

GRUPO DE REDES HIDRÁULICAS Y SISTEMAS A PRESIÓN

REDHISP-IIAMA

Gestión Eficiente del Suministro de Agua en Redes a Presión
Ayuda a la Toma de Decisiones en Tiempo Real

Responsable:

Prof. Dr. Fernando Martínez Alzamora
Catedrático de Ingeniería Hidráulica



GRUPO DE REDES HIDRÁULICAS Y SISTEMAS A PRESIÓN

INTEGRANTES DEL GRUPO

- **Fernando Martínez Alzamora.** CU. **Responsable del grupo**
- **Miguel Angel Jiménez Bello.** Dr. Ing. Agrónomo. Prof. Asociado. **Investigador contratado laboral**
- **Joan Carles Alonso Campos.** Ing. Industrial. **Doctorando**
- **Oscar Tomás Vegas Niño.** Ing. Agrónomo Univ. Trujillo (Perú). DEA, Master Ing. Hidr. **Doctorando**
- **Sergio Camarasa Bomboí.** Ing. Téc. Inform. Master Ing. Software. **Contratado laboral.**
- **Josep Magraner Ramón.** Ing. Téc. Inform. **Contratado laboral**
- **Doctorando, becarios, colaboradores...**

REDHISP. Líneas de Investigación

▪ **Desarrollo de software para el análisis de redes de agua a presión**

Mejora de los algoritmos de análisis del estado hidráulico permanente y no permanente de la redes hidráulicas. Conversiones de datos. Simplificación de redes. Algoritmos de topología y sectorización. Algoritmos de optimización energética. Evaluación de fugas y demandas dependientes de la presión. Traducción de software comercial o libre a otros idiomas. Desarrollos basados en el software EPANET. Integración de EPANET en otros entornos

▪ **Diagnóstico y planificación de mejoras en abastecimientos de agua**

Diseño de redes de nueva implantación, confección y calibración de modelos de redes en servicio, asesoramiento para la toma de medidas en campo, mejora y rehabilitación de redes en explotación, evaluación y localización de fugas, propuesta de planes de mantenimiento, optimización del régimen de funcionamiento a corto y medio plazo, confección de modelos de calidad del agua en las redes, y en general asistencia técnica en la confección de Planes Directores

▪ **Aplicación de los SIG a la gestión de las redes de distribución de agua**

Integración de modelos de simulación en un Sistema de Información Geográfica y desarrollo de herramientas de ayuda en la toma de decisiones. Calibración y simplificación de modelos y herramientas para el mantenimiento actualizado del modelo. Aplicaciones de gestión basadas en el modelo de la red: balances de producción, sectorización, gestión de la demanda, gestión de averías, situaciones de emergencias, evaluación de la calidad del servicio, mapas de localización, inventarios, seguimiento proyectos, etc

REDHISP. Líneas de Investigación

▪ **Control y optimización en tiempo real de las redes de distribución de agua**

Integración y uso de modelos en la operación diaria de las redes. Análisis y filtrado de datos de campo, predicción de la demanda, confección de sinópticos para sistemas SCADA, conexión SCADA-modelos, entrenamiento de operadores, anticipación de actuaciones, previsión de la evolución del sistema y optimización del régimen de explotación en tiempo real

▪ **Diseño y explotación óptima de redes de riego a presión**

Soluciones óptimas para el trazado y dimensionado de las redes de riego a presión, incorporando datos agro-climáticos para la evaluación de necesidades de los cultivos, con la ayuda de un SIG. Gestión de la explotación de una Comunidad de Regantes desde SIG. Estimación de las necesidades de agua de los cultivos a partir de datos agroclimáticos en tiempo real. Optimización de la programación de los riegos, y optimización energética en tiempo real

▪ **Gestión del agua de riego mediante teledetección, sensores de suelo y planta**

Esta línea de investigación se centra en el cálculo de las necesidades hídricas y la determinación del estrés hídricos de los cultivos mediante técnicas de teledetección a distintas escalas, la medida del contenido de humedad en el suelo y la determinación del estrés hídrico mediante la medida de parámetros fisiológicos en la planta

REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

- Traducción de EPANET al español, con el patrocinio de Aguas de Valencia



The screenshot shows the website of the Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (iiama) at the Universitat Politècnica de València. The page is titled "Software" and features a navigation menu with options like "INICIO", "INSTITUTO", "INVESTIGACIÓN", "FORMACIÓN", "TRANSFERENCIA", and "SALA DE PRENSA". The main content area is titled "EPANET 2.00.12 ESP" and includes a description of the software in Spanish. The description states that EPANET is a computer program for Windows 95/98/NT/2000 that allows for hydraulic and water quality simulations in distribution networks. It also mentions that the software is developed by the National Laboratory for the Prevention of Risks (NRML) of the Agency for the Protection of the Environment (USEPA).

iiama
Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Contacto

INICIO INSTITUTO INVESTIGACIÓN FORMACIÓN **TRANSFERENCIA** SALA DE PRENSA

f t v

ES EN

Software

Inicio / Transferencia / Software / EPANET 2.00.12 ESP

EPANET 2.00.12 ESP

PROGRAMA PARA LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA Y DE CALIDAD DEL AGUA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA A PRESIÓN

DESCRIPCIÓN

EPANET es un programa de ordenador para Windows 95/98/NT/2000 que permite realizar simulaciones en periodos prolongados (uno o varios días) del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. EPANET efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación, discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia del agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET proporciona un entorno integrado bajo Windows, para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos. Entre éstos se incluyen mapas de la red codificados por colores, tablas numéricas, gráficas de evolución y mapas de isolíneas.

EPANET ha sido desarrollado por la División de Recursos Hídricos y Suministros de Agua (anteriormente División de Investigación del Agua Potable) del Laboratorio Nacional de Investigación para la Prevención de Riesgos (NRML) de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU (USEPA). Como tal, es un software de dominio público que puede bajarse y distribuirse libremente desde el sitio Web www.epa.gov/ORD/NRML/wswrd/epanet.html.

Descripción
Características
Imágenes
Descargas
Información Adicional
Libro Toolkit EPANET

<https://www.iiama.upv.es/iiama/es/transferencia/software/epanet-esp>

REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

The screenshot displays the EPANET 2.00.12 software interface. The main window, titled "Esquema de la Red", shows a network diagram with a "Fuente Suministro" (Supply Source) and a "Bomba" (Pump) on the left, and a "Depósito" (Reservoir) at the top. The network consists of several interconnected pipes. A color-coded legend on the left indicates pressure (Presión) and flow rate (Caudal) values. The pressure legend ranges from 20,00 to 50,00 m, and the flow rate legend ranges from 10,00 to 100,00 LPS. A "Visor" (Viewer) panel on the right shows the "Esquema" tab selected, with "Nudos" (Nodes) set to "Presión" and "Líneas" (Lines) set to "Caudal". The "Estado de la Simulación" (Simulation Status) dialog box is open, displaying the "global omnium aguas de valencia" logo and the message "Simulación válida" (Simulation valid), with an "Aceptar" (Accept) button.

EPANET 2.00.12
en Español

Estado de la Simulación

global omnium
aguas de valencia

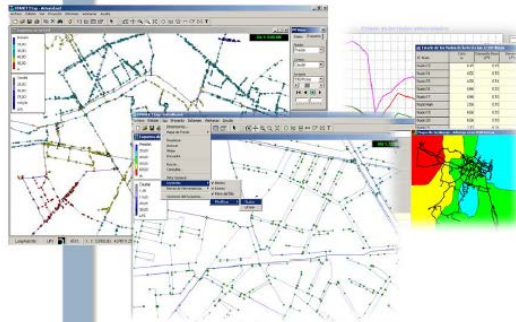
Simulación válida

Aceptar

REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

EPANET 2.0 en Español

Análisis Hidráulico y de Calidad en
Redes de Distribución de Agua



Manual del Usuario
Versión 2.00.12

Incluye el
Módulo de
Herramientas
para Programadores

Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente



Grupo REDHISP
Inst. Ingeniería del Agua y M.A.
Universitat Politècnica de València

Mayo 2017



D.9 Ejemplos de aplicación

Los tres ejemplos que se presentan a continuación utilizan la misma red de partida, *Red1_SI.inp*, pero cada uno presenta un grado de complejidad mayor que el anterior.

La red de ejemplo se reproduce en la figura D.2, y es una adaptación de la red de ejemplo *Net1.inp* que se distribuye con la versión inglesa, en la que todas las unidades se expresan en el Sistema Internacional. Además incorpora una válvula de estrangulación tipo TCV, de modo que todos los elementos de regulación contemplados por EPANET quedan reflejado en el ejemplo.

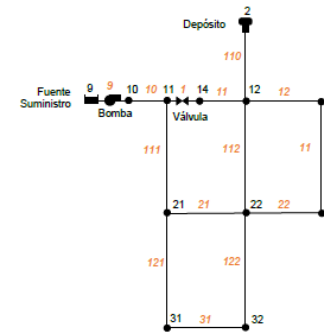


Figura D.2 Esquema de la red *Red1_SI* utilizada en los ejemplos

El primer ejemplo tiene como objetivo mostrar la integración del Módulo de Herramientas en los diversos lenguajes de programación, y simplemente realiza una simulación completa en periodo extendido, aplicando los datos de partida especificados en el fichero *.inp*, sin modificar.

El segundo ejemplo propone resolver una serie de escenarios distintos en régimen permanente, para identificar la curva caudal-presión de un hidrante.

Finalmente el tercer ejemplo considera la simulación hidráulica y de calidad del agua en periodo extendido bajo diversos escenarios, a fin de garantizar una concentración mínima de cloro residual en toda la red.

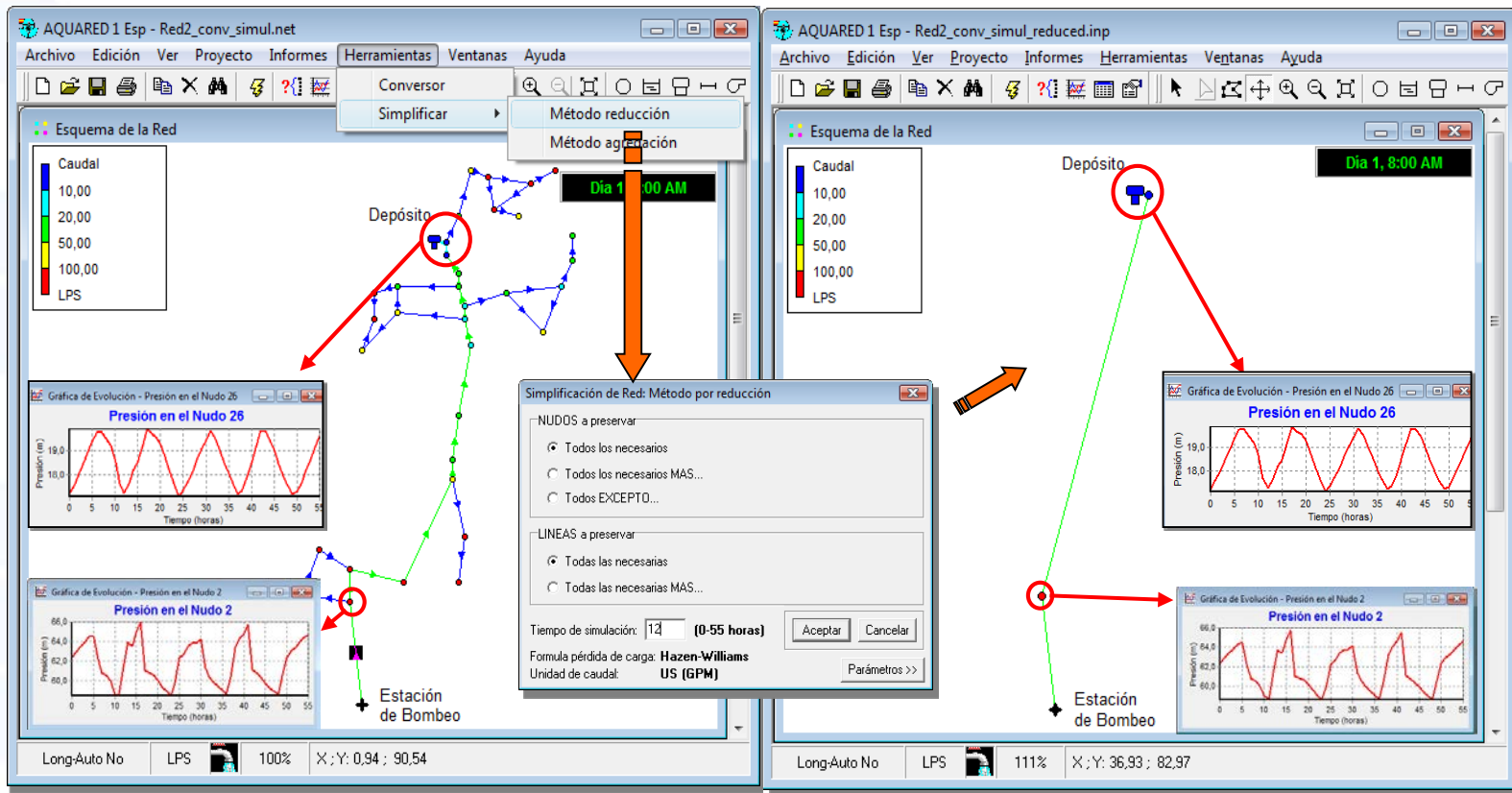
El código de los tres ejemplos propuestos, escrito en los diferentes lenguajes contemplados, se muestra en el apartado siguiente, al final de cada uno de ellos.

