

**INSTITUTO
COSTARRICENSE DE
ELECTRICIDAD**

COMISION NACIONAL
DE ASSESORIA
24 JUN. 1997

**SEMINARIO SOBRE EVALUACIÓN DEL
FENÓMENO ENOS
PARA 1997**

**¿ HAY SUFICIENTE AGUA EN EL
MUNDO ?**

**Lic. Sadí Laporte M.
Jefe Departamento Hidrología ICE**

**San José, Costa Rica
19 de junio de 1997**

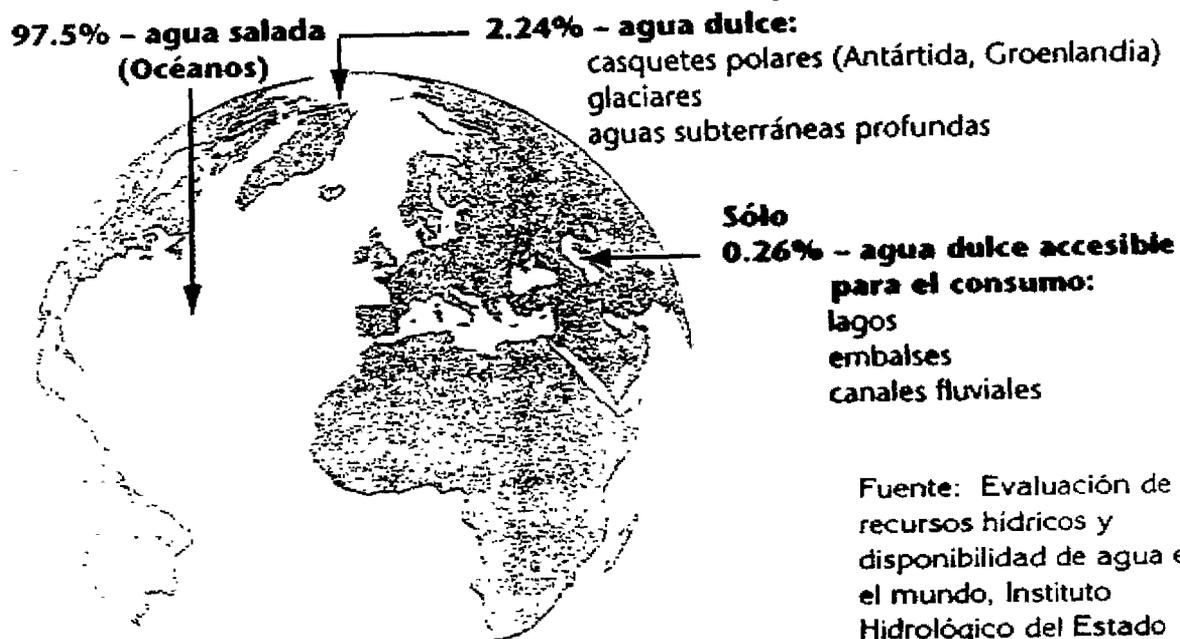
EL AGUA - UNA CUESTIÓN DE VIDA O MUERTE -

- **Resulta difícil imaginar un mundo sin agua.**
- **El agua es vital para el consumo humano, los servicios sanitarios, la agricultura, la industria y otra infinidad de usos.**
- **La vida en la tierra comenzó en el agua, ahora el agua dulce da vida a las ciudades, irriga cultivos, etc. Sin embargo, el agua puede significar también muerte y destrucción.**
- **Las inundaciones son el peor de los desastres naturales. El agua contaminada transmite enfermedades y provoca la muerte a quien la bebe.**

¿DE CUANTA AGUA DULCE SE DISPONE?

