

La Gestión participativa del Agua utilizando la Herramienta de Modelación „LiWatool“

Christian D. León

ZIRN Universität Stuttgart

Gloria Robleto, Manfred Schütze, Jens Alex

Ifak e.V. Magdeburg

Semana de la Facultad de Ingeniería Ambiental

„Ingeniería Ambiental en el Tercer Milenio para Preservar el Ambiente“

Lima, 08.11.2010



Proyecto LiWa

FOMENTADO POR EL



Ministerio Federal
de Educación e
Investigación
(BMBF)

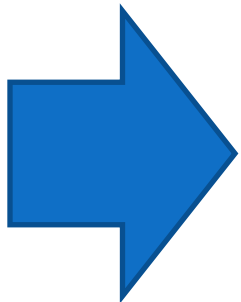
- “Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros de crecimiento urbano afrontando el cambio climático
- Conceptos para Lima Metropolitana (Perú)”
- Programa de investigación del gobierno alemán „Desarrollo sostenible en Megaciudades del Futuro – Energía y Cambio Climático“
- Financiamiento: Ministerio Federal de Educación e Investigación, Alemania (BMBF), 2008-2013
- Socios:
 - Alemania: Ifak, Universidad de Stuttgart, UFZ Leipzig, Universidad Ostfalia, Ingenieurbüro Scholz & Dalchow
 - Perú: SEDAPAL, Universidad Nacional de Ingeniería, Foro Ciudades para la Vida, FOVIDA

Objetivos del Proyecto LiWa

- Investigar las **consecuencias del cambio climático** y el desarrollo de otros factores para la situación del agua y saneamiento en Lima y Callao en el año 2030/40
- Diseñar y aplicar **herramientas e instrumentos** para que la megaciudad pueda enfrentar las consecuencias
 - Escenarios, Modelos, Gobernanza, Tarifas, Educación
- Elaborar y proponer **estrategias y medidas de adaptación** al cambio climático para el sector agua y saneamiento en la ciudad de Lima y Callao

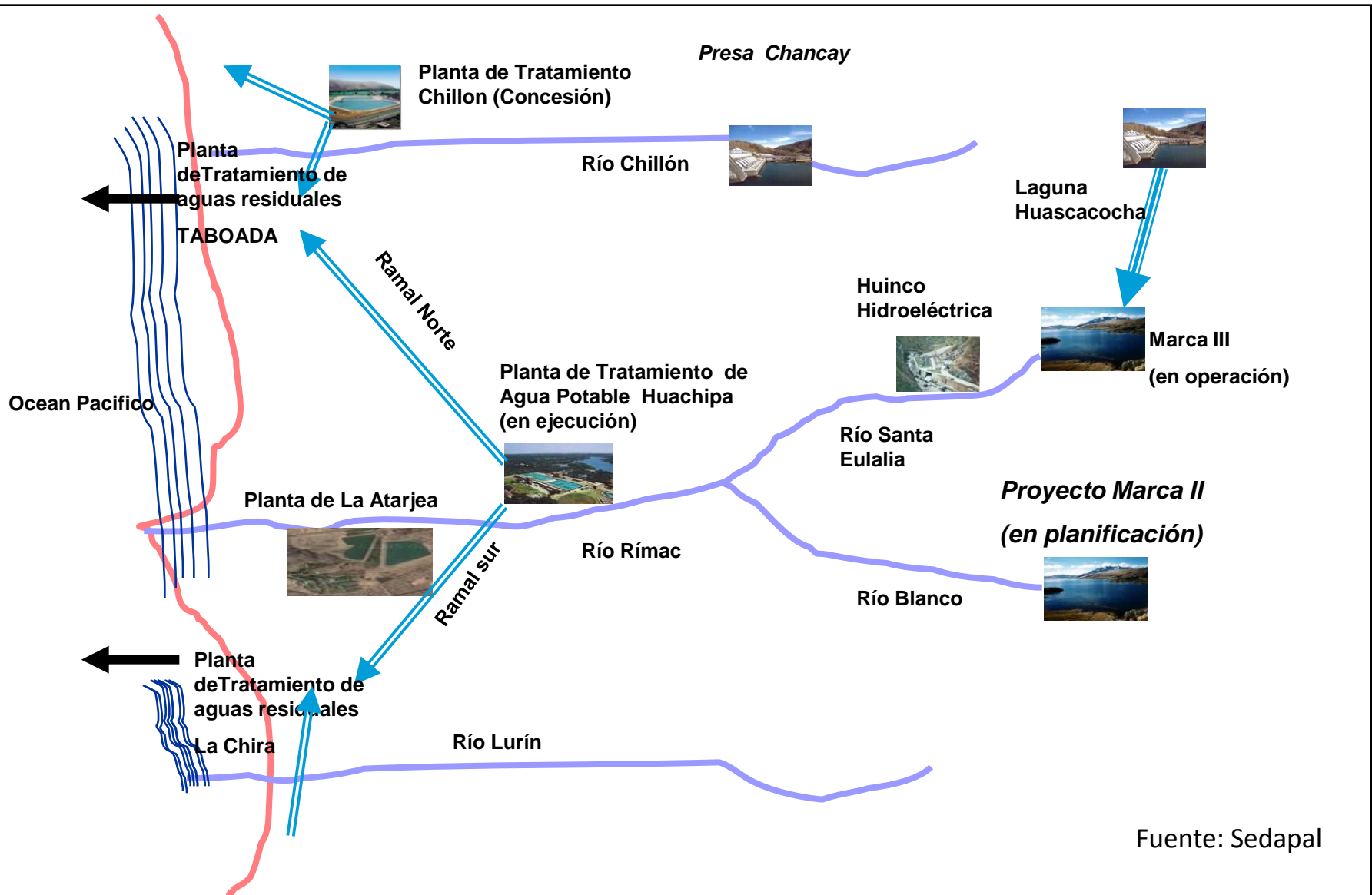
Diagnóstico para Lima-Callao

- Institucional: rol adscrito y legitimación (marco legal) Ministerios, Intendencias, Autoridades, Municipalidades (provincial, distrital), Operadores (estatal, privado, social)
- Complejidad del sistema urbano de agua
- Interacciones con otros sectores (planificación urbana, salud, ambiente)
- Dependencia de rios/cuencas y clima/lluvias
- Escenarios (no: prognósticos) para el futuro: variabilidad climática, social, política, institucional



Necesidad de herramientas para la toma de decisiones basadas en cooperación y participación

