



Formas de uso/consumo del agua:



- Ingestión
- Baño corporal
- Baño medicinal
- Lavado de ropa
- Recreación
- Abrevadero de animales
- Navegación /
Recreación
- Extracción de energía
- Ecosistemas /
Paisajismo

Extraer agua de la fuente para:

... para abastecimiento doméstico rural

... para abastecimiento municipal

... hacia áreas agrícolas para irrigación

... para generación de energía eléctrica mediante turbinación

...

Uso muy consuntivo:

Irrigación

Uso no consuntivo:

Navegación

Sin regulación:

Navegación

Con regulación:

**Almacenamiento
en embalses**

| Tipo de uso | En fuente sin regulación | | | En fuente con regulación | | |
|-------------------|--------------------------|---------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------|
| | Grado uso | Grado consumo | Afect. reg. hidrol. | Grado uso | Grado consumo | Afect. reg. hidrol. |
| Doméstico | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Industrial | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Institucional | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Comercial | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Saneamiento (*) | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Agropecuario | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Navegación | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Hidroelectricidad | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Recreación | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Paisajismo | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Ecosistemas | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |

| Tipo de uso | Con derivación sin regulación | | | Con derivación con regulación | | |
|-------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|-------------------------------|---------------|---------------------|
| | Grado uso | Grado consumo | Afect. reg. hidrol. | Grado uso | Grado consumo | Afect. reg. hidrol. |
| Doméstico | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Industrial | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Institucional | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Comercial | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Saneamiento (*) | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Agropecuario | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Navegación | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Hidroelectricidad | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Recreación | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Paisajismo | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |
| Ecosistemas | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green | Light Green |

(*) disposición de aguas residuales. Consumo de calidad de aguas receptoras

Hidroelectricidad: En fuente sin regulación y con regulación --> turbinas in situ

Con derivación sin regulación --> proyecto a filo de agua

Con derivación con regulación --> con embalse central a pie de presa o en caverna

| | |
|----------|-------------|
| Muy baja | Light Green |
| Baja | Dark Green |
| Media | Yellow |
| Alta | Orange |
| Muy alta | Red |

Los hidrosistemas naturales, que son ríos, quebradas, lagos, ciénagas, manantiales, acuíferos, etc. son capaces de proveer agua para diferentes usos:

Ejemplo: **Agua para beber ...**

Ejemplo: ... **baño corporal, lavado ropa, etc.**

Ejemplo: ... **abrevadero de ganado ...**

Ejemplo: ... **navegación ...**

Ejemplo: ... **extracción de energía ...**

Ejemplo: ... **recreación, paisajismo ...**

Pero hay usos como el doméstico o el agrícola en los cuales es necesario llevar el agua a las viviendas y cultivos ...

Ejemplos: ... **uso doméstico...**

... **irrigación ...**

...

... y con infraestructura se van facilitando progresivamente los usos ...

Ejemplos: ... **carrotanque...**

... **moto bomba ...**

... **molinos de agua ...**

...

Configuración y secuencia típica de extracción de agua de la fuente y uso de ésta en otro sitio:

**Captación → (Almacenamiento) → Conducción → Tratamiento →
Almacenamiento → Distribución → Uso → Aguas servidas**

Ejemplo histórico: los famosos acueductos romanos que captaban el agua en las montañas y las conducían en canales, arcadas y túneles hasta las ciudades

Producción de comida:

- Extracción de agua para riego
- Cultivos de peces y crustáceos en piscinas, pndajes, embalses, etc

Navegación y transporte fluvial:

- Ríos
- Canales
- Lagos, lagunas, embalses
- Mares

Hidroelectricidad

- Centrales a filo de agua
- Centrales a pie de presa
- Centrales subterráneas
- Micro turbinas
- Mareo turbinas
- ...

PERO,
¿CUÁNTA AGUA SE NECESITA?

Agua y vida

El agua es indispensable para la existencia de todas las criaturas vivientes:

- El **60%** del peso del cuerpo humano es agua
- Para tener funciones fisiológicas adecuadas, un adulto necesita más de **2 litros** de agua al día en condiciones normales, y requiere más de **4.5** en condiciones climáticas fuertes y con fuerte actividad física
- El consumo diario de alimentos proporciona alrededor de **1** litro de agua
- No beber agua durante unos pocos días es fatal para el cuerpo humano

Agua y hogar

El agua en los hogares también es necesaria para otras funciones como:

- higiene personal
- evacuación de excretas
- preparación y cocción de alimentos
- lavado de platos y utensilios de cocina
- lavado de ropa
- limpieza del hogar
- etc.

Usualmente el consumo de agua en el hogar se expresa en términos de la dotación:

$$\text{dotación} \rightarrow \frac{\text{litros}}{\text{habitante-día}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{litros}}{\text{cápita-día}} \quad \text{o} \quad \text{lpcd}$$

Factores que influyen en consumo per cápita por día

- Disponibilidad de agua
- Calidad del agua
- Formas y medios de distribución del agua
- Costo del agua
- Ingresos y tamaño de la familia
- Forma de medición de consumo
- Nivel de vida
- Hábitos culturales
- Clima
- Acceso y calidad de saneamiento básico
- etc.

Agua para cocinar

- La cantidad depende de la dieta y del papel del agua en la preparación de comida
- Por ejemplo, para **600** gramos de arroz se requieren del orden de **1.6** litros
- Un valor promedio frecuente es de **10** lpcd
- Se podría considerar un valor mínimo en alrededor de **2** lpcd

Higiene personal

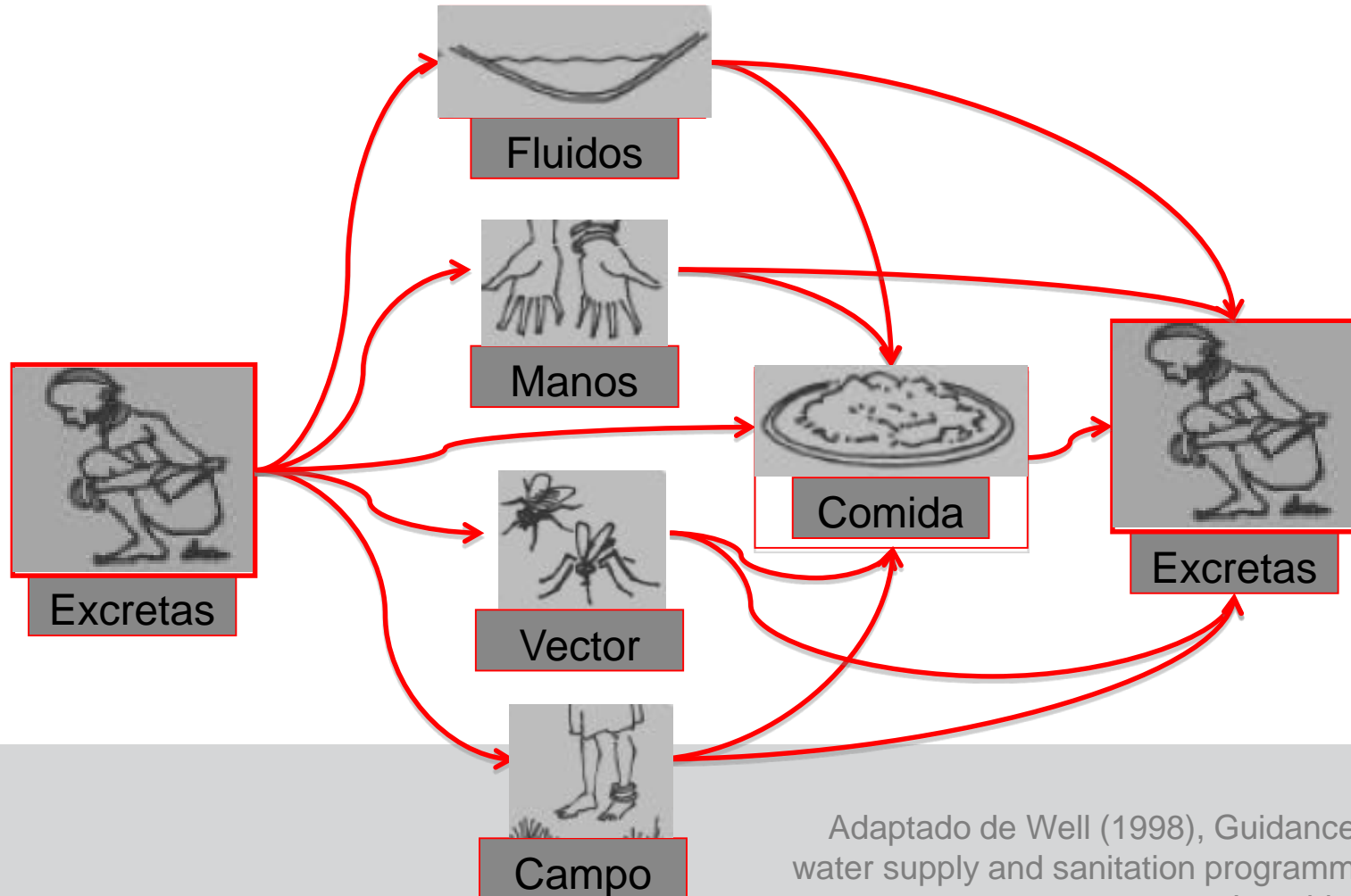
- Es difícil una definición de la cantidad mínima de agua para asegurar una higiene efectiva
- Sin embargo, se considera que una higiene efectiva resulta de la combinación adecuada de elementos de limpieza y agua, más que el volumen de agua únicamente
- Un valor usual es de alrededor de **15** lpcd (lavado manos y ducha)

Servicio sanitario

- El agua ha sido el medio usado por el hombre para la evacuación de excretas
- El uso de agua depende de la disponibilidad de alcantarillado y de la infraestructura sanitaria usada
- Valores típicos de uso de agua están entre **20** y **40** lpcd