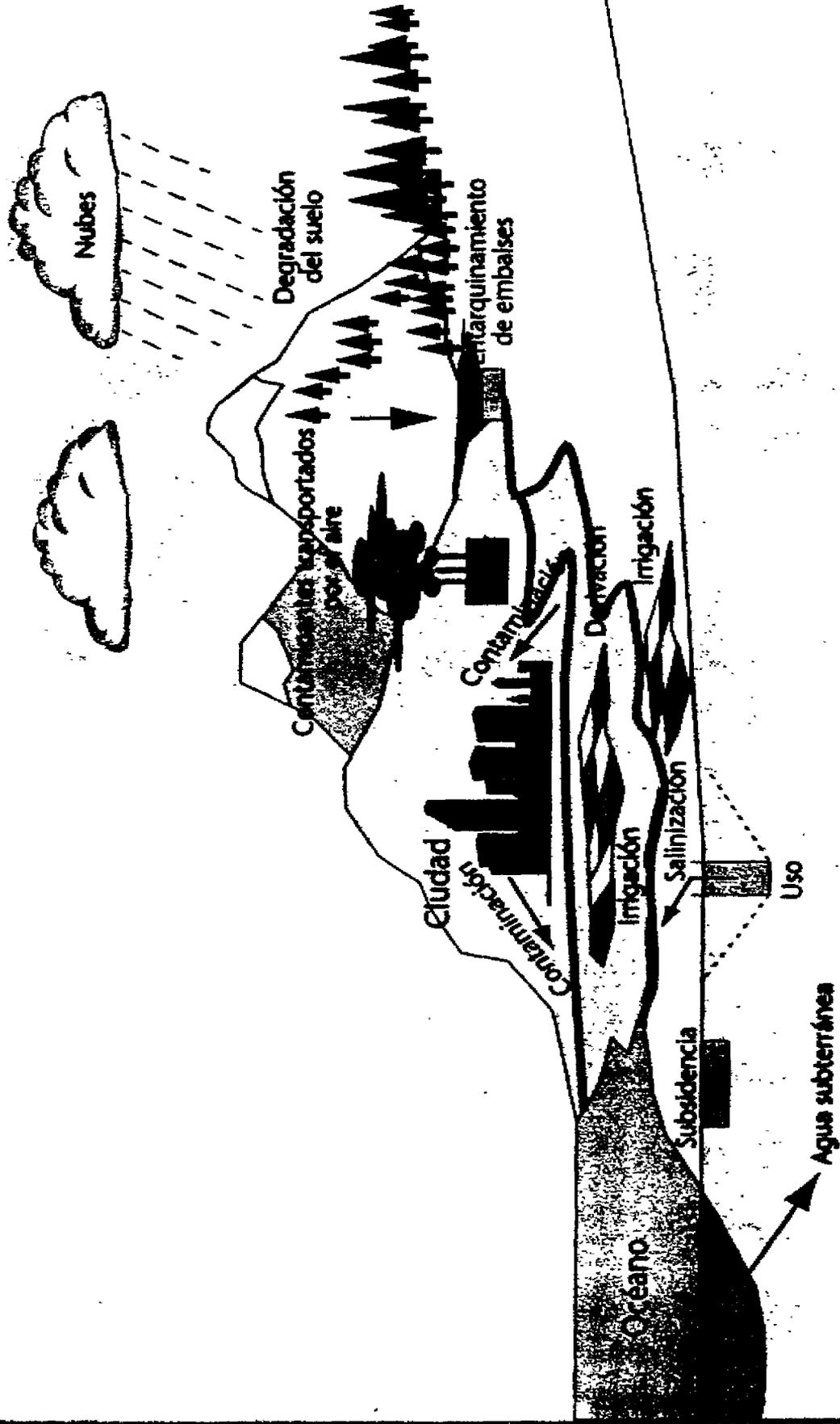
- **El agua en estado líquido se halla en lagos, ríos y embalses de la superficie terrestre y ocupa mar y océanos.**
- **En estado gaseoso se presenta como vapor de agua en la atmósfera.**
- **En estado sólido cubre las regiones polares y las montañas más altas.**
- **Hay también una enorme cantidad de agua almacenada en el suelo.**
- **El agua está presente en la vegetación y en el cuerpo humano, compuesto casi en un 80% de agua.**
- **El ciclo hidrológico moviliza grandes cantidades de agua alrededor del mundo. Por ejemplo una gota de agua permanece un tiempo promedio de aproximadamente 16 días en un río y de unos 8 días en la atmósfera, pero ese tiempo puede convertirse en siglos para un glaciar y en decenas de miles de años para el agua que atraviesa lentamente un acuífero profundo.**

Disponibilidad mundial de agua dulce planeta Agua — "azul"



Fuente: Evaluación de recursos hídricos y disponibilidad de agua en el mundo, Instituto Hidrológico del Estado San Petersburgo, Rusia; Prof. I. A. Shiklomanov, *et al.*, 1996.

Las pérdidas por el uso de tierra y los recursos hídricos



¿ HAY SUFICIENTE AGUA EN EL MUNDO ?

Introducción:

- La disponibilidad de agua dulce es uno de los grandes problemas que se plantean hoy en el mundo y en algunos aspectos el principal, porque las dificultades conexas afectan la vida de muchos millones de personas.
- Durante los próximos cincuenta años, los problemas relacionados con la falta de agua contaminación de masas de agua afectarán prácticamente a todos los habitantes del planeta.
- Las regiones del mundo que sufren de escasez de agua siguen creciendo en superficie y en cantidad, lo que hace que las poblaciones exigen cada vez agua.
- La escasez de agua en el planeta, podría ser provocar una serie de desastres locales, regionales y de enfrentamientos que provocarían una crisis de envergadura mundial.
- A raíz de esta problemática del agua se han efectuado varias conferencias entre ellas:
 - Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente (Dublin, 1992) .
 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD, Río de Janeiro, 1992, Programa 21)De estas conferencias se demuestra claramente que el agua es indispensable para el desarrollo sostenible
- Posteriormente la OMM y la UNESCO, en colaboración con el Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo, realizaron una evaluación completa del agua dulce de la Tierra.
- En esta conferencia se evalúa lo siguiente:
 - La evaluación de las fuentes de abastecimiento de agua dulce en el mundo.
 - La disponibilidad y el uso de este recurso.

