



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA

A photograph showing a large, reddish-brown metal pipe with a flange on the left, which is connected to a well. Water is flowing out of the pipe into the well. The well is made of concrete blocks. In the background, there is a vineyard with green grapevines under a blue sky with some clouds.

Aguas Subterráneas

¿Cuál es el origen del agua?

UNIDAD 1: ORIGEN Y CIENCIAS DEL AGUA

- Origen
- Ciencias del Agua

¿Cómo la encontramos?

UNIDAD 2: CUENCAS SEDIMENTARIAS. ZONAS DE RECARGA Y DESCARGA

- Las rocas y sedimentos y sus propiedades acuíferas
- Cuencas Sedimentarias
- Clasificación de los acuíferos
- Relación aguas superficiales y subterráneas

¿Cómo se mueve?

UNIDAD 3: MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- Parámetros Hidráulicos
- Relación de los parámetros hidrodinámicos
- Hidráulica de Pozos. Determinación de Parámetros Hidrodinámicos
- Hidráulica de Pozos. Determinación de la Eficiencia de un pozo.

¿Cómo es la evolución hidrogeoquímica?

UNIDAD 4: CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- Elementos de la química del Agua
- Evolución Geoquímica del Agua Subterránea
- Interpretaciones
- Calidad del agua, clasificaciones y contaminación

¿Cómo se exploran y evalúan las reservas?

UNIDAD 5: EXPLORACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Métodos de Exploración directos e indirectos

¿Cómo se explotan?

UNIDAD 6: EXPLOTACIÓN DE UN ACUÍFERO

- Métodos de Perforación
- Construcción de Pozos
- Aislamiento de acuíferos
- Abandono de perforaciones

¿Cómo se extraen?

UNIDAD 7: ELEMENTOS DE EXTRACCIÓN DEL AGUA

- Tipos de Bombas
- Equipos Girostáticos
- Bombas sumergibles
- Selección de bombas

¿Cómo es una Gestión Sustentable?

UNIDAD 8: GESTIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

- Criterios de sustentabilidad
- Administración del agua subterránea
- Trámites exigidos para un proyecto

UNIDAD 1:

ORIGEN Y CIENCIAS DEL AGUA

Origen

La Hidrósfera. Distribución del agua sobre la superficie terrestre. Balance Hídrico.

Ciencias del Agua

Hidrología e Hidrogeología. Usos e Importancia del Agua Subterránea

HIDRÓSFERA

Es la **totalidad del agua que hay sobre la superficie terrestre y debajo de ella**, circulando de un sitio a otro y cambiando su estado físico.

Comprende el agua en sus distintas formas: océanos, mares, ríos, lagos, pantanos, glaciares, aguas subterráneas y vapor de agua en la atmósfera.

Ocupa aproximadamente el 71 % de la superficie del planeta (29% restante son rocas y sedimentos) y es crucial en los ciclos climáticos, la regulación térmica y el mantenimiento de la vida.

Está interconectada con las otras esferas de la Tierra, atmósfera y litósfera, influyendo en procesos geológicos y ecológicos a escala global .

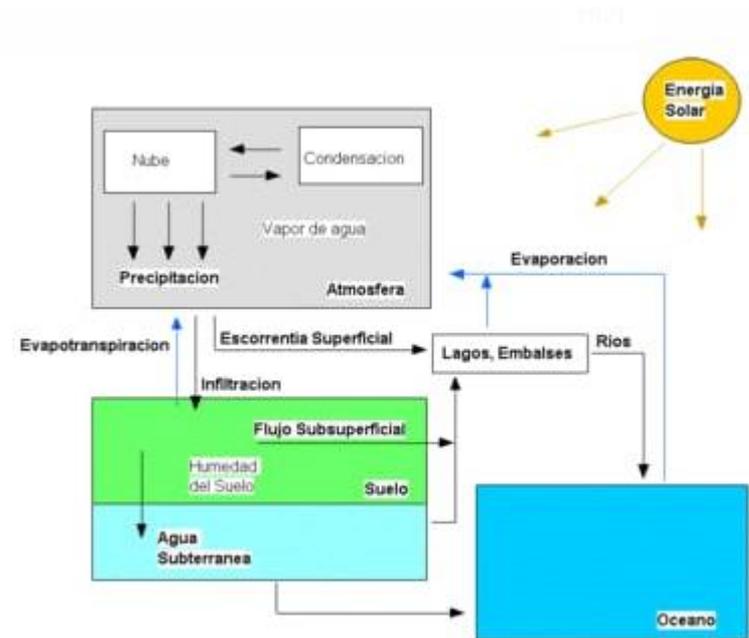
CICLO DEL AGUA o CICLO HIDROLÓGICO

Es el proceso de circulación del agua entre los distintos componentes de la hidrósfera.

La mayor parte de la masa de agua se encuentra en forma líquida, especialmente en océanos y mares y, en menor medida, como cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, arroyos, etc.) y en napas subterráneas (acuíferos).

El agua de la tierra está en **movimiento continuo** por sobre o por debajo de la superficie terrestre y en este movimiento, además, va experimentando cambios de estado entre sólido, líquido y gaseoso, a través de **procesos** que pueden durar entre un abrir y cerrar de ojos o millones de años.

