estas se caracterizan por la disponibilidad temporal de sus aguas relacionadas con el periodo de lluvias en la sierra. Algunas de ellas son: Zaramilla, Tumbes, Virú, Huarmey, Rimac, Lurin, Cañete, Ocaña, Tambo y Caplina.

En la región hidrográfica del Amazonas existen 84 cuencas que tienen un régimen de aguas permanente durante todo el año. Algunas de ellas son: Medio Madre de Dios, Alto Acre, Putumayo, Yaraví, Maniti, Bajo Marañón.

La región hidrográfica del Titicaca tiene 13 cuencas, como el Ramis, llave, Huancané, Coata, etc. Sus ríos desembocan en el lago Titicaca.

LA RELACIÓN CON EL AGUA EN EL MUNDO ANDINO

Los estudios, investigaciones y los vestigios existentes hasta hoy demuestran que nuestros antepasados pre incas e incas, tuvieron un comportamiento armónico con su entorno natural y específicamente con el agua, desarrollando sistemas hidráulicos que muestran el buen conocimiento de las cuencas. Este conocimiento y tecnología se fue acumulando desde muchos siglos antes que se formara el Tahuantinsuyo. Ello les permitió llevar a sus pueblos a niveles de bienestar que hoy nos asombran y enorgullecen.

Fuente: Gestión sostenible del agua - Ronald Ancojina

En el mundo andino "El agua es un ser vivo, proveedor de vida y de animación del universo. Con el agua se dialoga, se le trata con cariño, se le cría. Esta visión ha sido factor fundamental para la adecuada cosecha, conservación y reproducción de los recursos hídricos".

Wargas, R. La cultura del agua. Lecciones de la América Indígena

Partes altas de la cuenca forestada

Las partes altas de las cuencas se usaban para cultivar quinales o queñua, además de una amplia gama de especies nativas adaptadas al medio.



Amunas

Son zanjias abiertas en las punas, que permiten conducir el agua de las lluvias hasta un lugar llamado "cochas", para recibir el agua que luego se filtrará en los suelos de las montañas para surgir aguas abajo como puquios, en épocas que no hay lluvias. De esa manera se puede realizar la agricultura y mantener al pueblo provisto de alimentos. Aun hoy se utilizan en Tupicocha, provincia de Huarochiri, Lima.



Canales de riego

Muchos canales son obras descomunales que cruzan los andes llevando las aguas de una cuenca hacia otra, para aprovechar su potencial agronómico: suelo, clima, adaptación de especies, entre otros aspectos. Ejemplo: Canal de Cumbemayo en Cajamarca.



Puquiales

Los puquios, u ojos de agua, (fiahuy yaku) se favorecían por la siembra del agua que realizaban nuestros antepasados en las partes altas de las cuencas.



Waru Waru

También llamadas camellones, son prácticas ancestrales de uso común en el Altiplano, en áreas inundables o inundadas, que consisten en "jalar" tierra formando una plataforma o "camá" rodeada de agua, donde se realiza la siembra. Esta agua alrededor del waru waru crea un microclima que mitiga el efecto de las heladas, permitiendo el desarrollo de los cultivos.



Represas altoandinas

A lo largo de los Andes, en las zonas altas, se aprecia una serie de represas de mediana capacidad, cuya función era almacenar las aguas de las lluvias. Tienen capacidad de almacenamiento de cientos de miles de metros cúbicos hasta cerca de un millón de metros cúbicos.



Riberas de los ríos forestadas

Las riberas de los ríos cubiertas con especies forestales, es decir, una defensa ribereña efectiva y práctica. "Antes los ríos estaban confinados, era prácticamente imposible pasar de una ribera a otra, salvo por lugares especialmente identificados".

Cochas

Contaban con sistemas de cochas para recibir las aguas que provenían de los acueductos o de las amunas.



Asentamiento en partes altas

La ubicación de los principales asentamientos humanos estuvieron siempre en las partes altas, lejos de la fuerza devastadora de los ríos y quebradas para evitar pérdidas de vida o económicas.



Observatorio Solar

Que sin ser una obra hidráulica tenían una espectacular aplicación en el control climático; para el beneficio de sus cultivos, registro de los principales eventos de la comunidad, cambios de estación, registro de nacimientos, entre otros usos, una muestra es Chankillo - Casma - en Ancash, ubicada estratégicamente en las zonas menos vulnerables y de mayor visibilidad del valle.

