

Simulación y evaluación del sistema de agua
de Lima y Callao

Dr Manfred Schütze
Instituto ifak Magdeburg



Werner-Heisenberg-Str. 1
39106 Magdeburg, Alemania



+49-391-9901470



+49-391-9901461



manfred.schuetze@ifak.eu

Impressionen vom Wasser- und Abwassersystem Limas



Reservorios en los Andes



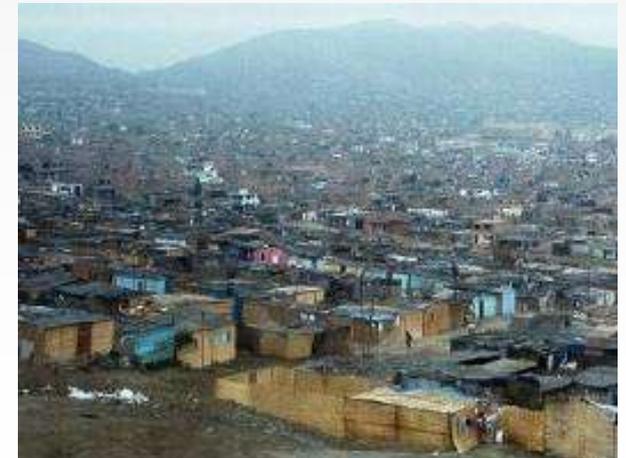
Agua en la ciudad



Rio Chillón seco



Source: SEDAPAL



Impressionen vom Wasser- und Abwassersystem Limas



Bocatoma Rio Rímac



Red de agua potable



Camiones cisternas



Tratamiento alternativo



Reuso para el riego



PTAR Carapongo

- ❑ **Agua y desagües en Lima – hoy y hasta el año 2040**
 - ❑ Un sistema bien complejo, muchas instituciones involucradas
 - ❑ Como será el futuro de Lima?
 - ❑ Que podemos/deberíamos que hacer?

Ya tenemos:

- ❑ **Escenarios**

Desarrollos futuros posibles

- ❑ **Medidas potenciales**

Opciones para influenciar al sistema

Hay una multitud de opciones – cuales para implementar?

- ❑ **Descripción del sistema: Modelo en computador: “LiWatool”**

Escenarios: “Como podria ser Lima en el 2040?”



A Forma de Gobierno	A1 Gobierno con poder de decisión y con visión	A2 Gobierno sin poder de decisión y sin visión		Gobernanza
H Gestión de las cuencas hidrográficas	H1 Gestión de las cuencas con integración	H2 Gestión de las cuencas sin integración		
B Gestión de la empresa de agua	B1 Empresa de agua privada	B2 Empresa de agua con autonomía del gobierno	B3 Empresa de agua dependiente del gobierno	
C Tarifas de agua y saneamiento	C1 Tarifas de agua no sincerada	C2 Tarifas de agua sincerada		
D Demografía	D1 Crecimiento de la población alto	D2 Crecimiento de la población medio	D3 Crecimiento de la población bajo	Territorio y Población
I Forma de desarrollo urbano	I1 Ciudad con planificación y áreas verdes	I2 Ciudad sin planificación y pocas áreas verdes		
E Pobreza urbana	E1 Pobreza urbana aumenta	E2 Pobreza urbana se mantiene	E3 Pobreza urbana disminuye	
F Consumo de agua per cápita	F1 Consumo per cápita de agua aumenta	F2 Consumo per cápita de agua se mantiene	F3 Consumo per cápita de agua disminuye	
J Cobertura en la red de agua	J1 Cobertura de agua disminuye	J2 Cobertura de agua se mantiene	J3 Cobertura de agua aumenta	Infraestructura hídrica
G Pérdidas de agua en la red	G1 Pérdidas de agua aumentan	G2 Pérdidas de agua disminuyen		
K Tratamiento y reuso de aguas residuales	K1 Tratamiento y reuso de aa.r.r. se mantiene	K2 Tratamiento y reuso de aa.r.r. aumenta		
L Fuentes de agua por infraestructura	L1 Fuentes de agua aumentan	L2 Fuentes de agua se mantienen	L3 Fuentes de agua disminuyen	
M Cambio climático (caudal y riesgos)	M1 Caudal de los ríos excesivo (inundaciones)	M2 Caudal de los ríos aumenta sin riesgos	M3 Caudal bajo (sequías graves)	Cam bio clim ático

Fuente: Kosow/León/Schütze (eds.) (2013)