- **evaporación**
- **transpiración**
- **circulación atmosférica**
- **condensación**
- **precipitación**
- **flujos superficiales y subterráneos**

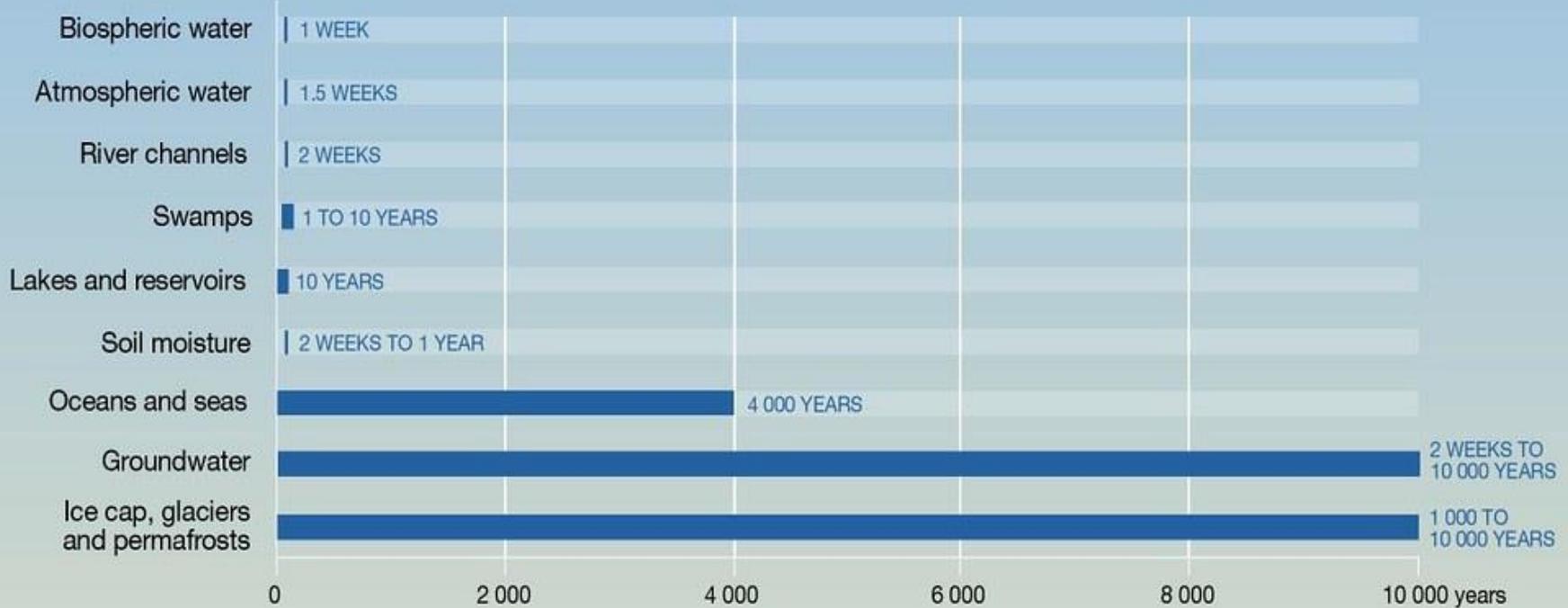




Motores del ciclo hidrológico:

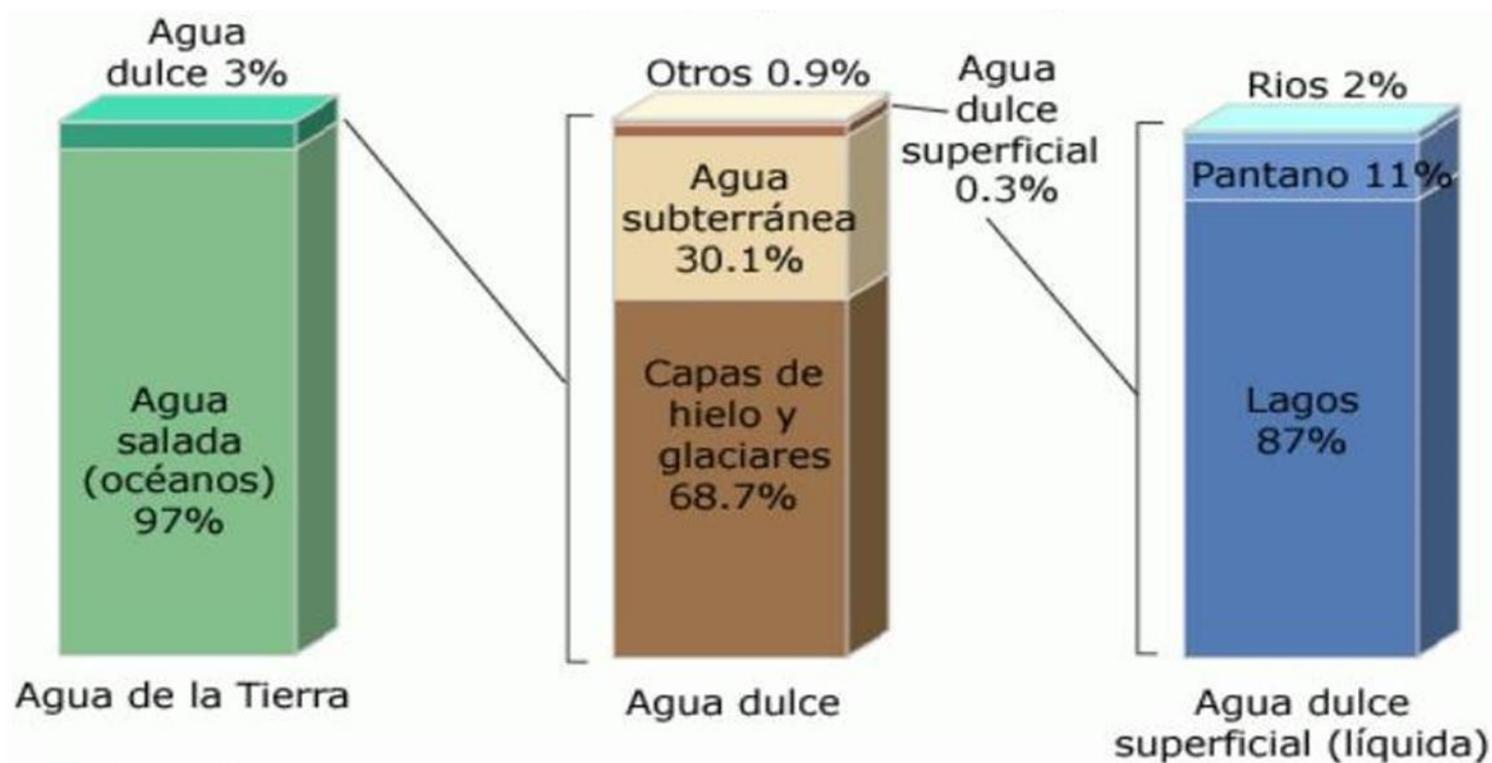
- Sol
- Gravedad

Tiempos de residencia del agua en las distintas partes del ciclo hidrológico



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; Max Planck, Institute for Meteorology, Hamburg, 1994; Freeze, Allen, John, Cherry, *Groundwater*, Prentice-Hall: Engle wood Cliffs NJ, 1979.

