

Temario

- El agua en el mundo y Argentina
- Hidrología agrícola
- Análisis de los componentes del ciclo hidrológico
- Metodologías para medición y estimación de la precipitación efectiva y la evapotranspiración

SUPERFICIE REGADA MUNDIAL

Año	Área Regada (millones de ha)
1800	8
1900	48
1940	92
1960	149
1970	210
1980	235
1990	255
2000	300

Tierras Regadas del Mundo

Año	Superficie (millón de hectáreas)				
	1.980	1.990	2.003	2.007	2.009
Mundo	193,0	224,2	277,1	294,8	304,1
Africa	9,5	11,2	13,4	14,0	14,4
Asia	132,4	155,0	193,9	206,0	212,0
América Latina	12,7	15,5	17,3	19,1	20,5
Caribe	1,1	1,3	1,3	1,4	1,4
América del Norte	21,2	21,6	23,2	23,7	23,9
Oceanía	1,7	2,1	2,8	3,0	3,1
Europa	14,5	17,4	25,2	27,6	28,8

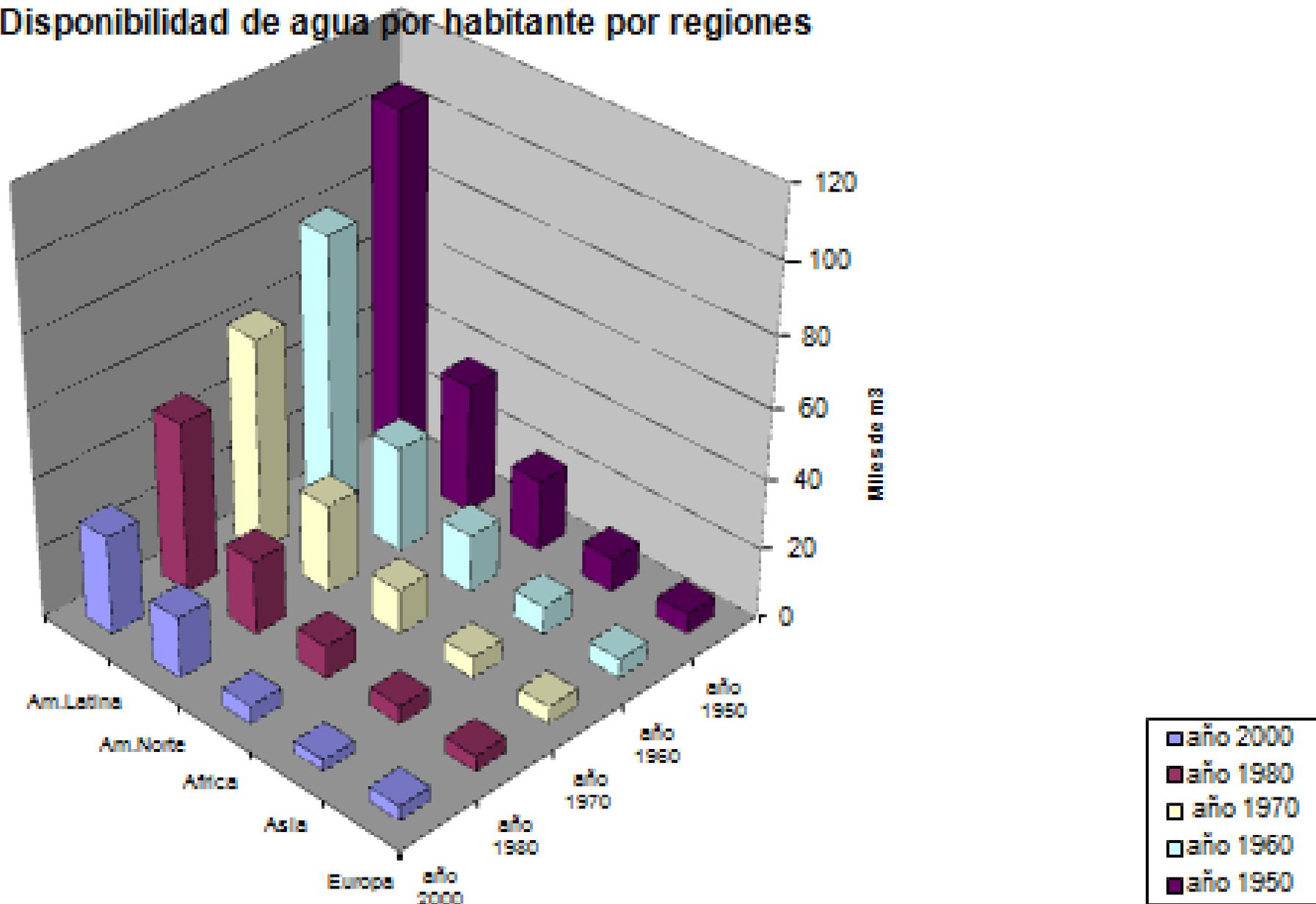
Fuente: FAO. 2006. AQUASTAT Base de datos. <http://www.fao.org/ag/aquastat>

Tasa de crecimiento mundo: 4 Mill ha /año (1990-2003)

