

Manejo sustentable del agua en la Ciudad de México

VI Encuentro Universitario del Agua
Red del Agua UNAM

10 septiembre de 2014

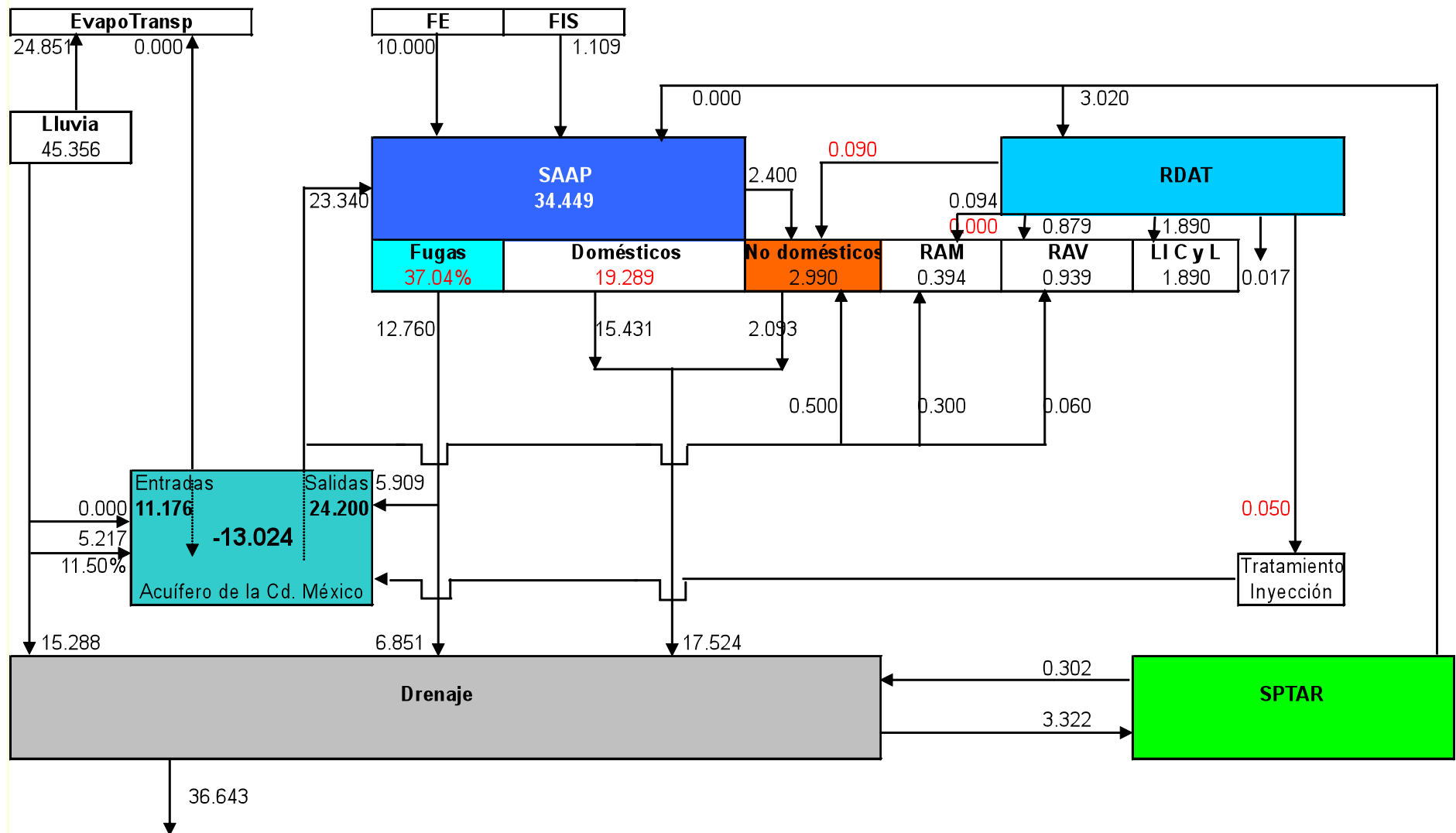


Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA *Iztapalapa*

Oscar Monroy

Balance de agua en el D.F.



Problemas relacionados con el agua

- La demanda de agua continuará incrementándose.
- Inequitativa distribución del agua
- La sobreexplotación del acuífero conduce a:
 - Subsistencia de la ciudad.
 - Contaminación del acuífero
- Las fuentes externas están siendo restringidas
- Problemas de salud en los distritos de riego del Valle del Mezquital

◆ **Considerar costos de bombeo si se quiere traer mas agua**

	L km	h m	F m ³ /s	Eu kWh /m ³	C_b M \$mn/a
Cutzamala-DF	150	1200	10	5	1,576
Desalojar DF	-	8	36.6	0.31	352
Tecolutla-DF	400	2200	6	10	1,892
Desalojar DF	-	8	6	0.31	59

Costos bombeo

3,879

Reto para la sustentabilidad

- Reducir la extracción del acuífero
 - pérdidas de la red de agua potable
 - demanda industrial y doméstica (medición y cobro → uso eficiente, tratamiento y reuso)
- Aumentar la recarga del acuífero:
 - natural (aumentar area de recarga natural)
 - artificial (captura, tratamiento, inyección y almacenamiento)

Reducción pérdidas y distribución de la demanda AP

- ◆ Red primaria
- ◆ A la sectorización de la red añadir:
 - Medidores de presión
 - Válvulas distribuidoras
 - Telemetría y control centralizado
- ◆ Medición
- ◆ Tarifas domésticas, comerciales e industriales que incentiven ahorro