Sistemas de andenes

Los andenes son conjuntos de terrazas escalonadas construidas en las laderas de las montañas andinas y rellenas con tierra de cultivo. Los antiguos peruanos, al necesitar tierras de cultivo en los estrechos valles, intentaron ganar esas tierras a costa de las montañas y crearon los primeros andenes. En el período incaico los andenes fueron usados también para controlar la erosión de las montañas donde construían sus centros ceremoniales.



Acueductos

Para enfrentar la escasez de agua, los antiguos peruanos se abastecían de las aguas subterráneas a través de galerías filtrantes o acueductos, como en la zona de Nazca.



El uso del agua en la actualidad

Los usos que damos al agua en la actualidad, podemos decir que son los siguientes:



● USO PRIMARIO:

Garantiza satisfacer las necesidades humanas primarias, como preparar los alimentos, consumo directo, aseo personal. Es gratuito.



● USO POBLACIONAL:

Garantiza la vida de las poblaciones y representa alrededor del 6,6 % del uso total. Sirve para el consumo primario, pero se recibe a través de redes públicas, por lo que es oneroso.

El abastecimiento de agua poblacional tiene dos fuentes: aguas superficiales reguladas y afianzadas en el estiaje para ciudades de la Costa, y en algunos casos agua de manantiales en la Sierra.

La distribución del agua se realiza a través de conexiones domiciliarias con sistema de tuberías, desde plantas de tratamiento, así como mediante camiones cisterna, pozos domiciliarios y tomas directas desde las fuentes naturales.



● USO PRODUCTIVO:

El uso productivo del agua se da cuando esta sirve para los procesos de producción o previo a los mismos, así tenemos los usos:



Agrícola

El uso del agua con fines agrarios es el más difundido a nivel nacional, representa alrededor del 86% del uso nacional de agua.



Industrial

El uso de agua con fines industriales (fábricas grandes, medianas y pequeñas) es muy importante, ya que este sector contribuye significativamente al Producto Bruto Interno del país. Representa un 6% del total del uso del agua a nivel nacional.



Minero

La actividad minera en el país utiliza el agua para el tratamiento y recuperación de los minerales en sus procesos de extracción, concentración, refinación, fundición y otros. El agua es, por lo tanto, un insumo de la actividad minera, la misma que genera el incremento del Producto Bruto Interno del país.



Pesquero

La piscicultura, consiste principalmente en crianza de truchas en reservorios de agua ubicados en las cuencas hidrográficas del país, se ha incrementado alcanzando un consumo de agua a nivel nacional del 0,4% del total.



Medicinal

El Perú cuenta con fuentes de aguas termo medicinal en casi todas las regiones. Por su composición química y física tienen propiedades terapéuticas que es usada por la población para el tratamiento de diversas enfermedades de los sistemas respiratorio, digestivo, circulatorio, de la piel, entre otros.



Recreativo

Se usa para hacer deporte o como espacio de recreación, para ejercitarse o combatir el calor, el agua también tiene una dimensión lúdica (diversos juegos con el agua).



Turístico

El turismo trae muy diversas presiones ambientales, uno de ellos es que genera un uso intensivo del agua. Los turistas consumen generalmente más agua que los residentes. Los lugares turísticos que en Perú hay muchos- como Machupicchu maravilla del mundo- realizan diversas acciones públicas y privadas para atender esta demanda.



Transporte

La red fluvial amazónica y el Lago Titicaca permiten el transporte lacustre y fluvial en parte importante de nuestra población. Los ríos navegables de la selva, como el Amazonas, permiten la navegación de barcos de gran tonelaje transportando productos de exportación e importación, en esta red se ubican puertos lacustres importantes, así por ejemplo Iquitos, Puerto Maldonado y Ucayali. También se usa para el Transporte de pasajeros vía fluvial con embarcaciones pequeñas, en muchas zonas de la selva es el único medio de transporte.



Energético

Cuando el agua fluye o cae, se puede generar energía. La generación de energía a través del agua es usualmente llevada a cabo en grandes plantas hidroeléctricas, con el uso de varios aparatos, como son las turbinas y generadores. La energía del agua es usada para producir electricidad.