- Gran parte del agua de la tierra es poco apta para el consumo humano, pues el 97.5% es agua salada, 2,24% agua dulce casi toda congelada en la Antártida y Groenlandia y 0.26 agua dulce accesible para el consumo.
- Escorrentía mundial por habitante:

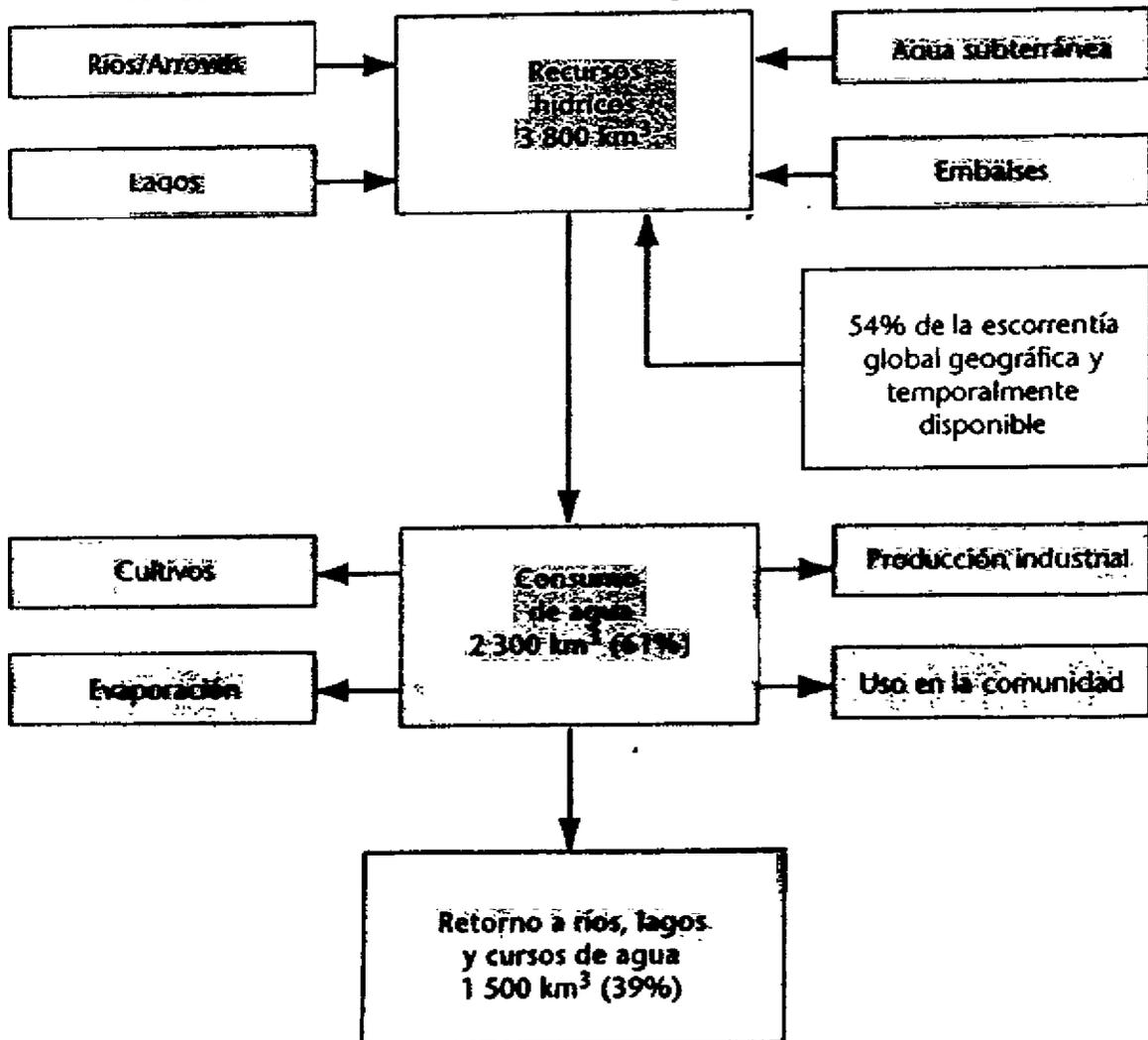
Año	Promedio
1970	12 900 m ³ por persona
1995	7 600 m ³ por persona

- Las actividades humanas modifican el ciclo hidrológico y pueden contaminar seriamente el agua disponible.
- Para evaluar esta modificación se necesita información detallada sobre la cantidad y la calidad del agua en un lugar o región, de ahí la importancia de disponer de datos hidrológicos adecuados y fiables.

EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

- La evaluación de los recursos hídricos constituye la base para una extensa gama de actividades, como abastecimiento de agua, protección de la salud, producción de energía eléctrica, la irrigación y el drenaje, mitigación de pérdidas ocasionadas por inundaciones y sequías, medidas de seguridad alimentaria, navegación, turismo y preservación del ecosistema acuático.
- En la evaluación del recurso hídrico se determinará la necesidad de:
 - Nuevos mecanismos de coordinación e integración.
 - Estrategias y políticas que se refieren a los usos por orden de prioridad y a la solución de conflictos.
- En resumen, la evaluación del recurso hídrico es un requisito previo para el desarrollo sostenible y la gestión de los recursos hídricos de un país.
- La evaluación del recurso hídrico se puede hacer en varios niveles, nacional, regional, por cuenca, o por lugares problemáticos.