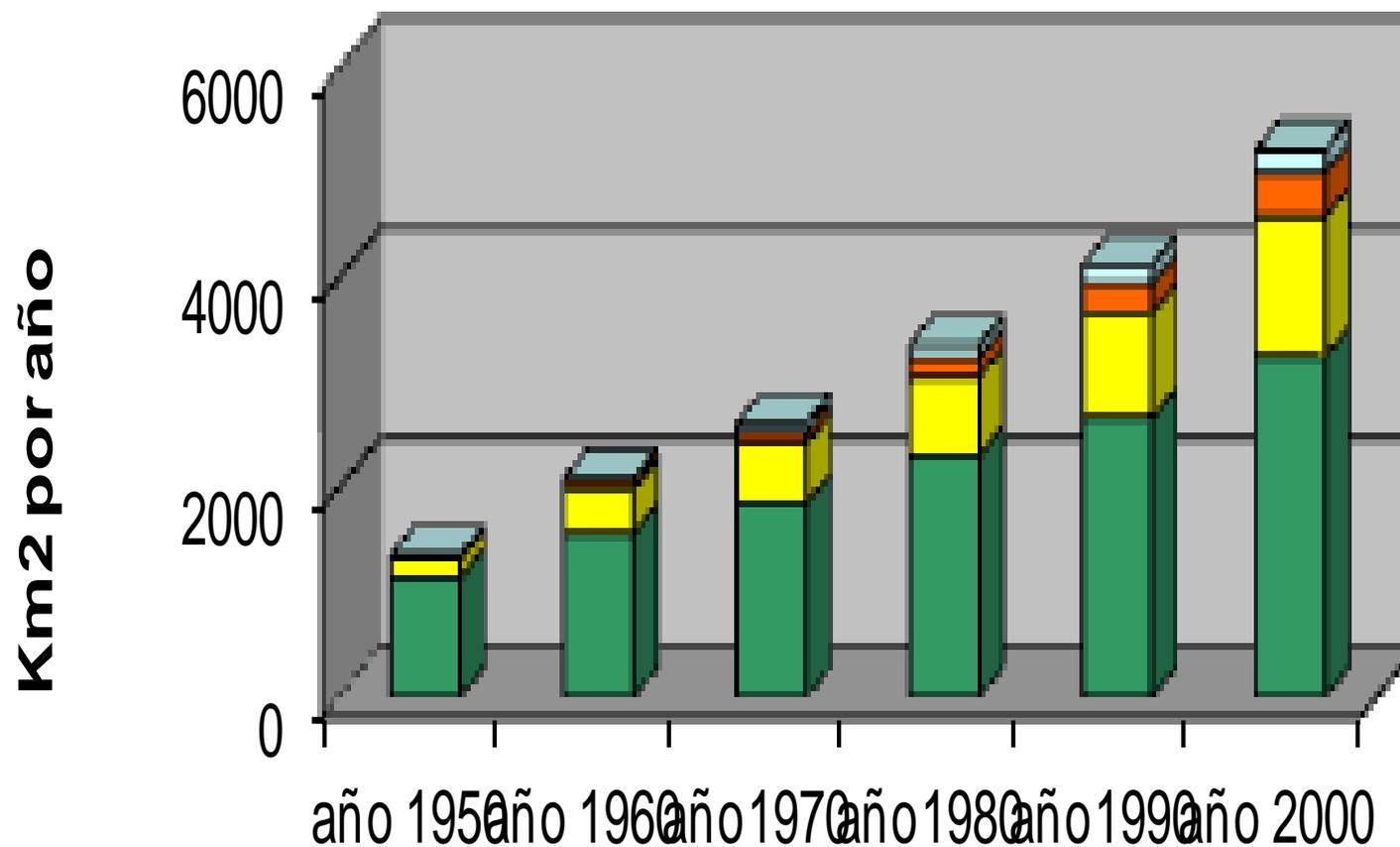
Incremento área regada LA (año 2007): 650.000 ha

