

Gerenciamiento Integrativo de los Recursos Hídricos

El ejemplo del Sector Hídrico israelí

Mayo, 2022

Dr. Diego Berger
Coordinador de Proyectos Internacionales
Mekorot- La Compañía Nacional de Aguas de Israel

Tecnología

Gestión

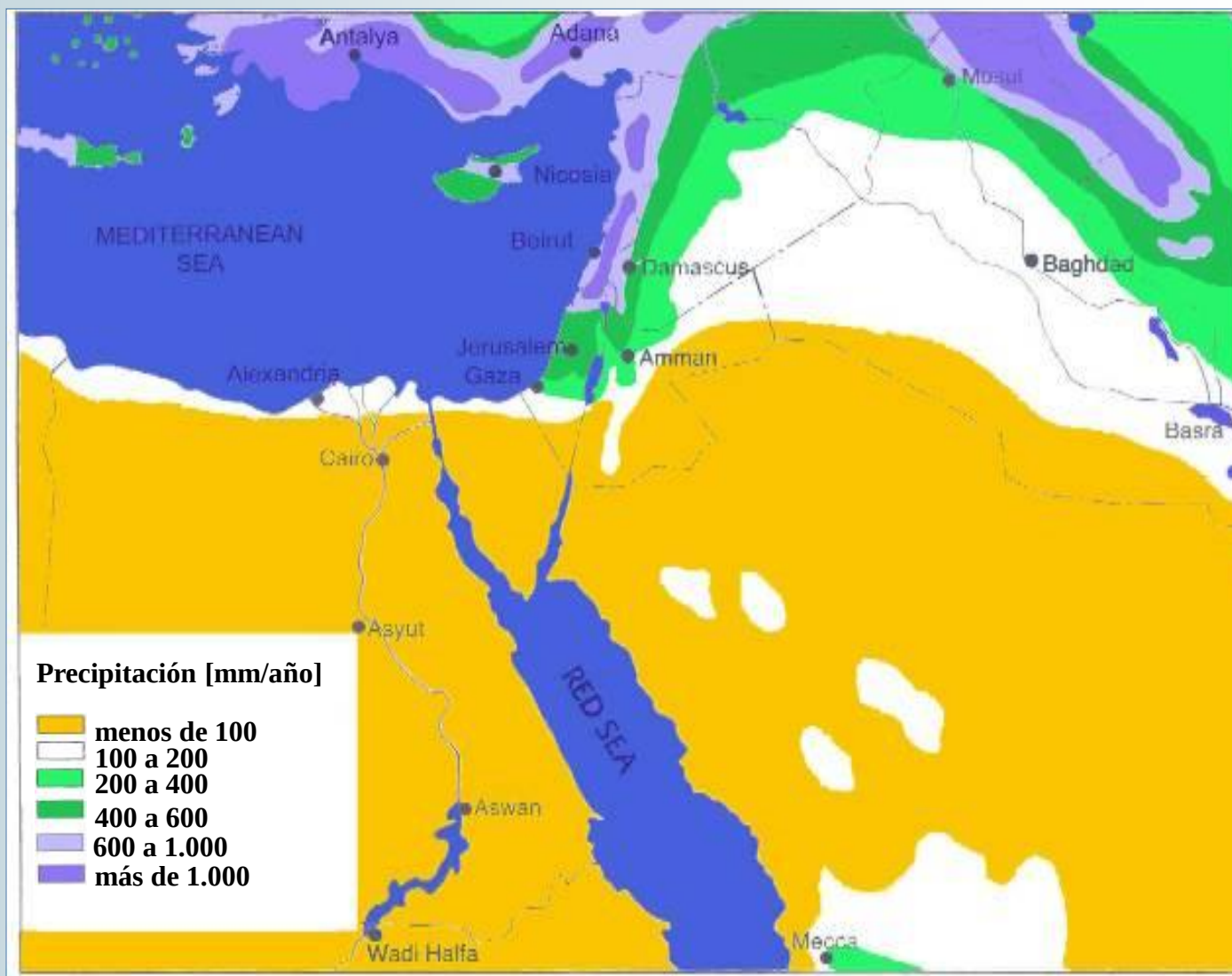


**Gestión=Reflejo de la Educación
(Valor del Agua)**

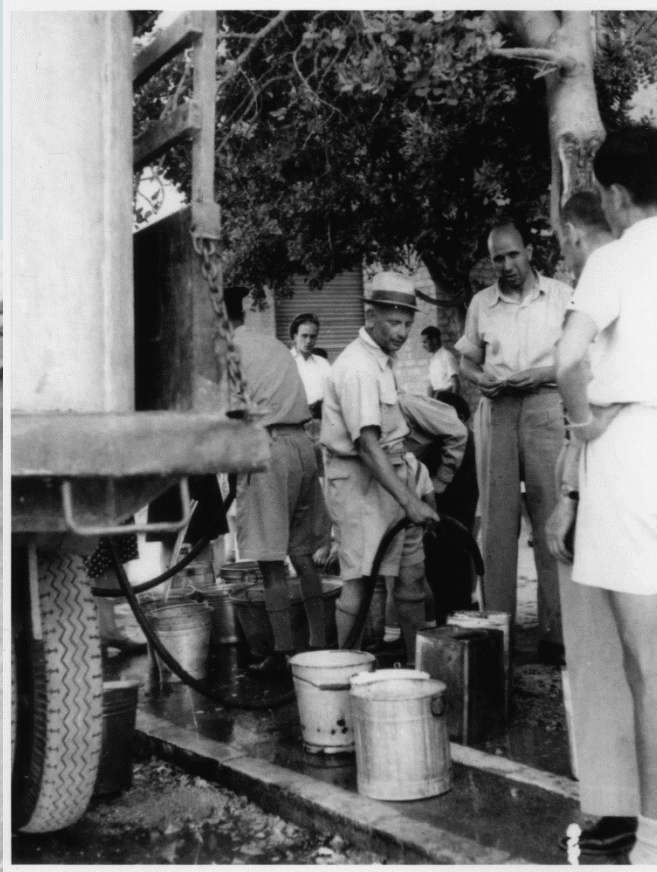
Creación del Estado de Israel (1948)

**Fundación de la Compañía Nacional
de Aguas - Mekorot (1937)**

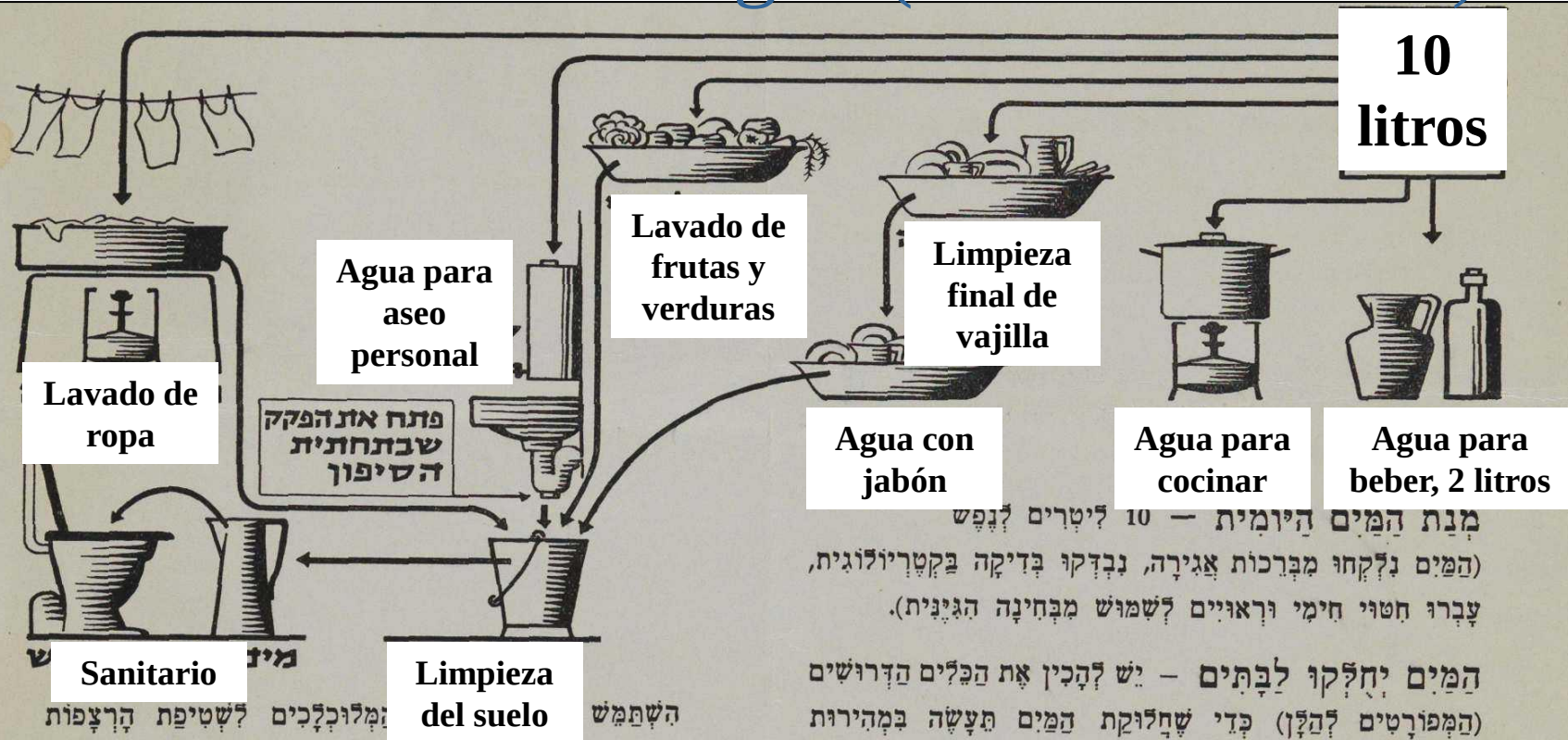
Distribución de las Precipitaciones



Estado de sitio a Jerusalén-1948



Indicaciones para el uso eficiente de la cuota diaria de agua (Jerusalén-1948)



מִנֵּת הַמַּיִם הַיּוֹמִית – 10 לִיטְרִים לְנֶפֶשׁ
(הַמַּיִם נִלְקָחוּ מִבְּרִכוֹת אֲגִירָה, נִבְדְּקוּ בְּדִיקָה בְּקִטְרִיולוֹגִית,
עָבְרוּ חֲטוּי חִמִּי וְרֹאוּיִים לְשִׁמוּשׁ מִבְּחִינָה הַגִּינִית).

הַמַּיִם יִחְלָקוּ לִבְתֵּימִם – יֵשׁ לְהִכִּין אֶת הַכֵּלִים הַדְּרוּשִׁים
(הַמְּפֹרָטִים לְהֵלֵן) כְּדֵי שֶׁחֲלוֹקַת הַמַּיִם תַּעֲשֶׂה בְּמַהֲרִית
וּבִצֹּרָה הַיַּעֲלֶה בְּיוֹתֵר.

מִנֵּת הַמַּיִם הַמוֹצֵצֶת מִסְפִּיק לְצָרְכֵי הַיּוֹם יוֹמִיִּים. הִיא הוֹלֶמֶת
אֶת דְּרִישוֹת הַהִגִּינָה וּמֵאֲפָשֶׁרֶת לָקֵם רֵמַת בְּרִיאוֹת
נְאוֹתָהּ. לָשֵׁם כֵּךְ יֵשׁ לְמַלֵּא אֶת הַחוֹרָאוֹת הַבָּאוֹת בְּדִיקָנוֹת:

מִי שֶׁתִּיָּה – הַפֶּרֶשׁ מִהֶמְנָה הַיּוֹמִית 2 לִיטְרִים לְנֶפֶשׁ לְחוֹף כְּדֵי
נָקִי לְצָרְכֵי שְׁתִּיָּה. כֹּסֶה אֶת הַכֵּלִי וְהַחֹזֵק אוֹתוֹ בְּמִקּוֹם קָרִיר.

- ד) רְחִיצָה – הַשְׁתַּמֵּשׁ לְרְחִיצָה בְּמַיִם זוֹרְמִים (לֹא בַקְעָרָה)
1. מַעַל לְקַעֲרָה (בְּחֹדֶר הָאֲמִבָּטִיָּה אוֹ בַּמִּטְבֵּחַ) הַתֵּקֵן כִּיּוֹר עִם
בָּרָז. מַלֵּא אוֹתוֹ לְמַחְצָה (כְּדֵי שֶׁזֶרֶם הַמַּיִם לֹא יוֹגֵבֵר
יֹתֵר עַל הַמֶּדָּה).

2. הַתְּרַחֵץ מַעַל הַשְּׁעָרָה בְּזֶרֶם מַיִם אֲטִי.

4 Pilares del Sector Hídrico Israelí

Ley de la medición de las aguas

(1955)

Toda agua abastecida/consumida,
debe ser **medida**

(2005) Gestión centralizada:

1 sólo responsable

Autoridad del Agua

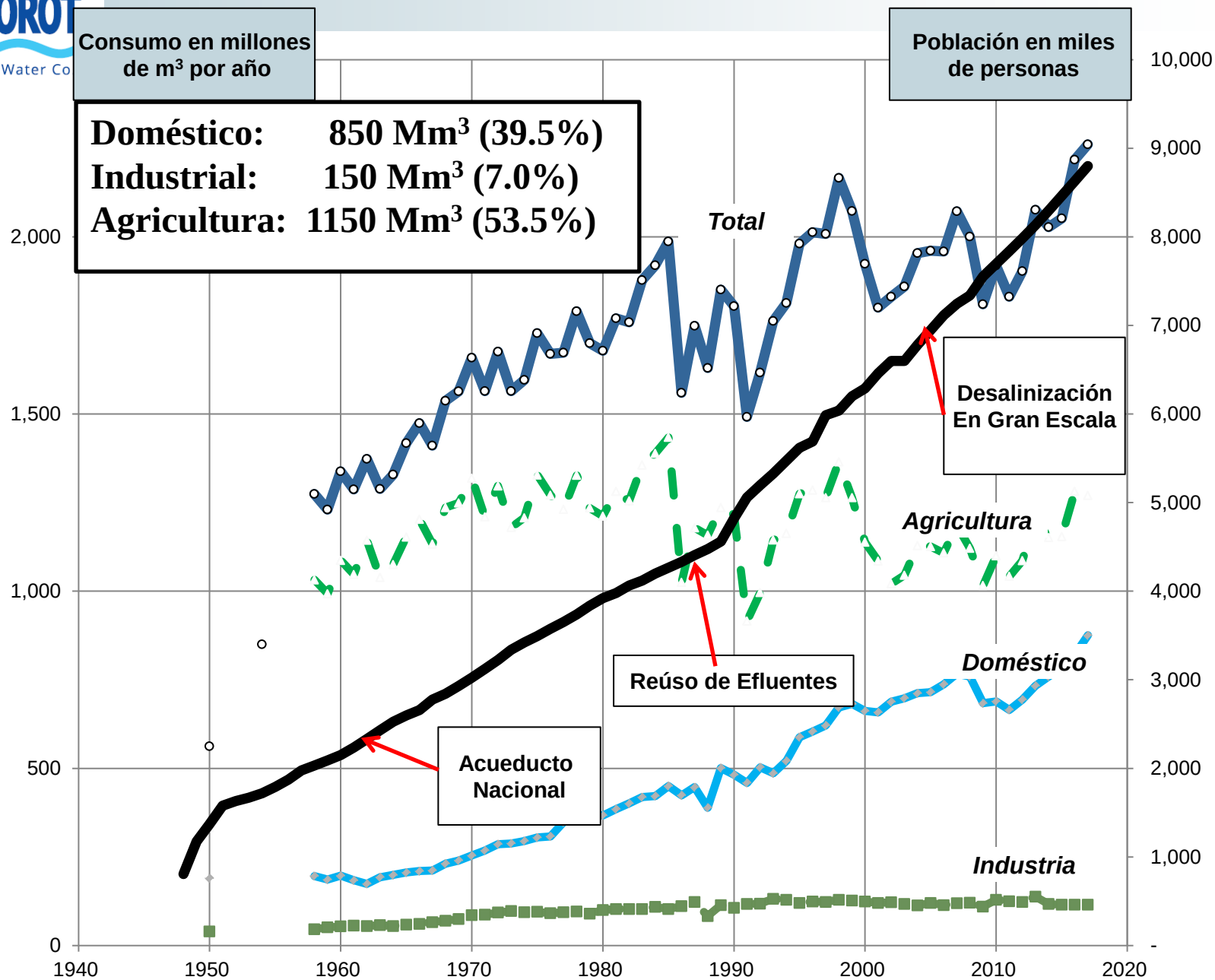
Ley del Agua (1959)

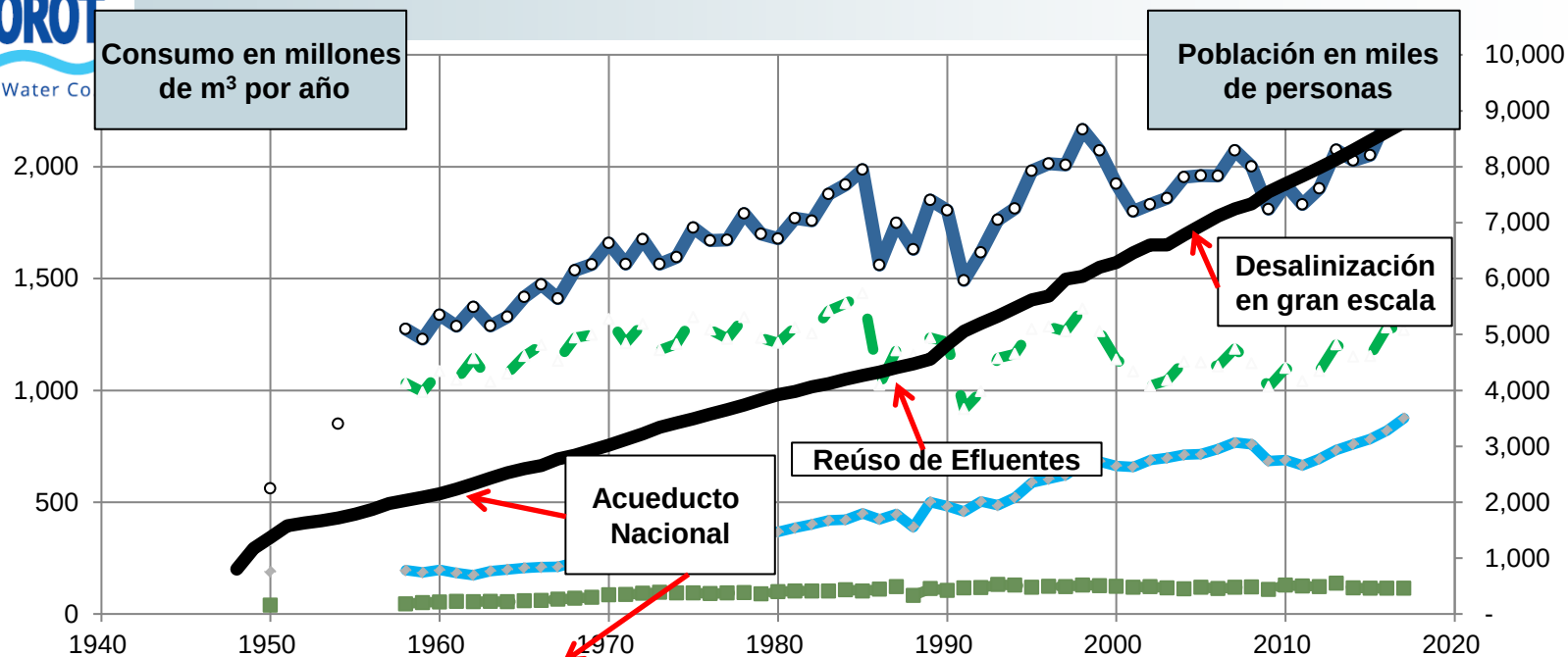
Todas las formas de los recursos
hídricos **pertenecen al Público** y
deben ser administradas por el
Estado *para el bien de todos*

(2005) El Sector Hídrico es

Autofinanciable

No depende del presupuesto
estatal





Políticas implementadas.

Agricultura Irrigada. Infraestructura. Regulación.	Pasar de riego superficial a riego presurizado.	Aumento del uso de agua Salobre.	Aumento del reúso de efluentes.	Nueva reglamentación del reúso de efluentes. Agua desalinizada en gran escala.
	Aumento de la eficiencia del uso.	Riego presurizado completo.	Desarrollo de tecnologías de monitoreo.	
	Introducción de automatización, tecnologías de fertilización y filtrado.	Automatización		

De Proyectos Regionales a Proyectos Nacionales

Acueducto Nacional:
5% del PBI (1964)

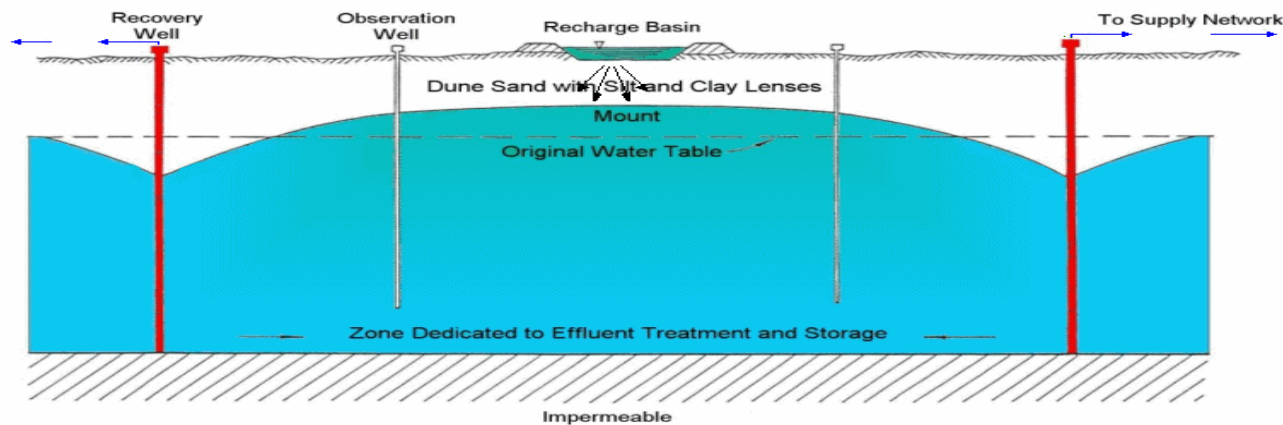
- Reúso de efluentes
(1989)



Planta de Tratamiento y Reuso de Aguas Cloacales de la Región Dan

Planta Vieja: 200 Hectáreas

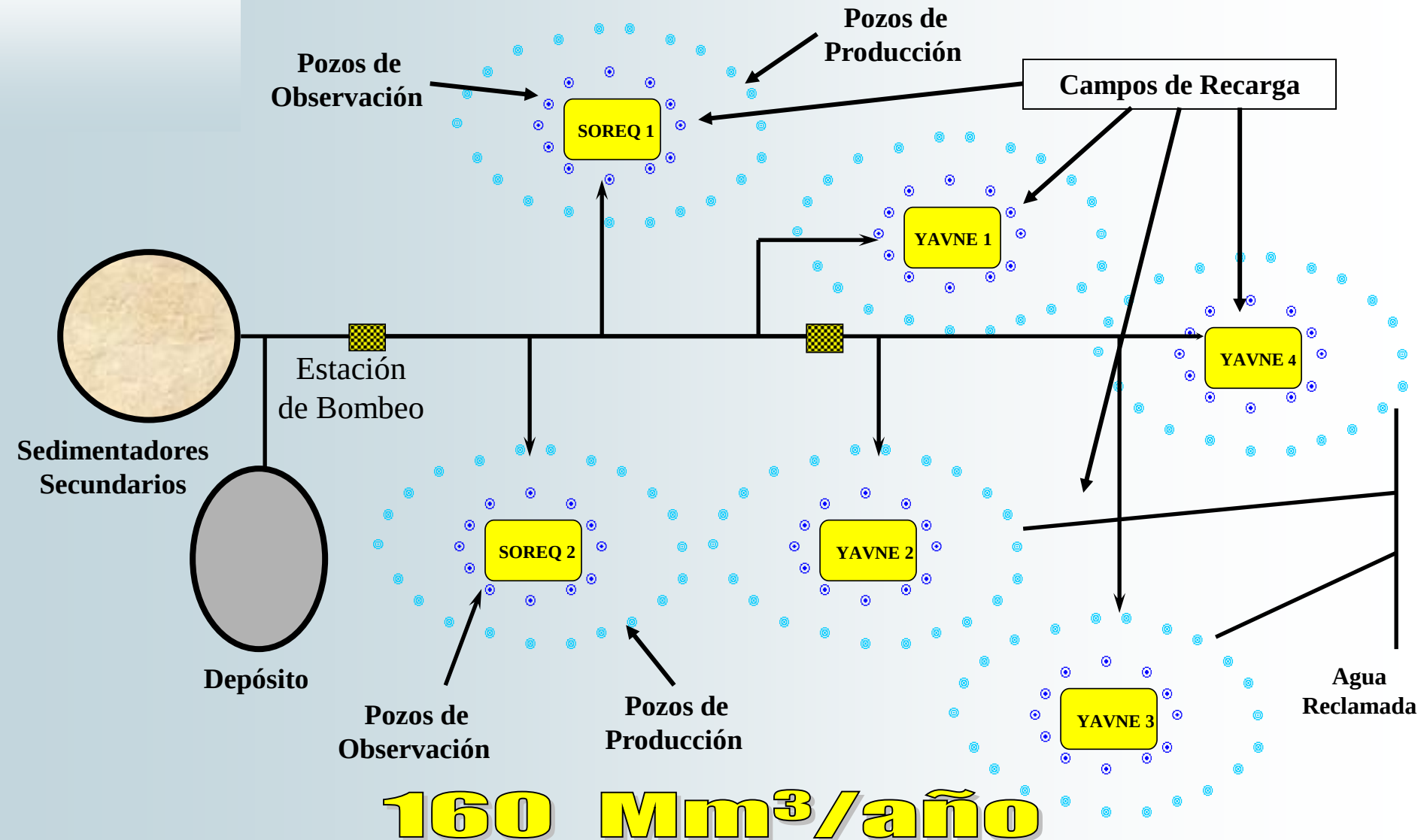
Planta Nueva: 25 Hectáreas



Recharge - Recovery Scheme



Soil Aquifer Treatment- SAT



Planta Shafdan – Actualización

Nuevos clarificadores primarios

Nuevos Digestores Anaeróbicos

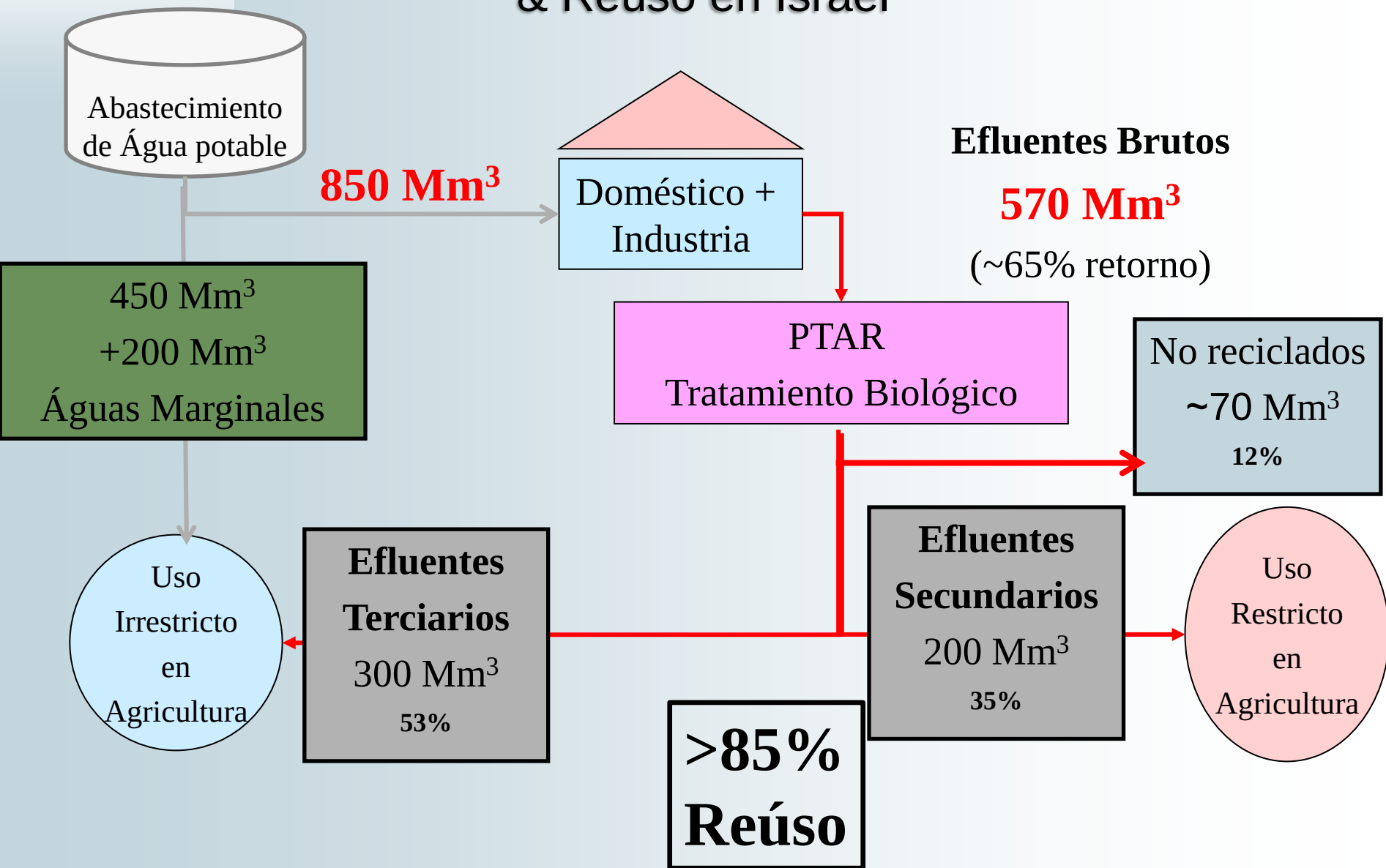
Sistema de Bio Generadores para producción
de energía eléctrica a partir de biogas



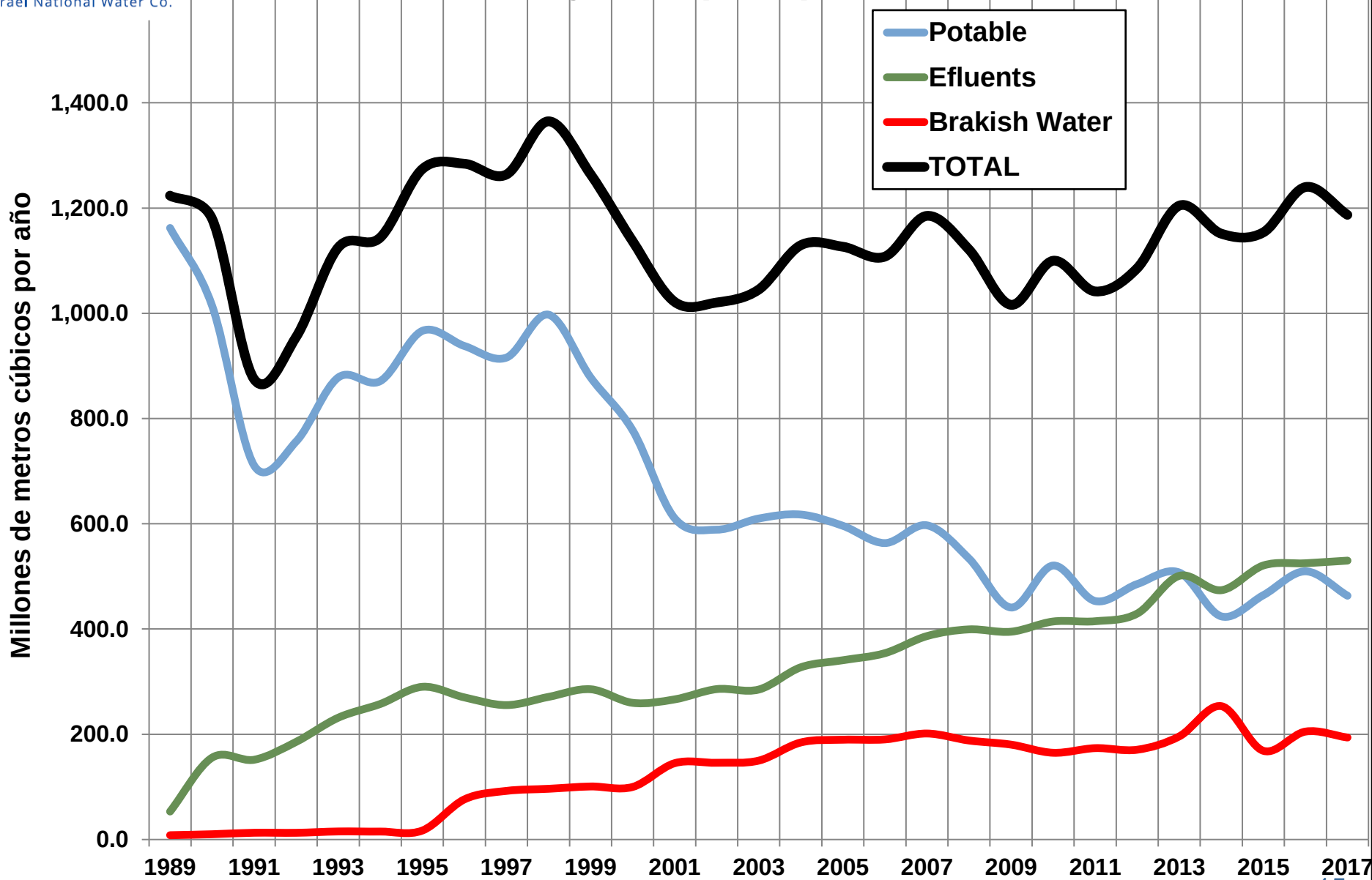
56000 MWh producidas,
68% de los 82000 MWh
necesarios

Energía de proceso:
 0.60 KWh/m^3

Abastecimiento anual de agua potable & Reúso en Israel



Consumo agrícola por tipo de fuente



Uso del agua en la Agricultura

1960: 80,0% → 2020: 53,5%

	Agricultura (%)	Doméstico (%)	Pérdidas en la red	Efluentes Neto	Reúso	Reúso (% Agr)
Israel 2020	53,5	46,5	(10%) 4.65	(66%) 31	(85%) 26,35	49,2
AMLAT /Africa /India	80,0	20,0	(40%) 8,0	(50%) 10	(50%) 5,00	6,2