Distribución del agua en el planeta



FUENTE: <http://www.unsa.edu.ar>

Balance hídrico

Para un período determinado, la forma más simplificada de un balance hídrico es:

$$\text{INGRESOS} - \text{EGRESOS} = \pm \Delta S$$

$$P = \text{ETR} + \text{ES} + \text{Infiltración}$$

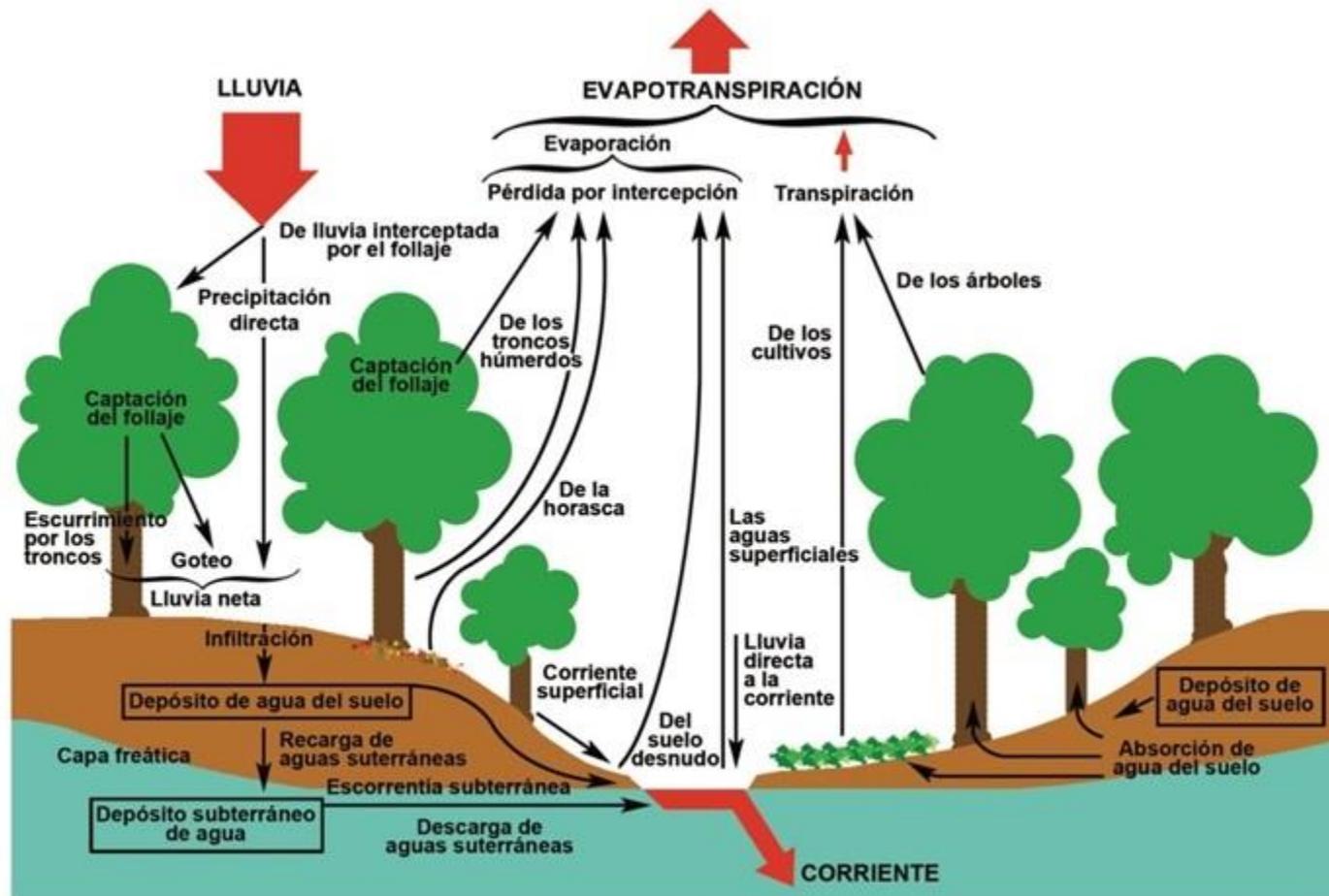


Figura 1. El ciclo hidrológico en un ecosistema forestal (adaptado de FAO 2009).

Evaporación. Una parte del agua precipitada se evapora desde la superficie del suelo o directamente desde el follaje de las plantas; este último fenómeno se denomina INTERCEPCIÓN y, en lluvias de corta duración sobre zonas boscosas, éstas pueden devolver a la atmósfera una gran parte del agua precipitada sin que ésta haya alcanzado el suelo.

Escurrimiento superficial. El agua que se mueve libremente por la superficie del terreno por acción de la gravedad; puede seguir varios caminos:

Se evapora desde la superficie de los cuerpos de agua (ríos, lagos, embalses).

Queda retenida como nieve o hielo (escurrimiento superficial diferido).

Sigue su camino hacia un nivel de base local y de allí al mar (escurrimiento superficial rápido).