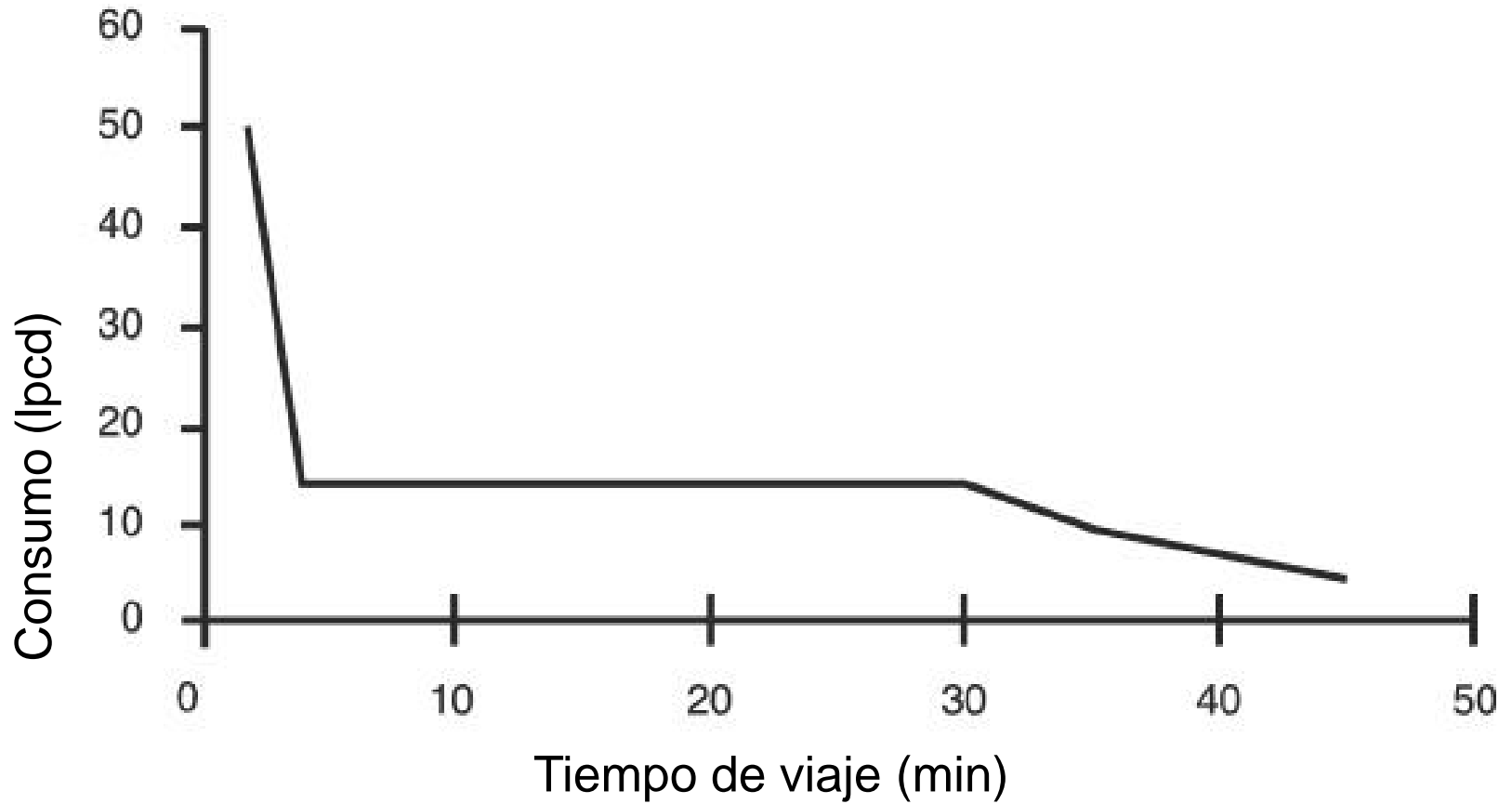
La calidad del agua potable, la higiene personal y los servicios sanitarios influyen en la salud de las personas y en la propagación de enfermedades

Saneamiento, higiene, costumbres y contaminación fecal - oral



| Nivel de servicio | Distancia / tiempo de viaje | Cantidad recolectada / abastecida | Nivel de preocupación en salud |
|-------------------|--|--|---|
| Sin acceso | 1000 metros o > 30 minutos | Muy baja (a menudo < 5 lpcd) | Muy alta por higiene no asegurada. Calidad no asegurada |
| Acceso básico | Entre 100 y 1000 metros o entre 5 y 30 minutos | Bajo (en promedio 20 lpcd). Baño corporal y lavado de ropa en fuente | Medio. No todos los requerimientos satisfechos. Calidad difícil de asegurar |
| Acceso intermedio | En vivienda (1 grifo en casa o patio) | Medio. Alrededor de 50 lpcd. Volúmenes mayores implican esfuerzos significativos | Bajo. Se satisface higiene y consumo. Baño y lavado de ropa posibles en el sitio. Calidad más asegurada |
| Acceso óptimo | Tuberías con múltiples salidas | Rango amplio pero probablemente > 100 lpcd | Muy baja. Todos los usos y calidad satisfechos |

Adaptado de Well (1998), Guidance manual on water supply and sanitation programmes, WEDC, Loughborough, UK.



Adaptado de Well (1998), Guidance manual on water supply and sanitation programmes, WEDC, Loughborough, UK.

Requerimientos mínimos de agua para las necesidades básicas del hombre:

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Agua para beber: | 5 litros/persona-día |
| Servicios sanitarios: | 20 litros/persona-día |
| Baño: | 15 litros/persona-día |
| Preparación comida: | 10 litros/persona-día |
| Suma: | 50 litros/cápita-día |

NOTAS: valores para condiciones climáticas moderadas y niveles promedio de actividad

Excluye el agua requerida para producir la comida del individuo.

Estándares mínimos:

- En emergencias y desastres: **15** lpcd (**7.5** para consumo)
- Mínimo para protección básica de la salud → **20** lpcd de los cuales **7.5** son para consumo

Dotación típica

| Cuadro 1.2 | | | |
|---|---------------|---------------|------------|
| Dotación de agua por persona (Promedio nacional) | | | |
| Uso | Límite* | | |
| | Inferior | Superior | |
| Lavado de ropas | 31.25 | 45.89 | 35 |
| Sanitario | 31.46 | 35.64 | 31 |
| Ducha | 20.10 | 35.88 | 25 |
| Lavado platos | 20.03 | 27.88 | 22 |
| Aseo vivienda | 2.82 | 3.41 | 3 |
| Consumo propio | 4.72 | 6.00 | 5 |
| Lavado manos | 3.58 | 6.02 | 4 |
| Total | 113.96 | 160.72 | 125 |
| * Lts/persona/día | | | |

| |
|----------------|
| |
| Uso |
| |
| Lavado ropa |
| Sanitario |
| Ducha |
| Lavado platos |
| Aseo vivienda |
| Consumo propio |
| Lavado manos |
| Total |

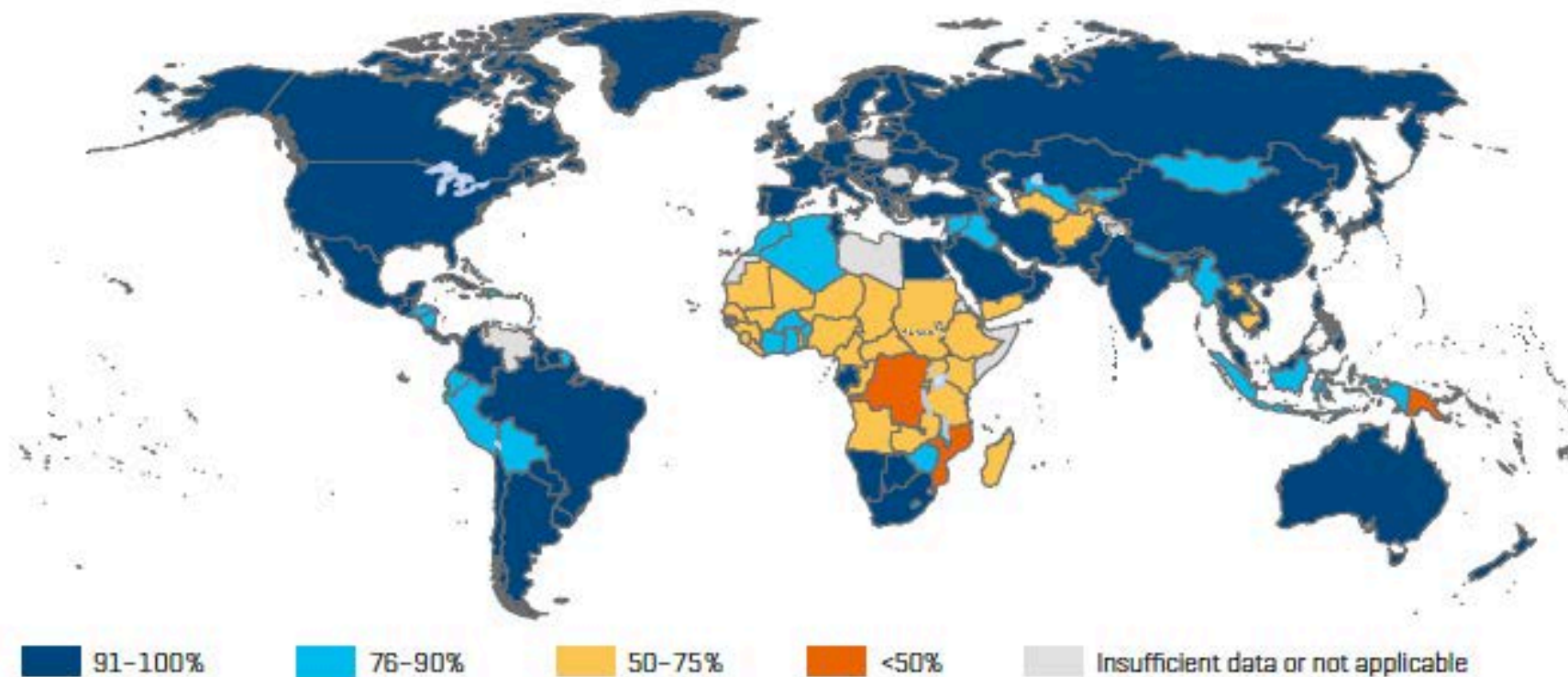
Valor razonable: 125 litros por habitante por día (?)

Consumos típicos en algunos países/ciudades latinoamericanas

| País | Ciudad | Dotación (lpcd) | |
|----------------|--------------|-----------------|-------------------|
| América Latina | | 172 | |
| Argentina | | 380 | 180 micromedición |
| Chile | | 196 | 137 - 167 |
| Perú | | 259 | |
| Uruguay | | 183 | |
| México | | 250 | |
| | Buenos Aires | 600 | |
| | Bogotá | 80 | |
| | Medellín | 131 | |
| | Quito | 190 | |
| | Guayaquil | 166 | |
| | Mendoza | 463 | |
| | Santiago | 210 | |
| | Cochabamba | 80 | |
| | Maracaibo | 380 | |

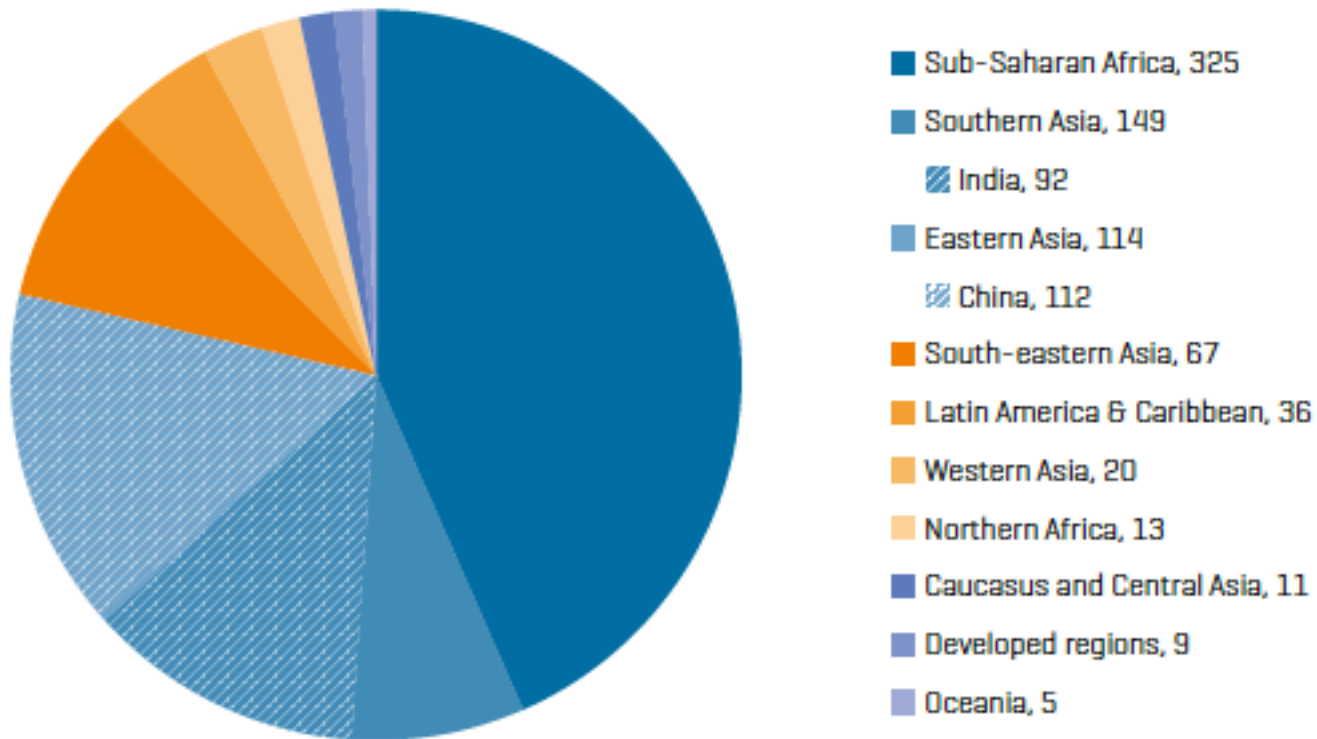
Fuentes varias con diferentes grados de confiabilidad

