

WASTEWATER TREATMENT AND REUSE

Jacobo Homsí A.

Santiago, July 2019

GENERAL.

Wastewater reuse is a global trend in developing countries as well as in developed ones, mainly determined by three factors.

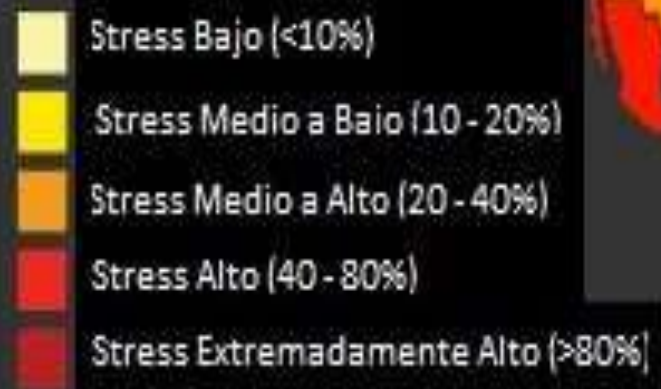
Demand increase in a scenario with less availability.

Increasing recognition of wastewater source importance.

Economical considerations associated to partial return of benefits when investing in wastewater treatment.

Mapa de Stress Hídrico

Razón entre uso y
disponibilidad de agua



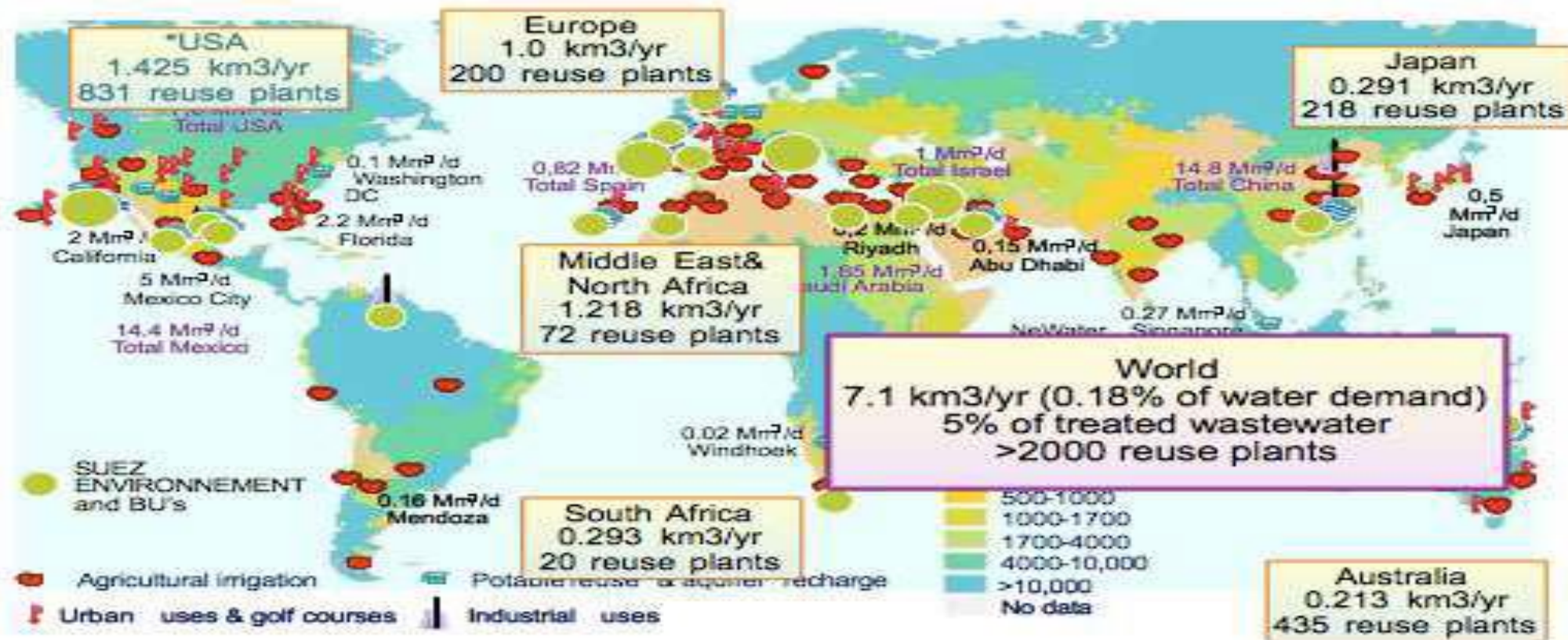
Fuente: WRI Aqueduct, Gassert et al. 2013

•

Global availability of treated wastewater has appeared as resource in last decades, as a consequence of change in climatic conditions (average temperature raising, change in precipitation standards and extreme climatic events).