Aguas y desagües en Lima Metropolitana

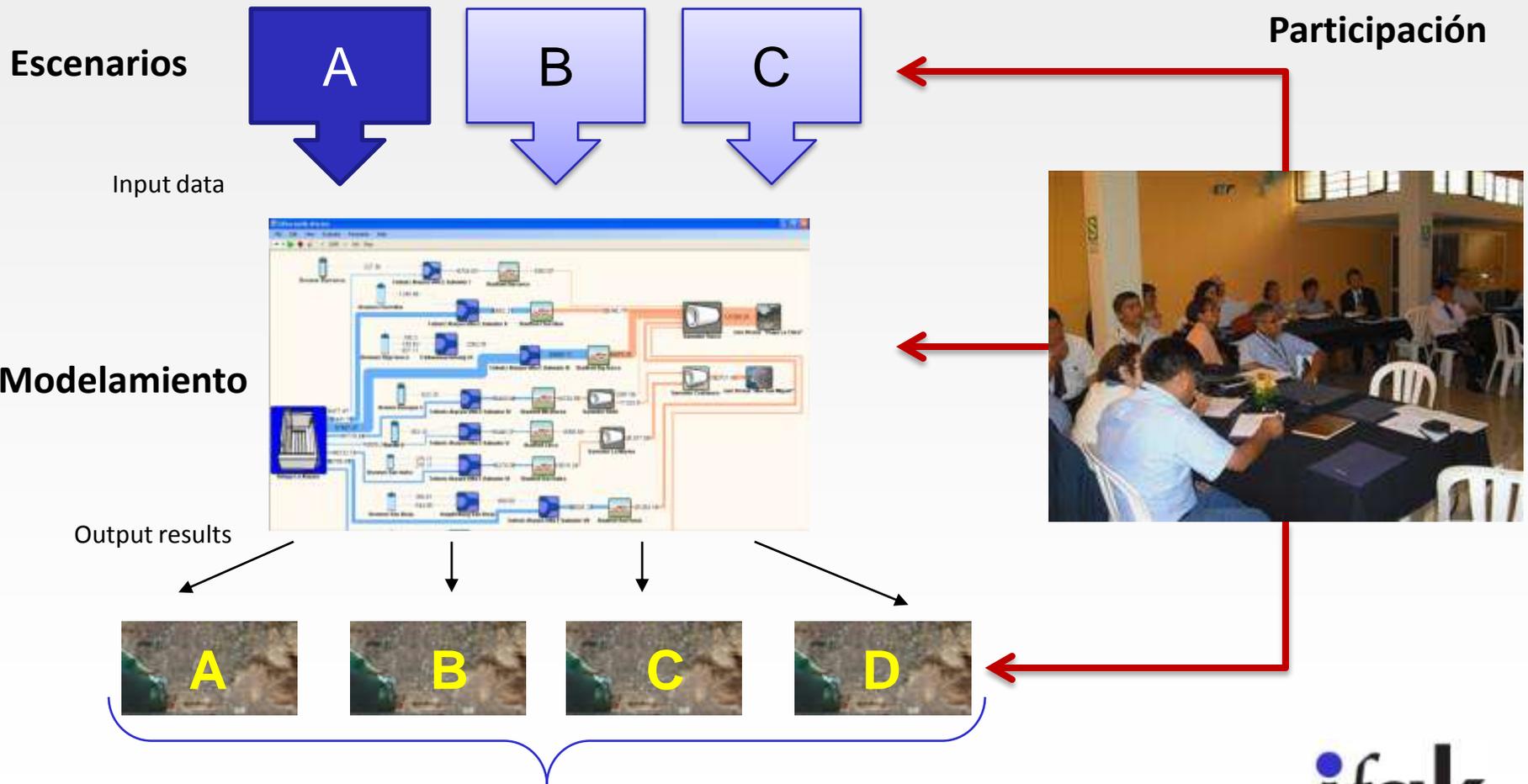
Medidas posibles



- ❑ Reducción del consumo
 - ❑ Campañas “Ahorrar agua”
 - ❑ Tecnología para ahorrar agua
 - ❑ Reuso de aguas residuales (tratadas)
 - ❑ Sinceramiento de tarifas
- ❑ Infraestructura
 - ❑ Reducción de perdidas en la red
 - ❑ Reducción conexiones clandestinas
 - ❑ Mejorar la eficiencia en riego para agricultura
 - ❑ Reservorios en las cuencas y en los Andes, fuentes adicionales
 - ❑ (Sobre)explotar aguas subterráneas, recarga del acuífero
 - ❑ Diseño sostenible al agua
- ❑ Conexión de más gente a la red de agua potable
- ❑ ¶ Y muchos más ...

Modelo „LiWa“

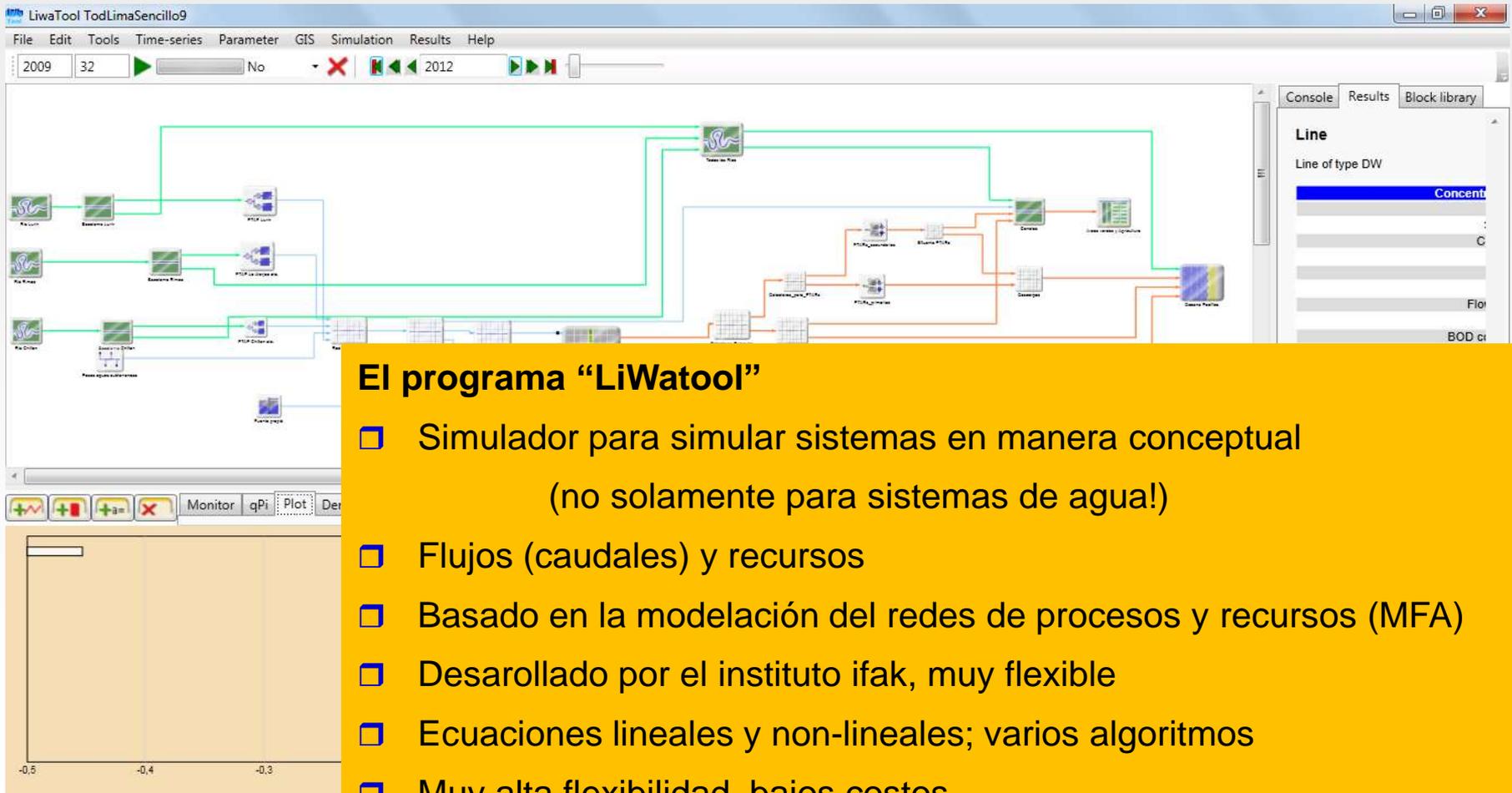
Uso de simulación para el análisis y discusión



Simulador del sistema de aguas y desagües en Lima: “LiWatool” (1)



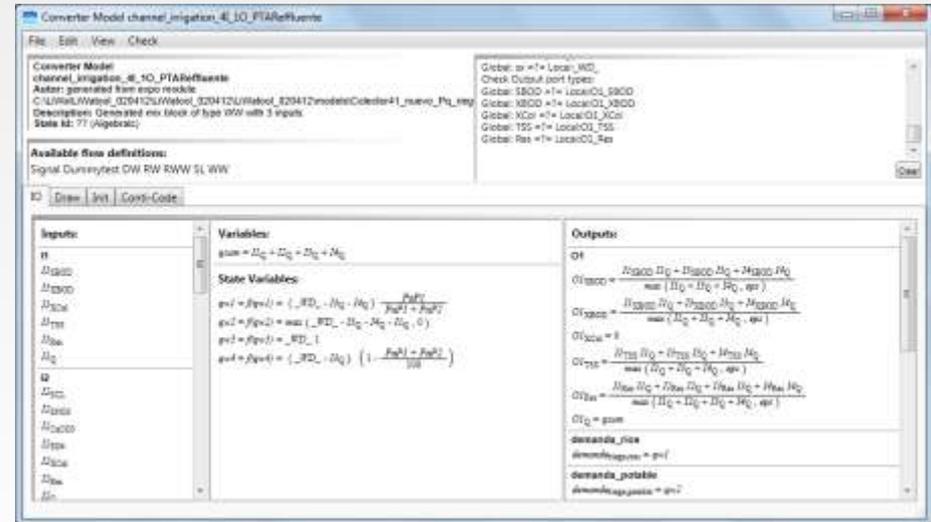
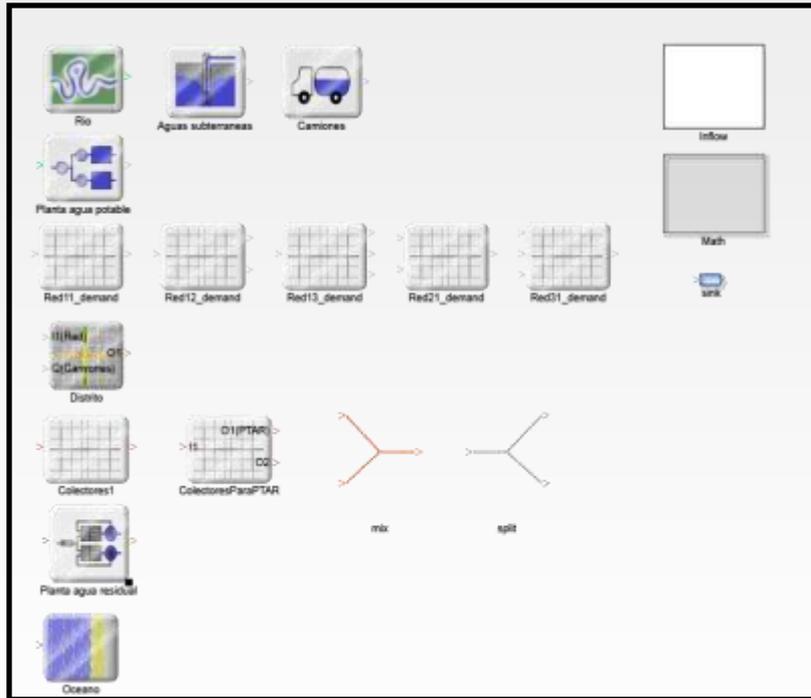
□ LiWatool (Versión 2.1.41)