LOS RIESGOS AMBIENTALES Y EL AGUA

EL CAMBIO CLIMÁTICO

Ha surgido como consecuencia del gran aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a las actividades humanas (industriales, agrícolas, etc.). Estas emisiones alteran la composición de la atmósfera mundial e incrementan la temperatura a nivel planetario, generando cambios en el clima que se suman a su variabilidad natural, y pueden afectar negativamente los recursos hidrológicos, la biodiversidad y en general el ambiente. Estos cambios están impactando en el ciclo natural del agua y por tanto en la vida de los seres humanos.

PRECIPITACIÓN

LLUVIA ÁCIDA

La contaminación del aire produce ácidos que se depositan en las nubes. La lluvia que producen estas nubes se llama lluvia ácida. Estas precipitaciones producen enfermedades respiratorias, daña las zonas forestales, corren las construcciones, destruyen los ecosistemas, los vegetales y los suelos sufren destrucción, depredación, pérdida de la fertilidad y erosión.

EUTROFIZACIÓN DEL AGUA

La presencia excesiva de materia orgánica provoca el crecimiento rápido de algas verdes que impiden el paso de la luz solar, disminuyendo el oxígeno en el agua.

ECOSISTEMAS AFECTADOS

Cambia la cantidad de agua de los ríos, lo que genera perturbaciones en la flora y fauna acuática.

CONTAMINANTES DEL AGUA

- *Residuos sólidos que obstaculizan el cauce del río.
- *Compuestos y sustancias que afectan la calidad del agua.
- *Agua de alcantarillado y desechos orgánicos causan deficiencia de oxígeno y muerte de los organismos de agua.
- *Sustancias tóxicas, como metales pesados, hidrocarburos clorados, etc. que dañan las funciones de reproducción, alimentación y respiración de la fauna acuática.

CONDENSACIÓN

DEFORESTACIÓN

La deforestación de los bosques amazónicos afecta los procesos de evapotranspiración del suelo y bosques, afectando el ciclo del agua.



LAS REPRESAS

La utilidad de las presas radica en que la gente puede disponer de agua en tiempos de sequía, ya sea para uso poblacional o productivo, también se usan con fines energéticos. Una desventaja de las presas es que, en ocasiones pueden afectar el ecosistema del área, más aún si no se toman medidas de mitigación de los impactos ambientales.



EVAPORACIÓN

DESGLACIACIÓN

*Afecta la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico.
*Aumenta el riesgo de aludes y aluviones al incrementarse el número y volumen de las lagunas colgantes.



BASURA MARINA

La basura marina es "todo material sólido persistente, manufacturado o elaborado que se desecha, elimina o abandona en el medio marino y costero".
Efectos:
Daños a los ecosistemas de costa y marinos: Deteriora el paisaje, perjudica la diversidad y abundancia relativa de especies comerciales y no comerciales.
Daños a la vida marina: La basura atrapa a las distintas especies marinas causándoles lesiones y ahogamiento, también puede ser confundida con alimento y ser ingerida por las diversas especies.



LA HUELLA HÍDRICA

Es el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o comunidad así como los producidos por los comercios.



Algunos ejemplos de huella hídrica
15 500 litros de agua son necesarios para producir 1 kilo de carne de vacuno.
2 900 litros de agua para producir 1 camiseta de algodón.
10 litros de agua para producir 1 hoja de papel A-4.
140 litros de agua para 1 taza de café.
1 000 litros de agua para producir 1 litro de leche.
3 852 litros de agua para 1 kilo de quinua.

CUIDEMOS NUESTRAS FUENTES HÍDRICAS



NO ARROJAR BASURA, AGUA SERVIDA O SUSTANCIAS TÓXICAS A LOS RÍOS



NO TALAR LOS BOSQUES DE LAS CABECERAS DE LA CUENCA



PROMOVER PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS Y RESIDUALES (DE MINERÍA)



AHORRAR AGUA EN EL RIEGO DE LOS CULTIVOS

LA GESTIÓN PARTICIPATIVA DEL AGUA



TODOS JUNTOS CUIDEMOS EL AGUA, TODOS LA NECESITAMOS