Ejemplo 1

Este ejemplo muestra lo simple que resulta desarrollar un módulo de cálculo de redes para otras aplicaciones, utilizando el Módulo de Herramientas de EPANET. La aplicación en cuestión debería realizar los tres pasos siguientes:

REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

- Mejoras sobre el software EPANET (simplificación de redes)



REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

**INICIACIÓN A LA PROGRAMACIÓN
CON LA TOOLKIT DE
EPANET V2.00.12
EN UN ENTORNO WINDOWS®**

OSCAR TOMAS VEGAS NIÑO
FERNANDO MARTÍNEZ ALZAMORA
JOAN CARLES ALONSO CAMPOS
VELITCHKO G. TZATCHKOV

INICIACIÓN A LA PROGRAMACIÓN CON LA TOOLKIT DE EPANET V2.00.12 EN UN ENTORNO WINDOWS®

IMTA
INSTITUTO DE INGENIERÍA DE AGUA Y MEDIO AMBIENTE
1978

Avances del
Conocimiento

SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE,
RECURSOS NATURALES Y PESQUERÍA

REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**



SEMINARIO DE PROGRAMACIÓN CON EL MÓDULO DE HERRAMIENTAS (TOOLKIT) DE **EPANET 2.1**

Valencia , del 29 al 31 de mayo de 2018



Organizado por:



MASTER DE INGENIERIA HIDRAULICA Y M.A.

Impartido por:

FERNANDO MATINEZ ALZAMORA



Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente



REDHISP. Proyectos más relevantes. **EPANET**

Conexión Excel – Toolkit EPANET 2.1

Seleccionar Fichero

Fichero INP: D:\Datos_Fdo\Cursos\Curso_Toolkit_EPANET\API_EXCEL_2016\Red1_SI.inp

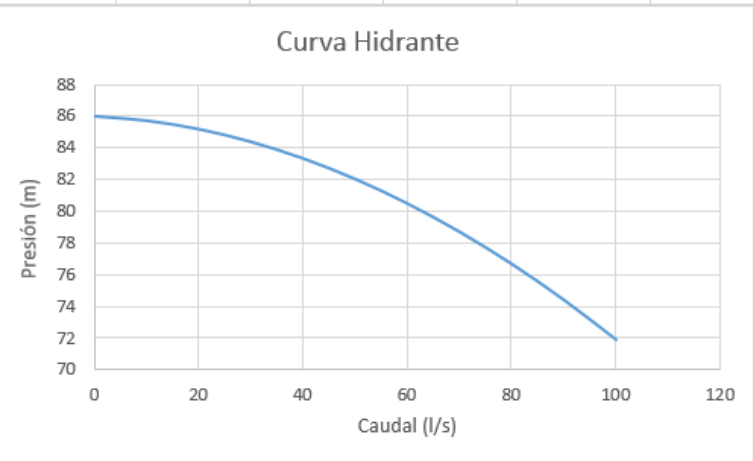
Leer Datos Globales

Datos Globales: Num Nudos 12
Num Lineas 14
Ud Caudal LPS

Curva de un Hidrante

Obtener la Curva

Nudo:	23	Caudal (l/s)	Presión (m)
		0	85,98
		10	85,70
		20	85,17
		30	84,37
		40	83,32
		50	82,01
		60	80,46
		70	78,67
		80	76,64
		90	74,37
		100	71,86



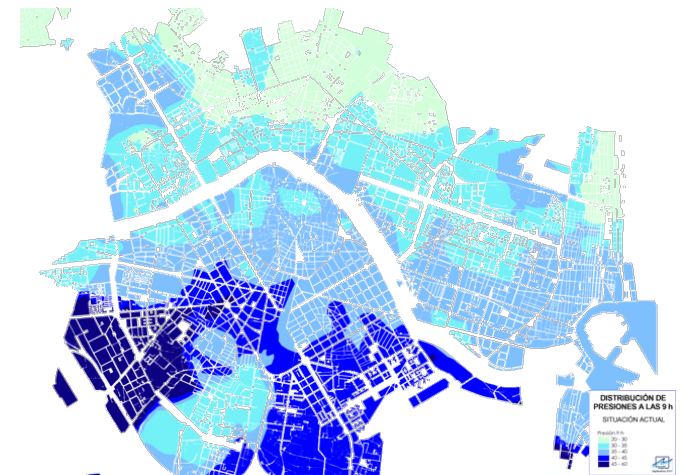
F. Martinez
Mayo 2018

Basado en:

Ayuda de la Toolkit. Ejemplo 2

REDHISP. Proyectos más relevantes **GISRed**

- **Aplicación GISRed para la confección de modelos hidráulicos desde GIS**
 - Captura de datos desde EPANET, CAD ,....
 - Verificación de la conectividad
 - Interpolación de cotas
 - Herramientas para la asignación de demandas
 - Análisis topológico (conectividad, sectorización, simplificación, cuellos de botella, ...)
 - Simulación hidráulica integrada
 - Visualización e interpretación de resultados



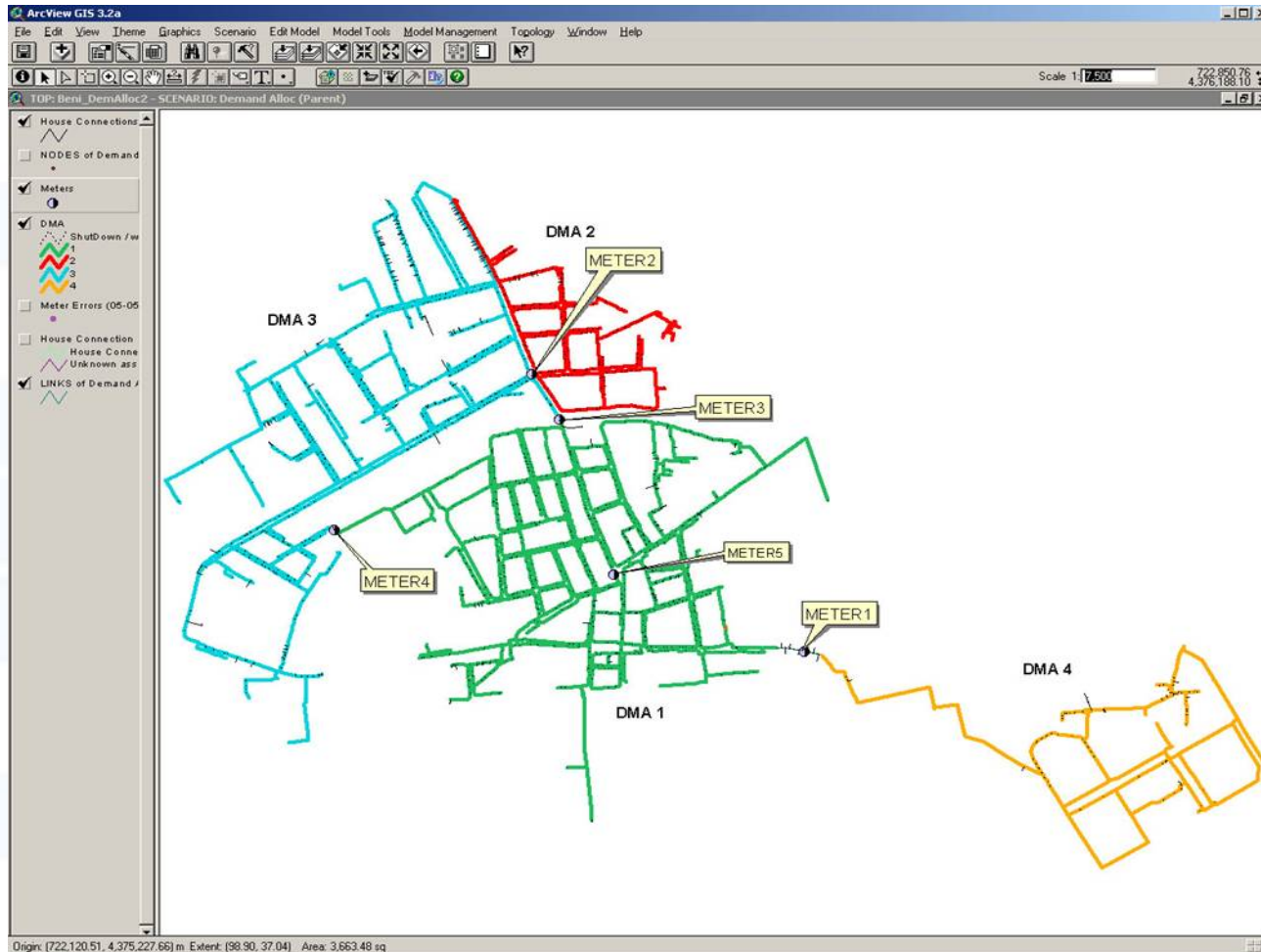
REDHISP. Proyectos más relevantes. **GISRed**

- Desarrollo de planes Directores con la aplicación GISRed



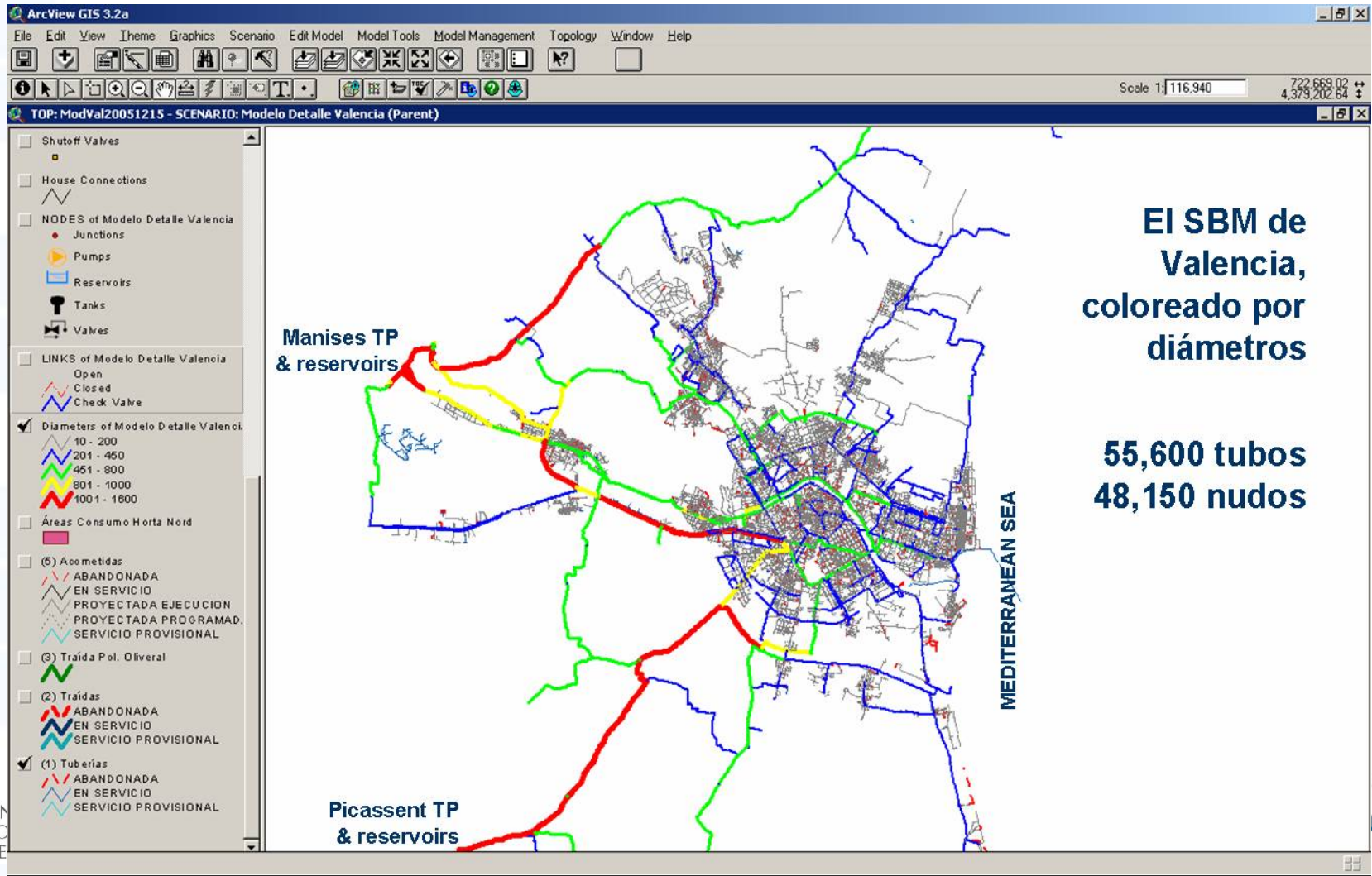
REDHISP. Proyectos más relevantes. **GISRed**

- Identificación de sectores hidrométricos (análisis topológico)