Sistema de agua y aguas residuales de Lima y Callao



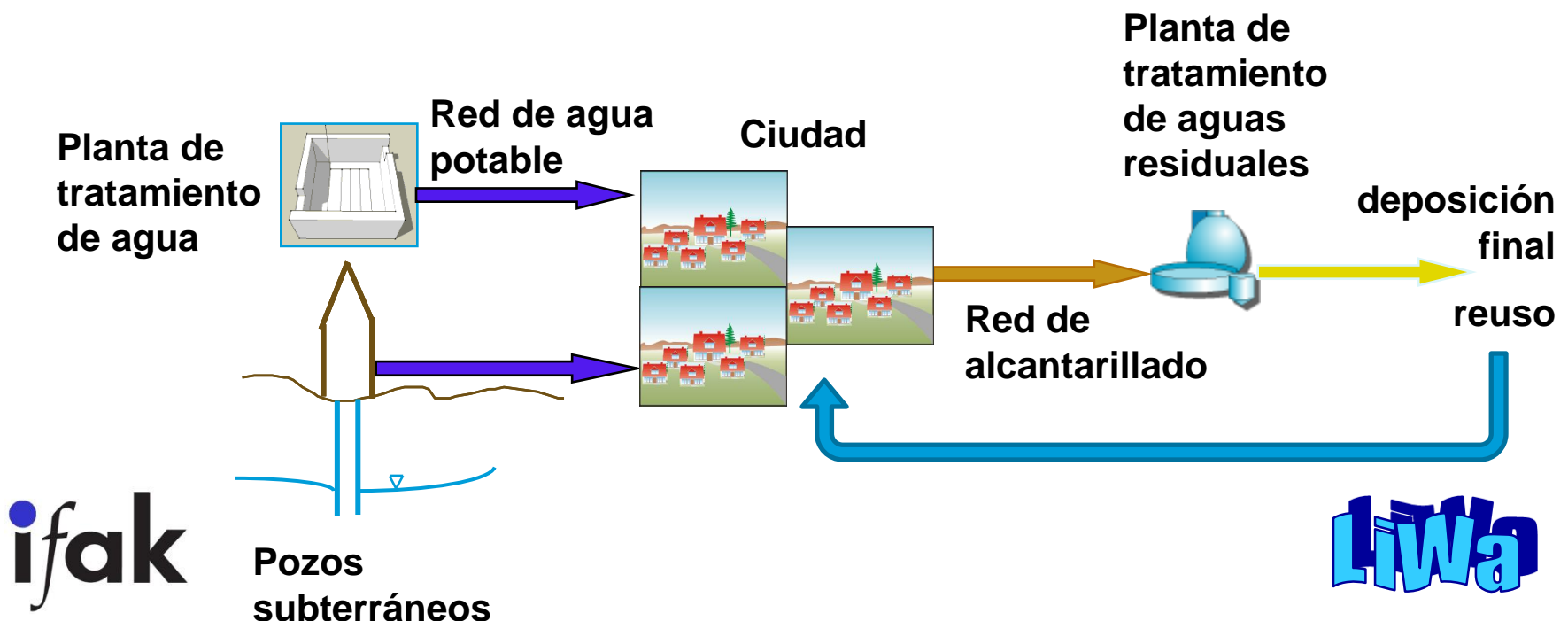
Estratégias para Lima-Callao

- Oferta: megaproyectos (reservorios y trasvases), desalinización, reuso de aguas residuales
- Eficiencia: Tecnologías (inversión, operación, aceptación)
- Acceso: red pública (conexiones, control de pérdidas)
- Geografía: conceptos alternativos
- Económico: tarifas, micro-medición
- Educación y concientización

Macromodelación a gran escala: LiWatool

Objetivo

- Visión integral (y a gran escala) del sistema aguas y aguas residuales de la ciudad de Lima y Callao para el planeamiento y desarrollo de los sistemas
- Incluyendo diferentes datos y planos existentes

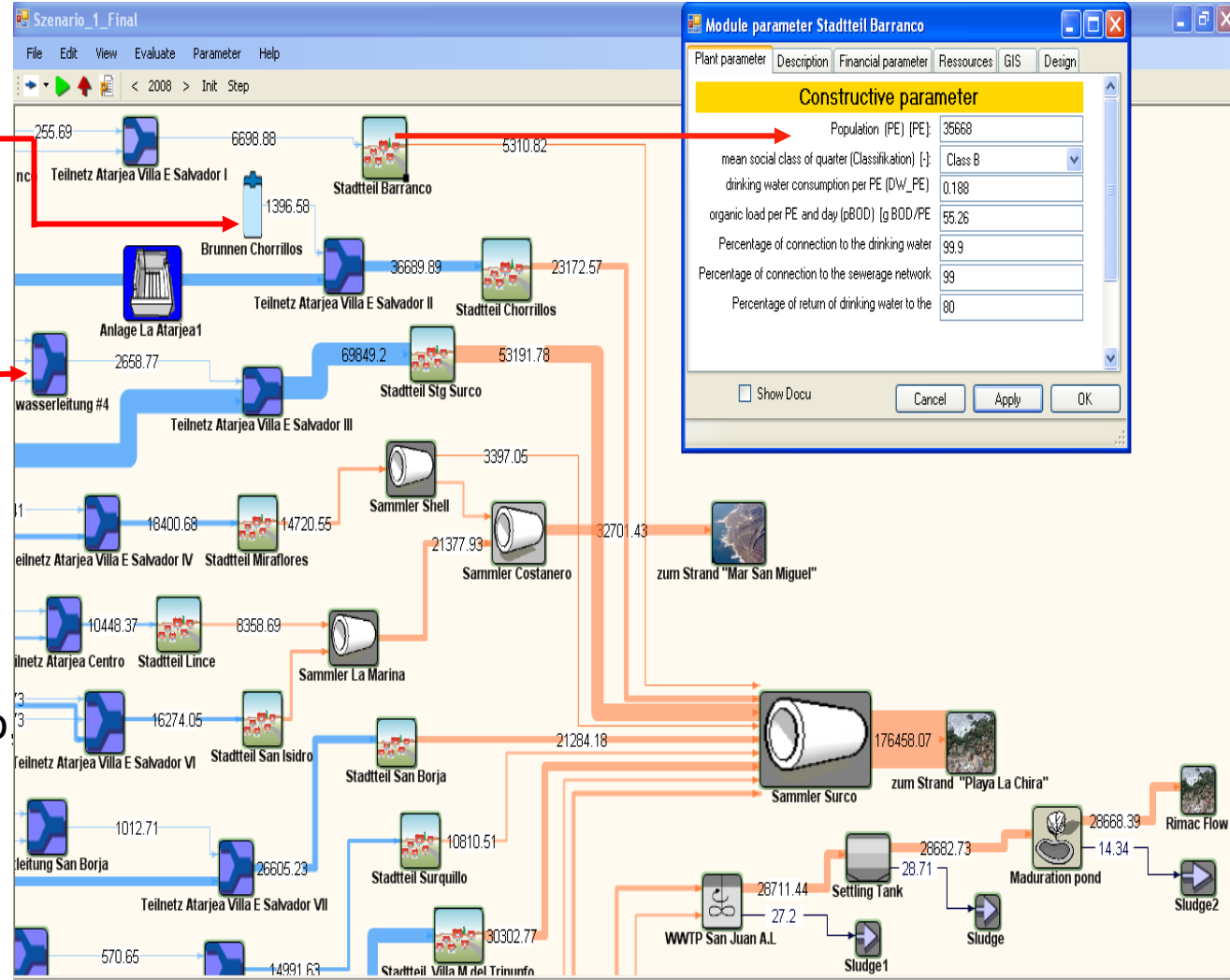


Componentes de "LiWatool" (1)



■ Bloques representan las diferentes partes del sistema (p.e pozos, Red de agua potable, la ciudad, PTARs, ...)