Usos domésticos del agua

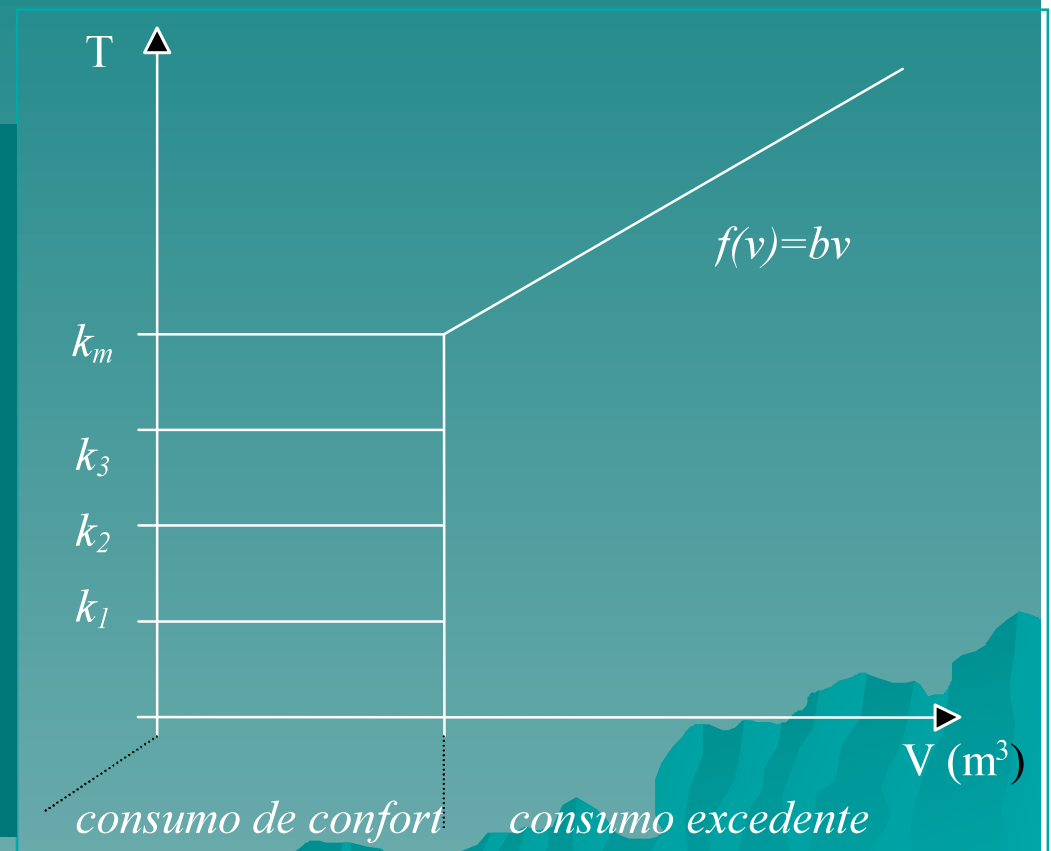
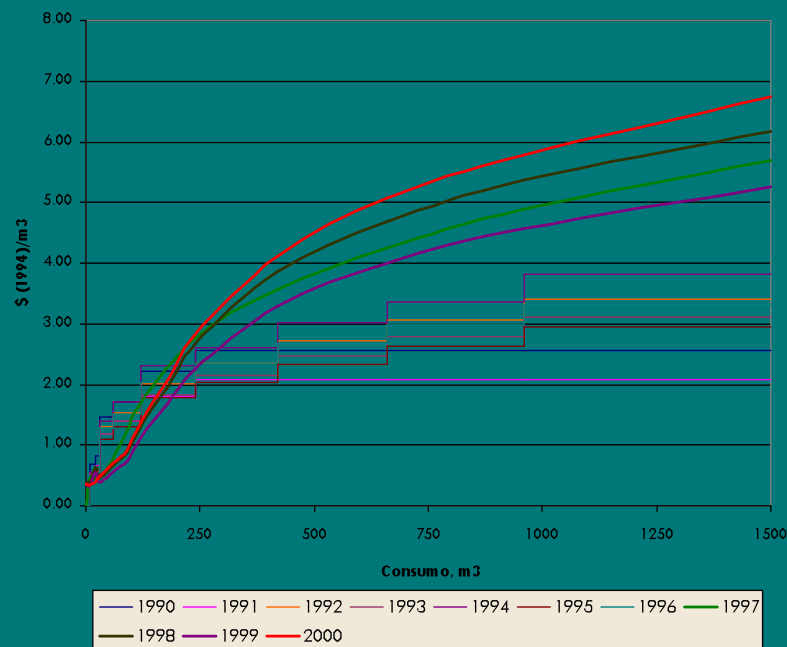
FUENTE	México (L/hab.d)	Holanda (L/ hab.d)
WC	20	11.4 (5)
Regadera	20	52.3
Lavamanos	7.5	5.3
Lavadora	20	17.2
Cocina	15	13.8
Lavado pisos	16	10
TOTAL	98.5	110.0 - 104

SACMex

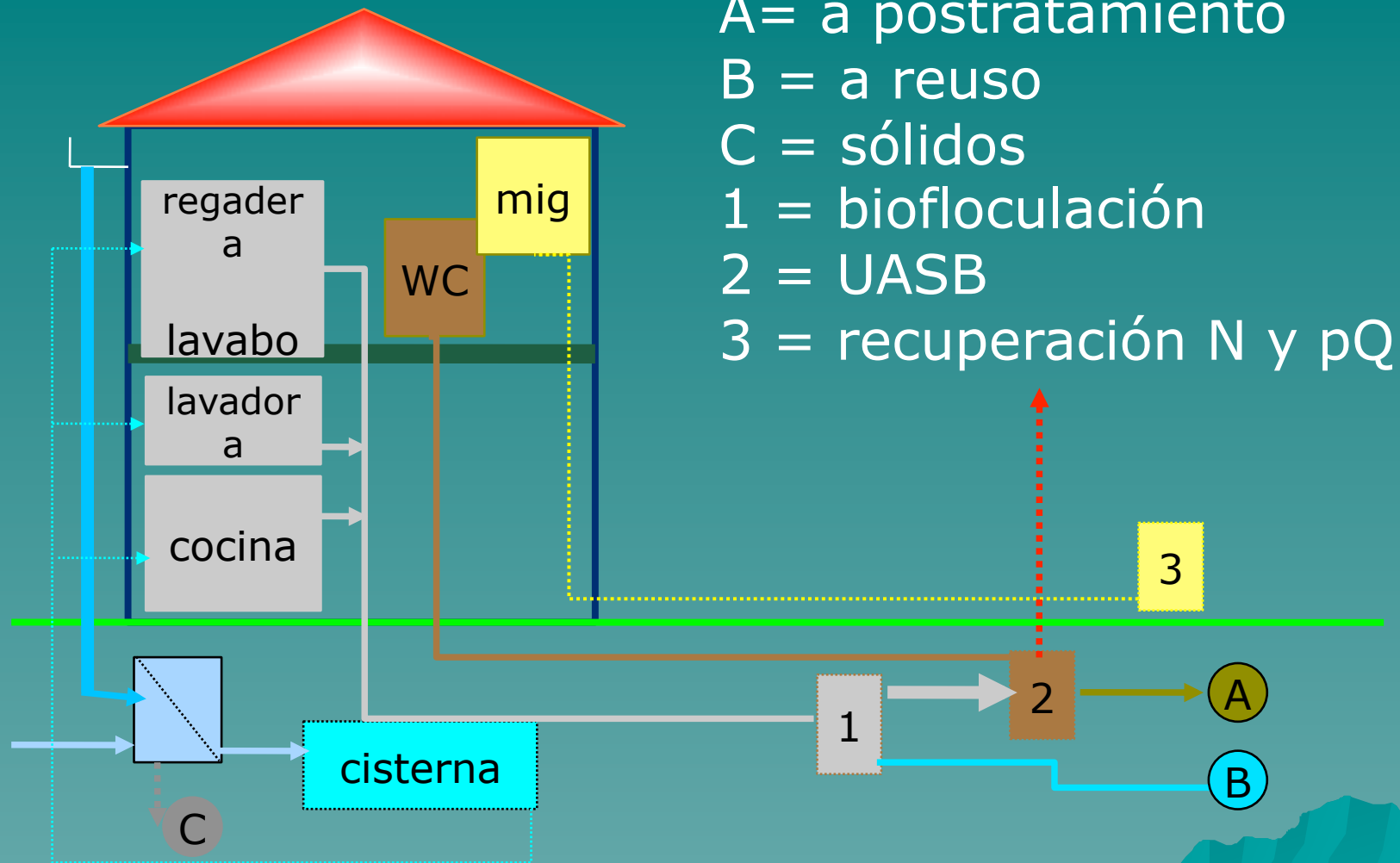
Sneek, Holanda

Tarifas para incentivar uso eficiente del agua y recuperación urbana de agua de lluvia