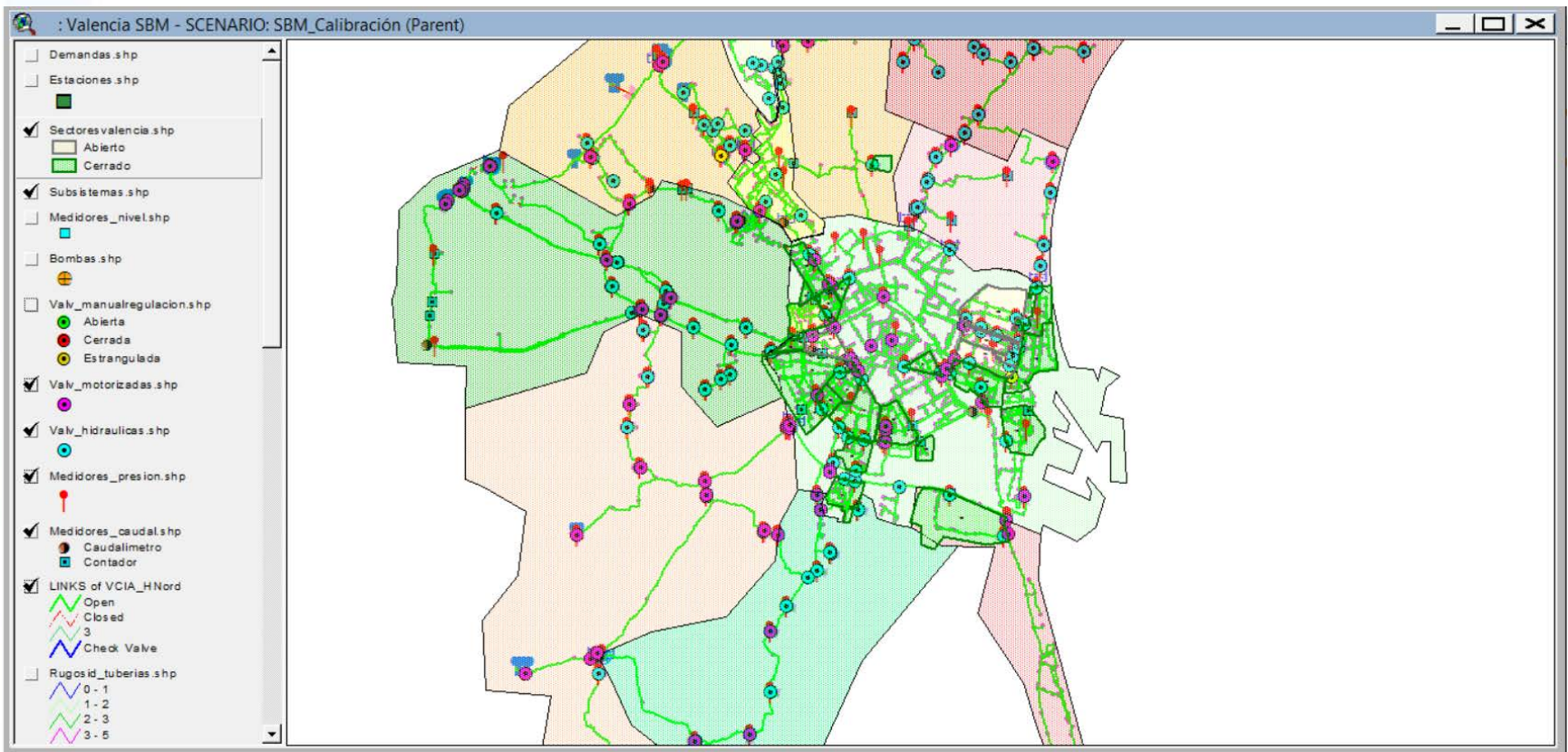
REDHISP. Proyectos más relevantes. **GISRed**

- Confección de un modelo de detalle de SBM metropolitano de Valencia



REDHISP. Proyectos más relevantes. **GISRed**

- Calibración del nuevo modelo de la red estratégica del área metropolitana de Valencia a partir de datos del SCADA (630 puntos de medida)



REDHISP. Proyectos más relevantes. **GISRed**

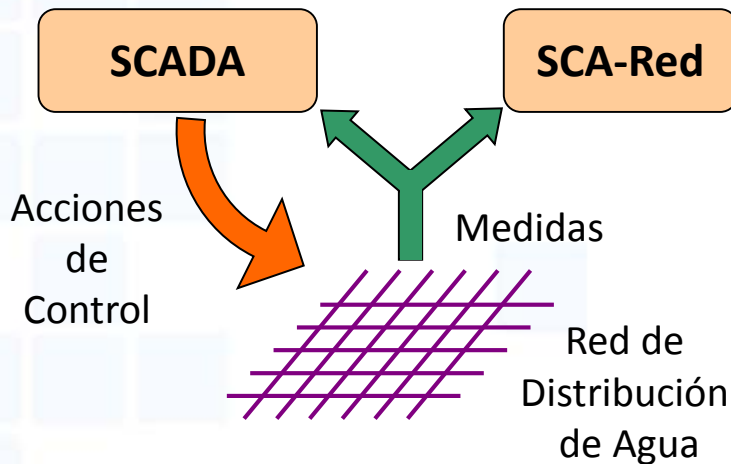
- Nueva versión de GISRed en desarrollo, basada en módulos API, capaz de integrarse en cualquier entorno

The screenshot displays the GISRed software interface. On the left, a tree view lists junctions (1, J95, J97, 5, 2, 4, J101, J103, 6, 3, 16, J107, J108, 7, J110, 10, 17, J114, J115, 12, 11, 18). Below this, a 'Varios' panel shows properties for a selected junction: Description, Diameter 462, EndNode J134 (JUNCTION), ID 63, IsDirected False, Length 263.25, LossCoefficient 0, MiddleRoughness 0, MinorRoughness 0, Orientation RIGHT, RoughnessCoeff 2, and StartNode 21 (JUNCTION). The main workspace shows a network diagram with nodes and connecting lines. A table at the bottom right lists junction data:

ID	Int. Quality	Base Inten.	Inten. Pattern	Point	Source Type	Elevation	Emission C.	Descrip.	Tag
1	0	0		716722.42, 4362...	NONE	111,53			
J95	0	0		716742.07, 4361...	NONE	109,41			
J97	0	0		716776.83, 4361...	NONE	116,09			
5	0	0		716929.68, 4361...	NONE	109,01			

REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

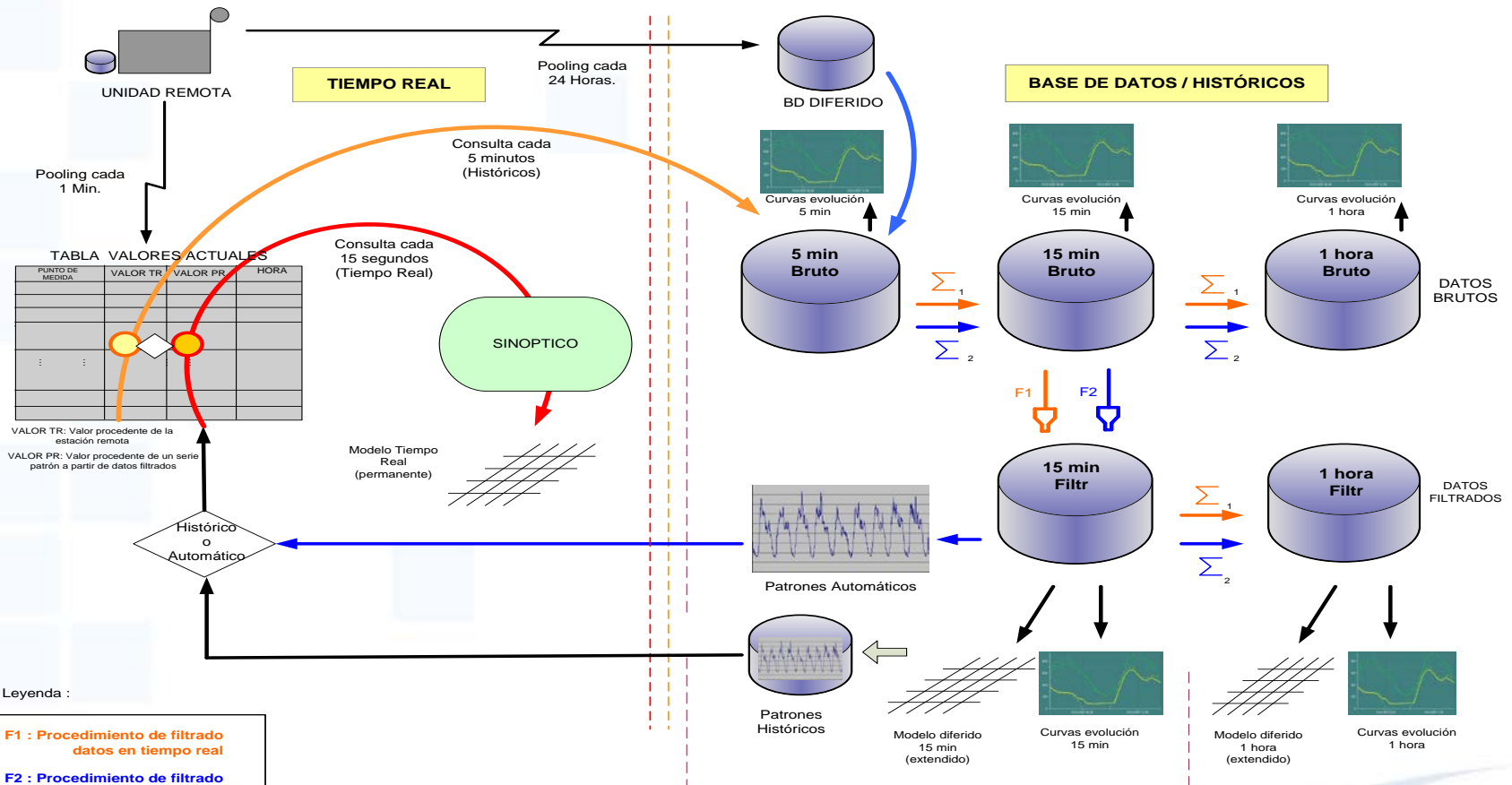
- **SCARed** es una aplicación informática desarrollada por el IIAMA que trabaja en paralelo con cualquier SCADA de operación.
- Lee las variables de campo al propio tiempo que el SCADA (telemedida), **pero NO tiene capacidades para actuar sobre la red (telemando)**



- Posee gran capacidad para el tratamiento y análisis de señales
- Se comunica con el usuario a través de una serie de sinópticos similares a los del SCADA de operación.

REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

- Esquema de almacenamiento y gestión de las medidas de campo



Leyenda :

F1 : Procedimiento de filtrado datos en tiempo real

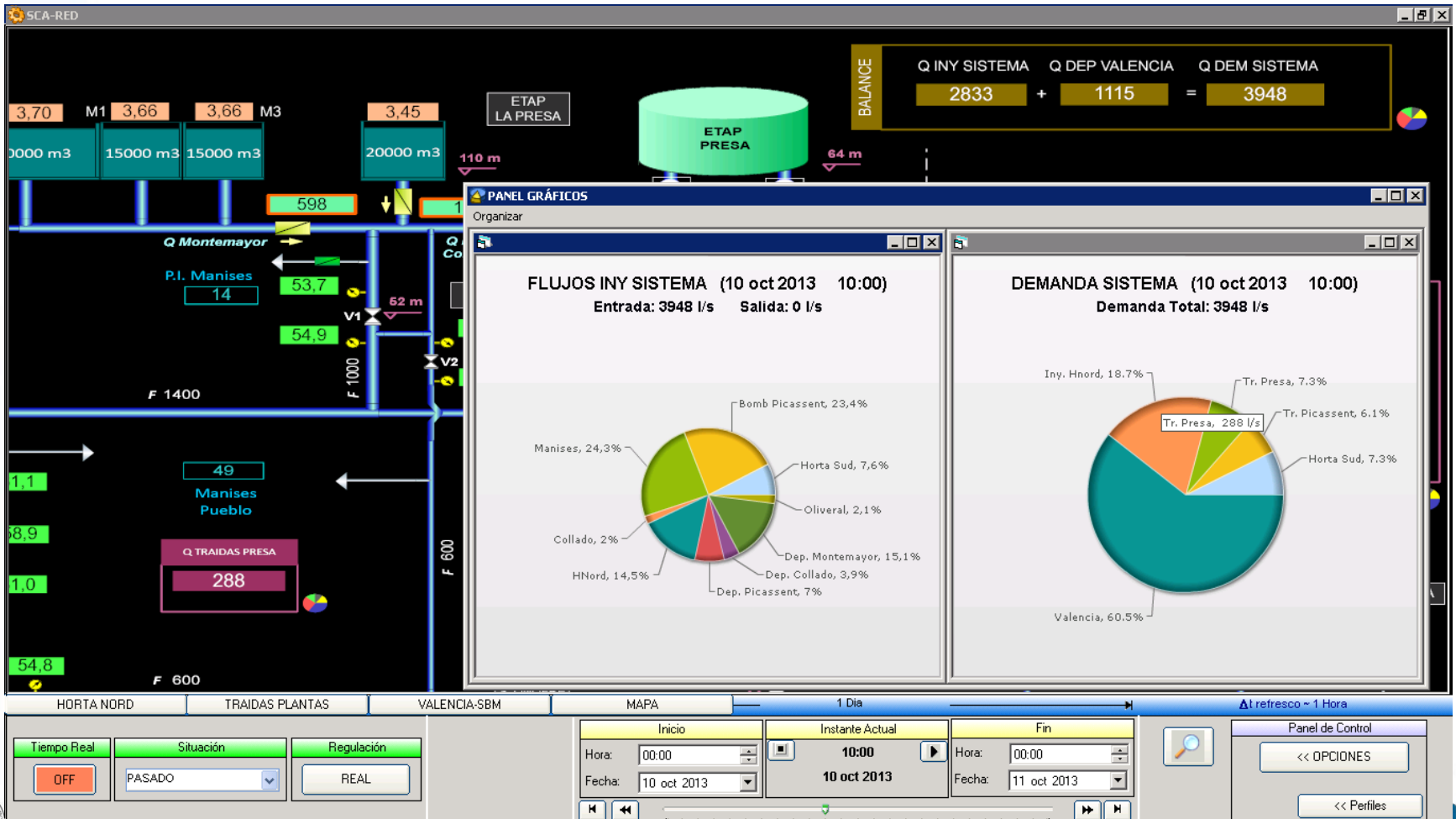
F2 : Procedimiento de filtrado datos en tiempo diferido