■ Informaciones (p.e. crecimiento poblacional, cobertura a la red de agua potable, de alcantarillado, pérdidas, consumo de agua,)



Componentes de "LiWatool" (2)



Ecuaciones de diseño para PTAR S

Introducción de informaciones p.e Población conectada Agua no contabilizada, consumo de agua, niveles socioeconómicos

Flow balance equ

Constant: 0
I1: 1
I2: 1
O1: -1/(100-Waterlosses/100)

The coefficients of this dialog define a flow balance equation in the form of $Constant - I1 \cdot I1 - \dots - O1 \cdot O1 = 0$.
Flow balance parameters should be defined as constant values. Exceptionally it is also possible to define the coefficients as functions of input fractions or flow rates, output flow rates, parameters or variables. In this case the calculation of the flow balance becomes non-linear and causes a increased numerical effort.

Update Language DB New Misc... Apply

Block Stadtteil Barranco of type liwa_quarter3

Parameter

Parameter	Value	Unit
Population	35668	f PE
mean social class of quarter	Class B	-
drinking water consumption per PE	0.19: f(t)	m ³ /d/PE
organic load per PE and day	55.26	g BOD ₅ /PE d
Percentage of connection to the drinking water network	99.9: f(t)	0...100
Percentage of connection to the sewerage network	99: f(t)	0...100
Percentage of return of drinking water to the system	80	0...100

Flexible para la descripción del modelo

Procesamiento de series de tiempo



a1Stedit

	Stadtteil Barranco/PE	Stadtteil Chorrillos/DIV_PE	Stadtteil Miraflores/popolabte	Stadtteil Lince/PE	Stadtteil San Isidro/popolabte	Stadtteil San Borja/PE	Stadtteil Surquillo/popolabte	Stadtteil Villa M del Triunfo/PE	Stu La post.
2008	35668	0.188	98.9	264527	0.146	95	53308	0.196	1
2009	35824	0.188	100	265171	0.146	95	53703	0.195	1
2010	35960	0.187	100	265815	0.146	95	54098	0.195	1
2011	36096	0.186	100	266459	0.146	94.8	54493	0.195	1
2012	36232	0.185	100	267103	0.147	94.8	54888	0.195	1
2013	36368	0.184	100	267747	0.147	94.8	55283	0.195	1
2014	36504	0.183	100	268391	0.147	94.8	55678	0.195	1
2015	36640	0.182	100	269035	0.147	94.6	56073	0.195	1

Sistema de agua de la zona sur de Lima: pozos, distritos, plantas de tratamiento de aa.rr.,...



Fuente: Schütze

© 2007 Google™



WWTP San Juan

Sichthöhe 13.56 km

Image © 2008 DigitalGlobe
Übertragung 100%
San Gen... Höhe 123 m

Aplicación del LiWatool (1)



Base: Modelamiento del sistema de agua potable y aguas residuales para una parte de Lima

Objetivo: Análisis de la demanda y oferta de agua tomando en cuenta las pérdidas de agua

Caso base: sistema de agua y aguas residuales año 2008 (datos de diseño)

Datos y suposiciones

- Población: según Censo Nacional (2007)
- Fuentes de abastecimiento: (diferentes en cada distrito)
 - Agua subterránea, Agua superficial (Planta La Atarjea y Chillón), camiones cisternas
- Consumo de agua: (diferente en cada distrito, según proyecciones de Sedapal): 120 – 260 l/(hab*d)
- Cobertura: Agua potable 86-90% (proyecciones de Sedapal); Alcantarillado: 75 – 90 % (supuesto)
- Pérdidas de agua: 36% (supuesto)

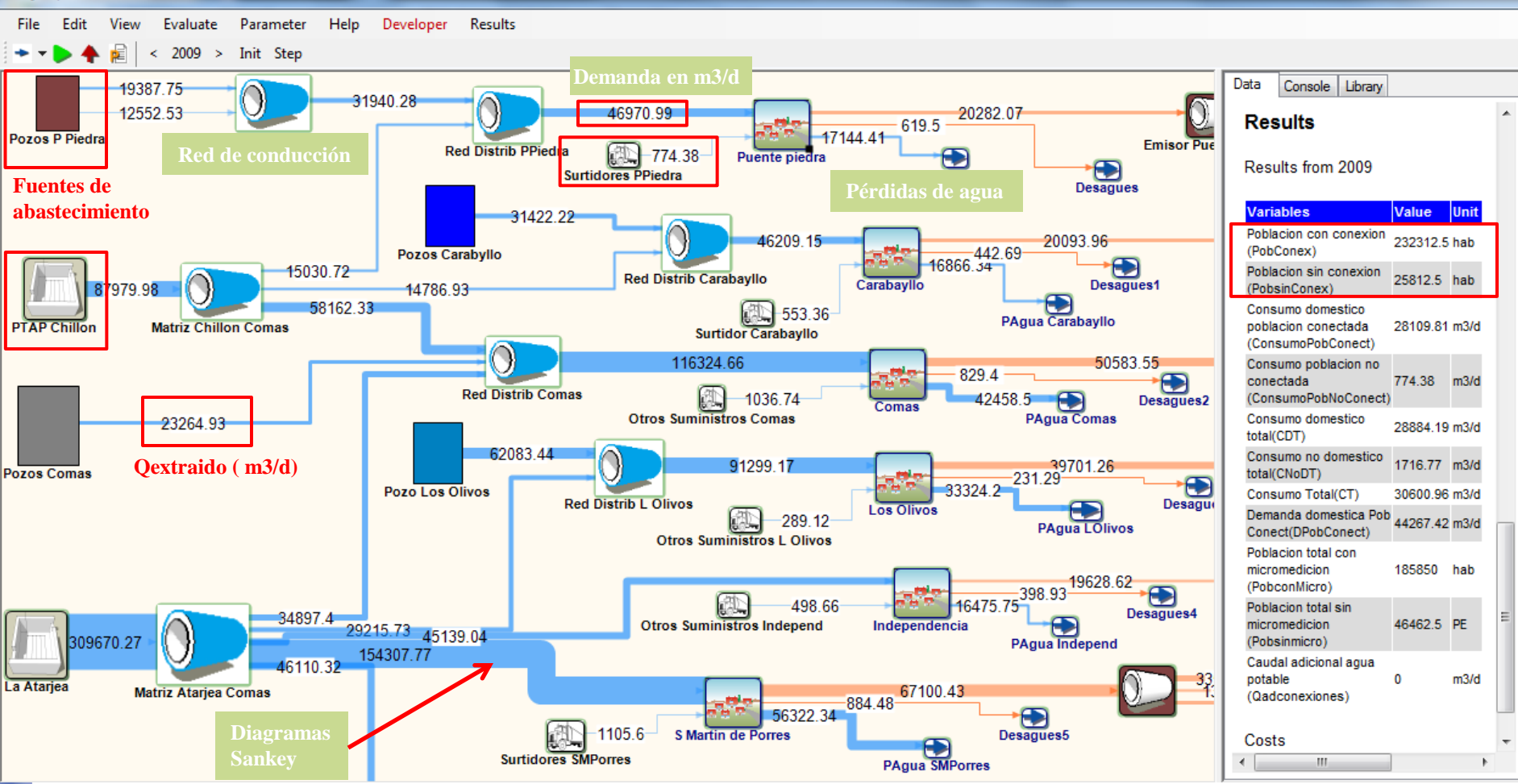
Caso 1: Modelamiento del sistema de agua potable tomando en cuenta la reducción de pérdidas en tres distritos importantes (Puente Piedra, Comas y San Martín de Porres)