El programa “LiWatool”

- Simulador para simular sistemas en manera conceptual (no solamente para sistemas de agua!)
- Flujos (caudales) y recursos
- Basado en la modelación del redes de procesos y recursos (MFA)
- Desarrollado por el instituto ifak, muy flexible
- Ecuaciones lineales y non-lineales; varios algoritmos
- Muy alta flexibilidad, bajos costos

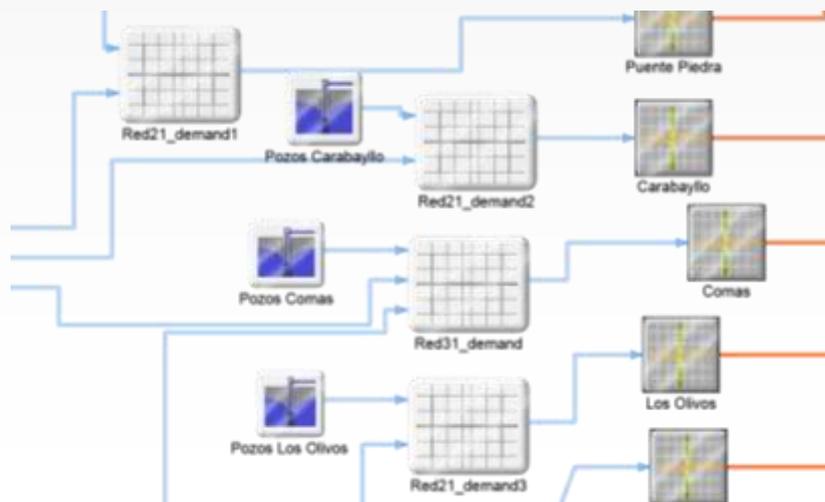
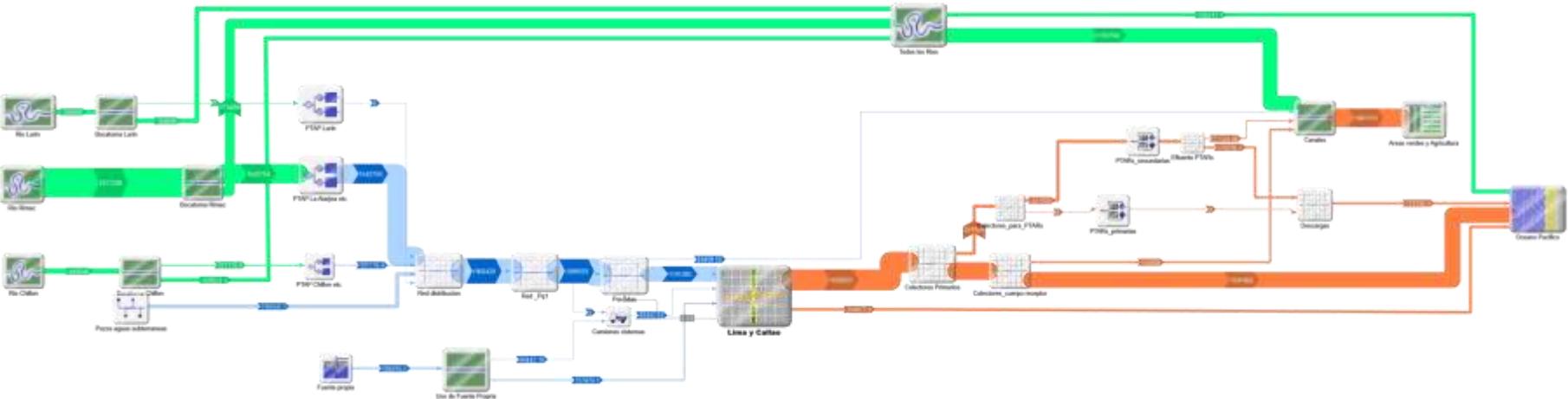
Simulador del sistema de aguas y desagües en Lima: “LiWatool” (2)



Biblioteca de bloques (modulos)