Incremento área regada LA (año 2008): 700.000 ha

Disponibilidad de agua por habitante por regiones



Utilización de agua en el mundo por sectores



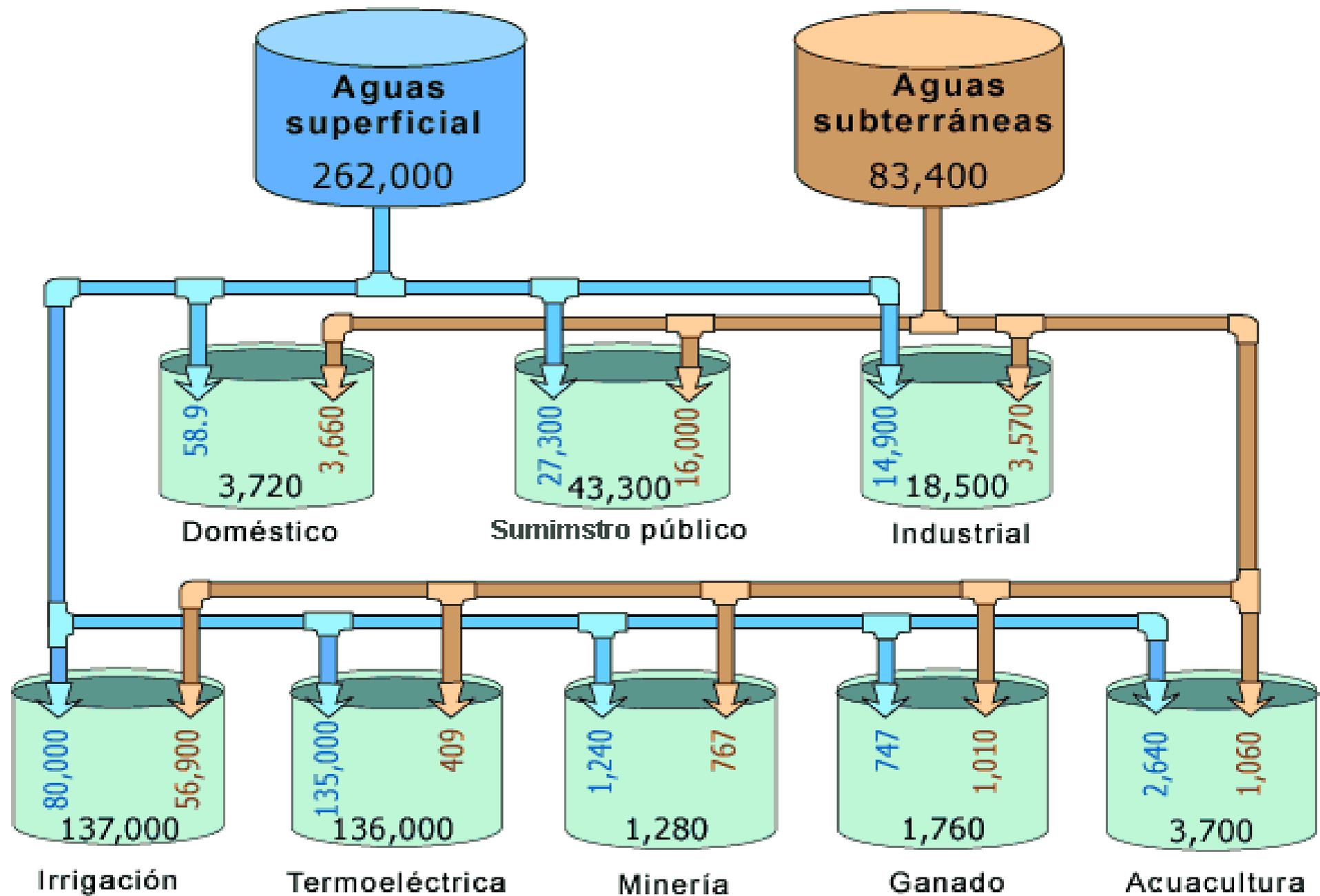
■ Agricultura

■ Industria

■ Red Urbana

■ Embalses

Origen, uso y disposición del agua en el año 2000



Uso global del agua



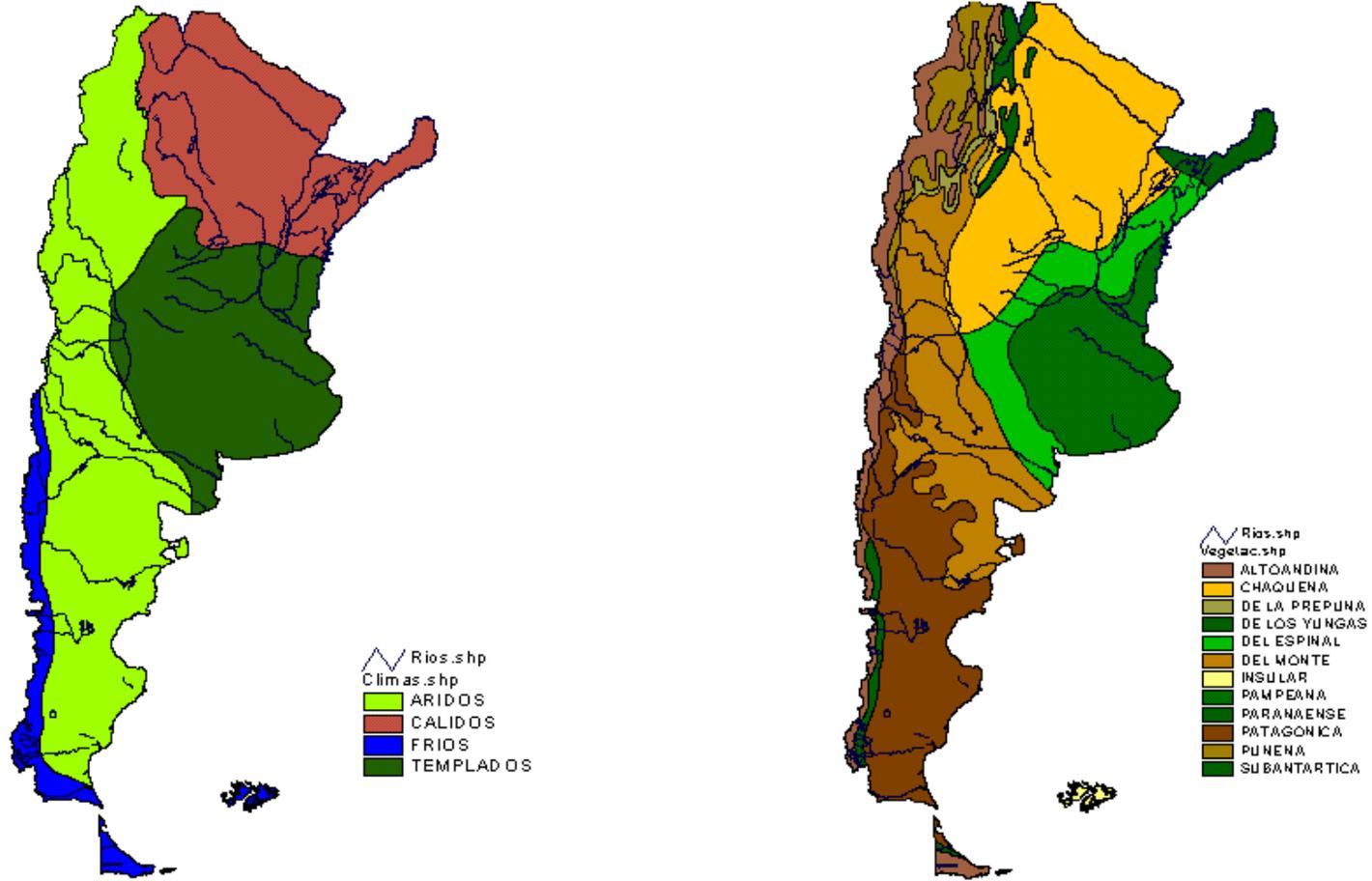
8% of the worlds freshwater withdrawn



- El 20% de la tierra bajo riego produce el 40% de los alimentos

En Argentina

El 70% de nuestro país es de clima por temperatura, edáfico y de vegetación “áridos”