Reuse referenced to treated wastewater reuse, should be incorporated to integral and sustainable water management, applicable with direct benefits (reducing energy consumption and costs) allowing use of treated wastewater in local economic activities.

Wastewater Reuse in the world



Source: Wastewater treatment: aims and challenges. The magazine on resource challenges and circular economy (2013); Water reuse: Overview of current practices and trends in the world with emphasis on EU states (2014)

POTENTIAL USES OF TREATED WASTEWATER.

Most common uses are associated to agricultural farming irrigation, parks irrigation, industrial use, groundwater recharge, energy generation, etc.

Main aspects associated to irrigation in agricultural farming are Salinity, Toxicity and microbiological quality due to pathogenic organisms present in wastewater.

When considering Agricultural irrigation, type of irrigation must be strongly taken into account.

Restricted Irrigation.

Unrestricted Irrigation.

Not adverse effect on farming and soils.

No effects on animals or human health during production stages.

Suitable for aquatic life preservation.

INTERNATIONAL BEHAVIOUR.

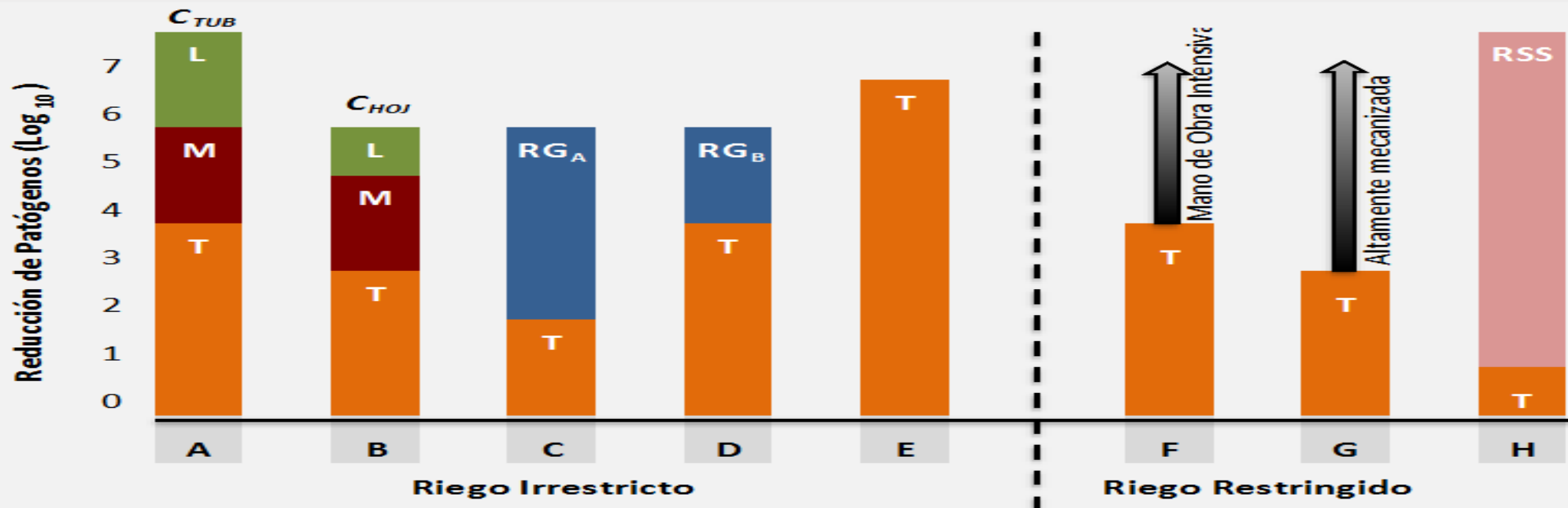
WORLD HEALTH ORGANIZATION.

Summarize epidemiologic and infectious illness transmission studies, regarding sanitary risks associated to wastewater use in irrigation, due to pathogen organisms that could survive in environment (wastewater, soils, agricultural products) that could eventually infect people.

One relevant aspect, specially in agriculture is the combination of different measurements of sanitary protection in the whole chain of the process, from the water production destined to irrigation until the end consumer of the product.

There is a lot of control measurements, everyone associated to pathogen concentration reduction.