Población con agua potable segura en 2012



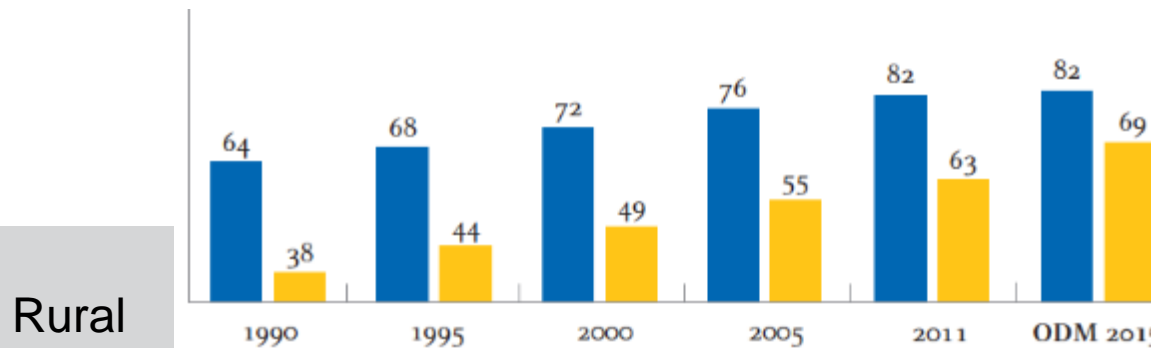
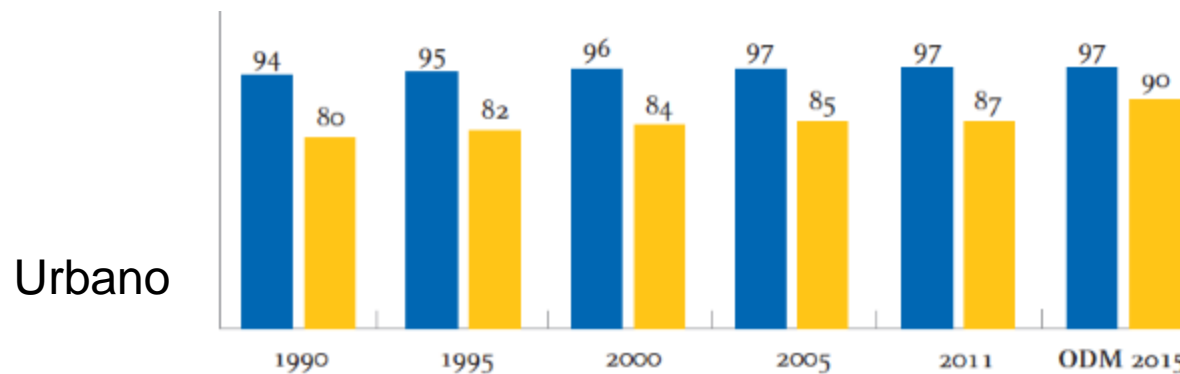
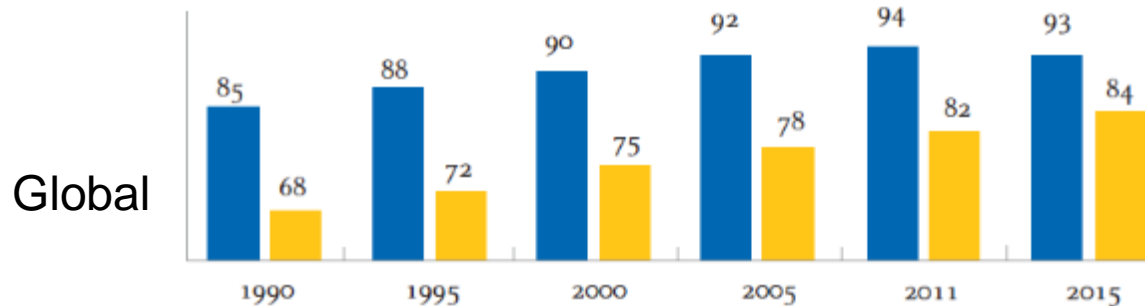
WHO, Unicef (2014) Progress on drinking water and sanitation, Update 2014

Millones de personas sin acceso a agua segura en 2012



WHO, Unicef (2014) Progress on drinking water and sanitation, Update 2014.

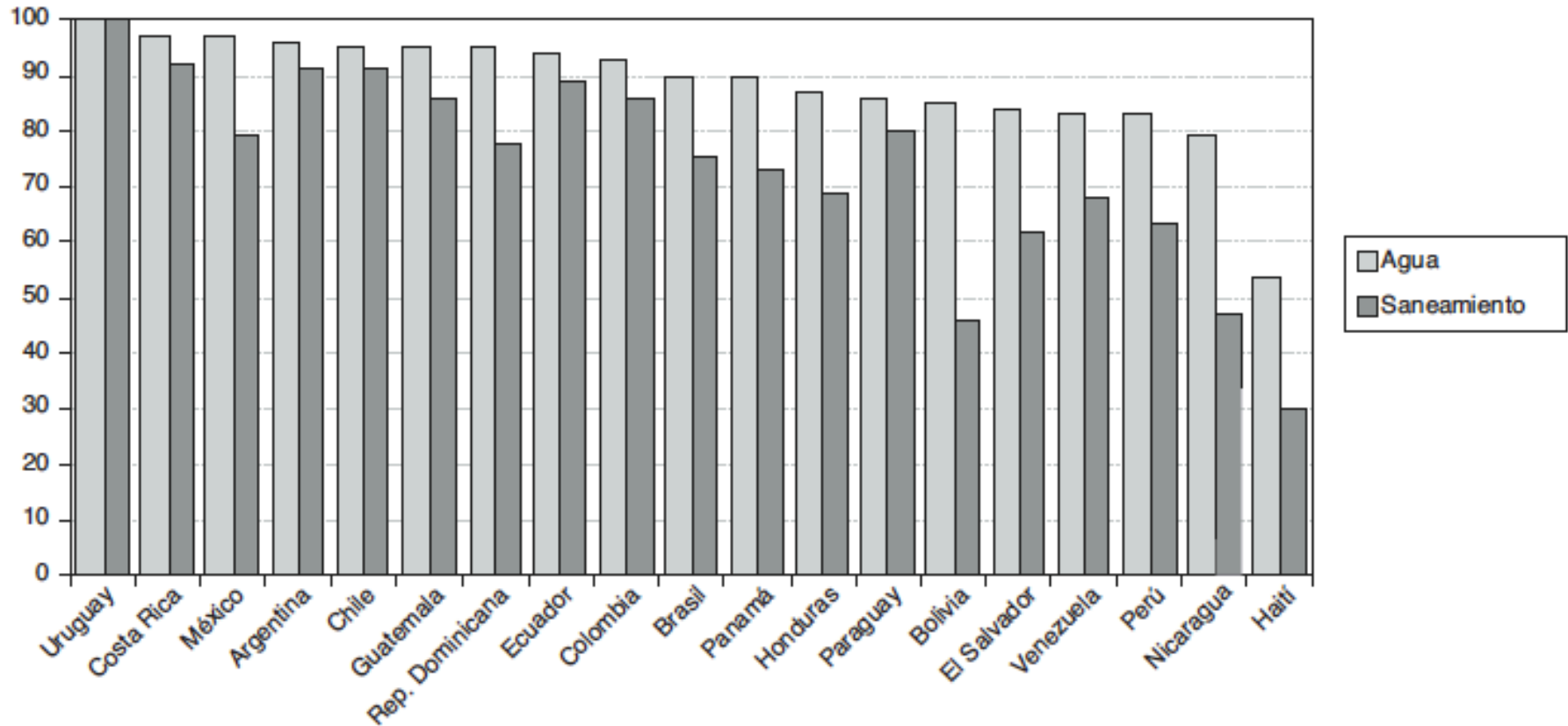
Coberturas en América Latina y el Caribe



■ Agua potable segura
 ■ Saneamiento mejorado

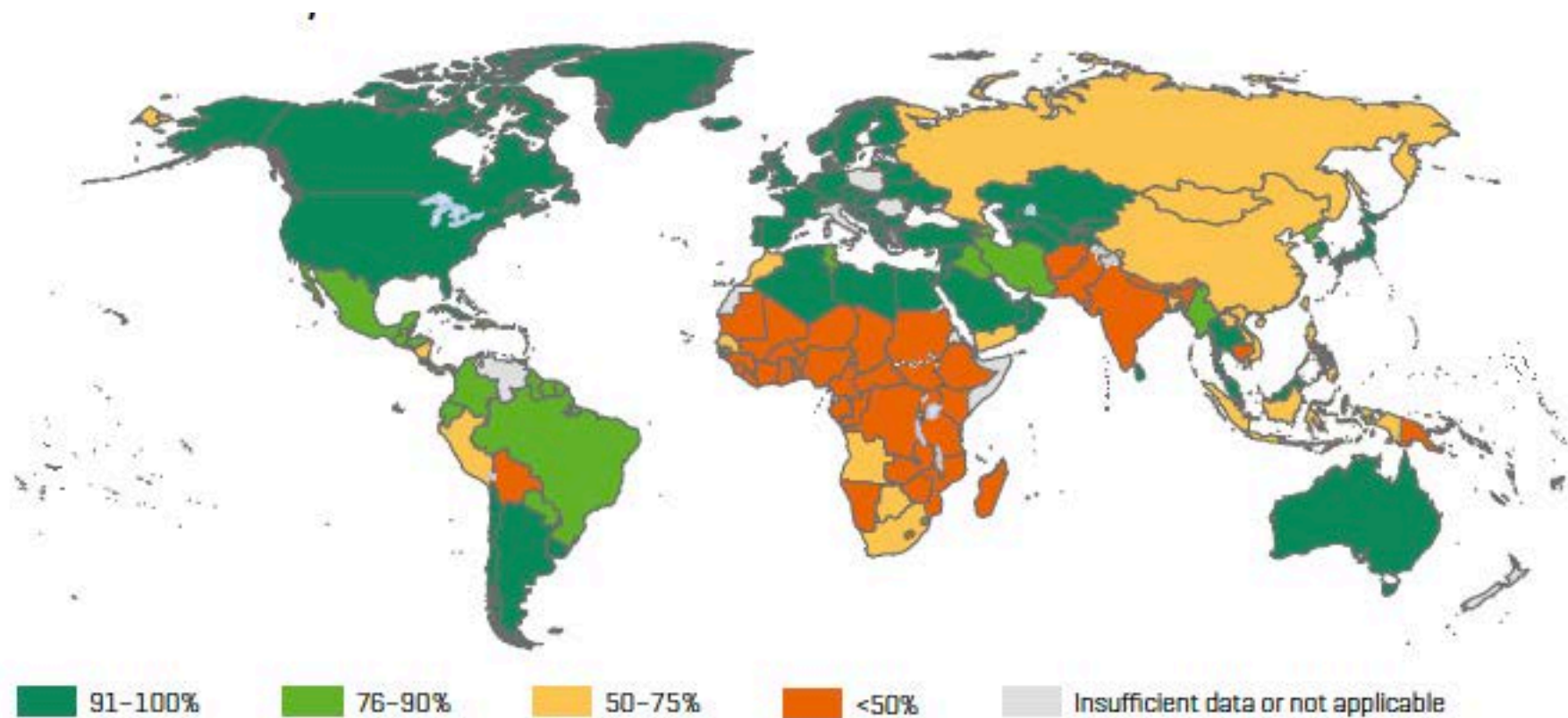
Coberturas de abastecimiento de agua y saneamiento básico