Infiltración. El agua que se ingresa al terreno; puede seguir varios caminos:

Evaporación desde el suelo húmedo.

Transpiración (desde raíz y follaje de las plantas).

Escurrimiento subsuperficial o hipodérmico (agua infiltrada que vuelve nuevamente a la superficie).

Percolación, hasta alcanzar el escurrimiento subterráneo.

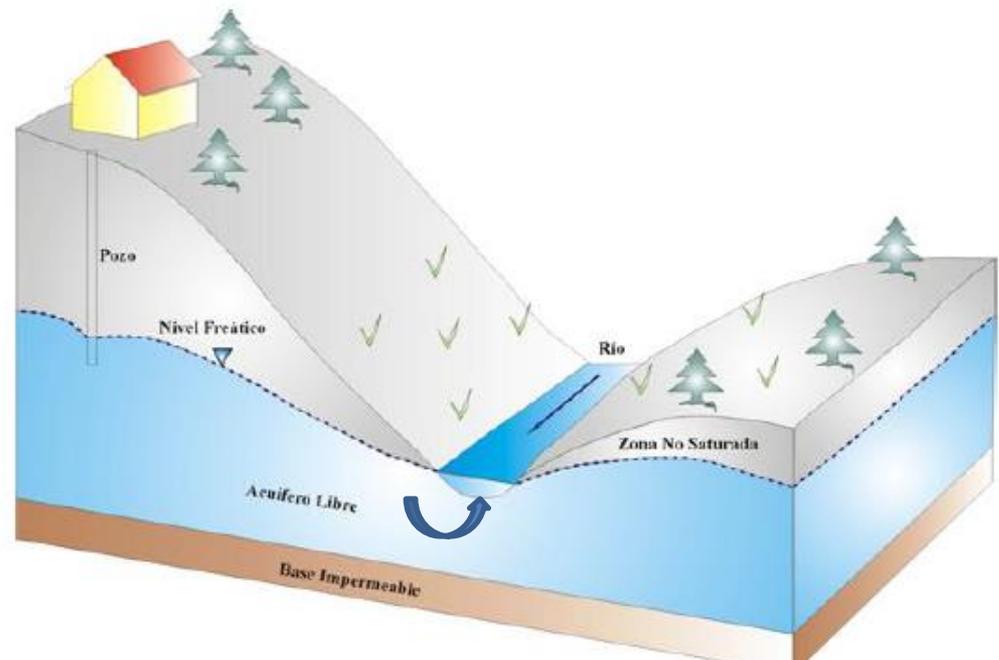
Agua subterránea. El agua que alcanzó a la zona saturada, circula por el medio (sedimentos, rocas porosas o rocas fisuradas) siguiendo el gradiente hidráulico regional (pendiente hidráulica). Este camino, desde que ingresa al terreno hasta que sale del mismo puede involucrar recorridos de unos cuantos metros a varios kilómetros, en períodos que van desde meses a miles de años.

Esta salida puede ser de alguna de las formas siguientes:

Artificialmente, a través de pozos u otras obras de captación

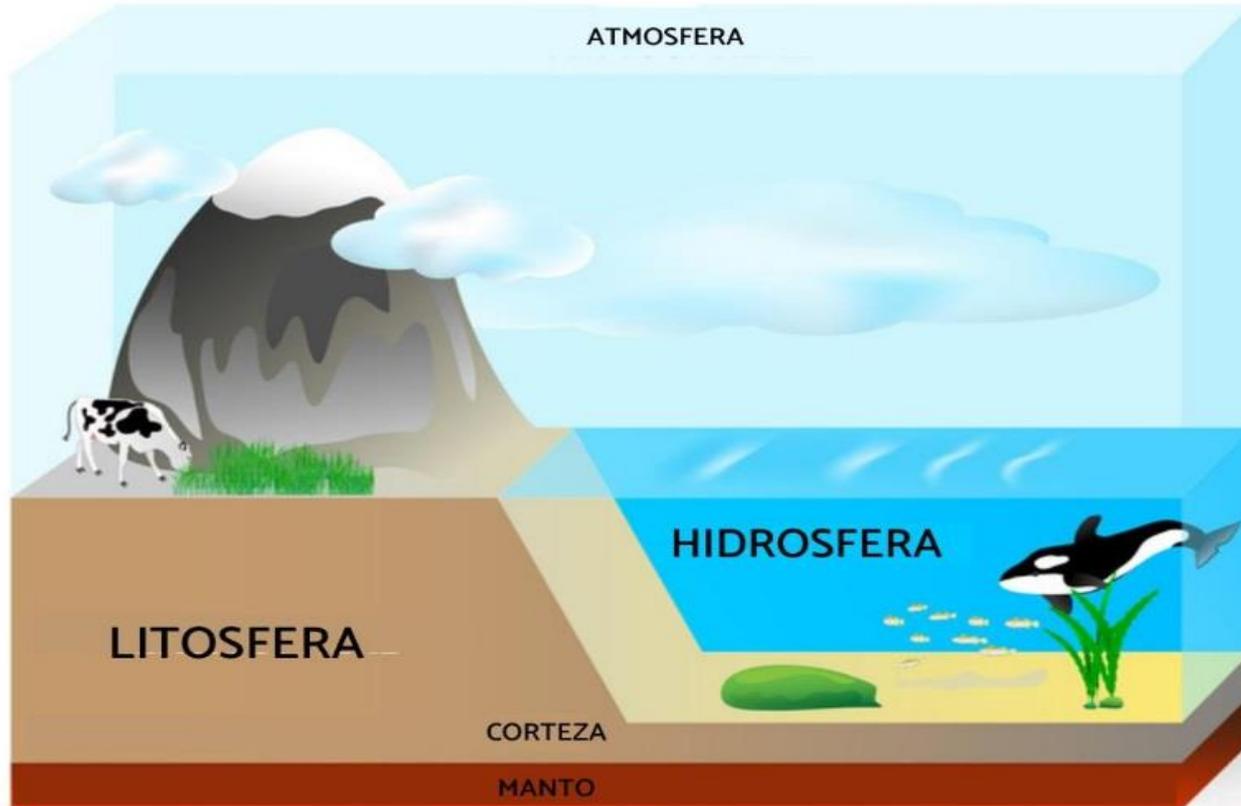
Naturalmente, a través de:

- un manantial
- procesos de evapotranspiración
- plantas freatófitas
- superficie freática cercana a la superficie del terreno
- aporte a un curso fluvial
- descarga en el mar u otro cuerpo de agua (lago, salar, pantano, etc.)