Definición de un bloque

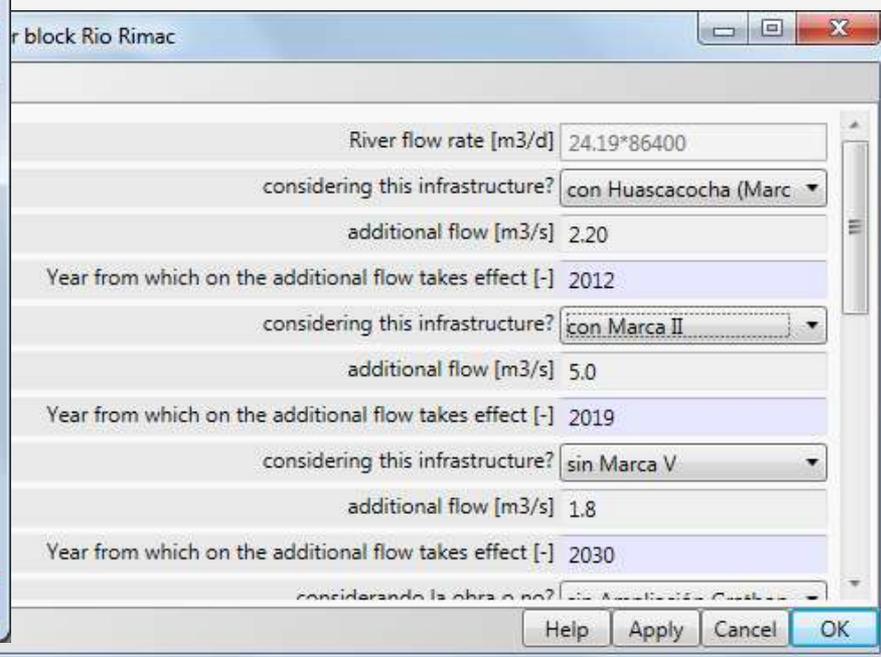
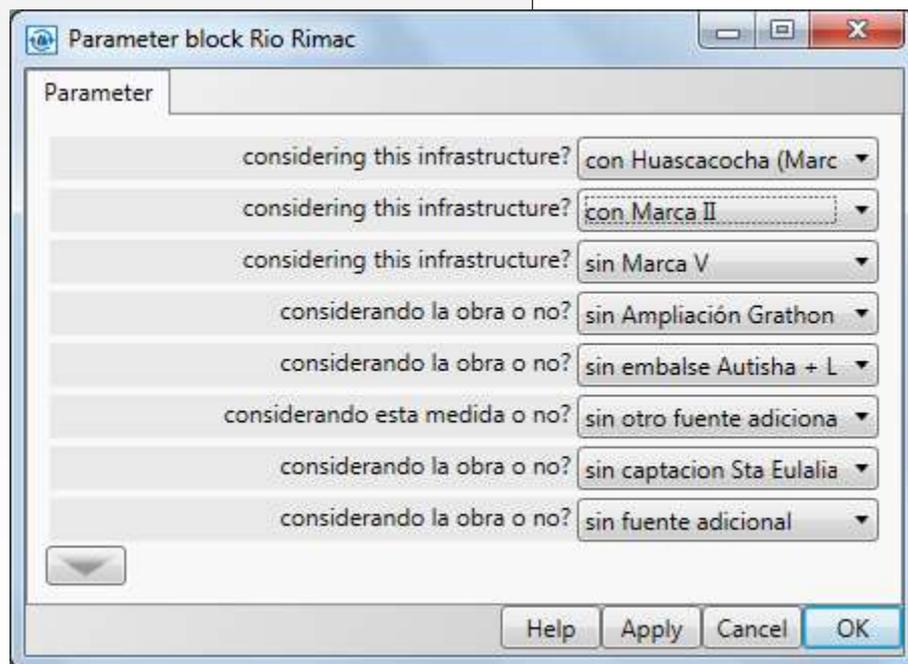
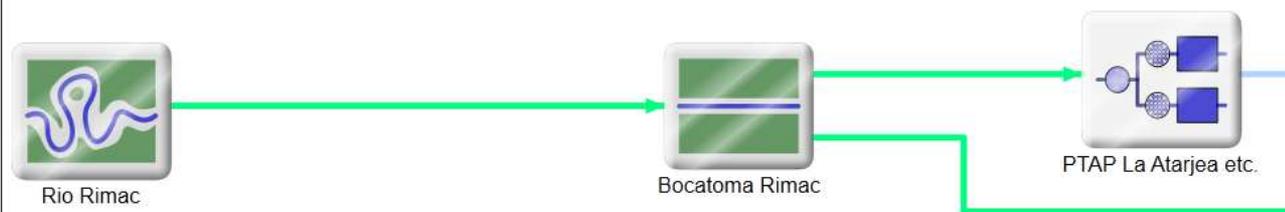
Simulador del sistema de aguas y desagües en Lima: “LiWatool” (3)



Simulador del sistema de aguas y desagües en Lima: “LiWatool” (4)



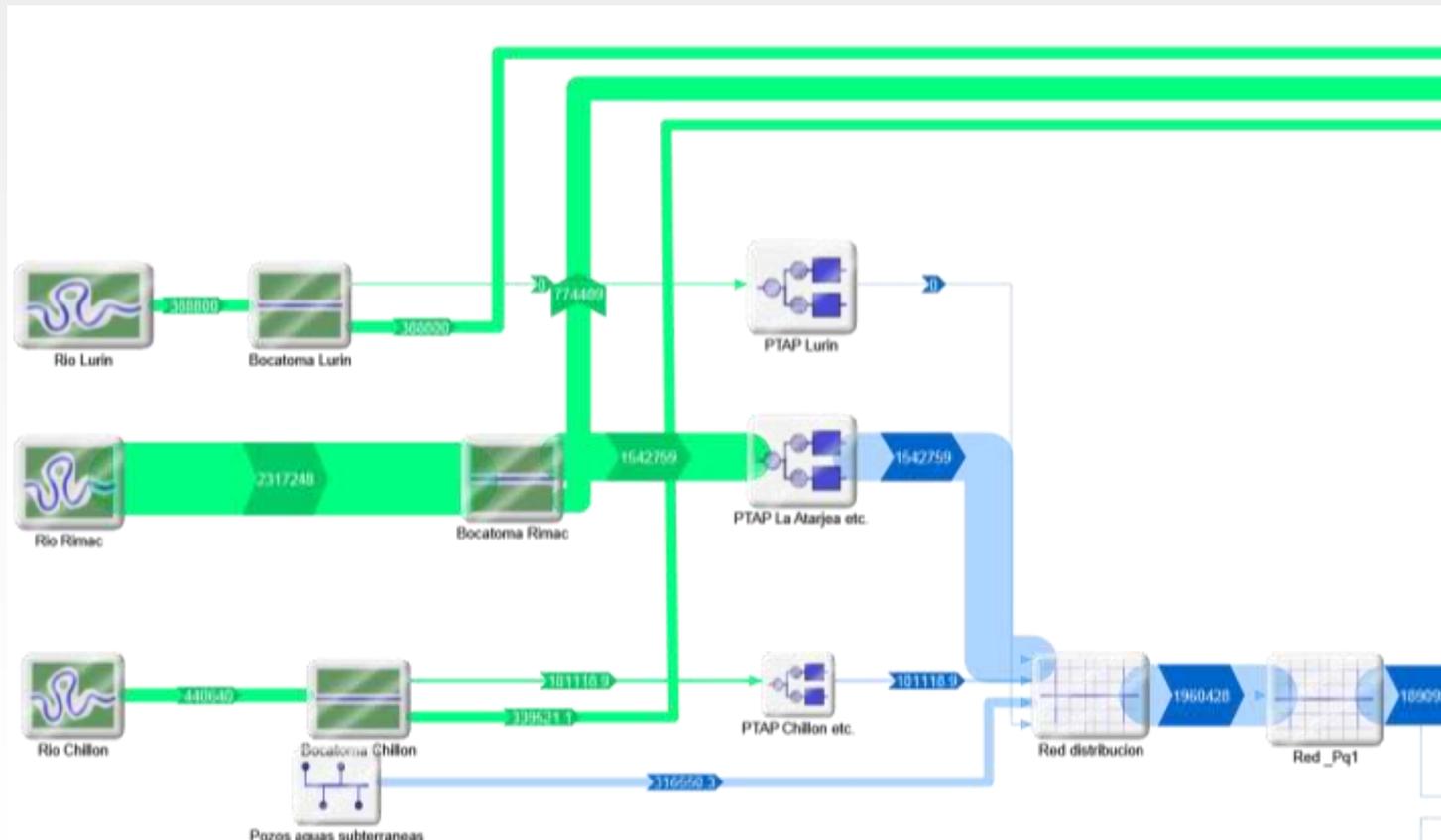
Una parte del sistema: Fuentes de agua (en detalle)