ÍNDICES DE COBERTURA
(Porcentaje población)

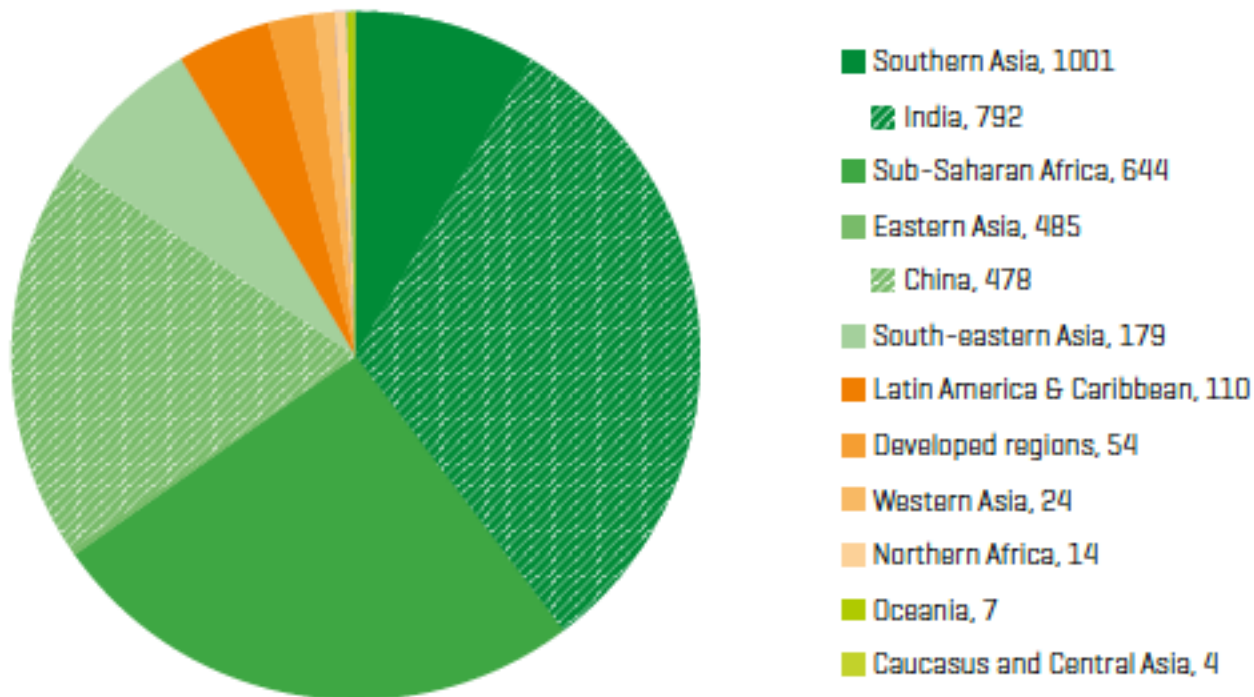


ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD UNICEF (Programa de Conjunto de Vigilancia del Abastecimiento de Agua y Saneamiento) (2007): La meta de los ODM relativa al agua y el saneamiento: el reto del decenio para zonas urbanas y rurales, Ginebra. OMS-UNICEF

Población con saneamiento mejorado en 2012

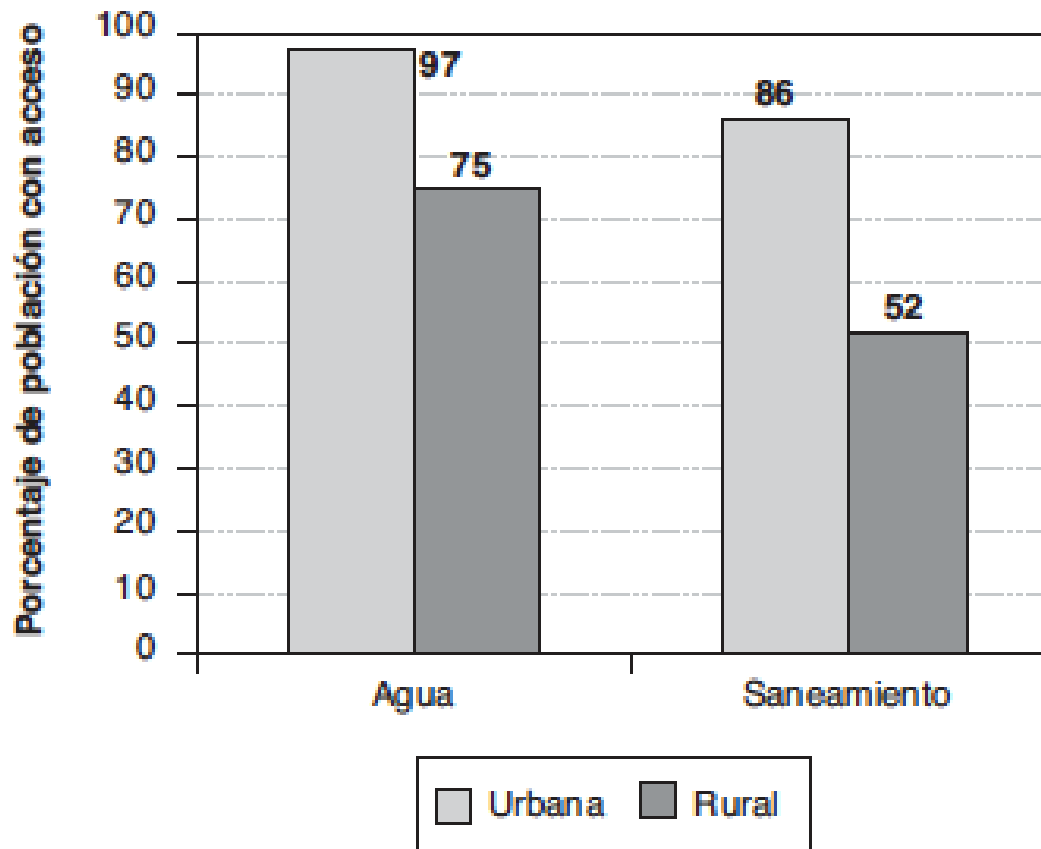


Millones de personas sin acceso a saneamiento mejorado en 2012



WHO, Unicef (2014) Progress on drinking water and sanitation, Update 2014.

DESIGUALDADES TERRITORIALES DE ACCESO



BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2007), Diagnóstico de la situación de los servicios de agua potable y saneamiento en relación con los objetivos del milenio, Washington, D.C.

Para tener en cuenta: algunos datos a nivel global ...

3900 millones usan acueducto, es decir 1500 millones más que en 1990

4500 millones, 64% de la población global tienen acceso a saneamiento básico

2300 millones usan otras fuentes diferentes a acueducto

1000 millones, 15% de la población global practican defecación abierta

2100 millones han ganado acceso a fuentes mejoradas de agua potables desde 1990

761 millones usan facilidades públicas o compartidas

Agua y Urbanización

| Año | Población total (millones) | Población urbana (millones) | |
|------|-------------------------------|--------------------------------|-----|
| 2010 | 6900 | 2900 | 42% |
| 2030 | 8300 | | |
| 2050 | 9100 | 6300 | 69% |

WWDR, 2012

- 93% de la urbanización ocurre en países en desarrollo pobres, y cerca del 40% de la expansión urbana mundial se da en tugurios (UN-Habitat)
- Los tugurios crecerán en aprox. 27 millones de habitantes por año (UN-Habitat)
- 827.6 millones viven en tugurios, a menudo con inadecuados servicios de agua potable y saneamiento básico (UN-Habitat)
- 1 de cada 4 de éstos no tienen acceso a infraestructura sanitaria (WHO)

Otras demandas urbanas



800 litros por cama por día



40 litros por persona por día



500 litros por habitación por día



Hasta 50 m²: 2000 litros
> 50 m²: 40 litros/m²



3 litros por asiento



6 litros por m² por día
40 litros por persona por día

Agua e industria

20% del uso de agua a escala global corresponde a la industria

Demanda agrícola

El uso del riego por el hombre primitivo se pierde en las sombras del tiempo

El hombre primitivo tuvo que aprender a plantar, escardar, fertilizar, irrigar y drenar

Pero, ¿por qué el riego?

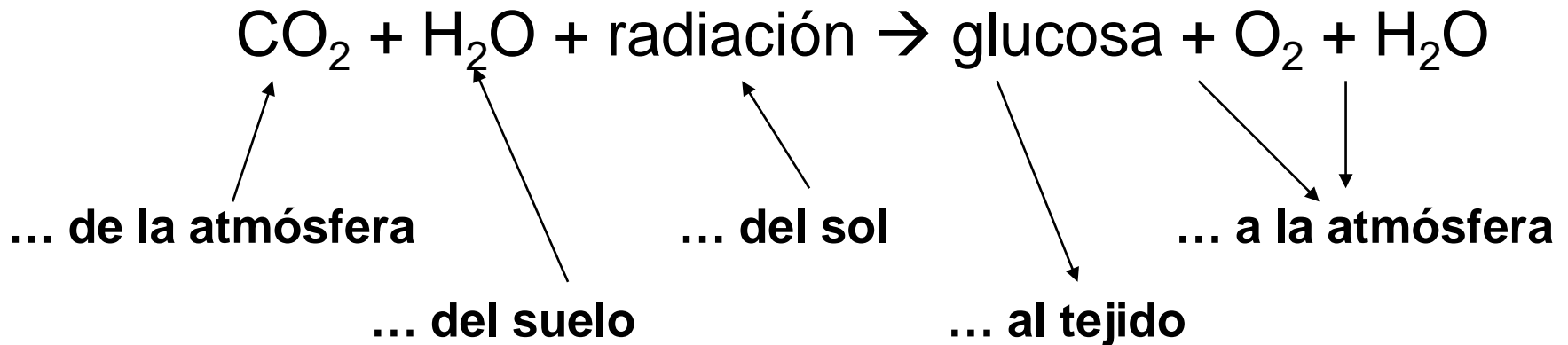
... los cultivos requieren agua para generar cosechas

... el agua lluvia es insuficiente para proveer toda la que necesitan los cultivos a lo largo de su período vegetativo

... el agua almacenada en el suelo es insuficiente ...