Proyección Futura del Reúso de Efluentes

- 1. Industrial**
- 2. Potable Indirecto**
- 3. Agrícola marginal**

Uso en Agricultura

La cuota para cada agricultor se define de acuerdo con

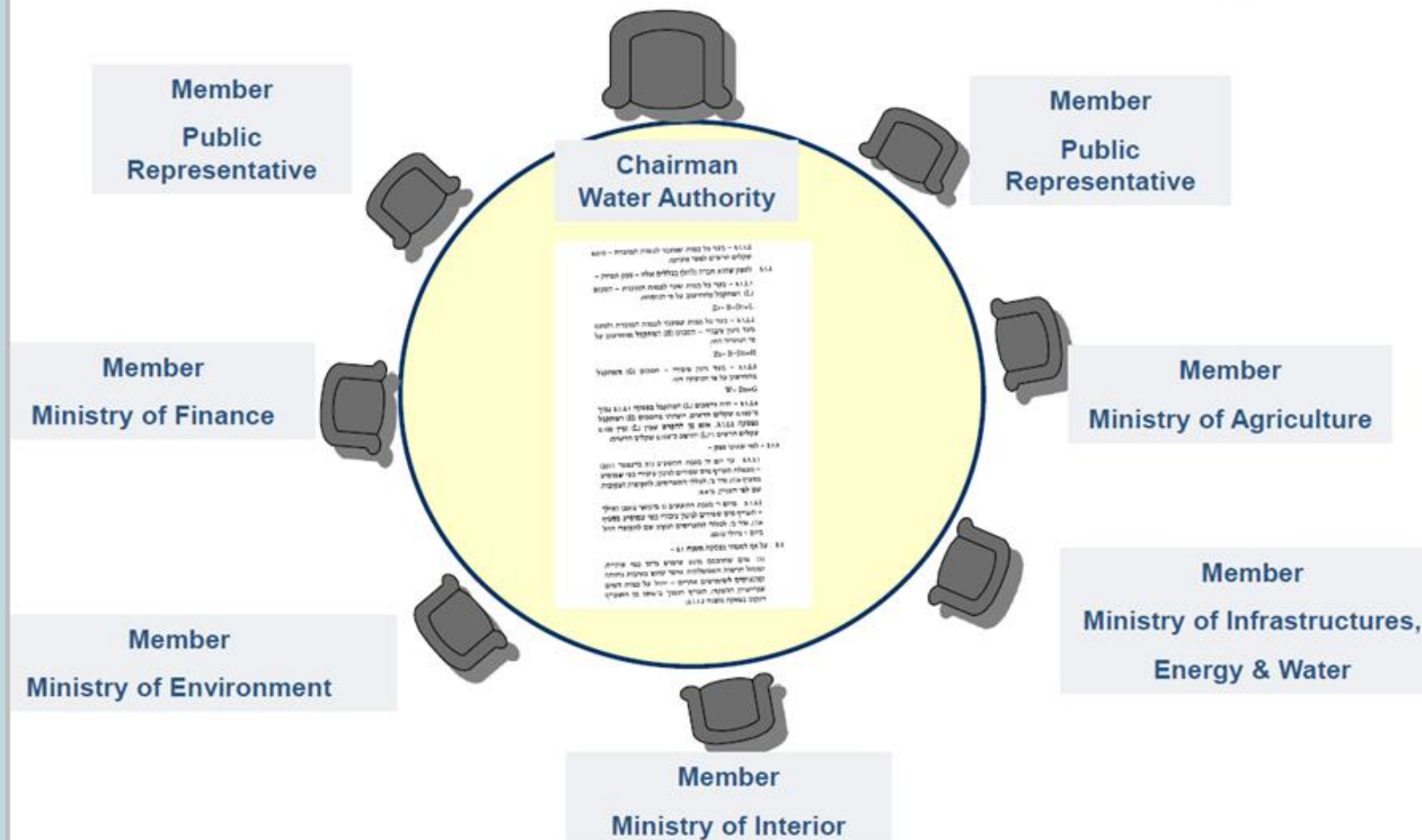
- *tamaño de la tierra*
- *región geográfica*
- *disponibilidad de los recursos hídricos*

4 Pilares del Sector Hídrico Israelí (3/4)

(2005) Gestión centralizada: 1
sólo responsable
Autoridad del Agua

Directorio de la Autoridad del Agua

UNA Mesa para tomar decisiones



Gestión del Sector Hídrico israelí (2005)

La Autoridad del Agua

Mekorot

Hasta la entrada
de la ciudad

Corporaciones

Dentro de
la ciudad

4 Pilares del Sector Hídrico Israelí (4/4)

**(2005) El Sector Hídrico es
Autofinanciable**

No depende del presupuesto
estatal

El Precio del Agua

- Es **uniforme** en todo Israel (Doméstico y Agrícola)
- **Todos los costos** se dividen por la cantidad de agua que es abastecida
- Incluye el **desarrollo** de los proyectos futuros del sector

Corporaciones
45%

Mekorot
20%

Composición del precio del agua (2021)

Agua Desalinizada
15%

Tratamiento de Efluentes
20%

Precio del Agua (US\$/m³, IVA incluido)

- Agricultura:

		Agua Potable	Shafdan-Aguas reclamadas	Efluentes para uso irrestricto	Efluentes de baja calidad
I	Hasta la cuota	0.76	0.37	0.40	0.35
II	Hasta 10% (8%) encima de la cuota	1.20	1.11	0.49	0.43
III	Más de 10% (8%) encima de la cuota	2.01	1.91	0.60	0.51

A partir del 01/06/17 el precio de toda el agua potable para la agricultura es el mismo en todo el país

- Uso Doméstico:

- Cantidad Básica, 3.5 m³/persona-mes 2.10
- Consumo Adicional 3.50

Distribución de los Insumos agrícolas en Israel

• Forrajes	33,8%
• Depreciación	14,5%
• Varios	10,1%
• Combustible, lubricantes y electricidad	10,0%
• Pesticidas, abonos y estiércol	8,5%
• Semillas y plántulas	8,4%
• Agua	8,4%
• Materiales de embalaje y transporte contratado	6,3%

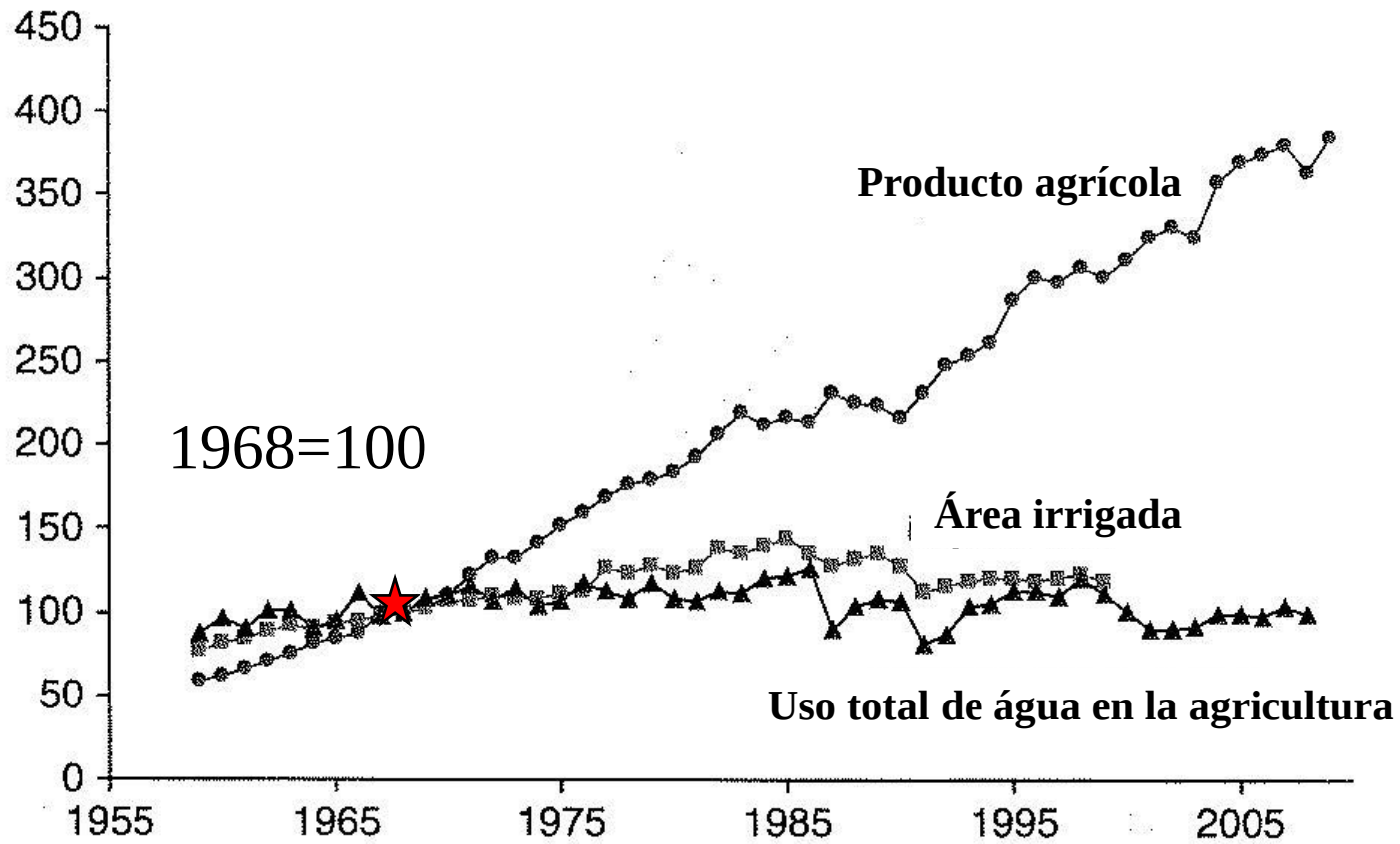
***Estructura de precios uniformes incentiva y
posibilita la introducción de:***

1) nuevas tecnologías

2) recursos hídricos más caros

3) dinero más barato

Evolución de la producción agrícola



(Y. Kislev, 2010)

Desalinización

Plantas de Desalinización

PLANTAS DE DESALINIZACION PARA SUMINISTRO DE AGUA

PLANTAS GRANDES

MAAGAN MICHAEL (1994)
1,200 m³/día

HADERA (2009)
120 -150 Mm³/año

PALMACHIM (2007)
45 - 87 Mm³/año

SOREK (2013)
150 Mm³/año

ASHDOD (2015)
100 Mm³/año

ASHKELON (2005)
120 -130 Mm³/año

***LAHAT-GRANOT-GAT(2010)**
43,000-94,000 m³/día

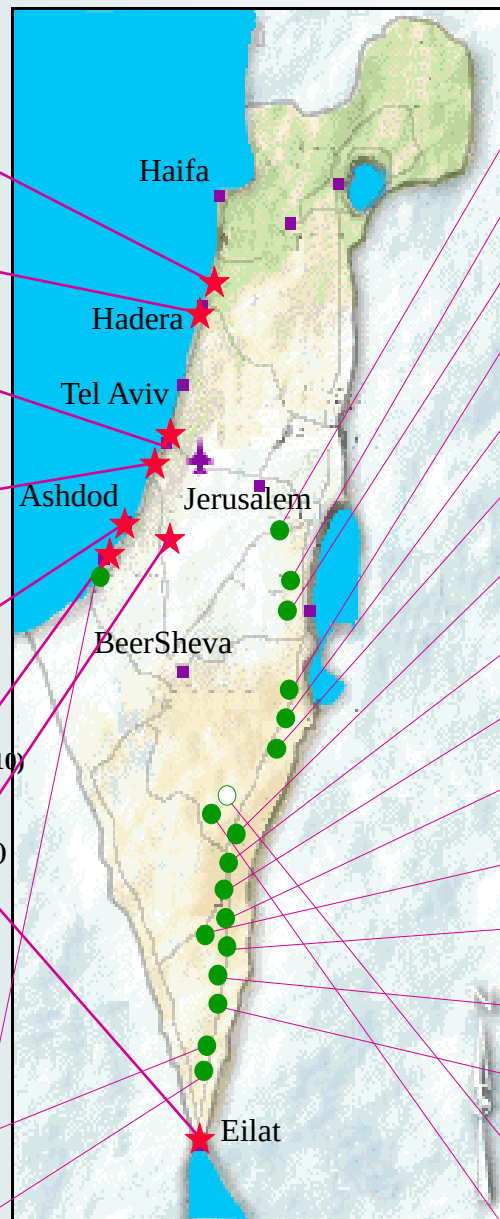
EILAT-SABHA A-C (1978-97)
55,000 m³/día

PLANTAS DE DESALINIZACION PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA

KFAR DAROM (1989)
50 m³/día

BEER ORA (1983)
50 m³/día

EILOT (1986)
50 m³/día



MIZPE SHALEM (1983)
50 m³/día

EIN BOKEK (1988)
50 m³/día

NEVE ZOHAR (1986)♂
50 m³/día

NEOT HAKIKAR ♂1982♂
50 m³/día

EIDAN (1983)
50 m³/día

EIN YAHAV (1992)
50 m³/día

LOTAN (1983)
50 m³/día

YAHIEL (1979)
50 m³/día

KTURA (1983)
50 m³/día

GROFIT (1974)
50 m³/día

YOTVATA (1973)
50 m³/día

MAALE SHACHARUT (1985)
50 m³/día

ELIPAZ (1983)
50 m³/día

SAMAR (1979)
50 m³/día

SADE UVDA 1 (1979)
250 m³/día (RESERVA)

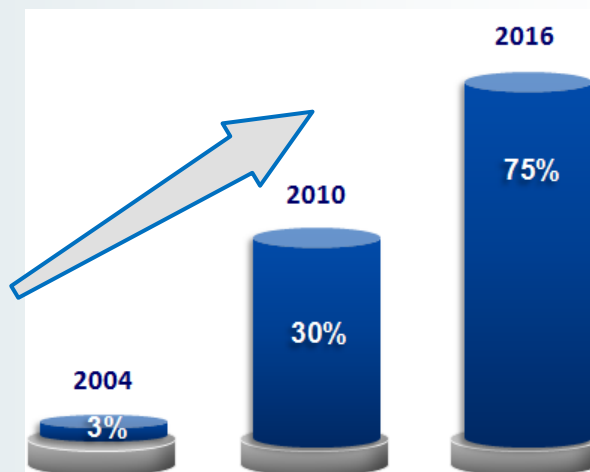
SADE UVDA 2 (1980)
500 m³/día (RESERVA)

Desalinización de agua de mar- Revolución en el sistema de abastecimiento



Acueducto Nacional- Agua del Mar de Galilea
7 días

Agua desalinizada
3 horas



Desde 2016, el 75% del agua potable doméstica es producido en plantas de desalinización

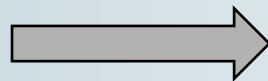
Precio del agua desalinizada

Desalinizar 1 m³ de agua de mar = 2.8-3.5 kwh



0.65 a 1.00 US\$/m (Conexión)

Desalinizar 1 m³ de agua salobre = ~1.0-1.5 kwh



0.30 a 0.40 US\$/m (Proceso)

??? US\$/m (Capital)

Cantidades de agua desalinizada (Mm³/año)

Planta	Acuerdo	Adicional	Total	Costo US\$
Ashkelon	115	4	119	0.98
Ashdod	100		100	0.82
Hadera	127	16	143	0.84
Palmachim	90	7	97	0.85
Sorek	150	5	155	0.65
	582	32	614	

Distribución de la producción de Agua desalinizada

Day	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	368,000	0	398,000	375,000	436,000	480,000	455,000	455,000	478,000	480,000	408,000	280,000
2	368,000	0	398,000	395,000	435,000	460,000	455,000	480,000	443,000	477,000	408,000	233,500
3	368,000	155,000	395,000	395,000	460,000	420,000	455,000	480,000	478,000	477,000	408,000	280,000
4	392,000	390,000	377,000	395,000	480,000	460,000	455,000	455,000	478,000	480,000	331,000	280,000
5	392,000	390,000	395,000	398,000	435,000	460,000	480,000	455,000	478,000	480,000	408,000	280,000
6	368,000	390,000	395,000	398,000	420,000	460,000	480,000	455,000	480,000	474,000	408,000	408,000
7	368,000	390,000	395,000	395,000	435,000	472,000	455,000	455,000	480,000	443,000	408,000	408,000
8	368,000	390,000	398,000	375,000	465,000	480,000	455,000	455,000	478,000	480,000	408,000	280,000
9	368,000	390,000	398,000	395,000	480,000	480,000	455,000	480,000	443,000	480,000	408,000	233,500
10	368,000	390,000	395,000	395,000	465,000	420,000	455,000	480,000	478,000	474,000	408,000	280,000
11	392,000	390,000	375,000	395,000	480,000	460,000	455,000	455,000	478,000	480,000	330,000	280,000
12	392,000	390,000	395,000	398,000	435,000	460,000	480,000	455,000	478,000	480,000	408,000	280,000
13	368,000	390,000	395,000	398,000	420,000	460,000	480,000	455,000	480,000	480,000	408,000	408,000
14	368,000	390,000	395,000	397,000	435,000	472,000	455,000	455,000	480,000	480,000	408,000	408,000
15	368,000	390,000	398,000	375,000	435,000	480,000	455,000	455,000	478,000	443,000	408,000	280,000
16	368,000	390,000	398,000	398,000	435,000	460,000	455,000	480,000	443,000	470,000	408,000	233,500
17	368,000	390,000	395,000	398,000	465,000	420,000	455,000	480,000	478,000	470,000	408,000	280,000
18	392,000	315,000	375,000	398,000	480,000	460,000	455,000	455,000	478,000	476,000	330,000	280,000
19	392,000	390,000	395,000	398,000	435,000	460,000	480,000	455,000	478,000	476,000	408,000	280,000
20	368,000	390,000	395,000	398,000	420,000	460,000	480,000	455,000	480,000	476,000	408,000	408,000
21	368,000	390,000	395,000	398,000	436,000	472,000	455,000	455,000	480,000	476,000	408,000	408,000
22	368,000	390,000	398,000	375,000	436,000	480,000	455,000	455,000	478,000	443,000	408,000	280,000
23	368,000	390,000	398,000	398,000	436,000	460,000	455,000	480,000	443,000	470,000	408,000	233,500
24	368,000	390,000	395,000	398,000	465,000	420,000	455,000	480,000	478,000	470,000	408,000	280,000
25	392,000	300,000	375,000	398,000	480,000	460,000	455,000	455,000	478,000	460,000	330,000	280,000
26	392,000	390,000	395,000	398,000	435,000	460,000	480,000	455,000	478,000	470,000	408,000	280,000
27	0	390,000	395,000	398,000	420,000	460,000	480,000	455,000	480,000	468,000	408,000	408,000
28	0	390,000	395,000	398,000	436,000	472,000	455,000	455,000	480,000	443,000	408,000	408,000
29	0		398,000	375,000	436,000	480,000	455,000	455,000	480,000	468,000	408,000	280,000
30	0		398,000	398,000	436,000	460,000	455,000	480,000	480,000	468,000	408,000	233,000
31	0		395,000		465,000		455,000	480,000		468,000		280,000
Total	9,760,000	9,740,000	12,197,000	11,803,000	13,832,000	13,808,000	14,305,000	14,355,000	14,220,000	14,580,000	11,929,000	9,471,000
Total 2 months	19,500,000		24,000,000		27,640,000		28,660,000		28,800,000		31,400,000	
Total year	150,000,000											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
	7%	6%	8%	8%	9%	9%	10%	10%	9%	10%	8%	6%

**Producción
diaria
(X%)**

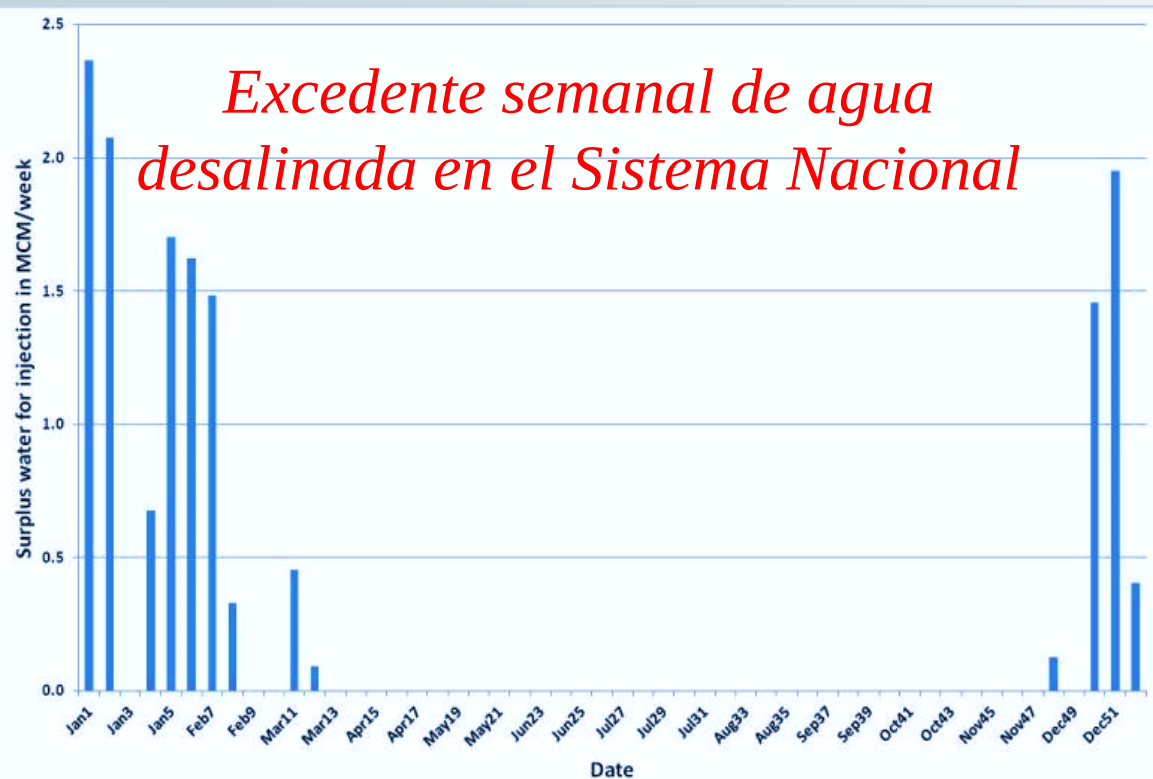
**Producción
bimestral
(3%)**

**Porcentual
Mensual**

Inyección de Excedentes de Agua Desalinizada del Sistema Nacional

Por razones económicas, las plantas de desalinización de agua de mar producen agua todo el año y también durante los períodos de baja demanda.

En esos períodos hay excedentes de agua por horas o días y el Sistema tiene que encontrar lo que hacer con esas cantidades.



El precio del agua desalinizada en la Planta de Hadera es:

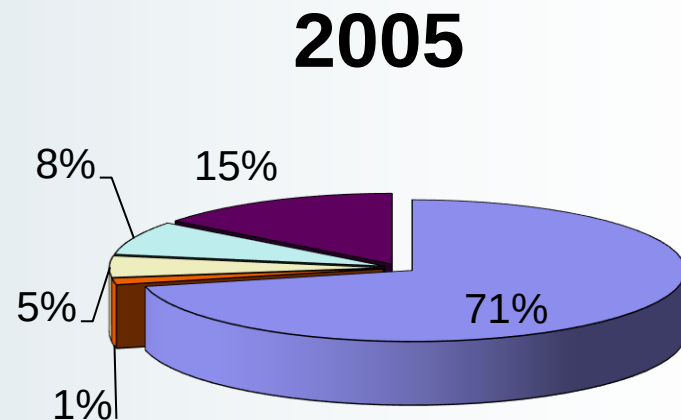
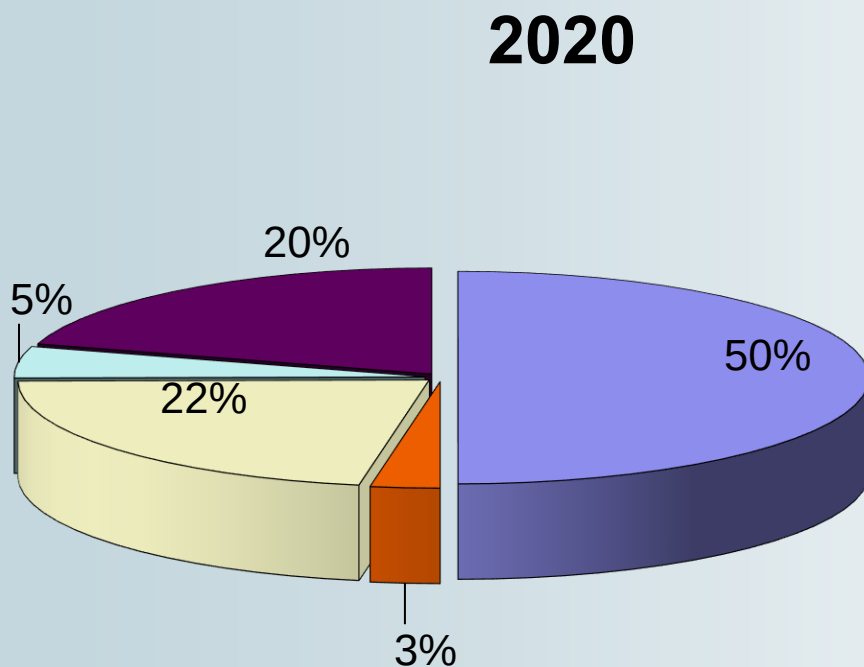
0.80 US\$/m³

0.35 US\$/m³ por cada m³ que no fue producido

Inyección de Excedentes de Agua Desalinizada del Sistema Nacional (Costo)

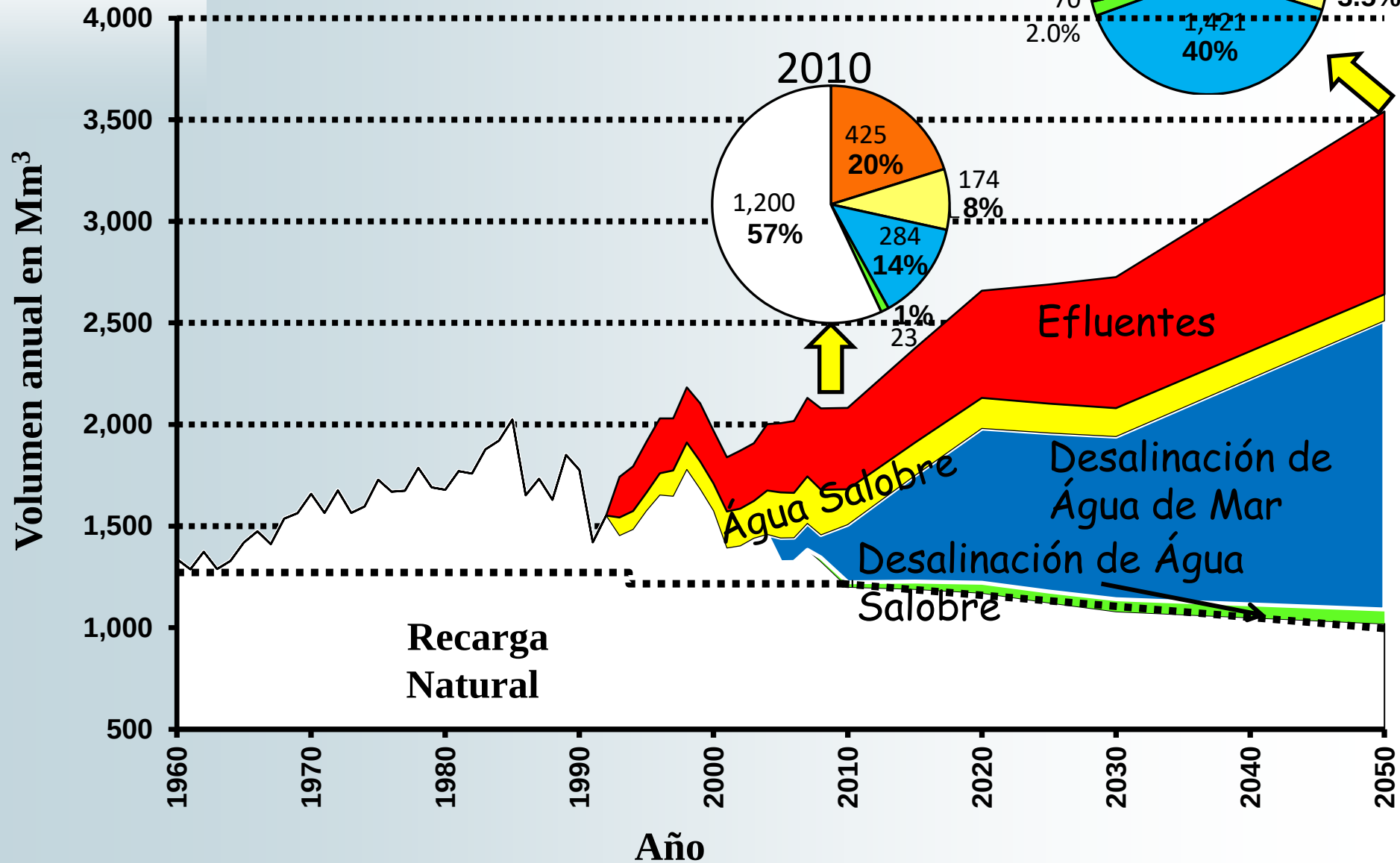
- El costo promedio de construir un reservorio de tierra sellado y cubierto de más de 50,000 m³ (para agua potable): 80 US\$/m³
 - → para 1 MCM = 80,000,000 US\$
- El costo total de MAR (campos de infiltración) **0.30 US\$/m³ < 0.35 US\$/m³**
- Inyectar los excedentes usando pozos es muy caro y poco práctico (aproximadamente 200 m³/hour por pozo).

Distribución de los Recursos Hídricos en los años 2005 y 2020

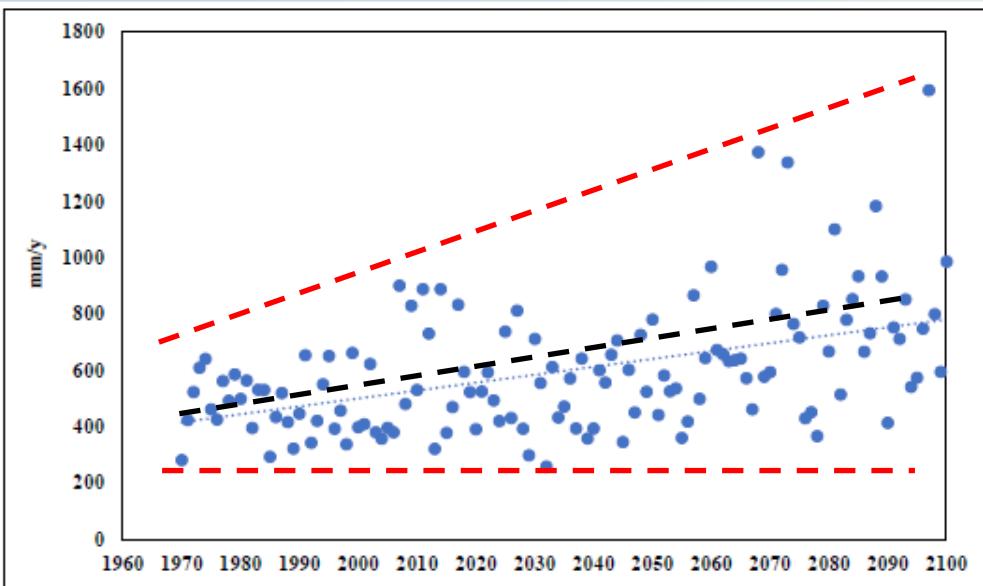


- Agua Natural
- Desalinización de Agua Salobre
- Desalinización de Agua de Mar
- Agua Salobre
- Agua Cloacal Tratada

Plan Maestro



Cambio Climático- Aumento de la Variación Interanual

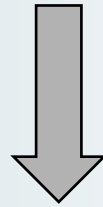


Más eventos extremos:
Más años con inundaciones y
sequías

Aumento de la incertidumbre

**Cambio Climático-
Aumento de la Variación
Interanual**

Aumento de la incertidumbre

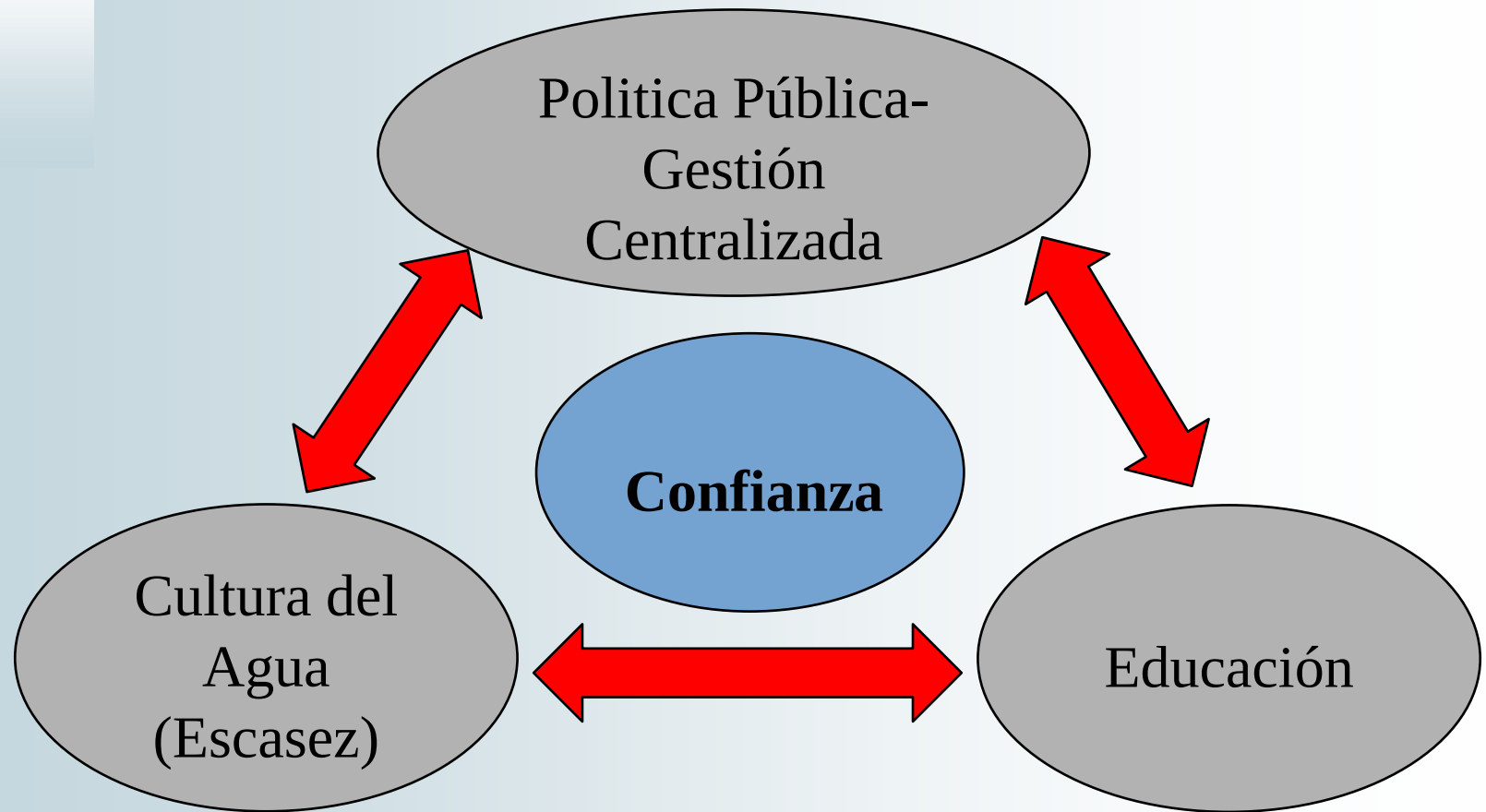


**La Tecnología debe
reducir la incertidumbre**

Resumen

- Conocer (estudiar) los recursos
- Definir los objetivos del sector
- Planear (corto, medio y largo plazo)
- Reducir la incertidumbre
- Implementar políticas claras
- Implementar gradualmente
- Educar
- Capacitar
- Ejecutar

Resumen



Preguntas/Reflexiones

- 1) ¿Proyecto de País/Provincia/Región*
- 2) ¿Cual es el Rol del Sector Hídrico y sus
Objetivos?*
- 3) ¿Existen todas las herramientas para alcanzar los
objetivos? ¿Existen barreras?*
- 4) ¿Es necesario hacer algun cambio?*

Muchas Gracias