Riego por gravedad y presión en Argentina

NOA

330 mil ha regadas
100 mil ha bajo presión

NEA

230 mil ha regadas
80 mil ha bajo presión

CUYO

400 mil ha regadas
110 mil ha bajo presión

CENTRO

100 mil ha regadas
30 mil ha bajo presión

PATAGONIA

120 mil ha regadas
30 mil ha bajo presión

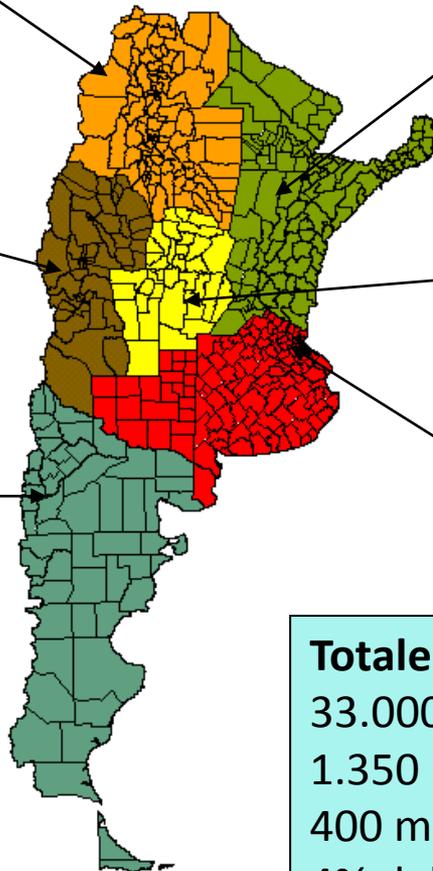
Bs As + La Plata

170 mil ha regadas
50 mil ha bajo presión

Totales Argentina:

33.000 mil ha agrícolas
1.350 mil ha regadas
400 mil ha bajo presión
4% del área agrícola está siendo regada
28% del área regada lo hace bajo presión