- Control de Tarifas para Consumo Doméstico
- Control de Tarifas para Consumo No Doméstico



Separación en la fuente



Separación en la fuente

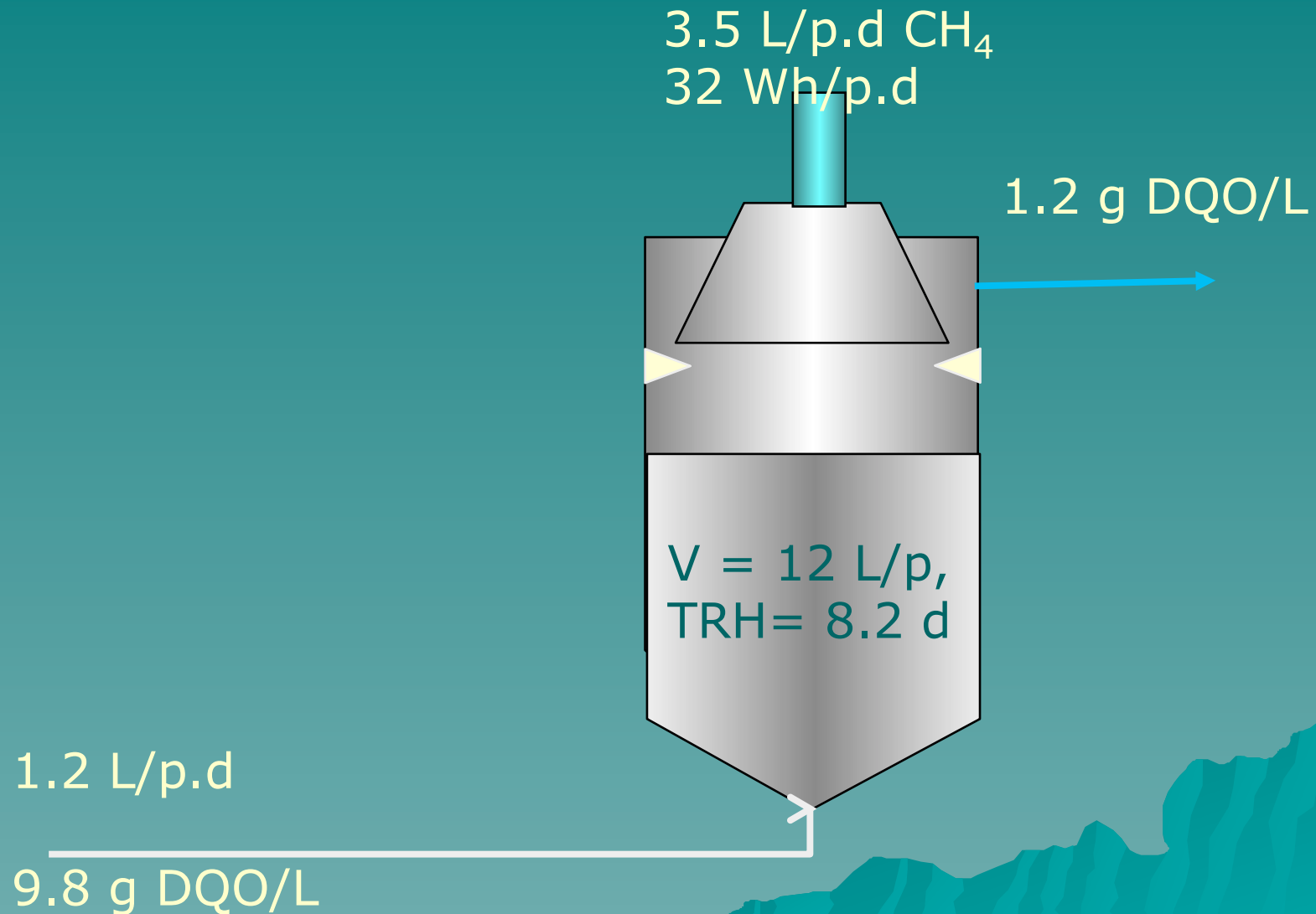
	Agua negra	Aguas grises	Orina
pH	8.8	8.4	4.4 - 8
DQO _T	9	0.724	9.6
DQO _{SS}	5.1	0.25	
DQO _{col}	1.3	0.2	
DQO _S	3.4	0.28	
AGV	1.5		0.04
C_HCO ₃ ⁻	1.2		
N _T	1.9	26.3	7.4
N_NH ₄	1.4	2.7	0.3
P _T	0.22	7.2	
P _S	0.09		
P_PO ₄	0.08	2.36	1.2

Contaminantes persistentes

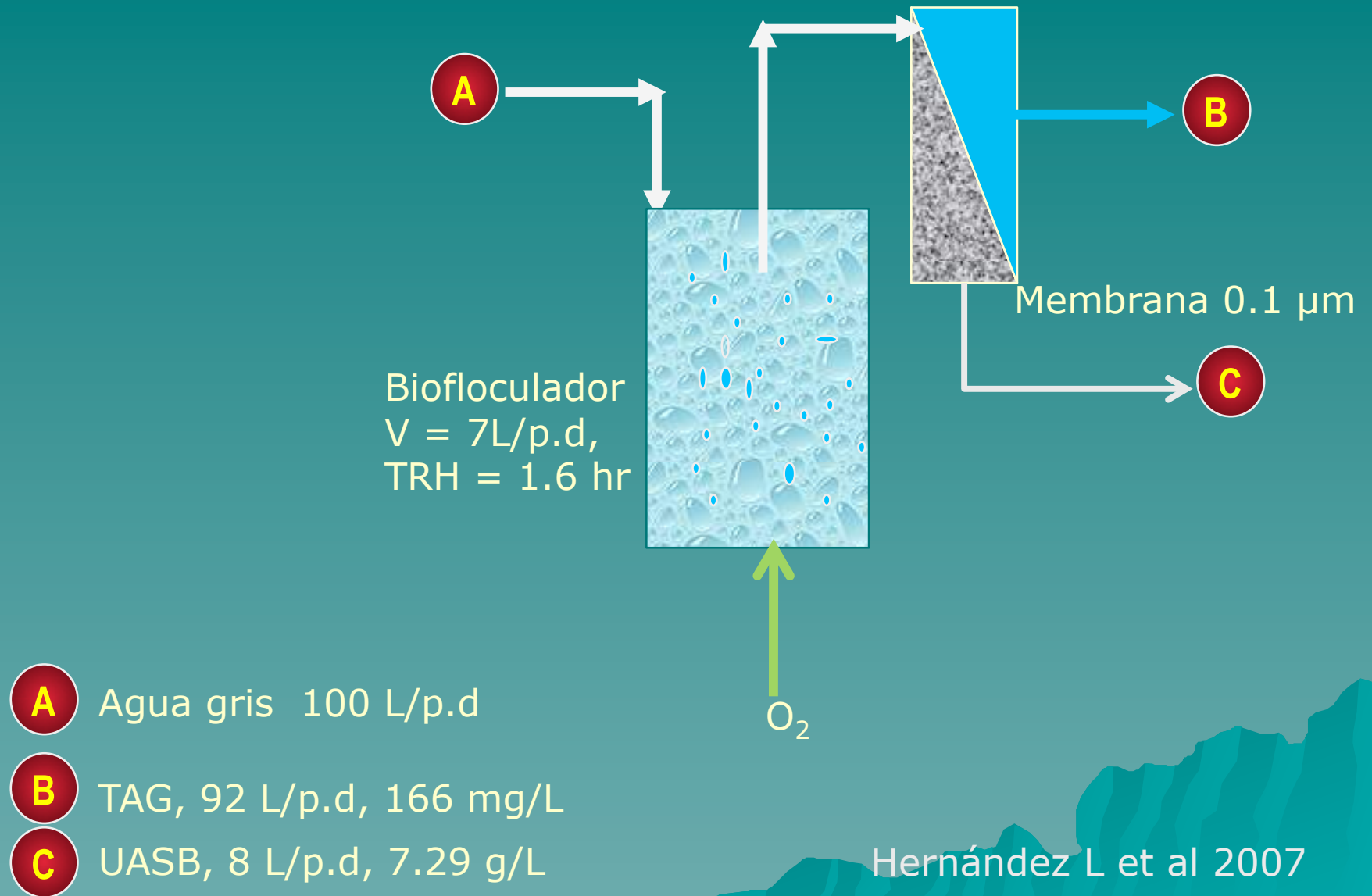
(0.006 a 45 µg/L)

PRODUCTO		DESTINO
Farmacéuticos		AA
	Antibióticos	
	Analgésicos	
	Antiinflamatorios	
	Psiquiátricas	
	β-bloqueadores	
	contraste de R-X	
Esteroides y hormonas		AA
Cuidado personal		AG
	Fragancias	
	Bloqueadores	
	Repelentes	
Antisépticos		AG
Surfactantes y metabolitos		AG
Retardantes de flama		AG-AI
Aditivos industriales		AI
Aditivos de gasolinas		E U

Tratamiento aguas de WC** (1.2 L/p.d)



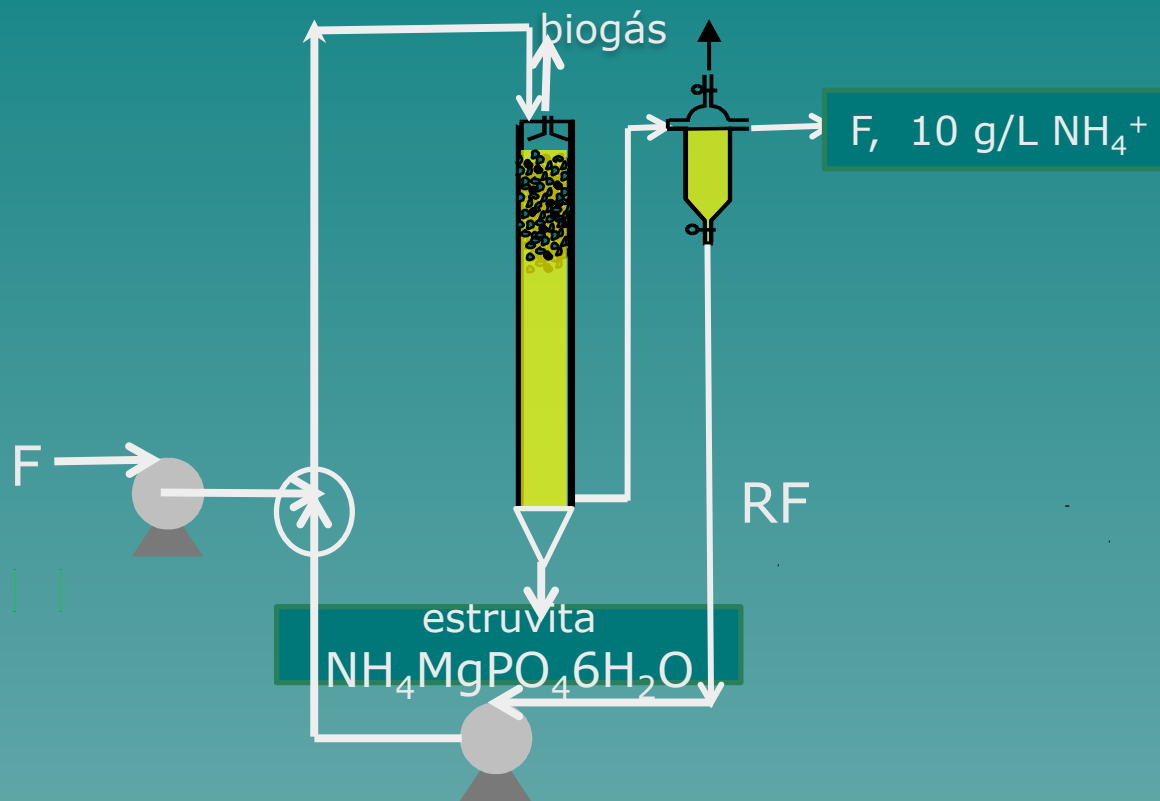
Tratamiento de aguas grises



Hernández L et al 2007

Tratamiento de aguas amarillas

Reactor lecho fluidizado inverso



Desconcentración de PTAR y CIRE

- ❖ 12 plantas de 1 M hab/planta
- ❖ en polígonos de 115 km² y $r = 6$ km
- ❖ 500 T FORSU/d (0.5 kg/hab.d) y 1 m³/s (86 L/hab.d).
- ❖ 10,550 m³ CH₄/día (7,535 kg/d equiv. a 7000 L gasolina/día
- ❖ 50 T base seca de basura (250 T base húmeda) para fertilizante orgánico o combustible.