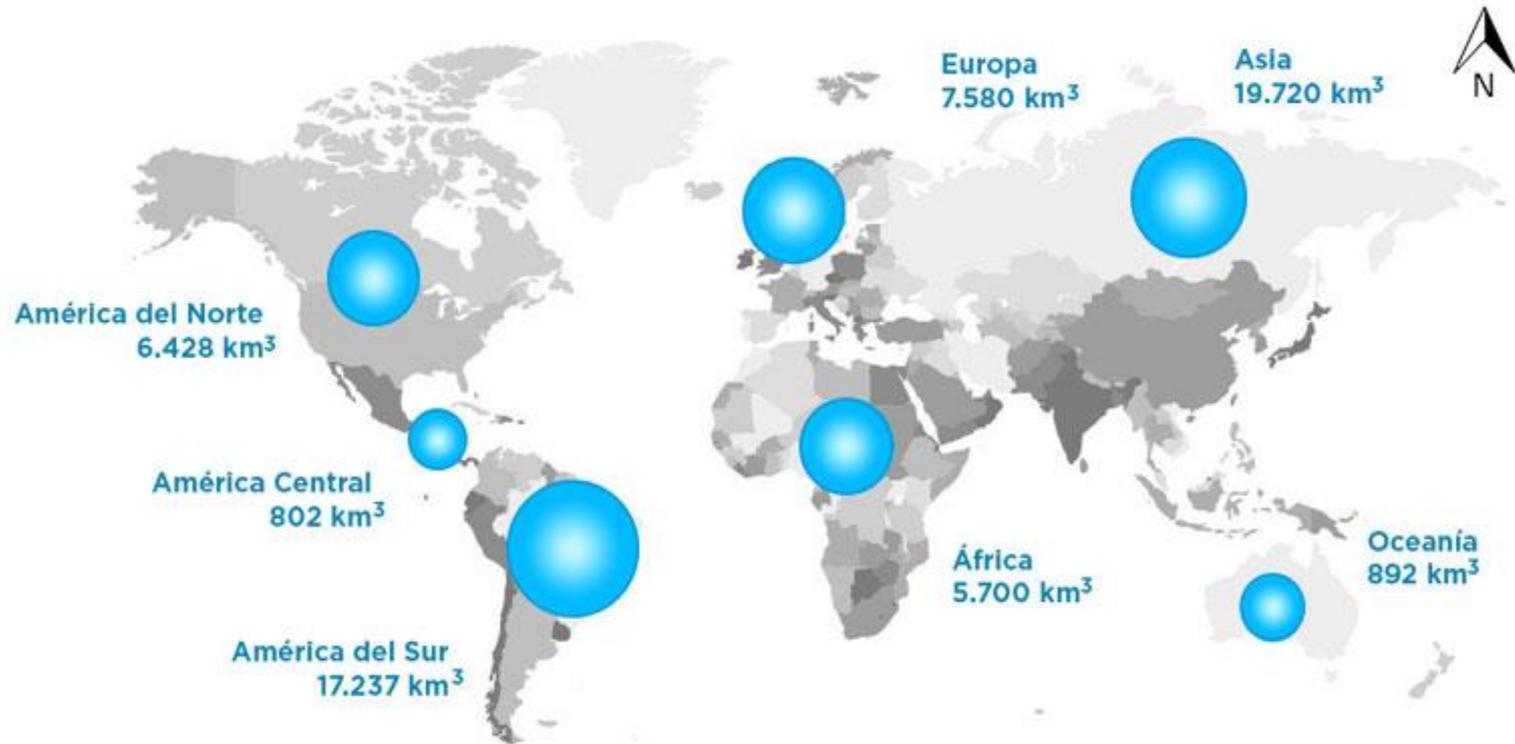


Ciencia que estudia la hidrósfera

HIDROLOGÍA



Reservas de agua dulce en el mundo por región



Para algunas regiones los valores no comprenden a 100% de los países que las conforman: África (93% de los países); Centroamérica (81% de los países); Europa (85% de los países) y Oceanía (31% de los países).

Densidad demográfica (%) vs. Volumen de Agua (%)