Combination of sanitary protection measurements for pathogen reduction in wastewater use for irrigation.



T Tratamiento

RG_A Riego goteo cultivos en altura

RSS Sistema de Riego Subsuperficial

M Mortalidad*

RG_B Riego goteo cultivos ras de suelo

L Lavado de Productos

C_{TUB} Cultivos de Tubérculos (papas, zanahorias, rabanos, etc)

C_{HOJ} Cultivos de Hojas (Lechuga, apio, etc)

* Mortalidad de organismos patógenos durante el período transcurrido entre el último riego del cultivo y su consumo final.

STANDARDS OF DIFFERENT COUNTRIES REGARDING WASTEWATER REUSE

ISRAEL.

Israel has been developing wastewater reuse since long time ago.

Public Health Ministry has published standards regarding wastewater quality for agricultural irrigation.

Parámetro de Calidad	Categorías Específicas de Aplicación			
	A	B	C	D
DBO	60	45	35	15
DBO Filtrada	-	-	20	10
Sólidos Suspendidos	50	40	30	15
Coliformes Totales	-	-	250	12
Cloro Residual	-	-	0,15	0,5

A: Cultivos industriales, cereales y semillas

B: Forraje verde, Olivos, Nogales, Almendras y Citricos

C: Frutas y vegetales para procesamiento, vegetales que se cocinan, Frutas pelables, Canchas de Golf, Canchas de Fútbol

D: Todo cultivo sin restricción, cultivos de consumo crudo, parques municipales, prados

UNITED STATES FROM AMERICA

Wastewater reuse for irrigation in agriculture is under quality standards in more than 40 states from United States (Arizona, Nevada, California, Texas, Utah, etc.)

As an example, Public Health Department of Arizona has established maximum limits for 5 categories of crops and aquatic life preservation.

Parámetro de Calidad	Categorías Específicas de Aplicación					
	A	B	C	D	E	F
Coliformes Fecales, NMP/100 ml	1.000	1.000	1.000	1.000	2,2	1000
pH	4,5 - 9	4,5 - 9	4,5 - 9	4,5 - 9	4,5 - 9	4,5 - 9
Turbiedad, NTU	-	-	-	-	1	-
Virus Entéricos, (PFU/40 l)	-	-	-	-	-	-
Entamoeba Histolística	-	-	-	-	N.D.	-
Ascaris Lumbricoides (huevos)	-	-	-	-	N.D.	-
Tenias largas	-	-	N.D.	-	-	N.D.

A: Huertos

B: Fibras, semillas y Cultivos Forrajeros

C: Pastizales

D: Cultivos para alimentos procesados

F: Vida acuática

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) STANDARDS (EPA/2012)

Categoría de Uso	Tratamiento	Requisitos de Calidad ¹	Requisitos de Control	Distancias de Aplicación ²
Uso en Agricultura				
Cultivos Alimentarios El reuso de aguas servidas tratadas para riego superficial o por aspersión de cultivos alimentarios destinados al consumo humano, consumidos crudos.	Secundario ³	pH=6,0-9,0	pH - Semanal	15m: pozos de agua potable,
	Filtración ⁴			
	Desinfección ⁵	≤ 10 mg/L DBO	DBO5 - Semanal	30m: en suelos porosos
		≤ 2 UNT Turbiedad	Turbiedad - Continua	
		Coliformes Fecales /100ml: ND	Coliforme Fecal - Diario	
		Cloro Residual: 1mg/L	Cloro Residual Continuo	
Cultivos Alimentarios El reuso de aguas servidas tratadas para el riego superficial de cultivos alimentarios destinados al consumo humano, procesados comercialmente.	Secundario ³ Desinfección ⁵	pH=6,0-9,0	pH - Semanal	90m: pozos de agua potable,
		≤ 30 mg/L DBO	DBO5 - Semanal	30m: areas publicas accesibles (Irrigación por aspersión)
		≤ 30 mg/L SST	Coliforme Fecal - Diario	
Cultivos no alimentarios El reuso de aguas servidas tratadas para el riego de cultivos que no son consumidos por los seres humanos, incluyendo forraje, fibra y cultivos de semillas, o para irrigar pastizales, viveros comerciales y granjas de céspedes.		Coliformes Fecales /100ml: <200	Cloro Residual Continuo	
		Cloro Residual: 1mg/L		

¹ Aplicable al punto de descarga de las instalaciones de tratamiento de las aguas servidas.

² Distancias para la zona de protección de la contaminación de fuentes de agua potable y de la exposición directa de personal a las aguas de reutilización.