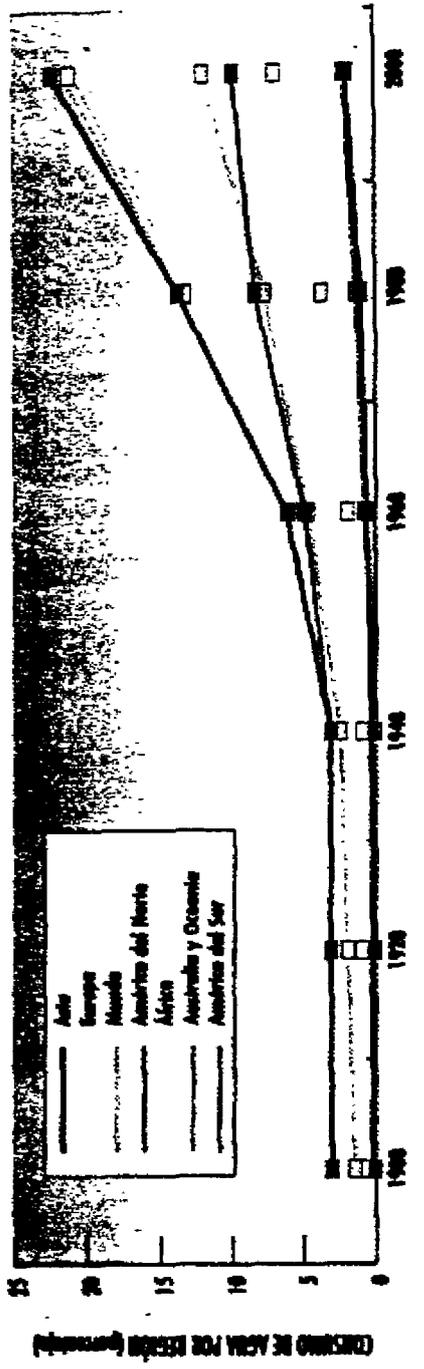
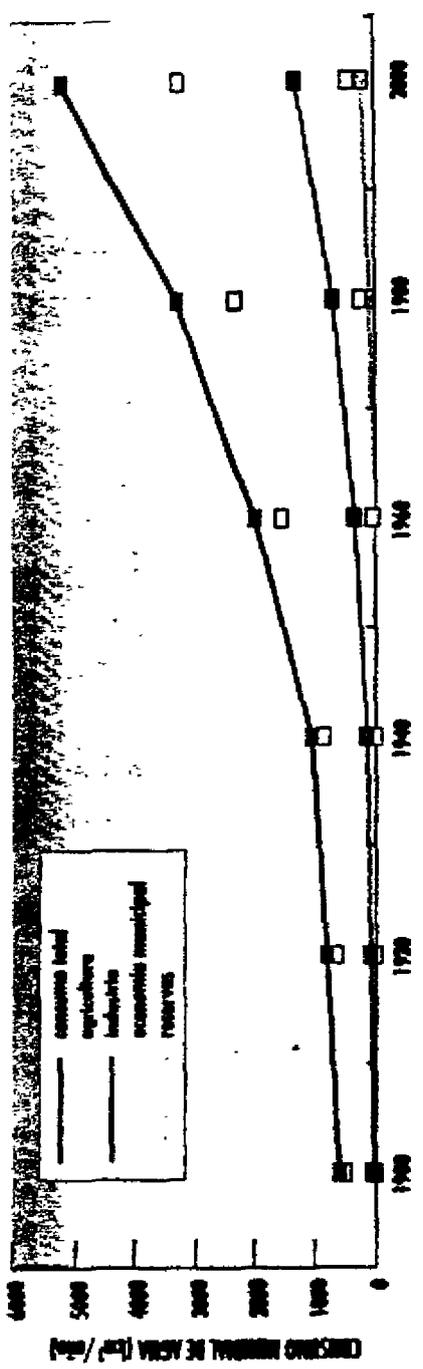
Recursos hídricos mundiales y consumo (1995)



¿HAY SUFICIENTE AGUA?

- Con los datos existentes se han realizado estimaciones de caudal medio anual en todos los ríos del mundo, que son como guías sobre la suma de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la tierra.
- Estos caudales medios oscilan entre 35000 a 50000 kilómetros cúbicos por año, . menos 1% del volumen total de agua dulce.
- Hasta el 80% del caudal anual total de un río puede producirse durante las crecidas.
- El Amazonas tiene una cuenca de 5 870 000 Km², drena el 4% de la superficie terrestre total del planeta, aporta un 16% de la escorrentía total, mientras que las zonas áridas y semiáridas del mundo, ocupan el 40% de la superficie terrestre y producen solo un 2% de la escorrentía.
- Alrededor de un tercio del recurso potencial, aproximadamente 12 500 Km³ por año (agua que se dispone en el mundo) se puede aprovechar para las necesidades de las personas, proporción que va disminuyendo a medida que aumenta la contaminación

los servicios hidrologicos e hidrometeorolo- que funciona en el Instituto Federal de



Evolución del consumo mundial de agua

BASE PARA LA EVALUACIÓN

- Medir regularmente los elementos hidrológicos que controlan los recursos hídricos es necesario para determinar de cuánta agua se dispone para el consumo. Esos elementos incluyen la precipitación, la evaporación y el caudal fluvial, así como el agua almacenada en el suelo, los acuíferos, los embalses y los glaciares. La cantidad, la calidad y las características biológicas del agua deberían medirse con regularidad.
- Cantidad total de instrumentos de la red hidrológica mundial, de 200 países y territorios.

RED HIDROLÓGICA MUNDIAL

	No. de estaciones
• Precipitación (Pluviógrafo+pluviómetro)	194 000
• Evaporación (Tanques+métodos indirectos)	14 000
• Caudal (Limnógrafo+limnómetro)	64 000
• Caudal de sedimentos (suspendidos+carga de fondo)	16 000
• Calidad de agua	44 000
Agua Subterránea (Nivel de los pozos de observación)	146 000

ORGANISMOS HIDRÁULICOS QUE RECOPILAN DATOS

	No. de organismos
Total de organismos	480
Cantidad de agua superficial	416
Agua subterránea	189
Climatología	280
Caudal de sedimentos	158
Calidad del agua	220

- A pesar de la gran cantidad de estaciones la cobertura de la red es inadecuada sobre todo en un mundo en desarrollo, en muchos de estos países son capaces de determinar sus recursos hídricos en 1997 de lo que eran en 1967.

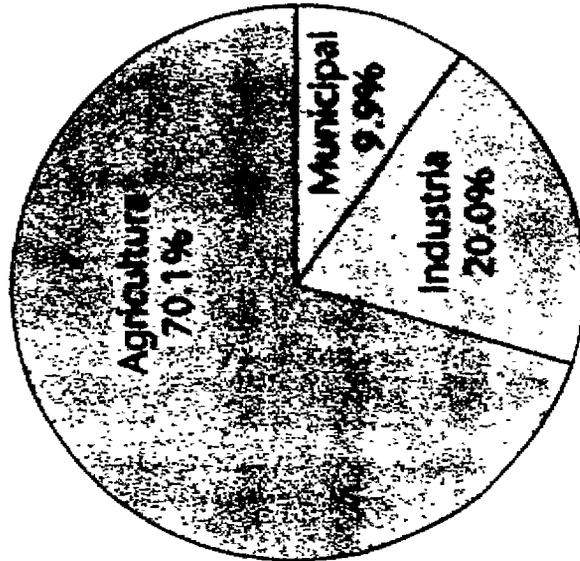
¿QUIEN EVALÚA?

- Los servicios hidrológicos Nacionales y otras instituciones relacionadas con los Recursos Naturales o de Energía.
- La Organización Meteorológica Mundial , el Banco Mundial, y la Unión Europea han emprendido el establecimiento del Sistema Mundial de Observación del Ciclo Hidrológico (WHYCOS).
- Se prevé que WHYCOS proporcione datos en cantidad y calidad de una red de 1000 estaciones en tiempo real en los principales ríos del mundo.
- Para el Caribe, América Central, México, Venezuela y Colombia el Proyecto de Observación del Ciclo Hidrológico será el CARIB-HYCOS.

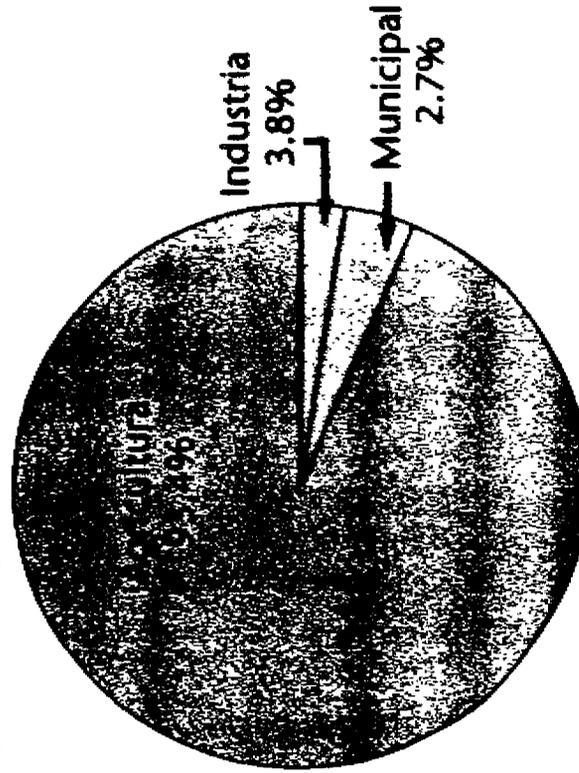
UTILIZACIÓN DEL AGUA

- Se estima que la demanda mundial de agua ha aumentado de 6 a 7 veces desde 1990 a 1995, más del doble del crecimiento demográfico.
- Este crecimiento se puede acelerar en el futuro, se prevé que la población mundial alcanzaría los 8300 millones en el año 2025 y entra 10000 y 12000 millones de personas en el 2050.
- De la demanda global de agua que se estima en unos 4000 Km³ por año, probablemente el 80% corresponde a la agricultura.
- Los datos sobre utilización de datos son aún mas escasos y a veces menos fiables que los datos de recursos hídricos, mayormente por falta de mediciones.
- Para satisfacer la demanda de agua, la humanidad ha venido modificando el ciclo hidrológico, construyendo pozos, embalses, acueductos, planes de irrigación, etc.
- En 1995, un 20% de los 5700 millones de población mundial carecía de un abastecimiento fiable de agua mientras que un 50% no tenía servicios sanitarios adecuados. La falta de estos servicios es una de las razones por las que más de 1000 millones de personas viven en la pobreza.

Recursos hídricos actuales y consumo por sector



Agua extraída



Consumo de agua

Fuente: Evaluación de recursos hídricos y disponibilidad de agua en el mundo, Instituto Hidrológico del Estado San Petersburgo, Rusia; Prof. I. A. Shiklomanov, et al., 1996.

AGUA DESPERDICADA

- Gran parte del agua extraída de fuentes superficiales o subterráneas para las actividades humanas se desperdicia o se usa de manera muy ineficaz.
- Por ejemplo en la irrigación un 60% del agua se filtra por las canales de distribución y se pierde por evaporación.
- En muchos procesos industriales se usa el agua ineficazmente, ya que no se hacen procesos de reutilización.
- Desperdicio de agua de hasta un 50% en cañerías principales por ser muy antiguas.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

- Durante siglos los ríos y arroyos han sido un lugar cómodo para verter desechos.
- Hoy la contaminación del agua proviene de muchas fuentes diferentes, por ejemplo las aguas residuales no tratadas, desechos industriales, drenaje de minas, drenaje de los residuos de fertilizantes y plaguicidas agrícolas.
- En los últimos 50 años los gobiernos, por la presión pública, han impuesto reglamentos para proteger los recursos hídricos nacionales.
- Dentro de los principales contaminantes están:
 - Metales usados con plomo, mercurio, plata y cromo que son muy tóxicos para la vida acuática.
 - La eutrofización causada por la abundancia de fósforo y nitrógeno en los caudales.
 - Elevados niveles de nitrato en las aguas superficiales y subterráneas asociados con la agricultura intensiva.
 - Aplicación de más de 100000 productos químicos comerciales crean dificultades si pasan a los ecosistemas acuáticos.
 - Contaminación por lluvia ácida.
 - Un 80% de la contaminación marina proviene de la tierra, de modo que la salud del medio ambiente marino depende del estado de nuestros ríos.

AGUA Y SALUD

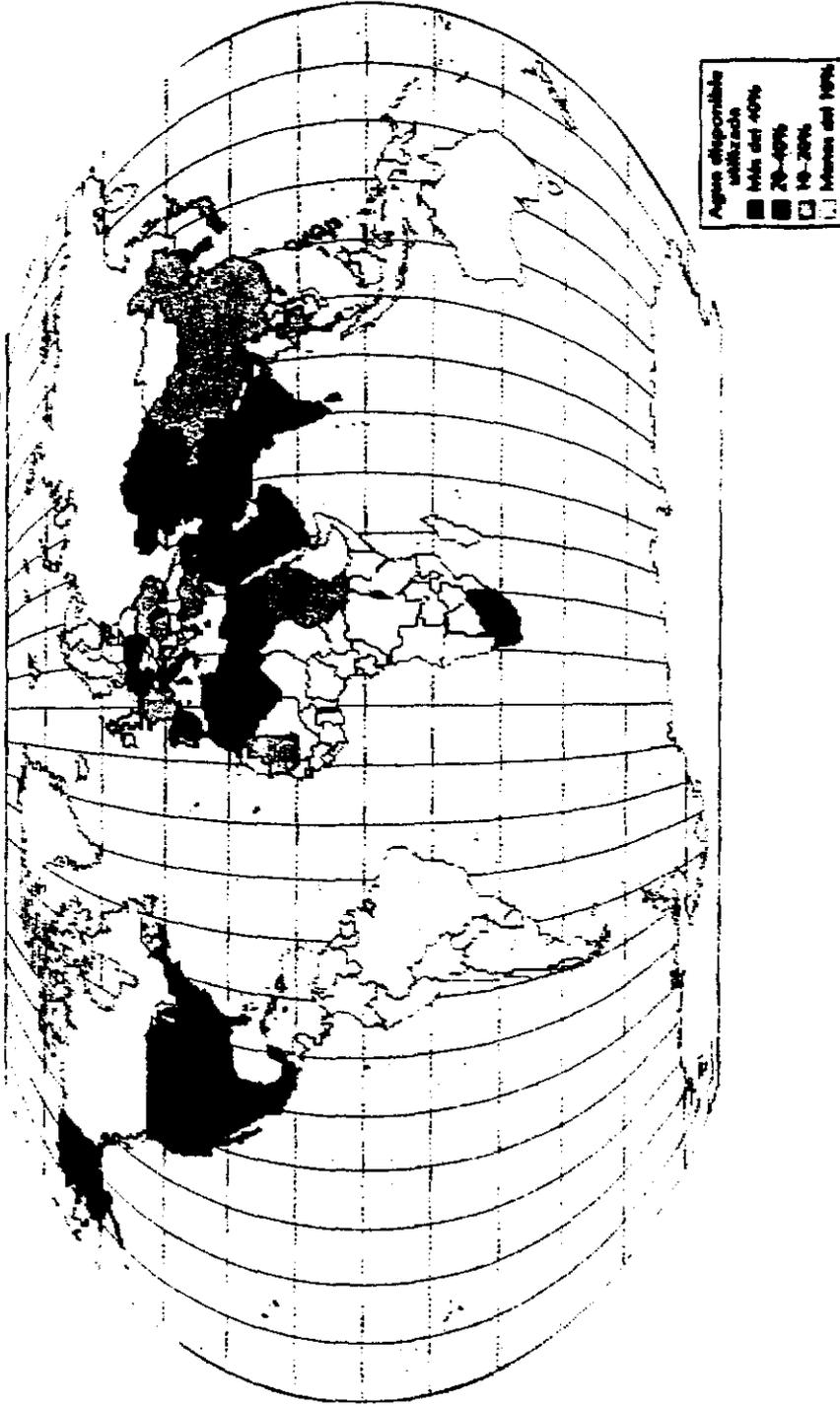
- La salud humana depende de un suministro de agua inocua y segura y de servicios sanitarios fiables.
- Se estima que alrededor de la mitad de las personas que viven los países en desarrollo sufren de enfermedades relacionadas con el agua, por ejemplo infecciones parasitarias, diarrea, paludismo, brotes de cólera, etc.
- Más de 5000 millones de personas mueren anualmente de enfermedades vinculadas con el consumo de agua contaminada, servicios sanitarios inadecuados y una higiene rudimentaria.
- Los efectos de la contaminación en la fauna y en la flora, son más evidentes: muerte, debilitamiento en la cáscara de los huevos, decrecimiento demográfico, defectos de nacimiento y una serie de otros efectos en la salud de las aves y peces.

EL AGUA ES OBJETO DE PRESIÓN

- La escasez de agua se produce cuando el abastecimiento no puede satisfacer la demanda. Los recursos hídricos y el uso del agua varían considerablemente de un país a otro, como los niveles de desarrollo económico. Una medida comúnmente utilizada de la situación económica de un país es su producto nacional bruto por habitante. Un índice similar del nivel de desarrollo de los recursos hídricos y de la presión a que están sometidos por la demanda de agua, es el porcentaje que se utiliza de los recursos hídricos disponibles.
- La distribución global de ese índice: según la utilización del agua disponible, los países se distribuyen en cuatro categorías, que van de menos de 10% a más del 40%.

Índice de la presión a la que está sometida el agua - 1995

Fuente: Evaluación completa de los recursos mundiales de agua dulce, Informe de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible, 1997.



en países en desarrollo sufren de enfermedades potables, por ejemplo altos niveles de nitratos,

- En los países del hemisferio norte y latitudes medias, donde el índice alcanza más del 40% en los países limítrofes del Mediterráneo y mares adyacentes. Esa región incluye países ricos y pobres, pero en el mundo unos dos mil millones de personas viven en países donde el producto nacional bruto por habitante no llega a 3 000 dólares por año y donde ya se está usando más del 20% de los recursos disponibles. Esos son los países que son más vulnerables a la presión, porque no tienen recursos hídricos adicionales que puedan utilizar ni tampoco recursos económicos para optar ellos.
- El cambio climático es otra presión debida a las actividades humanas que generalmente aún no se tienen en cuenta. En sus evaluaciones. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) señala aumentos de la temperatura, cambios en la por un desarrollo que no esté centrado en la irrigación intensiva que caracteriza a muchos de precipitación, una mayor variabilidad y la elevación del nivel del mar. Todos esos factores repercuten directamente en la disponibilidad del agua.

EL MUNDO DONDE EL AGUA SE AGOTA

- **El margen entre el recurso disponible en el mundo y el volumen de agua utilizado va a disminuir en el futuro. El factor principal es el crecimiento demográfico.**
- **En el año 2025, las regiones indicadas donde el agua está sometida a presión se habrán extendido hasta incluir unos dos tercios de la población mundial. En 2025, abarcarán probablemente la mayor parte del planeta.**
- **Después de 2025 el cambio climático podría también empeorar las condiciones si disminuye la cantidad de precipitación en las principales regiones productoras de alimentos y aumentan las tasas de evaporación.**
- **Un 50% más de personas para alimentar que en 1995, se prevé que el volumen de agua necesario para la producción de alimentos aumente entre un 50 y un 100 por ciento.**
- **El costo del agua puede subir debido a esa competencia, inflando los precios de los alimentos y forzando a los pobres agricultores a cerrar sus explotaciones agrícolas.**

HACIA UNA ESTRATEGIA GLOBAL SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