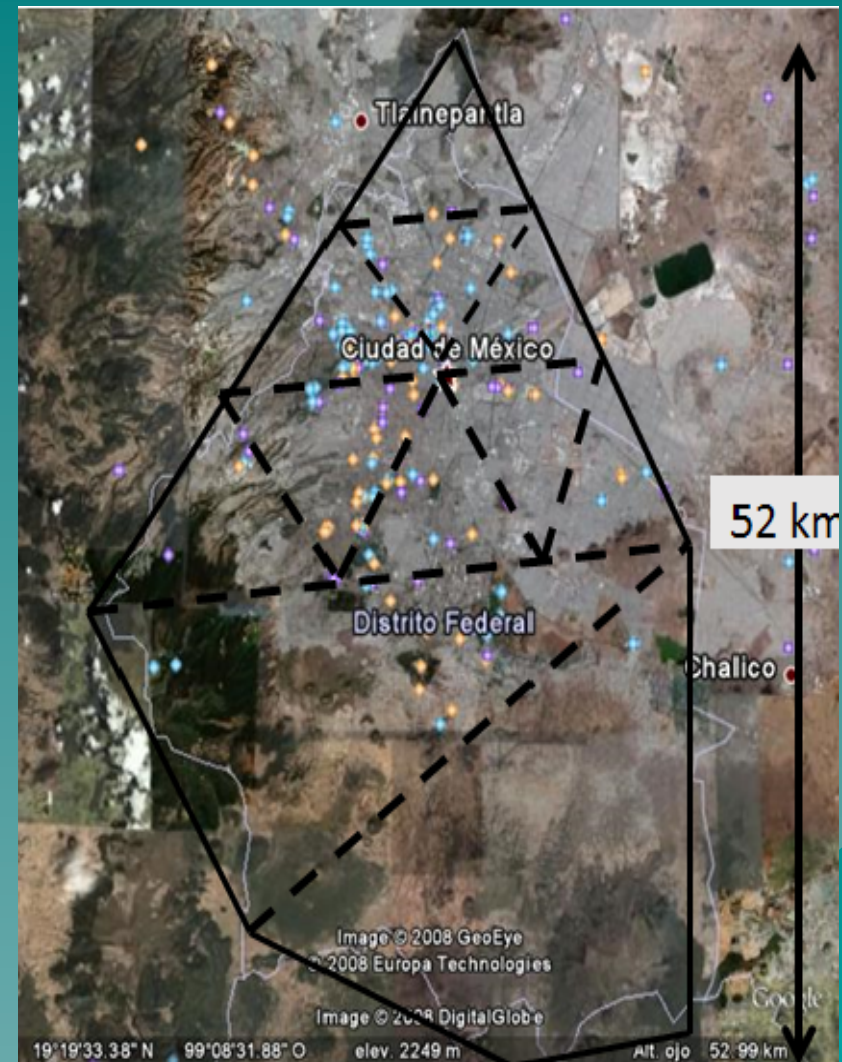
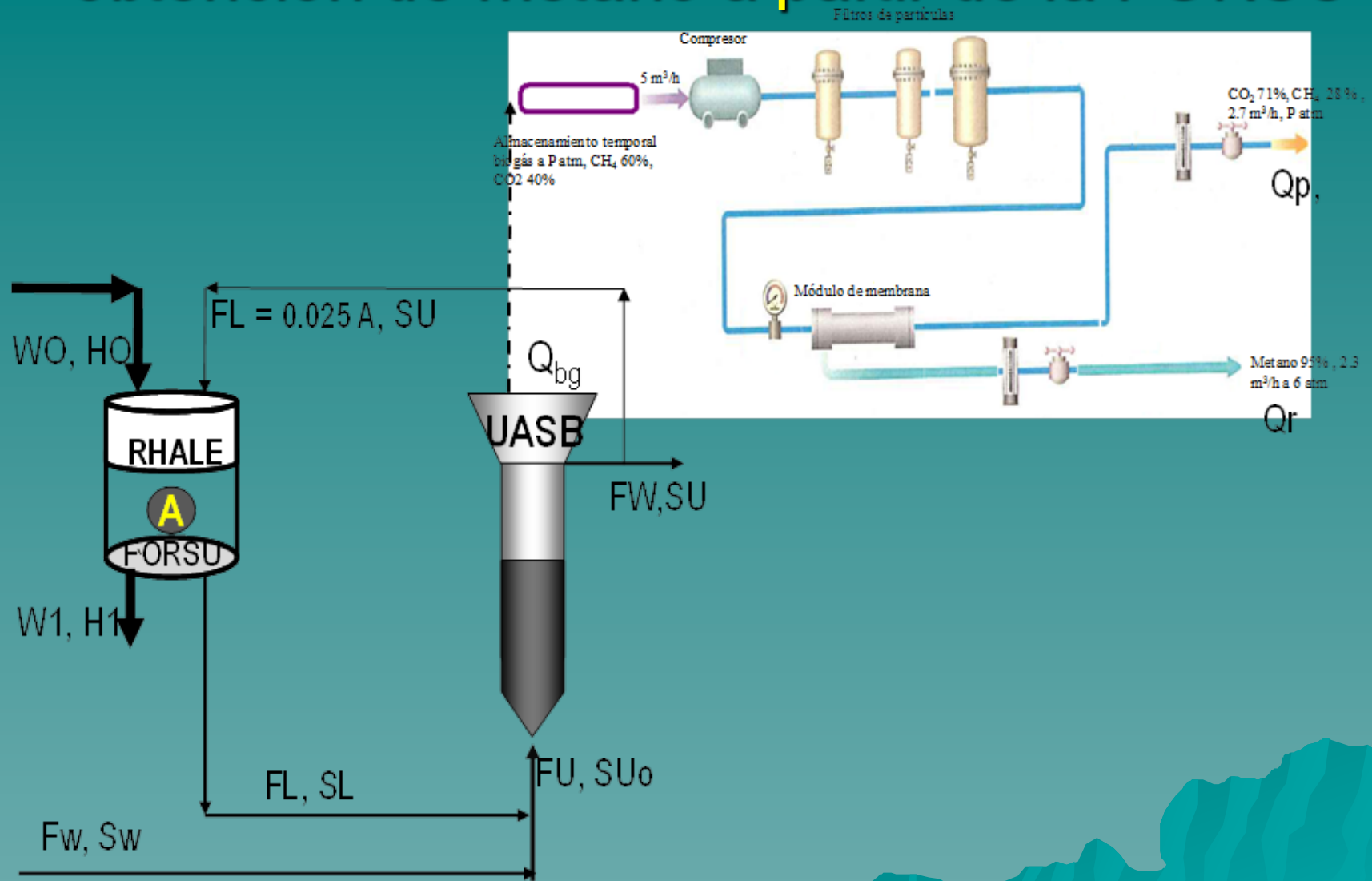


Diagrama conceptual del proyecto de obtención de metano a partir de la FORSU

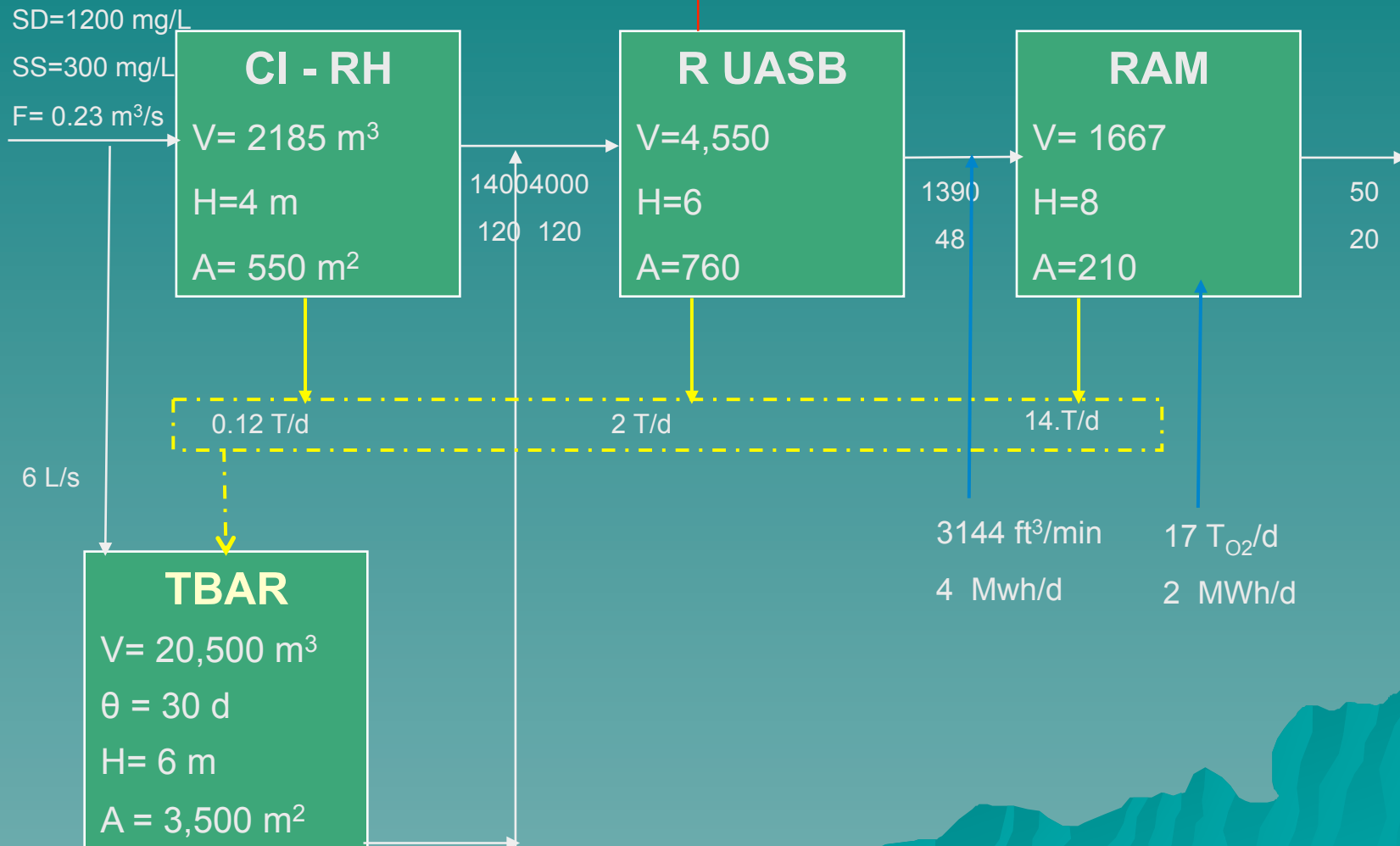


Tratamiento biológico

AR: 231 L/s

$Q_{CH} = 17,560 \text{ m}^3/\text{d}$
163 MWh/d

FORSU: 600 T/d



Incremento recarga natural

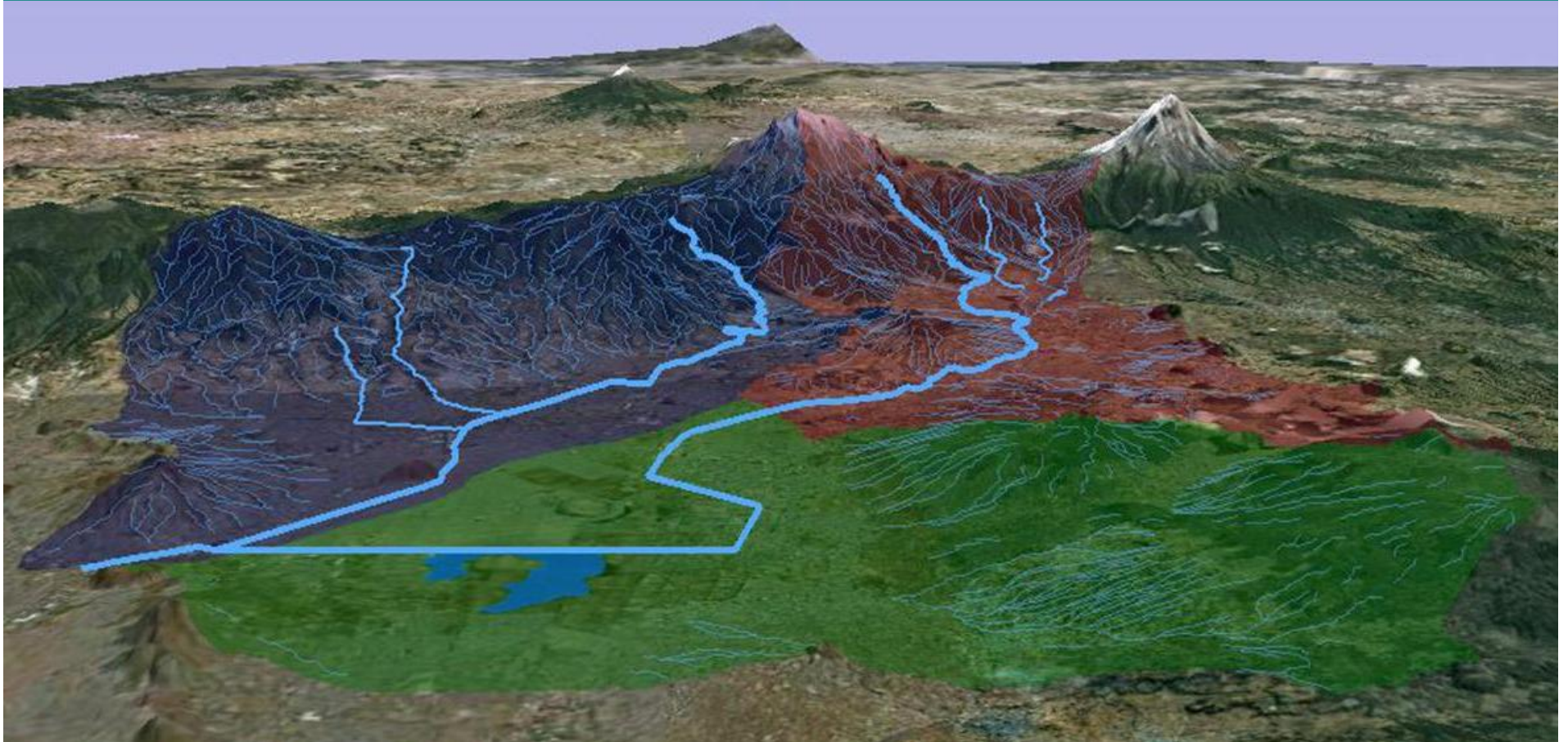
Recuperación de muchos de los 45 ríos que alimentan el Valle de México

Ejemplo:

Ríos Amecameca y la Compañía
que aportan $2.7 \text{ m}^3/\text{s}$



Cuenca de los Ríos Amecameca y la Compañía



Tratamiento

- ◆ Infiltrar $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ lluvia para:
 - establecer un balance positivo en acuífero.
 - evitar mayor hundimiento
- ◆ Tratamiento descentralizado de basura en 9 plantas).
- ◆ Tratamiento agua gris para riego agrícola urbano
- ◆ Tratamiento de los excedentes (en Atotonilco, Hgo) para riego moderno.

Características lluvia colectada en:

Avenidas

- SS (350 mg/L)
 - Hojas
 - Excretas
 - μ org
 - Material de abrasión
 - Llantas, frenos, conv. catalítico
 - (Zn 412 μ /L, Cu 346, Cd, Cr, Pt, Pb 37)
- SD
 - SO₂
 - NO_x
 - NH₄
 - VOC (benceno, PAC, MTBE, ETBE: DOC =20, TOC=70 mg/L)

Escurrimientos de techos metálicos

- Cu: 0.7 a 2 g/m²·a → 0.4 – 11 mg/L
- Zn: 3.7 g/m²·a -> 30 mg/L

Las plantas para inyección de agua al acuífero deben incluir:

- ◆ Múltiples barreras independientes para detener μO y contaminantes químicos
- ◆ Continuo monitoreo tóxico y epidemiológico
- ◆ Evaluaciones de confiabilidad y riesgo

Calidad de agua en el punto de inyección

- ◆ pH 6.5 – 8.5
- ◆ Turbidez ≤ 2 NTU
- ◆ Coliformes fecales = 0 UFC
- ◆ Cloro residual ≥ 1 mg/L
- ◆ SDT ≤ 500 mg/L
- ◆ Otros criterios de agua potable

Infiltración agua de lluvia

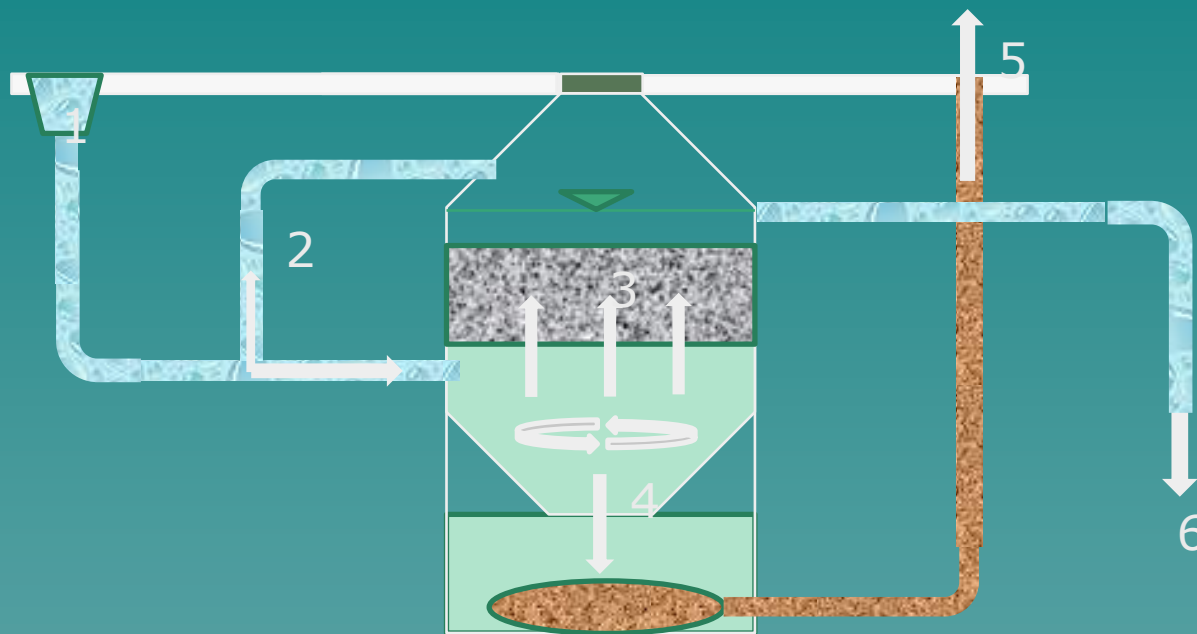


filtración,
absorción e
intercambio
iónico

Ishijama, near
Lake Biwa, Japan.

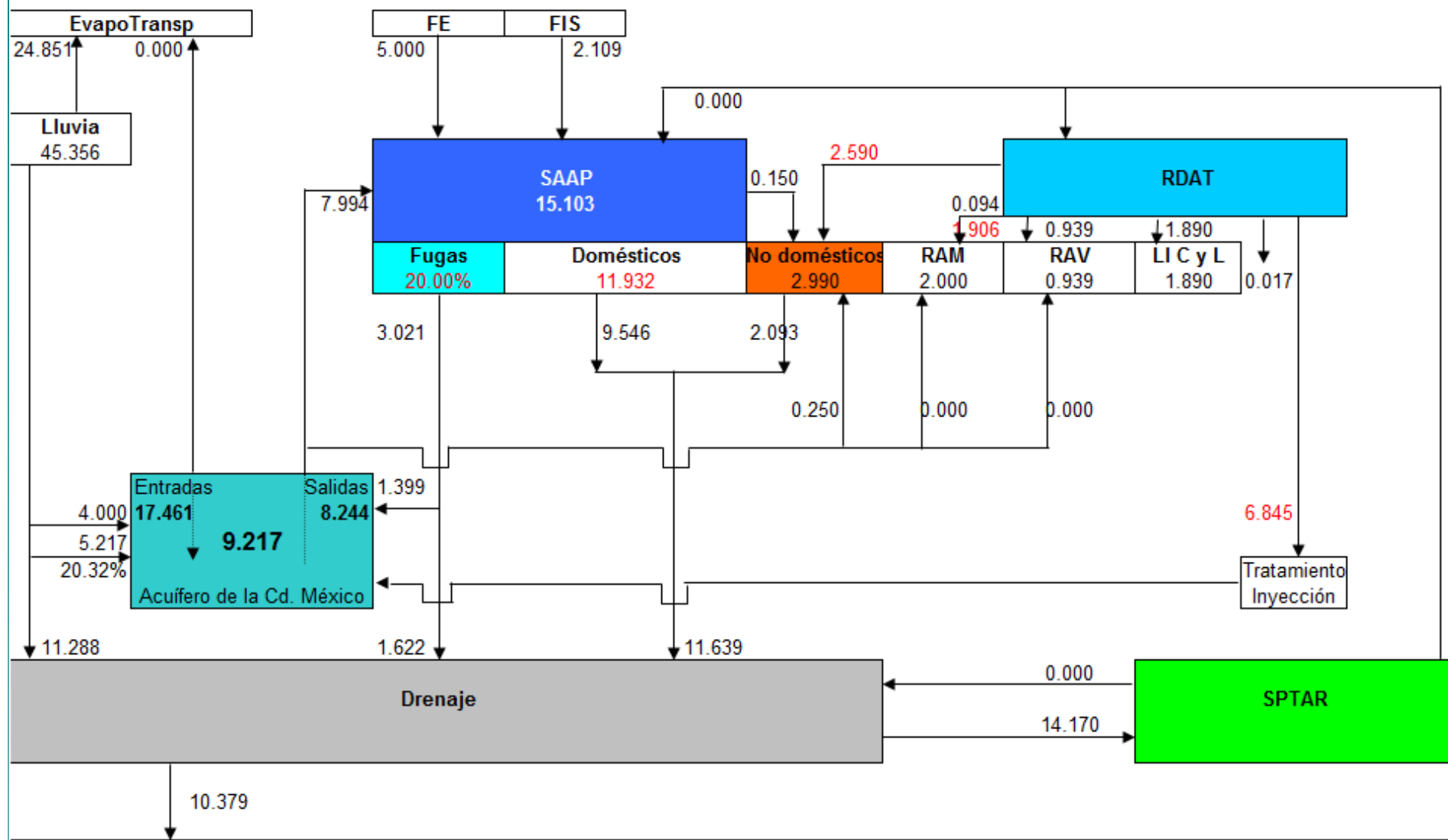
Peter Wilderer, Pollution and purification of stormwater runoff (2009)

Pretratamiento en pozos de infiltración

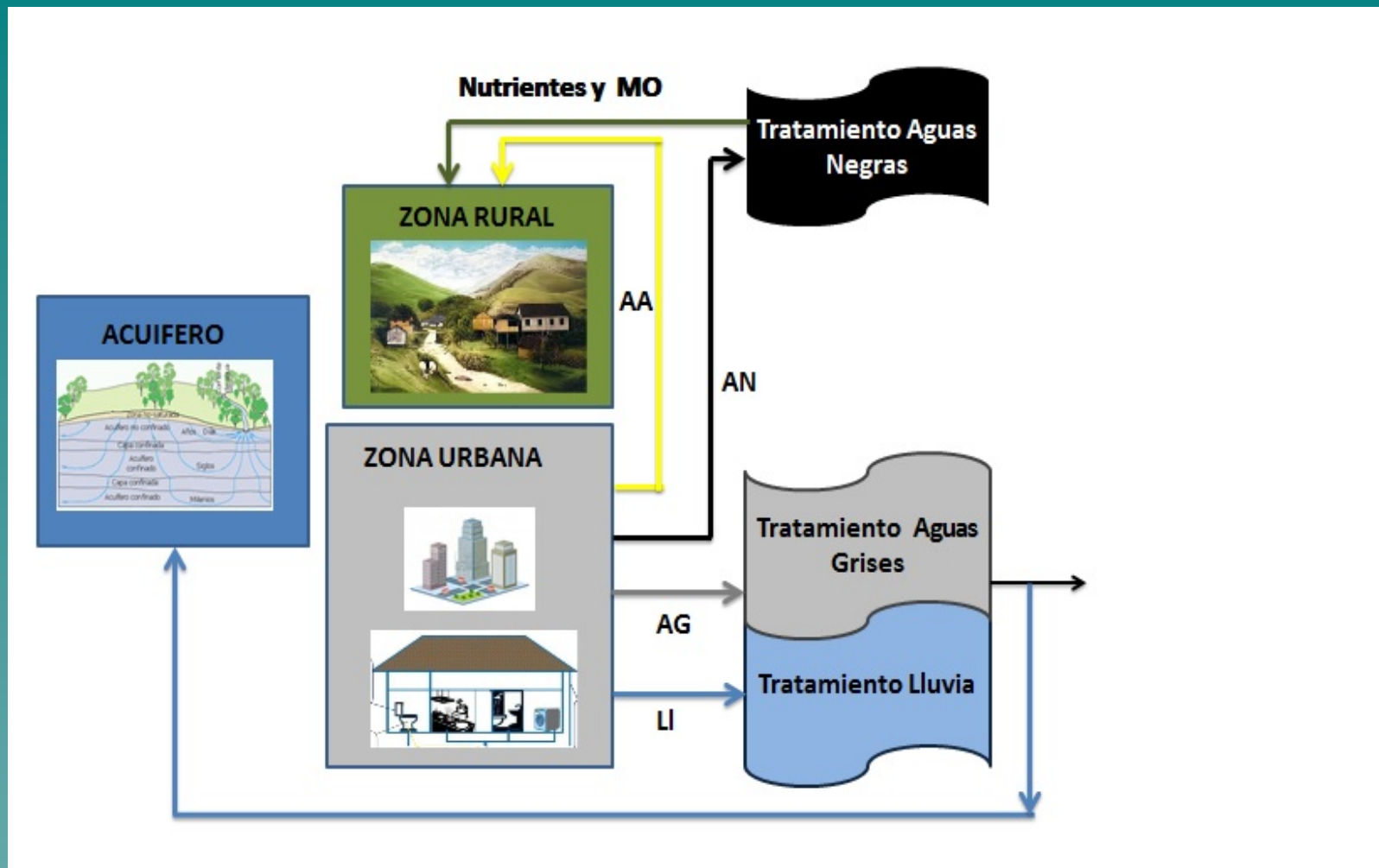


3. filtración, absorción e intercambio iónico

Balance de agua después de las principales acciones



Integración agricultura-ciudad



¿Cómo financiar las PTAR?

◆ Manejo sustentable del agua

	L km	h m	F m ³ /s	Eu kWh/ m ³	C _x M \$mn/a
Cutzamala-DF	150	1200	5	5	788*
Desalojar DF	-	8	10	0.31	97*
Tratamiento p/inyección			7	4.6	1,015+
Trat p/riego			17	2	370++

2,270

*Costos electricidad por bombeo, +25% y ++6% amort,

Conclusiones

- ◆ Necesaria la participación pública en temas de agua (Consejos de Cuenca)
 - Diseño, instrumentación junto con autoridades de agua
 - Supervisión pública de obras y operación
 - Ahorro en hogar y trabajo
 - Necesidad de reuso

- ◆ Generación industrias y empleo con diversas tecnologías
 - producción artefactos domésticos
 - colectores de agua de lluvia
 - empresas ingeniería
 - ◆ membranas,
 - ◆ generadores electricidad,
 - ◆ sanitaria,
 - ◆ instrumentación y control
 - ◆ riego avanzado en el V del Mezquital
 - mejores cosechas en Valle del Mezquital

Referencias

- ◆ Gonzalez-Brambila M., Monroy O. & López-Isunza F. (2006) Experimental and theoretical study of membrane-attached biofilm reactor behavior under different modes of oxygen supply for the treatment of synthetic wastewater, *Chemical Engineering Science*, 61:5268-5281
- ◆ Oscar Monroy Hermosillo (2013) Manejo sustentable del agua en México, Revista Digital Universitaria, 14, 10: 15 pags. ISSN 1607 – 6079, <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num10/art37/index.html>



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA *Iztapalapa*

Referencias

- *Lucia Hernández Leal, G Zeeman, H Temmink & CJN Buisman (2007) "Characterisation and biological treatment of greywater" *Water Sc. Technol.* 56,5:193-200
- ***G Zeeman, Kujawa K, de Mes T, Hernández L, de Graaff M, Abu Gummi L, Mels A, Meulman B, Temmink H , Buisman CJN, van Lier J, Lettinga G (2008) "Anaerobic treatment as a core technology for energy, nutrients and water recovery from source-separated domestic wastewater, " *Water Sc. Technol.* 57,8:1207-1212



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

Iztapalapa

Referencias

- F. Ramírez-Vives, R. Rodríguez-Pimentel, A. de Jesús-Rojas, F.J. Martínez-Valdés, S. Rodríguez-Pérez and O. Monroy-Hermosillo. (2014). Two-phase anaerobic digestion of municipal organic solid waste. *Journal of. Advances in Biotechnology*. **3** (2): 210- 218.
- Oscar Monroy, Jorge Legorreta y Eugenio Gómez (2012) Hacia la sustentabilidad hidráulica en el Valle de México, *Reporte Macroeconómico de México*, V. III, 5: 6-10 [http://
observatorio.azc.ua m.mx](http://observatorio.azc.ua m.mx)

GRACIAS POR SU ATENCIÓN