³ Tratamiento secundario incluye sistemas de lodos activados, filtros percoladores, biodiscos o lagunas de estabilización, cuyos efluentes no deben excederse en 30mg/L de DBO5 y SST.

⁴ Filtración incluye infiltración en suelos naturales o filtración en medios granulares, o membranas.

⁵ La desinfección incluye la cloración, para los efectos de destrucción, remoción o inactivación de microorganismos patógenos.

INTERNATIONAL EXPERIENCE ON WASTEWATER REUSE

EXPERIENCE IN ISRAEL

1959

Parlamento aprueba el **“Water Law”** que define el reuso de agua como un recurso a utilizar

1970

La escasez de agua ya era un tema nacional y **se comienzan a dar incentivos** para potenciar el reuso de agua.

1984

Primer sistema de reutilización de agua a gran escala

2005

Reúso de agua alcanza el 75%.

Más de 200 reservas para almacenar el agua de reuso, con reservas subterráneas en Tel-Aviv.

2011

La Autoridad del Agua elaboró el **Plan Maestro a Largo Plazo para el Sector Nacional del Agua**

2015

Reuso de aguas residuales alcanza el 85%

EXPERIENCE IN SINGAPUR

1972

First Water Master Plan.

1974

First reuse pilot plant constructed by the Water National Agency (PUB).

1998

Recovering Water from Singapur Study (NEWater) as public initiative

2000

First Plant NEWater

Source: Cisneros, B. E. J. (2008). Water reuse: an international survey of current practice, issues and needs (Vol. 20).
B. Jiménez, & T. Asano (Eds.). IWA publishing.

- **NEWater** is the commercial name given to regenerated water produced by the Water National Agency.
 - At the present time, **NEWater (reused water) supplies more than 30% from total water demand from Singapur.**
 - **NEWater public acceptance.** By means of intensive public education and permanent searching to public acceptance, especially industries, NEWater grew constantly.
 - In Singapur **all the cycle is administrated by the Public Utility Commitee**, allowing holistic approach in wastewater reuse.
-
- **Incentive for reuse water consumption in the public sector.**

Source : Sánchez F., Modelos de Negocio: Prospección Internacional, Fundación Chile, Seminario Aguas Residuales como nueva Fuente de Agua, Fundación Chile, Septiembre 2016.

AUSTRALIA

1994

Water Reform Program.

2004

National Water Commision formation and National Water Initiative (NWI) adoption

2007

Commonwealth Water Act

2010

“Water for the Future”, long term initiative.

2011

Australian Government Productivitiy Commision regarding Urban Water Sector.

WASTEWATER REUSE IN CHILE.

BARRIERS.

STANDARDS.

1. There are no standards regarding treated wastewater use.
2. There is no legal or administrative frame (public politics, institutional leadership) associated to treated wastewater reuse.
3. Associated laws adaptation (Water Code, Sanitary Services Law, Environmental Law, etc.).

COMUNITY CULTURAL REJECTION.

BARRIERS.

COSTS.

Conditioned to Production points (WWTP) and Disposal points.

5% of WWTP(capacity > 500 l/s) treat 48% domestic wastewater

95% of WWTP(cap < 500 l/s) treat 32% of domestic wastewater

100% of Emisary Outfalls treat 20% domestic wastewater

WASTEWATER PRODUCTION IN CHILE		
	[l/s]	[MMm3/year]
WWTP	30.125	950
Emisary Outfalls	7.930	250

TREATED WASTEWATER REUSE IN CHILE

	WW Production [l/s]	Treated WW [l/s]	%	Destination
WWTP				
Caldera	37	37	100	Parks irrigation
Tierra Amarilla	27	24	88	Mining
Copiapó	312	212	68	Mining
National	30.125	273	< 1	
EMISARY OUTFALLS				
Antofagasta	850	120	14	Mining & Industry
National	7.930	120	< 2	

LOCAL EXPERIENCE IN CHILE.