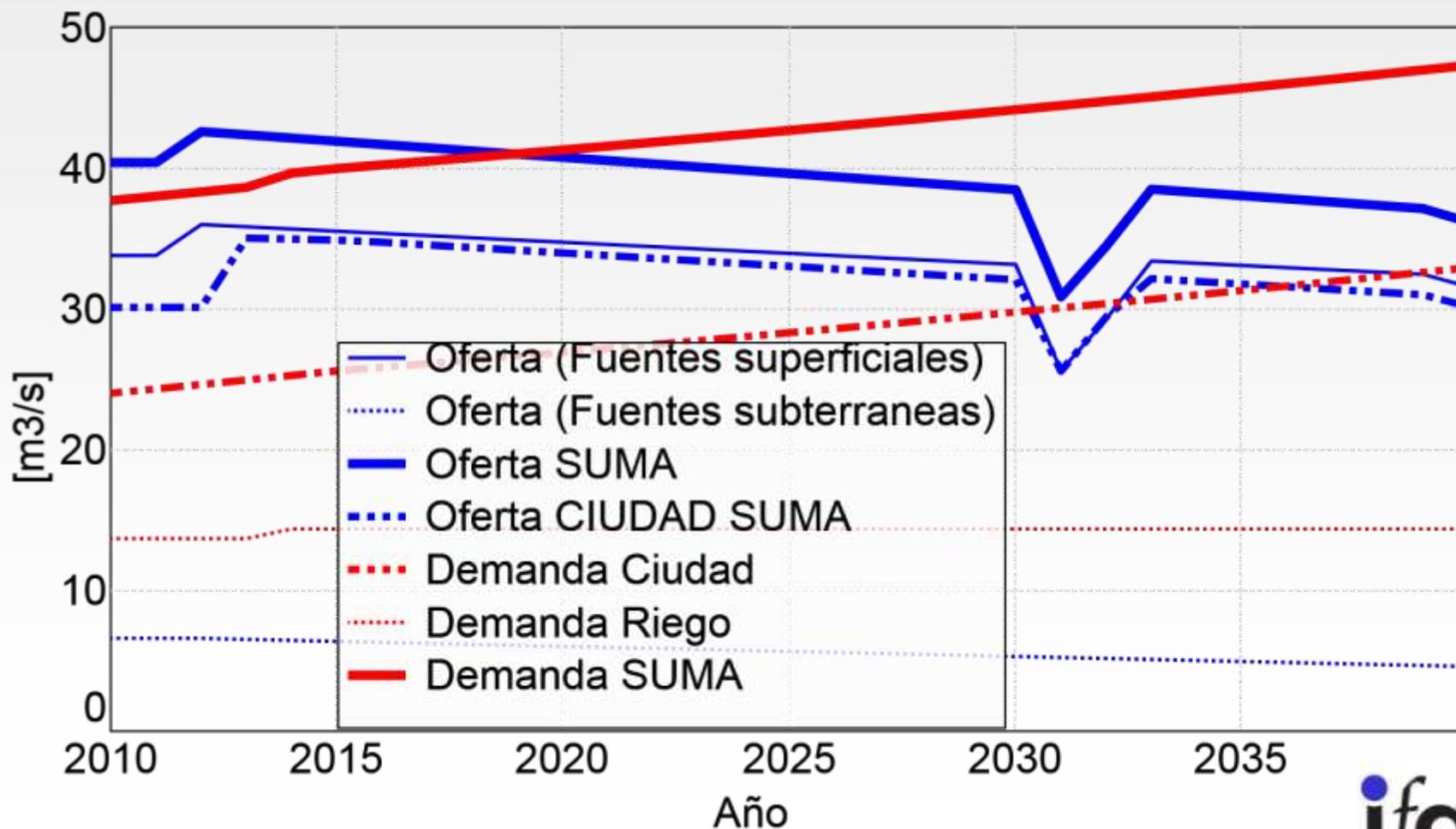
Simulador del sistema de aguas y desagües en Lima: “LiWatool” (5)



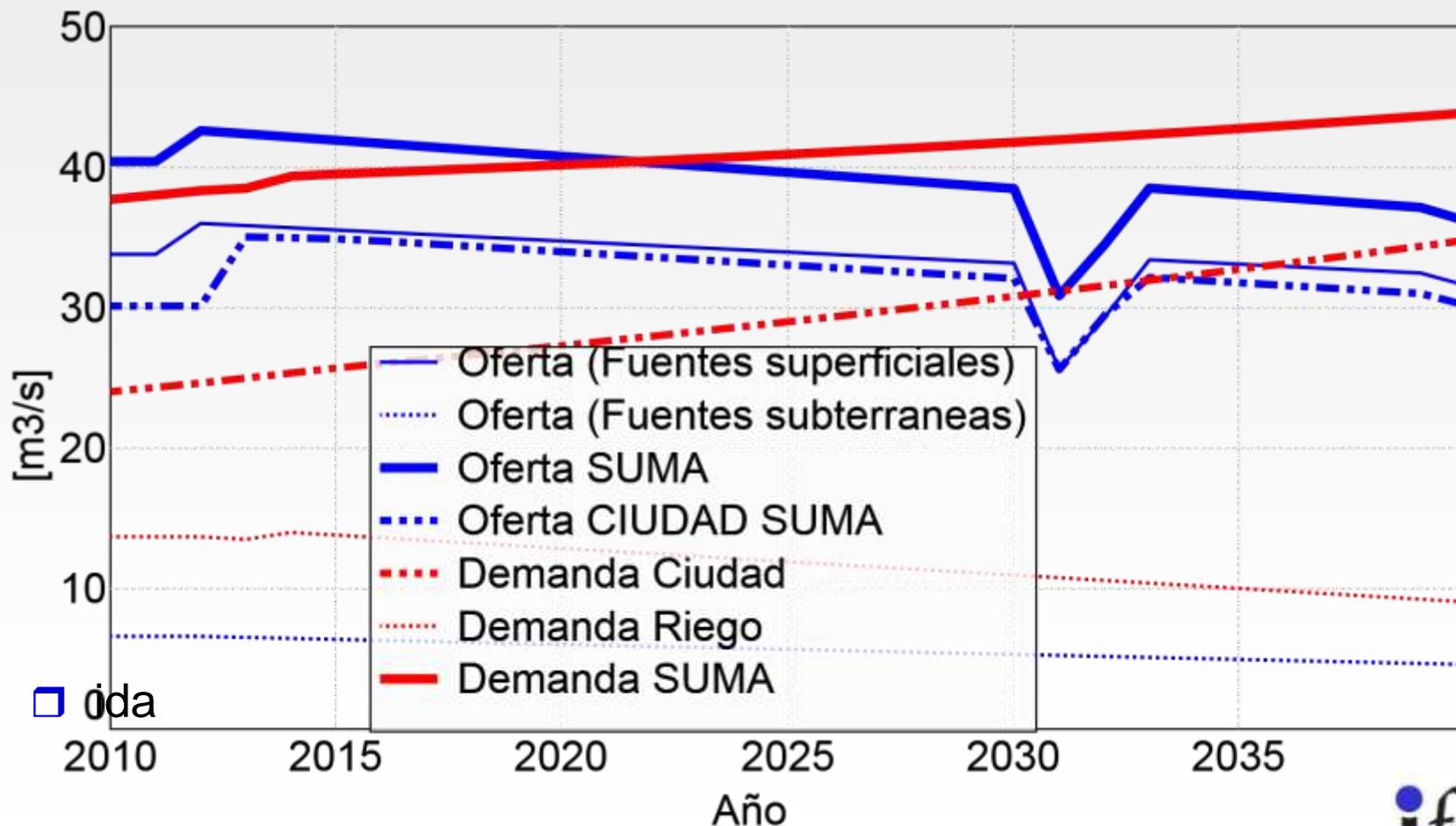
- Una parte del sistema: Fuentes de agua



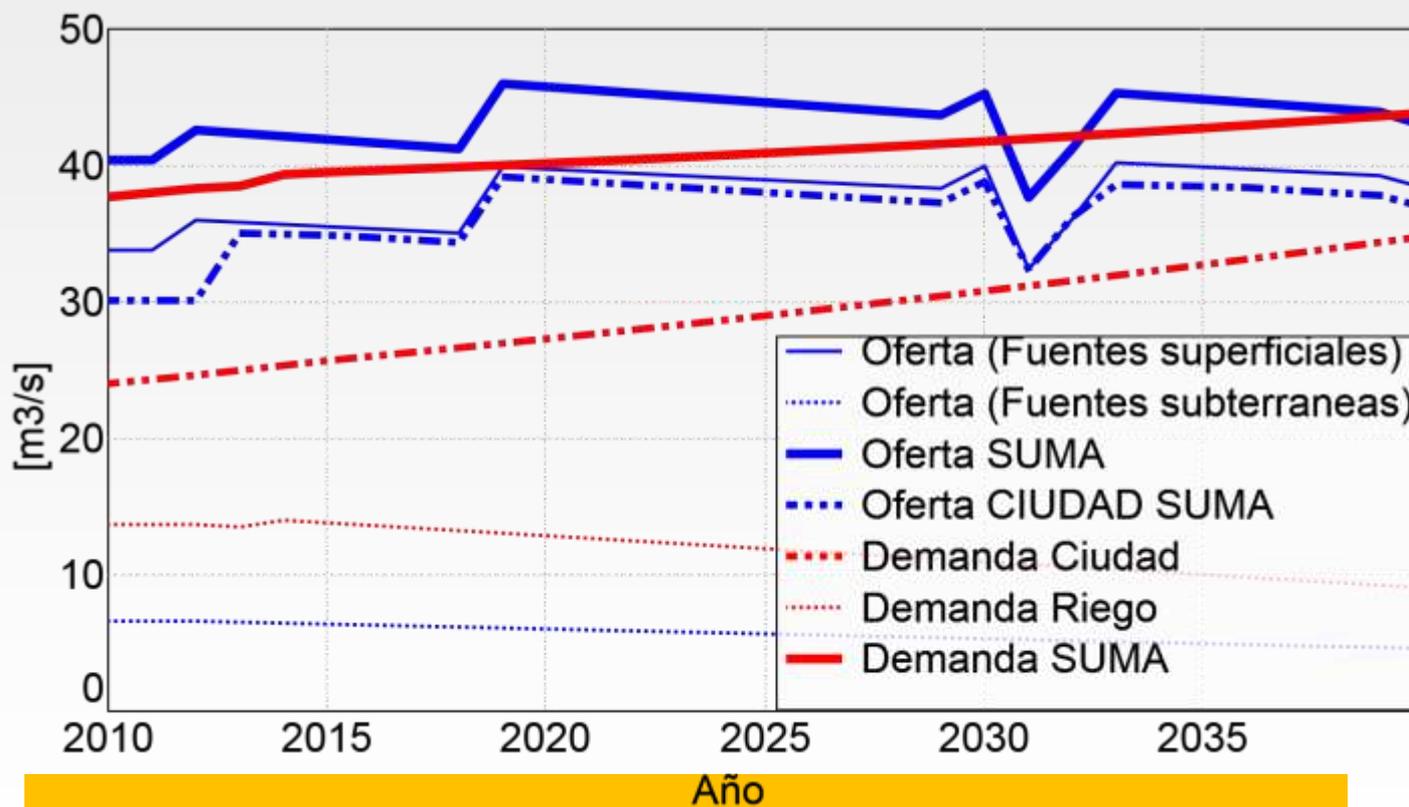
□ Si sigue como es y si hacemos nada (Escenario 0)



Medidas aisladas (Escenario A)

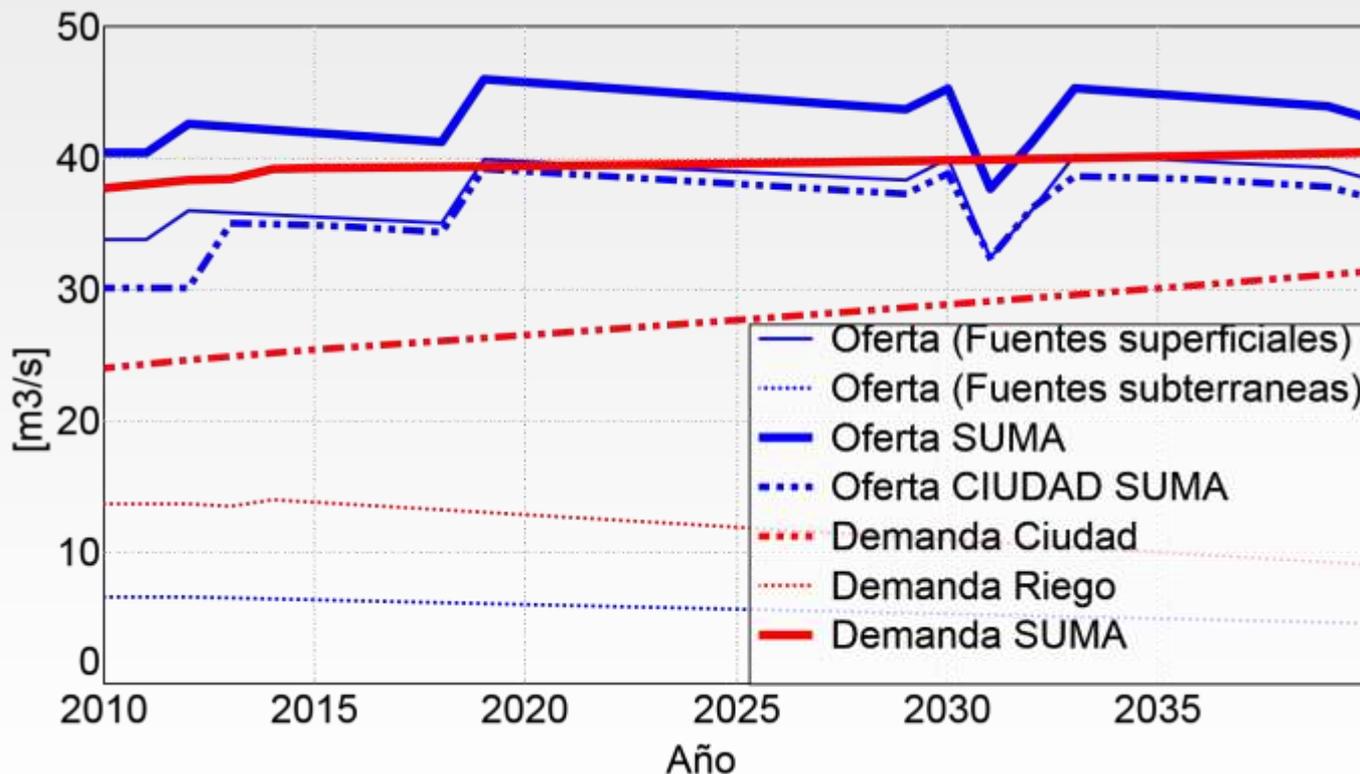


Medidas aisladas (Escenario A)



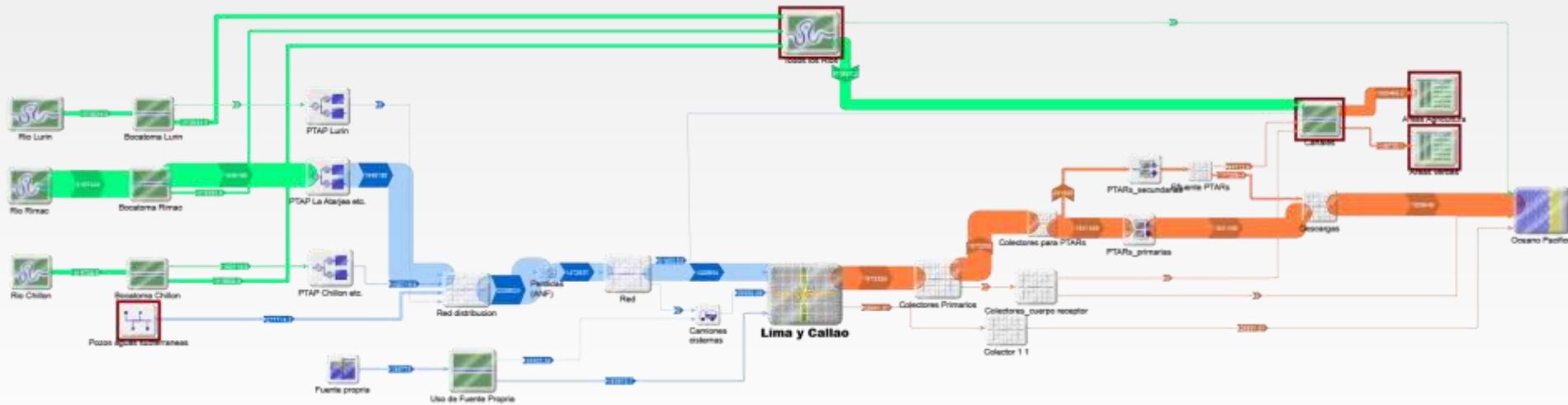
Con reservorios Marca II y Marca V

Medidas aisladas (Escenario A)

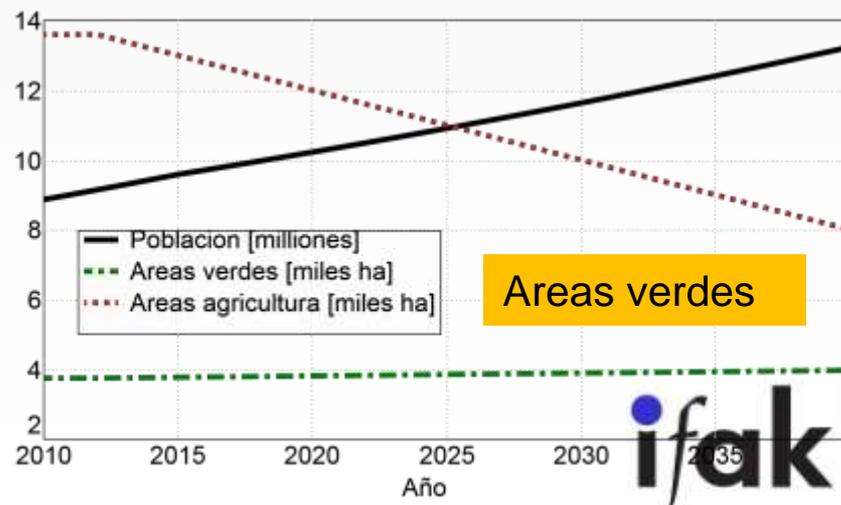
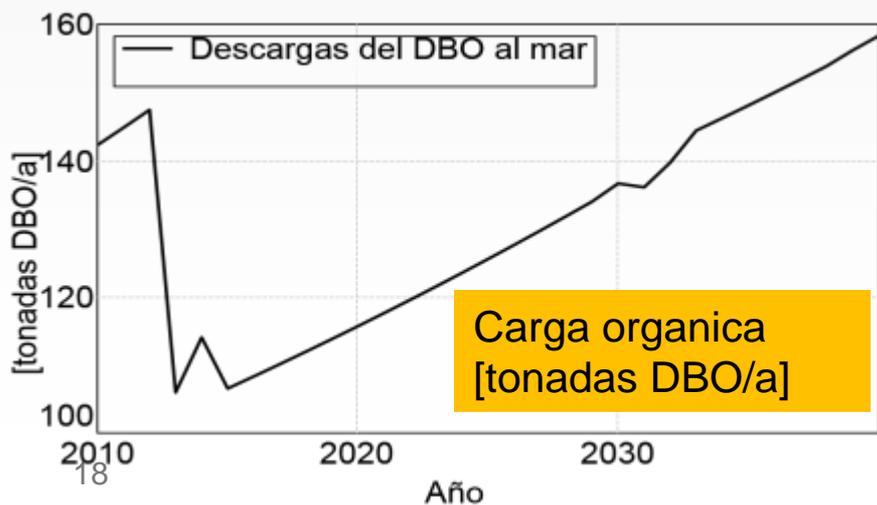
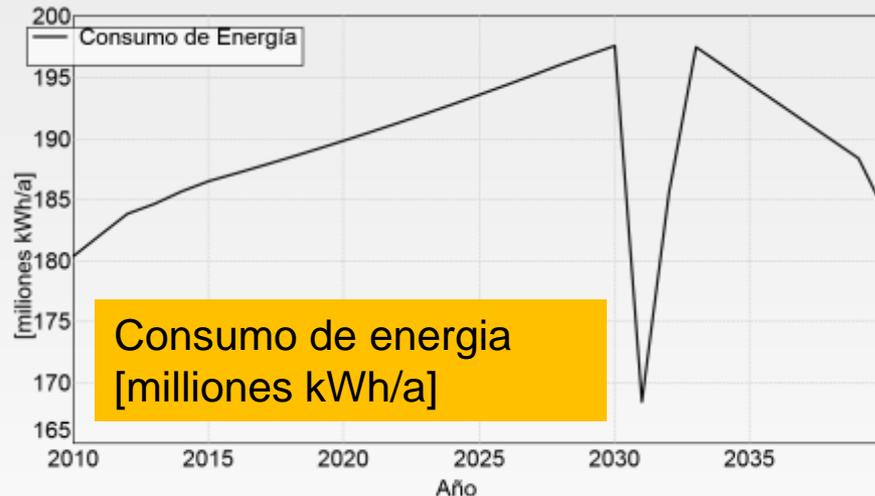
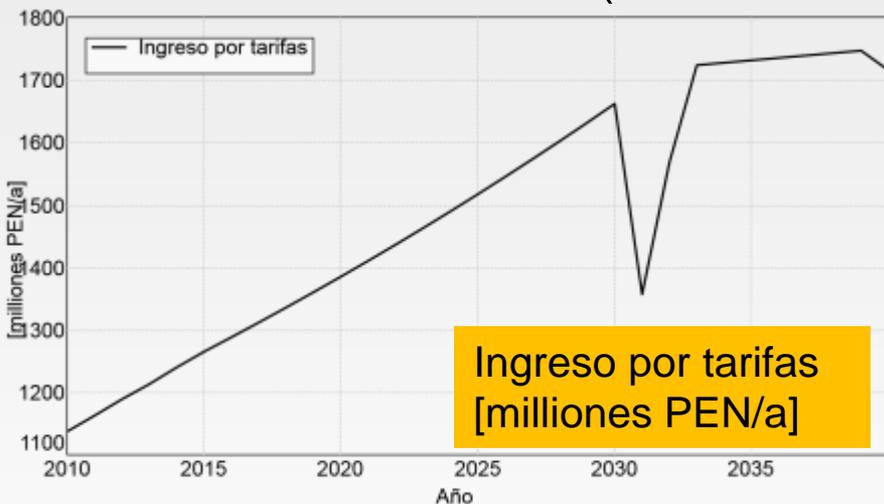


- Con reservorios Marca II y Marca V
- Con campañas de ahorro de agua

Medidas aisladas (Escenario A)



Medidas aisladas (Escenario A)



Resumen de los criterios (Escenario A)

En la siguiente tabla se muestran los PROMEDIOS de todos los 31 años simulados
PROMEDIOS