ACCESO AL AGUA EN LAS DISTINTAS REGIONES DEL MUNDO

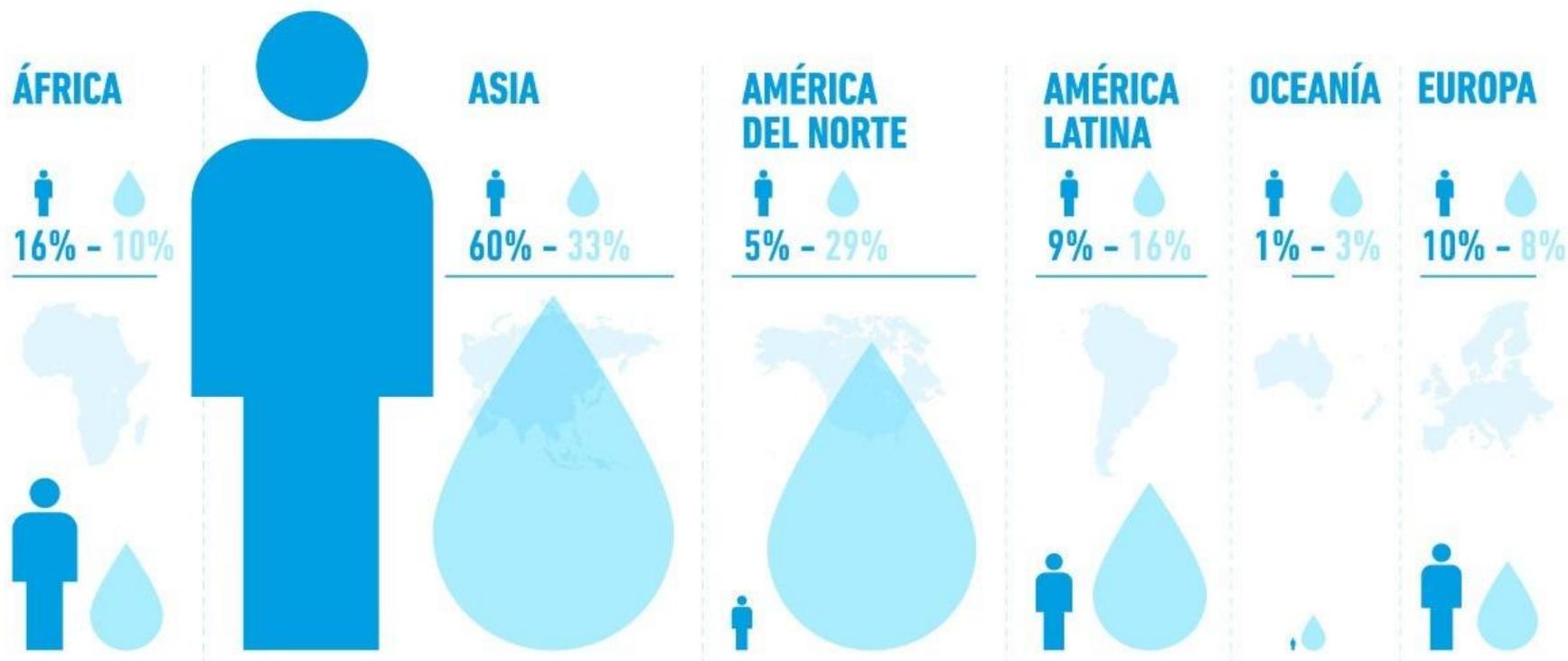
La relación entre los recursos hídricos mundiales disponibles y la densidad demográfica mundial está irregularmente repartida en las diferentes regiones del mundo.



Población Mundial



Agua Mundial



Fuente: "[Solutions for the Global Water Crisis](#)" de Citi GPS

La relación entre los recursos hídricos mundiales disponibles y la densidad demográfica mundial está irregularmente repartida en las diferentes regiones del mundo.

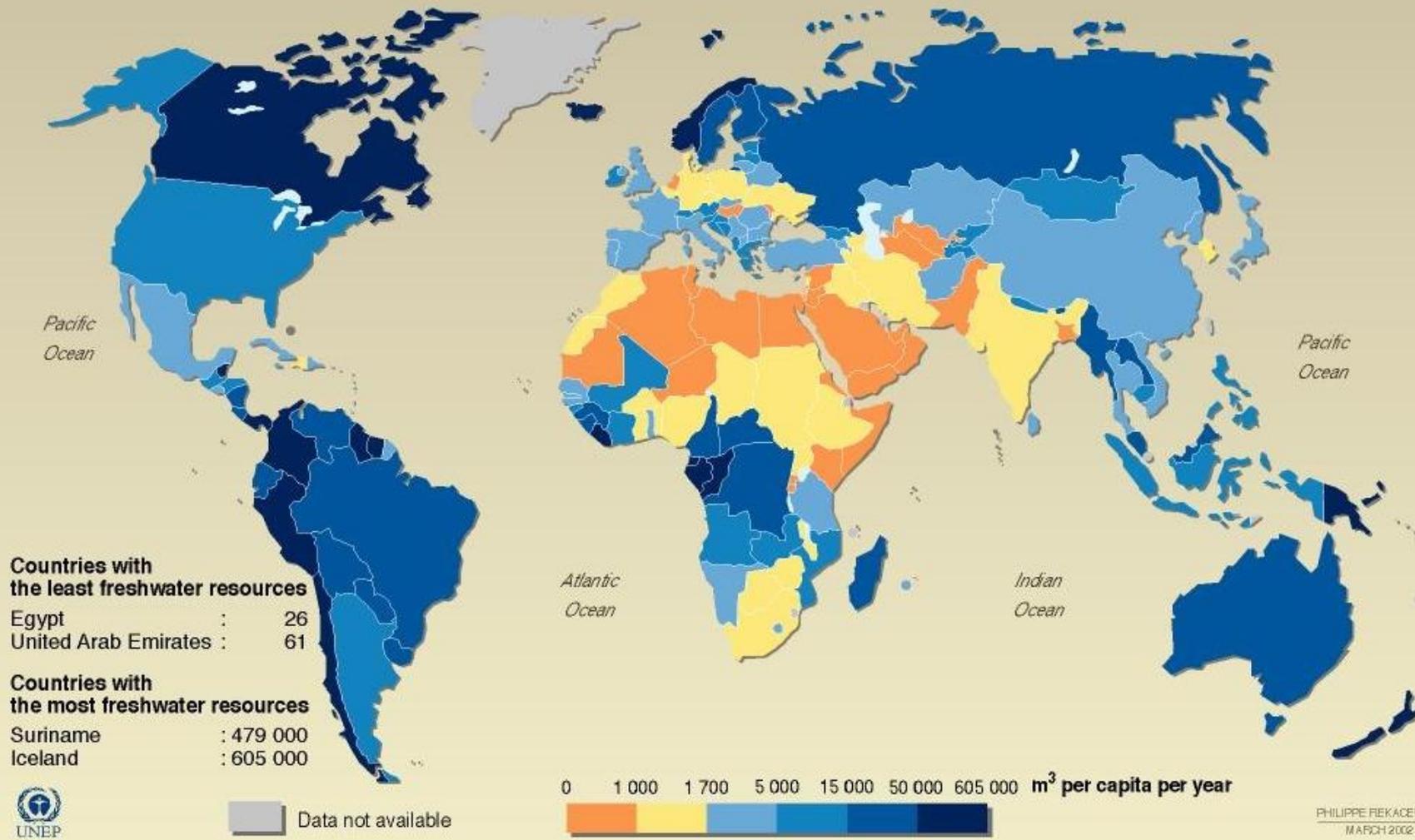
Varias regiones están agotando sus recursos de agua dulce en un ritmo muy rápido y algunos países experimentan niveles extremadamente altos de **estrés hídrico**.