WATER REUSE IN THE NORTHERN PART OF CHILE

**SEMBICORP. SINGAPORE SANITARY ENTERPRISE THAT OPERATES
IN CHILE**

Planta Agua Ultrapura: Única en Chile

- Sembcorp diseño, construyó y opera una moderna planta para el suministro de agua ultrapura a partir de aguas servidas a la planta de producción de litio de SQM cerca de Antofagasta.
- Tecnología es Similar a Changi NEWater.
- Luego de tratamiento en planta de Aguas Servidas: MBR para eliminar restos orgánicos, osmosis inversa para desmineralizar casi 100%, y luego remineralización.
- Planta se construyó y puso en marcha en tiempo record de 9 meses.
- Parte del agua ultrapura es luego tratada y acondicionada especialmente para uso como agua potable.
- 75-80% Tasa de recuperación
- Agua de rechazo es usada para supresión de polvo en las instalaciones del cliente.
- 2500 m³/día



MBR Reactor



RO Modules



Aguas Servidas Antofagasta

Parámetro	Valor
DBO ₅	270 - 300 mg/l
Aceites y grasas	80 - 120 mg/l
Sólidos Suspendedos	280 - 350 mg/l
Sólidos Totales	3.500 - 4.000 mg/l

Agua Industrial

DBO ₅	15 - 25 mg/l
Aceites y grasas	15 - 20 mg/l
Sólidos Suspendedos	30 - 50 mg/l
Sólidos Totales	3.500 - 4.000 mg/l

Agua Ultrapura

DBO ₅	0 mg/l
Aceites y grasas	0 mg/l
Sólidos Suspendedos	0 mg/l
Sólidos Totales	20 - 30 mg/l

WASTEWATER REUSE IN THE CENTRAL PART OF CHILE

CANAL PROSPERIDAD (PROSPERITY CHANNEL)

**GOVERNMENT OF CHILE INSTITUTIONS
AGUAS ANDINAS (SANITARY ENTERPRISE OF THE METROPOLITAN
REGION)**

- El Canal Prosperidad es un proyecto que beneficiará a los regantes del valle de Casablanca.
- Tiene por objetivo llevar agua de la cuenca del Maipo, desde la Región Metropolitana hasta tranques del valle de Casablanca de la V Región (Lo Ovalle, Lo Orozco, La Vinilla y Los Perales).
Se proyecta llegar hasta el lago Peñuelas para mejorar el respaldo de agua potable.
- Longitud total del canal : 183 km, con bocatoma en el río Mapocho.
- Costo estimado: 100 MM US\$.
- Existe un tramo de 31 km entre Curacaví y el túnel Zapata que se ejecutó en los años 70, después de la sequía de 1968-69.



Necesidad de Recursos de Agua

- Las necesidades de los regantes alcanzan aproximadamente a **30 millones de metros cúbicos** anuales, para abastecer los embalses La Vinilla, los Perales, lo Ovalle y Lo Orozco, los que se encuentran secos desde hace 10 años.
- Además, se plantea disponer de recursos adicionales de agua para conducir al lago Peñuelas y **reforzar el abastecimiento de agua potable** de Valparaíso-Viña del Mar.
- Sin embargo, **el proyecto no dispone de derechos de agua** en la 1^{ra} Sección del río Maipo, como tampoco en el río Mapocho.

Propuestas de aporte de Recursos AA

1.- Entrega de Agua Tratada:

Las plantas La Farfana de $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ y Trebal-Mapocho de $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$ de capacidad de diseño, actualmente tratan en conjunto un **caudal medio anual de $15,3 \text{ m}^3/\text{s}$** , relativamente estable a nivel mensual.

Las alternativas de entrega de $30 \text{ hm}^3/\text{año}$, que equivalen a un caudal de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ durante los meses **de junio a septiembre**, son:

- A** Entrega de caudales desde la PTAS La Farfana, que sería completamente gravitacional hasta la bocatoma proyectada del canal.
- B** Entrega desde la planta Trebal-Mapocho, que requeriría una obra de elevación de aproximadamente 15 a 20 m.



Aporte de Recursos Aguas Andinas

2.- Entrega de Agua Cruda:

Aguas Andinas **posee derechos eventuales** en el río Maipo por 22 m³/s continuos, y 80 m³/s adicionales en los meses de noviembre a febrero, los que podrían conducirse hasta el Lago Peñuelas para reforzar la reserva de agua potable para el Gran Valparaíso.

- Los aportes de caudal de derechos eventuales se podrían conducir a través del canal San Carlos, Zanjón de la Aguada y otros, previa autorización de sus propietarios.
- La Sociedad del Canal de Maipo declaró su apoyo a la iniciativa y pone a disposición de la misma el Canal San Carlos, hasta su descarga en el río Mapocho, para el transporte de excedentes ocasionales de Aguas Andinas.



AGREEMENT.

The government compromises to advance in the development of a project to allow the use of part of treated wastewater coming from the wastewater treatment plants of Aguas Andinas (Metropolitan region) by means of a conduction to Casablanca valley.