Criterio	Valor	Unidad
Consumo deseado por hab.	151.402	l/hab/día
Agua potable suministrado	18.552	m3/s
Consumo agua potable deseado total	19.162	m3/s
Demanda ciudad	29.145	m3/s
Demanda total (incl. riego)	40.948	m3/s
Oferta total (incl. rios,..)	39.258	m3/s
Oferta - Demanda total	-1.689	m3/s
Ingreso por tarifas	1483.997	millones PEN/a
Consumo de energía	189.466	millones kWh/a
Desagües	671.617	millones m3/a
Descarga DBO al mar	131.388	tonadas DBO/a

Planeamiento más detallado



- **Planeamiento detallada de infraestructura, p.e. plantas**
p.e. simulación detallada

- **Planeamiento de tarifas**

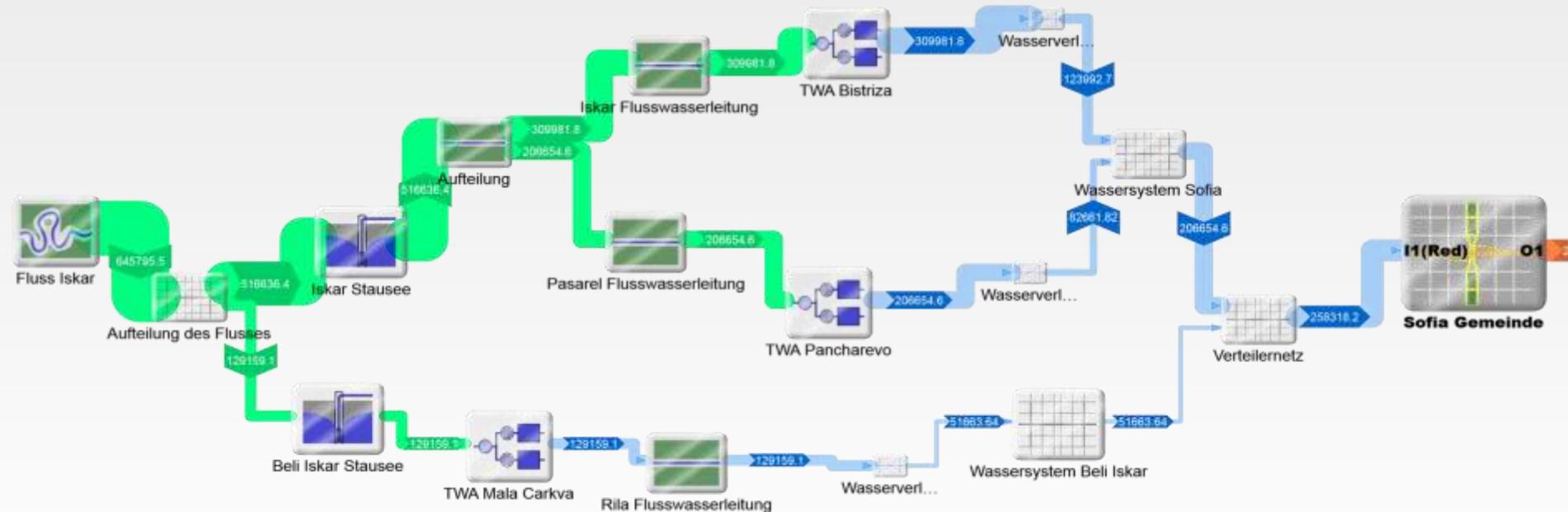
- **Planeamiento espacial**

Distribucción espacial, areas verdes, ...

- **Uso educativo, concientización**



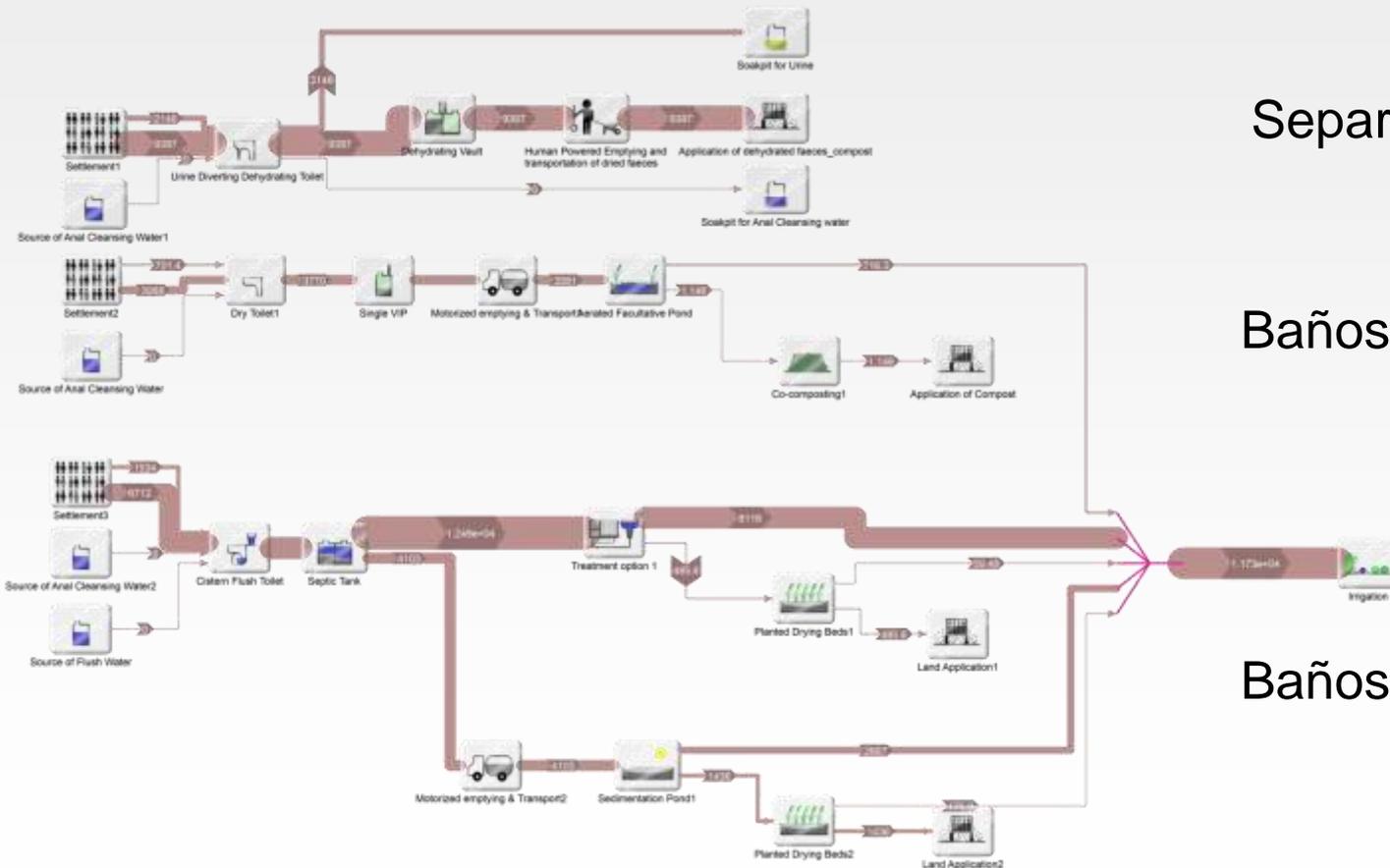
Aplicación de LiWatool para Sofia/Bulgaria



Fuente: Ormandzhieva (2013)



Aplicación para Kigali/Rwanda: Evaluando los varios tipos de saneamiento



Separación de la urina

Baños secos

Baños convencionales

MUCHAS GRACIAS!

SULPAYKI

THANK YOU!

VIELEN DANK!

manfred.schuetze@ifak.eu

LiWa