Transpiración: en el proceso de fotosíntesis la hoja debe liberar agua a través de los estomas para absorber CO_2 y así generar tejido

Fotosíntesis:



$\frac{\text{agua usada para crear tejido}}{\text{agua transpirada}} \approx 2 - 5\%$

La vegetación es muy eficiente en pasar agua del suelo a la atmósfera !!!

- Parte de la lluvia se infiltra en el suelo
- No toda el agua en la zona de raíces está disponible para ser absorbida por la vegetación
- Entre más seco esté el suelo más difícil es para la raíz obtener el agua
- La cantidad ideal de agua en el suelo en la zona de raíces se denomina capacidad de campo
- Por lo tanto un agricultor quisiera que su parcela esté en o cerca de esta condición, pues la planta tendrá un óptimo desarrollo
- Cuando la lluvia es insuficiente para mantener esta condición es necesario aplicar riego suplementario
- En una parcela no sólo la vegetación transpira sino que hay pérdidas de agua del suelo por evaporación
- Un agricultor también debe suplir agua para esta evaporación desde el suelo
- Esto lleva al concepto de evapotranspiración

Cantidad de agua de riego:

$$\text{Riego} = \left[ET_p - LL_{efectiva} - S_{efectivo} \right] \frac{1}{\epsilon}$$

Evapotranspiración ideal del sistema planta suelo

Depende del clima, del tipo de cultivo y de su estado de desarrollo

Lluvia que contribuye al agua absorbida por las raíces

Depende de la lluvia, del tipo de suelo y de la planta

Almacenamiento útil de agua en el suelo radicular

Depende del tipo de suelo, de la raíz y su profundidad

Eficiencia del sistema de riego

Surcos, aspersión, goteo, etc.

- 70% del consumo de agua mundial corresponde a la agricultura
- La irrigación produce más del 40% de la producción agrícola mundial
- El rendimiento de áreas irrigadas es 2.7 mayor que las áreas cultivada en seco
- 5 a 7 millones de hectáreas de áreas de cultivo se pierden por degradación de la tierra
- Para 2030 la demanda de comida se incrementará en un 50% y para 2050 en un 70%

En América Latina y el Caribe:

- Superficie potencial de riego = 77.8 millones de ha
- 66% de estas superficies están en Argentina, Brasil, México y Perú

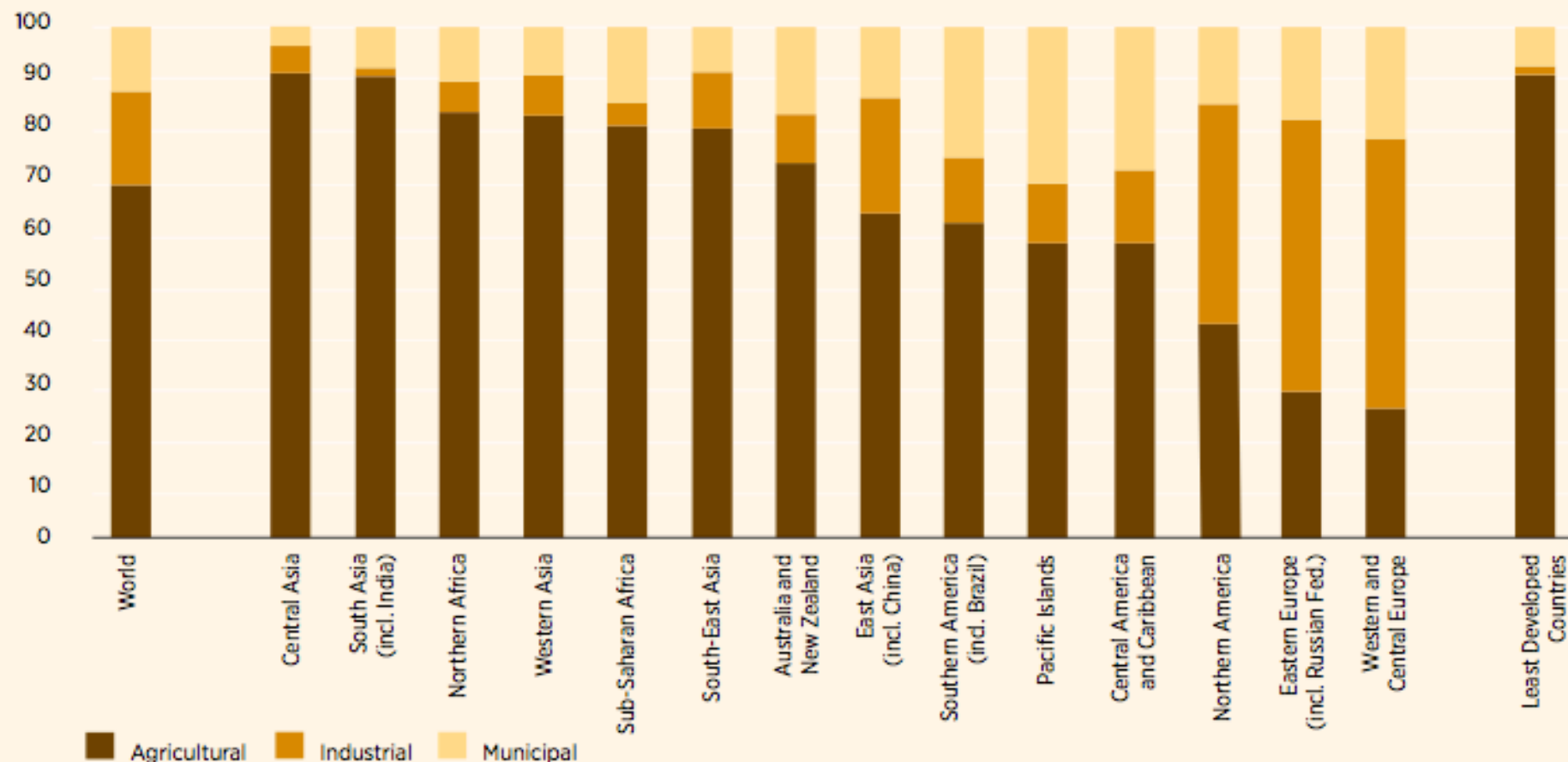
| Subregión | Riego | | | | |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | Superficie bajo riego (ha) | Aprovechamiento de avenidas (ha) | Superficie total con manejo del agua (ha) | en % del total de la superficie | en % de la superficie cultivada |
| México | 6 256 032 | 0 | 6 256 032 | 34.0 | 34.1 |
| América Central | 450 081 | 0 | 450 081 | 2.4 | 6.7 |
| Antillas Mayores | 1 175 225 | 81 518 | 1 256 743 | 6.8 | 17.6 |
| Antillas Menores | 5 264 | 0 | 5 264 | 0.0 | - |
| Subregión Guayanesa | 201 314 | 0 | 201 314 | 1.1 | 35.8 |
| Subregión Andina | 3 657 056 | 0 | 3 657 056 | 19.9 | 21.4 |
| Brasil | 2 870 204 | 0 | 2 870 204 | 15.6 | 5.8 |
| Subregión Sur | 3 698 433 | 0 | 3 698 433 | 20.1 | 11.2 |
| América Latina y Caribe | 18 313 609 | 81 518 | 18 395 127 | 100.0 | 13.9 |

| Subregión | Técnicas de riego | | | | | |
|-------------------------|-------------------|------|-----------|------|------------|------|
| | Superficie | | Aspersión | | Localizado | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| México | 5 802 182 | 92.7 | 310 800 | 5.0 | 143 050 | 2.3 |
| América Central | 418 638 | 93.0 | 17 171 | 3.8 | 14 272 | 3.2 |
| Antillas Mayores | 746 894 | 63.6 | 407 075 | 34.6 | 21 256 | 1.8 |
| Antillas Menores | 2 890 | 53.8 | 761 | 14.2 | 1 725 | 32.1 |
| Subregión Guayanesa | 201 314 | 100 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Subregión Andina | 3 379 637 | 95.6 | 122 364 | 3.5 | 34 536 | 1.0 |
| Brasil | 1 688 485 | 58.8 | 1 005 606 | 35.0 | 176 113 | 6.1 |
| Subregión Sur | 3 445 068 | 95.6 | 95 730 | 2.7 | 62 153 | 1.7 |
| América Latina y Caribe | 15 672 050 | 86.7 | 1 960 365 | 10.8 | 453 105 | 2.5 |

| Subregión | Arroz (%) | Otros cereales (%) | Hortalizas (%) | Frutales, Viñedos y Cítricos (%) | Cultivos industriales (%) | Pastos y forrajes (%) | Total (ha) |
|---------------------|-----------|--------------------|----------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------|
| México | 1 | 70 | 9 | 0 | 14 | 6 | 3 430 365 |
| América Central | 25 | 0 | 10 | 4 | 11 | 50 | 278 606 |
| Antillas Mayores | 18 | 0 | 20 | 9 | 0 | 53 | 846 606 |
| Antillas Menores | - | - | - | - | - | - | - |
| Región Guayanesa | 74 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 224 664 |
| Región Andina | 25 | 35 | 25 | 2 | 3 | 9 | 953 732 |
| Brasil ² | 79 | - | 21 | - | - | - | 1 228 420 |
| Región Sur | 12 | 15 | 24 | 32 | 7 | 11 | 2 483 991 |
| Total (%) | 22,2 | 36,4 | 19,4 | 10,5 | 3,3 | 8,2 | 100 |
| Total (ha) | 1 884 414 | 3 096 853 | 1 647 501 | 892 649 | 281 566 | 698 287 | 8 501 270 |

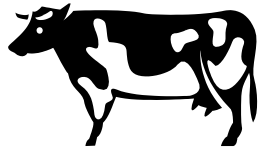
Water withdrawal by sector by region (2005)

Water withdrawal by sector (%)



Actividades pecuarias

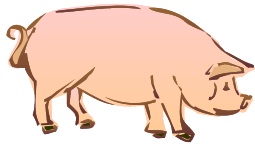
Dotación de caballerizas, establos, porquerizas, gallineros, etc.



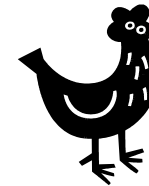
120 - 40 litros por animal por día (lechero – bovino)



40 litros por animal por día



10 litros por animal por día

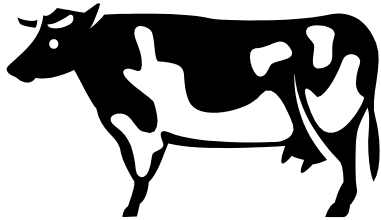


20 litros por 100 aves por día

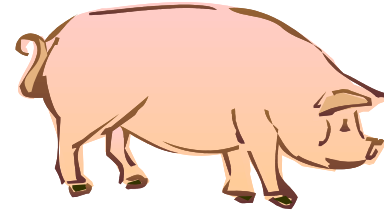


10 litros por animal por día

... mataderos



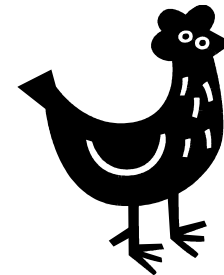
500 litros por animal



300 litros por animal



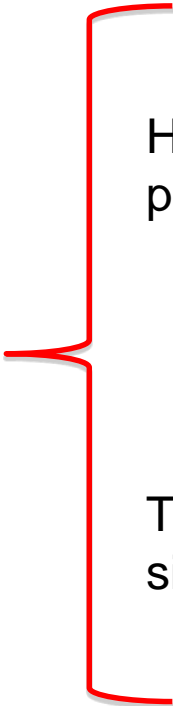
250 litros por animal



16 litros por 100 aves

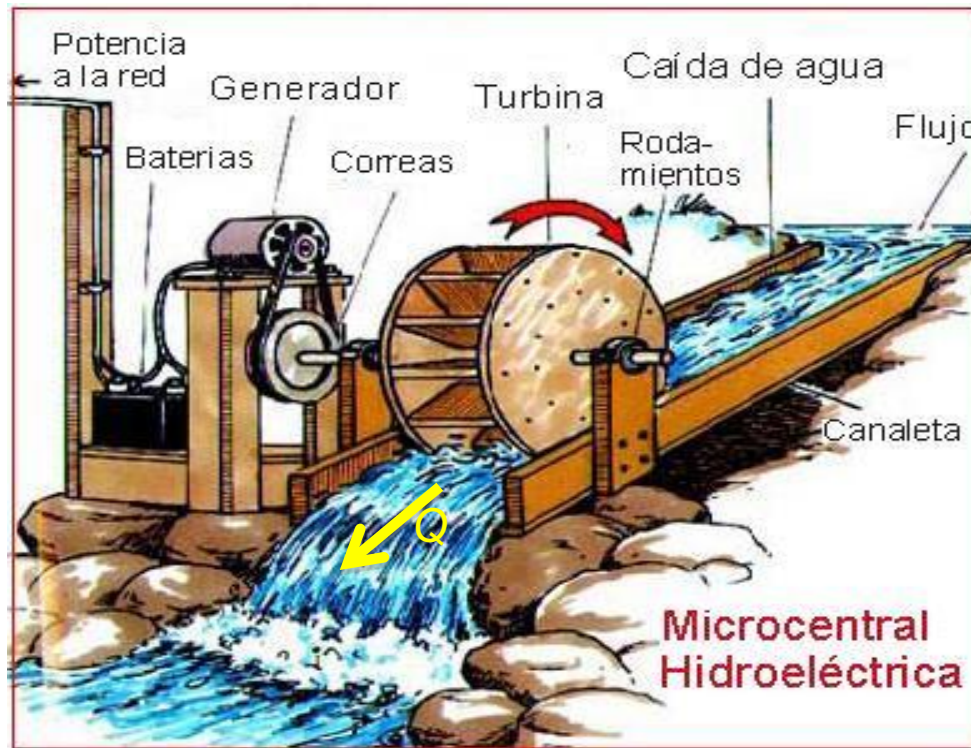
Agua y energía

Centrales
generadoras



Hidráulicas: usan la energía cinética del agua para producir energía eléctrica

Térmicas: usan agua para refrigeración de los sistemas de generación

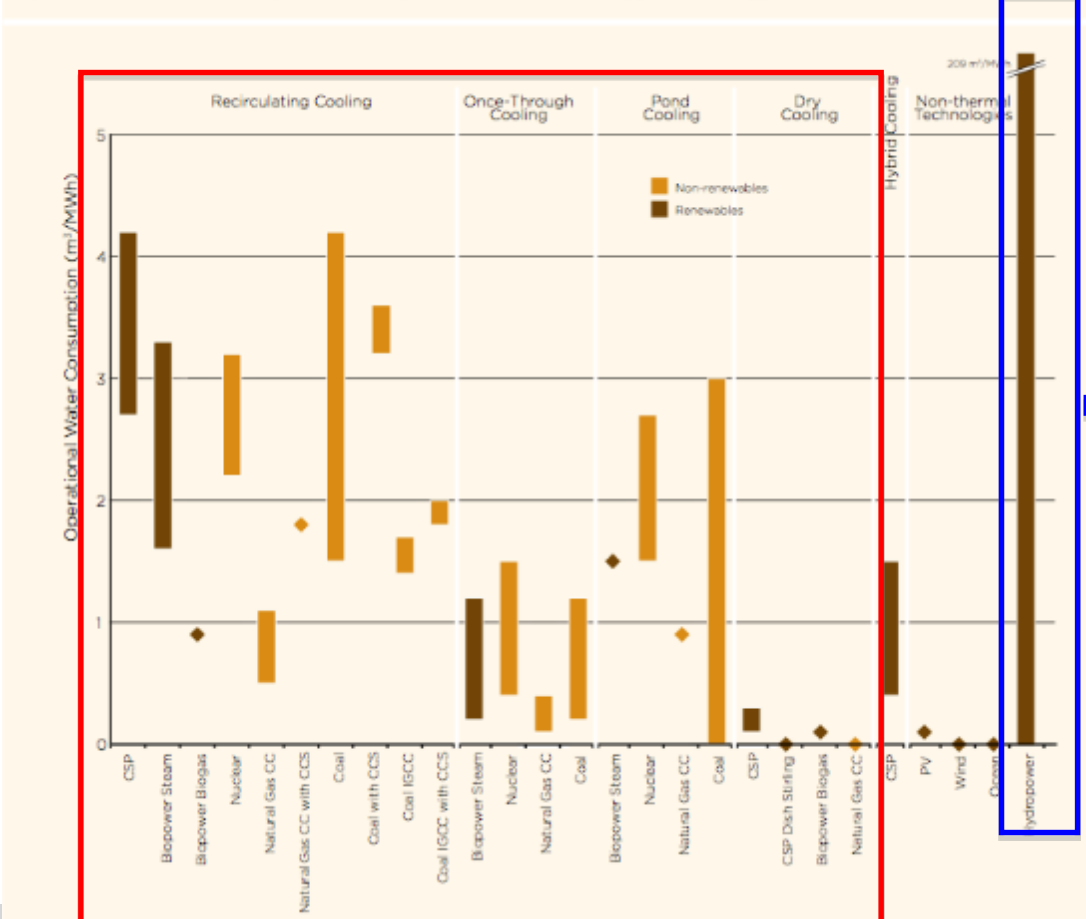


Capacidad de generación de energía hidroeléctrica es

- ... proporcional a la cabeza H
- ... proporcional al caudal Q

Agua y energía: Uso de agua en generación eléctrica

Operational water consumption for the production of various types of energy

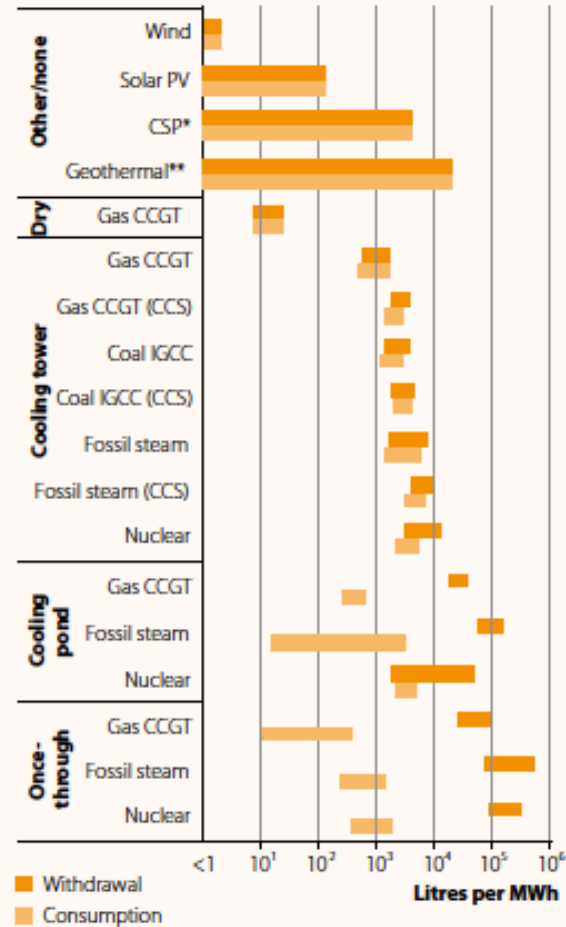


Uso promedio de agua para turbinación hidráulica = 209 m³/Mwh

Uso de agua para refrigeración de térmicas < 4 m³/Mwh

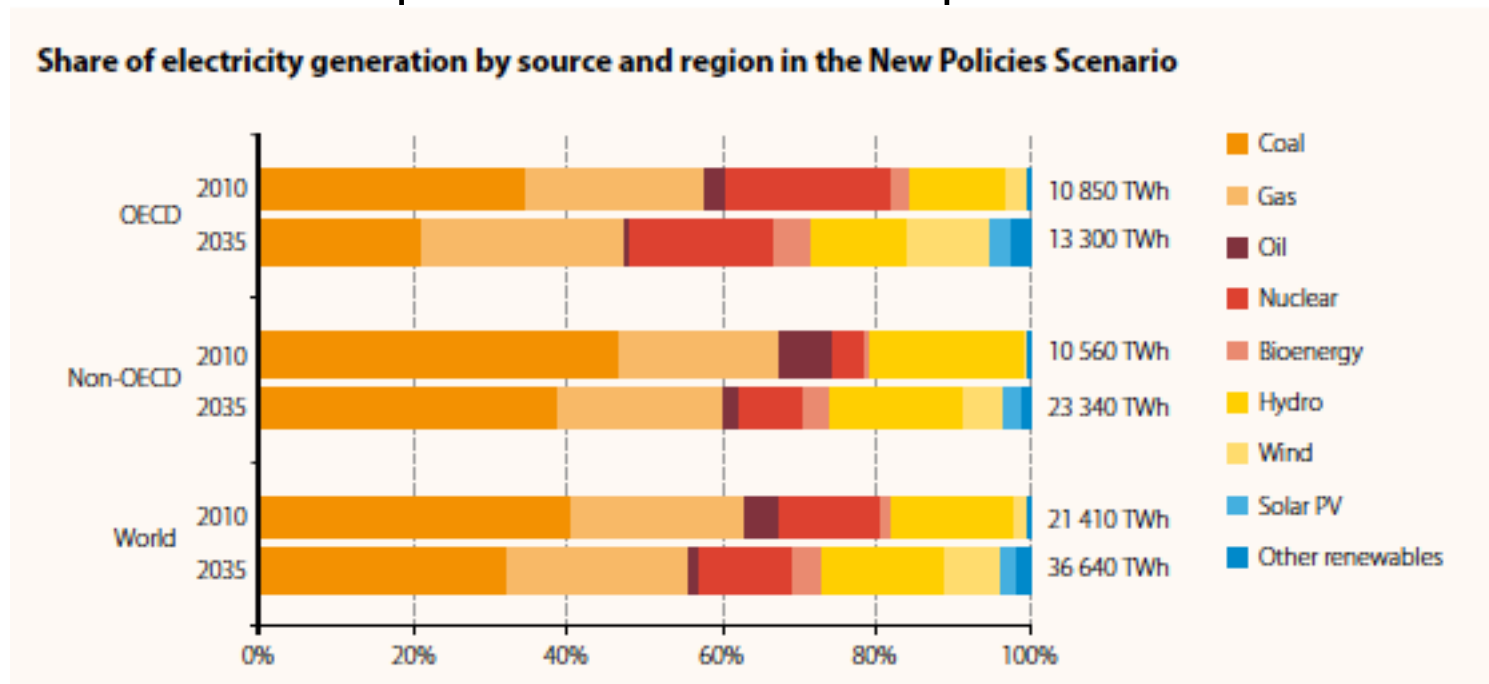
... más de uso y consumo de agua para enfriamiento de plantas térmicas

Water use for electricity generation by cooling technology



La hidroelectricidad es la mayor generadora de electricidad (16%) de fuentes renovables

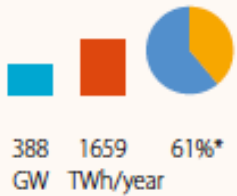
Dos tercios de su potencial no ha sido explotado



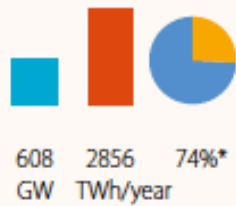
OECD: Organización para la cooperación económica y desarrollo (toda LA está incluida)

Potencial hidroeléctrico

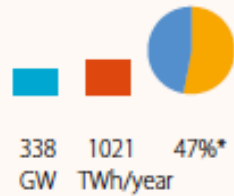
North America



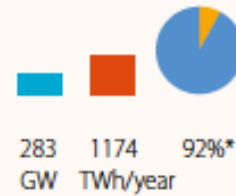
Latin America



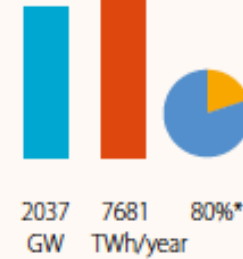
Europe



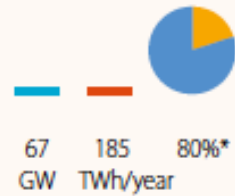
Africa



Asia





Australasia/Oceania





**World Hydropower
Technical Potential:
14 576 TWh/year**

Technical Potential

 Capacity (GW)

 Generation (TWh/year)

 Installed (%)

 *Undeveloped (%)

América Latina ha desarrollado el 25% de su potencial hidroeléctrico que es de 608 GW de potencia y 2856 TWh/año de energía

WWWP (2014), The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy, Paris, UNESCO

Agua virtual

Cantidad de agua fresca requerida para producir una determinada cantidad de comida u otros bienes a lo largo de la cadena de producción (concepto propuesto en 1998 por J. A. Allan, del King's College London).

Este concepto depende claramente del sitio de producción.

Ejemplos de agua virtual

| Producto | Litros/kg |
|------------------------|------------------|
| Cultivos de azúcar | 197 |
| Vegetales | 322 |
| Raíces farináceas | 387 |
| Frutas | 962 |
| Cereales | 1644 |
| Arroz | 3000 |
| Maíz | 900 |
| Trigo | 1350 |
| Cultivos de aceite | 2364 |
| Leche | 1020 |
| Huevos | 3265 |
| Mantequilla | 5553 |
| Carne de cerdo | 5988 |
| Carne de oveja/carnero | 8763 |
| Carne de pollo | 3900 |
| Carne de res | 15415 |

Ejemplos de agua virtual

| Producto | Agua virtual (litros) |
|----------------------------|------------------------------|
| Tasa de café (125 ml) | 140 |
| Tasa de té | 35 |
| Queso (50 gr) | 250 |
| Tomate (70 gr) | 13 |
| Hamburguesa (150 gr carne) | 2400 |
| Jugo de naranja | 170 |
| Manzana (100 gr) | 70 |
| Vino (125 ml) | 120 |
| Cerveza (250 ml) | 75 |
| Wii | 15120 |
| Motocicleta (scooter) | 100720 |

Consumo per cápita de agua virtual

| | |
|---|-------------------------|
| Dieta de supervivencia | 1 m ³ /día |
| Dieta vegetariana | 2.6 m ³ /día |
| Dieta basada en carne, estilo americano | > 5 m ³ /día |

Huella hídrica: concepto introducido en 2002 por Hoekstra y Hung para indicar el volumen

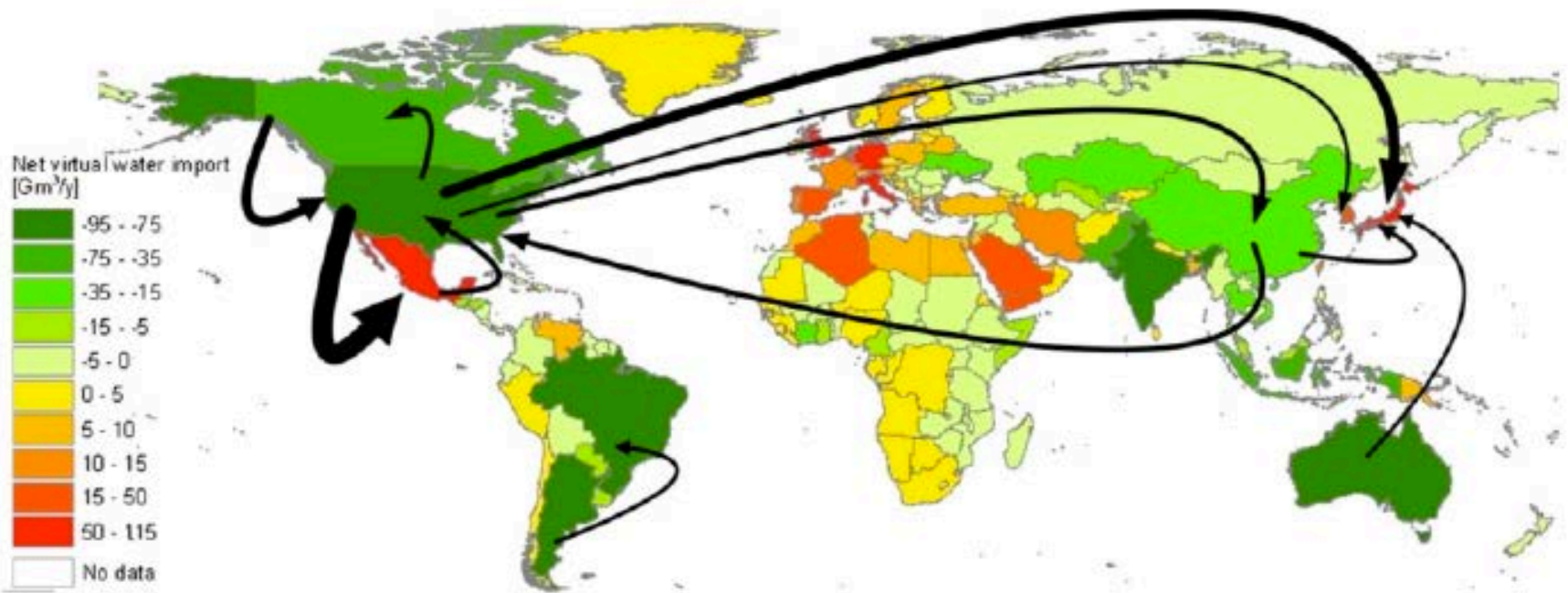


Figura 1.-Balance de agua virtual por país y dirección del flujo virtual bruto, relacionado con el comercio agrícola e industrial, en el periodo 1996-2005 (Hoekstra y Mekonnen, 2012).

Huella hídrica de un país:

Del consumo nacional (HICN): agua utilizada en producir bienes y servicios consumidos por los habitantes

$$\text{HICN} = \text{HIC} + \text{HEC}$$

De la producción nacional (HIPN): agua utilizada en en el país para la producción de bienes y servicios

$$\text{HIPN} = \text{HIP} + \text{HEP}$$

Huella interna (HIC): producidos en el país

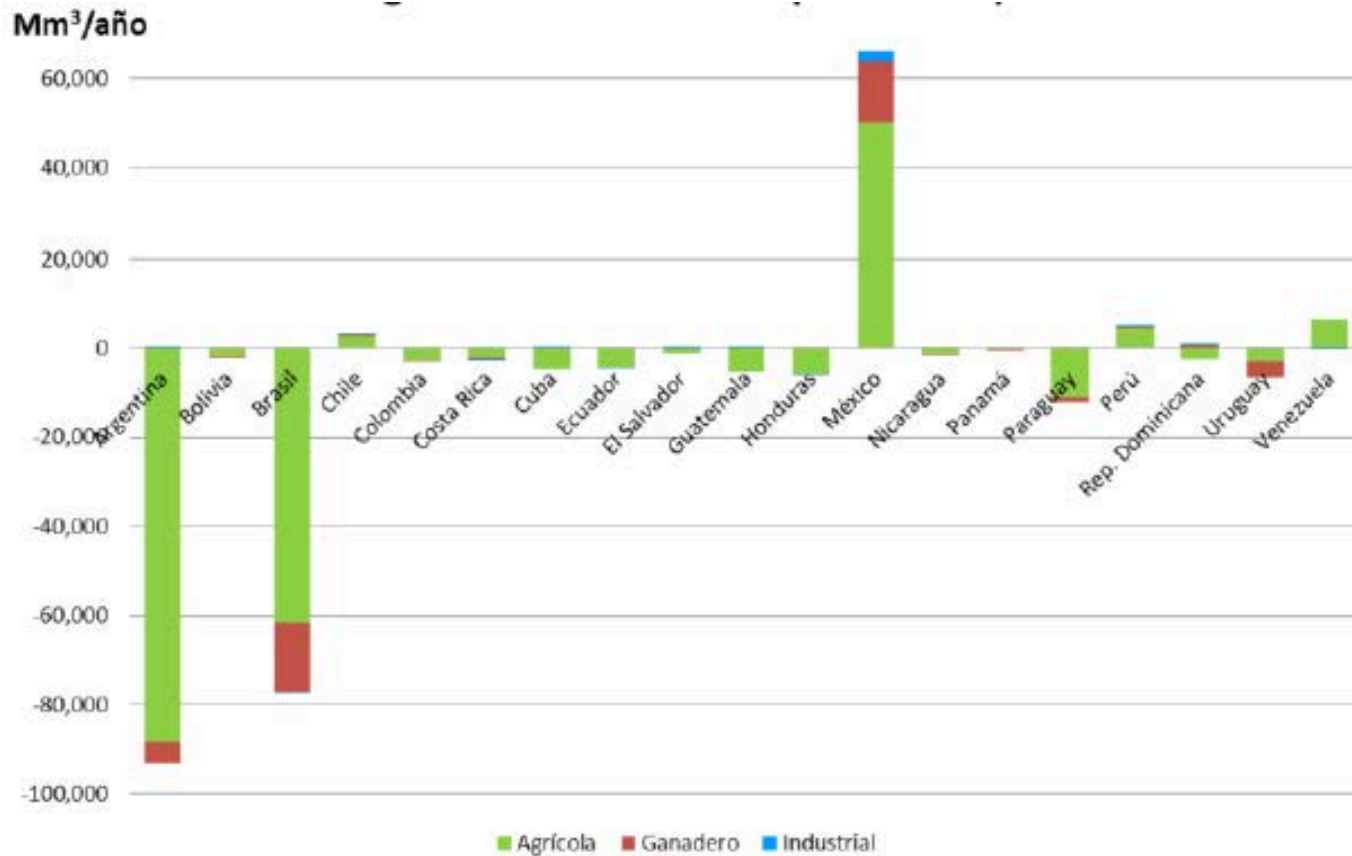
Huella externa (HEC): producidos en el exterior

Huella interna (HIP): producidos para el país

Huella externa (HEP): producidos para el exterior

Si $\text{HICN} > \text{HIPN} \rightarrow$ país es exportador neto de agua virtual

Flujo de agua virtual por comercio agrícola, ganadero e industrial (1996 – 2005)



Huella hídrica per cápita (m³/año)

| País | HH | % ext. |
|----------------|------|--------|
| China | 1070 | 7 |
| Colombia | 812 | 16 |
| Japón | 1150 | 65 |
| Estados Unidos | 2483 | 20 |
| España | 2325 | 36 |
| Congo | 734 | 1 |

| País | HH | % ext. |
|------------------|------|--------|
| México | 1441 | 30 |
| Venezuela | 883 | 26 |
| Brasil | 1381 | 8 |
| Argentina | 1404 | 6 |
| Nicaragua | 819 | 14 |
| Promedio mundial | 1240 | 1 |

Azul: consumo de agua superficial o subterránea

Verde: agua lluvia consumida por evapotranspiración principalmente en producción agropecuaria

Gris: volumen de agua fresca requerida para asimilar la carga contaminante según normas de calidad de agua

| Huella hídrica del consumo nacional 1996-2005 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------|-----------|-----------|---|---------|---------|-----------|---|---------|-----------|-----------|-------------------|---------------------------|------------------------|---------------|--|
| País | Huella hídrica interna (Mm ³) | | | | Huella hídrica externa (Mm ³) | | | | Huella hídrica total (Mm ³) | | | | % Externa / Total | Per cápita | | % Pob mundial | |
| | Verde | Azul | Gris | Total | Verde | Azul | Gris | Total | Verde | Azul | Gris | TOTAL | | Mm ³ /año /hab | Miliones de habitantes | | |
| Argentina | 47,746 | 3,865 | 5,662 | 57,273 | 1,298 | 207 | 768 | 2,273 | 49,044 | 4,072 | 6,430 | 59,546 | 3.8 | 1,607 | 37,060 | 0.6 | |
| Bolivia | 25,764 | 399 | 245 | 26,408 | 2,489 | 128 | 136 | 2,753 | 28,253 | 527 | 381 | 29,161 | 9.4 | 3,468 | 8,409 | 0.1 | |
| Brasil | 288,345 | 10,120 | 24,109 | 322,574 | 27,981 | 2,222 | 2,597 | 32,799 | 316,326 | 12,342 | 26,706 | 355,374 | 9.2 | 2,027 | 175,308 | 2.8 | |
| Chile | 6,994 | 2,336 | 2,580 | 11,910 | 5,071 | 310 | 597 | 5,978 | 12,065 | 2,646 | 3,177 | 17,888 | 33.4 | 1,155 | 15,492 | 0.3 | |
| Colombia | 35,863 | 1,923 | 6,366 | 44,151 | 9,101 | 749 | 1,122 | 10,972 | 44,964 | 2,671 | 7,488 | 55,123 | 19.9 | 1,375 | 40,094 | 0.7 | |
| Costa Rica | 2,725 | 240 | 1,098 | 4,063 | 1,381 | 197 | 265 | 1,843 | 4,106 | 437 | 1,363 | 5,906 | 31.2 | 1,490 | 3,963 | 0.1 | |
| Cuba | 13,194 | 1,033 | 1,991 | 16,218 | 1,944 | 139 | 411 | 2,494 | 15,138 | 1,172 | 2,402 | 18,712 | 13.3 | 1,687 | 11,091 | 0.2 | |
| Ecuador | 17,175 | 1,685 | 3,028 | 21,888 | 2,464 | 146 | 322 | 2,932 | 19,639 | 1,831 | 3,350 | 24,820 | 11.8 | 2,007 | 12,368 | 0.2 | |
| El Salvador | 3,441 | 81 | 686 | 4,208 | 1,482 | 222 | 225 | 1,929 | 4,923 | 303 | 911 | 6,138 | 31.4 | 1,032 | 5,945 | 0.1 | |
| Guatemala | 8,137 | 172 | 785 | 9,093 | 1,553 | 215 | 354 | 2,122 | 9,689 | 386 | 1,139 | 11,215 | 18.9 | 983 | 11,412 | 0.2 | |
| Honduras | 5,754 | 122 | 450 | 6,326 | 777 | 176 | 138 | 1,091 | 6,531 | 299 | 588 | 7,417 | 14.7 | 1,177 | 6,299 | 0.1 | |
| México | 83,841 | 10,148 | 19,492 | 113,481 | 65,986 | 8,833 | 9,125 | 83,944 | 149,827 | 18,981 | 28,617 | 197,425 | 42.5 | 1,978 | 99,810 | 1.6 | |
| Nicaragua | 3,498 | 155 | 276 | 3,928 | 536 | 103 | 107 | 746 | 4,035 | 258 | 382 | 4,675 | 16.0 | 912 | 5,125 | 0.1 | |
| Panamá | 2,226 | 111 | 484 | 2,821 | 928 | 103 | 211 | 1,242 | 3,154 | 214 | 695 | 4,063 | 30.6 | 1,364 | 2,979 | 0.0 | |
| Paraguay | 9,673 | 226 | 360 | 10,259 | 141 | 66 | 99 | 306 | 9,814 | 292 | 459 | 10,565 | 2.9 | 1,954 | 5,407 | 0.1 | |
| Perú | 13,142 | 3,542 | 2,541 | 19,225 | 8,050 | 422 | 763 | 9,235 | 21,192 | 3,964 | 3,304 | 28,460 | 32.4 | 1,088 | 26,158 | 0.4 | |
| Rep. Dom. | 6,590 | 937 | 942 | 8,469 | 3,263 | 224 | 516 | 4,003 | 9,853 | 1,161 | 1,458 | 12,472 | 32.1 | 1,401 | 8,901 | 0.1 | |
| Uruguay | 5,184 | 186 | 233 | 5,603 | 1,286 | 21 | 142 | 1,449 | 6,469 | 208 | 376 | 7,053 | 20.5 | 2,133 | 3,307 | 0.1 | |
| Venezuela | 21,551 | 1,591 | 4,546 | 27,688 | 12,985 | 569 | 901 | 14,454 | 34,535 | 2,160 | 5,447 | 42,142 | 34.3 | 1,710 | 24,640 | 0.4 | |
| América Latina | 600,842 | 38,871 | 75,874 | 715,588 | 148,714 | 15,054 | 18,797 | 182,566 | 749,556 | 53,926 | 94,671 | 898,153 | 20.3 | 1,783 | 503,767 | 8.2 | |
| % AL / Total mundial | 12.3 | 5.4 | 7.2 | 10.7 | 11.0 | 6.9 | 6.6 | 9.9 | 12.0 | 5.7 | 7.1 | 10.5 | — | 129 | 8.2 | 8.2 | |
| Total mundial | 4,902,626 | 724,848 | 1,049,238 | 6,676,713 | 1,346,911 | 218,476 | 282,964 | 1,848,351 | 6,249,537 | 943,325 | 1,332,202 | 8,525,064 | 21.7 | 1,385 | 6,154,564 | 100.0 | |

Tabla 1.- Huella hídrica del consumo nacional 1996-2005, total y per cápita, elaborada con datos de Mekonnen, M.M. y Hoekstra, 2011, Apéndices VIII y IX.

Huella Hídrica Global:

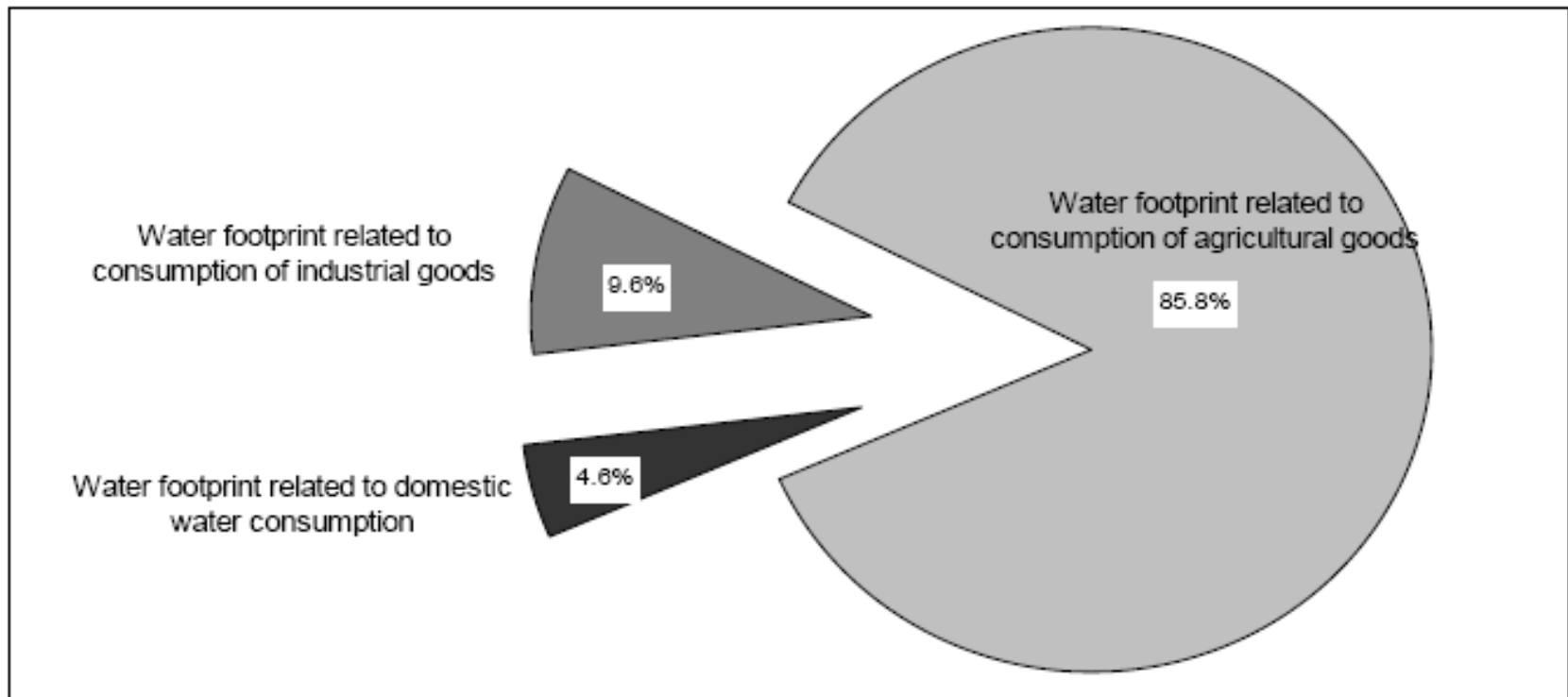


Figure 4.9. Global water footprint per consumption category.