Objetivo: Análisis de la reducción adicional de pérdidas y la determinación del caudal de agua recuperado y la población adicional que podría ser abastecida.

Datos y suposiciones

- Población: proyecciones anuales sobre la base del censo 2007
- Fuentes de abastecimiento : similar al caso base
- Consumo de agua en el presente y en el futuro (diferente en cada uno de los distritos): 120-260 l/(hab*d)
- Cobertura: leve incremento de la cobertura para los distritos que hoy tienen menos del 100 % (datos de diseño)
- **Pérdidas de agua: reducción adicional de 2% por año (sobre el porcentaje de pérdida esperada o proyectada)**

Modelo del sistema de agua y visualización de los resultados (año 2009) mediante diagramas Sankey



Data Console Library

Results

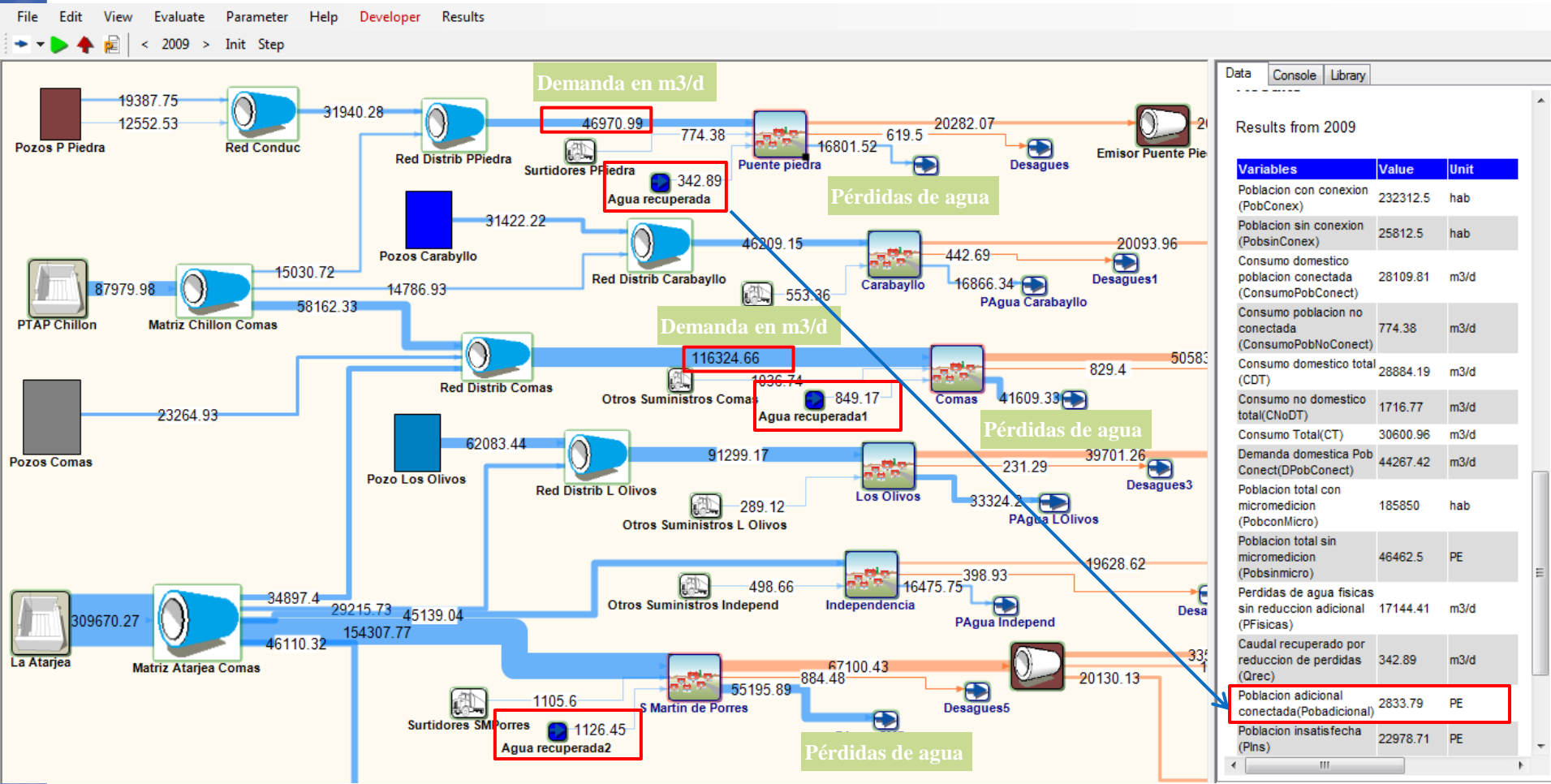
Results from 2009

Variables	Value	Unit
Poblacion con conexion (PobConex)	232312.5	hab
Poblacion sin conexion (PobsinConex)	25812.5	hab
Consumo domestico poblacion conectada (ConsumoPobConect)	28109.81	m3/d
Consumo poblacion no conectada (ConsumoPobNoConect)	774.38	m3/d
Consumo domestico total (CDT)	28884.19	m3/d
Consumo no domestico total (CNoDT)	1716.77	m3/d
Consumo Total (CT)	30600.96	m3/d
Demanda domestica Pob Conect (DPobConect)	44267.42	m3/d
Poblacion total con micromedicion (PobconMicro)	185850	hab
Poblacion total sin micromedicion (Pobsinmicro)	46462.5	PE
Caudal adicional agua potable (Qadconexiones)	0	m3/d