Hay alrededor de **800 millones de personas que no tienen acceso a agua limpia** y unos 4 mil millones de personas que viven bajo la escasez de agua al menos un mes al año.

A nivel mundial, el principal problema es el **acceso al AGUA POTABLE**. Esto ocasiona millones de casos al año de enfermedades relacionadas a la falta de agua segura.

Availability of Freshwater in 2000

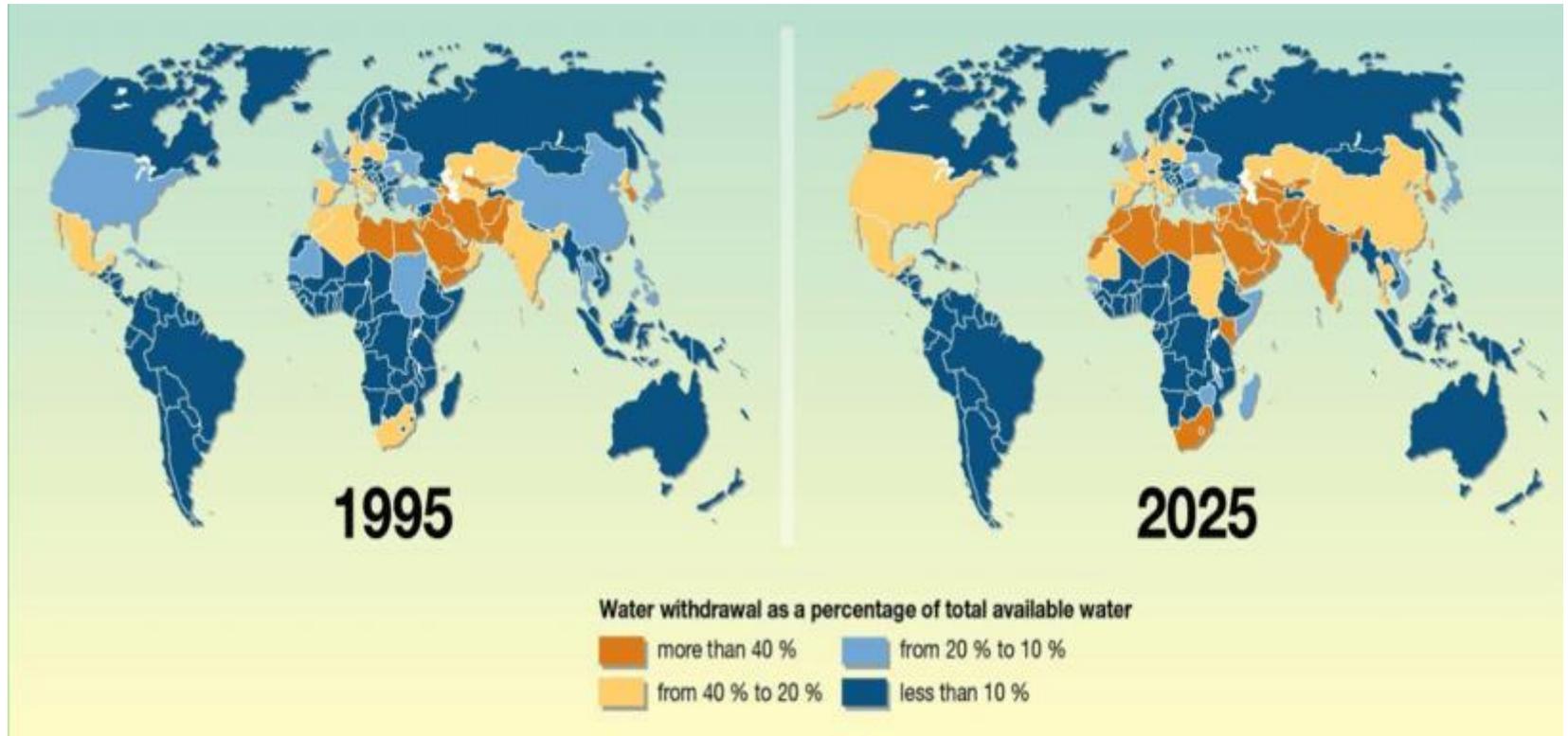
Average River Flows and Groundwater Recharge



Source: World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

Disponibilidad de agua pura

(Availability fresh water projection)



AGUA DULCE DE LA HIDROSFERA

Partes de la Hidrósfera	Volumen de agua dulce (km ³)	Proporción del volumen total de agua dulce (%)
Depósitos de Hielo:		
Casquetes Polares	24.023,5	68,58
Glaciares y Nieve	340.600	0,97
Aguas Continentales (líquido):		
Agua subterránea	10.530.000	30,06
Lagos	91.600	0,26
Humedad del suelo	16.500	0,05
Pantanos	11.470	0,034
Ríos	2.120	0,006
Agua atmosférica:	12.900	0,037
Agua Biológica:	1.120	0,003
Total	35.028.690	100