Fuente: Indec

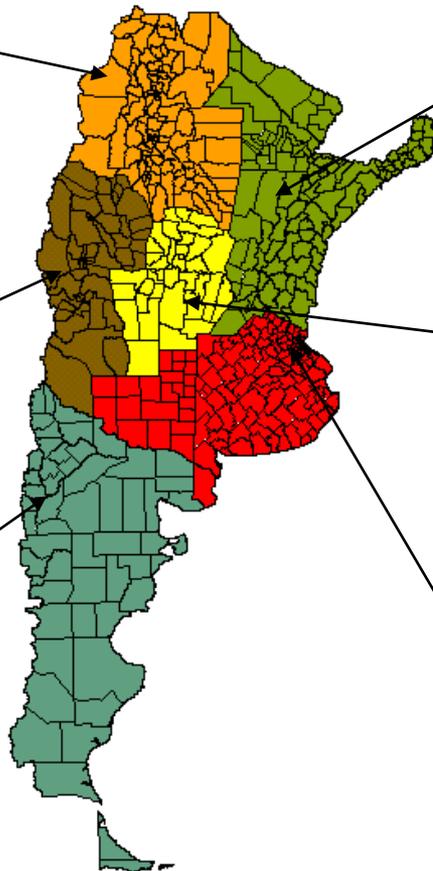


Cultivos Regados en Argentina

NOA
Caña azucar
Cítricos
Granos
Hortalizas
Vid

CUYO
Vid
Olivo
Frutales carozo y pepita
Hortalizas conserva y fresca

PATAGONIA
Frutales carozo y pepita
Hortalizas
Vid
Forrajes



NEA
Cítricos
Té
Yerba mate
Arroz
Granos
Hortalizas

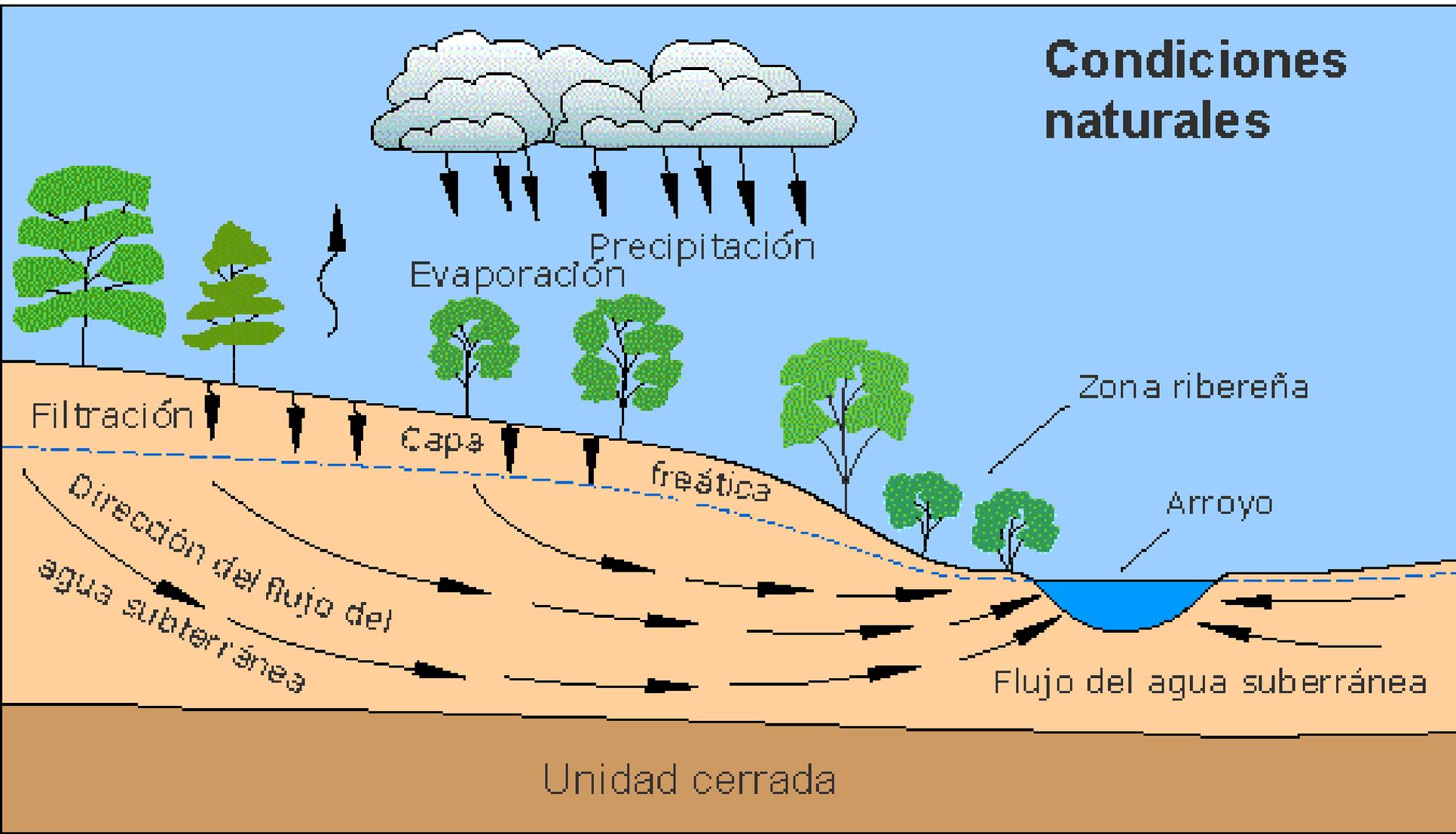
CENTRO
Granos
Hortalizas
Forrajes

Bs As + La Pampa
Granos
Papa
Frutales carozo
Fruta fina
Hortalizas

El uso del recurso agua en una cuenca debe ser racionalmente planificado

- Análisis e interpretación del funcionamiento del ciclo hidrológico y sus componentes: precipitación, escorrentía, caudales, parámetros de los acuíferos, etc.
- Evaluación de los recursos hídricos disponibles
- Selección de alternativas a los efectos de planificar el uso del recurso.
- Elaboración de proyectos de aprovechamiento hídrico.

Condiciones naturales



Declive de los niveles del agua



Precipitación
Evaporación

Bombeando el pozo

Zona ribereña

Arroyo

Filtración

Capa

freática

Dirección del flujo del
agua subterránea

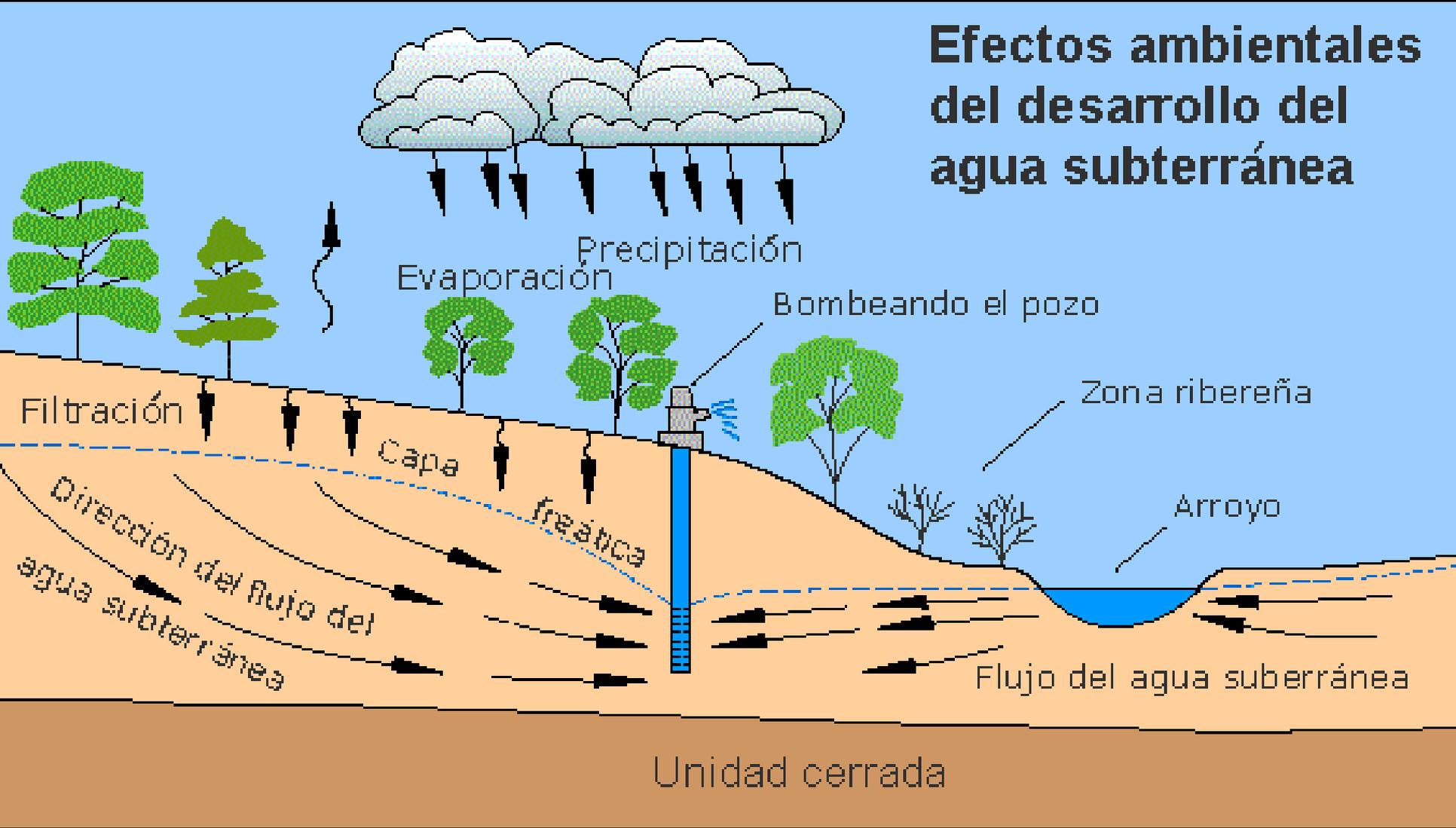
Flujo del agua subterránea

Unidad cerrada

Calidad del agua subterránea



Efectos ambientales del desarrollo del agua subterránea





Relleno

Tanque subterráneo con fuga de petróleo

Pozo poco profundo

Sistema séptico

Pozo poco profundo

Descarga de material séptico disuelto

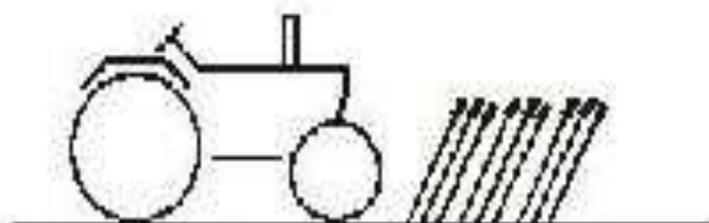
Contaminación por fertilizantes

Precipitation

580

410

Evapotranspiration



Brandenburg, agriculture

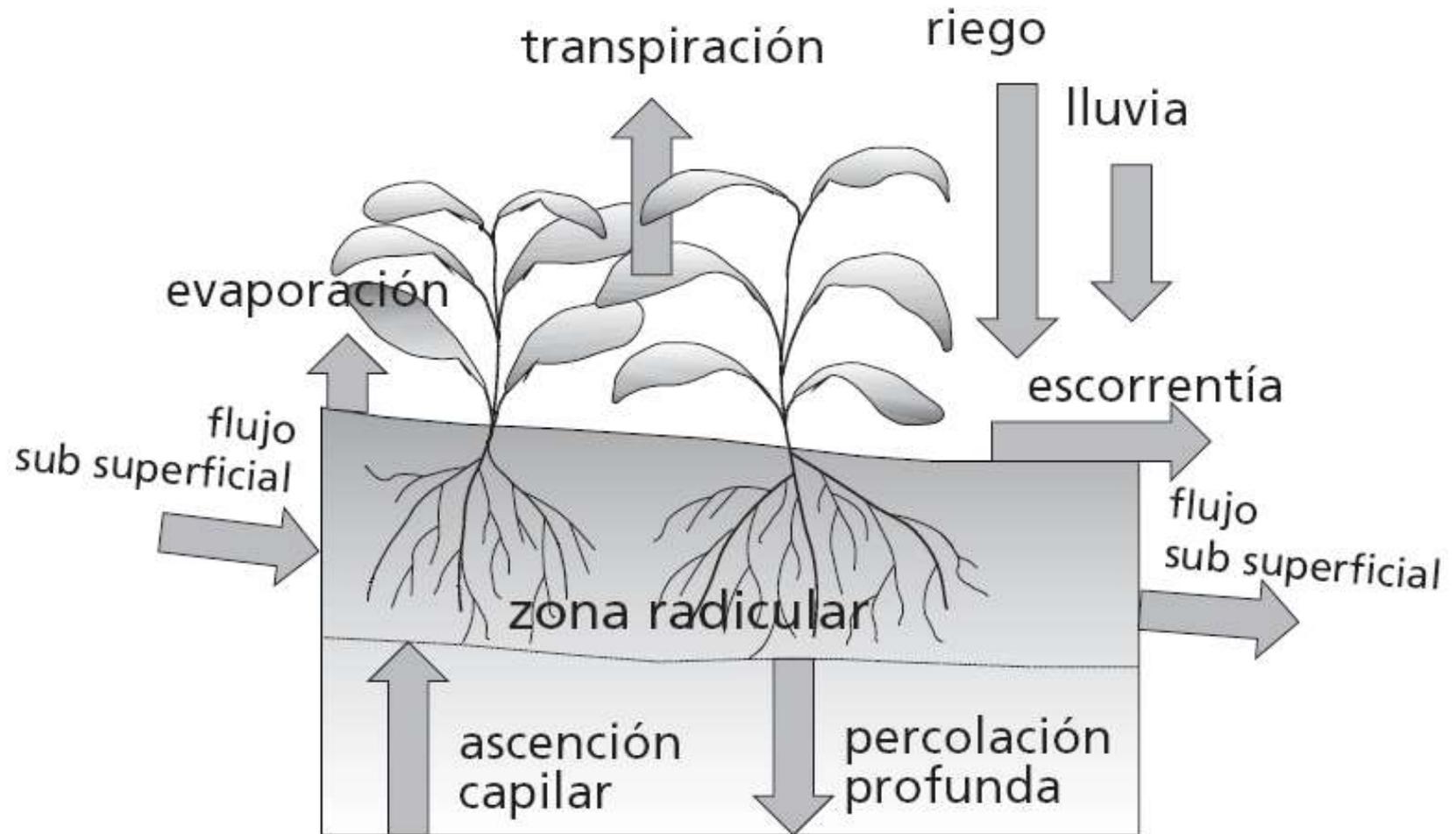
groundwater recharge

170

Fig. 1 Illustration of the water cycle and changes due to sealing. all values in mm.
illustration made under use of Wessolek and Renger (1998)

Ciclo hidrológico

Balance de agua en el suelo de la zona radicular



Ciclo hidrológico

La intervención del hombre en el ciclo hidrológico

- Tala de bosques
- Realización de canales y drenajes para recuperar zonas anegadas
- Construcción embalses
- Infraestructura vial y ferroviaria
- Sobreexplotación aguas subterráneas
- Sistemas de riego mal diseñados

balance hídrico del suelo

$$Et = P + Ac - D \pm Es$$

- Donde :
- Et = evapotranspiración durante un periodo de tiempo
- P = precipitaciones acumuladas en un periodo de tiempo
- Ac = aporte capilar de agua en el periodo de tiempo
- Es = entradas y salidas de agua laterales por escorrentía superficial
- D = drenaje o flujo vertical de agua en profundidad, fuera de la rizósfera.

Balances hidrológicos

- Debe existir un equilibrio entre las entradas, las salidas
- En el balance se considera la evapotranspiración óptima para el cultivo
- Se regará en aquellos períodos en que la precipitación efectiva no alcance a cubrir la evapotranspiración del cultivo.

Evapotranspiración de los cultivos

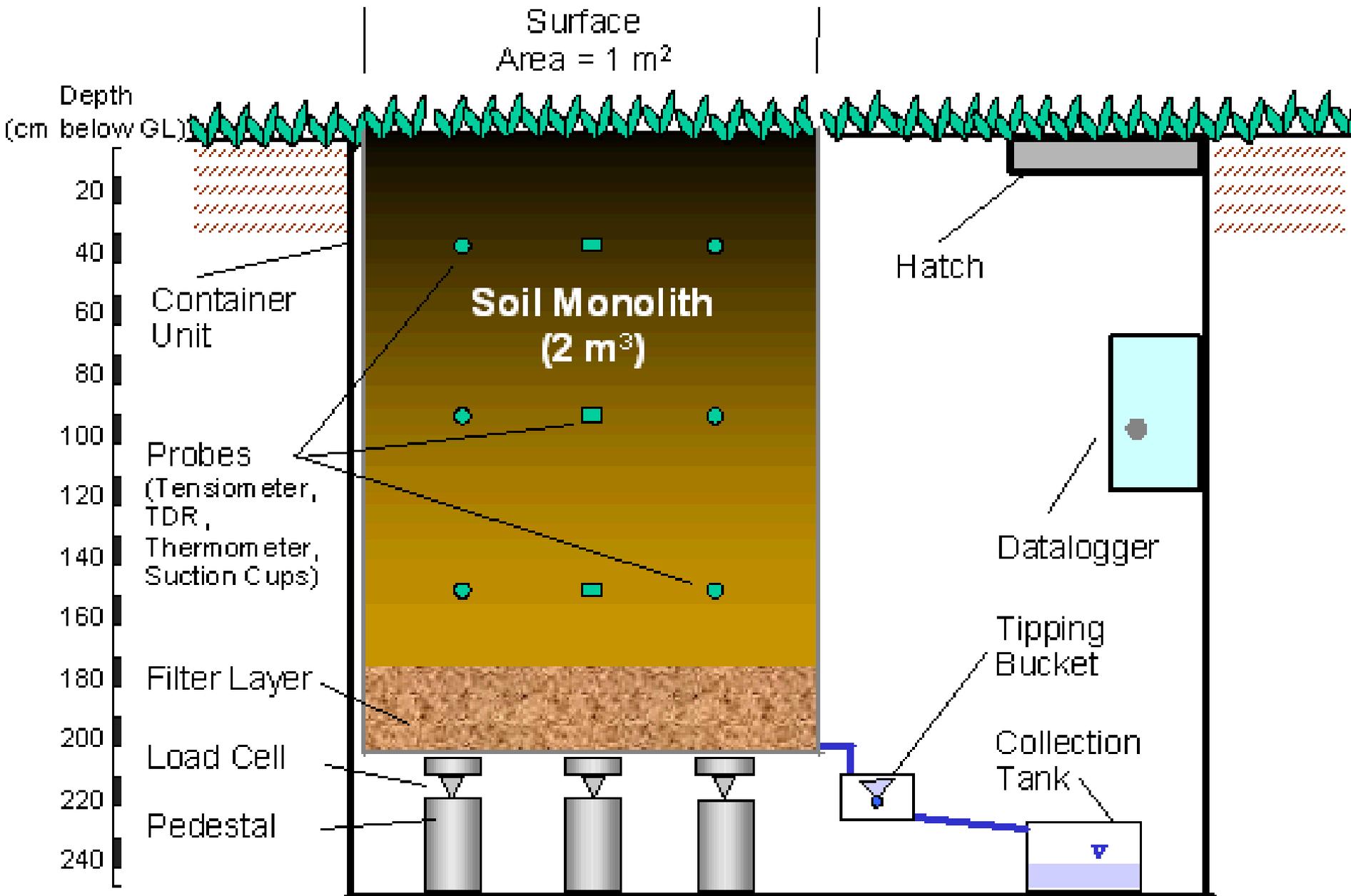
- Conociendo la tasa de Et de un cultivo puede estimarse su necesidad de agua y elaborarse los programas operativos de riego

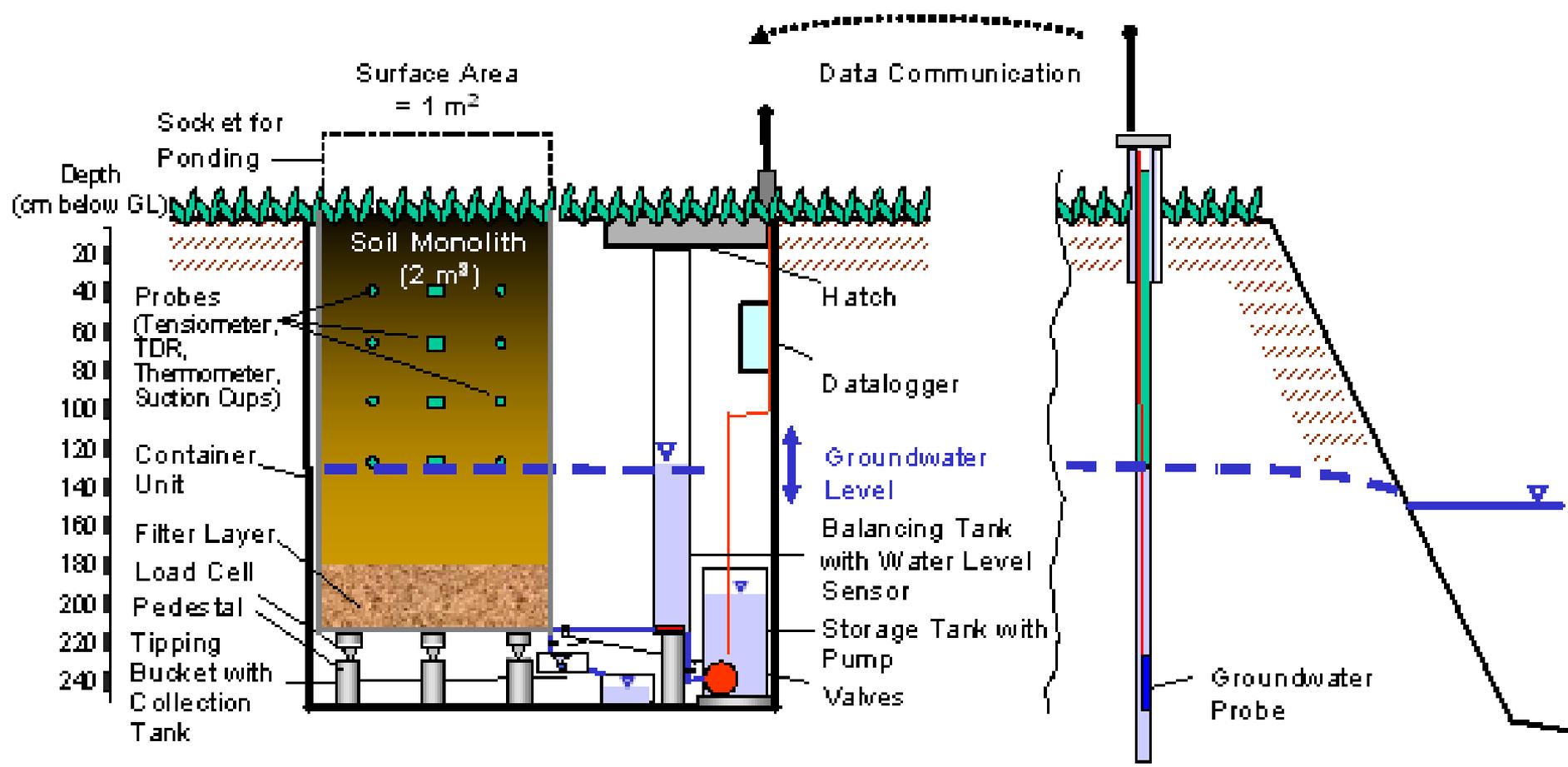


Evapotranspiración

1.- METODOS DIRECTOS (medición)

- BALANCES HÍDRICOS: Parcelas
- LISIMETROS:
 - Por drenado = variación de volumen
 - Por pesada = variación de peso





Weighable Groundwater Lysimeter Station

Measuring of Groundwater Level at the Floodplain Site





Evapotranspiración

1.- METODOS DIRECTOS (medición)

- BALANCES HÍDRICOS: Parcelas
- LISIMETROS:
 - Por drenado = variación de volumen
 - Por pesada = variación de peso

2.- METODOS INTERMEDIOS (medición y estimación)

- EVAPORÍMETROS = Tanque Tipo A

Tanques de Evaporación



Evapotranspiración

1.- METODOS DIRECTOS (medición)

- BALANCES HÍDRICOS: Parcelas
- LISIMETROS:
 - Por drenado = variación de volumen
 - Por pesada = variación de peso

2.- METODOS INTERMEDIOS (medición y estimación)

- EVAPORÍMETROS = Tanque Tipo A

3.- INDIRECTOS (estimación)

- METODOS BASADOS EN LA RADIACIÓN
- METODOS BASADOS EN LA TEMPERATURA
- METODOS BASADOS EN LA HUMEDAD RELATIVA

Clasificación de métodos de estimación de la Et

- Modelos basados en la temperatura: Thornthwaite (1958), Blaney - Criddle (1950), Thornthwaite - Matter (1955), **Blaney - Criddle mode FAO (1974)**
- Modelos basados en la humedad del aire: Papadakis (1961), Hamon (1961), Halstead (1951)
- Modelos basados en la radiación solar global: Markkink (1957), Turc (1961), Jensen y Haise (1963), Hargreaves (1976), Hargreaves y Samani (1987), Doorembos y Pruitt (1974)
- Modelos basados en la combinación de procesos de balance y transferencia turbulenta: Penman (1948), Penman - Monteith (1965), **Penman - FAO (1974)**, Priestly y Taylor (1975)
- Modelos basados en la evaporación: Boucehet (1963), Doorembos y Pruitt (1975), Christiansen y Hargreaves (1970)

Coeficiente de desarrollo del cultivo (Kc)

- $Kc = Etc / Eto$
- $Kc = kcp \times kcs \times kcc$ siendo
 - Kc = coeficiente de desarrollo del cultivo
 - kcp = coef. debido a características vegetales.
 - kcs = coef. debido a disponibilidad hídrica del suelo.
 - kcc = coef. debido a las condiciones climáticas.
- El rango de variación del k_c es de 0,3 a 1,3.

Métodos para la obtención de Kc

- **De valores de Kc globales (KG)**
- **De gráficos establecidos**
- **De modelos matemáticos específicos para cada cultivo**
- **De la metodología propuesta por FAO basada en trabajos de Doorembos y Pruitt (1976)**

Curva generalizada del coeficiente del cultivo, correspondiente al procedimiento del coeficiente único del cultivo