Costs

Elaboración: ifak en cooperación con Sedapal

Modelo del sistema de agua aplicando la reducción de pérdidas en los distritos mencionados (Puente Piedra, Comas y San Martin de Porres)



Elaboración: ifak en cooperación con Sedapal

Resultados del Caso base: distrito de Puente Piedra (año 2008-2020)

	PobConex	PobsinConex	ConsumoPobConect	ConsumoPobNoConect	CDT	CNoDT	CT	DPobConect	PAgua
	Poblacion con conexion	Poblacion sin conexion	Consumo domestico poblacion conectada	Consumo poblacion no conectada	Consumo domestico total	Consumo no domestico total	Consumo Total	Demanda domestica Pob Conect	Perdidas de agua
	hab	hab	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d
2008	221277.6	24586.4	26553.31	737.59	27290.9	1700.35	28991.26	41684.95	16100.6
2009	232312.5	25812.5	28109.81	774.38	28884.19	1716.77	30600.96	44267.42	17144.41
2010	240644.43	29742.57	29358.62	892.28	30250.9	1734.05	31984.95	45517.24	17113.02
2011	251557.61	31091.39	30186.91	932.74	31119.65	1751.33	32870.98	46801.42	17578.41
2012	261880.97	33030.03	31163.84	990.9	32154.74	1769.47	33924.21	48286.08	18094.44
2013	267853.98	39318.02	32142.48	1179.54	33322.02	1786.75	35108.77	49802.41	18641.63
2014	277268.71	42165.29	33549.51	1264.96	34814.47	1804.9	36619.37	51950.32	19390.73
2015	287912.13	43783.87	35125.28	1313.52	36438.8	1823.04	38261.84	54373.5	20247.22
2016	298531.8	44608.2	36719.41	1338.25	38057.66	1841.18	39898.84	56814.81	21103.02
2017	308831.73	46147.27	38295.13	1384.42	39679.55	1859.33	41538.88	59234.55	21956.08
2018	320221.94	47005.06	40347.96	1410.15	41758.12	1878.34	43636.45	62361.62	23038.46
2019	332029.98	47867.02	42167.81	1436.01	43603.82	1896.48	45500.3	65164.28	24030.73
2020	376498.79	16506.21	47815.35	495.19	48310.53	1915.49	50226.02	73789.11	27014.28

Resultados de la reducción de pérdidas: sin/con reducción adicional de 2% anual

sin reducción adicional Con reducción adicional = 2% anual

	PobConex	PobsinConex	ConsumoPobConect	ConsumoPobNoConect	CDT	CNoDT	CT	DPobConect	PobconMicro	Pobsinmicro	PFisicas	Qrec	Pobadicional	PIns
	Poblacion con conexion	Poblacion sin conexion	Consumo domestico poblacion conectada	Consumo poblacion no conectada	Consumo domestico total	Consumo no domestico total	Consumo Total	Demanda domestica Pob Conect	Poblacion total con micromedicion	Poblacion total sin micromedicion	Perdidas de agua fisicas sin reduccion adicional	Caudal recuperado por reduccion de perdidas	Poblacion adicional conectada	Poblacion insatisfecha
	hab	hab	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	hab	PE	m3/d	m3/d	PE	PE
2008	221277.6	24586.4	26553.31	737.59	27290.9	1700.35	28991.26	41684.95	177022.08	44255.52	16100.6	322.01	2683.43	21902.97
2009	232312.5	25812.5	28109.81	774.38	28884.19	1716.77	30600.96	44267.42	185850	46462.5	17144.41	342.89	2833.79	22978.71
2010	240644.43	29742.57	29358.62	892.28	30250.9	1734.05	31984.95	45517.24	192515.54	48128.89	17113.02	342.26	2805.41	26937.16
2011	251557.61	31091.39	30186.91	932.74	31119.65	1751.33	32870.98	46801.42	201246.09	50311.52	17578.41	351.57	2929.74	28161.65
2012	261880.97	33030.03	31163.84	990.9	32154.74	1769.47	33924.21	48286.08	209504.77	52376.19	18094.44	361.89	3041.08	29988.95
2013	267853.98	39318.02	32142.48	1179.54	33322.02	1786.75	35108.77	49802.41	214283.19	53570.8	18641.63	372.83	3106.94	36211.08
2014	277268.71	42165.29	33549.51	1264.96	34814.47	1804.9	36619.37	51950.32	221814.97	55453.74	19390.73	387.81	3205.08	38960.21
2015	287912.13	43783.87	35125.28	1313.52	36438.8	1823.04	38261.84	54373.5	230329.7	57582.43	20247.22	404.94	3319.22	40464.66
2016	298531.8	44608.2	36719.41	1338.25	38057.66	1841.18	39898.84	56814.81	238825.44	59706.36	21103.02	422.06	3431.39	41176.81
2017	308831.73	46147.27	38295.13	1384.42	39679.55	1859.33	41538.88	59234.55	247065.38	61766.35	21956.08	439.12	3541.3	42605.97
2018	320221.94	47005.06	40347.96	1410.15	41758.12	1878.34	43636.45	62361.62	256177.56	64044.39	23038.46	460.77	3656.9	43348.16
2019	332029.98	47867.02	42167.81	1436.01	43603.82	1896.48	45500.3	65164.28	265623.98	66406	24030.73	480.61	3784.37	44082.65
2020	376498.79	16506.21	47815.35	495.19	48310.53	1915.49	50226.02	73789.11	301199.03	75299.76	27014.28	540.29	4254.22	12251.99

