

**Corso di Laurea Specialistica in  
Ingegneria delle Acque e della Difesa del Suolo**



*Corso di*

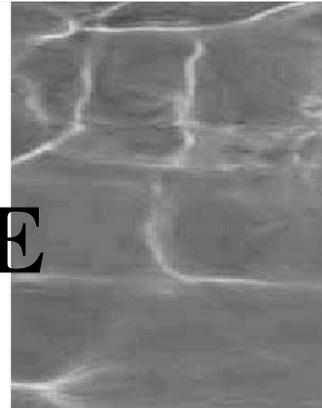
**GESTIONE delle  
RISORSE IDRICHE**

*a.a. 2003-2004*

**Lezione 1**

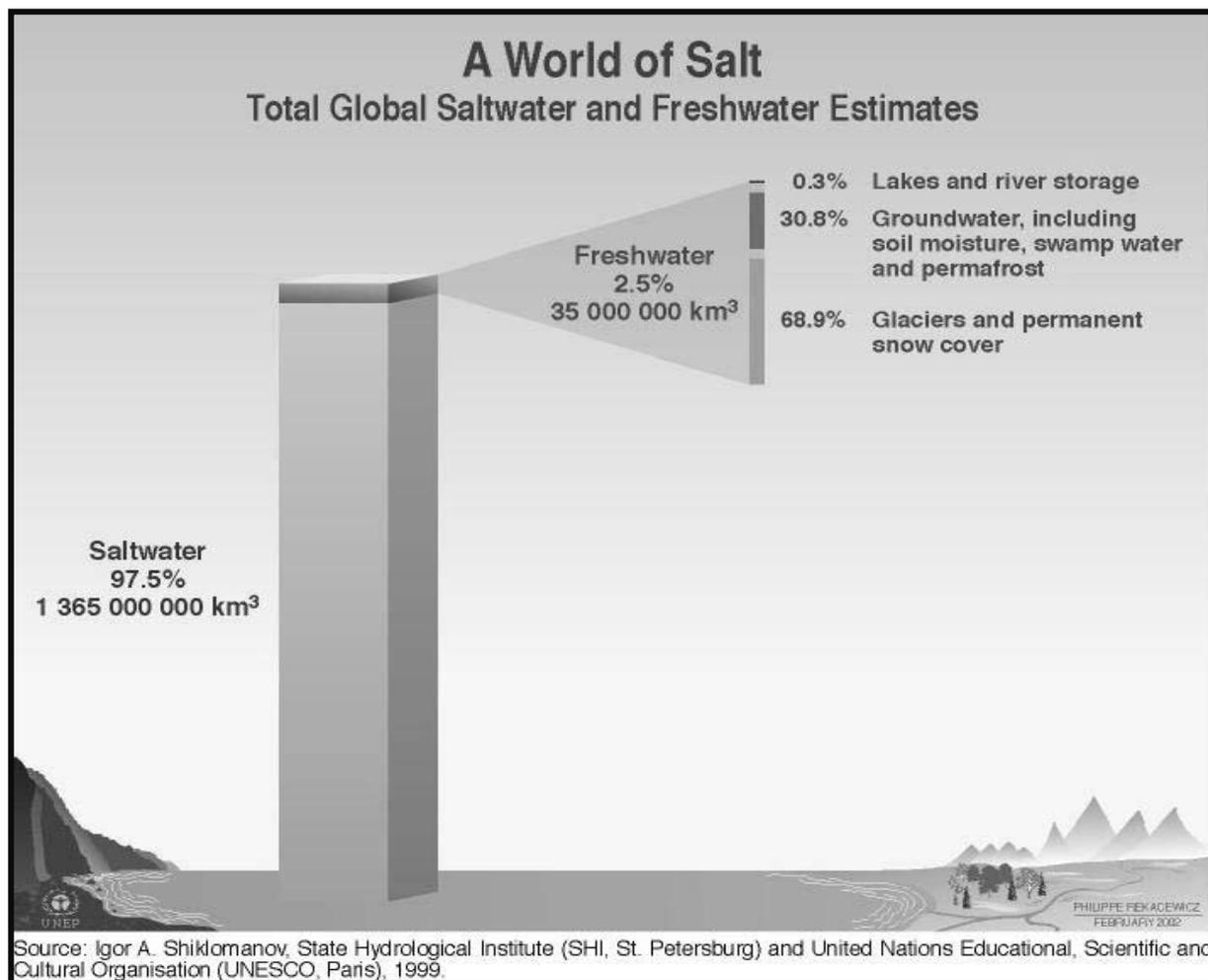
*Prof. Luca G. Lanza*

**Dipartimento di Ingegneria Ambientale - DIAM**



# LA DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

Fonte: United Nations World Development Report (<http://www.unesco.org/water/wwap/index.html>)



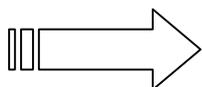
## ...AD USO ANTROPICO

➤ *Risorse naturali di acqua dolce quali laghi, fiumi e acquiferi*

➤ *I bacini artificiali forniscono 8000 km<sup>3</sup> di risorsa idrica*

➤ *La PRECIPITAZIONE è la fonte principale di risorsa idrica*

**SFRUTTAMENTO  
RISORSE IDRICHE**



*8% del totale annuo di risorse rinnovabile di acqua dolce*

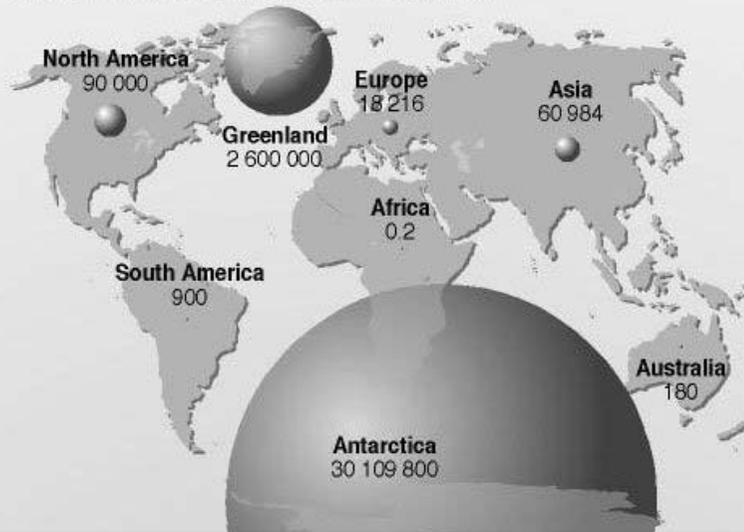
*54% del totale annuo di acqua di scorrimento superficiale*

*24% dell' evapo-traspirazione annua totale*

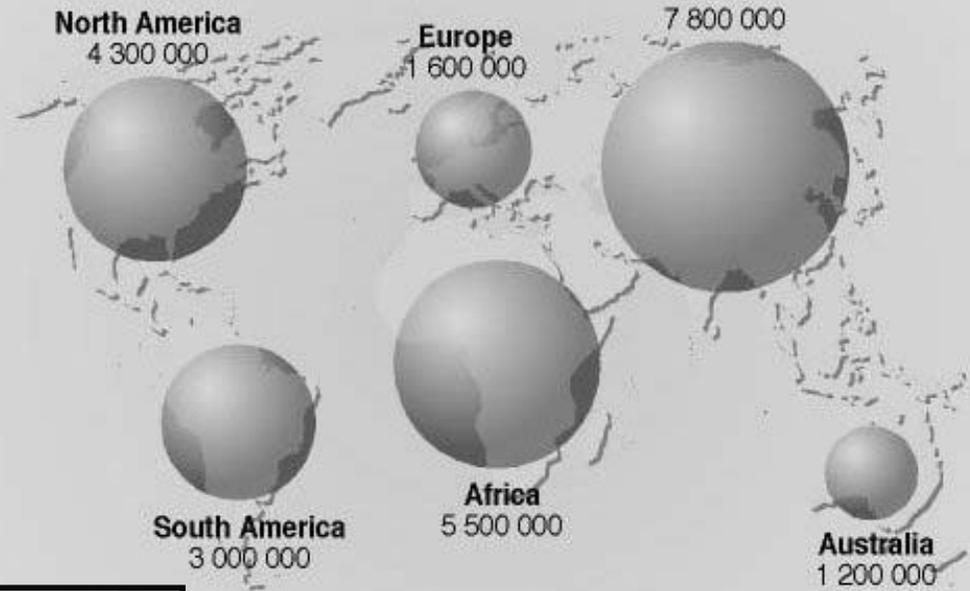
# Global Freshwater Resources

## Quantity and Distribution by Region

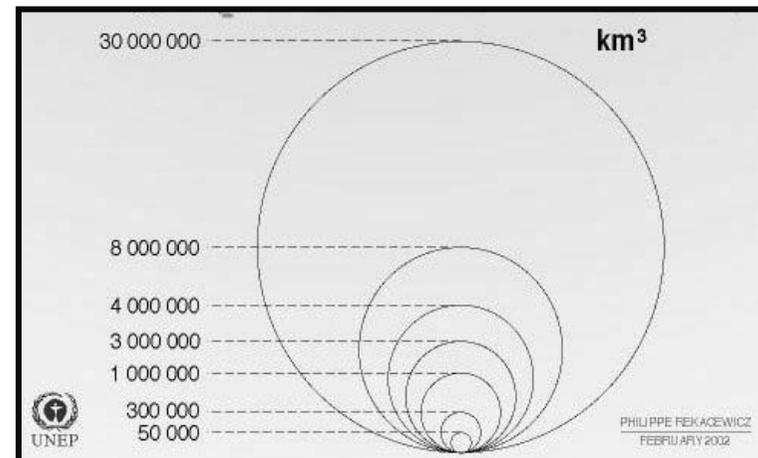
### Glaciers and permanent ice caps (km<sup>3</sup>)



### Groundwater (km<sup>3</sup>)



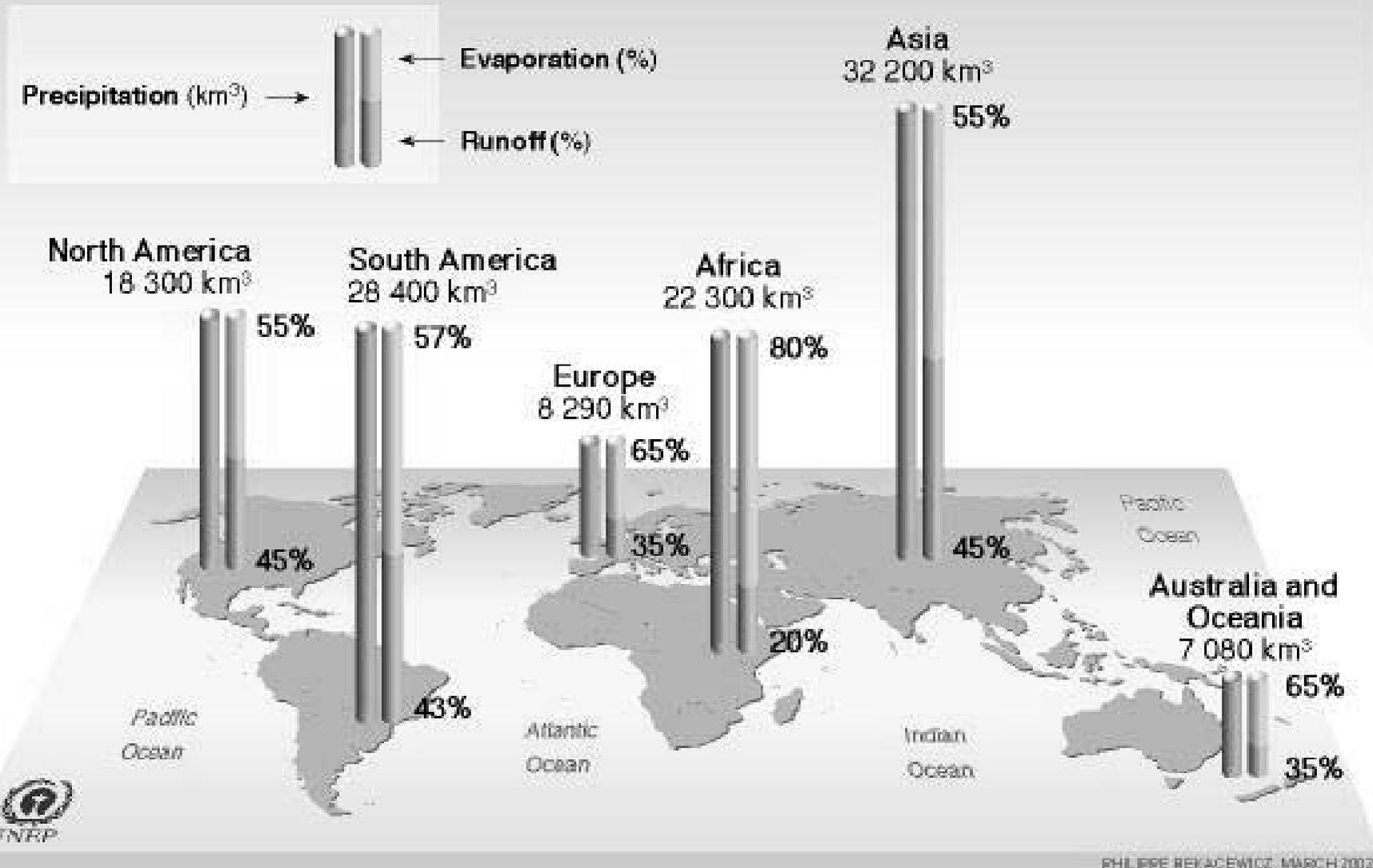
### Wetlands, large lakes, reservoirs and rivers (km<sup>3</sup>)



**Note:** Estimates refer to standing volumes of freshwater.  
Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; World Meteorological Organisation (WMO); International Council of Scientific Unions (ICSU); World Glacier Monitoring Service (WGMS); United States Geological Survey (USGS).

# The World's Surface Water

## Precipitation, Evaporation and Runoff by Region

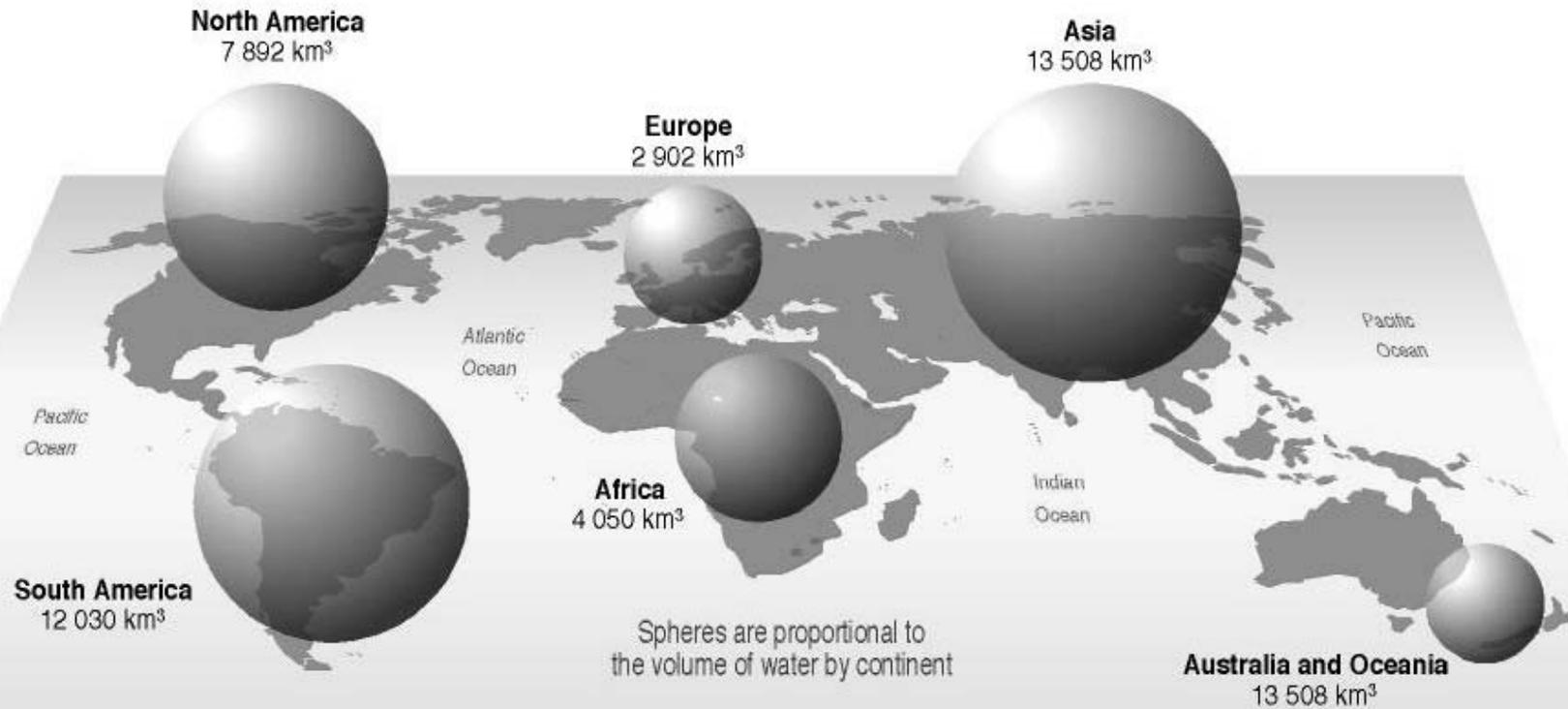


Source: Peter H. Gleick, *Water in Crisis*, New York Oxford University Press, 1993.

PHILIPPE REKACEWICZ, MARCH 2002

# River Runoff through the 20th Century

## Average Annual Volume by Continent, 1921-1985

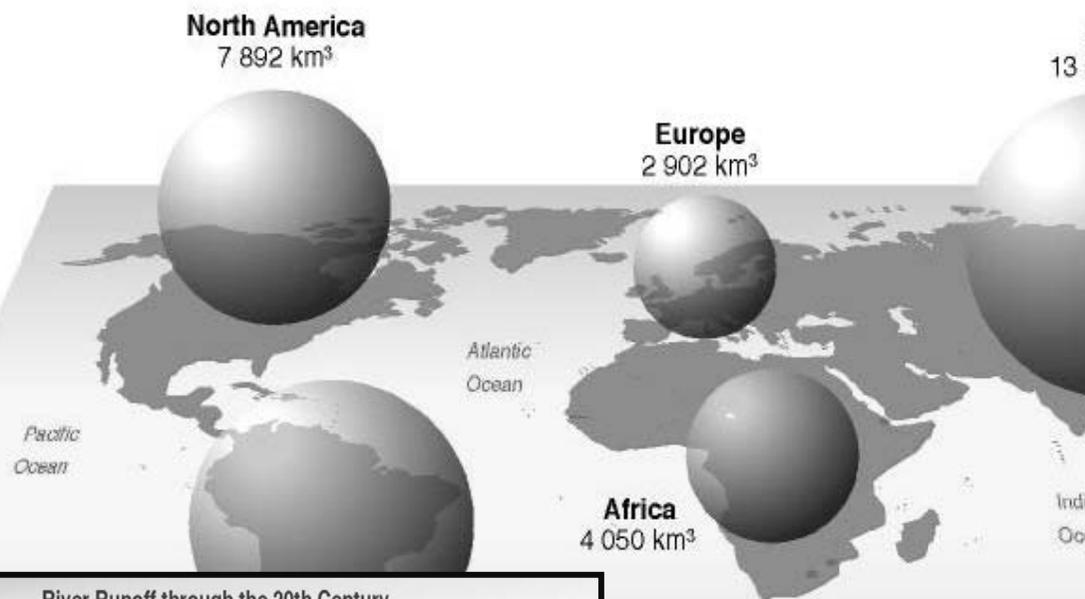


PHILIPPE BÉCACÉWICZ, FEBRUARY 2002

Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

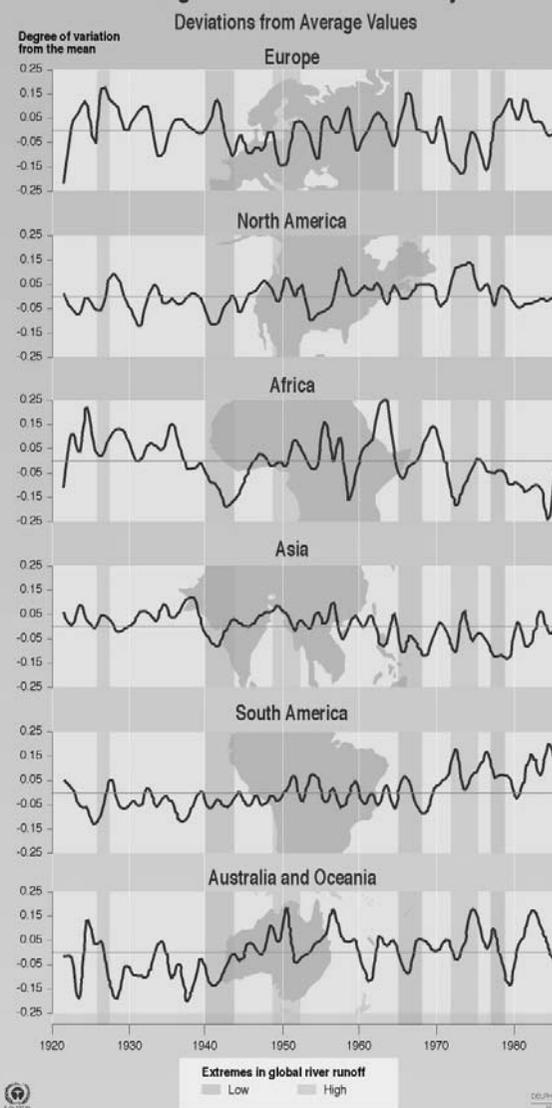
# River Runoff through the 20th Century

## Average Annual Volume by Continent, 1921-1985



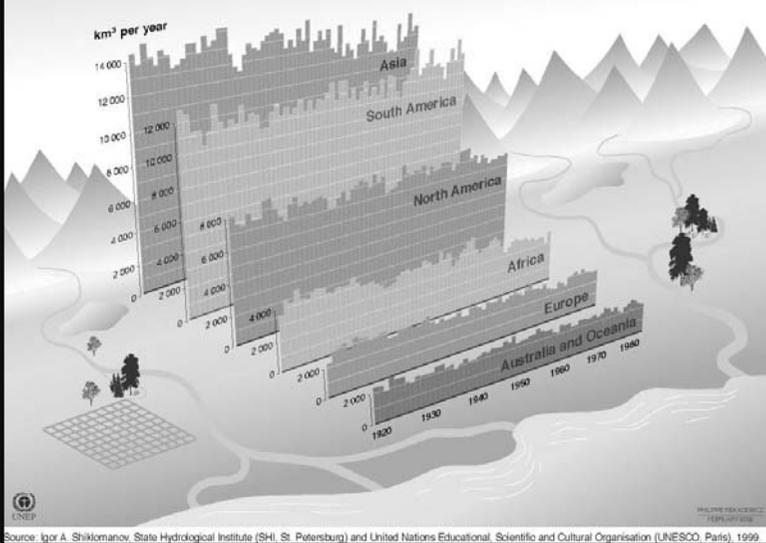
Spheres are proportional to the volume of water by continent

### Variations in River Runoff by Continent through most of the 20th Century



### River Runoff through the 20th Century

Average Annual Volumes by Continent, 1921-1985



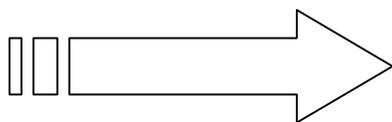
Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

## LA DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE IDRICHE



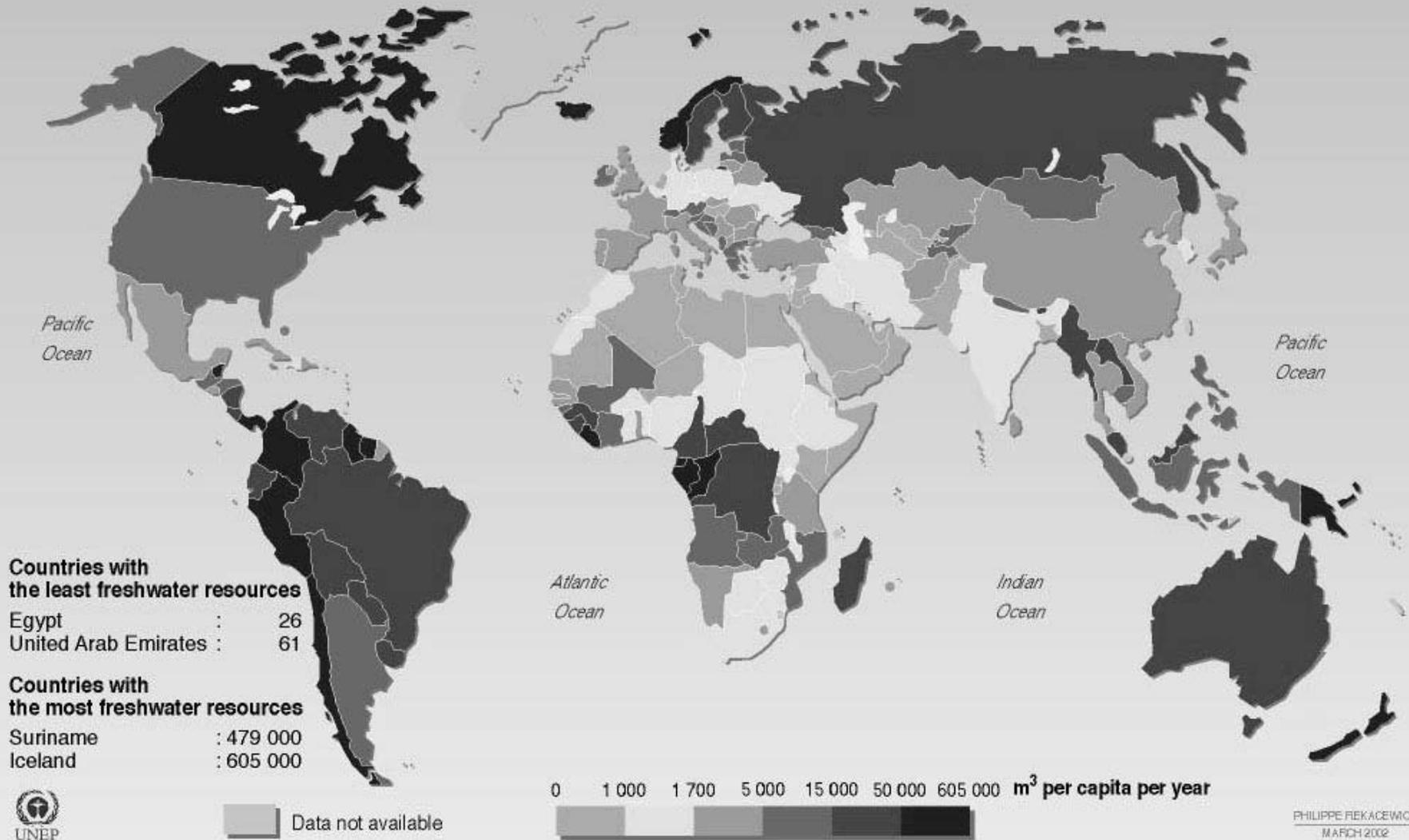
### DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE IDRICHE RISPETTO ALLA POPOLAZIONE MONDIALE



*Evidente disuniformità nella distribuzione delle risorse in particolare in ASIA: >50% della popolazione mondiale solo il 36% di risorse idriche disponibili!!*

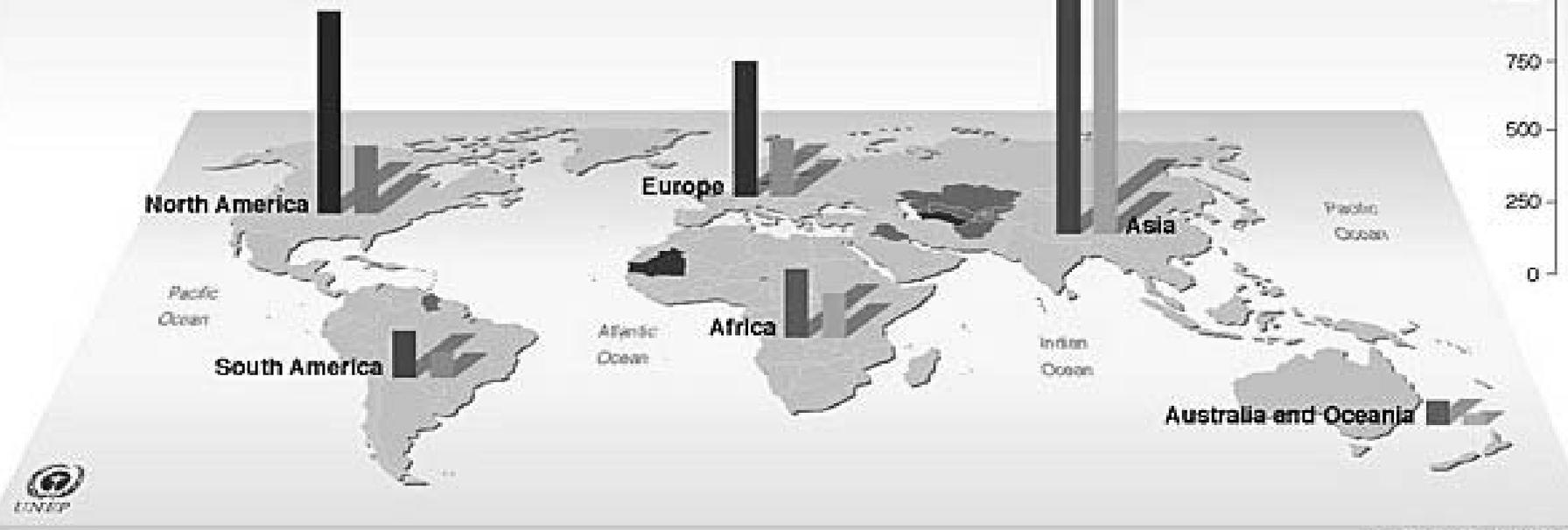
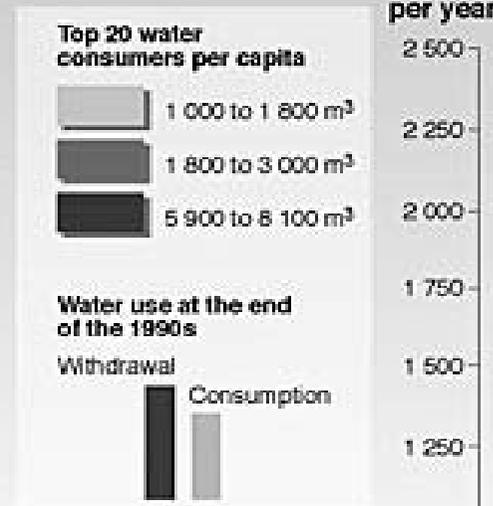
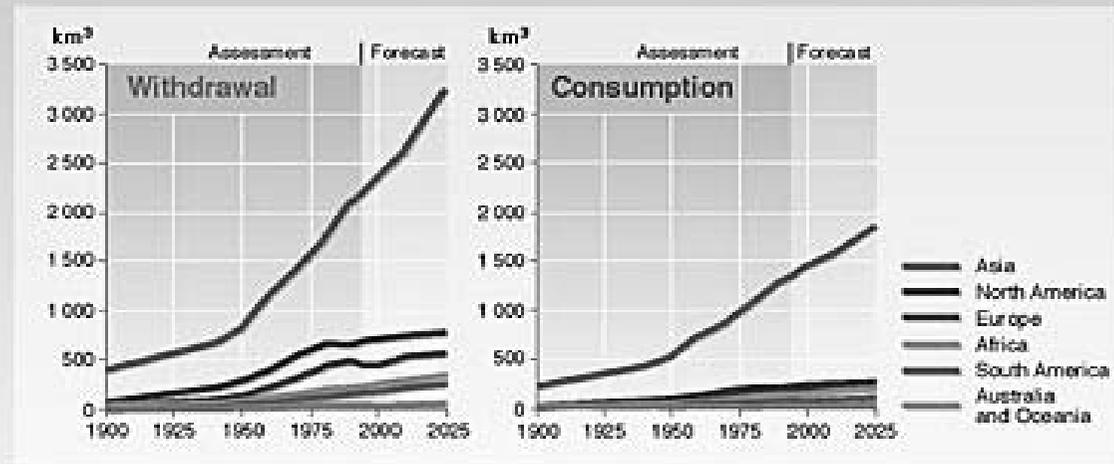
# Availability of Freshwater in 2000

## 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.

# Global Water Withdrawal and Consumption



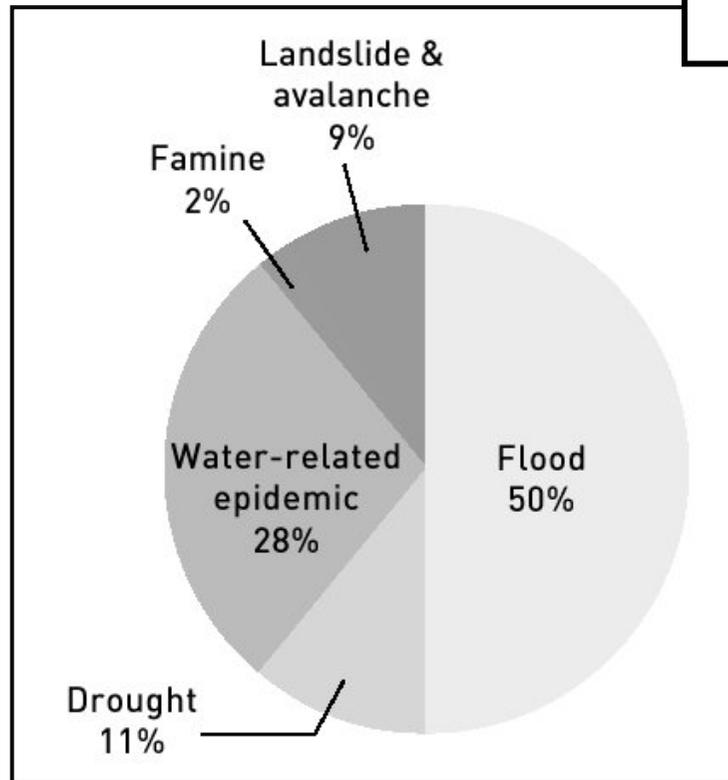
Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999; *World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000; Paul Harrison and Fred Pearce, *AAAS Atlas of Population 2001*, American Association for the Advancement of Science, University of California Press, Berkeley.

# LA DISTRIBUZIONE DELLE RISORSE IDRICHE

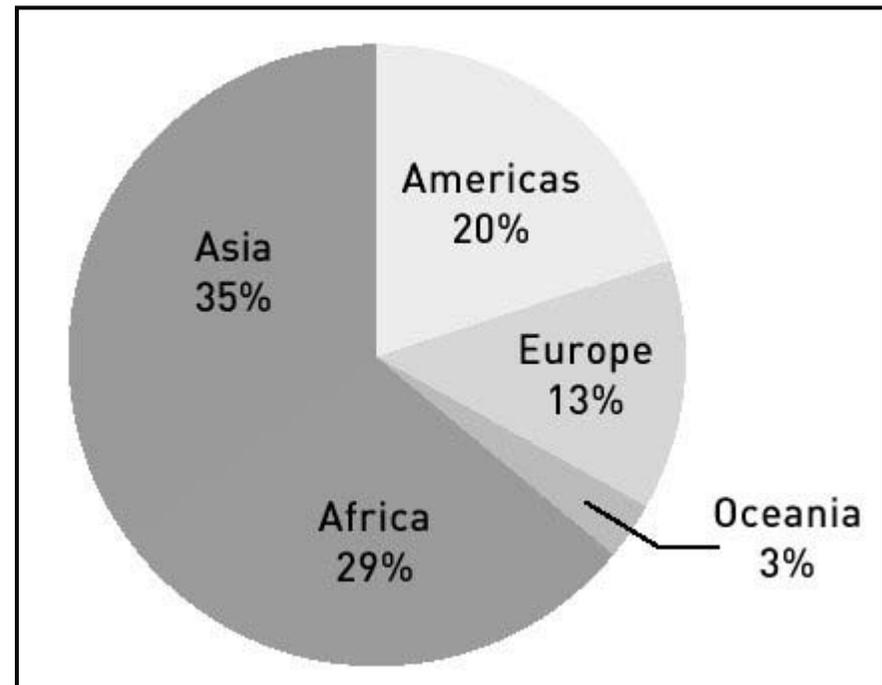
## ELEMENTI DI PRESSIONE ANTROPICA

- ✓ **popolazione mondiale in continua crescita**  
—————> *paesi in via di sviluppo*
- ✓ **aumento dell'uso pro-capite**  
—————> *paesi industrializzati*
- ✓ **elevata variazione spazio-temporale delle risorse idriche disponibili**  
—————> *frequenti condizioni ambientali estreme: inondazioni, siccità, tifoni...*
- ✓ **deterioramento delle risorse idriche dovuto all'inquinamento**  
—————> *La produzione globale di acque reflue equivale a circa 1500 km<sup>3</sup> il 50% della popolazione nei paesi in via di sviluppo è esposta a risorse idriche inquinate*

## LE CATASTROFI NATURALI



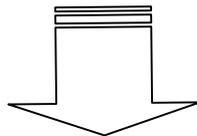
- *Nel periodo 1991-2000, il 90% delle catastrofi naturali sono legate all'acqua*
- *Le conseguenze dei fenomeni ambientali estremi sono in continuo aumento: dal 1996 il numero di catastrofi idrometeorologiche si è più che raddoppiato*
- *Il 97% delle catastrofi naturali colpisce i paesi in via di sviluppo*



La MITIGAZIONE DEL RISCHIO  
deve essere parte integrante della  
GESTIONE delle RISORSE IDRICHE

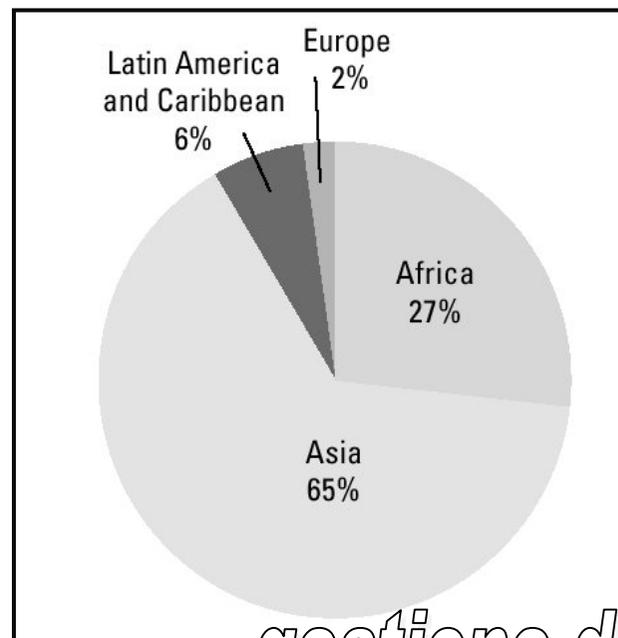
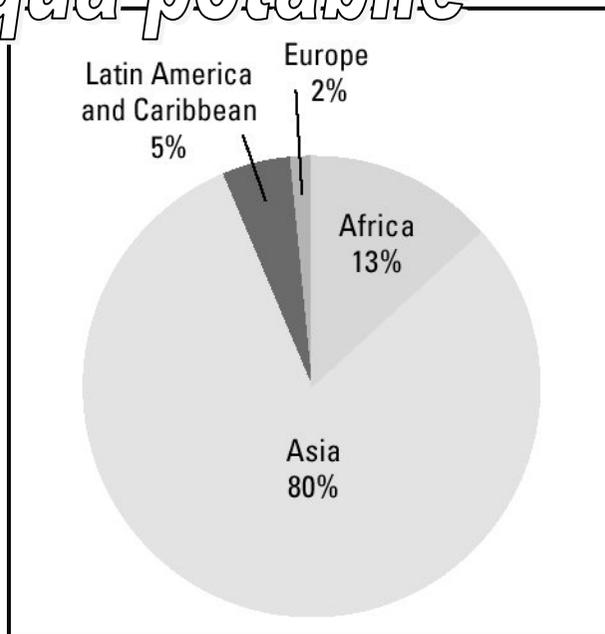
## LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

➤ *Le malattie connesse alla scarsità d'acqua e alle pessime condizioni igieniche sono tuttora una delle principali cause di malattia e di morte nei paesi in via di sviluppo*



Popolazione ad oggi NON-servita da SISTEMI di approvvigionamento dell'acqua potabile e di gestione dei reflui

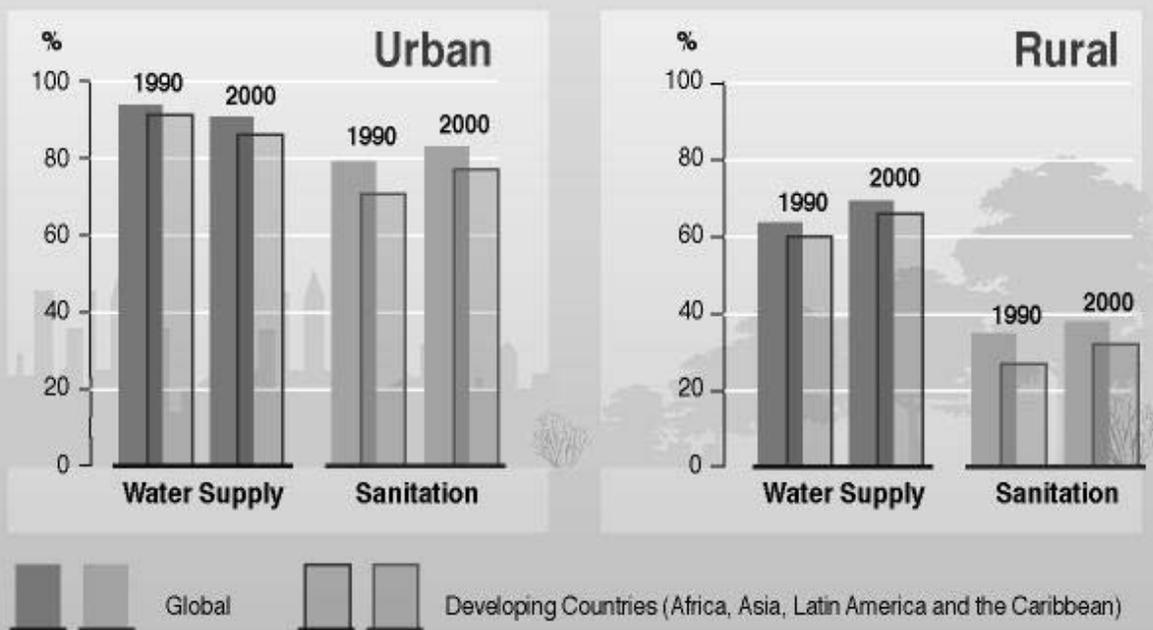
*...acqua potabile*



*...gestione dei reflui*

# LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

## Water Supply and Sanitation Coverage

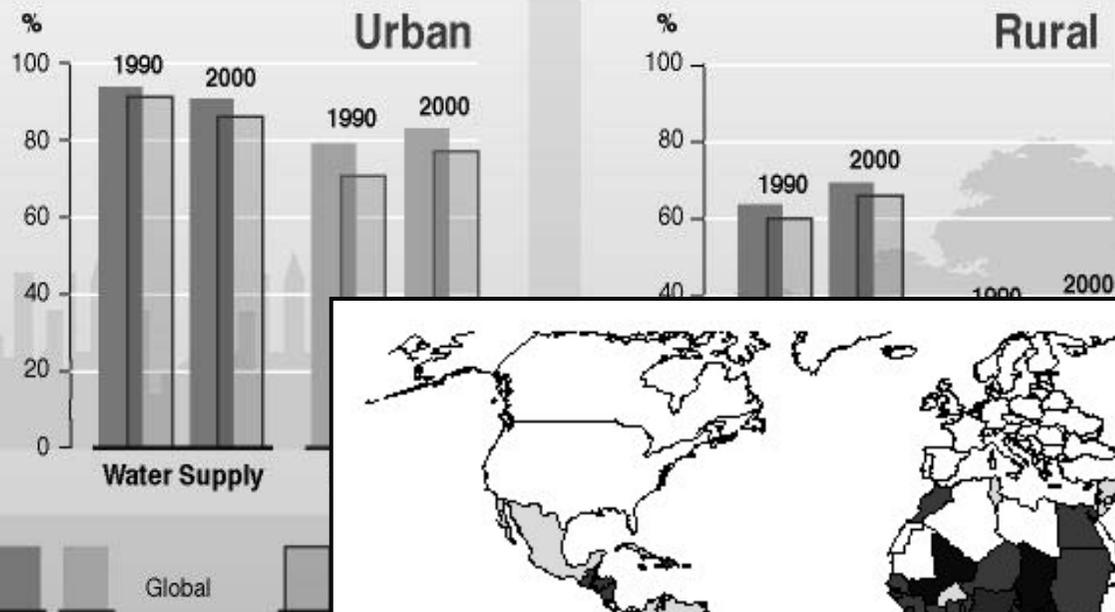


PHILIPPE FIKACEWICZ  
MARCH 2002

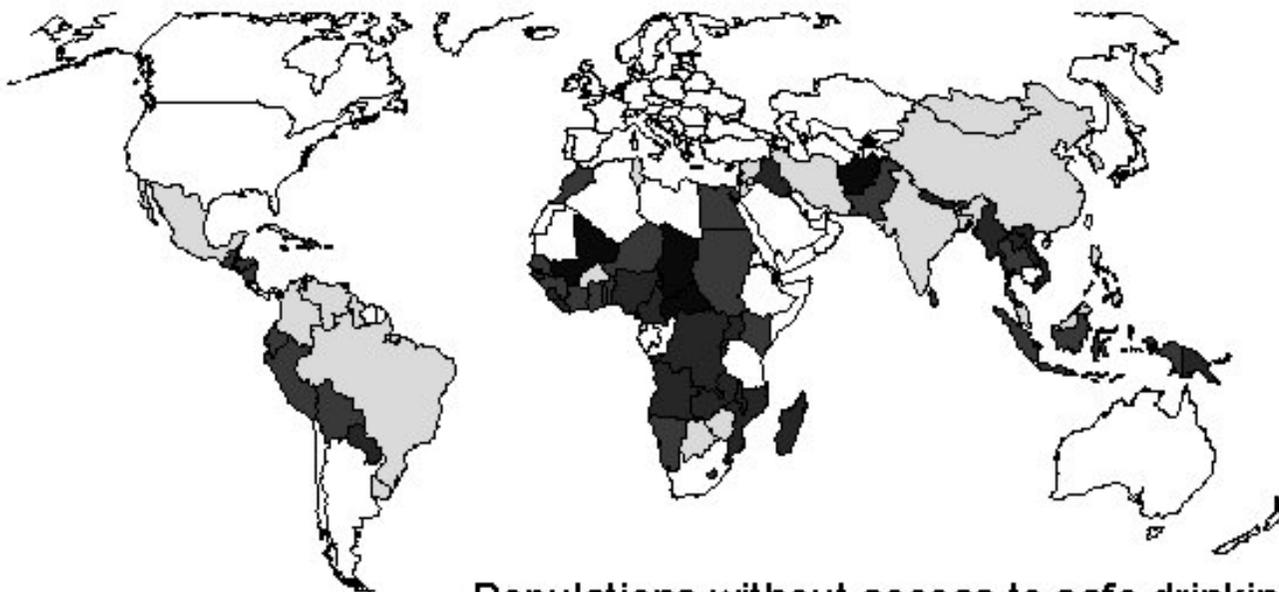
Source : *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*, World Health Organisation (WHO) and United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF), 2000.

# LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

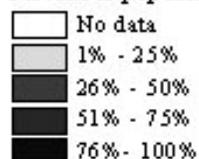
## Water Supply and Sanitation Coverage



Source : Global Water Supply and Sanitation International Children's Emergency Fund



Percent of population without access

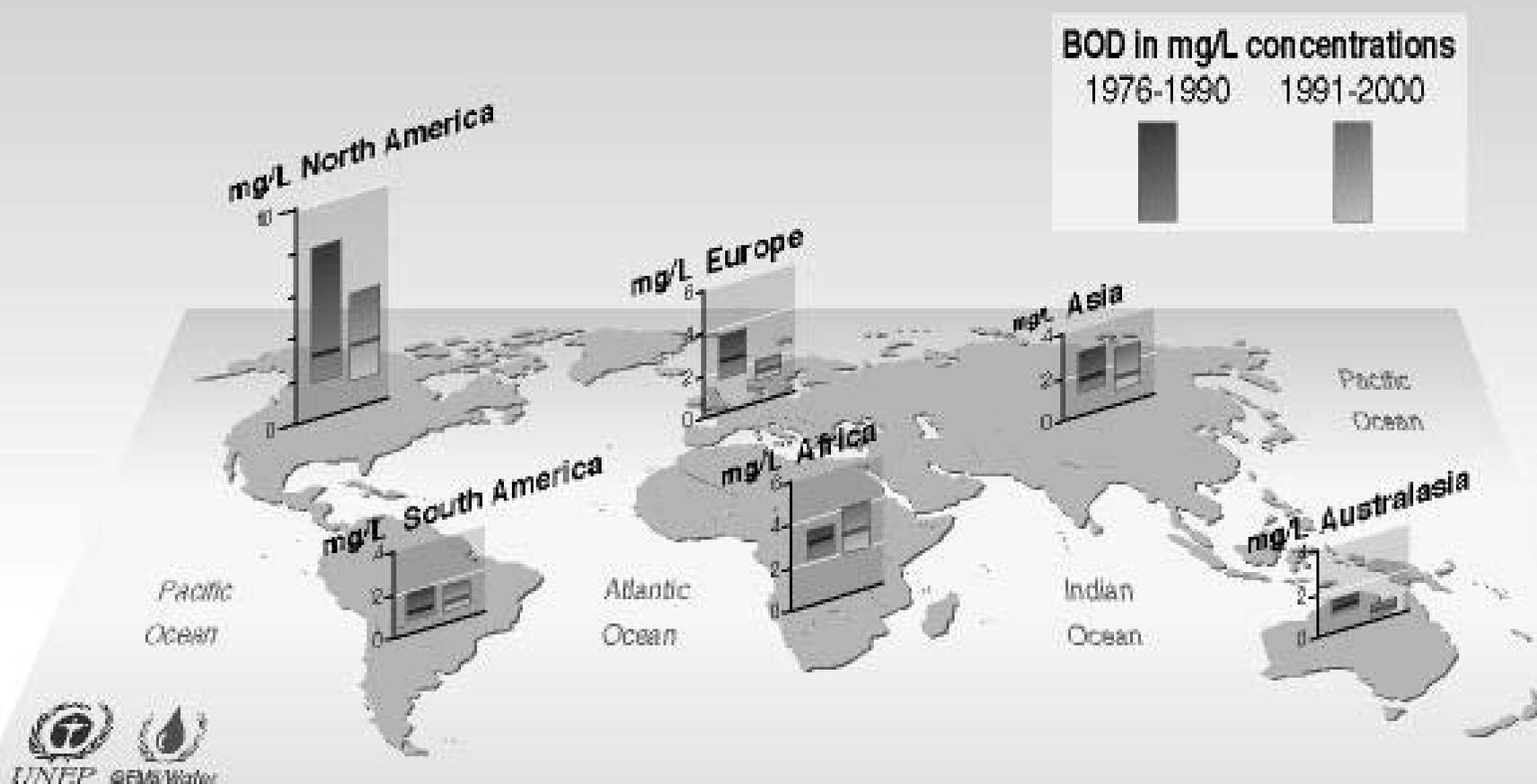


Populations without access to safe drinking water

from *The World's Water*  
*The Biennial Report on Freshwater Resources*  
 (Gleick 1998)

# LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

## Biological Oxygen Demand (BOD), 1976-2000



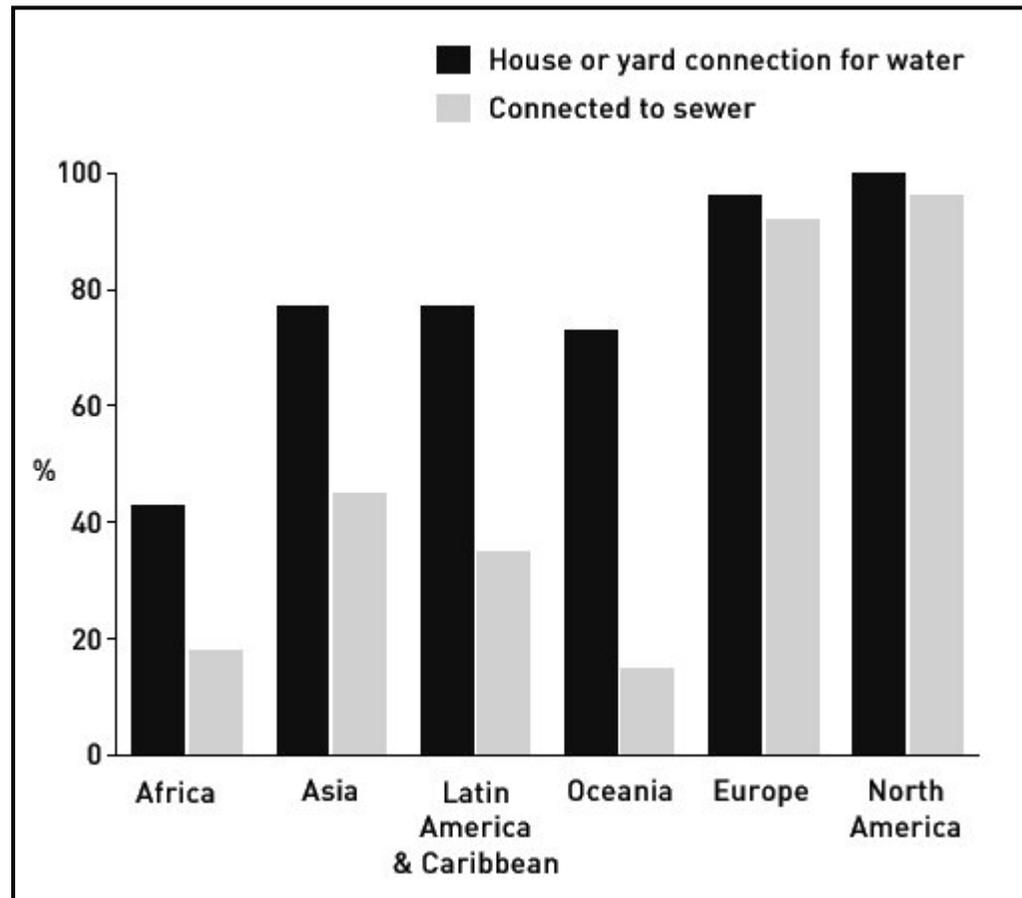
PHILIPPE BERACEVICZ, MARCH 2002

Source: Global Environment Monitoring System (GEMS), Freshwater Quality Programme, United Nations Environment Programme (UNEP), 2001.

## LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

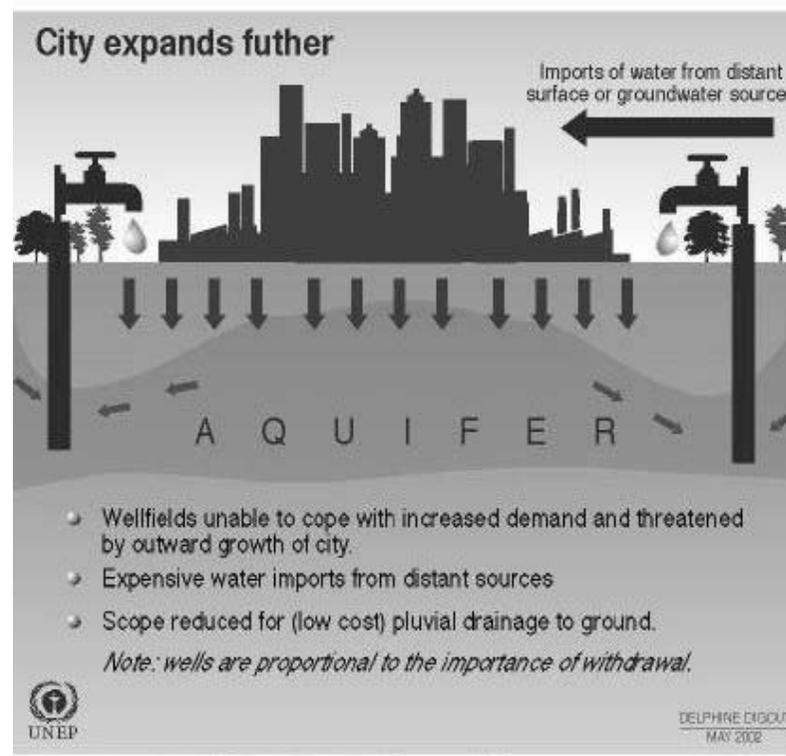
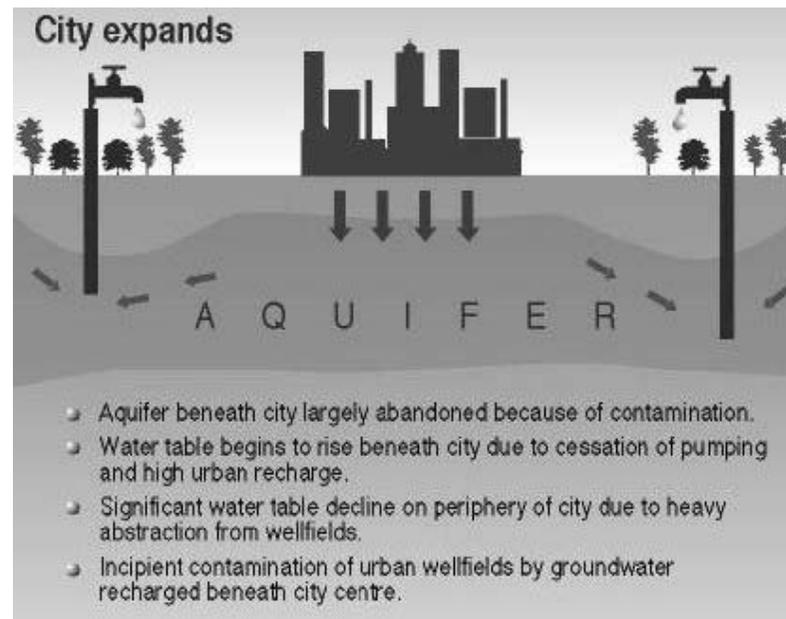
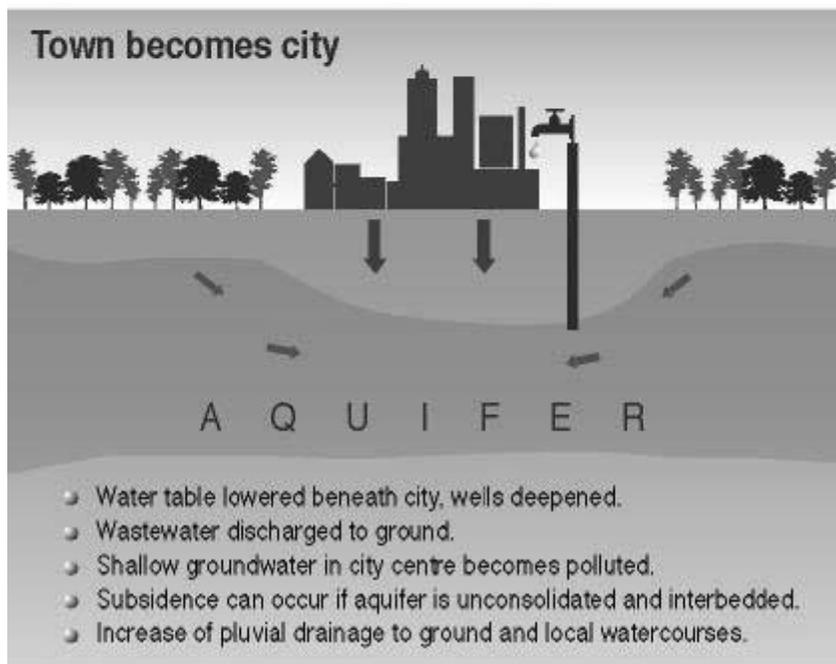
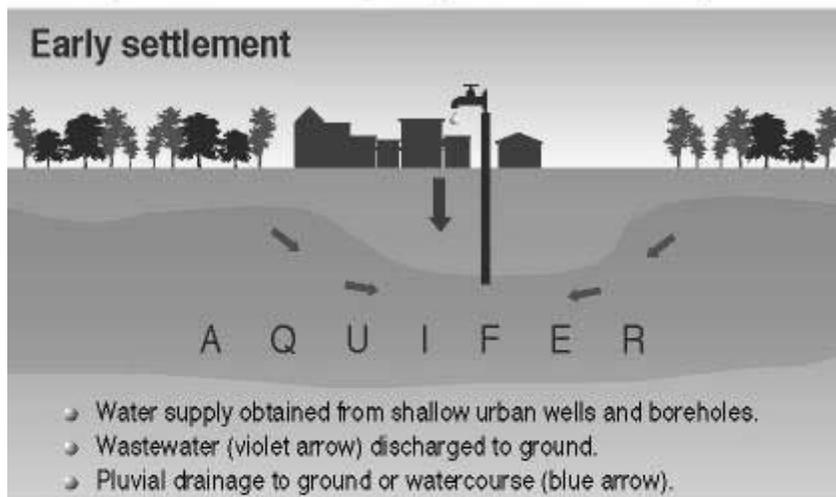
### ...in ambiente urbano

- ✓ gestione integrata dell'acqua ad uso domestico/industriale
- ✓ controllo fonti di inquinamento e trattamento dei reflui
- ✓ gestione delle acque di scorrimento superficiale
- ✓ prevenzione fenomeni di esondazione e allagamento
- ✓ utilizzo sostenibile delle risorse idriche disponibili
- ✓ riduzione delle fallanze dei sistemi di approvvigionamento idrico



# Evolution of Water Supply and Wastewater Disposal

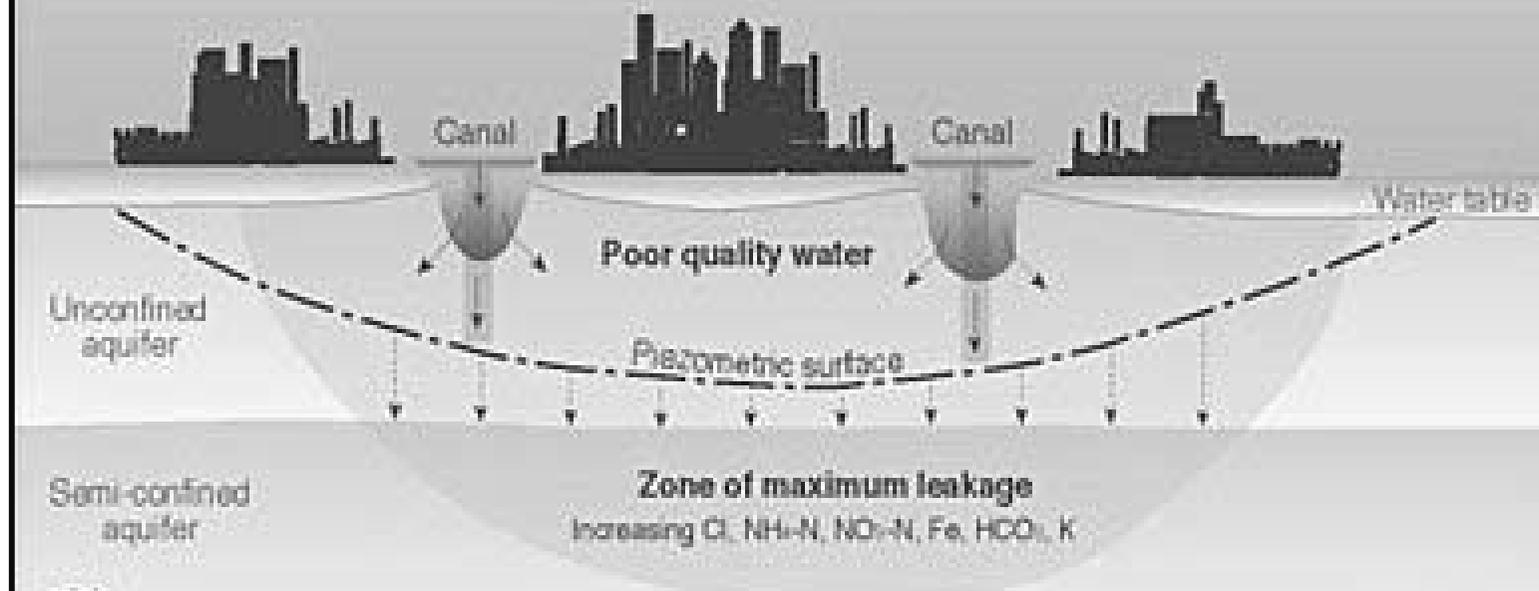
## Impact of a Growing City on a Shallow Aquifer



Source: Brian Morris, British Geological Survey, 2001.

## Mixing of Unpolluted Groundwater and Canal Seepage

Hat Yai and its suburbs



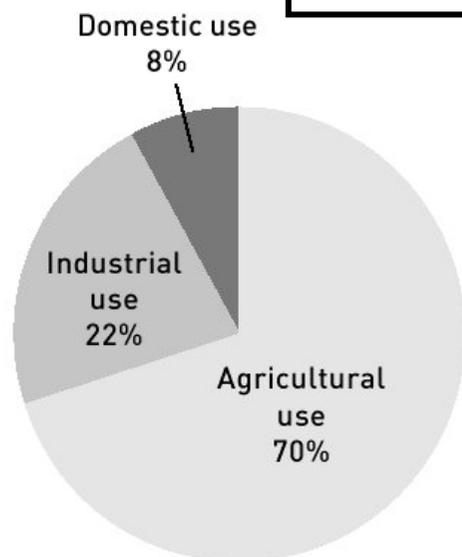
Sources: Foster et al., 1998

DELPHINE CHAVAT  
MAY 2008

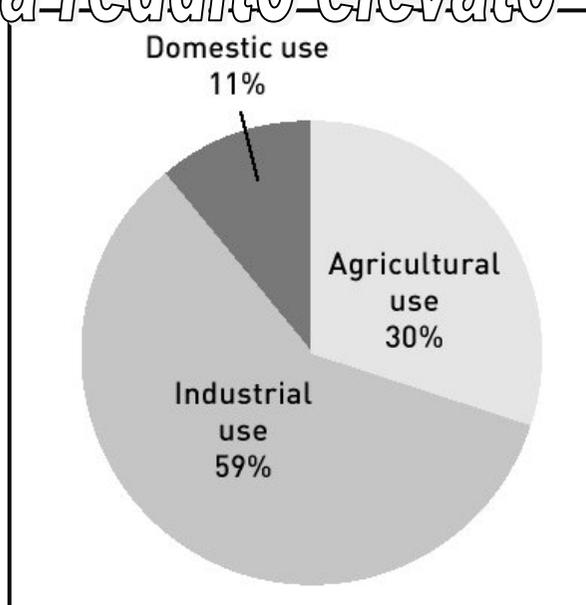
## L'UTILIZZO DELLE RISORSE IDRICHE

*...a livello mondiale*

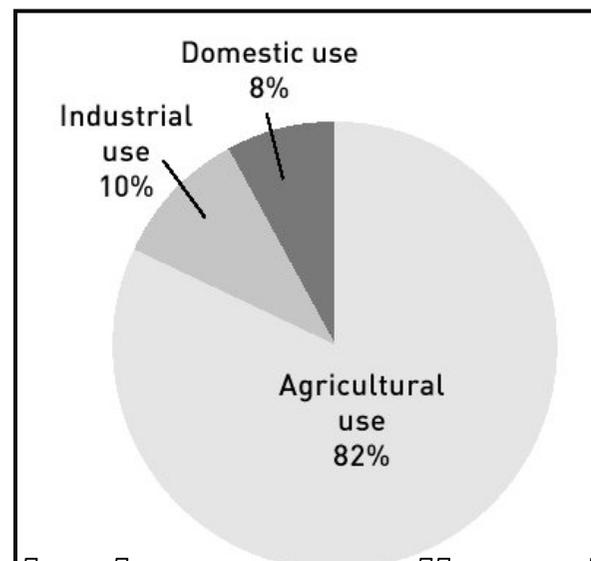
- ✓ **70% in AGRICOLTURA a scopo IRRIGUO**
- ✓ **22% nell' INDUSTRIA in particolare nei processi delle industrie manifatturiere**
- ✓ **8% ad uso DOMESTICO**



*...paesi a reddito elevato*



*...paesi a basso-medio reddito*



# Global Freshwater Withdrawal

## Country Profiles Based on Agricultural, Industrial and Domestic Use



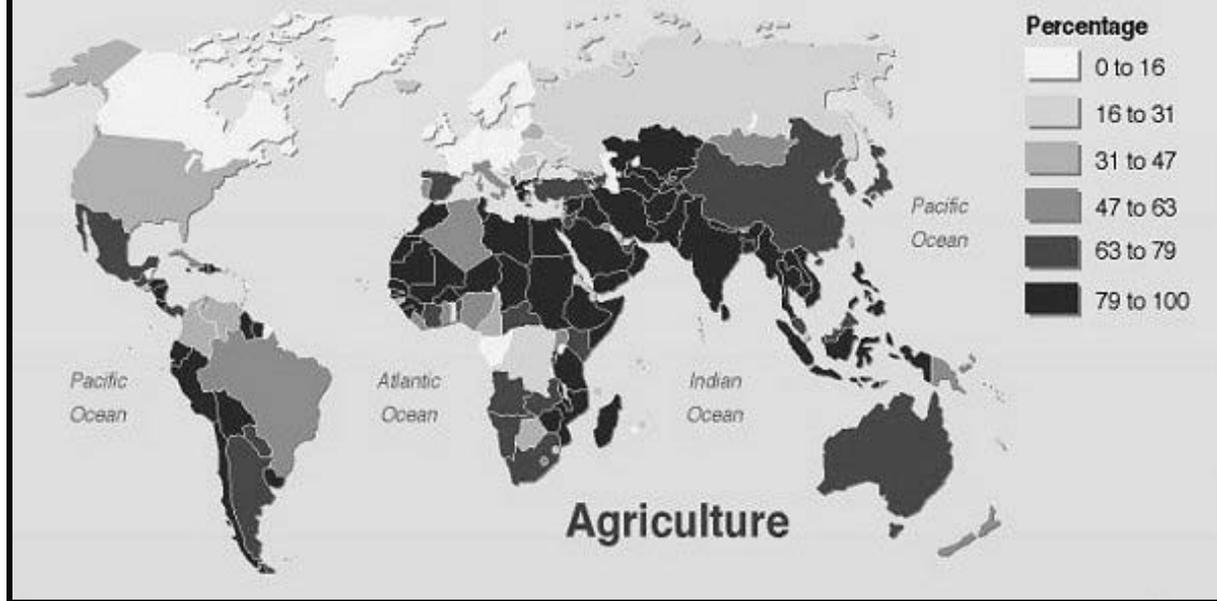
- |   |  |   |
|---|--|---|
|  Industry widely dominant                                      |  Domestic use widely dominant                                     |  Agriculture widely dominant   |
|  Industry and agriculture equally dominant                     |  Domestic use and agriculture dominant                            |  Agriculture dominant with significant use by the industrial sector        |
|  Industry dominant with significant use by the domestic sector |  Agriculture dominant with significant use by the domestic sector |  Agriculture widely dominant with significant use by the industrial sector |
|   |  Data not available   |   |



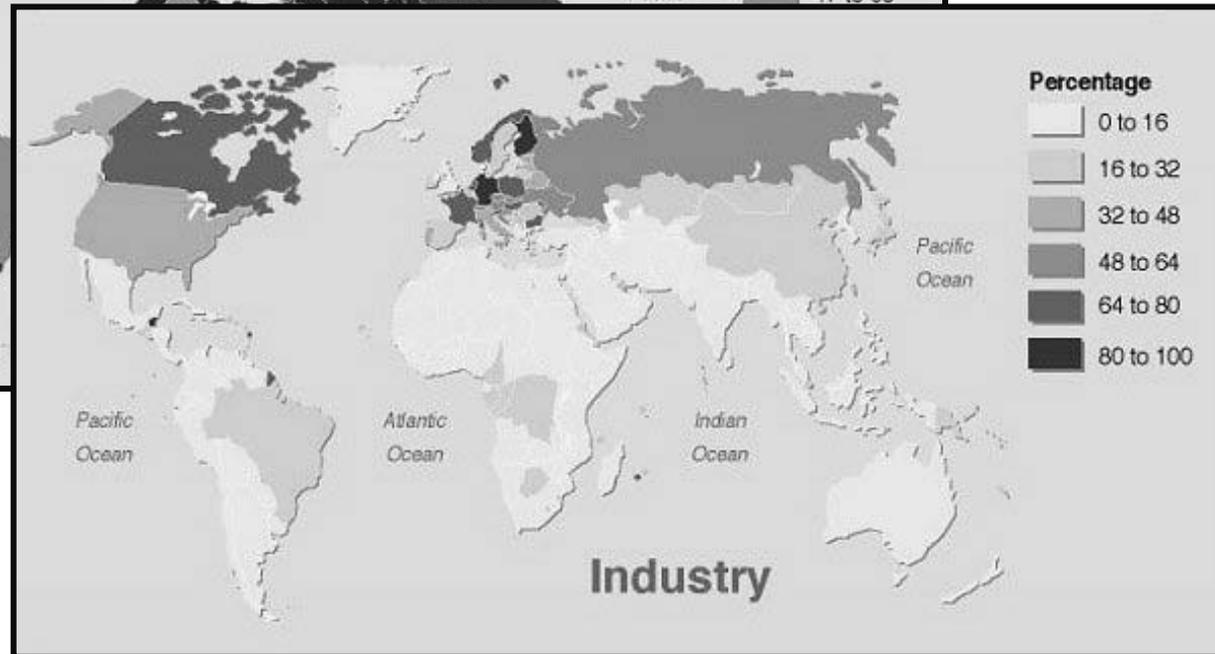
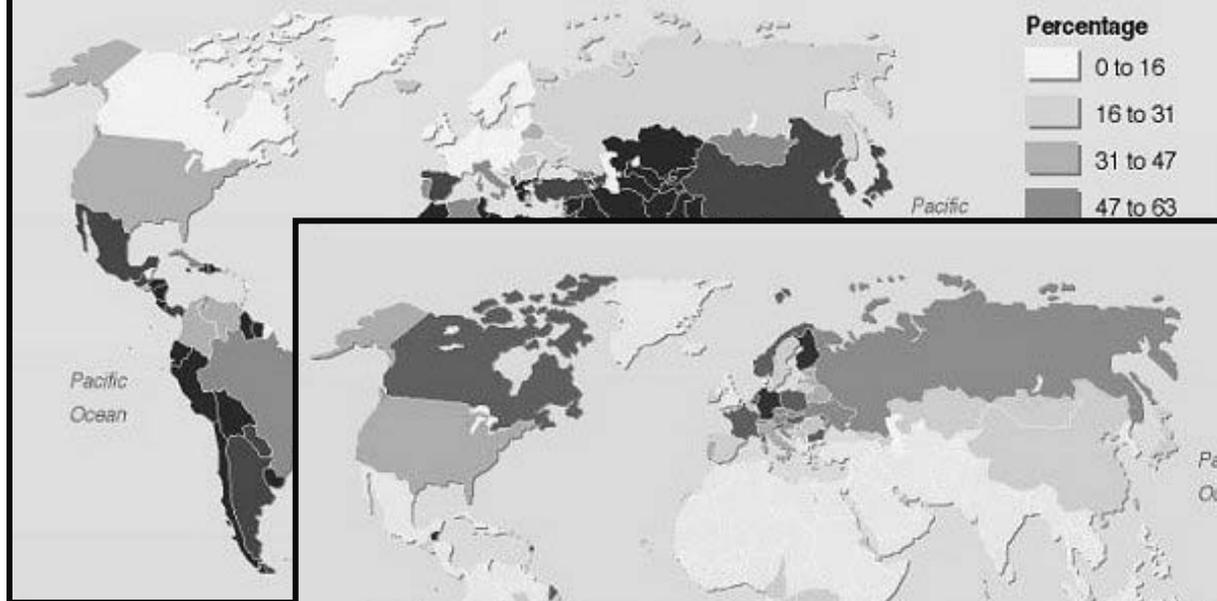
PHILIPPE FIEKACEWICZ  
MARCH 2012

Source: Based on data from Table FW1 in *World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000

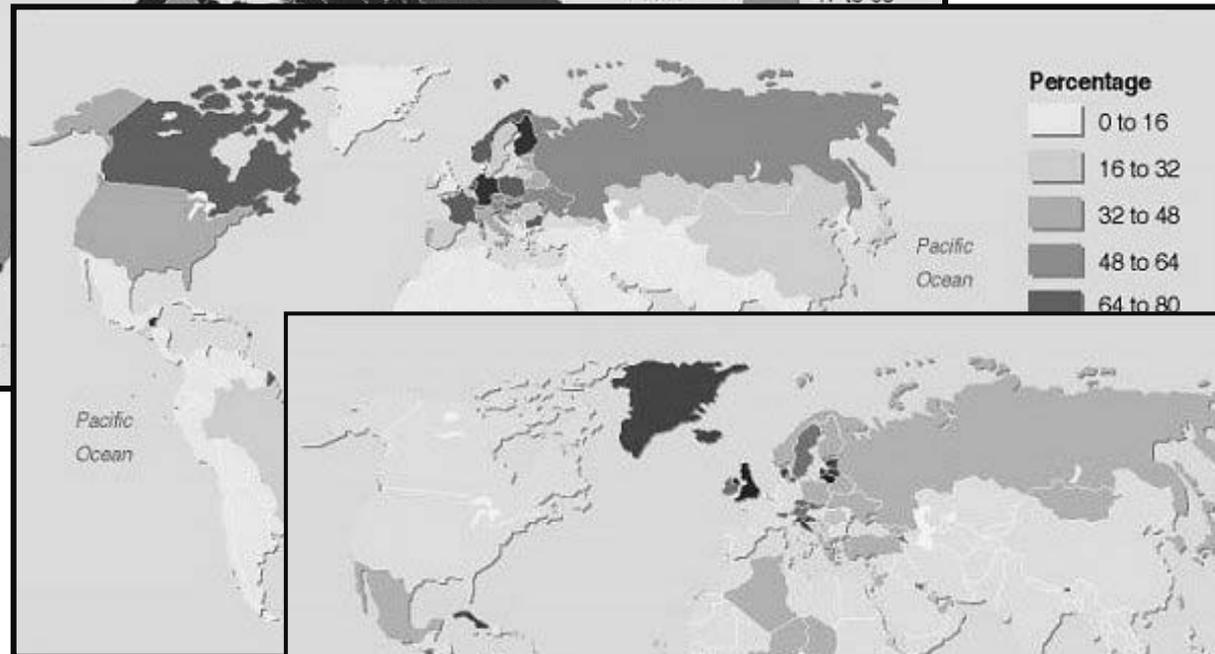
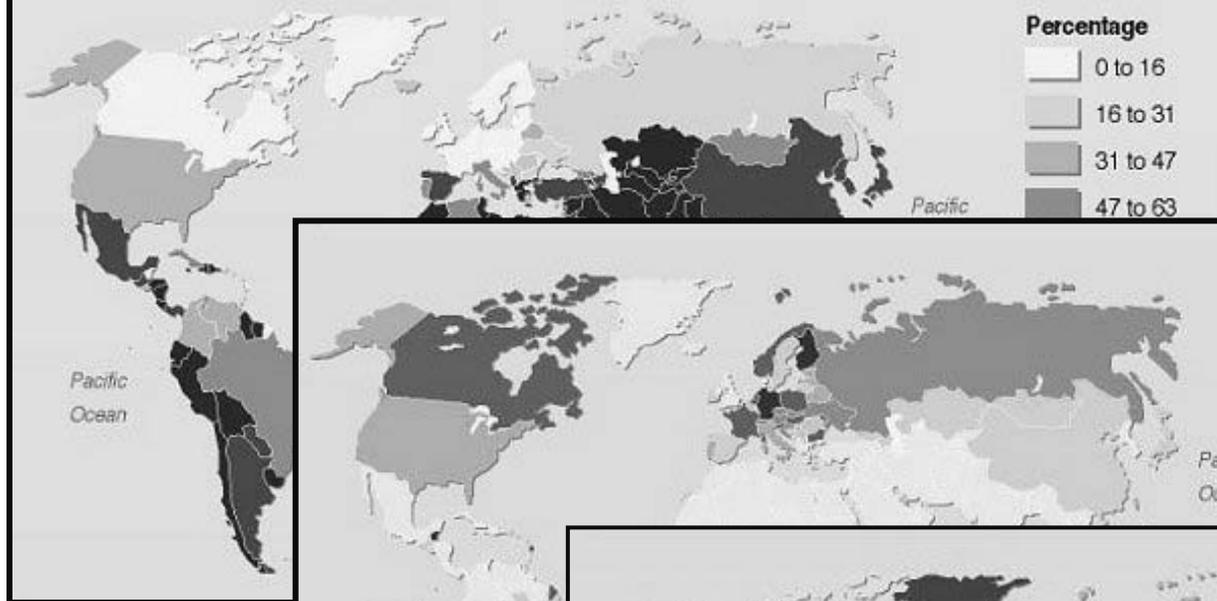
# Freshwater Withdrawal by Sector in 2000



# Freshwater Withdrawal by Sector in 2000



# Freshwater Withdrawal by Sector in 2000

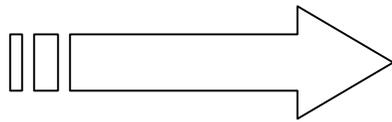


PHILIPPE PERACEWICZ  
MARCH 2002

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

## ...AD USO IRRIGUO

- *70% delle risorse idriche viene utilizzato per IRRIGAZIONE*
- *Nel 2030 l'84% delle risorse idriche verrà destinato all'agricoltura a causa di un'espansione del 20% delle terre coltivate nei paesi in via di sviluppo*



**Necessità di implementare lo  
SFRUTTAMENTO delle ACQUE REFLUE ad  
USO IRRIGUO**

- ✓ *Riduzione dell'inquinamento*
- ✓ *Miglioramento della fertilità del suolo*

## ...attualmente

- *Solo il 10% dei terreni coltivati nei paesi in via di sviluppo sfruttano le acque reflue*
- *Spesso nei paesi in via di sviluppo le acque reflue sono utilizzate "grezze" senza previo trattamento*

*...AD USO INDUSTRIALE*

## *usi primari*

- *per la produzione di ENERGIA IDROELETTRICA*
- *nei PROCESSI DI RAFFREDDAMENTO delle centrali TERMOELETTRICHE*

## *...inoltre*

- *attraverso lo sfruttamento dell'energia associata alle MAREE*
- *attraverso lo sfruttamento dell'energia associata alle ONDE*
- *attraverso lo sfruttamento dell' ENERGIA GEOTERMICA*

Location	Market area	Current deployment in 1995 [TWh/year]	Estimated deployment in 2010 [TWh/year]
World	Large hydro	2,265	3,990
	Small hydro	115	220
	Total hydro	2,380	4,210
EU + EFTA	Large hydro	401.5	443
	Small hydro	40	50
	Total hydro	441.5	493
CEE	Large hydro	57.5	83
	Small hydro	4.5	16
	Total hydro	62	99
CIS	Large hydro	160	388
	Small hydro	4	12
	Total hydro	164	400
NAFTA	Large hydro	635	685
	Small hydro	18	25
	Total hydro	653	710
OECD Pacific	Large hydro	131	138
	Small hydro	0.7	3
	Total hydro	131.7	141
Mediterranean	Large hydro	35.5	72
	Small hydro	0.5	0.7
	Total hydro	36	72.7
Africa	Large hydro	65.4	147
	Small hydro	1.6	3
	Total hydro	67	150
Middle East	Large hydro	24.8	49
	Small hydro	0.2	1
	Total hydro	25	50
Asia	Large hydro	291	1,000
	Small hydro	42	100
	Total hydro	333	1,100
Latin America	Large hydro	461.5	990
	Small hydro	3.5	10
	Total hydro	465	1,000

## ...AD USO INDUSTRIALE

➤ *Nel 2001 l'ENERGIA IDROELETTRICA costituiva il 19% della produzione totale di elettricità*

➤ *in 66 paesi l'energia idroelettrica fornisce almeno il 50% dell'elettricità necessaria*

EU + EFTA: Unione Europea

CEE: Centro ed Est Europea

CIS: Paesi dell'ex-Unione Sovietica

NAFTA: Stati Uniti, Canada e Messico

OECD: Australia, Giappone e Nuova Zelanda

Mediterranei: Turchia, Cipro, Gibilterra e Malta

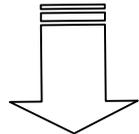
## I COSTI DI GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

### Attualmente

- *Nei paesi a basso-reddito il costo dell'acqua è spesso basato esclusivamente sui costi di trasporto per l'approvvigionamento idrico e l'irrigazione*
- *In Europa e Nord America il costo dell'acqua è più elevato poiché vengono valutati anche i costi di depurazione*

### ...in futuro

**Necessità di implementare gli INVESTIMENTI nel settore delle RISORSE IDRICHE**



**Il COSTO dell'ACQUA dovrà riflettere il COSTO complessivo di tutti i SERVIZI CONNESSI**

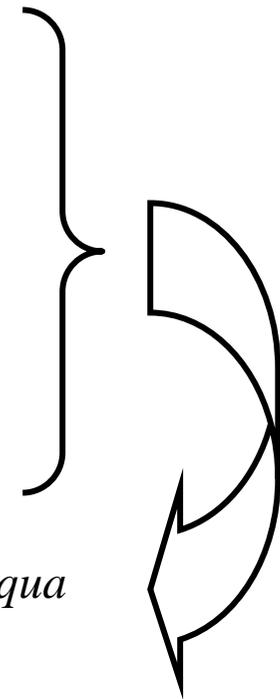
**Necessità di una POLITICA DI SOSTEGNO in favore dei PAESI IN VIA DI SVILUPPO**

Country	\$/M <sup>3</sup>
Germany	\$1.91
Denmark	\$1.64
Belgium	\$1.54
Netherlands	\$1.25
France	\$1.23
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	\$1.18
Italy	\$0.76
Finland	\$0.69
Ireland	\$0.63
Sweden	\$0.58
Spain	\$0.57
U.S.A	\$0.51
Australia	\$0.50
South Africa	\$0.47
Canada	\$0.40

# GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE

- **1997 Conferenza Mar del Plata**
- **1981-1990 Decennio Internazionale dell'Acqua Potabile e dei Servizi igienici**  
*per promuovere l'estensione delle reti di approvvigionamento e fognarie nei paesi più poveri*
- **1992 Dublino: Conferenza internazionale sull' Acqua e l'Ambiente**  
*per definire i principi fondamentali per uno sfruttamento sostenibile delle risorse idriche*
- **1992 Conferenza ONU su Ambiente e Sviluppo**
- **2000 2° Forum mondiale sull'Acqua**
- **2001 Bonn: Conferenza Internazionale sulle risorse d'Acqua dolce**
- **2003 ANNO dell' ACQUA**  
**Giappone: 3° Forum mondiale sull'Acqua**

*per definire gli OBIETTIVI necessari per una migliore e più equa*  
**GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE**



## *GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE*

### *Obiettivi principali*

- ✓ **Protezione degli ecosistemi: assicurarne l'integrità attraverso una gestione sostenibile delle risorse idriche**
- ✓ **promuovere la cooperazione tra paesi nella gestione dei bacini idrografici internazionali**
- ✓ **promuovere la gestione del rischio connesso alle catastrofi naturali connesse alle risorse idriche**
- ✓ **promuovere l'estensione dei sistemi idrici di base (approvvigionamento acqua potabile, gestione dei reflui)**
- ✓ **gestire le risorse idriche sulla base del loro differente valore economico, sociale, ambientale e culturale**

## **SITUAZIONE EUROPEA DELLE RISORSE IDRICHE**

*Fonte: Commissione Europea (<http://www.europa.eu.int/comm/environment/water>)*

- ✓ **il 20% di tutte le FALDE ACQUIFERE europee è seriamente minacciato dall'INQUINAMENTO**
- ✓ **il 65% di tutta l'ACQUA POTABILE in Europa è fornita dalle FALDE ACQUIFERE**
- ✓ **il 60% delle città europee SFRUTTA ECCESSIVAMENTE le proprie risorse idriche**
- ✓ **il 50% delle terre con FALDE ACQUIFERE si trova in uno "STATO DI EMERGENZA" a causa dell'eccessivo sfruttamento**
- ✓ **dal 1985 la superficie delle terre irrigate in Europa meridionale è aumentata del 20%**

# *SITUAZIONE EUROPEA DELLE RISORSE IDRICHE*



**DIRETTIVA EUROPEA QUADRO** sul  
tema delle **RISORSE IDRICHE** n.  
**2000/60/CE**

## *Obiettivi principali*

- ✓ **contribuire a perseguire salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale**
- ✓ **utilizzo razionale delle risorse naturali fondato sui principi di:**
  - PRECAUZIONE E AZIONE PREVENTIVA**
  - RIDUZIONE ALLA FONTE DEI DANNI CAUSATI ALL'AMBIENTE**
  - “CHI INQUINA PAGA”**
- ✓ **Mantenere e migliorare l'ambiente acquatico attraverso misure integrate degli aspetti quali-quantitativi**
- ✓ **Graduale riduzione delle emissioni di sostanze pericolose con l'obiettivo di eliminare le sostanze pericolose prioritarie**

## *DIRETTIVA EUROPEA: ASPETTI PRINCIPALI*

### *Bacini idrografici*

- *individuazione dei BACINI IDROGRAFICI (eventuale accorpamento dei piccoli bacini) e assegnazione ai rispettivi DISTRETTI IDROGRAFICI*
- *entro il 2009 disposizione di un PIANO DI GESTIONE per ogni bacino idrografico in cui sono compresi:*
  - ✓ *descrizione generale delle caratteristiche del distretto idrografico*
  - ✓ *sintesi delle pressioni ambientali e degli impatti significativi esercitati dalle attività antropiche sullo stato delle acque*
  - ✓ *individuazione delle aree protette e dei relativi obiettivi ambientali*
  - ✓ *mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dei risultati del programma di monitoraggio*
  - ✓ *definizione degli obiettivi ambientali fissati per acque superficiali, sotterranee*
- *nel caso di BACINI IDROGRAFICI INTERNAZIONALI disposizione di un UNICO piano di gestione*
- *applicazione di tali strumenti e delle linee guida in BACINI PILOTA selezionati*

## *DIRETTIVA EUROPEA: ASPETTI PRINCIPALI*

### *Obiettivi ambientali*

- *impedire il deterioramento dello stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei*
- *migliorare e ripristinare tutti i corpi idrici al fine di conseguire entro il 2015 un BUONO STATO –CHIMICO, ECOLOGICO e QUANTITATIVO- delle acque superficiali e sotterranee*
- *entro il 2015 le AREE PROTETTE devono rientrare negli standard di qualità preposti*
- *i DISTRETTI IDROGRAFICI devono predisporre per ogni bacino*
  - ✓ *analisi dello stato delle acque e analisi economica dell'utilizzo idrico (entro 2004)*
  - ✓ *istituzione di un REGISTRO delle aree protette*
  - ✓ *definizione di programmi di monitoraggio sullo stato delle acque (entro 2006)*
- *entro il 2020 arresto e/o graduale eliminazione di scarichi, emissioni e perdite delle SOSTANZE PERCOLOSE PRIORITARIE in materia di acque*
- *l'elenco delle SOSTANZE PERCOLOSE PRIORITARIE presentato nella Direttiva deve essere riesaminato ogni 4 anni*

## *DIRETTIVA EUROPEA: ASPETTI PRINCIPALI*

### *Costo dei servizi idrici*

- *il COSTO DELL'ACQUA deve tener conto:*
  - del costo di tutti i servizi connessi con l'uso dell'acqua -GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE ATTREZZATURE, INVESTIMENTI E SVILUPPI FUTURI-*
  - costi connessi con l'ambiente e l'IMPOVERIMENTO DELLE RISORSE*
  
- *entro il 2020 si dovrà porre a carico dei vari settori di impiego dell'acqua (INDUSTRIALE, AGRICOLO E DOMESTICO) il costo dei servizi idrici secondo il principio "CHI INQUINA PAGA"*
  
- *Non si definisce un prezzo unico per l'Unione Europea ma si richiede la trasparenza della politica tariffaria applicata alle risorse idriche, le differenti tariffe dovranno quindi essere in funzione di fattori quali:*
  - tipo di apparecchiature utilizzate per la depurazione*
  - sistema di captazione e distribuzione*
  - condizioni ambientali*

## *DIRETTIVA EUROPEA: ASPETTI PRINCIPALI*

- ✓ **la Direttiva Quadro sulle risorse idriche, confermando l'adozione di un APPROCCIO INTEGRATO ALLA PROTEZIONE DELLE ACQUE, non fissa ulteriori limiti per le emissioni , ma coordina quelli stabiliti dalle seguenti Direttive Europee:**
  - **Direttiva CEE 91/271 concernete il trattamento delle ACQUE REFLUE URBANE**
  - **Direttiva CEE 91/676 concernete la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai NITRATI provenienti da fonti AGRICOLE**
  - **Direttiva CEE 96/61 sulla prevenzione e riduzione integrale dell'inquinamento che fissa valori limite di emissione per le industrie basandosi sul BAT (Best Available Technology)**
  - **Direttiva CEE 76/464 concernete l'inquinamento idrico provocato da certe SOSTANZE PERICOLOSE scaricate nell'ambiente idrico**