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

- Monitorización de señales y balances hidrométricos



REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

• Monitorización de puntos de medida en Google Maps

Cortes Valencianas

PAR V1:	44.06 m
PAB V1:	44.17 m
Pos V1:	44.17 m
PAB V2:	36.39 m
Pos V2:	36.39 m
PAR V3:	44.17 m
PAB V3:	32.7 m
PAR V2:	44.17 m
Pos V3:	44.17 m

PioXII

PAR V1:	35.07 m
PAB V1:	34.98 m
Pos V1:	34.98 m

General Aviles

PAR V1:	34.94 m
PAB V1:	35.41 m
Pos V1:	35.41 m

Mapa de puntos de medida:

- San Onofre_h
- Feria de Muestras
- ZaidiaV1
- Manises
- Cortes Valencianas**
- Gaspar Aguilar
- Nuevo Cauce
- MULTILOG**
- Alacuas C/ Cuenca
- Alacuas Obispo Cervera
- Albalat C/ Mar
- Albuixech Pueblo
- Poligono Mediterraneo
- Alcasser
- Aldaia
- Alfajar
- Alfara del Patriarca
- Almassera Valvula reguladora
- Beniparrell
- Bonrepous
- Catarroja
- Foios
- Pobla de Farnals
- Pobla Farnals Playa
- Manises Mas del Oli
- Manises Poligono La Cova
- Massalfassar
- Massamagrell Astronautas
- Massanasa
- Meliana C/ Sol
- Moncada
- Moncada Poligono
- Museros
- Paiporta
- Paterna Sector 4 y 5
- Terramar

Panel de Control:

Tempo Real	Situación	Regulación
OFF	PASADO	REAL

Tabla de tiempo:

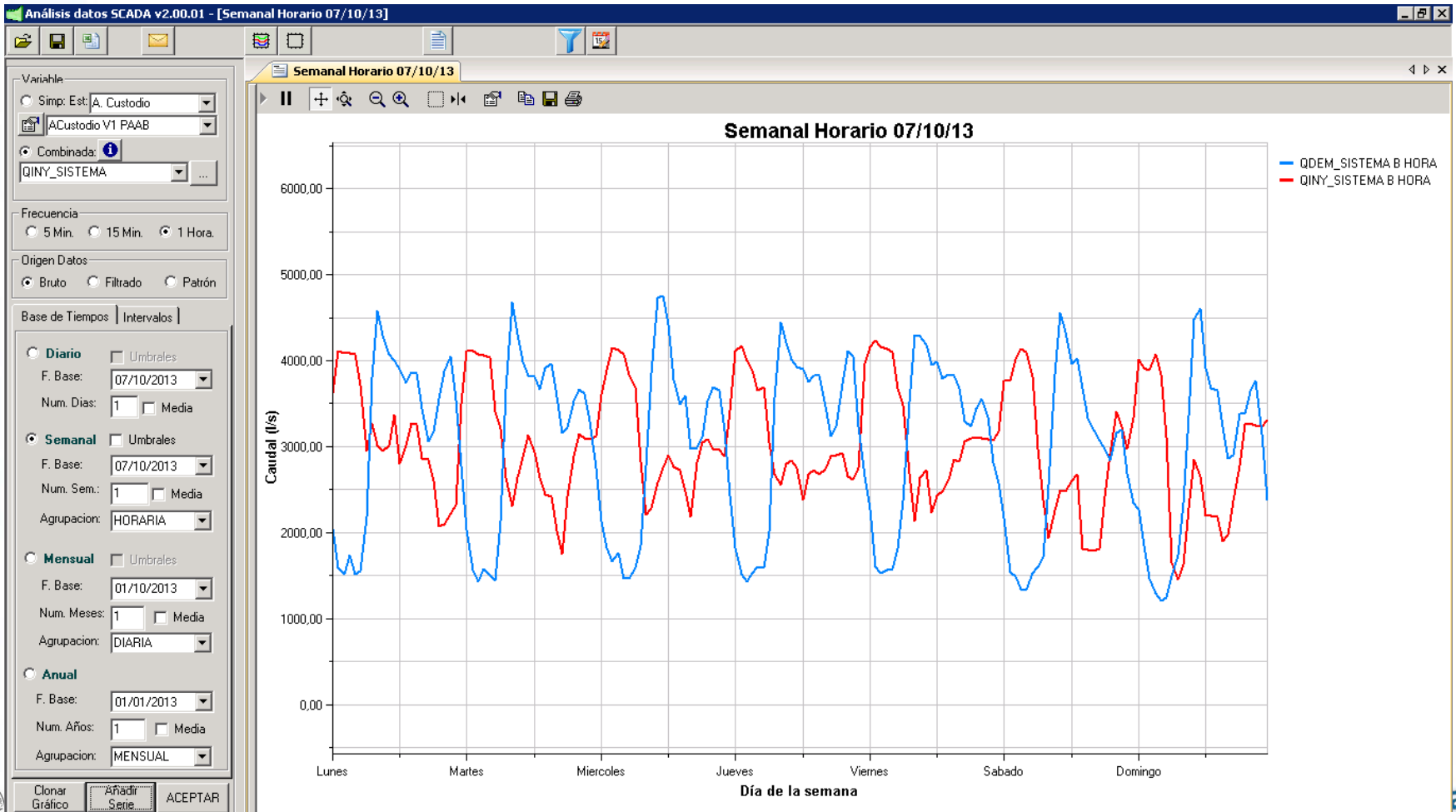
Inicio	Instante Actual	Fin
Hora: 00:00	14:00	Hora: 00:00
Fecha: 01 oct 2013	1 oct 2013	Fecha: 02 oct 2013

Mapa: HORTA NORD, TRAIIDAS PLANTAS, VALENCIA-SBM, MAPA, 1 Dia, Al fresco - 1 Hora



REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

- Gráficos: Caudal demandado vs caudal inyectado



REDHISP. Proyectos más relevantes. SCARed

- Confección de informes de señales y balances hidrométricos

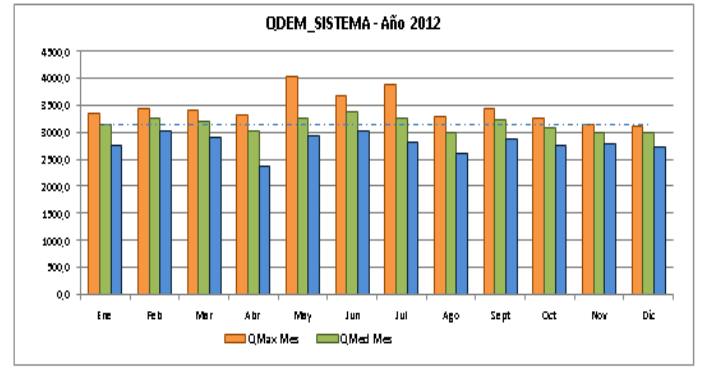
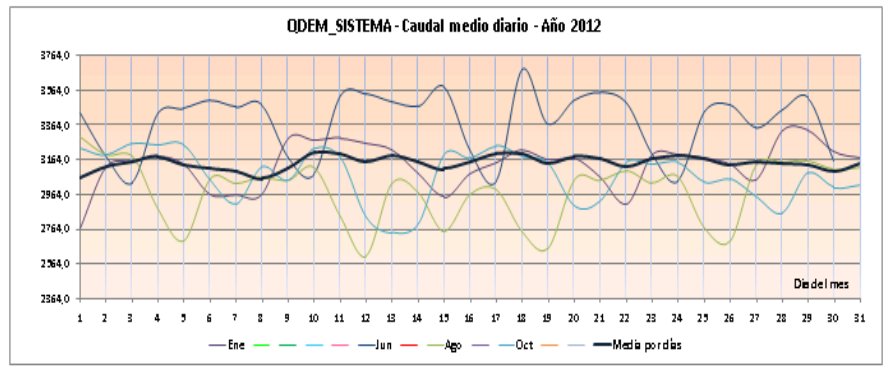
emimer

SEÑAL: AÑO:

INFORME ANUAL DIARIO

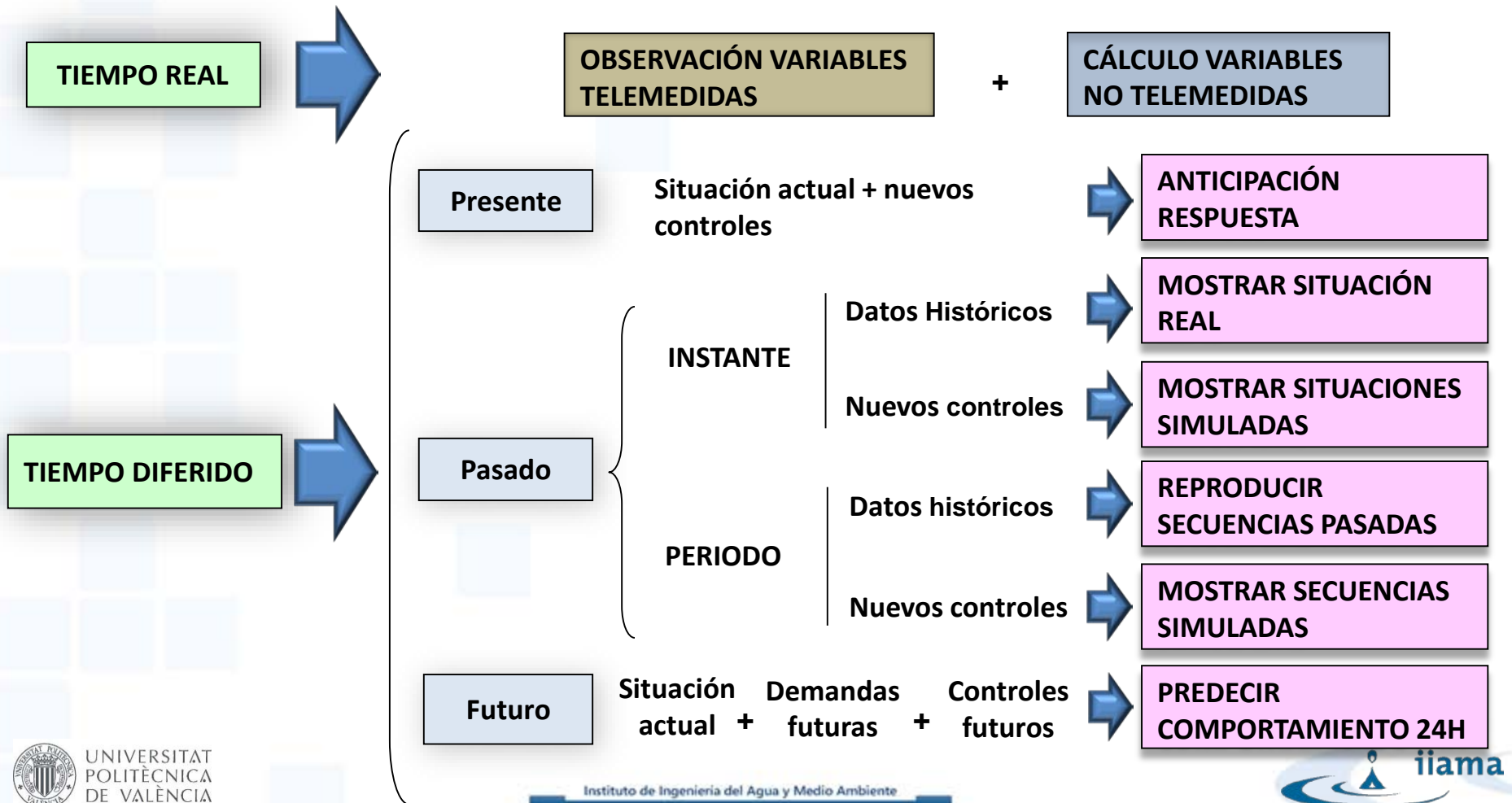
Reja-DOM

Dis	CAUDAL MEDIO DIARIO (ltz)																															QM-J Mar	QMax Mar	QMin Mar		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	(ltz)	(ltz)	(ltz)		
Ene	2763,5	3119,3	3158,2	3178,5	3133,3	2961,4	2960,7	2960,8	3286,3	3274,7	3286,3	3256,3	3221,2	3081,5	2946,7	3071,5	3144,3	3216,7	3166,8	3168,7	3058,3	2904,4	3191,3	3193,3	3176,4	3159,7	3048,3	3330,0	3332,7	3201,1	3174,3	3152,9	3332,7	2763,5		
Feb	3213,9	3147,4	3190,3	3077,2	3040,0	3345,3	3366,3	3329,8	3327,2	3333,7	3343,4	3332,8	3320,8	3424,2	3369,7	3346,0	3118,0	3032,0	3336,8	3326,3	3340,1	3328,3	3339,1	3160,8	3037,5	3321,1	3314,7	3291,0	3264,0	3424,2	3032,0					
Mar	3274,4	3240,7	3113,7	3018,4	3271,7	3276,2	3297,0	3261,3	3314,7	3195,4	3015,5	3361,3	3352,6	3370,7	3318,0	3409,1	3193,5	3075,1	3036,3	3164,6	3303,5	3314,5	3245,2	3180,5	2900,3	3160,1	3257,6	3206,3	3191,3	3214,3	3042,8	3209,4	3409,1	2900,3		
Abr	2937,5	3198,4	3150,4	3040,7	2846,7	2526,0	2488,1	2365,4	2658,8	3012,6	3145,8	3072,5	3045,0	2816,8	2678,7	2954,3	3274,6	3262,5	3281,8	3047,8	2345,4	3266,1	3280,8	3318,2	3312,3	3257,7	3006,3	2773,7	2962,6	3006,9	3318,2	2365,4				
May	2926,8	3153,8	3155,3	3195,8	2939,3	2970,3	3333,8	3283,5	3312,3	3300,8	3331,6	3120,2	3021,5	3390,3	3403,8	3333,1	3353,7	3268,1	3081,2	2918,7	3275,6	3354,4	3410,7	3418,0	4022,7	3152,3	3034,6	3352,8	3522,5	3483,3	3393,1	3267,0	4022,7	2918,7		
Jun	3432,0	3186,2	3031,7	3428,7	3455,5	3504,1	3464,8	3481,0	3176,4	3077,7	3535,4	3541,3	3435,8	3472,6	3582,7	3220,1	3033,5	3685,4	3367,0	3502,1	3550,3	3487,7	3196,1	3033,1	3436,3	3478,6	3346,4	3445,3	3519,5	3155,8	3377,9	3685,4	3031,7			
Jul	2857,6	3409,1	3414,3	3866,7	3361,2	3349,1	3034,4	2873,7	3373,2	3373,3	3343,3	3334,6	3464,6	3046,4	2854,3	3291,6	3391,0	3393,6	3394,6	3394,3	3020,5	2915,1	3030,7	3308,8	3326,4	3300,1	3335,1	2976,7	2812,3	3291,3	3298,2	3245,7	3866,7	2812,3		
Ago	3296,7	3189,5	3179,5	2873,0	3057,0	3027,0	3057,8	3044,3	3117,8	2831,4	2606,5	3024,6	2974,3	2745,7	2963,2	2991,4	2747,3	2650,6	3047,9	3045,0	3097,4	3029,1	3064,2	2767,7	2634,4	3127,0	3149,3	3158,6	3105,4	3120,8	2983,3	3296,7	2606,5			
Sept	2927,7	2872,1	3323,7	3329,7	3398,4	3345,1	3342,8	3021,2	2314,6	3411,3	3397,1	3420,6	3435,3	3390,6	3094,3	3065,1	3434,3	3397,9	3366,2	3297,1	3280,7	3045,0	2987,3	3331,0	3330,8	3294,3	3155,8	3036,8	3025,3	2323,7	3218,8	3435,9	2872,1			
Oct	3224,3	3188,5	3258,0	3243,2	3250,2	3042,9	2308,6	3121,9	3042,5	3224,3	3163,1	2823,7	2743,0	3193,4	3193,2	3171,7	3241,0	3180,8	3144,1	2895,1	2321,1	3147,1	3131,6	3148,1	3035,7	3052,4	2953,1	2856,4	3085,7	3002,6	3018,3	3071,7	3258,0	2743,0		
Nov	2871,6	2916,3	2784,7	2876,3	3148,3	3053,5	3048,2	3113,8	3045,4	2991,1	2774,1	3063,2	2956,0	3039,1	3018,8	3036,4	2851,6	2833,4	3093,8	3068,8	3082,4	3021,6	3048,3	2891,2	2783,0	3031,3	2986,3	3013,8	3034,2	3010,2	2983,6	3148,3	2774,1			
Dic	2915,8	2895,3	3065,0	3052,3	3040,1	2884,3	2898,0	2787,4	2819,6	3100,3	3113,7	3101,3	3097,4	3030,8	3040,4	2322,8	3116,7	3111,0	3121,4	3120,5	3088,0	3012,3	2838,3	3054,5	2783,3	2958,3	2961,0	2934,4	2851,1	2714,8	2946,0	2983,9	3121,4	2714,8		
Qm-dia (ltz)	3053,5	3124,5	3152,2	3182,3	3134,0	3110,2	3097,5	3054,8	3109,7	3201,1	3191,6	3193,4	3182,5	3149,0	3108,5	3151,3	3195,4	3191,8	3143,0	3182,1	3166,7	3124,1	3164,4	3187,4	3170,2	3134,4	3148,7	3148,4	3133,1	3097,5	3142,9	3145,4	3201,1	3053,5		
Extremos																																		4022,7	2365,4	
Kp.d - Kv.d																																			1,3	0,8



REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

• Modos de operación del módulo de simulación



REDHISP. Proyectos más relevantes. **SCARed**

- **Exportación modelos a EPANET en tiempo real**

The screenshot displays the SCARed software interface. On the left, a network map shows various nodes and pipes. A data table at the top right lists nodes like 'Picas. Pueblo' and 'Picas. VLC'. A central dialog box titled 'Exportar Fichero EPANET' is open, showing fields for 'Título' (Modelo Valencia...), 'Notas' (Modelo de partida Valencia_2003.inp), and 'Fichero' (documents and Settings\vmartine\Mis documentos\VLC_10.6.05_21h00m.inp). The 'Ejecutar Modelo' checkbox is checked. Callout 1 points to the 'Fin' button in the bottom right. Callout 2 points to the 'Aceptar' button in the dialog. Callout 3 points to the network map. The bottom control panel shows 'Tiempo Real' set to 'OFF', 'Situación' set to 'PASADO', and 'Regulación' set to 'SIMULADO'. The 'Panel de Control' includes 'OPCIONES' with 'Simulados' and 'No Telemedidos' checked.

Elegir nombre del fichero, descripción y ejecutar

Observar otras variables o hacer otros cambios (cierre tuberías)

Exportar el escenario actual a EPANET

REDHISP. Proyectos más relevantes. HuraGIS



Datos Agroclimáticos



Datos Agronómicos



Técnicas de cultivo



Edafología

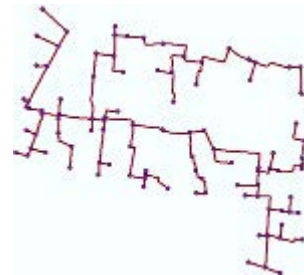


Agricultores

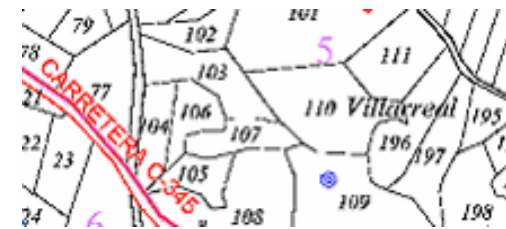


PROGRAMA ORIENTATIVO									
	Mo	Mi	Ma	Ju	Vi	Sa	Do	Media mensual	Max
	Un2	Kg	Un2	Un2	Un2	Un2	Un2	litros	litros
Arroz	42.7	0.48	20.8	4.75	10.5	11.5	20.7	13.16	22.15
Patata	54.5	0.82	20.4	5.27	11.0	17.4	30.3	15.15	23-5
Maiz	34.7	0.65	24.1	3.25	7.8	10.4	20.8	12.33	17.73
Trigo	53.3	0.95	31	16.28	12.4	26.8	23.1	26.8	20.03
Alfalfa	25.3	0.44	22.0	11.7	7.0	7.5	13.00	7.5	30.52
Leche	15.5	0.50	17.2	12.91	1.5	11.7	14.8	11.50	11.50
Carne	3.8	0.00	11.1	10.0	1.5	20.7	14.2	12.30	11.08
Polvo	54.3	0.85	25.1	15.5	1.1	21.1	12.4	12.25	30.03
Carbón	1.3	0.50	22.5	12.0	4.0	61.5	12.0	23.25	2.38
Gasolina	15.5	0.00	10.5	11.0	10.4	20.8	20.8	10.4	10.25
Gasóleo	6.3	0.00	20.5	8.5	10.5	11.1	21.1	18.04	22.08
Electricidad	4.5	0.91	21.1	44.2	11.2	5.5	20.0	0.25	21.05
Nota	1.44	0.50	27.4	20.75	10.8	119.7	14.40	10.34	10.00000

Calendarios de riego

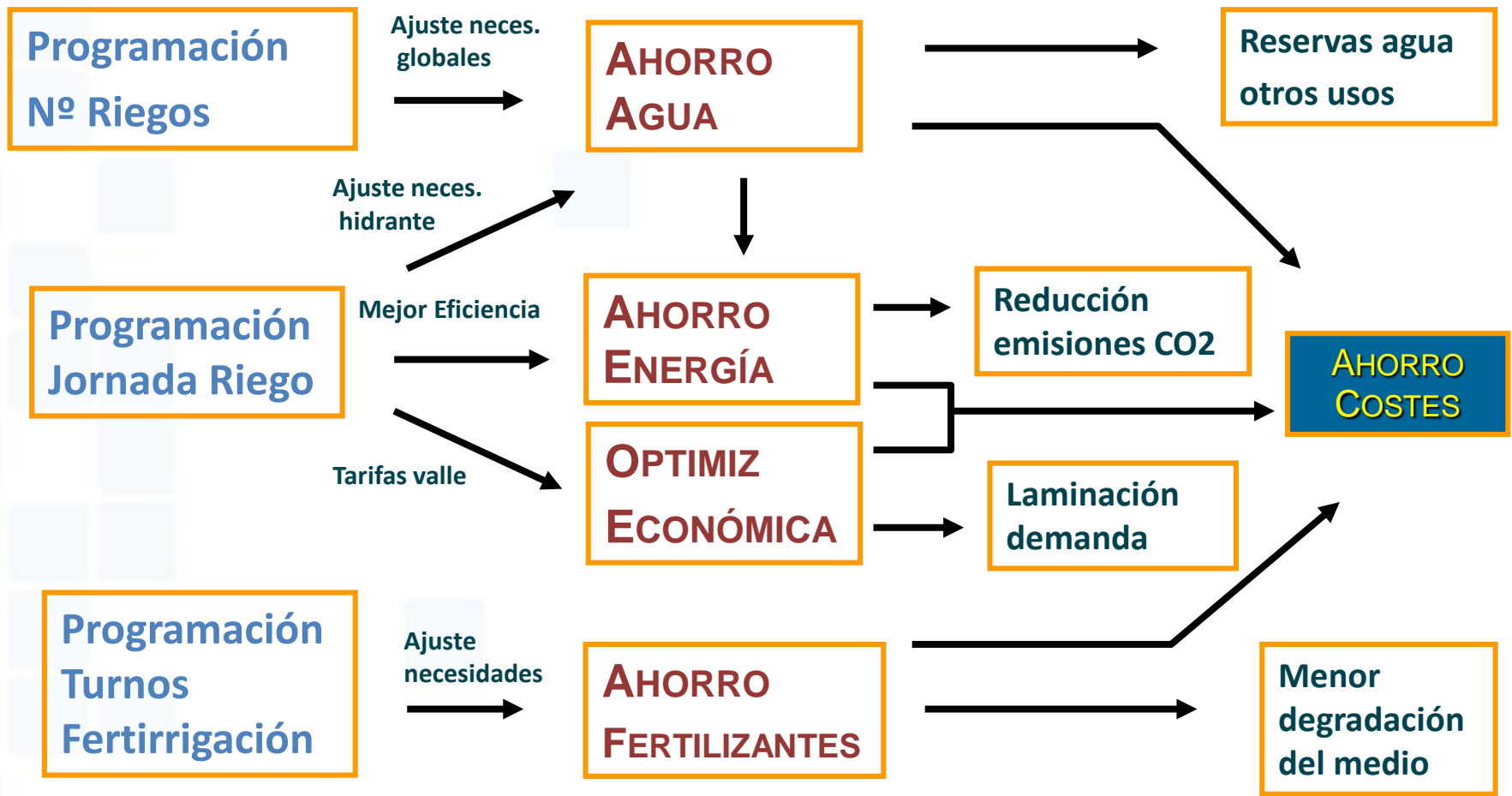


Red de distribución



Información Catastral

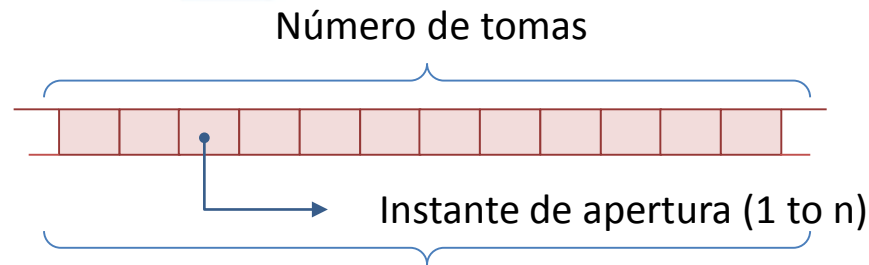
REDHISP. Proyectos más relevantes. HuraGIS