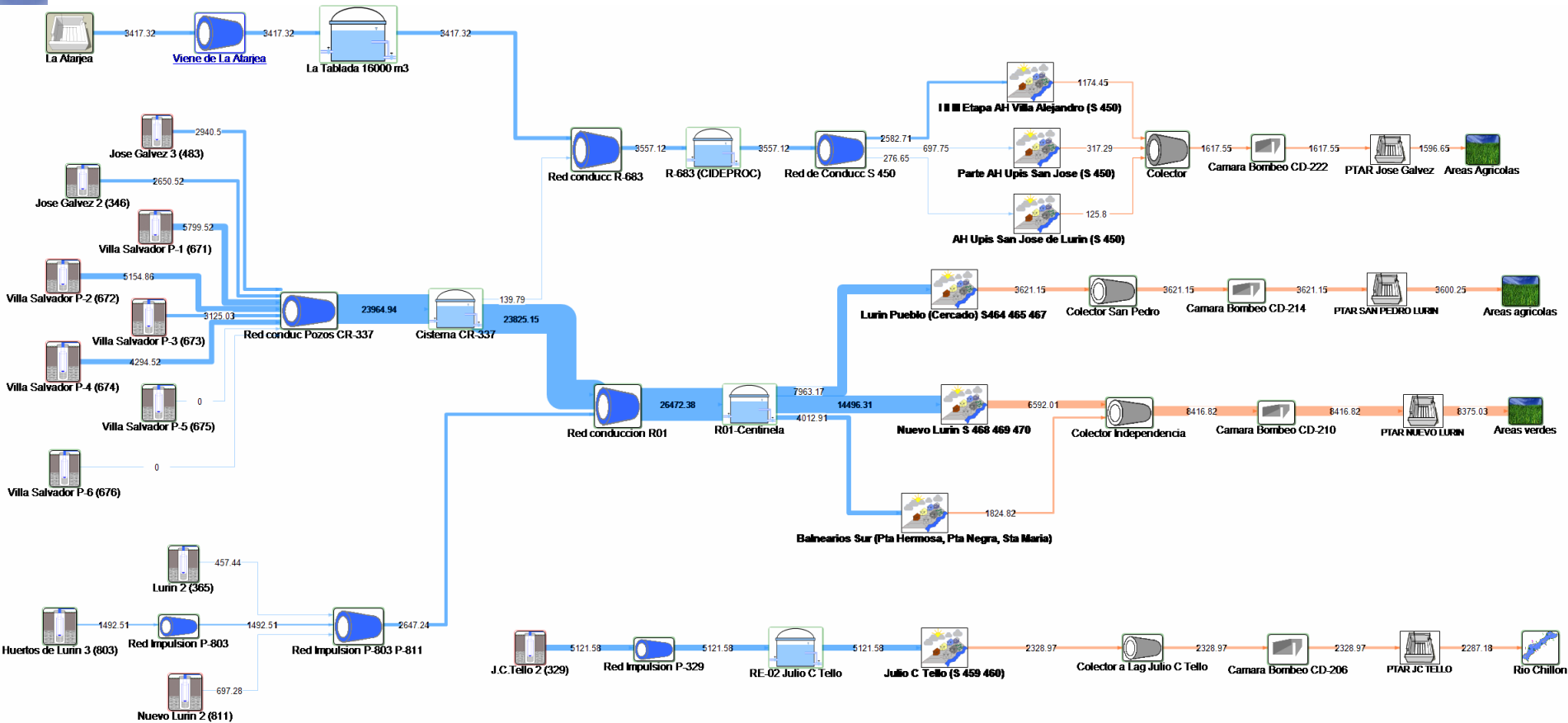
Aplicación de LiWatool (2)

- Objetivo: Identificar e implementar estrategias que permitan el mejoramiento de la gestión de las partes del sistema de agua seleccionado
- Caso: Sistema de pozos en el Distrito de Lurin

Strategy	Annual average energy consumption of the entire system [kWh/year]
Base case (year 2006)	20.937.250 (year 2006)
Strategy 0^[2]	96.064.188
Strategy 1^[3]	93.400.143
Strategy 2^[4]	93.378.608

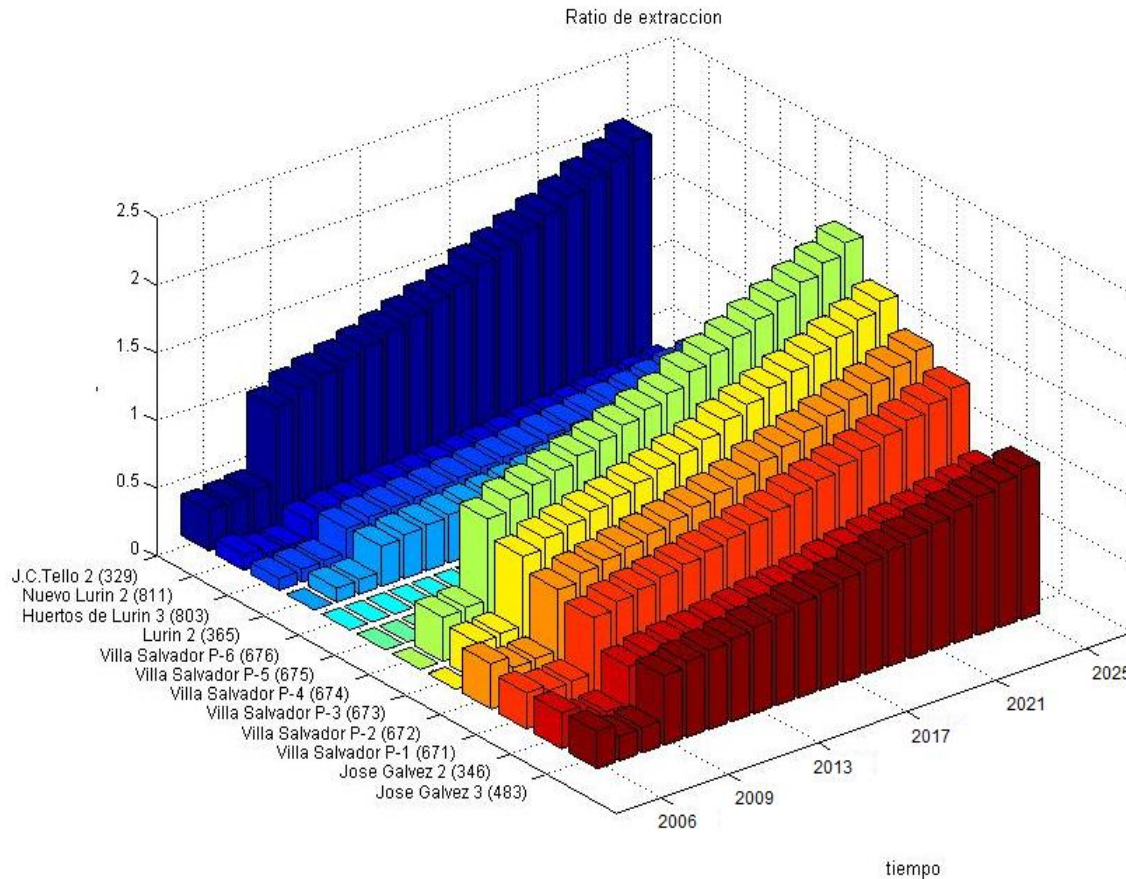
Presentación de resultados: Diagramas Sankey

■ Escenario A (año 2025)