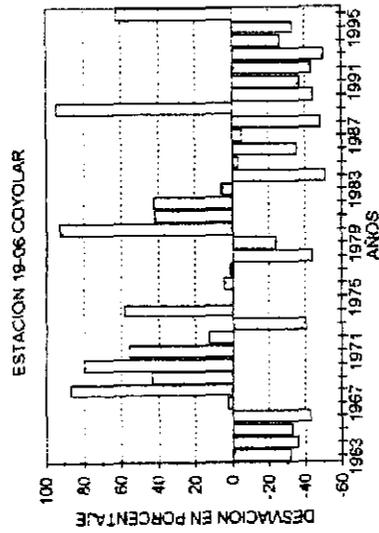
- Es preciso iniciar ya una acción urgente y decisiva para evitar crisis regionales relacionadas con el agua durante los próximos 30 años - que podrían anunciar una crisis de proporciones mundiales más tarde en el siglo XXI.
- La táctica inicial fundamental en esa estrategia consiste en modificar la actitud de las personas con respecto al agua.
- Es preciso que se reconozca generalmente que el agua es un recurso valiosísimo, fundamental para la vida.
- El agua es una cuestión ambiental que debe ocupar el primer lugar tanto en el programa de los gobiernos, como en el de las instituciones y los particulares.
- Puesto que el conocimiento del agua, a través de la disponibilidad de información sobre los recursos hídricos, es la clave del desarrollo- gestión, inversión, creación de capacidad y formulación de políticas es preciso que los gobiernos den alta prioridad al acceso a datos fiables sobre el agua.
- Es necesario fomentar la creación de redes de expertos e instituciones para contrarrestar la fragmentación que reina en el sector del agua, a nivel nacional e internacional.

CONCLUSIÓN

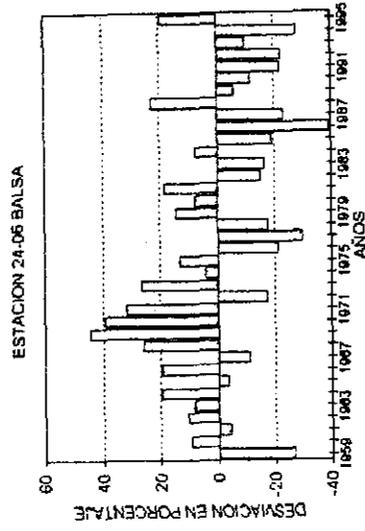
- La evaluación de los recursos hídricos, la definición de los abastecimientos disponibles, las proyecciones del uso futuro y la presentación de opciones de desarrollo y sus posibles efectos, son la base para la gestión sostenible de los recursos mundiales de agua en el futuro.
- Los componentes básicos para la evaluación de recursos hídricos, es decir, las redes de recopilación de datos hidrológicos del mundo, están en malas condiciones.
- En África y partes de América Latina y de Asia, no tienen la capacidad y las bases de datos necesarios para la evaluación de recursos hídricos.
- Hace falta gestionar, proteger y conservar los recursos naturales mundiales para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras. La evaluación de los recursos hídricos es uno de los medios esenciales para asegurarse de que así sea.

DESVIACIONES DE LOS CAUDALES PROMEDIO ANUALES VERTIENTE DEL PACIFICO

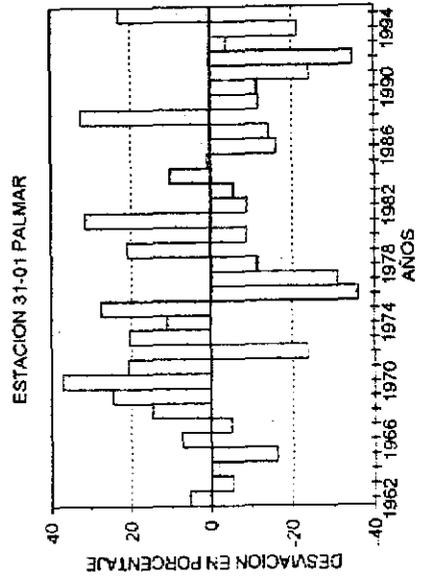
A) PACIFICO NORTE



B) VALLE CENTRAL

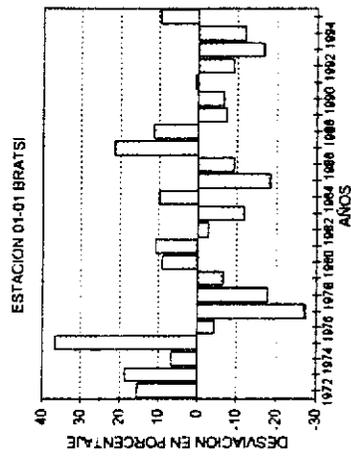


C) PACIFICO SUR

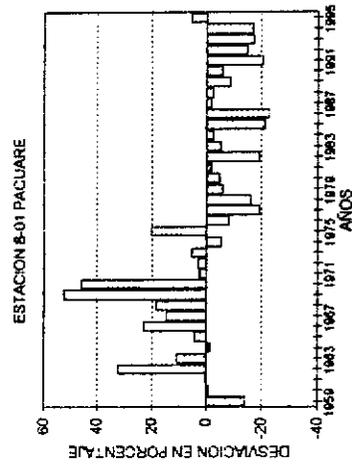


DESVIACIONES DE LOS CAUDALES PROMEDIO ANUALES VERTIENTE DEL CARIBE

A) REGION SUR



B) REGION CENTRAL



C) REGION NORTE