IMPORTANCIA DEL AGUA

Principio N° 1

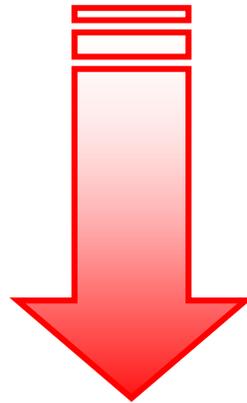
Conferencia Internacional sobre Agua y
Medio Ambiente
(Dublín 1992)

“El agua dulce es un recurso
finito y vulnerable, esencial para
sostener la vida, el desarrollo y
el medio ambiente”



Diversos fenómenos en el ámbito mundial

- El crecimiento demográfico
- Los cambios en el uso del suelo:
 - El aumento de las superficies cultivadas
 - La mayor urbanización
- La contaminación
- El calentamiento climático global



EJERCEN PRESIONES CRECIENTES
SOBRE EL RECURSO

IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA



Ciudad

16.000 habitantes

consumo individual de 300 litros /día

4.800 m³ de agua dulce/día

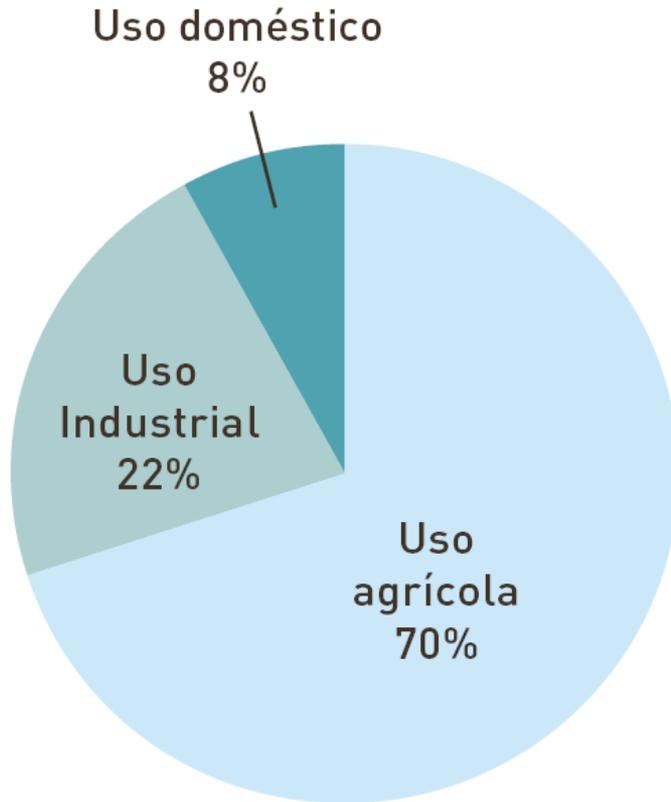


Perforación

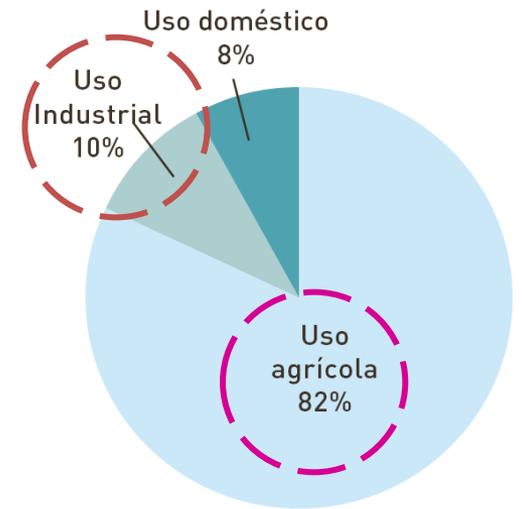
Caudal: 200 m³/hora

4.800 m³ de agua dulce/día

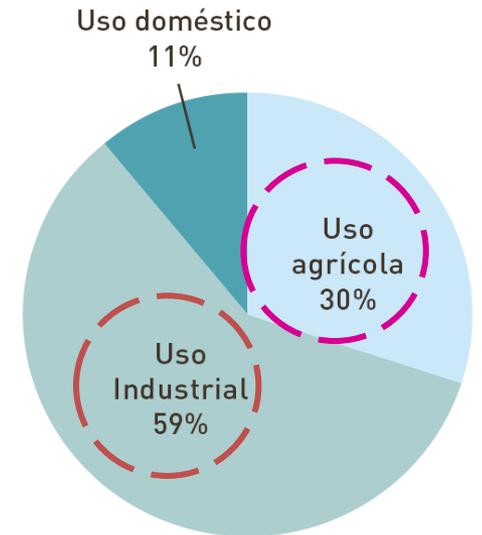
USOS ALTERNATIVOS DEL AGUA



Usos alternativos del agua (mundo)



Usos alternativos del agua (países de ingresos medios y bajos)



Usos alternativos del agua (países de ingresos elevados)

Usos del Agua Subterránea

En muchas áreas, el agua subterránea es la única posibilidad para contar con un suministro de agua.

VENTAJAS

- Calidad constante
- Utilizable con mínimo tratamiento
- Temperatura estable
- Saludable
- Ausencia de masa biótica
- Sin sólidos
- Estabilidad de caudales

DESVENTAJAS

- Inversión importante
- Baja percepción como recurso natural



Trabajo Práctico 1

Actividad 1A

Realizar un video del ciclo hidrológico (Programa Powtoon)

- Identificar los distintos procesos que se producen en el ciclo hidrológico
- Distinguir los distintos estados en los que se puede encontrar el agua en el ciclo hidrológico
- Identificar los dos motores que dan vida al ciclo hidrológico
- Identificar la distribución de agua en el planeta
- Distinguir los elementos del balance hídrico y como se organizan
- Crear un objeto de comunicación para presentar los conceptos relevantes

Actividad 1B

- Distinguir entre los términos hidrología e hidrogeología
- Distinguir entre el uso del agua superficial y el uso del agua subterránea
- Analizar las ventajas y desventajas del uso de uno u otro recurso