Presentación de resultados: Ratios de extracción teóricos

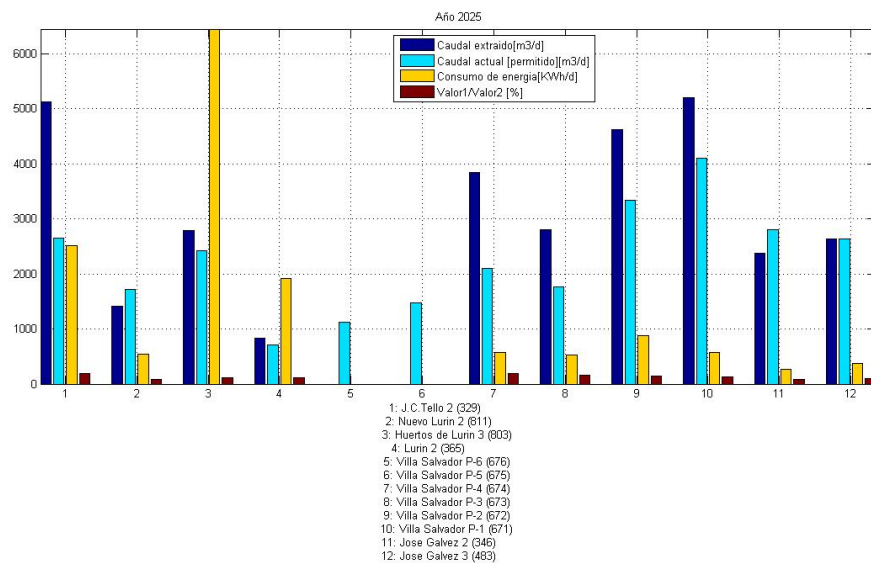
■ Escenario A



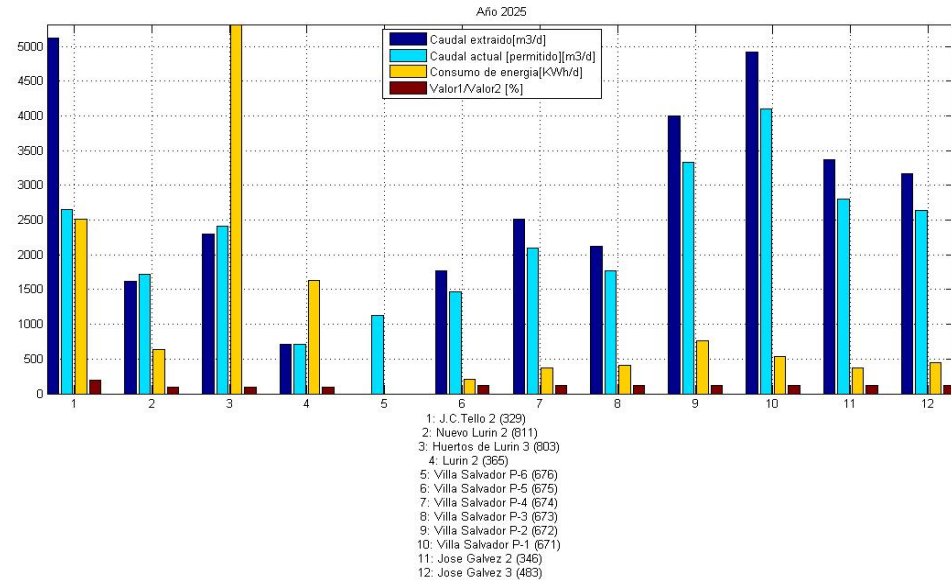
Presentación de resultados: Comparación de Estrategias

■ Escenario B

Resultados de la Estrategia 1 (año 2025)

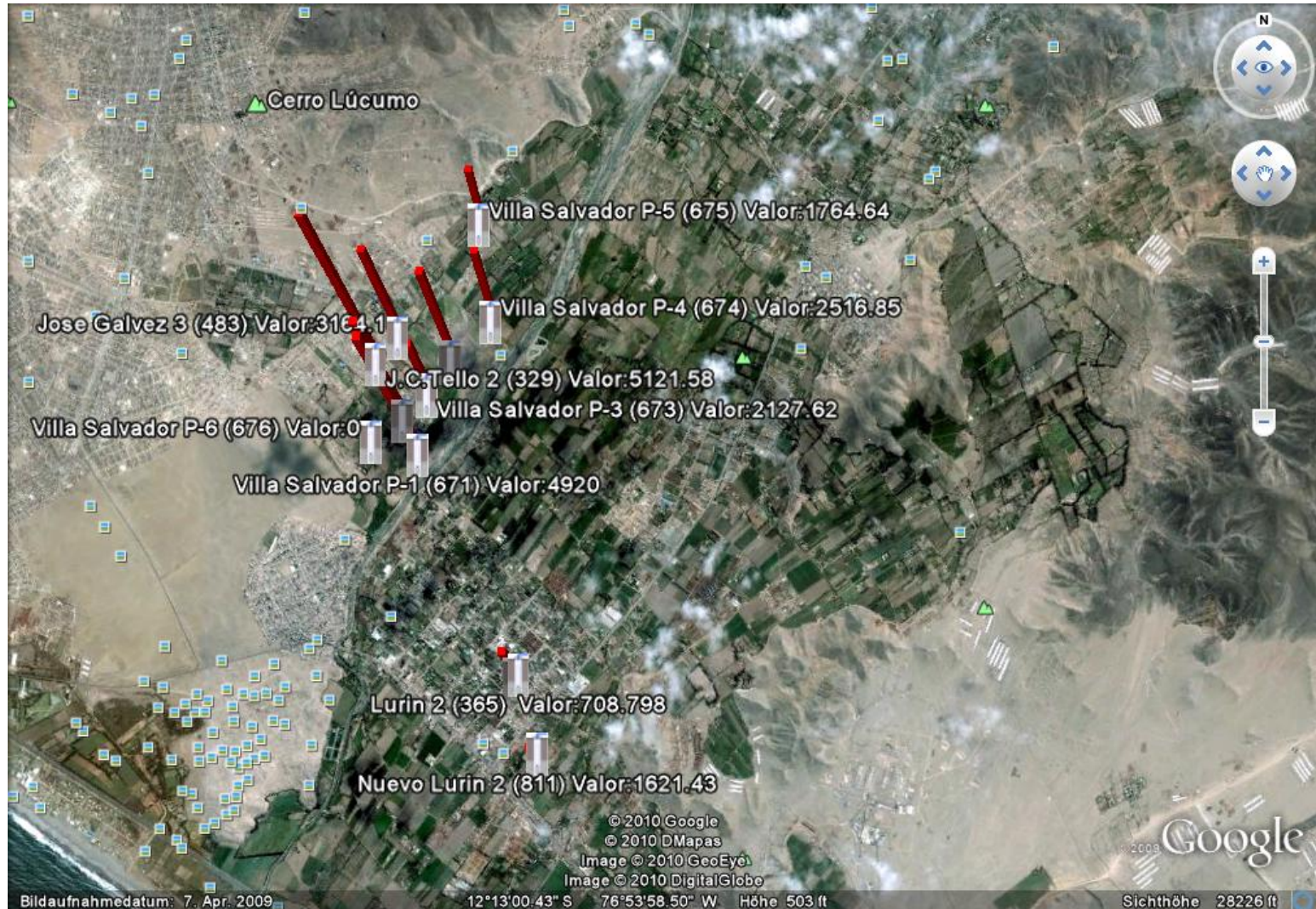


Resultados de la Estrategia 2 (año 2025)