Ajustar los tiempos de riego a los tiempos requeridos

- El tiempo de riego se divide en n fracciones. Ej. cada 5 min in 10 h $\rightarrow n = 120$

- Cromosoma:



- Func. objetivo:

$$E_{day}(Kwh) = \sum_{i \text{ interv}} \sum_{j \text{ bombas}} \frac{9,81 Q_{ij} \left(\frac{m^3}{s}\right) H_{ij}(m) \Delta t(h)}{\eta_{ij}} = \text{Min}$$

$$s.t. \quad Q_i = \sum_{j \text{ bombas}} Q_{ij} = \sum_{k \text{ tomas en intervalo } i} q_{ik} \quad \text{Para cada intervalo } i$$

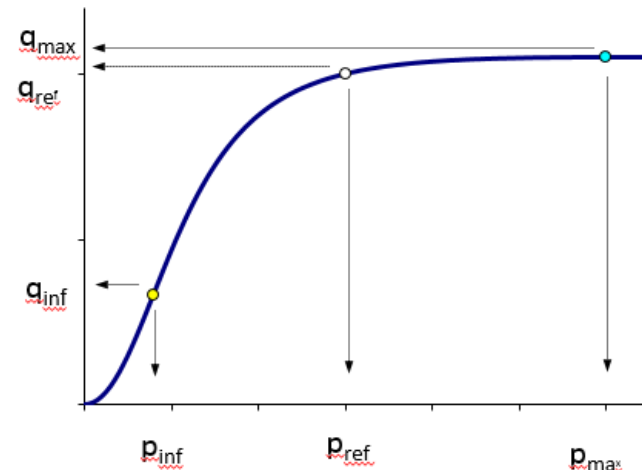
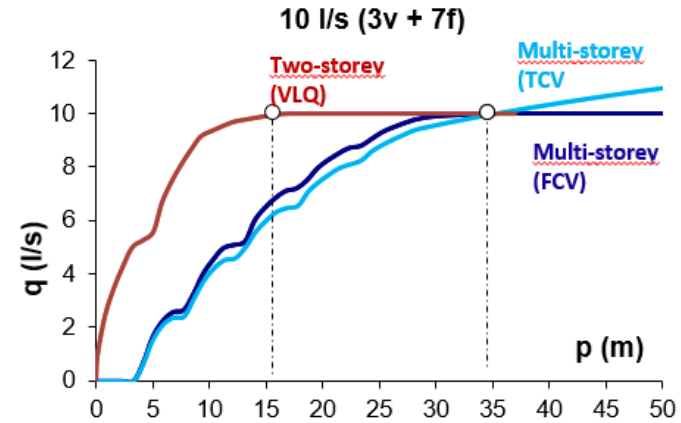
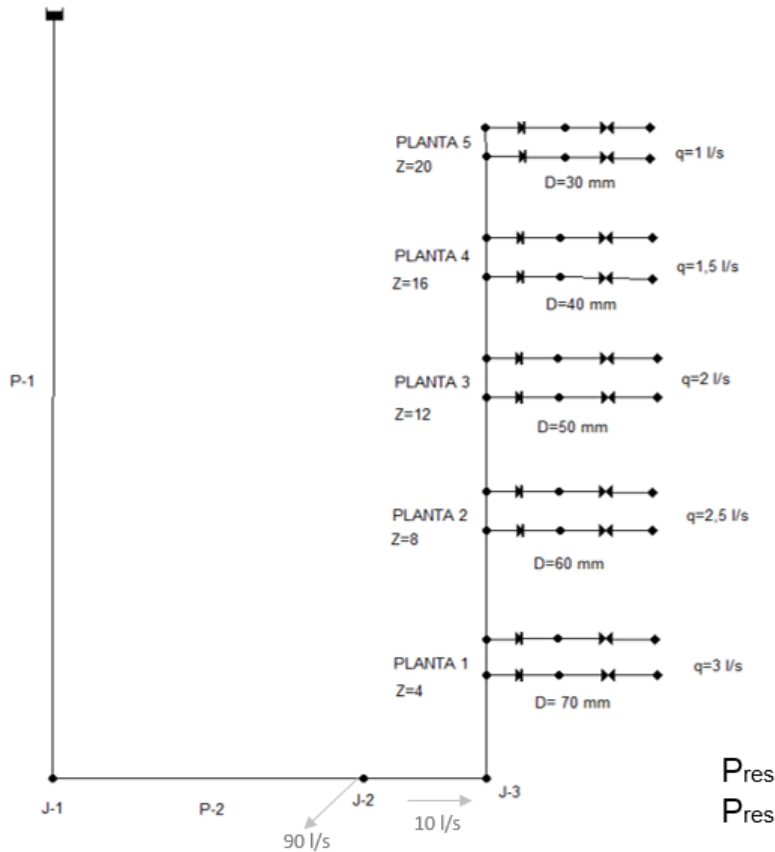
REDHISP. Desarrollos más recientes

- **Desarrollo de un modelo original de demandas dependientes de la presión** (Tesis de Pilar Conejos)
 - Obtención de la forma de las curvas reales mediante la simulación de redes interiores
 - Nueva expresión analítica para ajustar a las curvas reales
 - Determinación del déficit o superávit de demanda en cada nudo e instante
 - Desarrollo de un algoritmo para diferenciar las fugas, la demanda real (telemedida) y la no registrada en cada nudo
 - Simulación de la satisfacción de la demanda para cualquier escenario posible
- **Mejoras de los algoritmos de cálculo de EPANET** (Tesis Fernando Alvarruiz)
 - Desarrollo de un modelo de cálculo por mallas
 - Procesamiento paralelo utilizando los diferentes núcleos procesadores actuales
- **Desarrollo de algoritmos de optimización en tiempo real** (Tesis Vicente Bou)
 - Desarrollo de algoritmos de predicción de la demanda en tiempo real
 - Desarrollo de un optimizador híbrido en tiempo real (PL + GA)
 - Sustitución del modelo hidráulico por una red neuronal previamente entrenada

REDHISP. Desarrollos más recientes. Dem Dep Presión

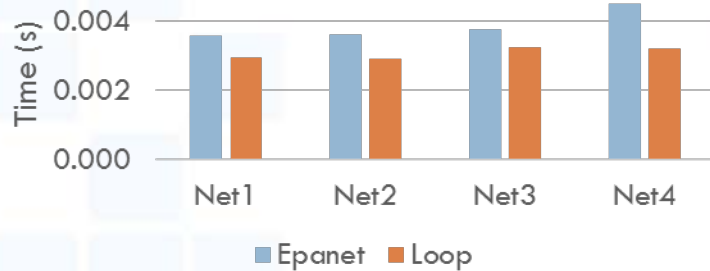
PDD curve for multi – storey building

Case 2: Multi– storey building model



REDHISP. Desarrollos más recientes. **Método mallas**

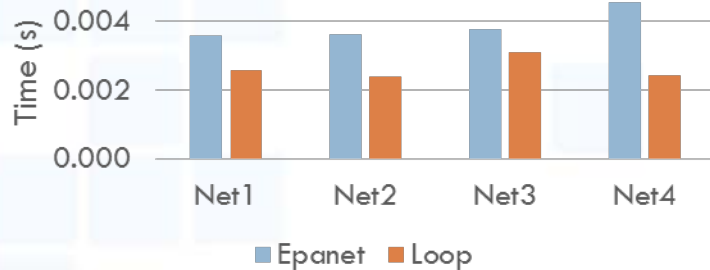
Simulation time
(Epanet vs **Loops-seq**)



Time reduction (**Loops-seq** vs Epanet)

Network	Complete simulation	Newton iter	Lin. system update	Lin. system solution
Net1	17.0%	33.3%	33.7%	71.3%
Net2	19.2%	35.2%	38.2%	84.6%
Net3	14.1%	31.8%	34.5%	63.9%
Net4	29.0%	3.9%	19.4%	2.2%

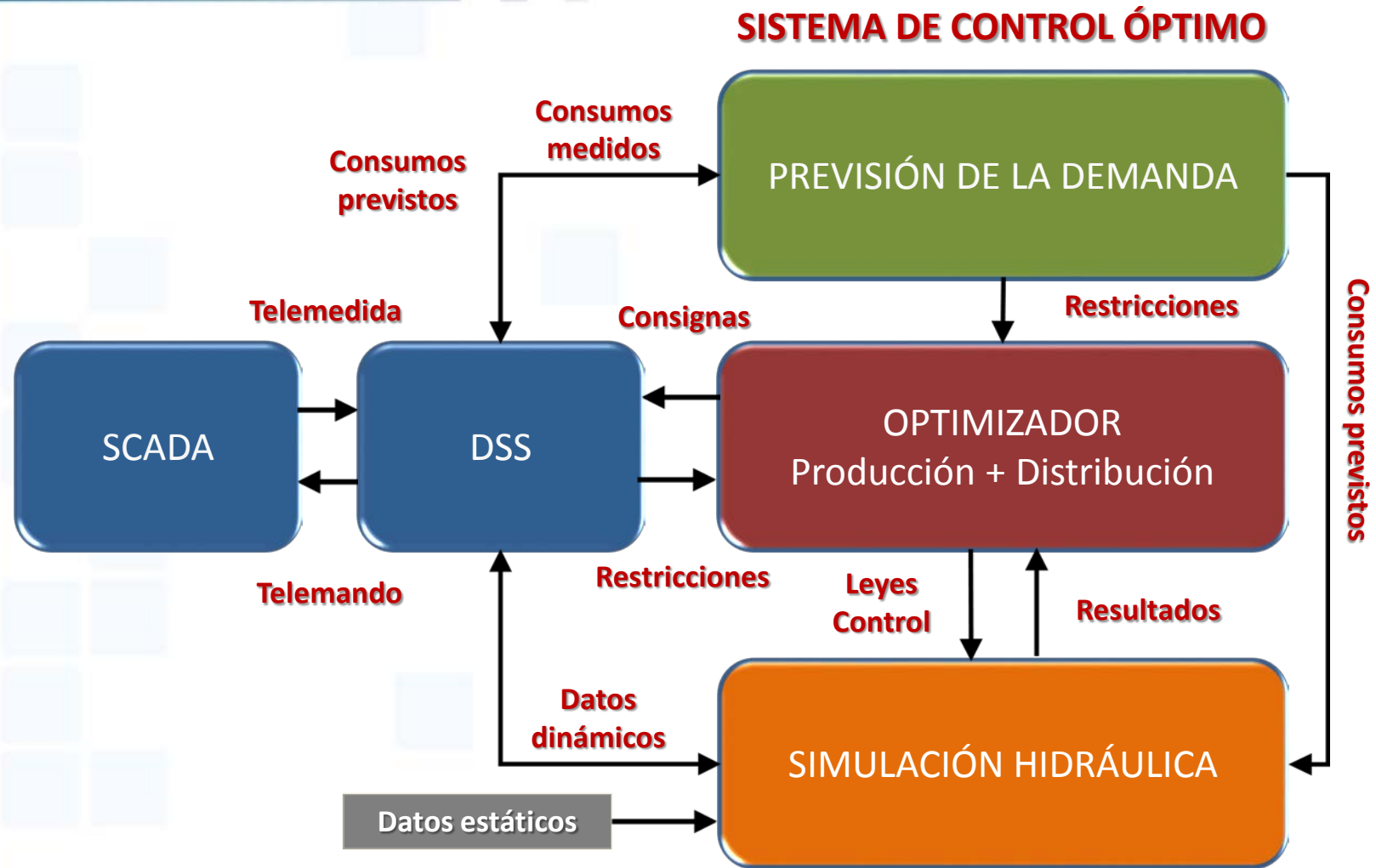
Simulation time
(Epanet vs **Loops-h4**)



Time reduction (**Loops-h4** vs Epanet)

Network	Complete simulation	Newton iter	Lin. system update	Lin. system solution
Net1	27.9%	48.2%	55.0%	75.7%
Net2	33.8%	51.6%	62.4%	84.7%
Net3	17.9%	39.1%	47.1%	67.4%
Net4	46.4%	31.5%	58.7%	3.7%

REDHISP. Desarrollos más recientes. **DSS en TReal**



Los 4 principios de la calibración

1

DEMANDAS

No es posible reproducir las variaciones de presión, si previamente no se han ajustado las variaciones de caudal

2

ELEMENTOS REGULACIÓN

Si hay elementos de regulación, su comportamiento debe reproducirse antes de calibrar otros parámetros

3

COTAS

En condiciones de flujo nulo las alturas piezométricas deben ser iguales en todos los nudos

Bajo caudales mínimos deben disminuir en el sentido del flujo

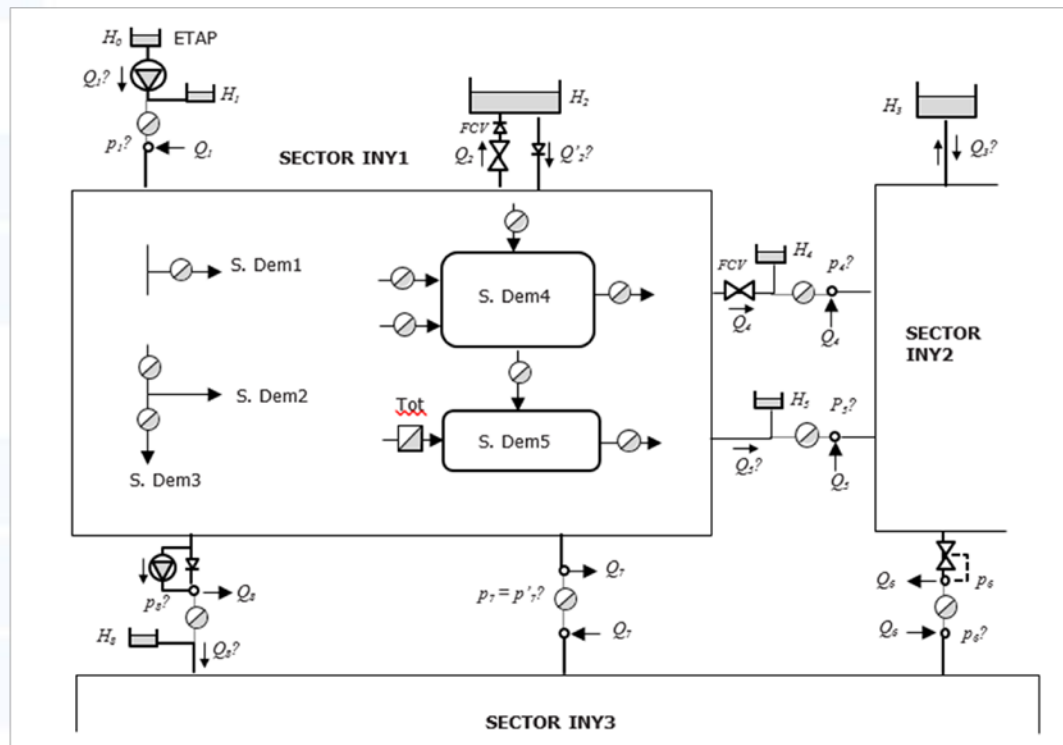
4

RUGOSIDADES

Las rugosidades de las tuberías deben permitir reproducir las diferencias de presión observadas entre las horas de caudal mínimo y máximo

Identificación de los cortes de calibración

Aplicación práctica a un sector de calibración



Combinando el **tipo de corte** con el **tipo de válvula**, la complejidad del problema de calibración se reduce notablemente



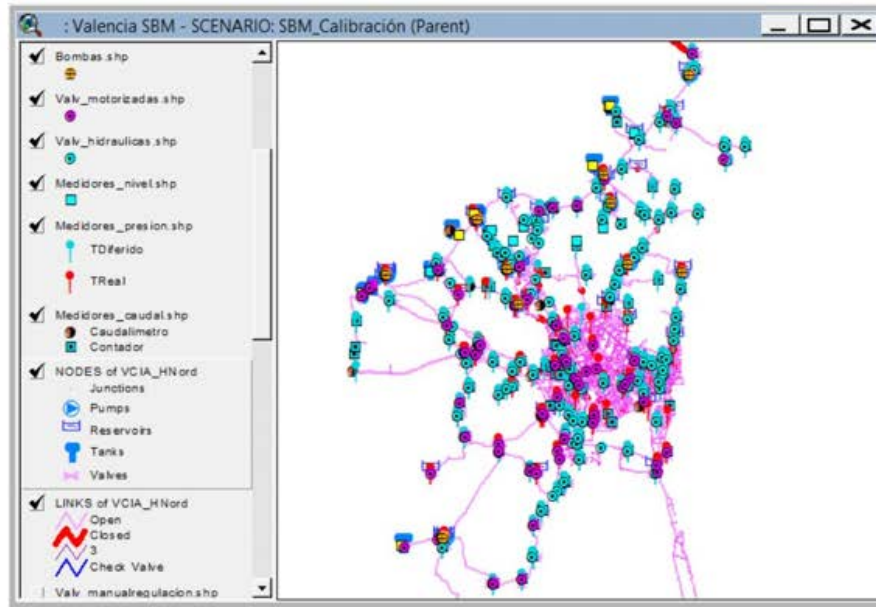
En cada punto de corte puede imponerse el caudal o la presión, pero ésta debe forzarse en al menos uno de ellos



Algunos tipos de corte son incompatibles con el tipo de válvula elegida

Caso de estudio

Abastec. Valencia y su área metropolitana



Componentes

2 ETAPs

28 depósitos (distintos volúmenes)

219 válvulas de regulación (115 hidráulicas y 104 motorizadas)

47 bombas (en 14 estaciones de bombeo)

Señales

175 estaciones remotas

550 señales hidráulicas monitorizadas

(420 en tiempo real y 130 en tiempo diferido)

160 señales de caudal

350 de presión

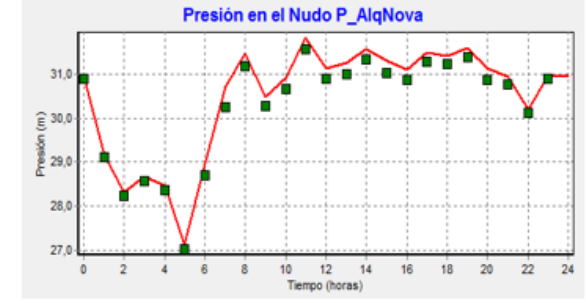
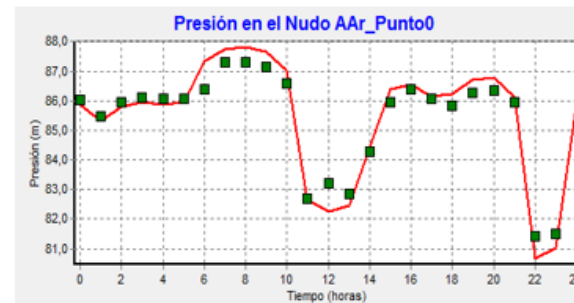
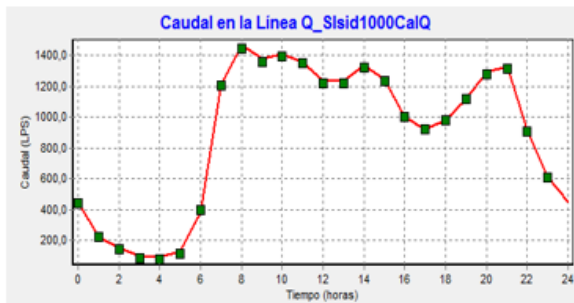
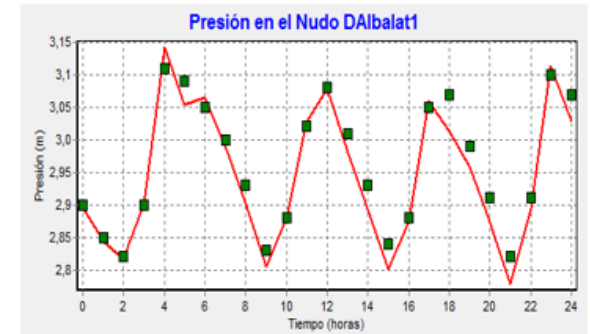
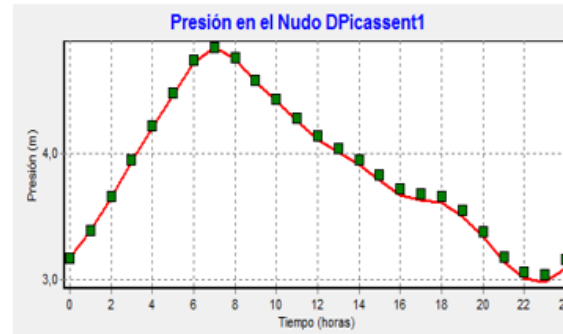
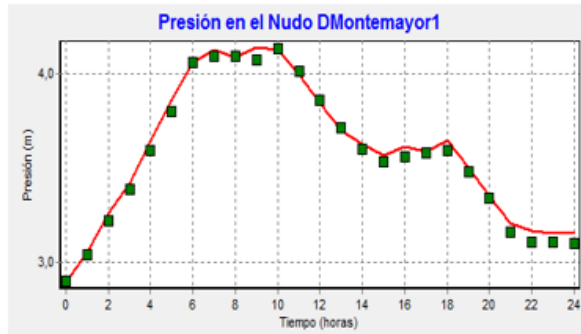
25 niveles

87 posiciones de válvula

37 estados de bomba

Resultados para el día de calibración

28 Enero 2016



Integración del modelo en T Real en SCARed

The screenshot displays the SCARed software interface. The main window shows a satellite map of Valencia, Spain, with a network of red lines representing the model's infrastructure. The interface includes a control panel at the bottom with the following elements:

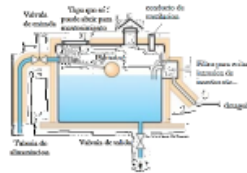
- Mapa:** A satellite view of Valencia, Spain, with a network of red lines representing the model's infrastructure.
- Panel de Control:** A control panel with buttons for "Tiempo Real" (OFF), "Situación" (PASADO), and "Regulación" (REAL). It also features a "Panel de Control" with "OPCIONES" and "Perfiles" buttons.
- Time and Date Settings:** A section for "Inicio" (00:00, 10 Jun 2013), "Instante Actual" (00:00, 10 Jun 2013), and "Fin" (00:00, 11 Jun 2013).
- Navigation:** A "Mapa" tab and a "Satélite" tab for switching between map views.
- Legend:** A legend on the right side of the map, listing various locations and infrastructure elements under the heading "IHE MANADO" and "MULTILOG".

REDHISP. Desarrollos recientes. Modelación aljibes

Introducción

¿Qué son y qué papel hacen los aljibes?

- Los aljibes son almacenamientos de agua para uso domiciliario
- Permiten tomar agua de la red, cuando la presión es insuficiente para el abastecimiento directo.
- Independizan el uso de la demanda
- Actúan como reservas locales en caso de desabastecimiento



¿Por qué proliferan los aljibes?

- El consumo aumenta sin ampliar la red, aumentando las pérdidas
- Las fugas aumentan y con ello los caudales y las pérdidas
- El primer síntoma es la insuficiencia de presión en horas punta
- El exceso de fugas o de demanda impide finalmente presurizar toda la red en continuo. El agua se distribuye intermitente por sectores
- Los recursos escasean y el agua se distribuye por tandas
- Las continuas averías provocan largos periodos sin suministro

¿Donde se ubican?

- En sótanos, a ras de suelo o en los techados de las viviendas
- En las plantas intermedias de los edificios en altura



Caracas



NY

¿Cómo se alimentan?

- Directamente desde la red, a través de las acometidas
- Mediante grupos de bombeo auxiliares (en tejados y edif. altos)

¿Cómo distribuyen el agua?

- Directamente por gravedad (cuando están a cota suficiente)
- A través de grupos hidropresores (cuando se ubican en sótanos)

¿Qué problemas presentan?

- Deterioro calidad del agua por retención. Posible contaminación
- Necesidad de limpieza periódica. Averías. Coste de mantenimiento
- Pérdida de la energía de la red para después volverla a recuperar

¿Alguna ventaja?

- Laminan la curva de demanda haciendo el suministro más uniforme
- Siempre suponen una reserva de agua en caso de fallo de la red

Soluciones para erradicarlos

- Garantizar el suministro en las fuentes de captación y tratamiento
- Reparar las fugas en la red o renovar los componentes deteriorados
- Mejorar la capacidad de transporte de la red para absorber la punta
- Eliminar progresivamente los aljibes mediante la conexión directa a red de los usuarios

REDHISP. Desarrollos recientes. Modelación aljibes

Modelación en EPANET

Consideraciones sobre la modelación

- Para realizar estudios sobre cómo erradicar los aljibes, primero hay que **modelizar** correctamente su comportamiento
- La modelación ha de reproducir la respuesta para todas las situaciones
- Los aljibes suelen conectarse en SERIE, pero también en DERIVACION
- Hay que diferenciar las fase de llenado, lleno total, vaciado, y vaciado total
- El llenado se controla mediante una válvula de flotador ; el vaciado es libre
- En algunos, una válvula de altitud controla el llenado y vaciado
- Cuando se conectan a un bombeo, una boya controla su arranque y paro.

Modelado de aljibes en serie

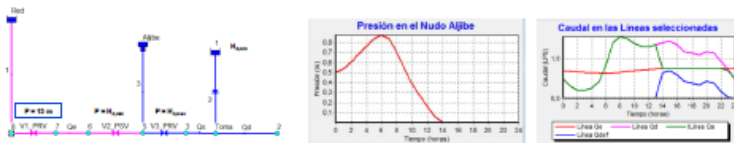
Modelo simple.

- La presión variable en la red se simula programando la consigna de una PRV
- La demanda se simula con una FCV y un emisor, para casos de insuficiencia
- El llenado o vaciado provoca el cierre temporal de las tuberías entrada/salida
- Variando la consigna de la PRV se reproducen todas las situaciones
- Los resultados 'aparentemente' no son correctos cuando está lleno o vacío



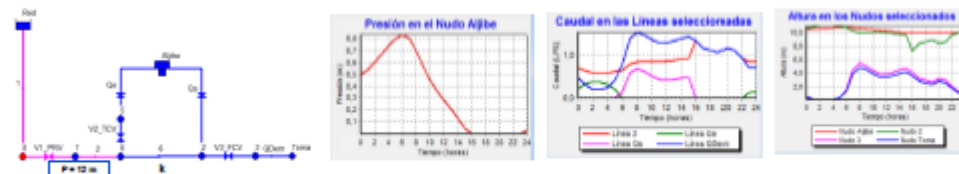
Modelo mejorado.

- La válvula PSV aguas arriba, tarada H_{min} , mantiene caudal entrante en vacío
- La válvula PRV aguas abajo, tarada H_{max} , mantiene la cota del aljibe para Q_s
- La demanda total puede imponerse a través de un patrón de consumo $Q_d(t)$
- El embalse auxiliar, a cota H_{min} , proporciona el déficit de Q_d , si $Q_e < Q_d$



Modelado de aljibes en derivación

- Permite la alimentación directa a presión de red, con independencia de aljibe
- Recomendable en caso de insuficiencias temporales o esporádicas
- Si $k=0$ equivale a una única tubería de entrada/salida
- La tasa de renovación del agua es menor. Hay que aumentar mantenimiento



Conclusiones

Próximos desarrollos

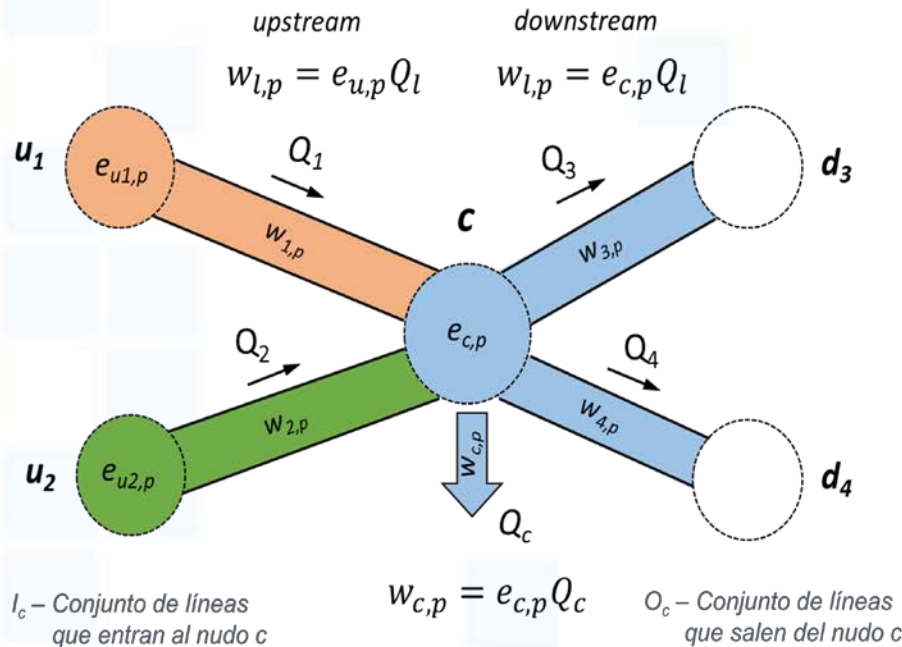
- Equipar una red sencilla con múltiples aljibes utilizando los modelos vistos
- Observar el efecto de laminación sobre la demanda global de la red
- Comprobar su papel en caso de insuficiencia de presión en horas punta
- Idem en caso de aumentar progresivamente las fugas en la red
- Simular una avería prolongada. Calcular tiempos máximos de reparación
- Simular el comportamiento de la red bajo un servicio intermitente

Avances futuros

- Contemplar otros tipos de aljibes (en sótanos, con bombeos, calderines, etc)
- Simular el deterioro de calidad del agua mientras permanece en los aljibes
- Sustituir el modelo físico por un modelo algebraico e identificar parámetros
- Incorporar el modelo algebraico en EPANET para simular un número ilimitado de aljibes, sin afectar al tiempo de simulación

REDHISP. Desarrollos recientes. Desagregación energías

$e_{c,p}$ = densidad de energía que llega al nudo c procedente de la fuente de energía p



• Ecuación de mezcla energía en los nudos:

$$e_{c,p} = \frac{\sum_{l \in I_c} (e_{u,p} Q_l + W_{l,p})}{\sum_{l \in O_c} Q_l + Q_c}$$

$$AE_p = W_p \quad | \quad e_{c,p} \rightarrow w_{c,p}$$

• Se pueden agrupar las bombas y analizar la distribución de energías acumuladas:

$$AE_{P_i} = W_{P_i} \quad | \quad e_{c,P_i} \rightarrow w_{c,P_i}$$

P' = grupo de bombas

REDHISP. Desarrollos recientes. **Desagregación energías**

Reparto de la energía de cada fuente entre los nudos de demanda

$$E_{c,g}/E_g \quad E_{c,w}/E_w \quad E_{c,f}/E_f \quad E_c/E$$

Energy ditribution by Demand Nodes

	Gravit. Power %	Pumping power %	Losses power %	Pressure power %
R1				
J1				
J2				
R2				
J3	-20,29	13,92	5,03	18,13
J4				
J5				
P2				
J6	-15,05	19,22	9,88	23,49
J7	-15,05	19,22	15,01	22,74
T1 in	327,03	30,41	66,17	0,00
T1 out				
J8	-161,92	0,00	1,96	13,45
J9	-14,72	17,24	1,96	22,19
	100,00	100,00	100,00	100,00

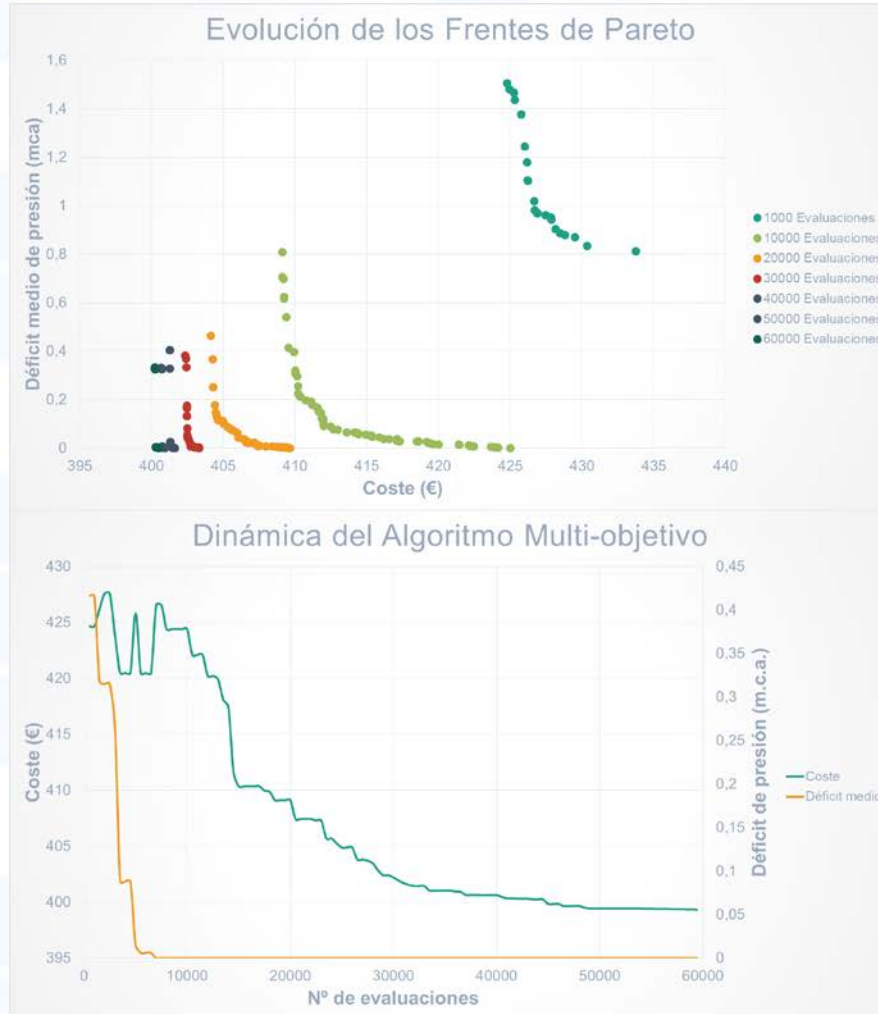
Contribucion de cada fuente a crear la energía de presión en cada nudo

$$r_{c,g} = e_{c,g}/e_c \quad r_{c,p} = e_{c,p}/e_c \quad r_{c,g} + r_{c,p} = r_{c,f} = e_{c,f}/e_c \quad r_{c,pr} = e_{c,pr}/e_c$$

Energy distribution by Sources

	Gravity power %	Pumping power %	Total power %	Losses power %	Pressure power %
R1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J2	0,00	100,00	100,00	0,41	99,59
R2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J3	9,12	90,88	100,00	3,91	96,09
J4	9,12	90,88	100,00	7,37	92,63
J5	7,31	92,69	100,00	5,91	94,09
P2	0,00	100,00	100,00	0,00	100,00
J6	5,12	94,88	100,00	5,81	94,19
J7	5,12	94,88	100,00	8,83	91,17
T1 in	-285,71	385,71	100,00	100,00	0,00
T1 out	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
J8	100,00	0,00	100,00	2,09	97,91
J9	5,55	94,45	100,00	1,28	98,72

REDHISP. Desarrollos recientes. Optimiz. Multi-objetivo



Algoritmo

Genético multiobjetivo paralelo

Los algoritmos meta-heurísticos se adaptan muy bien a este tipo de problemas. Se ha aplicado el Algoritmo Genético denominado NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm)

La **codificación** del cromosoma se ha definido como una serie de números enteros (genes). Cada gen corresponde a una petición de riego e indica el instante en que se ha de iniciar el mismo.

Se ha propuesto un enfoque multi-objetivo en el que se trata de minimizar el coste total del bombeo, por un lado, y minimizar el déficit de presión de servicio, por otro. El hecho de no descartar soluciones a priori favorece la diversidad en la población. Dicha diversidad evita el estancamiento en óptimos locales.

REDHISP. Desarrollos recientes. Optimiz. Multi-objetivo

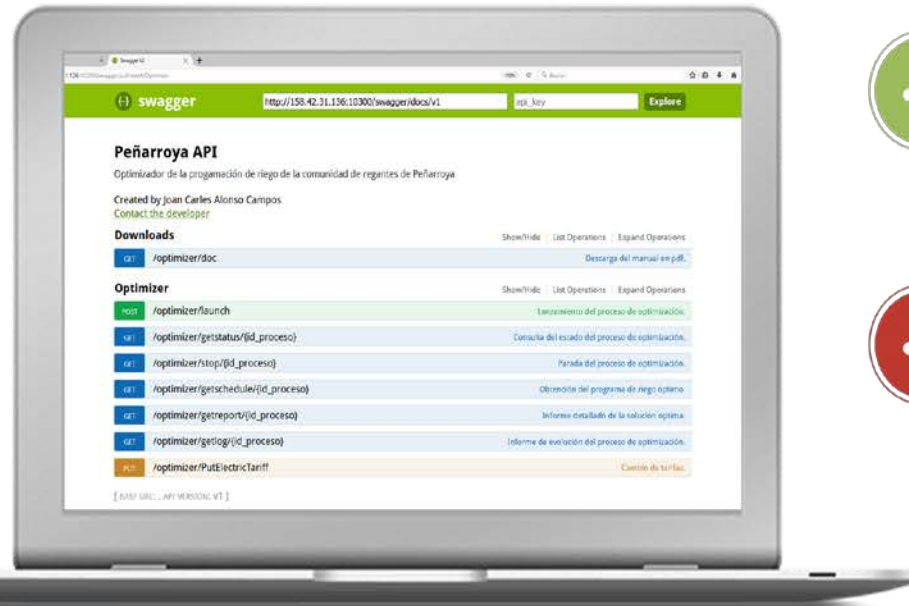
.NET

El optimizador se ha programado sobre la plataforma .NET mediante el lenguaje C#



API-REST

El conjunto de servicios web utilizan la tecnología API-REST



+ Independencia

Los servicios pueden ser invocados desde cualquier sistema operativo



+ Integración

Simplicidad de integración en plataformas de gestión de CCRR

Muchas gracias por su atención

Más información:

<https://www.iiama.upv.es/iiama/es/investigacion/grupos-de-investigacion/redes-hidraulicas-y-sistemas-a-presion.html>

https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Martinez_Alzamora