Presentación de resultados: GoogleEarth

■ Escenario B Resultados de los pozos (Estrategia 2, año 2025)



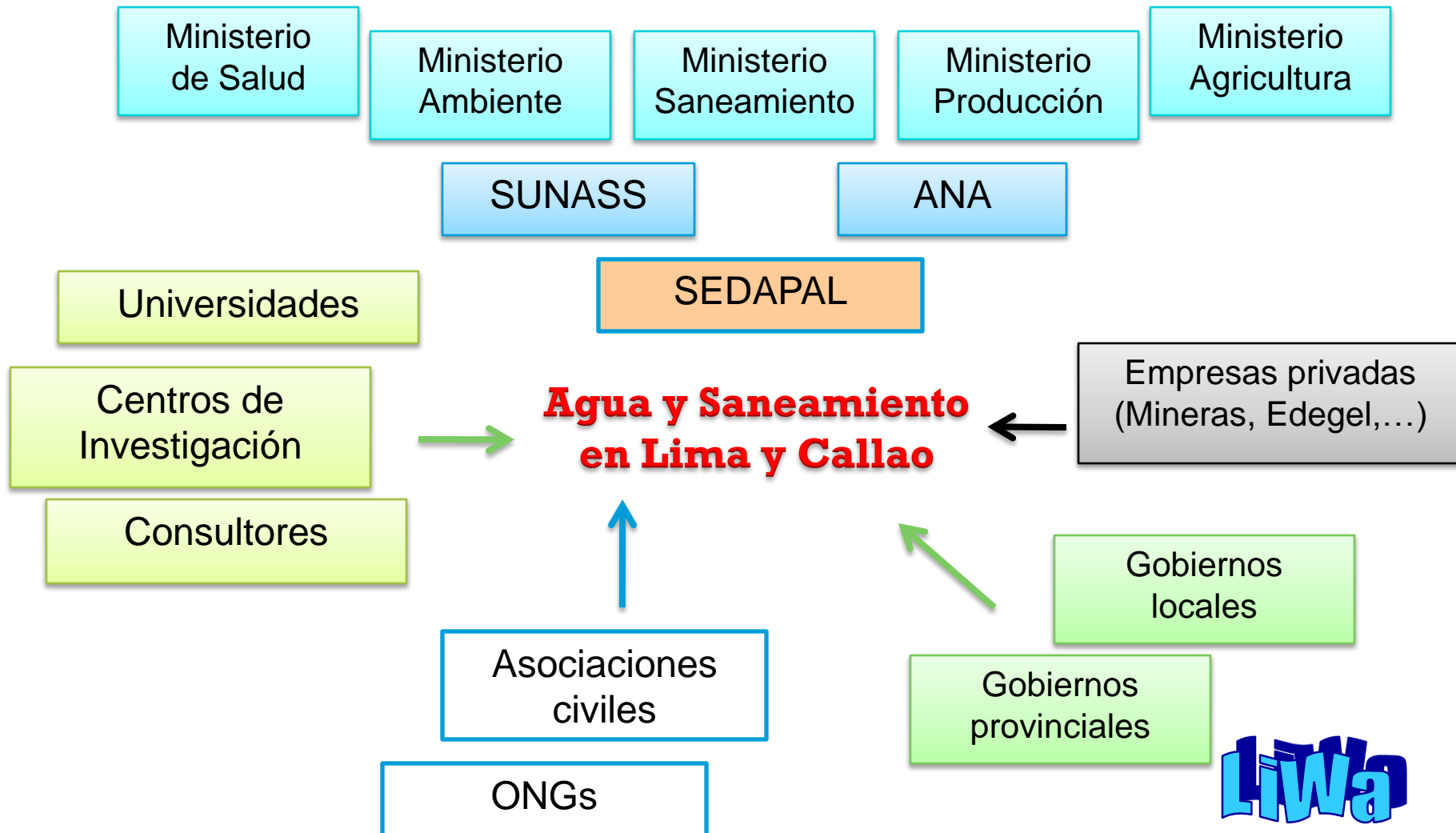
Participación en la toma de decisiones

- Fortalecer la cooperación entre sectores e instituciones (gubernamental, no-gubernamentales)

con la finalidad de mejorar

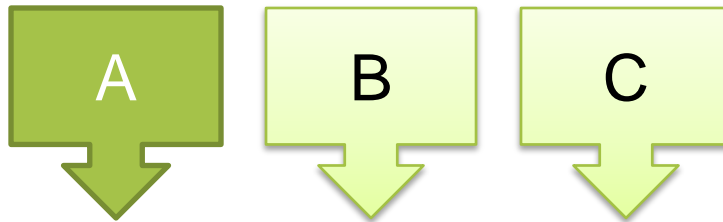
- la capacidad del sistema para elaborar y presentar planes y políticas,
- la continuidad de reglas e instituciones, y
- la consistencia e intensidad de las decisiones

Actores en el sector Agua y Saneamiento en Lima y Callao



Modelo de gestión participativa „LiWa“

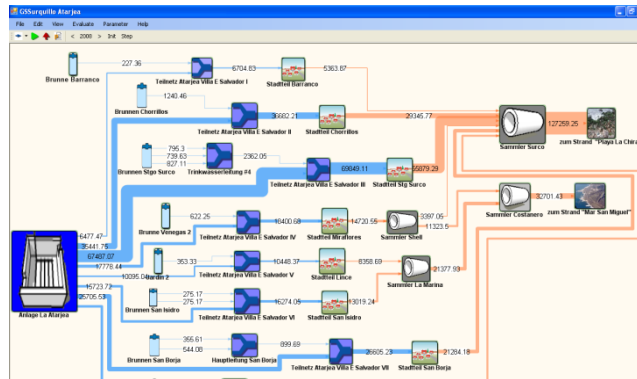
Escenarios



Input data

Participación

Modelación



Output results



Recomendaciones



MUCHAS GRACIAS!

Christian D. León

leon@lima-water.de

<http://www.lima-water.de>



ZIRN



Universität Stuttgart
Germany



HELMHOLTZ
CENTRE FOR
ENVIRONMENTAL
RESEARCH - UFZ

Dr. Scholz & Dalchow GmbH
Ingenieurbüro für Elektrotechnik



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften



sedapal



FOVIDA
Fomento de la Vida



GEFÖRDERT VOM
 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung