

Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y Auto-
mática

Desarrollo de una herramienta para la recon-
ciliación de datos en redes de distribución de
agua

Autor: Javier Latorre Rodríguez

Tutor: Daniel Limón Marruedo

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023



Trabajo Fin de Máster
Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y Automática

Desarrollo de una herramienta para la reconciliación de datos en redes de distribución de agua

Autor:

Javier Latorre Rodríguez

Tutor:

Daniel Limón Marruedo

Catedrático de Universidad

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Trabajo Fin de Máster: Desarrollo de una herramienta para la reconciliación de datos en redes de distribución de agua

Autor: Javier Latorre Rodríguez
Tutor: Daniel Limón Marruedo

El tribunal nombrado para juzgar el trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes profesores:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:

Agradecimientos

A mi familia y amigos por confiar y creer en mí, por apoyarme incondicionalmente en los buenos y malos momentos y por ser un hombro en el que apoyarme.

A mi tutor Daniel Limón Marruedo por su ayuda y entrega durante este Trabajo de Fin de Máster.

A todo el grupo docente de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.

A todos ellos, gracias.

Javier Latorre Rodríguez
Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2023

Resumen

Las redes de distribución de agua (RDA) son un conjunto de bombas de agua, nodos libres, reservas, tanques, tuberías, válvulas y elementos de control conectados entre sí que dirigen el agua potable hasta el consumidor final. En este tipo de redes una mala instrumentación puede ser fatal para el control y estimación de dinámicas de la misma, por ello, es preciso contar con algoritmos de reconciliación basados en históricos que permitan una calibración de sensores y la estimación de caudales y presiones de pérdidas.

En el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se ha realizado un estudio de sobre las RDAs, su reconciliación aplicando el filtro de Kalman y la implementación de una interfaz hombre-máquina (HMI) denominada RDApp destinada a la reconciliación de RDAs genéricas. En lo que respecta a la reconciliación se proponen cinco casos: reconciliación completa de la RDA, calibración de caudalímetros, calibración de caudalímetros con medidas completas de caudal, detección de pérdidas y detección de pérdidas con medidas completas de caudal. Por otra parte, RDApp es una herramienta con amplia manipulabilidad a nivel usuario la cual ha sido desarrollada con la aplicación *App Designer* de Matlab[®] e integra simulación de RDAs genéricas apoyada en el motor de EPANET, reconciliación con los cinco casos propuestos y visualización de resultados.

Finalmente, se ha realizado un ensayo práctico con RDApp en el que se pudieron ver los puntos fuertes de la interfaz y los aspectos a tener en cuenta por el usuario que la use.

Abstract

The water distribution networks (WDN) are a set of water pumps, free nodes, reserves, tanks, pipes, valves and control elements connected to each other that direct drinking water to the final consumer. This kind of network are susceptible to a bad instrumentation which can trigger a fatal error in the control and estimation of its dynamics, therefore, it is necessary to have reconciliation algorithms based on historical data that allow a sensor calibration and a estimation of flows and pressure losses.

In this Final Master's Project (FMP) a study on the WDNs, their reconciliation applying the Kalman filter and the implementation of a human-machine interface (HMI) called RDApp for the reconciliation of generic WDNs, has been carried out. On one hand, five reconciliation cases have been proposed: full WDN reconciliation, calibration of flowmeters, calibration of flowmeters with complete flow measurements, loss detection and loss detection with complete flow measurements. On the other hand, RDApp is a tool with a wide user-level manipulability which has been developed with the application App Designer of Matlab[®] and integrates simulation of generic WDNs supported by EPANET engine, reconciliation with the five proposed cases and visualization of results.

Finally, a practical test has been carried out with RDApp in order to know their strengths and the aspects to be taken into account by the user who uses it.

Índice

Resumen	III
Abstract	V
Índice de figuras	IX
Índice de tablas	XI
Acrónimos	XIII
1 Introducción	1
1.1 Motivación del trabajo	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Equipos y <i>software</i> utilizados	2
1.4 Estructura de la memoria del TFM	2
2 Redes de distribución de agua	5
2.1 Introducción	5
2.2 Tipos de redes de distribución de agua	5
2.3 Factores críticos	7
2.4 Modelado de redes de distribución de agua	8
2.4.1 Modelado de elementos de una RDA y parámetros	9
2.4.2 Modelo dinámico de una RDA	12
3 Corrección óptima y filtro de Kalman	15
3.1 Introducción	15
3.2 Corrección óptima	15
3.2.1 Corrección óptima determinista	16
3.2.2 Corrección óptima estadística	16
3.3 Filtro de Kalman	17
3.3.1 Filtro de Kalman para espacio de estados	17
3.3.2 Filtro de Kalman extendido	19
4 Reconciliación de datos en una RDA	23
4.1 Reconciliación dinámica y estática de datos	23
4.1.1 Reconciliación estática de datos	23
4.1.2 Reconciliación dinámica de datos	25
4.2 Casos de reconciliación en una RDA	25
4.2.1 Descripción del problema	25

4.2.2	Casos de reconciliación	27
5	Herramienta genérica para RDA: RDApp	29
5.1	Interfaz gráfica y guía de uso	29
5.1.1	RDApp: <i>Generación de datos</i>	30
5.1.2	RDApp: <i>Reconciliación</i>	41
5.1.3	RDApp: <i>Visualización de resultados</i>	46
5.2	Estructura del código implementado	47
5.3	Ensayo práctico	49
5.3.1	Ensayo práctico: gráficas comunes	52
5.3.2	Ensayo práctico: caso 1	54
5.3.3	Ensayo práctico: caso 2	57
5.3.4	Ensayo práctico: caso 2r	59
5.3.5	Ensayo práctico: caso 3	61
5.3.6	Ensayo práctico: caso 3r	63
5.3.7	Ensayo práctico: notas	65
6	Conclusiones y futuras líneas de investigación	67
7	Anexos	69
7.1	Código principal de la herramienta RDApp	69
7.2	Función principal de simulación	123
7.3	Función principal de reconciliación	124
7.4	Función de llamada al motor de Epanet	128
7.5	Función de estructuración de la RDA	130
7.6	Función para la generación automática de matrices de incidencia	132
7.7	Función para el tratamiento previo de datos	134
7.8	Función del Caso 1	136
7.9	Función del Caso 2	137
7.10	Función del Caso 2r	138
7.11	Función del Caso 3	139
7.12	Función del Caso 3r	141
7.13	Función del filtro de Kalman	142
7.14	Función para la generación de gráficas	142
7.15	Información sobre los datos históricos de la simulación de RDApp	151
	Bibliografía	153

Índice de Figuras

2.1	Ciclo de uso del agua. Fuente: [1]	5
2.2	Tipos de redes de distribución y sus partes	6
2.3	Tipos de redes de distribución según su conexionado	7
2.4	Mapa de dureza del agua en España. Fuente: [2]	8
2.5	Sedimento acumulado en una tubería. Fuente: [3]	8
2.6	Relación de apertura frente a característica de la válvula. Fuente: [4]	11
2.7	Unión de tuberías en un nodo. Fuente: [4]	11
2.8	Evolución de la curva $q-p$ en función de α	12
3.1	Algoritmo del filtro de Kalman para espacio de estados	19
3.2	Algoritmo del filtro de Kalman extendido	21
5.1	Logotipo de RDAApp	29
5.2	RDAApp: pestaña <i>Generación de datos</i>	30
5.3	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Vista preliminar de la red</i>	30
5.4	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Matrices de incidencia > Generar datos</i>	31
5.5	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Matrices de incidencia</i>	31
5.6	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Selección de caudales medidos</i>	32
5.7	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Patrones de demanda</i>	33
5.8	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Patrones de demanda > Generar patrones</i>	33
5.9	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Acciones en nodos</i>	34
5.10	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Acciones en nodos > Regenerar tabla</i>	34
5.11	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Covarianzas de ruido</i>	35
5.12	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Covarianzas de ruido > Generar</i>	35
5.13	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Condiciones iniciales de tanques</i>	36
5.14	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Condiciones iniciales de tanques > Regenerar tabla</i>	36
5.15	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Tiempos de simulación</i>	37
5.16	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Tiempos de simulación > Limpiar tiempos</i>	37
5.17	RDAApp: <i>Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Simulación y guardado de datos históricos</i>	38
5.18	RDAApp: <i>Generación de datos > Aportar datos históricos > Vista preliminar de la red</i>	38
5.19	RDAApp: <i>Generación de datos > Aportar datos históricos > Matrices de incidencia</i>	39
5.20	RDAApp: <i>Generación de datos > Aportar datos históricos > Selección de caudales medidos</i>	40
5.21	RDAApp: <i>Generación de datos > Aportar datos históricos > Acciones en nodos</i>	40
5.22	RDAApp: <i>Generación de datos > Aportar datos históricos > Datos históricos</i>	41
5.23	RDAApp: <i>Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Parámetros varios</i>	42
5.24	RDAApp: <i>Reconciliación > Selector de caso</i>	43
5.25	RDAApp: <i>Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Matrices diagonales de covarianzas</i>	44
5.26	RDAApp: <i>Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Error de calibración adicional en caudales</i>	45

5.27	RDApp: <i>Reconciliación</i> > <i>Ajustes de parámetros de la reconciliación</i> > <i>Error de calibración adicional en caudales</i> > <i>Generar</i>	45
5.28	RDApp: <i>Reconciliación</i> > <i>Ajustes de parámetros de la reconciliación</i> > <i>Comenzar la reconciliación</i> > <i>Comenzar</i>	46
5.29	RDApp: <i>Reconciliación</i> > <i>Visualización de resultados</i> > <i>Guardar en figuras externas</i>	46
5.30	RDApp: <i>Reconciliación</i> > <i>Visualización de resultados</i>	47
5.31	Diagrama de dependencias entre funciones	48
5.32	Ensayo práctico: esquema de la RDA	49
5.33	Ensayo práctico: patrones de demanda	50
5.34	Ensayo práctico: demandas	53
5.35	Ensayo práctico: presiones y caudales	53
5.36	Ensayo práctico: valores promediados	54
5.37	Ensayo práctico: caso 1 - estimación de α	55
5.38	Ensayo práctico: caso 1 - comparación tras calibración	55
5.39	Ensayo práctico: caso 1 - estimación de β	56
5.40	Ensayo práctico: caso 1 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones	56
5.41	Ensayo práctico: caso 1 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación	57
5.42	Ensayo práctico: caso 2 - estimación de α	58
5.43	Ensayo práctico: caso 2 - comparación tras calibración	58
5.44	Ensayo práctico: caso 2 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones	59
5.45	Ensayo práctico: caso 2 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación	59
5.46	Ensayo práctico: caso 2r - estimación de α	60
5.47	Ensayo práctico: caso 2r - comparación tras calibración	60
5.48	Ensayo práctico: caso 2r - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones	61
5.49	Ensayo práctico: caso 2r - norma euclidiana y media del residuo por ecuación	61
5.50	Ensayo práctico: caso 3 - comparación de datos de estimación	62
5.51	Ensayo práctico: caso 3 - estimación de β	62
5.52	Ensayo práctico: caso 3 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones	63
5.53	Ensayo práctico: caso 3 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación	63
5.54	Ensayo práctico: caso 3r - estimación de β	64
5.55	Ensayo práctico: caso 3r - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones	64
5.56	Ensayo práctico: caso 3r - norma euclidiana y media del residuo por ecuación	65
7.1	RDApp: estructura de datos históricos tras la simulación	152

Índice de Tablas

1.1	Equipos utilizados para realizar el TFM y sus especificaciones	2
5.1	Ensayo práctico: información sobre los nodos libres	50
5.2	Ensayo práctico: información sobre las tuberías	51
5.3	Ensayo práctico: información sobre covarianzas de ruido	51
5.4	Ensayo práctico: información sobre los tanques y reservas	52
5.5	Ensayo práctico: información sobre valores temporales	52

Acrónimos

HMI Interfaz hombre-máquina

MI Matriz de incidencia

MSPC Modelo simplificado de parámetros concentrados

PDE Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales

RDA Red de distribución de agua

TFM Trabajo Fin de Máster

1 Introducción

De vez en cuando, una nueva tecnología, un antiguo problema y una gran idea se convierten en una innovación.

DEAN KAMEN

1.1 Motivación del trabajo

Como es conocido, la población mundial ha ido aumentando drásticamente a lo largo de los últimos cien años y con ella el requerimiento de una gran cantidad de agua potable de calidad. Para para satisfacerlo se instalan grandes infraestructuras llamadas redes de distribución de agua (RDA) capaces de adaptarse a la creciente demanda y a la vez que garantizan un suministro apropiado a la población con estrategias de control eficientes y fiables. Dicho control no sería posible sin conocer con detalle el complejo comportamiento del sistema, de tal forma que se puedan realizar estimaciones basadas en datos históricos y modelos de la RDA para la calibración de sensores y parámetros, la detección temprana de comportamientos anómalos como cambios bruscos de presión, fugas o conexiones no autorizadas y la detección de demandas.

Considerando esta creciente demanda de los consumidores y la necesidad de conocer el comportamiento de la RDA, empresas y universidades están llevando a cabo numerosos estudios teóricos y prácticos en los que se realizan reconciliaciones del sistema de adquisición de datos y/o el posterior control de la red a nivel local o provincial. Por ejemplo, en [1] se tiene como principal objetivo la generación de *solvers* funcionales como simuladores, estimadores, predictores de demandas y la programación óptima del control de una RDA. Además, se presentan algoritmos que pueden organizarse en estructuras con el propósito de solucionar problemas genéricos que puedan tenerse en otras RDA.

Por otra parte, en [5] se hace uso de técnicas de control óptimo a tiempo real de las RDAs utilizando algoritmos de control predictivo de modelos estocásticos que tienen en cuenta tanto las demandas como los precios de la energía. También se apoya en el monitoreo de balances de masas y la calidad del agua gracias a los datos recabados de infinitud de sensores de presión, caudal y calidad para detectar y acotar las zonas con fugas y errores en los sensores y actuadores. Finalmente, propone técnicas de predicción de demandas de la población promoviendo un uso más eficiente a nivel doméstico.

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) se centrará en la reconciliación aplicada al balance hídrico de RDAs genéricas con dinámicas *quasi*-periódicas y a la calibración de sensores. Además, se creará una interfaz hombre-máquina (HMI) con la que facilitar la interacción del usuario en este campo de investigación, agilizar la creación de modelos de reconciliación automática y adaptable para cada RDA con una amplia parametrización y visualización de resultados.

1.2 Objetivos

En el presente TFM tiene dos objetivos principales, el primero es la determinación de un algoritmo de reconciliación de datos para RDAs y el segundo es la implementación de dicho algoritmo en una HMI de RDAs genérica con amplia manipulabilidad por el usuario tanto en simulación como en estimación y reconciliación.

1.3 Equipos y *software* utilizados

A la hora de elaborar este TFM se han usado dos equipos, uno es un ordenador portátil con modelo MSI Katana GF66 11UC, mientras que el otro es un ordenador de sobremesa con modelo H410M S2H V2. Sus especificaciones se pueden apreciar en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Equipos utilizados para realizar el TFM y sus especificaciones.

Especificación	MSI Katana GF66 11UC	H410M S2H V2
Procesador	11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-11800H @ 2.30GHz 2.30 GHz	Intel(R) Core(TM) i5-10400 CPU @ 2.90GHz 2.90GHz
RAM instalada	16.0GB	32.0GB
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64	Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64
Sistema operativo	Windows 10 Pro	Windows 10 Pro

Por otra parte, respecto a los programas informáticos empleados para el grueso del TFM se ha usado el *software* TeXstudio ya que soporta \LaTeX para redactar el documento, EPANET para crear la RDA y Matlab[®] R2023a en su lenguaje propio M junto con el *toolkit* de EPANET y la aplicación *App Designer* para cumplir con los objetivos propuestos.

1.4 Estructura de la memoria del TFM

Este TFM se divide en seis partes principales, cada una de ellas asignada a uno de los capítulos. En los que respecta a los contenidos abordados se tiene lo siguiente:

- Capítulo 1. Introducción: el inicio de este capítulo habla sobre el marco teórico y el estado del arte, tras esto menciona los objetivos, los equipos y *software* utilizados y finalmente la estructura del TFM.
- Capítulo 2. Redes de distribución de agua: se expone todo lo referente a las RDAs tocando temas como los tipos que existen, los factores críticos a las que se enfrentan o el modelado de las mismas.
- Capítulo 3. Corrección óptima y filtro de Kalman: se trata de un capítulo puramente teórico en el que se explica la corrección óptima determinista y estadística y los tipos de filtro de Kalman extendido y para espacio de estados.
- Capítulo 4. Reconciliación de datos en una RDA: en este capítulo se ve cómo se pueden adaptar los datos históricos para poder realizar una reconciliación estática y dinámica de datos con el fin de reconciliar los modelos de los casos propuestos.
- Capítulo 5. Herramienta genérica para RDA: RDAApp: en este capítulo se explica detalladamente el funcionamiento de la HMI implementada, la estructura del código que la constituye y finalmente se

realizan ensayos a modo de prueba de la herramienta.

- Capítulo 6. Conclusiones y futuras líneas de investigación: en este capítulo final se señalan las conclusiones alcanzadas tras completar el TFM y tras esto se da pie a nuevos retos y líneas de investigación.

2 Redes de distribución de agua

En el presente capítulo se abordarán temas como los tipos de RDA que hay, su estructura, sus factores críticos y su modelado.

2.1 Introducción

El agua es la principal materia prima usada por la humanidad a lo largo de la historia. Actualmente, se tiene un ciclo de uso del agua en el que interviene una etapa de suministro, otra de uso y finalmente de tratamiento del agua, véase la figura 2.1 [1]. De entre las tres etapas, en este TFM se abordará únicamente la de suministro de agua potable con RDA. Estas RDA son un conjunto de reservas, tanques, nodos, tuberías, bombas de agua, válvulas y elementos de control que conectados entre sí que distribuyen agua potable a desde la ubicación de almacenamiento de ésta hasta consumidor final.

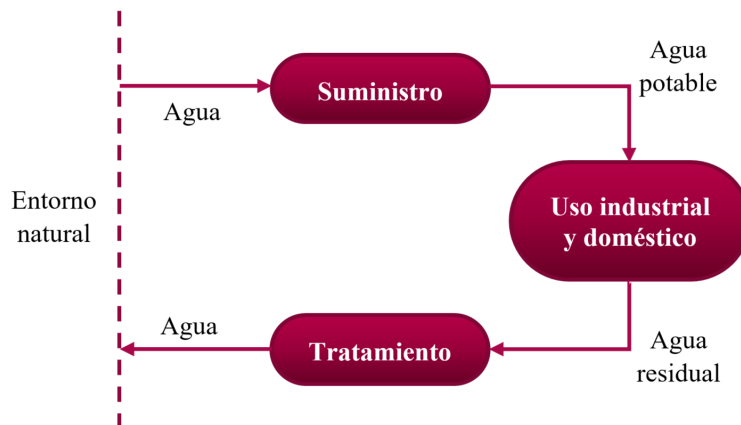


Figura 2.1 Ciclo de uso del agua. Fuente: [1].

2.2 Tipos de redes de distribución de agua

Existen varias maneras de designar a una RDA y sus partes dependiendo de su estructura y de su función. En lo que respecta a la función que desempeña se puede dividir en tres partes principales [4]:

- **Captación:** comprende zonas superficiales como ríos, lagos y embalses, subterráneas como acuíferos y marinas como desaladoras.
- **Aducción:** compuesta por canales abiertos o cerrados que une la zona de captación con la de distribución donde se trata y almacena el agua.

- **Distribución:** extrae el agua de la red de aducción para llevarla hasta las acometidas de los consumidores finales. Esta parte de la red incluye instalaciones como estaciones de tratamiento de agua, depósitos reguladores o estaciones de bombeo.

Las redes de distribución pueden trabajar por gravedad, donde el depósito principal se encuentra en una cota superior a la del consumidor final y se deja descender el agua por la red con la ayuda de la gravedad, o por bombeo, donde no existe esta gran diferencia de cotas y es necesario el uso de bombas que aumenten la presión, véase la figura 2.2. Cabe señalar que en ambas configuraciones puede existir una combinación de formas de trabajar, sin embargo, se le denominará de la manera en que mejor quede reflejada la forma principal de trabajo de la red de distribución.

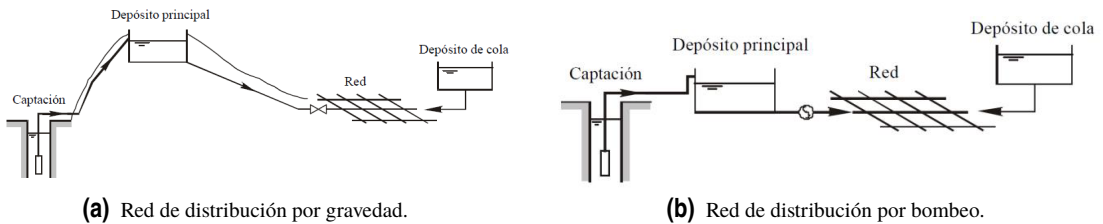


Figura 2.2 Tipos de redes de distribución y sus partes.

Además, se pueden tener tres tipos de redes según la forma en la que se encuentran conectados los elementos de esta [4]:

- **Red ramificada:** se tiene una tubería principal de suministro la cual se puede ir bifurcando numerosas veces dando pie a nuevas tuberías y bifurcaciones para conducir el agua en un solo sentido hasta los nodos finales. Véase la figura 2.3c.
- **Red mallada:** todos los nodos se encuentran conectados entre sí por tuberías haciendo que el agua pueda fluir por varios caminos para llegar a un mismo punto. Este tipo de red asegura el suministro en todos los nodos ya que si se cortara el flujo de una tubería por algún motivo, el agua podría llegar por otro camino. Véase la figura 2.3a.
- **Red mixta:** este tipo de red es una combinación entre la red ramificada y la red mallada, donde se tienen ciertos nodos conectados entre sí con ramificaciones. Véase la figura 2.3b.

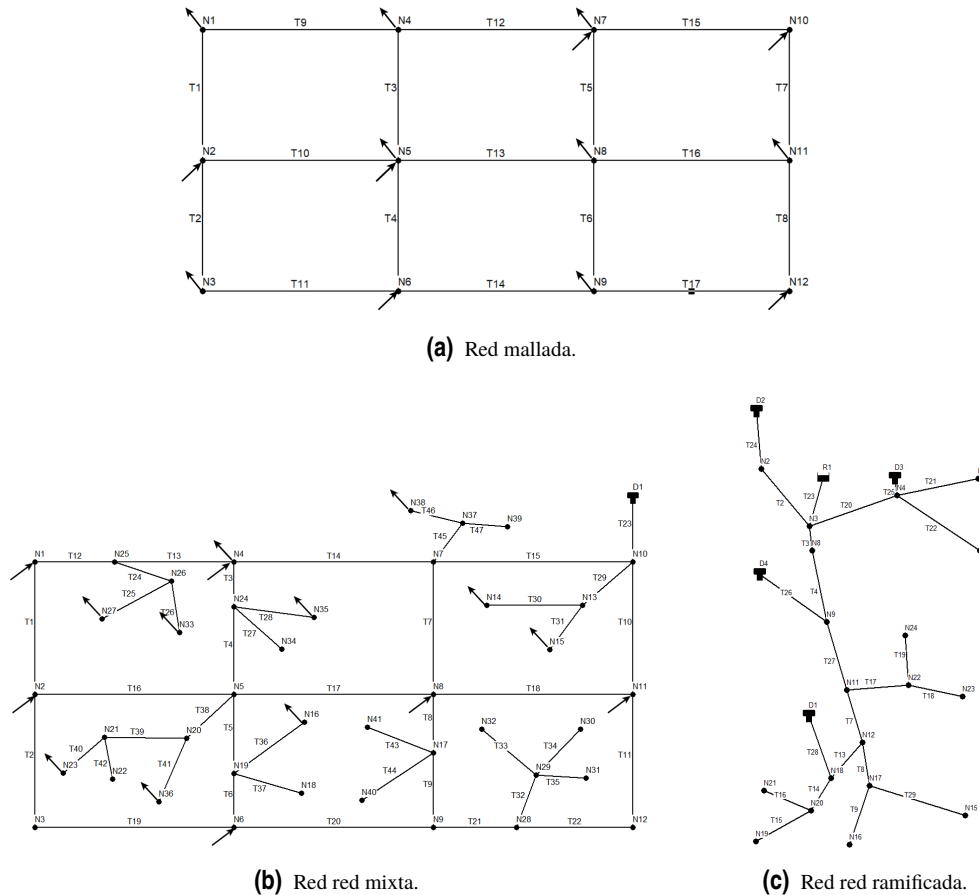


Figura 2.3 Tipos de redes de distribución según su conexionado.

Por otra parte, una RDA se puede agrupar en sectores con acometidas independientes que a su vez se dividen en subsectores separados entre sí con el fin de agilizar la detección y reparación de fugas, realizar actividades de mantenimiento de ésta e implantar zonas de presión.

2.3 Factores críticos

Algo muy importante a tener en cuenta son los factores que afectan a la correcta operación de una RDA. Entre ellos se pueden encontrar varios como la demanda por parte de los usuarios, la calidad del agua, la topografía del terreno, los costos económicos, el deterioro de los elementos que componen la RDA.

En una RDA es imperativo que el agua pase por unos tratamientos de filtrado y desinfección adecuados con el fin de que sea apta para el consumo, pero también lo es poder abastecer las demandas de los usuarios finales de manera eficiente y fiable, ya que se pueden existir un gran número de demandas al mismo tiempo provenientes de industrias, pueblos o ciudades. A pesar de que las demandas suelen seguir un patrón diario o semanal haciendo posible predicciones de consumo, éstas son determinantes ya que actúan de manera similar a las perturbaciones modificando caudales y presiones en las tuberías y su fluctuación no se puede conocer con total exactitud al depender de dichos usuarios [4]. Además, una mala gestión del control puede ocasionar grandes pérdidas monetarias por llevar una mala predicción horaria de las demandas y hacer un mal uso de la energía eléctrica en el bombeo del agua.

Por otra parte, a la hora de dimensionar y construir una RDA se ha de tener en cuenta el relieve del terreno, los materiales necesarios y la demanda que sufrirá la red. En lo que respecta al relieve cabe destacar que un terreno muy irregular puede dar pie a cotas distantes a lo largo de una misma tubería haciendo que su

dirección cambie y se creen puntos críticos como son los codos, donde la presión suele ser más elevada de lo normal y podrían ocasionar un mayor deterioro de la instalación, rupturas, cambios en la dinámica del caudal y, por ende, fugas indeseadas.

Como todo elemento físico expuesto al entorno, las tuberías, los nodos, los sensores y los actuadores se ven afectados por el deterioro con el paso de los años, así mismo, se ha de comprobar periódicamente su estado para evitar fugas y otros problemas. En España no se tiene un tipo de agua homogeneizada, si no que se tienen diferentes grados de dureza, véase la figura 2.4, cuyas partículas sólidas pueden irse sedimentando poco a poco modificando el diámetro de la tubería. En la figura 2.5 se tiene un claro ejemplo de cómo se pueden ir acumulando sedimentos, especialmente con el agua dura, en las tuberías con el paso del tiempo.

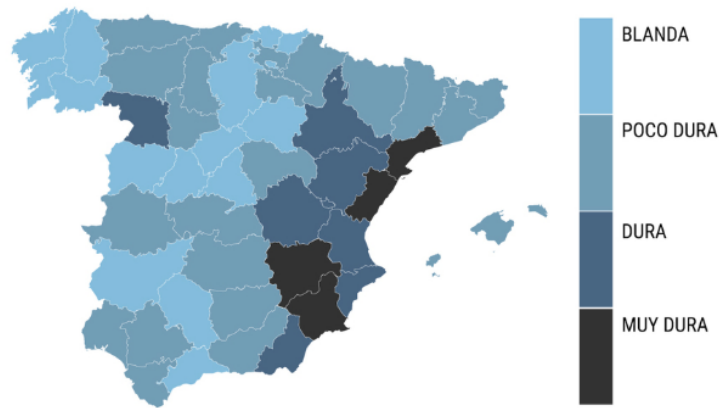


Figura 2.4 Mapa de dureza del agua en España. Fuente: [2].



Figura 2.5 Sedimento acumulado en una tubería. Fuente: [3].

Finalmente cabe señalar que al igual que pasa con las instalaciones eléctricas, en las RDA también existen conexiones no autorizadas en las que se extraen grandes cantidades de agua. Este tipo de fraudes son complicados de percibir porque se pueden confundir con fugas por rupturas en la red [4], no obstante, existen métodos como el que se verá en este TFM que ayudan a diferenciar cuándo se tienen pérdidas por fugas o por fraude haciendo uso de los datos históricos.

2.4 Modelado de redes de distribución de agua

A la hora de modelar una RDA existen modelos complejos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales (PDE) y modelos simplificados de parámetros concentrados (MSPC). Los modelos de PDE vienen de las ecuaciones de Saint-Venant y tienen en cuenta la presión ($p(t,x)$) y la velocidad ($v(t,x)$) del agua en cada

punto de la red y en cada instante, haciendo de éste un modelo muy preciso y a la vez muy complejo. Por otra parte, los MSPC no contemplan cambios a lo largo de la tubería, como sí pasaba con los modelos de PDE, en este caso se asume una presión y una velocidad del agua constantes a lo largo de la tubería ($p(t), v(t)$). Estas simplificaciones tienen la problemática de que no representan bien ciertas dinámicas de la red (transitorios) [4]. Dado que los modelos de PDE son muy complejos y la finalidad de este TFM no se centra únicamente en obtener dicho modelo si no también en reconciliación de datos se optará por trabajar con MSPC.

Para que un MSPC tenga una solución semejante a la realidad la dinámica del agua en la RDA ha de ser *quasi*-estacionario, es decir, lenta y con variaciones suaves, véase la ecuación 2.1. En caso de que esta dinámica no sea así y se tengan variaciones rápidas, véase la ecuación 2.2, es cuando aparecen fenómenos transitorios en la red con ondas de presión y golpes de ariete siendo necesario el uso de modelos de PDE [4].

$$T_r \ll \frac{L}{a} \quad (2.1)$$

$$T_r \geq \frac{L}{a} \quad (2.2)$$

Donde T_r es el tiempo de respuesta, L es la longitud de la tubería y a es la velocidad del sonido.

2.4.1 Modelado de elementos de una RDA y parámetros

A continuación, se describirán una serie de conceptos necesarios para el modelado de los elementos de las RDA:

- **Reservas o embalses:** se trata del elemento que proporciona agua al sistema [6]. De cara al modelado se consideran como fuentes infinitas de agua con una presión constante o *quasi*-constante, aunque si el intervalo de simulación es elevado se puede considerar como una presión variante en el tiempo conocida [4].
- **Tanque:** almacena el exceso de agua y la expulsa en momentos de demanda elevada [6]. Por otra parte conocer el valor inicial, cota del fondo y sección de estos elementos de almacenamiento de agua es importante porque según su valor el sistema tendrá una dinámica u otra en los siguientes instantes. Su modelo viene dado por la fórmula 2.3 [4] y no tiene por qué ser constante, es decir, el tanque puede tener secciones diferentes dependiendo de la altura como pasa con los tanques cónicos.

$$S \frac{dH_i}{dt} = Q_{ij} \quad (2.3)$$

Donde S es la sección del tanque, H la altura, t el tiempo y Q el caudal.

- **Tuberías:** por ellas circula el agua desde una zona de mayor presión hasta otra de menor presión y, además, para evitar situaciones indeseadas suelen ir acompañadas de válvulas de corte y válvulas anti-retorno. Su modelo *quasi*-estático en el caso de una tubería constante donde el agua fluye desde i hasta j es el de la expresión 2.4 [4].

$$\left(\frac{P_i}{\rho g} + Z_i + \frac{V_i^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_j}{\rho g} + Z_j + \frac{V_j^2}{2g} \right) = h_L + h_m \quad (2.4)$$

Donde P es la presión, ρ es la densidad del agua, g es la fuerza de la gravedad, Z es la cota del punto, V es el volumen de agua desplazado y h_L y h_m son pérdidas por fricción y pérdidas menores respectivamente.

- **Pérdidas:** pueden ser debidas por fricción del agua con la cara interior de la tubería y por pérdidas menores debidas a elementos adicionales como codos, estrechamientos, etc. Este primer tipo de pérdidas vienen dadas por expresión 2.5, mientras que el segundo por la expresión 2.6 [4].

$$h_L(D, L, Re, Q_{ij}) = r |Q_{ij}|^{n-1} Q_{ij} \equiv r Q_{ij}^n \quad (si \ Q_{ij} > 0) \quad (2.5)$$

$$h_m(Q_{ij}) = m |Q_{ij}| Q_{ij} \equiv m Q_{ij}^2 \quad (\text{si } Q_{ij} > 0) \quad (2.6)$$

Siendo D el diámetro de la tubería, Re el número de Reynolds, r el coeficiente de fricción y m el de pérdidas menores. A la hora de calcular las pérdidas por fricción se puede hacer con ayuda de modelos teóricos o experimentales como los que se muestran a continuación [4]:

- * Darcy-Weisbach: se trata de un modelo teórico que viene dado por la expresión 2.7, siendo f el coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach y n un exponente que depende del tipo de coeficiente de fricción.

$$r = f \frac{8L}{D^5 \pi^2 g}, \quad n = 2 \quad (2.7)$$

- * Hazen-Williams: modelo experimental que viene dado por la expresión 2.8, donde C es el coeficiente de fricción de Hazen-Williams.

$$r = \frac{10.67L}{D^{4.87} C^{1.852}}, \quad n = 1.852 \quad (2.8)$$

- * Manning: modelo experimental que viene dado por la expresión 2.9, donde n_r es el coeficiente de fricción de Manning.

$$r = \frac{10.29L n_r^2}{D^{5.33}}, \quad n = 2 \quad (2.9)$$

Por lo general, los fabricantes de tuberías suelen dar estos coeficientes y no es del todo necesario calcularlo, aunque, como ya se explicó anteriormente, es posible que los factores de fricción se vean modificados con el tiempo por la sedimentación de las partículas sólidas del agua.

- **Bombas:** elementos que trabajan elevando la altura del agua con el fin de superar las diferencias de presión y las pérdidas de fricción [6]. Para un modelo de flujo desde i hasta j se tienen las expresiones 2.12 - 2.10 [4], donde h_b es la presión total dinámica, P_b es la potencia eléctrica consumida por la bomba, A , B y C son parámetros de la bomba y η es el rendimiento de la bomba. Nótese que ésta es negativa porque la bomba está "sacando" agua.

$$P_b = \eta \rho g h_b Q_{ij} \quad (2.10)$$

$$h_b = A Q_{ij}^2 + B Q_{ij} + C \quad (2.11)$$

$$\left(\frac{P_i}{\rho g} + H_i + \frac{V_i^2}{2g} \right) - \left(\frac{P_j}{\rho g} + H_j + \frac{V_j^2}{2g} \right) = -h_b \quad (2.12)$$

- **Válvulas:** se dice que una válvula es como un coeficiente de fricción variable (K_v) que toma un valor de 0 a 1 y viene definida por la expresión 2.13, donde K_{vs} hace referencia a la capacidad de la válvula y $F(x)$ a la curva característica de la válvula [4]. Estos elementos controlan el flujo o la presión [6].

$$K_v = K_{vs} F(x) \quad (2.13)$$

Existen tres tipos de $F(x)$ dependiendo de la velocidad de apertura:

- * Lineal:

$$F(x) = x \quad (2.14)$$

- * Isoporcentual:

$$F(x) = R^{x-1}, \quad R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} \quad (2.15)$$

Siendo R el rango teórico de regulación

- * Apertura rápida.

Para cada uno de estos comportamientos se pueden ver en la figura 2.6.

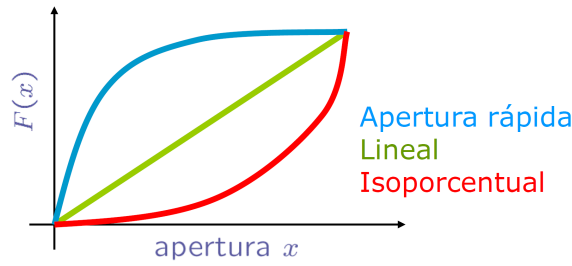


Figura 2.6 Relación de apertura frente a característica de la válvula. Fuente: [4].

Visto esto, la ecuación 2.16 define el caudal que pasa por la válvula.

$$q = K_v \sqrt{\Delta p_v} \tag{2.16}$$

- **Nodos:** los nudos son las uniones entre tuberías donde la presión es la misma. Para modelar el flujo de caudal que sale o entra por ellos es necesario realizar un balance de energía o masas estableciendo un convenio de signos dependiendo si el caudal entra (+) o sale (-). En la figura 2.7 se tiene un ejemplo de unión de tuberías en un nodo y en la ecuación 2.16 cómo se resolvería el balance de masas [4].

$$\sum_{j=1}^N Q_{ji} - D_i = 0 \tag{2.17}$$

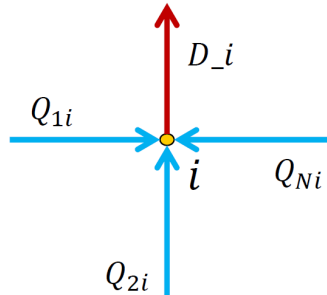


Figura 2.7 Unión de tuberías en un nodo. Fuente: [4].

- **Demandas:** como ya se explicó en el subcapítulo 2.3, no es posible conocer las demandas futuras y se consideran como una perturbación variante en el tiempo, pero de dinámica *quasi*-periódica (días, semanas). Por ello para modelarlo haciendo uso de datos históricos se puede reconciliar las demandas directamente o añadir un coeficiente modulador, véase la ecuación 2.18 [4].

$$D(t) = C_m(t) D_m \tag{2.18}$$

- **Hidrantes:** en caso de que existan pérdidas debidas a fugas, hidrantes o emisores la ecuación que modela las pérdidas es 2.19, donde q representa el caudal de la pérdida, c al coeficiente del hidrante p a la presión en ese punto y α a un exponente que depende del tipo de apertura, es decir, al tamaño y forma del agujero [7]. Dependiendo de cómo sea α se tiene las curvas de la figura 2.8.

$$q \simeq c p^\alpha \tag{2.19}$$

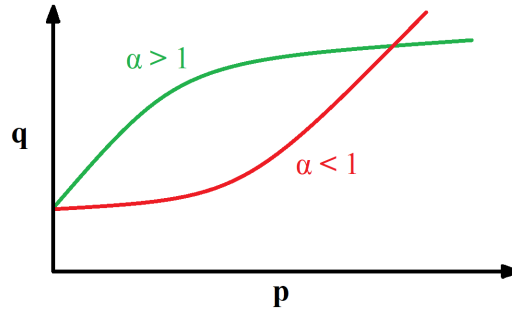


Figura 2.8 Evolución de la curva $q-p$ en función de α .

2.4.2 Modelo dinámico de una RDA

En este subcapítulo se explica el modelado de una RDA genérica.

Es esencial tener en cuenta el número de nodos libres (n_n), tuberías (n_p), tanques (n_t), reservas (n_r), bombas (n_b) y válvulas (n_v) y las conexiones que existen entre ellas. Conociendo dicha información es posible formar las denominadas matrices de incidencia (MI) que reflejan cómo se conecta cada elemento con su contiguo, estas son la MI en nodos libres A , la MI en reservas A_r , la MI en tanques A_t y la matriz de entrada en tanque B .

Todas estas MI se construyen de forma similar y la diferencia entre ellas es el conjunto de nodos a los que se refiere (nodos libres, reservas o tanques). Por consiguiente se podría definir una matriz que englobara todas estas (a excepción de B), véase la expresión 2.20, aunque más adelante se muestran desglosadas estas MI.

$$A_{total} = \begin{pmatrix} A \\ A_r \\ A_t \end{pmatrix} \quad (2.20)$$

A la hora de definir las MI es importante tener en cuenta que cada columna está relacionada con una tubería, con una válvula o con una bomba, siendo aconsejable seguir un orden y no mezclarlas, por ejemplo, en las primeras columnas se definen las relaciones con las tuberías y tras éstas con las válvulas y bombas. De no ser así podría llevar a confusión haciendo el problema propenso a errores.

- **MI en nodos libres A :** la expresión 2.21 [1] muestra el convenio a seguir y en la expresión 2.22 se tiene la matriz genérica.

$$a_{n,i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si la rama } j \text{ entra en el nodo libre } i \\ -1 & \text{si la rama } j \text{ sale del nodo libre } i \\ 0 & \text{si la rama } i \text{ y el nodo libre } j \text{ no están conectados} \end{cases} \quad (2.21)$$

$$i = 1, \dots, n_n \quad , \quad j = 1, \dots, n_p + n_v + n_b$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{n,1,1} & \cdots & a_{n,1,n_p+n_v+n_b} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,n_n,1} & \cdots & a_{n,n_n,n_p+n_v+n_b} \end{pmatrix} \quad (2.22)$$

- **MI en reservas A_r :** la expresión 2.23 [1] muestra el convenio a seguir y en la expresión 2.24 se tiene la matriz genérica.

$$a_{r,i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si la rama } j \text{ entra en la reserva } i \\ -1 & \text{si la rama } j \text{ sale de la reserva } i \\ 0 & \text{si la rama } i \text{ y la reserva } j \text{ no están conectados} \end{cases} \quad (2.23)$$

$$i = 1, \dots, n_r \quad , \quad j = 1, \dots, n_p + n_v + n_b$$

$$A_r = \begin{pmatrix} a_{r,1,1} & \cdots & a_{r,1,n_p+n_v+n_b} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{r,n_r,1} & \cdots & a_{r,n_r,n_p+n_v+n_b} \end{pmatrix} \quad (2.24)$$

- MI en tanques A_t : la expresión 2.25 [1] muestra el convenio a seguir y en la expresión 2.26 se tiene la matriz genérica.

$$a_{t,i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si la rama } j \text{ entra en el tanque } i \\ -1 & \text{si la rama } j \text{ sale del tanque } i \\ 0 & \text{si la rama } i \text{ y el tanque } j \text{ no están conectados} \end{cases} \quad (2.25)$$

$$i = 1, \dots, n_t, \quad j = 1, \dots, n_p + n_v + n_b$$

$$A_t = \begin{pmatrix} a_{t,1,1} & \cdots & a_{t,1,n_p+n_v+n_b} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{t,n_t,1} & \cdots & a_{t,n_t,n_p+n_v+n_b} \end{pmatrix} \quad (2.26)$$

- Matriz de entrada en tanques B : se forma a partir de A_t y simplemente se divide por la secci3n de cada tanque (S_t) y si es necesario realizar un cambio de conversi3n tambi3n se realiza en ese momento para agilizar el modelado, v3ase la expresi3n 2.27.

$$B = \frac{1}{S_{t,i} \frac{1000}{3600} \left[\frac{l}{s} \right]} A_t \quad (2.27)$$

Estas MI serviran para realizar el balance de masas de caudales y demandas, v3ase la ecuaci3n 2.28, siendo Q el caudal y D las demandas.

$$AQ = D \quad (2.28)$$

Además, B se usa en la ecuaci3n 2.29 [4], en la que participan tambi3n las alturas de cada tanque ($H_{t,i}$) y Q .

$$\frac{dH_{t,i}}{dt} = BQ \quad (2.29)$$

Tras esto se ha de asumir una funci3n de p3rdidas como la de la ecuaci3n 2.30 [4] que indica las ca3das de presi3n en las ramas.

$$G_i(Q,u) = G_{1_i}(u) + G_{2_i}(u)Q_i + G_{3_i}Q_i^2 + G_{4_i}|Q_i|^{n-1}Q_i \quad (2.30)$$

Donde G_{1_i} son los t3rminos constantes como la altura máxima de la bomba, G_{2_i} son los t3rminos independientes de las bombas, G_{3_i} son los t3rminos cuadráticos de las bombas, G_{4_i} los coeficientes de p3rdidas en las ramas y u son los valores de actuaci3n de las bombas.

Para realizar una simulaci3n temporal del problema existen m3todos y herramientas que permiten conocer su dinámica en condiciones normales o at3picas. De esta forma, es posible realizar una la planificaci3n de estrategias de prevenci3n y control frente a situaciones hipot3ticas o reales.

3 Corrección óptima y filtro de Kalman

A la hora de trabajar con datos recabados por sensores en cualquier tipo de sistema o proceso industrial es desaconsejable su uso inmediato sin un tratamiento previo debido a que dichos datos están sujetos a varios factores que afectan a la exactitud, precisión y sensibilidad en las medidas, como son una mala calibración de los sensores, fallos en su fabricación o su deterioro. Por ende, se suelen realizar estimaciones y reconciliaciones de datos con el fin de otorgar una mayor fiabilidad y validez a las medidas de la red de sensores del sistema con la física del proceso.

Así, gracias a ecuaciones de balance de masa o energía, a la redundancia entre los sensores y a los valores máximos y mínimos de los sensores que aportan restricciones de igualdad y desigualdad es posible realizar este tratamiento de datos. No obstante, las restricciones se pueden ver incumplidas por errores en la instrumentación, en la estimación inicial de las variables o en el modelado.

El algoritmo empleado para resolver este problema en este TFM fue el filtro de Kalman y este capítulo está basado en su totalidad en [4].

3.1 Introducción

El filtro de Kalman es un algoritmo que tuvo su primera aparición en el artículo científico [8], donde se intenta solucionar problemas como la predicción de señales aleatorias, la separación de señales aleatorias del ruido aleatorio y la detección de señales conocidas que presentan ruido aleatorio. Actualmente, es usado numerosos campos como la econometría, la biología, las telecomunicaciones [9] y diversas ramas de la ingeniería y sirve para la estimación de la señal de salida futura de un sistema o para el filtrado de señales partiendo de un modelo de espacio de estados [10], aunque también es posible aplicarlo en sistemas cuyo espacio de estados no es accesible con la versión extendida del filtro.

Para explicar el algoritmo de este filtro es interesante hablar primero de la corrección óptima, véase el subcapítulo 3.2.

3.2 Corrección óptima

En la corrección óptima es necesario dar por sentado que es posible obtener una estimación \tilde{x} de una variable x . Ahora el modelo del sistema ha de satisfacer las siguientes restricciones:

$$Ax = b \tag{3.1}$$

$$x \in Q \tag{3.2}$$

Entonces, el problema de corrección óptima trata de corregir \tilde{x} mediante la adición de una corrección: $\tilde{x} + \Delta x$. Desde aquí se pueden tomar dos caminos en el problema, estos son la corrección óptima determinista y la estadística los cuales se desarrollarán a continuación.

3.2.1 Corrección óptima determinista

En la corrección óptima determinista busca satisfacer lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{mín}_{\Delta x} \quad & \|\Delta x\|_H^2 \\ \text{s.a.} \quad & A(\tilde{x} + \Delta x) = b \end{aligned} \quad (3.3)$$

Al solucionar el problema de minimización de la expresión anterior surge el estimador \hat{x}

$$\hat{x} = \tilde{x} + H^{-1}A^T(AH^{-1}A^T)^{-1}(b - A\tilde{x}) \quad (3.4)$$

Siendo A una matriz de rango completo por filas para que $AH^{-1}A^T$ sea invertible.

3.2.2 Corrección óptima estadística

En lo que respecta al problema de corrección óptima estadística se toman las siguientes asunciones:

- Se posee una estimación de la covarianza del error de estimación $E\{\tilde{e}\tilde{e}^T\} \leq \tilde{P}$.
- Las restricciones del problema cumplen $Ax = b + v$, con v independiente de \tilde{x} , $E\{\tilde{v}\tilde{v}^T\}$, y $E\{vv^T\} \leq R_v$, y $\mu_v = 0$.
- La estimación corregida \hat{x} presenta la siguiente forma: $\hat{x} = \tilde{x} + L(b - A\tilde{x})$.

Partiendo se establece el objetivo de obtener una L tal que minimice la expresión 3.5.

$$E\{(x - \hat{x})(x - \hat{x})^T\} \quad (3.5)$$

De [4] se puede concluir que $E\{\hat{e}\hat{e}^T\}$ se puede acotar con la siguiente función cuadrática de L :

$$\Gamma(L) = [L \quad I] \begin{bmatrix} M & -A\tilde{P} \\ -\tilde{P}A^T & \tilde{P} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L^T \\ I \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Entonces es posible escoger una ganancia K que consiga que cualquier L se cumpla:

$$\Gamma(L) = \Gamma(K) + (L - K)M(L - K)^T \geq \Gamma(K) \quad (3.7)$$

Si se le llama ΔL a $L - K$ y se escoge una K que hace que $KM - \tilde{P}A^T = 0$, se tiene lo siguiente al desarrollar la ecuación 3.7:

$$\Gamma(L) = \Gamma(K) + \Delta L M \Delta L^T \geq \Gamma(L) \quad (3.8)$$

Con lo que se concluye que la ganancia óptima es $KM - \tilde{P}A^T = 0$ dando pie a:

$$K = \tilde{P}A^T M^{-1} = \tilde{P}A^T (A\tilde{P}A^T + R_v)^{-1} \quad (3.9)$$

$$\Gamma(K) = \tilde{P} - \tilde{P}A^T M^{-1} A \tilde{P} \quad (3.10)$$

Sabiendo esto, la estimación corregida presenta la forma:

$$\hat{x} = \tilde{x} + K(b - A\tilde{x}) \quad (3.11)$$

con una ganancia

$$K = \tilde{P}A^T(A\tilde{P}A^T + R_v)^{-1} \quad (3.12)$$

Además, esto hace que la covarianza de la estimación corregida cumpla que:

$$E \{ \hat{e}\hat{e}^T \} \leq \Gamma(K) = \tilde{P} - \tilde{P}A^T(A\tilde{P}A^T + R_v)^{-1}A\tilde{P} \quad (3.13)$$

haciendo que la corrección disminuya la covarianza de la estimación.

3.3 Filtro de Kalman

De entre los dos tipos del filtro de Kalman mencionados en 3.1 se hará uso de la versión extendida en este TFM, ya que permite realizar estimaciones con ecuaciones físicas que describen el problema sin necesidad de conocer el espacio de estados del sistema y en el caso de las redes de aguas su obtención sería muy compleja y sujeta a múltiples errores. A pesar de esto, a continuación, se desarrollarán teóricamente los dos tipos de filtro de Kalman.

3.3.1 Filtro de Kalman para espacio de estados

Con el fin de desarrollar teóricamente el filtro de Kalman para espacio de estados se dividirá dicho desarrollo en tres fases: hipótesis, corrección y predicción.

- Hipótesis:

En un sistema de espacio de estados la dinámica viene dada por el siguiente sistema:

$$\begin{cases} x_{k+1} = Ax_k + Bu_k + w_k \\ y_k = Cx_k + Du_k + v_k \end{cases} \quad (3.14)$$

Donde A representa a la matriz de estados, B a la matriz de entrada a estados, C a la matriz de salida, D a la matriz de transición directa, x_{k+1} a la señal de estados en el instante futuro, y_k la señal de salida en el instante actual, u_k la señal de entrada en el sistema en el instante actual y w_k y v_k son ruidos blancos de media nula que no están correlados entre sí.

Además, a w_k se le puede asociar con una matriz de covarianza referida a la variabilidad de los parámetros, véase la ecuación 3.15, y a v_k la covarianza referida a la confianza existente en las ecuaciones del modelo establecidas, véase la ecuación 3.16.

$$E \{ w_k w_k^T \} \leq R_w \quad , \quad k = 0, \dots, \infty \quad (3.15)$$

$$E \{ v_k v_k^T \} \leq R_v \quad , \quad k = 0, \dots, \infty \quad (3.16)$$

Partiendo de una estimación inicial \tilde{x}_0 , se tiene que el error en la estimación viene dado por la ecuación 3.17, la cual no tiene correlación con los ruidos blancos w_k y v_k y cumple restricción de desigualdad de la expresión 3.18.

$$\tilde{e}_0 = x_0 - \tilde{x}_0 \quad (3.17)$$

$$E \{ \tilde{e}_0 \tilde{e}_0^T \} \leq \tilde{P}_0 \quad (3.18)$$

- Fase de corrección:

Tomando \tilde{x}_k como la estimación de x_k en la muestra k se tendría lo que se muestra en las expresiones 3.19 y 3.20:

$$\tilde{e}_0 = x_0 - \tilde{x}_0 \quad (3.19)$$

$$E \{ \tilde{e}_0 \tilde{e}_0^T \} \leq \tilde{P}_0 \quad (3.20)$$

Por tanto, la estimación corregida viene dada por la ecuación 3.21, siendo K_k una ganancia determinar en el algoritmo comúnmente conocida como ganancia de Kalman. Esta ganancia deberá tender a un valor que haga mínimo la varianza de \hat{e}_k y viene dada por la expresión 3.22.

$$\hat{x}_k = \tilde{x}_k + K_k (y_k - C\tilde{x}_k - Du_k) \quad (3.21)$$

$$K_k = \tilde{P}_k C^T (C\tilde{P}_k C^T + R_v)^{-1} \quad (3.22)$$

Al igual que antes, el error en la predicción corregida viene dada por la diferencia entre la muestra y la predicción, véase la expresión 3.23 y satisface a la matriz de correlación de la expresión 3.24.

$$\hat{e} = x_k - \hat{x}_k \quad (3.23)$$

$$\begin{aligned} \{ \hat{e}_k \hat{e}_k^T \} &\leq \tilde{P}_k = \tilde{P}_k - \tilde{P}_k C^T (C\tilde{P}_k C^T + R_v)^{-1} C\tilde{P}_k \\ &\leq E \{ \hat{e}_k \hat{e}_k^T \} \leq \tilde{P}_k = \tilde{P}_k - K_k C\tilde{P}_k \end{aligned} \quad (3.24)$$

- Fase de predicción:

Ya obtenida la estimación corregida \hat{x}_k es posible realizar:

$$\tilde{x}_{k+1} = A\hat{x}_k + Bu_k \quad (3.25)$$

Teniendo ahora un nuevo error de estimación \hat{e}_{k+1} , véase 3.26

$$\begin{aligned} \tilde{e}_{k+1} &= x_{k+1} - \tilde{x}_{k+1} \\ &= Ax_k + Bu_k + w_k - A\hat{x}_k - Bu_k \\ &= A(x_k - \hat{x}_k) + w_k = A\hat{e}_k + w_k \end{aligned} \quad (3.26)$$

Entonces, dado que w_k y \hat{e}_k no están correladas, se tiene la expresión 3.27.

$$\begin{aligned} E \{ \tilde{e}_{k+1} \tilde{e}_{k+1}^T \} &= E \{ A\hat{e}_k \hat{e}_k^T A^T \} + E \{ w_k w_k^T \} \\ &= AE \{ \hat{e}_k \hat{e}_k^T \} A^T + E \{ w_k w_k^T \} \\ &\leq \tilde{P}_{k+1} = A\tilde{P}_k A^T + R_w \end{aligned} \quad (3.27)$$

- Esquema resumen del algoritmo:

En la figura 3.1 se tiene un esquema simplificado del algoritmo del filtro de Kalman para un modelo de espacio de estados.

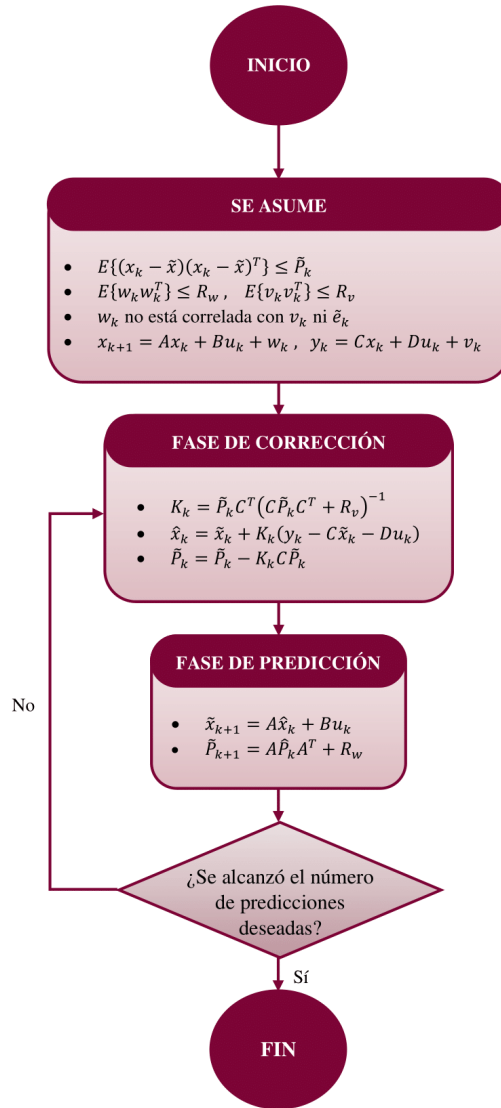


Figura 3.1 Algoritmo del filtro de Kalman para espacio de estados.

3.3.2 Filtro de Kalman extendido

Para realizar el desarrollo del filtro de Kalman extendido también se dividirá el desarrollo en tres fases: hipótesis, corrección y predicción.

- Hipótesis:

Se dice que la estimación en el instante actual se corresponde con la estimación corregida en el instante anterior se corresponde con la ecuación 3.28 y cumple la restricción de igualdad de 3.29.

$$\tilde{x}_{k+1} = \tilde{x}_k + w_k \tag{3.28}$$

$$A_i x = b_i + v_i, \quad i = 0, \dots, k \tag{3.29}$$

El objetivo es obtener una estimación de \hat{x}_k para cumplir con las restricciones en cada momento y para ello se ha de asumir una estimación inicial de \hat{x}_0 y \hat{P}_0 , la cual probablemente no sea correcta, aunque luego se irá corrigiendo con el transcurso de la ejecución del algoritmo. Además, al igual que en el

subcapítulo 3.3.1, se las matrices de covarianzas satisfacen las ecuaciones 3.30 y 3.31.

$$E \left\{ (x_k - \tilde{x}_k) - (x_k - \tilde{x}_k)^T \right\} \leq \tilde{P}_k \quad (3.30)$$

$$E \{ w_k w_k^T \} \leq R_w \quad , \quad E \{ v_k v_k^T \} \leq R_v \quad (3.31)$$

• Fase de corrección:

Se busca determinar el valor de $q = (\Delta x_k, \hat{e}_0, \dots, \hat{e}_k)$ y $H = \text{diag} (\tilde{P}_0^{-1}, D_0, \dots, D_k)$ que minimicen la expresión 3.32.

$$\begin{aligned} \min_q \quad & \|\Delta x_k\|_{\tilde{P}_0^{-1}}^2 + \sum_{i=0}^k \|\hat{e}_i\|_{D_i}^2 \\ \text{s.a.} \quad & A_i (\hat{x}_0 + \Delta x_k) + \hat{e}_i = b_i \end{aligned} \quad (3.32)$$

Sabiendo que $\Delta x_k = \hat{x}_k - \hat{x}_0$ y que $\hat{e}_i = \hat{b}_i - A_i \hat{x}_k$, se pasa a la expresión a minimizar 3.33.

$$\begin{aligned} \min_{\hat{x}_k} \quad & \|\hat{x}_k - \hat{x}_0\|_{\tilde{P}_0^{-1}}^2 + \sum_{i=0}^k \|\hat{b}_i - A_i \hat{x}_k\|_{D_i}^2 \\ \text{s.a.} \quad & A_i \hat{x}_k + \hat{e}_i = b_i \end{aligned} \quad (3.33)$$

De manera opcional, a este problema se le podría añadir un factor de olvido α para que se le otorgue menos peso a las medidas pasadas y se le dé más fiabilidad a las actuales, lo cual puede resultar beneficioso para ciertos problemas variantes en el tiempo. En la expresión 3.34 se tiene el problema a minimizar con dicho factor de olvido.

$$\begin{aligned} \min_{\hat{x}_k} \quad & \alpha^k \|\hat{x}_k - \hat{x}_0\|_{\tilde{P}_0^{-1}}^2 + \sum_{i=0}^k \alpha^{k-i} \|\hat{b}_i - A_i \hat{x}_k\|_{D_i}^2 \\ \text{s.a.} \quad & A_i \hat{x}_k + \hat{e}_i = b_i \end{aligned} \quad (3.34)$$

Para resolverlo recursivamente se crea una función de coste a minimizar, véase la expresión 3.35.

$$\min_{\hat{x}_k} \quad J_k(\hat{x}) = \alpha^k \|\hat{x} - \hat{x}_0\|_{\tilde{P}_0^{-1}}^2 + \sum_{i=0}^k \alpha^{k-i} \|\hat{b}_i - A_i \hat{x}\|_{D_i}^2 \quad (3.35)$$

Sabiendo que $\hat{x}_k = \hat{x}_{k-1} + \Delta x_k$ es posible demostrar la expresión 3.36 calculando la Δx que minimiza el coste.

$$J_k(\hat{x}_k) = \alpha^k J_{k-1}(\hat{x}_{k-1}) + \alpha \|\Delta x\|_{\tilde{P}_{k-1}^{-1}}^2 + \|b_k - A_k \hat{x}_{k-1} - A_k \Delta x\|_{D_k}^2 \quad (3.36)$$

De esta forma $\Delta \hat{x}$ toma el papel de minimizar la función de coste $J_k(\hat{x}_k)$ a lo largo de cada instante de iteración. Sabiendo esto, se puede proceder de manera similar al subcapítulo 3.3.1, quedando lo siguiente:

$$\hat{P}_k = (\alpha \tilde{P}_{k-1}^{-1} + A_k^T D_k A_k)^{-1} \quad (3.37)$$

$$K_k = \tilde{P}_k A_k^T D_k \quad (3.38)$$

$$\hat{x}_k = \tilde{x}_{k-1} + K_k (b_k - A_k \tilde{x}_{k-1}) \quad (3.39)$$

Esto mismo sin el factor del olvido sería:

$$K_k = \tilde{P}_k A_k^T (A_k \tilde{P}_k A_k^T + R_v)^{-1} \quad (3.40)$$

$$\hat{x}_k = \tilde{x}_k + K_k (b_k - A_k \tilde{x}_{k-1}) \quad (3.41)$$

$$\hat{P}_k = \tilde{P}_k - K_k A_k \tilde{P}_k \quad (3.42)$$

• Fase de predicción:

En esta fase se tiene que la estimación corregida en el instante actual \hat{x}_k es igual a la estimada sin corrección en el siguiente instante \tilde{x}_{k+1} y que la matriz de covarianzas del error de medidas en el siguiente instante \tilde{P}_k más la matriz de covarianzas de ruido blanco R_w es igual a la matriz de covarianzas del error de medidas en el siguiente instante \hat{P}_{k+1} .

$$\tilde{x}_{k+1} = \hat{x}_k \quad (3.43)$$

$$\tilde{P}_{k+1} = \hat{P}_k + R_w \quad (3.44)$$

• Esquema resumen del algoritmo:

En la figura 3.2 se tiene un esquema simplificado del algoritmo del filtro de Kalman extendido.

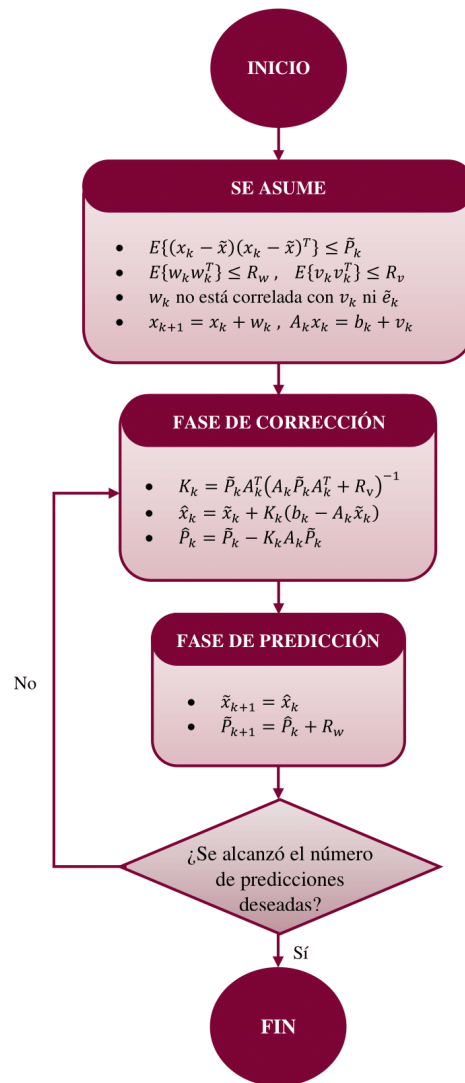


Figura 3.2 Algoritmo del filtro de Kalman extendido.

4 Reconciliación de datos en una RDA

Por lo general, el comportamiento de una RDA está monitoreado por sistemas de telemetría, pero la realidad es que los datos históricos de flujo y presión que se van recabando no constituyen una imagen perfecta del estado del sistema [1]. Esto es debido a que suelen existir zonas en las que el monitoreo es deficiente, es decir, en ciertas partes de la RDA no se tienen sensores, están averiados, no están calibrados o son poco fiables, de tal modo que surgen variables desconocidas que necesitan de una estimación basada en las medidas disponibles y los modelos matemáticos de la RDA a sabiendas de que algunas de ellas pueden poseer cierto grado de error.

Considerando lo anterior, este capítulo explica los tipos de reconciliación dinámica y estática de datos y define una solución genérica con la que estimar caudales, presiones, pérdidas de la misma y calibraciones de caudalímetros. Además, se ha basado en [1] y [4].

4.1 Reconciliación dinámica y estática de datos

Por lo general, en las RDA suelen poseer dinámicas *quasi*-periódicas similares a $x(k) = x(k + N)$, donde x es la señal de medida, k representa a un instante concreto y N es el periodo, con lo que el valor de la medida actual es la misma que se tendrá en N instantes. Partiendo de esto es posible realizar una conversión en las medidas con el fin de tener una dinámica *quasi*-estacionaria facilitando, así, la estimación y reconciliación.

En este subcapítulo se tratarán dos tipos de reconciliación que parten de esta premisa: la estática y la dinámica. Para ello, se hará uso de un problema genérico con el que poder explicar el procedimiento a seguir, véase la expresión 4.1.

$$\begin{cases} x(k+1) &= A_x x(k) + A_z z(k) + B_u u(k) + B_w w(k) \\ 0 &= H_x x(k) + H_z z(k) + H_u u(k) + H_v v(k) \\ y(k) &= C_x x(k) + C_z z(k) + D_u u(k) + D_n n(k) \end{cases} \quad (4.1)$$
$$(x(k), z(k), u(k)) \in Q$$

Con x como el vector de estados del sistema, z las señales redundantes, variables internas, etc, y las medidas de los sensores, u el vector de entradas del sistema, w y v las matrices de covarianzas que describen la incertidumbre en las ecuaciones del modelo, n el ruido en las medidas de los sensores y Q las condiciones de coherencia.

4.1.1 Reconciliación estática de datos

En el tipo de reconciliación estática de datos el sistema posee una dinámica *quasi*-estacionaria donde en régimen permanente se cumple lo siguiente:

$$x(k+1) = x(k) = x_s \quad (4.2)$$

$$z(k+1) = z(k) = z_s \quad (4.3)$$

Entonces se puede describir el sistema como:

$$\begin{cases} x_s &= A_x x_s + A_z z_s + B_u u_s + B_w w \\ 0 &= H_x x_s + H_z z_s + H_u u_s + H_v v \\ y_s &= C_x x_s + C_z z_s + D_u u_s + D_n n \end{cases} \quad (4.4)$$

O lo que es igual:

$$\begin{cases} (A_x - I)x_s + A_z z_s &= -B_u u_s - B_w w \\ H_x x_s + H_z z_s &= -H_u u_s - H_v v \\ C_x x_s + C_z z_s &= -y_s - D_u u_s - D_n n \end{cases} \quad (4.5)$$

Al establecer que $q = (x_s, z_s)$, el sistema 4.5 presenta una forma similar a la ecuación de restricción 3.2:

$$A_q q = b + v_q \quad (4.6)$$

con v_p como un vector aleatorio.

Dicho esto, se procede al promediado de las señales *quasi*-periódicas para su conversión en *quasi*-estáticas $(\bar{x}(k), \bar{z}(k))$ escogiendo los últimos N valores de la señal en cada instante:

$$\bar{x}(k) = \frac{1}{N} \sum_{j=k-N+1}^k x(k) \quad , \quad \bar{z}(k) = \frac{1}{N} \sum_{j=k-N+1}^k z(k) \quad (4.7)$$

aunque también es posible hacer una integración temporal del mismo en lugar de con la forma mostrada en 4.7. Por linealidad, se obtiene que:

$$\begin{cases} \bar{x}(k-1) &= A_x \bar{x}(k) + A_z \bar{z}(k) + B_u \bar{u}(k) + B_w \bar{w}(k) \\ 0 &= H_x \bar{x}_s + H_z \bar{z}(k) + H_u \bar{u}(k) + H_v \bar{v}(k) \\ \bar{y}(k) &= C_x \bar{x}(k) + C_z \bar{z}(k) + D_u \bar{u}(k) + D_n \bar{n}(k) \end{cases} \quad (4.8)$$

De esta forma se podría afirmar que el sistema se encuentra en estado estacionario porque se cumple lo estipulado en la expresión 4.9.

$$\bar{x}(k+1) - \bar{x} = x(k-1) - x(k-N+1) = 0 \quad (4.9)$$

Cabe destacar que al hacer este promediado las matrices de covarianzas se ven afectadas dando pie a las expresiones 4.10-4.12, donde cuanto mayor sea N más filtrada está la señal.

$$\Sigma_{\bar{v}} = \frac{1}{N} \Sigma_v \quad (4.10)$$

$$\Sigma_{\bar{w}} = \frac{1}{N} \Sigma_w \quad (4.11)$$

$$\Sigma_{\bar{n}} = \frac{1}{N} \Sigma_n \quad (4.12)$$

Finalmente, se despeja el sistema de ecuaciones de 4.8 hasta tener una estructura similar a 4.6 y se podría proceder con la reconciliación siguiendo explicado en el capítulo 3.

4.1.2 Reconciliación dinámica de datos

En la reconciliación dinámica de datos se busca determinar los valores de $x(k)$ y $z(k)$ mediante la aplicación del filtro de Kalman en cada instante en el sistema 4.1, quedando las siguientes ecuaciones algebraicas:

$$A_q q = b_q \quad (4.13)$$

$$\begin{bmatrix} H_x & H_z \\ C_x & C_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -H_u u(k) \\ y(k) - D_u u(k) \end{bmatrix} \quad (4.14)$$

Con lo que se podría proceder ya con la reconciliación, aunque no sería exactamente igual que lo visto en el capítulo 3. El algoritmo del filtro de Kalman sería el siguiente:

- Hipótesis de partida:

- * Se conoce $\tilde{x}(0)$ y $\tilde{z}(0)$.

- * $E \left\{ (q(0) - \tilde{q}(0)) (q(0) - \tilde{q}(0))^T \right\} \leq \tilde{P}_0$.

- * Σ_v , Σ_w y Σ_n son matrices de covarianzas que forman las matrices Σ_q y Σ_p de la siguiente manera:.

$$\Sigma_q = \begin{pmatrix} \Sigma_v & 0 \\ 0 & \Sigma_n \end{pmatrix} ; \quad \Sigma_p = \begin{pmatrix} \Sigma_w & 0 \\ 0 & \Sigma_w \end{pmatrix} \quad (4.15)$$

- Fase de corrección:

$$K_k = \tilde{P}_k A_q^T (A_q \tilde{P}_k A_q^T + \Sigma_q)^{-1} \quad (4.16)$$

$$\hat{q}_k = \tilde{q}_k + K_k (b_q - A_q \tilde{q}_k) \quad (4.17)$$

$$\hat{P}_k = \tilde{P}_k - K_k A_q \tilde{P}_k \quad (4.18)$$

- Fase de predicción:

$$T = \begin{bmatrix} A_x & A_z \\ -H_z^{-1} H_x A_x & -H_z^{-1} H_x A_z \end{bmatrix} \quad (4.19)$$

$$\tilde{P}_{k+1} = T \hat{P}_k T^T + \Sigma_p \quad (4.20)$$

4.2 Casos de reconciliación en una RDA

4.2.1 Descripción del problema

Se considera una RDA en la que se definen los siguientes vectores

- $Q \in \mathbb{R}^{n_r}$ caudales por las ramas.
- $H \in \mathbb{R}^{n_n}$ altura en los nodos libres.
- $H_x \in \mathbb{R}^{n_t}$ altura de los tanques.
- $H_e \in \mathbb{R}^{n_e}$ altura de embalses y fuentes de suministro.
- $D \in \mathbb{R}^{n_d}$ caudales demandados en ciertos nodos.
- $Q_m \in \mathbb{R}^{n_m}$ caudales medidos en ciertas ramas.
- $Q_p \in \mathbb{R}^{n_p}$ caudales de pérdidas en ciertos nodos.
- $H_m \in \mathbb{R}^{n_p}$ alturas medidas en los nodos de pérdidas.

Entonces, el modelo de la RDA vendrá dado por:

$$\frac{dH_x}{dt} = \mathbf{B} \cdot \mathbf{Q} \quad (4.21)$$

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{Q} = \mathbf{E}_D \cdot D + \mathbf{E}_P \cdot Q_p \quad (4.22)$$

$$Q_m = \mathbf{C}_m Q \quad (4.23)$$

$$0 = \mathbf{A}^T \cdot H + \mathbf{A}_e^T \cdot H_e + \mathbf{A}_t^T \cdot H_x + \mathcal{G}(Q, u) \quad (4.24)$$

La ecuación 4.24 corresponde a la de balance de energía y dado que depende de los coeficientes de fricción de la RDA no se va a considerar en la reconciliación. Es decir, tan sólo se va a reconciliar caudales considerando las ecuaciones de balance de masa.

Los caudales de pérdidas se van a expresar como una función de las alturas en los nodos de pérdidas

$$Q_p(t) = \beta^T \Phi(H_m)$$

donde $\Phi(H_m)$ es una función vectorial en la que cada término permite añadir una función base. Por ejemplo

$$Q_{p,i}(t) = \beta_{1,i} + \beta_{H,i} \frac{H_{m,i} - H_{m,min}}{H_{m,max} - H_{m,min}} + \beta_{L,i} \frac{H_{m,max} - H_{m,i}}{H_{m,max} - H_{m,min}}$$

Los coeficientes β permiten correlar automáticamente las pérdidas estimadas con las alturas, asociadas a posibles pérdidas en la RDA aguas arriba o aguas abajo.

En lo que respecta a \mathbf{E}_D y \mathbf{E}_P cabe destacar que son unas variables manipulables adicionales que poseen forma de matriz diagonal y sirven para establecer la relación de nudos en los que se tiene demanda y la relación de nudos en los que se tienen pérdidas.

Por otro lado se va a suponer que los caudales medidos por los caudalímetros están relacionados con los valores reales a través de un coeficiente de corrección de las medidas $\alpha_i \in [0,1]$, de forma que $Q_i = (1 + \alpha_i)Q_{m,i}$. En forma matricial, se puede escribir como

$$\mathbf{C}_m Q = (\mathbf{I} + \Lambda) Q_m$$

donde \mathbf{I} es la matriz identidad y Λ es una matriz diagonal tal que $\Lambda_{i,i} = \alpha_i$.

Se ha decidido que en este problema se usará la reconciliación estática que se explicó en 4.1.1, ya que aporta mucha información con una fácil interpretación. Para realizarla se van a considerar las variables promediadas en un intervalo de tiempo dado T .

$$V(k) = \frac{1}{T} \int_{t_k-T}^{t_k} Q(t) dt \quad (4.25)$$

$$V_D(k) = \frac{1}{T} \int_{t_k-T}^{t_k} D(t) dt \quad (4.26)$$

$$V_P(k) = \frac{1}{T} \int_{t_k-T}^{t_k} Q_p(t) dt \quad (4.27)$$

$$V_m(k) = \frac{1}{T} \int_{t_k-T}^{t_k} Q_m(t) dt \quad (4.28)$$

$$F(k) = \frac{1}{T} \int_{t_k-T}^{t_k} \Phi(H_m(t)) dt \quad (4.29)$$

$$\Delta H_x(k) = \frac{1}{T} (H_x(t_k) - H_x(t_k - T)) \quad (4.30)$$

lo que permite reescribir las ecuaciones como el siguiente sistema de ecuaciones algebraicas:

$$\mathbf{B} \cdot V(k) = \Delta H_x(k) \quad (4.31)$$

$$\mathbf{A} \cdot V(k) - \mathbf{E}_P \cdot \beta^T F(k) = \mathbf{E}_D \cdot V_D(k) \quad (4.32)$$

$$\mathbf{C}_m V(k) - \Lambda V_m(k) = V_m(k) \quad (4.33)$$

El problema de reconciliación se puede plantear como: *Dadas las medidas de la RDA $\Delta H_x(k)$, $V_D(k)$, $V_m(k)$ y $F(k)$, determinar los valores de los caudales $V(k)$ y de los coeficientes β_i y α_i tales que hagan que las ecuaciones de balance se verifiquen con un error mínimo.*

Obsérvese que las ecuaciones dependen de forma lineal de las variables de decisión. Este problema se puede resolver de una forma determinista (por Ridge regression, por ejemplo) o de una forma probabilística mediante el filtro de Kalman.

Para que estos problemas sean resolubles es necesario que se satisfagan ciertas condiciones de observabilidad o rango en las ecuaciones del modelos. El problema de reconciliación planteado tendrá solución dependiendo de topología de la RDA a reconciliar y de las medidas disponibles.

En el caso en que no tuviese solución se considerarán problemas simplificados que permitan completar la reconciliación por partes.

4.2.2 Casos de reconciliación

Con el fin de resolver el problema de reconciliación se distinguen los cinco casos que se muestran a continuación:

- Caso 1: RDA completa

- Datos de entrada: $\Delta H_x(k)$, $V_D(k)$, $V_m(k)$ y $F(k)$
- Variables a determinar: $V(k)$, β_i y α_i
- Modelo:

$$\mathbf{A} \cdot V(k) - \mathbf{E}_P \cdot \beta^T F(k) = \mathbf{E}_D \cdot V_D(k) \quad (4.34)$$

$$\mathbf{B} \cdot V(k) = \Delta H_x(k) \quad (4.35)$$

$$\mathbf{C}_m V(k) - \Lambda V_m(k) = V_m(k) \quad (4.36)$$

- Caso 2: Calibración de caudalímetros

- Datos de entrada: $\Delta H_x(k)$, $V_D(k)$, $V_m(k)$
- Variables a determinar: $V(k)$, α_i
- Modelo:

$$\mathbf{A} \cdot V(k) = \mathbf{E}_D \cdot V_D(k) \quad (4.37)$$

$$\mathbf{B} \cdot V(k) = \Delta H_x(k) \quad (4.38)$$

$$\mathbf{C}_m V(k) - \Lambda V_m(k) = V_m(k) \quad (4.39)$$

- Caso 2r: Calibración de caudalímetros con medidas completas de caudal ($C_m = I$)

- Datos de entrada: $\Delta H_x(k)$, $V_D(k)$, $V_m(k)$
- Variables a determinar: α_i

– Modelo:

$$\mathbf{A} \cdot \Lambda \cdot V_m(k) = \mathbf{E}_D \cdot V_D(k) - \mathbf{A} \cdot V_m(k) \quad (4.40)$$

$$\mathbf{B} \cdot \Lambda \cdot V_m(k) = \Delta H_x(k) - \mathbf{B} \cdot V_m(k) \quad (4.41)$$

• Caso 3: Detección de pérdidas

– Datos de entrada: $\Delta H_x(k)$, $V_D(k)$, $V_m(k)$

– Variables a determinar: $V(k)$, β_i

– Modelo:

$$\mathbf{A} \cdot V(k) - \mathbf{E}_P \cdot \beta^T F(k) = \mathbf{E}_D \cdot V_D(k) \quad (4.42)$$

$$\mathbf{B} \cdot V(k) = \Delta H_x(k) \quad (4.43)$$

$$\mathbf{C}_m V(k) = V_m(k) \quad (4.44)$$

• Caso 3r: Detección de pérdidas con medidas completas de caudal ($C_m = I$)

– Datos de entrada: $V_D(k)$, $V_m(k)$

– Variables a determinar: β_i

– Modelo:

$$\mathbf{E}_P \cdot \beta^T F(k) = -\mathbf{E}_D \cdot V_D(k) + \mathbf{A} \cdot V_m(k) \quad (4.45)$$

Dependiendo de los elementos presentes en una RDA, la disposición que tengan entre sí y la observabilidad se tendrá una mejor o peor solución en la reconciliación. Además, para cualquiera de estos casos un sistema compatible determinado aportará una solución mucho mejor que la de la de un sistema compatible indeterminado, donde se podrá tener una solución pero a no ser que se ajusten bien las matrices de covarianzas del filtro de Kalman no se tendrá una buena solución.

5 Herramienta genérica para RDA: RDApp

El presente capítulo se centra en una nueva HMI genérica de RDA desarrollada para este TFM con la aplicación *App Designer* de Matlab[®]. A ésta se le otorgó el nombre de RDApp y es capaz de simular cualquier tipo de RDA y obtener estimaciones de caudal, pérdidas, factores de corrección y demandas dependiendo del tipo de escenario con el que se desee trabajar. RDApp se apoya en un *toolkit* llamado *OpenWaterAnalytics/EPANET-Matlab-Toolkit* y éste, a su vez, lo hace en el motor del Epanet 2.2.

Cabe destacar que para poder trabajar con RDApp es imprescindible tener instalado el *toolkit* mencionado, el cual se puede encontrar en los *Add-Ons* de Matlab[®] o el enlace <https://github.com/OpenWaterAnalytics/EPANET-Matlab-Toolkit>, y Epanet 2.2., el cual se puede descargar de forma gratuita en <https://www.epa.gov/water-research/epanet>.

Primero se dará una visión general de la herramienta detallando las partes de su interfaz gráfica, su funcionamiento, la estructura del código en la que se apoya y finalmente se realizarán varios ensayos donde se mostrarán los resultados obtenidos.



Figura 5.1 Logotipo de RDApp.

5.1 Interfaz gráfica y guía de uso

Dentro de la aplicación RDApp se tienen tres pestañas principales en las que el usuario ha de modificar ciertos campos antes de simular. En la primera pestaña se tiene la generación de datos sintético e históricos partiendo de un documento tipo *.inp* con la información de la RDA, la segunda sirve para la selección de caso de reconciliación y la tercera sirve para la representación gráfica de los resultados. Estas tres pestañas se explican en los siguientes subcapítulos.

5.1.1 RDAApp: *Generación de datos*

Al abrir RDAApp lo primero que aparece es la pestaña *Generación de datos*, véase la figura 5.2, donde se tienen dos posibles opciones a elegir: *Generación de datos sintéticos* y *Aportar datos históricos*.



Figura 5.2 RDAApp: pestaña *Generación de datos*.

- *Generación de datos sintéticos*: se trata de un botón que hace visible la ventana encargada de la generación automática de datos sintéticos a partir de un archivo *.inp* de Epanet, véase la figura 5.3. En ella se encuentran diferentes cuadros con diversas funciones:

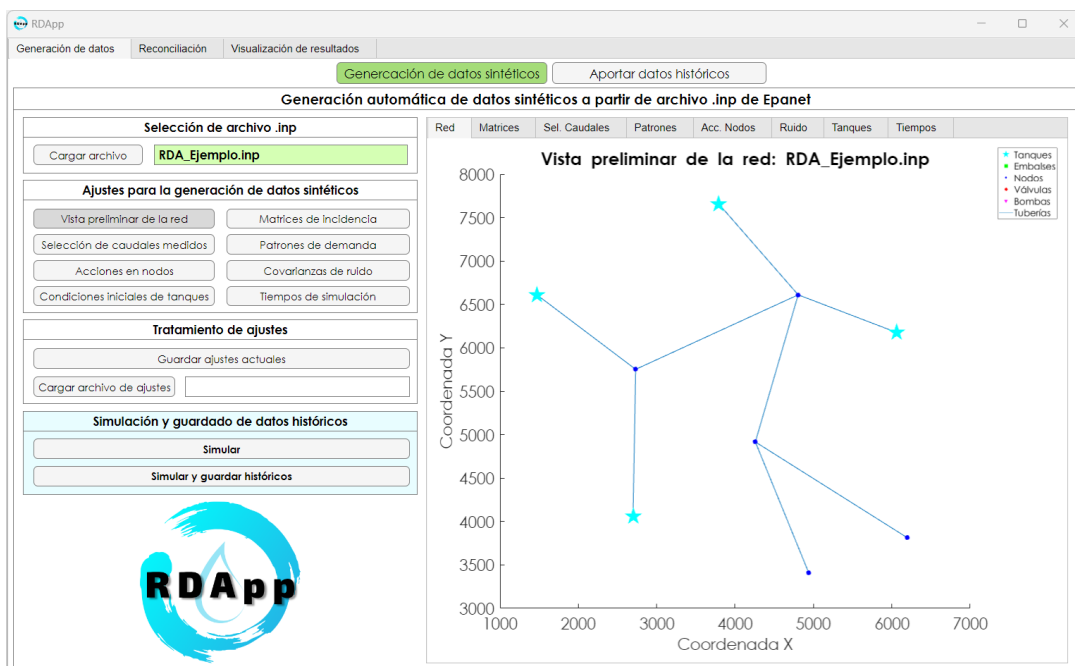


Figura 5.3 RDAApp: *Generación de datos* > *Generación de datos sintéticos* > *Vista preliminar de la red*.

- *Selección de archivo .inp*: este cuadro se usa para la selección del archivo *.inp*. En un inicio la mayoría de los cuadros de ajustes se encuentran inhabilitados, pero al presionar el botón *Cargar archivo* aparece una ventana emergente del gestor de archivos donde se ha de seleccionar la RDA con la que se desee trabajar, momento en el cual se habilitan los demás cuadros. A su vez se carga el archivo y se extrae la información de necesaria para la simulación, véase la figura 5.3.
- *Ajustes para la generación de datos sintéticos*: este cuadro permite modificar la visualización de los ajustes en el cuadro que se encuentra a su derecha. Los botones que se tienen son los siguientes:
 - * *Vista preliminar de la red*: para poder tener una vista preliminar de la RDA seleccionada es necesario pulsar este botón, véase la figura 5.3.
 - * *Matrices de incidencia*: este botón muestra las matrices de incidencia que se han generado automáticamente a partir del conexionado de elementos del archivo *.inp* que se haya cargado, estas son: la matriz de incidencias en nodos libres (A), la matriz de incidencias en embalses (A_r), la matriz de incidencias en tanques (A_t) y la matriz de entrada al tanque (B), véase la figura 5.5, las cuales son totalmente editables por el usuario. Además, al pulsar el botón aparece una ventana emergente para regenerar las tablas por si se ha modificado algo y se quiere revertir, es posible verlo en la figura 5.4.

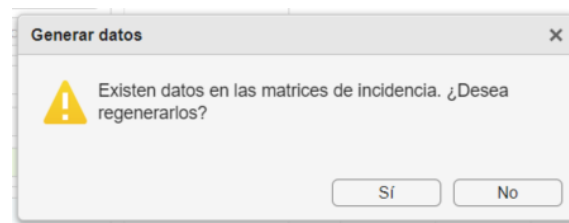


Figura 5.4 RDAApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Matrices de incidencia > Generar datos.

Generación automática de datos sintéticos a partir de archivo *.inp* de Epanet

Red Matrices Sel. Caudales Patrones Acc. Nodos Ruido Tanques Tiempos

Matriz de Incidencias en nodos libres (A)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
N1	1	1	-1	0	0	0	0	0
N2	0	0	1	-1	-1	-1	-1	0
N3	0	0	0	0	0	0	1	-1
N4	0	0	0	0	0	0	0	1
N5	0	0	0	0	0	0	0	0

Matriz de Incidencias en embalses (A_r)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
D1	-1	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	-1	0	0	0	0	0	0

Matriz de Incidencias en tanques (A_t)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
D1	-0.0354	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	-0.0796	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0.0796	0	0	0	0
D4	0	0	0	0	0.5659	0	0	0

Matriz de entrada al tanque (B)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
D1	-0.0354	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	-0.0796	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0.0796	0	0	0	0
D4	0	0	0	0	0.5659	0	0	0

Figura 5.5 RDAApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Matrices de incidencia.

- * *Selección de caudales medidos*: al pulsar en este botón se puede seleccionar las ramas cuyo caudal se tomará como medido, véase la figura 5.6. La selección escogida influirá significativamente en la posterior reconciliación ya que no hará uso de las ramas que no se seleccionen.

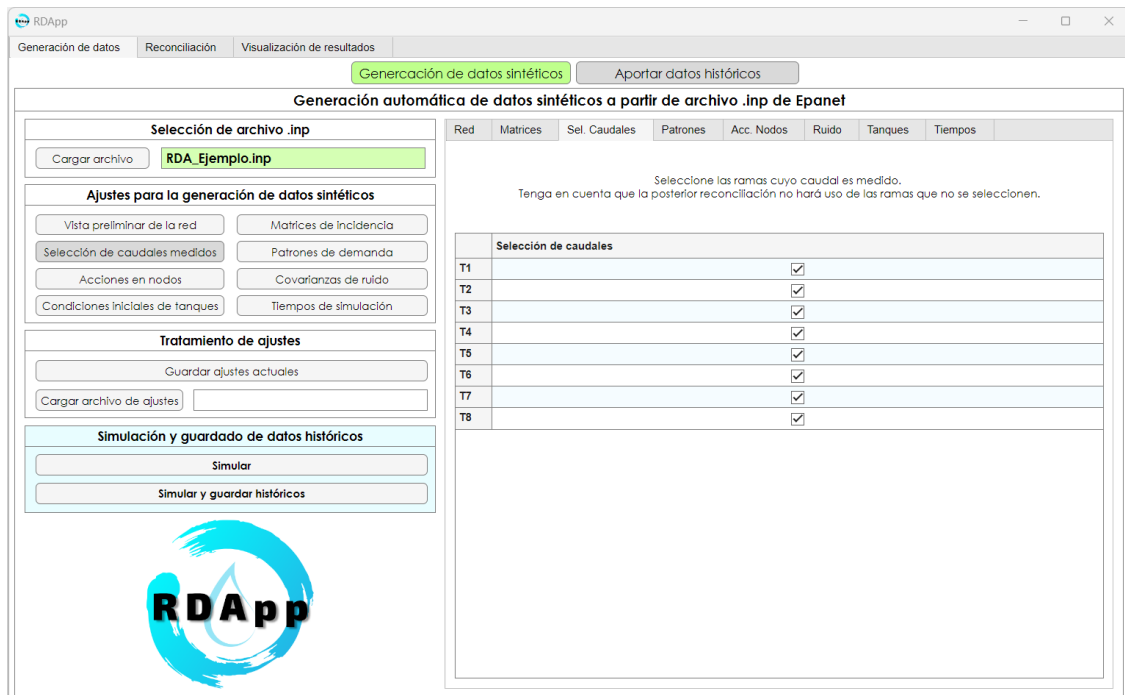


Figura 5.6 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Selección de caudales medidos.

- * *Patrones de demanda*: este botón sirve para visualizar y editar la generación de patrones de demanda diarios con intervalos de una hora, véase la figura 5.7. Es posible generar tantos patrones como se quiera modificando el número del campo del *spinner* y pulsando en el botón *Generar patrones editables*, momento en el que aparece una ventana emergente para cerciorar sobre el cambio irreversible, tal y como se ve en la figura 5.8. Tras esto se puede editar la tabla inferior a gusto del usuario y visualizar los cambios presionado el botón *Graficar patrones*. Cabe señalar que aunque se introduzcan patrones con un intervalo horario de una hora, al simular estos patrones son adaptados internamente con la ayuda de la función *pchip* de Matlab[®] se ajusta este tiempo de muestreo al que se ha definido.



Figura 5.7 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Patrones de demanda.

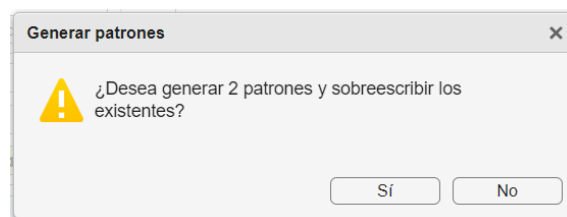


Figura 5.8 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Patrones de demanda > Generar patrones.

- * *Acciones en nodos*: este botón hace visible la edición de características de los nodos mediante una tabla editable, véase la figura 5.9. En ella se pueden asignar campos como los patrones de demanda generados anteriormente, el error de demanda constante, el error de demanda porcentual, generar unas pérdidas mediante la asignación de un coeficiente de pérdidas c . En Epanet la forma más fácil de simular que se tienen pérdidas es mediante los hidrantes ya que al asignarle un c de cualquier nodo actuará como una pérdida de caudal, sin embargo, su inconveniente es que no es posible reducir su valor una vez impuesto. Además, es posible crear una relación de nudos de demandas (ED) a tener en cuenta en la reconciliación y de nudos de pérdidas (EP) indicando las pérdidas en nudos a tener en cuenta, también, en la reconciliación mediante la introducción de valores binarios.

Por otro lado, en caso de haber introducido varios valores erróneos y que se quieran eliminar rápidamente se tiene el botón *Regenerar tabla* para volver la tabla a su estado inicial previo a la edición. Llegado a este punto aparece una ventana emergente preguntando al usuario si desea revertir los cambios realizados o no, tal y como muestra la figura 5.10.

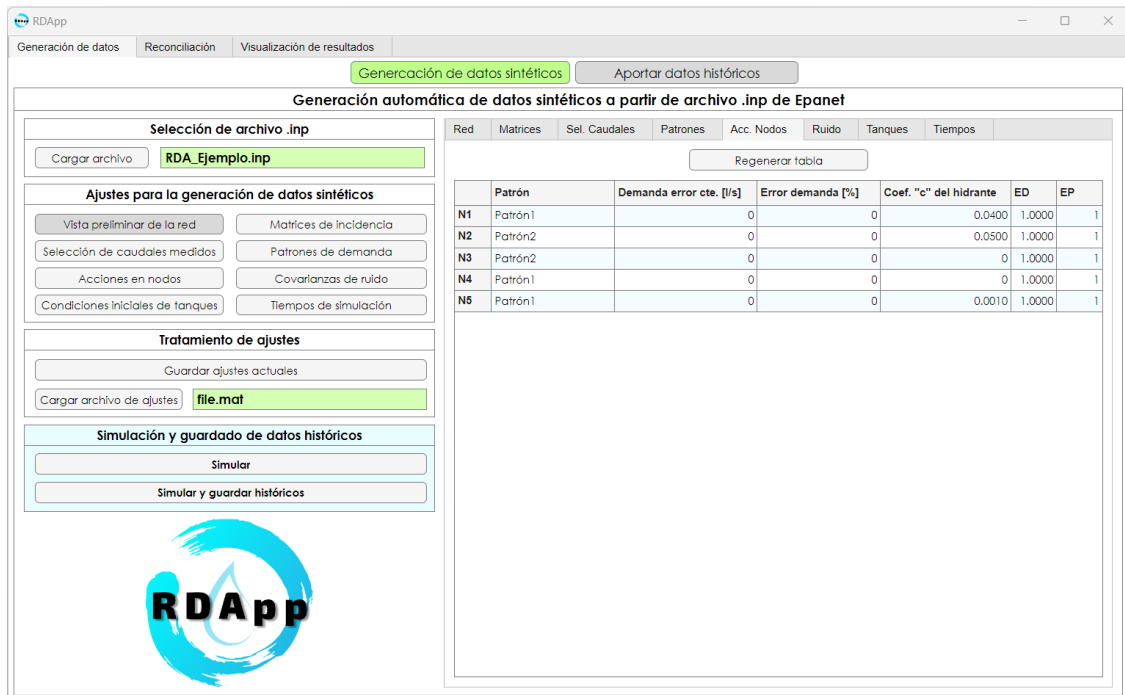


Figura 5.9 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Acciones en nodos.

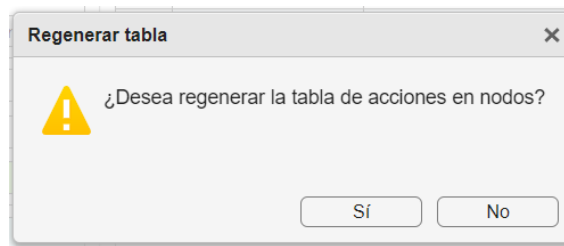


Figura 5.10 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Acciones en nodos > Regenerar tabla.

- * *Covarianzas de ruido*: al pulsar este botón se habilita la edición de una serie de covarianzas de ruido en medidas, estas son: de caudal de las ramas, de nivel de los tanques, de demanda en los nodos y de altura en los nodos de pérdidas. Aunque es posible añadir directamente las covarianzas de una a una, para agilizar la edición se tienen cuatro *spinner* donde al introducir el valor con el que se quiere simular y pulsar en el botón *Generar* se añaden directamente los valores a todos los elementos de su respectiva tabla, pero antes de ello pregunta al usuario mediante una ventana emergente si desea generar las nuevas tablas de covarianzas o no, tal y como se puede ver en la figura 5.12.

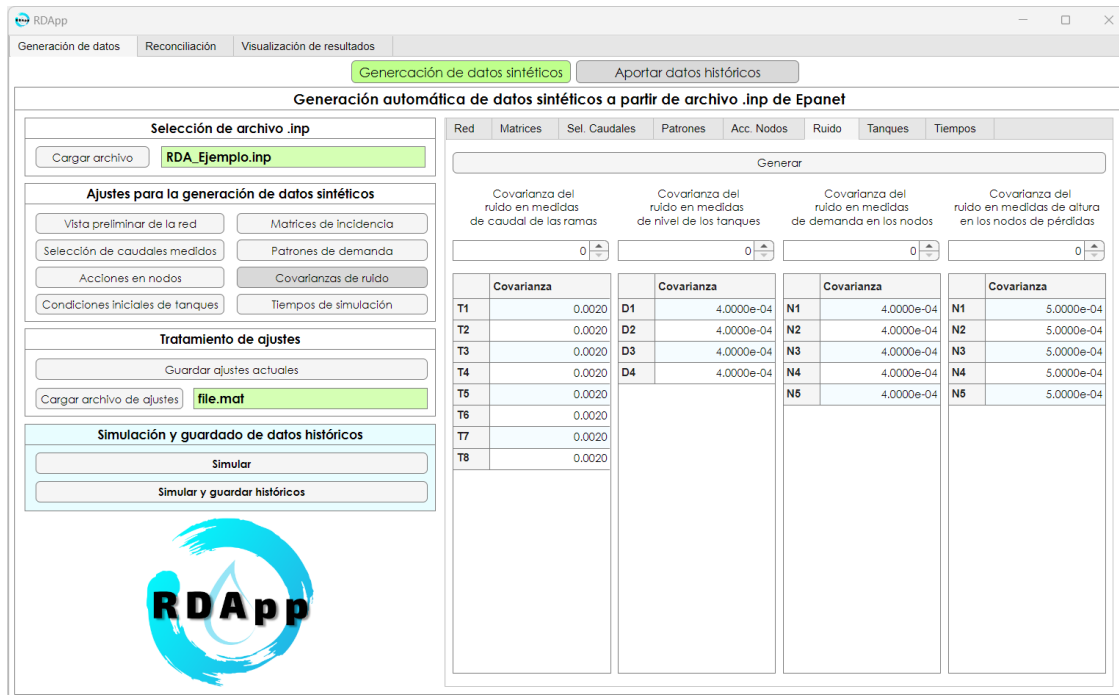


Figura 5.11 RDAApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Covarianzas de ruido.

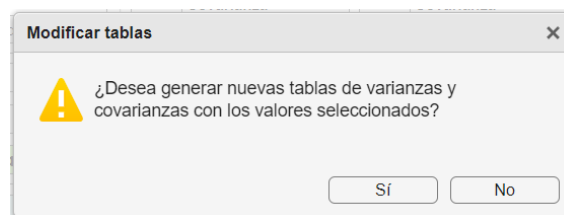


Figura 5.12 RDAApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Covarianzas de ruido > Generar.

- * *Condiciones iniciales de tanques:* las condiciones iniciales de un tanque como las alturas iniciales o los límites de altura máximos y mínimos tienen mucha influencia en el comportamiento de la red, por ello se habilita su edición al pulsar el botón que por defecto parecen las alturas definidas en el archivo .inp, véase la figura 5.13. Por otra parte, al pulsar en *Regenerar tabla* aparecerá una ventana emergente como la de la figura 5.14 donde se pregunta si se desea regenerar la tabla para volver a introducir los valores predefinidos en la RDA.

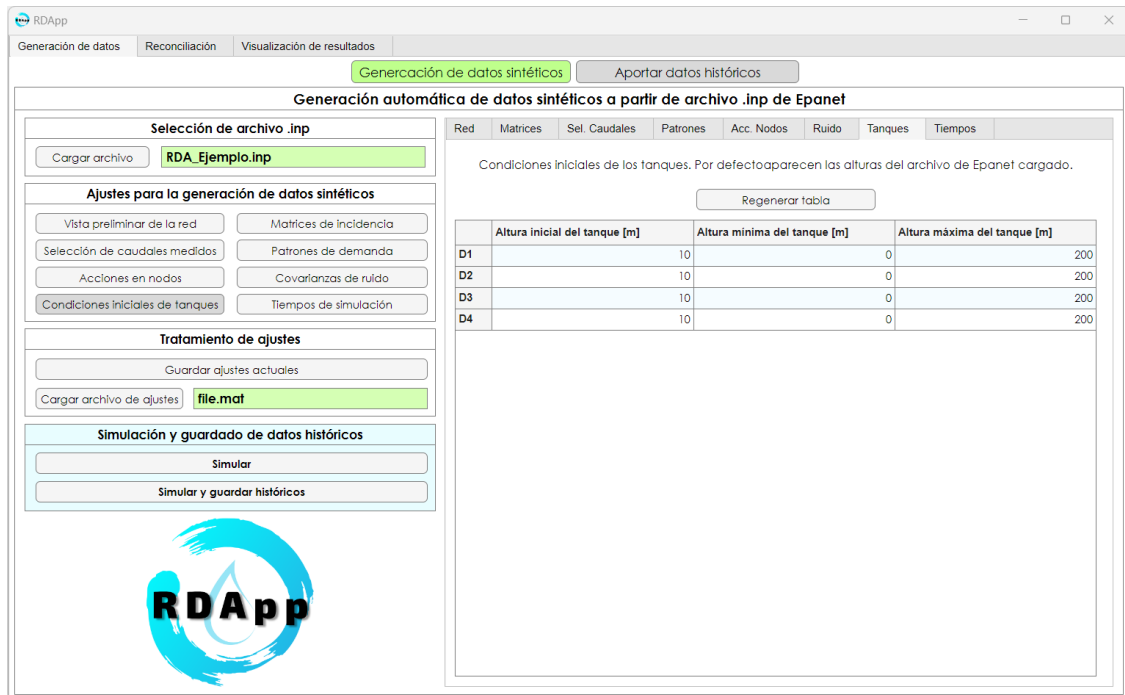


Figura 5.13 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Condiciones iniciales de tanques.

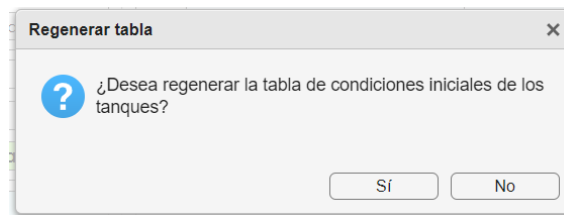


Figura 5.14 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Condiciones iniciales de tanques > Regenerar tabla.

* *Tiempos de simulación*: al pulsar este botón, véase la figura 5.15, se habilita la edición de los tiempos relevantes en la simulación:

- *Tiempo de simulación [s]*: se trata del tiempo que se desea que dure la simulación y la posterior estimación. Además, tiene un valor por defecto de 1036800 segundos, lo que corresponde a 12 días.
- *Tiempo de muestreo [s]*: es el tiempo transcurrido entre una muestra y otra. Para este campo se ha establecido un tiempo por defecto de 300 segundos, es decir, 5 minutos.
- *Tiempo de establecimiento [s]*: se trata de un tiempo que se escoge de manera arbitraria cuya función es la de eliminar ciertas dinámicas singulares que no se desean tener en cuenta, por ello simplemente basta con introducirlo y automáticamente no se tendrán en cuenta nada anterior a ese instante. Por otra parte, en caso de que no se quiera tener un tiempo de establecimiento habría que poner 0 segundos.
- *Momento de la introducción de pérdidas en los hidrantes [s]*: este tiempo hace referencia a las pérdidas por hidrante introducidas en las *Acciones en nodos*. Es necesario señalar que dicho tiempo será el mismo para todos los nodos, es decir, el valor que se introduce en este campo activa las pérdidas en todos los nodos que posean un valor distinto a 0

segundos en el c a la misma vez.

- *Limpiar tiempos*: sirve para resetear los tiempos introducidos poniéndolos todos a 0 segundos, previa consulta al usuario en una ventana emergente como la de la figura 5.16.



Figura 5.15 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Tiempos de simulación.



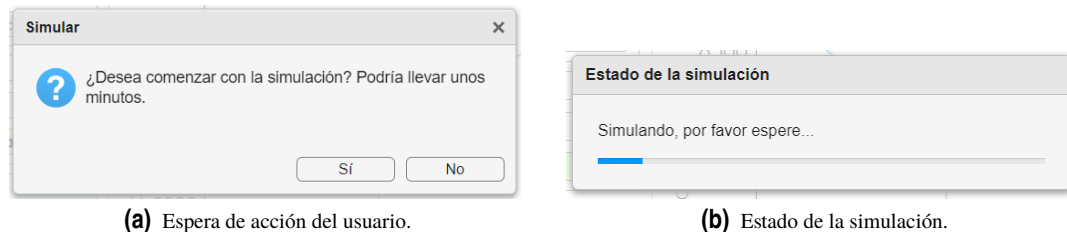
Figura 5.16 RDApp: Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Tiempos de simulación > Limpiar tiempos.

- *Tratamiento de ajustes*: este cuadro ha sido implementado con el fin de guardar y/o cargar todas y cada una de las modificaciones realizadas en la pestaña actual pulsando los botones *Guardar ajustes actuales* y *Cargar archivo ajustes* respectivamente, momento en el que una ventana emergente del gestor de archivos de Windows aparece para gestionar la acción. Esto es algo muy importante ya que con estas opciones el usuario puede continuar en otro momento por donde lo dejó.
- *Simulación y guardado de datos históricos*: para este cuadro final se tienen dos botones con funcionalidades sencillas: *Simular* y *Simular y guardar históricos*, cuyos nombres reflejan a la perfección la acción que realizan. En caso de que se quiera simular primero preguntará al usuario si realmente quiere simular, véase la figura 5.17a, ya que dependiendo del tiempo de simulación el tiempo de muestreo o la complejidad de la RDA puede suponer que el tiempo real de simulación sea muy elevado. Por otra parte, mientras se simula se puede llevar un seguimiento del estado en

el que se encuentra gracias a una barra de progreso tal y como muestra la figura 5.17b.

En caso de que se quiera simular y guardar los resultados de simulación el proceso es el mismo que para simular, pero tras acabar emergerá el gestor de archivos de Windows para guardarlos.

Finalmente, una vez terminado este proceso se cambia la pestaña automáticamente para dar paso a la reconciliación.



(a) Espera de acción del usuario.

(b) Estado de la simulación.

Figura 5.17 RDApp: *Generación de datos > Generación de datos sintéticos > Simulación y guardado de datos históricos.*

- Aportar datos históricos: se trata de un botón que hace visible el cuadro encargado de la generación de datos a partir de históricos que se facilitan por el usuario, véase la figura 5.18. Estos han de ser los mismos que se guardaron previamente en el cuadro de generación de datos automática. A continuación se irán describiendo las diferentes funcionalidades, a pesar de ser muy similares a las del botón explicado anteriormente (*Generación de datos sintéticos*):

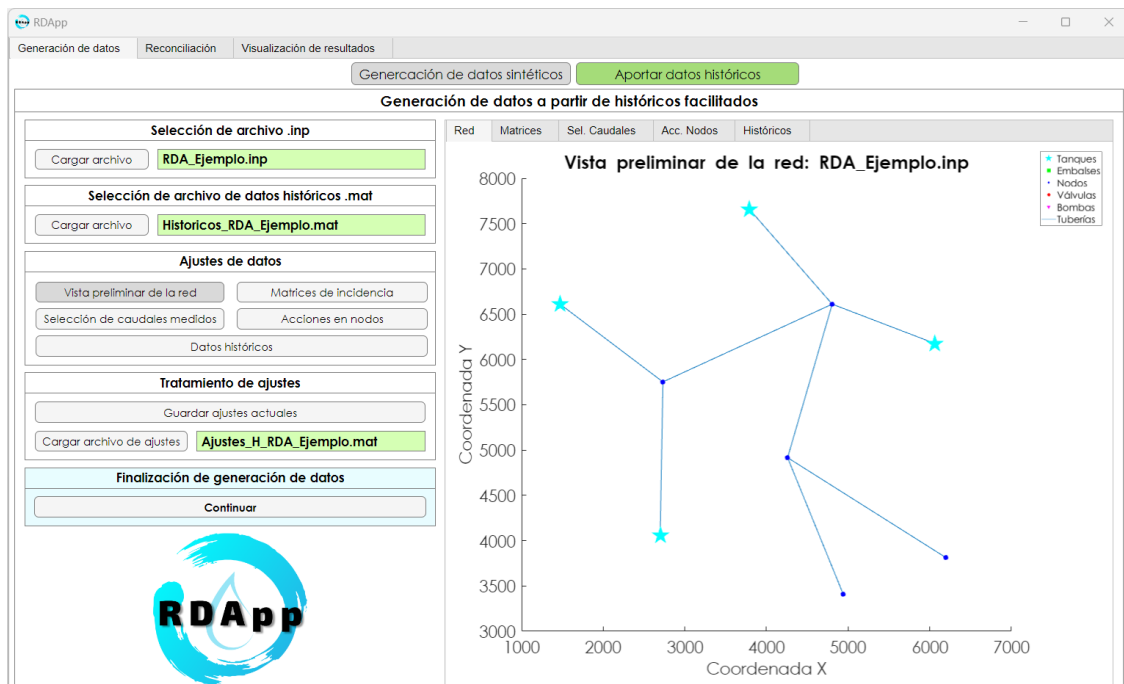


Figura 5.18 RDApp: *Generación de datos > Aportar datos históricos > Vista preliminar de la red.*

- *Selección de archivo .inp*: este cuadro exige la introducción de un archivo *.inp* de la RDA con la que se va a trabajar, para ello es necesario pulsar el botón *Cargar archivo* y seleccionar el archivo con el que se trabajará en la ventana emergente del gestor de archivos de Windows.
- *Selección de archivo de datos históricos .mat*: aquí se tiene la función de la adquisición de históricos a partir de un archivo *.mat* de seleccionado por el usuario en la ventana de gestor de archivos de Windows que aparece cuando el usuario presiona *Cargar archivo*. En caso de que el archivo no sea el esperado aparecerá un mensaje de error. Dicho archivo está compuesto por

una variable tipo *struct* llamada *Historicos* en cuyo interior se tienen otras dos variables del mismo tipo con los datos históricos y las características del modelo de la RDA. Además, para profundizar en el contenido de este archivo véase el anexo 7.15.

- *Ajustes de datos*: este cuadro le permite al usuario modificar la visualización de los ajustes en el cuadro que se encuentra a su derecha. Los botones que se tienen son los siguientes:
 - * *Vista preliminar de la red*: este botón sirve para poder tener una vista preliminar de la RDA seleccionada, véase la figura 5.18.
 - * *Matrices de incidencia*: este botón posee las mismas funciones que su homónimo en la *Generación de datos sintéticos*, se generan automáticamente las matrices A , A_t , A_r y B totalmente editables por el usuario, tal y como muestra la figura 5.19, y en el momento que este botón es presionado aparece una ventana emergente para regenerar las tablas por si se ha modificado algo y se quiere revertir, véase la figura 5.4.

The screenshot shows the RDApp interface with the following components:

- Top Bar:** 'Generación de datos', 'Reconciliación', 'Visualización de resultados'. Active tabs: 'Generación de datos sintéticos', 'Aportar datos históricos'.
- Left Panel:**
 - Selección de archivo .inp:** 'Cargar archivo' button, 'RDA_Ejemplo.inp' selected.
 - Selección de archivo de datos históricos .mat:** 'Cargar archivo' button, 'Historicos_RDA_Ejemplo.mat' selected.
 - Ajustes de datos:** 'Vista preliminar de la red', 'Matrices de incidencia', 'Selección de caudales medidos', 'Acciones en nodos', 'Datos históricos'.
 - Tratamiento de ajustes:** 'Guardar ajustes actuales', 'Cargar archivo de ajustes', 'Ajustes_H_RDA_Ejemplo.mat' selected.
 - Finalización de generación de datos:** 'Continuar' button.
- Right Panel:** 'Generación de datos a partir de históricos facilitados'.

Red	Matrices	Sel	Caudales	Acc.	Nodos	Historicos			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
N1		1	1	-1	0	0	0	0	0
N2		0	0	1	-1	-1	-1	0	0
N3		0	0	0	0	0	1	-1	0
N4		0	0	0	0	0	0	0	1
N5		0	0	0	0	0	0	0	0
	Matriz de incidencias en nodos libres (A)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	Matriz de incidencias en embalses (A _t)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
D1		-1	0	0	0	0	0	0	0
D2		0	-1	0	0	0	0	0	0
	Matriz de incidencias en tanques (A _r)								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
D1		-0.0354	0	0	0	0	0	0	0
D2		0	-0.0796	0	0	0	0	0	0
D3		0	0	0	0.0796	0	0	0	0
D4		0	0	0	0	0.5659	0	0	0
	Matriz de entrada al tanque (B)								

Figura 5.19 RDApp: Generación de datos > Aportar datos históricos > Matrices de incidencia.

- * *Selección de caudales medidos*: este botón permite seleccionar ramas cuyo caudal se tomará como medido, tal y como se puede apreciar en la figura 5.20. En este caso la selección también afectará en la reconciliación.

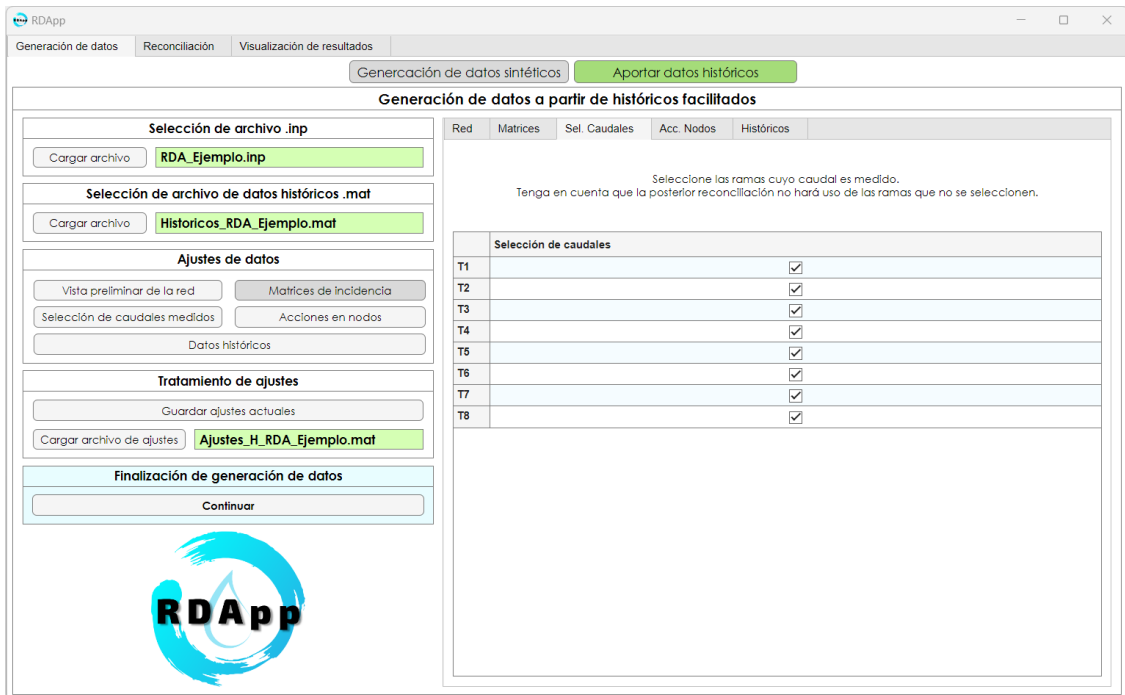


Figura 5.20 RDApp: Generación de datos > Aportar datos históricos > Selección de caudales medidos.

* *Acciones en nodos*: anteriormente, en su botón homónimo para la generación de datos sintéticos se tenía una tabla con multitud de parámetros editables, sin embargo, al estar trabajando con datos históricos no es posible modificar todos ellos, quedando únicamente la edición de (ED) y de (EP). Esto es posible verlo en la siguiente figura 5.21.

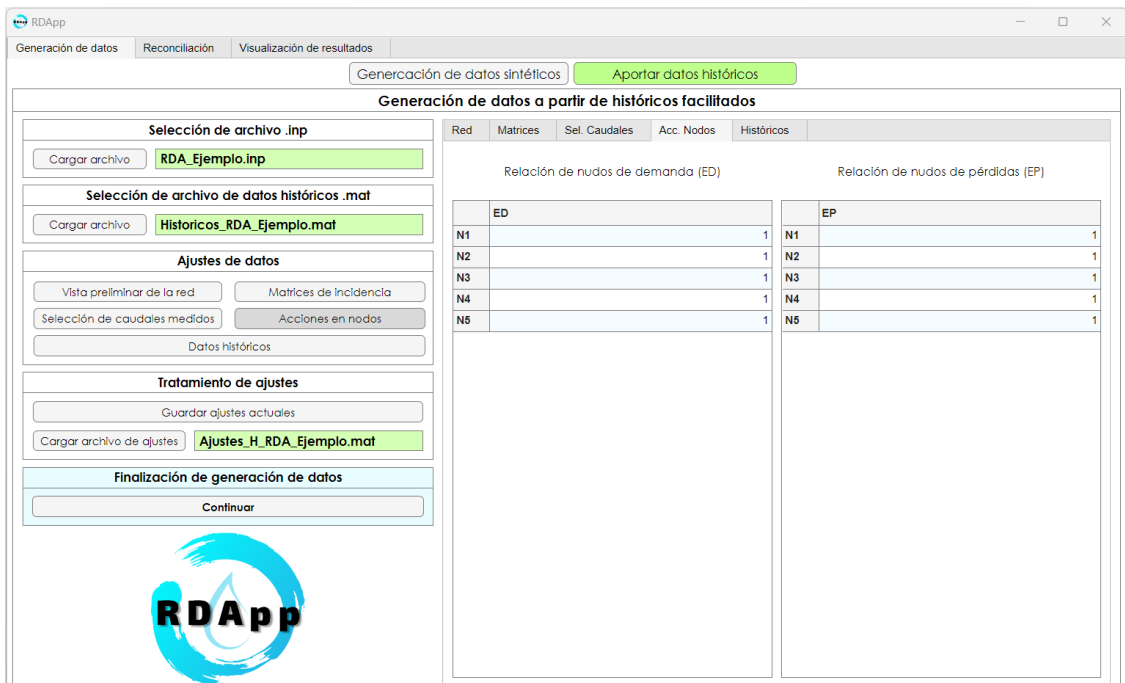


Figura 5.21 RDApp: Generación de datos > Aportar datos históricos > Acciones en nodos.

* *Datos históricos*: con el fin de visualizar los valores numéricos introducidos como dato

histórico se tienen tablas de alturas de tanque, de caudales de demanda, de caudales de rama medidos y de alturas de nodos de pérdidas. Ello se puede ver en la figura 5.22.

The screenshot shows the RDAApp interface with the following sections:

- Generación de datos** (Data Generation): Includes buttons for 'Generación de datos sintéticos' and 'Aportar datos históricos' (highlighted).
- Selección de archivo .inp**: 'Cargar archivo' button with 'RDA_Ejemplo.inp' selected.
- Selección de archivo de datos históricos .mat**: 'Cargar archivo' button with 'Historicos_RDA_Ejemplo.mat' selected.
- Ajustes de datos**: Includes buttons for 'Vista preliminar de la red', 'Matrices de incidencia', 'Selección de caudales medidos', and 'Acciones en nodos'. A 'Datos históricos' button is also present.
- Tratamiento de ajustes**: Includes 'Guardar ajustes actuales' and 'Cargar archivo de ajustes' (with 'Ajustes_H_RDA_Ejemplo.mat' selected).
- Finalización de generación de datos**: 'Continuar' button.

The main data table is titled 'Generación de datos a partir de históricos facilitados' and contains the following data:

Alturas de tanque (Hx)		Caudales de demanda (D)		Caudales de rama medidos (Qm)		Alturas de nodos de pérdidas (Hm)	
D1	D2	N1	N2	T1	T2	N1	N2
0.0229	2.9729	1.0342	1.0124	-0.0136	8.8413	77.9432	77.8322
0.0160	2.7629	1.0105	1.0208	0.0010	-4.0138	77.7909	77.8300
-0.0019	2.8557	0.9565	1.0229	0.0023	8.8308	77.8536	77.7722
-0.0115	2.6548	0.9009	0.9850	0.0369	-3.9926	77.6788	77.7414
0.0199	2.7453	0.7998	0.9650	0.0683	8.7932	77.7341	77.6708
-0.0270	2.5171	0.7665	1.0352	0.0209	-4.0304	77.5328	77.5441
-0.0065	2.6576	0.5991	0.9513	-0.0094	8.7147	77.6272	77.5004
0.0114	2.4334	0.5441	0.9358	0.0280	-3.8714	77.4223	77.4891
-0.0152	2.5130	0.3974	0.9472	0.0082	8.8182	77.5538	77.3951
-0.0023	2.3017	0.3211	0.9043	-0.0461	-3.6811	77.3096	77.3790
0.0198	2.3972	0.2276	0.9022	0.0425	8.7327	77.3766	77.2599
0.0225	2.1781	0.1783	0.8766	0.0137	-3.5695	77.1703	77.2148
0.0100	2.2640	0.1445	0.8979	0.0060	8.5987	77.2695	77.1640
-0.0046	2.1046	0.0949	0.8773	0.0230	-3.4594	77.0389	77.1081
0.0033	2.1747	0.1364	0.9688	0.0117	8.5682	77.1791	77.0382
-0.0177	1.9299	0.1093	1.1334	-0.0421	-3.2981	76.9805	76.9621
0.0392	2.0696	0.1555	1.3699	-0.0073	8.6696	77.0179	76.8719
-0.0042	1.8383	0.2544	1.6960	-0.0065	-3.0841	76.8059	76.8369
-0.0090	1.9063	0.3237	2.0546	-0.0238	8.8104	76.9139	76.8051
0.0140	1.6631	0.3979	2.4534	0.0752	-2.5913	76.6719	76.7153

Figura 5.22 RDAApp: Generación de datos > Aportar datos históricos > Datos históricos.

- *Tratamiento de ajustes*: el tratamiento de ajustes para los datos históricos tiene la misma dinámica de funcionamiento que para la generación de datos sintéticos. Con el botón *Guardar ajustes actuales* es posible guardar todos y cada uno de los cambios realizados en esta pestaña para su posterior carga con el botón *Cargar archivo de ajustes*.
- *Finalización de generación de datos*: por último señalar que este cuadro sirve para terminar con la aportación y edición de datos históricos y dar paso a la reconciliación en el momento que se pulsa el botón *Continuar*.

5.1.2 RDAApp: Reconciliación

En esta segunda pestaña llamada *Reconciliación* se tiene todo lo necesario para poder llevar a cabo la reconciliación con el filtro de Kalman, véase la figura 5.23. Esta pestaña aparece automáticamente al generar los datos de simulación en cualquiera de los dos tipos de generación de datos explicados anteriormente. Además, aunque es posible navegar entre pestañas, si no se han realizado los pasos previos a la reconciliación la pestaña estará inhabilitada en su totalidad para el usuario.

Por otra parte RDAApp trabaja con cinco casos de reconciliación de RDA, los mismos que los desarrollados en el capítulo 4, por lo que es imperativo saber que no siempre se va a tener una buena reconciliación debido a que existen numerosos factores de la que depende. Algunos de ellos son el tipo de RDA, su complejidad y disposición, el tipo de elementos con los que cuenta y el tipo de caso a estimar; estos afectan a la reconciliación ampliando o disminuyendo el número de ecuaciones e hiperparámetros y, por ende, haciendo que el sistema de ecuaciones sea compatible determinado o indeterminado.

El algoritmo del filtro de Kalman implementado en RDAApp es capaz de devolver una solución siempre, sin embargo, está sujeta a cierto grado de error que se ve incrementado si el sistema es compatible indeterminado. Llegados a este punto entraría el criterio del usuario, el cual ha de seleccionar unos valores para las matrices de covarianzas inicial de estimación, de confianza en las ecuaciones de balance y de variabilidad de los parámetros, asimismo, se le aconseja al usuario que realice varias pruebas con diferentes valores en las

matrices de covarianzas para que pueda comprobar cómo varían los resultados y escoger el mejor.

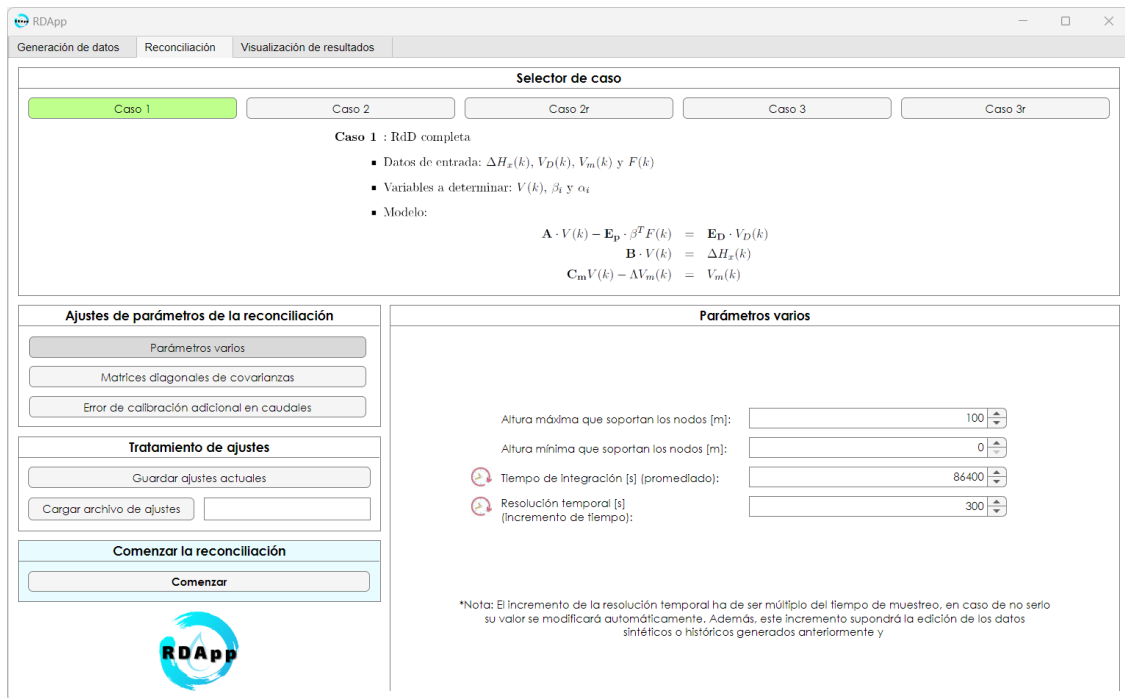


Figura 5.23 RDApp: Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Parámetros varios.

- *Selector de caso*: este cuadro sirve para la selección de caso de reconciliación con el que se trabajará (casos: 1, 2, 2r, 3 y 3r desarrollados en el capítulo 4). Dependiendo del botón que se selecciona la apariencia del cuadro cambia y muestra las características y del caso en cuestión, véase la figura 5.24.

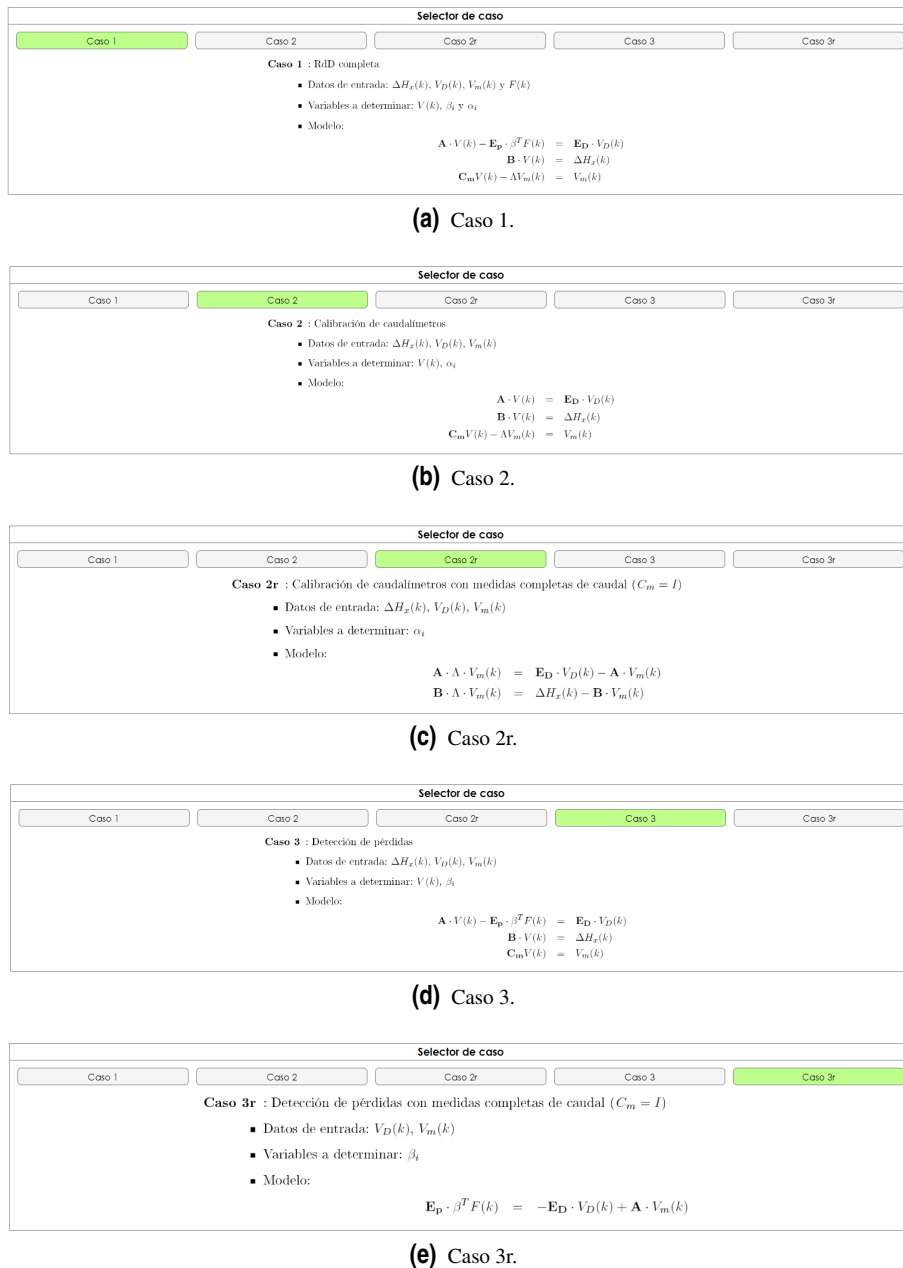


Figura 5.24 RDAApp: Reconciliación > Selector de caso.

- **Ajustes de parámetros de la reconciliación:** este cuadro se puede ver en la figura 5.23 y se usa para habilitar las modificaciones de ciertos parámetros en la reconciliación. Dentro de él se tienen los siguientes botones:

– **Parámetros varios:** al pulsar este botón es posible modificar los siguientes campos:

- * **Altura máxima que soportan los nodos [m]:** este campo se usa para el cálculo de $\Phi(H_m)$ en las ecuaciones de pérdidas del modelo y aporta información sobre cuál es la altura máxima que son capaces de soportar los nodos.
- * **Altura mínima que soportan los nodos [m]:** al igual que para el campo anterior, en este campo también usa para el cálculo de $\Phi(H_m)$ en las ecuaciones de pérdidas del modelo y aporta información sobre cuál es la altura mínima que son capaces de soportar los nodos.

- * *Tiempo de integración [s]*: este tiempo hace referencia al periodo que abarcará cada integración previa a la reconciliación para obtener las señales *quasi*-estacionarias. Según el tiempo de integración escogido se tendrá una señal de mejor o peor calidad dependiendo si se adecua mejor o peor al periodo natural de la RDA.
 - * *Resolución temporal [s]*: por último, en este campo es posible modificar la resolución temporal con la que se hará la reconciliación. Cabe destacar que ésta no puede ser menor que el tiempo de muestreo establecido en la pestaña de *Generación de datos* y, además, ha de ser múltiplo suyo ya que en caso de no cumplirse estas condiciones la herramienta modificará internamente el valor para que sea compatible con los datos de simulación.
- *Matrices diagonales de covarianzas*: al pulsar en este botón aparece un cuadro llamado a su derecha un cuadro llamado *Matrices diagonales de covarianzas*, véase la figura 5.25, donde es posible modificar los valores de la diagonal de las matrices de covarianzas inicial de estimación, de confianza en las ecuaciones de balance y de variabilidad de los parámetros. En caso de querer deshacer los cambios realizados en el cuadro hay que pulsar en el botón *Regenerar tablas* y los valores volverán a ser los mismos que al principio.

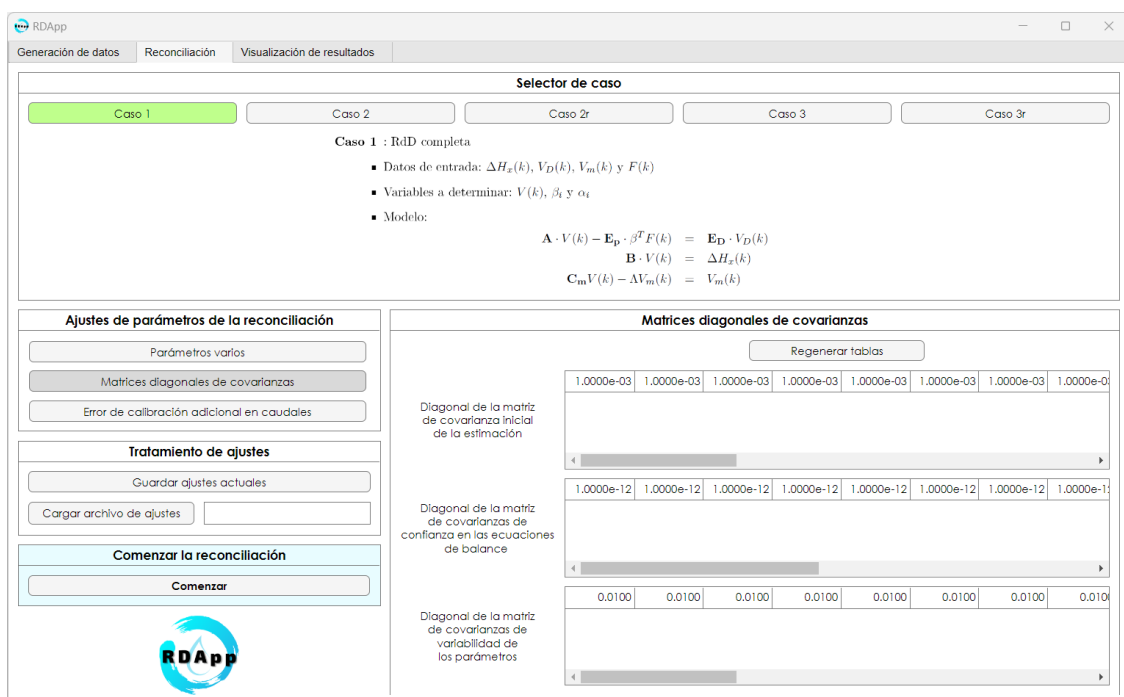


Figura 5.25 RDApp: Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Matrices diagonales de covarianzas.

- *Error de calibración adicional en caudales*: este es el último botón del cuadro y permite añadir unos errores de calibración a las medidas. En el momento que se presiona este botón aparece el cuadro titulado *Error de calibración adicional en caudales medidos* que tiene una tabla editable por el usuario, véase la figura 5.26. Por otra parte, si se le quieren añadir valores de α por tubería de una manera ágil se ha dispuesto de un sistema en el que al indicarle los valores inferiores y superiores de α y al darle al botón *Generar* añade automáticamente en la tabla unos valores equidistantes entre sí dentro de este rango previa consulta en la ventana emergente de la figura 5.27. Por otra parte en caso de que no se quiera introducir este tipo de error basta con ponerlo a 0.

Este cuadro es muy importante para la reconciliación ya que sabiendo los valores que tendrá α de antemano se puede saber si las matrices de covarianzas para la reconciliación introducidas tienen valores correctos o no al comparar los valores de α estimados e introducidos.

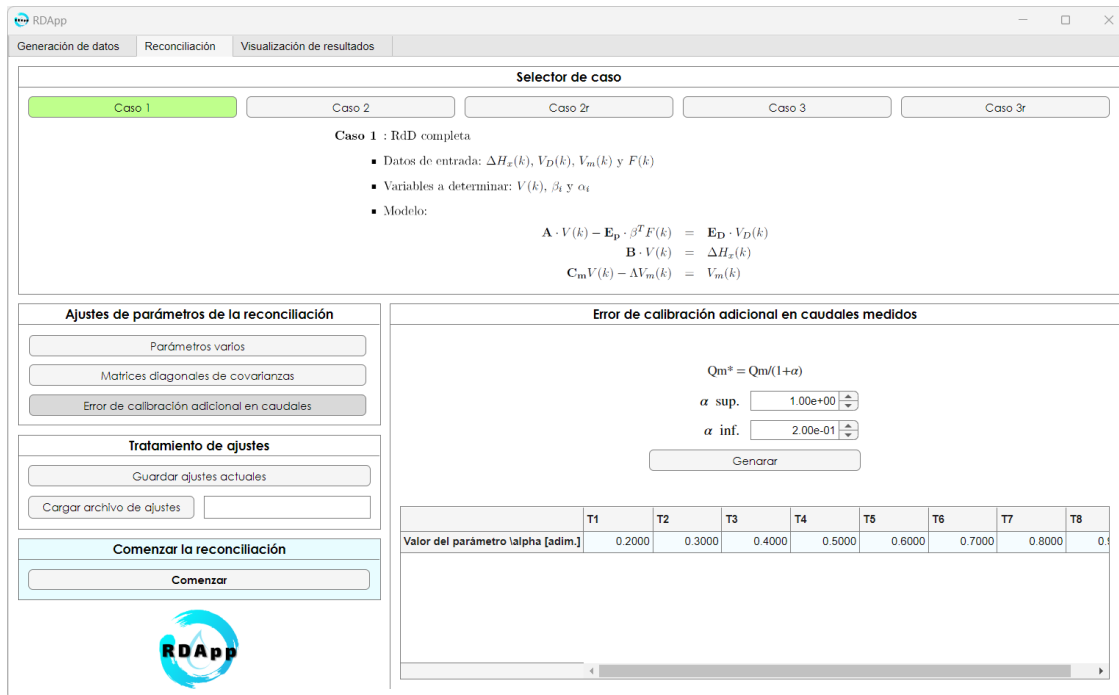


Figura 5.26 RDApp: Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Error de calibración adicional en caudales.

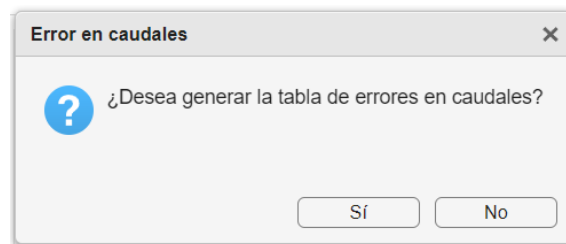


Figura 5.27 RDApp: Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Error de calibración adicional en caudales > Generar.

- **Tratamiento de ajustes:** este cuadro ha sido implementado con el fin de guardar y/o cargar todas y cada una de las modificaciones realizadas en la pestaña actual pulsando los botones *Guardar ajustes actuales* y *Cargar archivo ajustes* respectivamente, momento en el que una ventana emergente del gestor de archivos de Windows aparece para gestionar la acción. Esto es algo muy importante ya que con estas opciones el usuario puede continuar en otro momento por donde lo dejó.
- **Comenzar la reconciliación:** al pulsar este botón se dará paso a la reconciliación si se ha aceptado la consulta de la ventana emergente que muestra la figura 5.28 y en el momento en el que finalice se cambiará a la pestaña *Visualización de resultados* automáticamente.

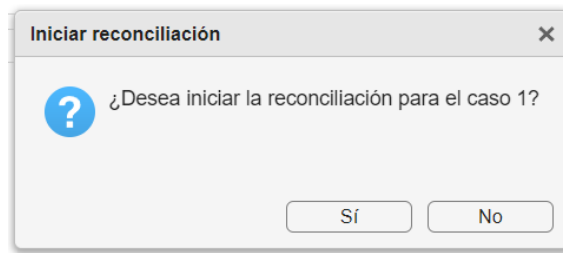


Figura 5.28 RDApp: *Reconciliación > Ajustes de parámetros de la reconciliación > Comenzar la reconciliación > Comenzar.*

5.1.3 RDApp: *Visualización de resultados*

Finalmente se tiene la pestaña de *Visualización de resultados*, donde se generan todas las gráficas de los resultados de simulación y reconciliación, véase la figura 5.30. Primero, independientemente del caso seleccionado, se tienen ciertas gráficas incrustadas en la pestaña principal que corresponden a las demandas en los nodos en *Demandas*, a las presiones y caudales en las ramas en *Respuesta*, a los promedios de las señales en *Promedios*, a los residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones en *Residuos* y a la norma euclidiana del residuo y a la medida del residuo en cada ecuación en *Norma y media de residuo*. No obstante, dependiendo del tipo de caso escogido se tendrán otras gráficas adicionales mostrando parámetros reconciliados como V_Q , α o β .

Cabe destacar que en esta pestaña se visualizan los resultados de la última reconciliación, pero las gráficas se pueden ir almacenando, por lo que es posible volver a la pestaña de *Reconciliación* y probar otro caso o cambiar los parámetros para su posterior graficado.

De forma adicional se han dispuesto cuatro botones con funciones de gran utilidad para el usuario, estas son:

- *Graficar*: este botón se utiliza para volver a generar los resultados de la última reconciliación y en caso de que se presione varias veces las gráficas se irán apilando en el selector de pestañas vertical.
- *Graficar en figuras externas*: en esta ocasión el botón en lugar de generar las gráficas incrustadas en la pestaña generará figuras de Matlab independientes para poder visualizarlas fuera de la herramienta previa consulta donde se pregunta si se desea guardar dichas gráficas en archivos tipo *.fig* independientes, véase la figura 5.29.

Esto es algo importante ya que si se está reconciliando una RDA muy grande las gráficas de V_Q , α y β pueden llegar a verse muy pequeñas por lo que así se podrá trabajar con las gráficas por separado.

- *Limpiar gráficas*: la utilidad de este botón es la de borrar las gráficas incrustadas en las pestañas verticales dejando la pestaña general libre de gráficas.
- *Guardar resultados*: este botón realiza un guardado en un archivo tipo *.mat* de los resultados de la simulación, de la última reconciliación realizada, de la estructura de la RDA y de los parámetros relevantes con la ayuda del gestor de archivos de Windows.

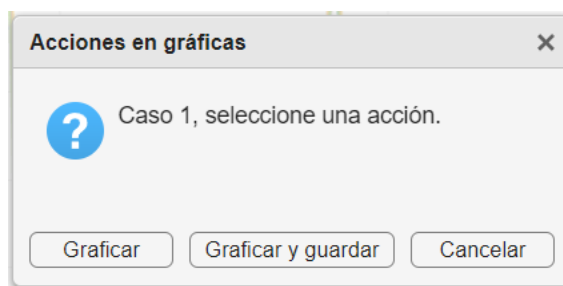


Figura 5.29 RDApp: *Reconciliación > Visualización de resultados > Guardar en figuras externas.*

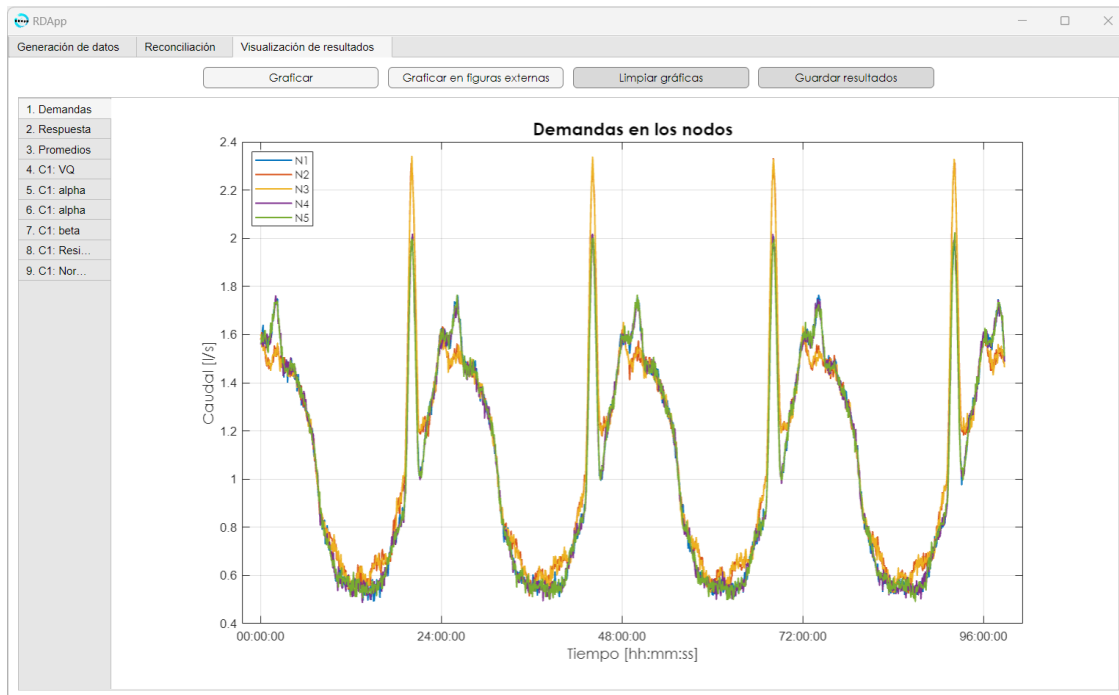


Figura 5.30 RDApp: Reconciliación > Visualización de resultados.

5.2 Estructura del código implementado

A continuación, se explica brevemente el funcionamiento del código desarrollado para RDApp. Dado que éste está dividido en varios *scripts*, tal y como se ve en la figura 5.31 de dependencias entre funciones, se ha optado por detallar los funcionamientos básicos de cada uno de ellos siguiendo la misma estructura que la mostrada en la figura.

Es importante resaltar que a la hora de crear RDA por lo general se ha usado [11] como fuente de información.

- *RDApp.mlap*: código principal de la herramienta RDApp, su contenido se muestra en 7.1. Éste se implementó de manera simultánea con la interfaz de usuario dentro del *App Designer* de tal forma que en él aparecen tanto propiedades de visualización de la interfaz como funcionalidades propias del problema que se intentaba desarrollar.

En lo que respecta a las propiedades de la herramienta, desde las primeras líneas hasta la 223 donde se definen los tipos de objetos, mientras que la apariencia de cada uno de los objetos se definen en las líneas 1711-3415. En cuanto a las líneas 232-583 se puede decir que se corresponden, en su mayoría, a funciones de acceso público encargadas de mostrar en la interfaz los parámetros de la RDA. Tras estas líneas, en el conjunto 587-648 se tiene una función de arranque de RDApp en la que inhabilita los campos que el usuario no puede modificar hasta que realice las acciones pertinentes. A continuación, en las líneas 650-1705 se tienen todos los *callbacks* de los objetos interactivos de la interfaz y, por ende, se encarga del manejo de las peticiones y modificaciones realizadas por el usuario dando pie a acciones como la de simular, reconciliar y mostrar gráficas entre otras.

- *fun_UI_main_Similar.m*: se trata de la función principal de simulación, véase el código 7.2. En ella se gestiona la llamada a funciones para la selección del tipo de simulación, para la generación de la estructura de la RDA y para el tratamiento de señales.

* *fun_Mdl.m*: es la función de estructuración de la RDA, véase el código 7.5. Aporta información como la nomenclatura, estructura y parámetros característicos de la red, además de datos temporales y matrices de incidencia.

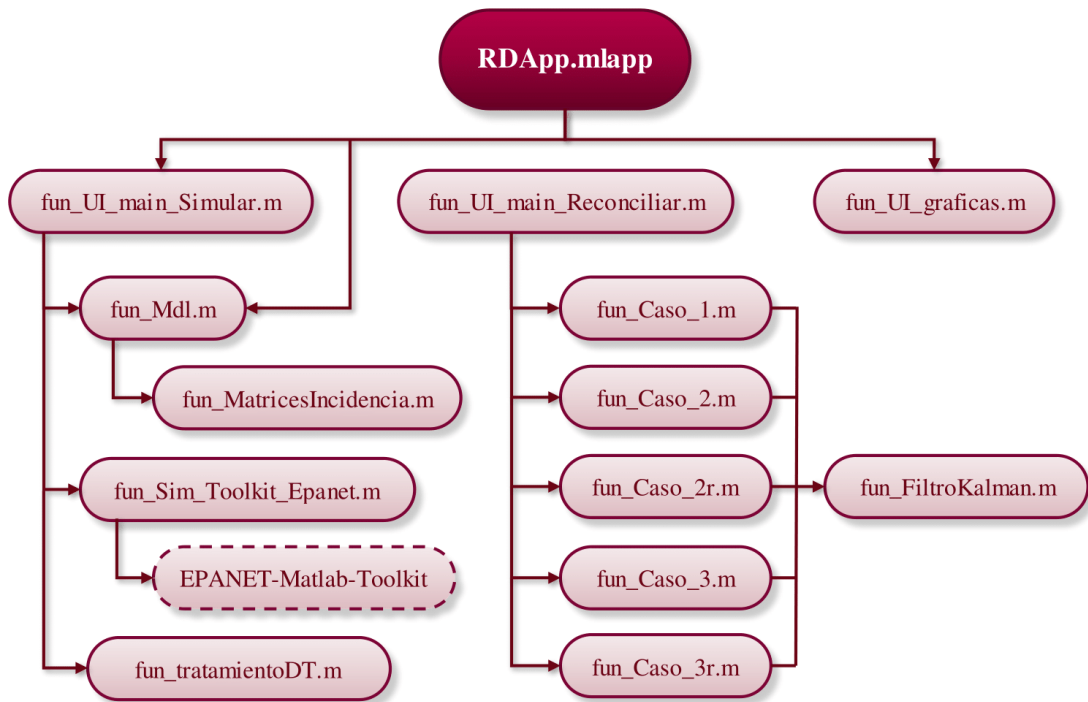
Dependencias entre funciones

Figura 5.31 Diagrama de dependencias entre funciones.

- *fun_MatricesIncidencia.m*: en esta función se implementó un algoritmo para la generación automática de matrices de incidencia, véase el código 7.6.
- * *fun_Sim_Toolkit_Epanet.m*: la acción principal de esta función es la de llamada al motor de Epanet y la simulación, véase el código 7.4, aunque también lleva a cabo otras tareas importantes como la corrección de tiempos introducidos por el usuario y la adaptación del patrón de demandas a los tiempos de simulación y muestro establecidos por el usuario.
 - *EPANET-Matlab-Toolkit*: hace referencia al *toolkit* de Epanet y, aunque no es un código propio y por consiguiente no se ha introducido en la memoria de este TFM, es crucial mencionar que se ha usado en este punto y que interpreta el archivo tipo *.inp* aportado por el usuario, genera información de la estructura y simula el comportamiento de la RDA bajo las condiciones establecidas.
- * *fun_tratamientoDT.m*: en este caso la es una función cuya principal acción el tratamiento de los datos antes de que se pase con la reconciliación, véase el código 7.7.
- *fun_UI_main_Reconciliar.m*: esta es la función principal de reconciliación y se puede ver en el código 7.3. Se encarga de la modificación de la resolución temporal, el cálculo de las integrales de los datos medidos mediante transformación bilineal [12] o integración trapezoidal (si se descomenta el código pertinente) y finalmente de la llamada a las funciones de los casos seleccionados por el usuario.
 - * *fun_Caso_1.m*: función para la reconciliación del caso con la RDA completa (1), véase el código 7.8.
 - * *fun_Caso_2.m*: función para la reconciliación del caso de calibración de la caudalímetros (2), véase el código 7.9.
 - * *fun_Caso_2r.m*: función para la reconciliación del caso de la calibración de caudalímetros con medidas completas de caudal (2r) , véase el código 7.10.

- * *fun_Caso_3.m*: función para la reconciliación del caso de detección de pérdidas (3), véase el código 7.11.
- * *fun_Caso_3r.m*: función para la reconciliación del caso de detección de pérdidas con medidas completas (3r), véase el código 7.12.
- * *fun_FiltroKalman.m*: se trata de una pequeña función con el algoritmo del filtro de Kalman extendido explicado en el capítulo 3.
- *fun_UI_graficas.m*: esta última función se encarga de la visualización de los resultados que se obtuvieron en la simulación y reconciliación gracias a los algoritmos implementados en su interior que adaptan las gráficas a al tamaño de la RDA, véase el código 7.14. Además, maneja el gráfico incrustado en la herramienta y en figuras externas.

5.3 Ensayo práctico

Finalmente, se desarrollará un ensayo práctico partiendo de todo lo expuesto a lo largo de este capítulo, por ende, se van a obviar los pasos a seguir para la introducción de parámetros, simulación y reconciliación dentro de la herramienta. Aun así, se mostrará toda la información relevante de la RDA.

El esquema de la RDA con la que se ha realizado el ensayo se muestra en la figura 5.32 y sus características han sido recabadas en las tablas 5.1-5.5.

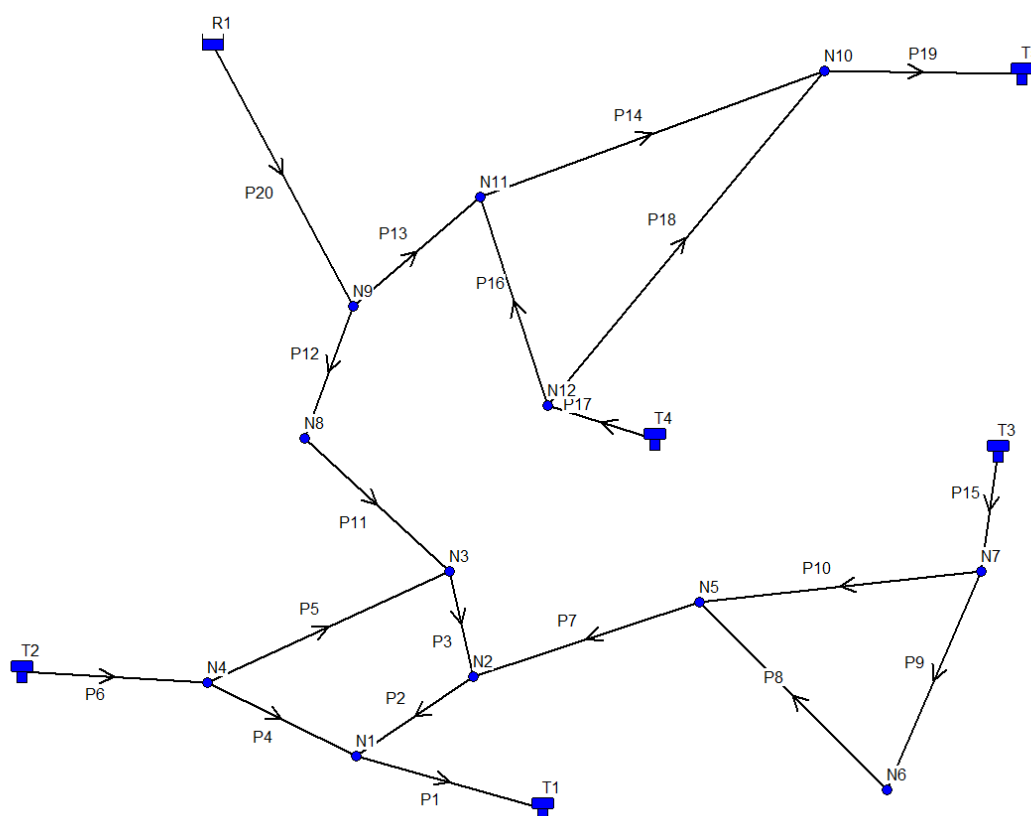


Figura 5.32 Ensayo práctico: esquema de la RDA.

En concreto, en la tabla 5.1 se muestra la información sobre los nodos libres, cabe destacar que el error en demandas no se introdujo para este ensayo para que se pudiera discriminar bien entre patrones, véase la figura 5.33 y introducciones de hidrantes. En cuanto a las tuberías, la tabla 5.2 detalla cada uno de sus parámetros,

de los cuales es importante señalar la columna de α ya que es la que introduce el error que posteriormente se comprobará si concuerda con la reconciliación. Tras esto, en la tabla 5.4 se muestra toda la información a cerca de los tanques y la reserva, seguida de la tabla 5.3 de con los valores de las covarianzas de ruido introducidas en el caudal de las ramas, en el nivel de los tanques, en las demandas de cada nodo y en la altura en nodos de pérdidas. Finalmente, la tabla 5.5 facilita información a cerca de cada uno de los varlores temporales introducidos en la simulación y en la reconciliación.



Figura 5.33 Ensayo práctico: patrones de demanda.

Tabla 5.1 Ensayo práctico: información sobre los nodos libres.

Nodo	Elevación [m]	Patrón	Error demanda cte. [l/s]	Error demanda [%]	Coef. c del hidrante	ED	EP
N1	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N2	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N3	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N4	0	Patrón2	0	0	0.052	1	1
N5	0	Patrón2	0	0	0.091	1	1
N6	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N7	0	Patrón2	0	0	0.036	1	1
N8	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N9	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N10	0	Patrón1	0	0	0	1	1
N11	0	Patrón2	0	0	0.036	1	1
N12	0	Patrón2	0	0	0.062	1	1

Tabla 5.2 Ensayo práctico: información sobre las tuberías.

Tubería	Longitud [m]	Diámetro [mm]	Rugosidad (D-W) [mm]	Selección de caudales	Error caudal α [adim.]
P1	60	50	0.0015	✓	0.20
P2	40	50	0.0015	✓	0.24
P3	30	50	0.0015	✓	0.28
P4	150	50	0.0015	✓	0.32
P5	60	50	0.0015	✓	0.35
P6	140	50	0.0015	✓	0.40
P7	110	50	0.0015	✓	0.44
P8	130	50	0.0015	✓	0.48
P9	130	50	0.0015	✓	0.52
P10	130	50	0.0015	✓	0.56
P11	25	50	0.0015	✓	0.60
P12	40	50	0.0015	✓	0.64
P13	40	50	0.0015	✓	0.68
P14	70	50	0.0015	✓	0.72
P15	100	50	0.0015	✓	0.76
P16	50	50	0.0015	✓	0.80
P17	100	50	0.0015	✓	0.84
P18	70	50	0.0015	✓	0.88
P19	30	50	0.0015	✓	0.92
P20	100	50	0.0015	✓	0.96

Tabla 5.3 Ensayo práctico: información sobre covarianzas de ruido.

Tubería	Σ_{ruido} de caudal de las ramas	Tanque	Σ_{ruido} de nivel de los tanques	Nodo	Σ_{ruido} de demanda en los nodos	Nodo	Σ_{ruido} de altura en los nodos de pérdidas
P1	0.0003	T1	0.0004	N1	0.00032	N1	0.0002
P2	0.0003	T2	0.0004	N2	0.00032	N2	0.0002
P3	0.0003	T3	0.0004	N3	0.00032	N3	0.0002
P4	0.0003	T4	0.0004	N4	0.00032	N4	0.0002
P5	0.0003	T5	0.0004	N5	0.00032	N5	0.0002
P6	0.0003			N6	0.00032	N6	0.0002
P7	0.0003			N7	0.00032	N7	0.0002
P8	0.0003			N8	0.00032	N8	0.0002
P9	0.0003			N9	0.00032	N9	0.0002
P10	0.0003			N10	0.00032	N10	0.0002
P11	0.0003			N11	0.00032	N11	0.0002
P12	0.0003			N12	0.00032	N12	0.0002
P13	0.0003						
P14	0.0003						
P15	0.0003						
P16	0.0003						
P17	0.0003						
P18	0.0003						
P19	0.0003						
P20	0.0003						

Tabla 5.4 Ensayo práctico: información sobre los tanques y reservas.

Tanque	Elevación [m]	Nivel inicial [m]	Nivel mínimo [m]	Nivel máximo [m]	Diámetro [m]
T1	0	5	0	100	6
T2	0	10	0	100	6
T3	0	10	0	100	6
T4	0	10	0	100	6
T5	0	5	0	100	6
Reserva	Altura [m]				
R1	15				

Tabla 5.5 Ensayo práctico: información sobre valores temporales.

Tiempo de simulación	1036800[s]
Tiempo de muestreo	300[s]
Tiempo de establecimiento	57600[s]
Momento de introducción de pérdidas en los hidrantes	518400[s]
Tiempo de integración	86400[s]
Resolución temporal	300[s]

En lo que respecta a las matrices de covarianzas se tiene una dimensión totalmente diferente para cada caso y, además, de una gran extensión. Por ello se muestra únicamente el valor de la diagonal

- Valor común en la diagonal de la matriz de covarianza inicial de la estimación: $1e^{-3}$.
- Valor común en la diagonal de la matriz de covarianza de confianza en las ecuaciones de balance: $1e^{-12}$.
- Valor común en la diagonal de la matriz de covarianza de variabilidad de los parámetros: $1e^{-2}$.

Teniendo en cuenta todo esto, se realizó la simulación y reconciliación con la herramienta y los resultados obtenidos son los que se muestran en los próximos subcapítulos. Es necesario mencionar que las gráficas se se muestran vienen generadas por el botón *Graficar en figuras externas* de la pestaña *Visualización de resultados* y en algunas de ellas se ha eliminado la leyenda debido a su gran extensión imposibilitaba su vista.

5.3.1 Ensayo práctico: gráficas comunes

Cada vez que se realiza la reconciliación en RDApp se generan un conjunto de figuras comunes a todos los casos provenientes de las subpestañas 1. *Demandas*, 2. *Respuesta* y 3. *Promedios* dando los gráficos de las figuras 5.34, 5.35 y 5.36 respectivamente.

Es importante aclarar que en la figura 5.35, en el gráfico de presiones la línea azul cian pertenece a la presión de la reserva y, por ende, al estar expuesta al entorno la presión toma un valor de $0m$.

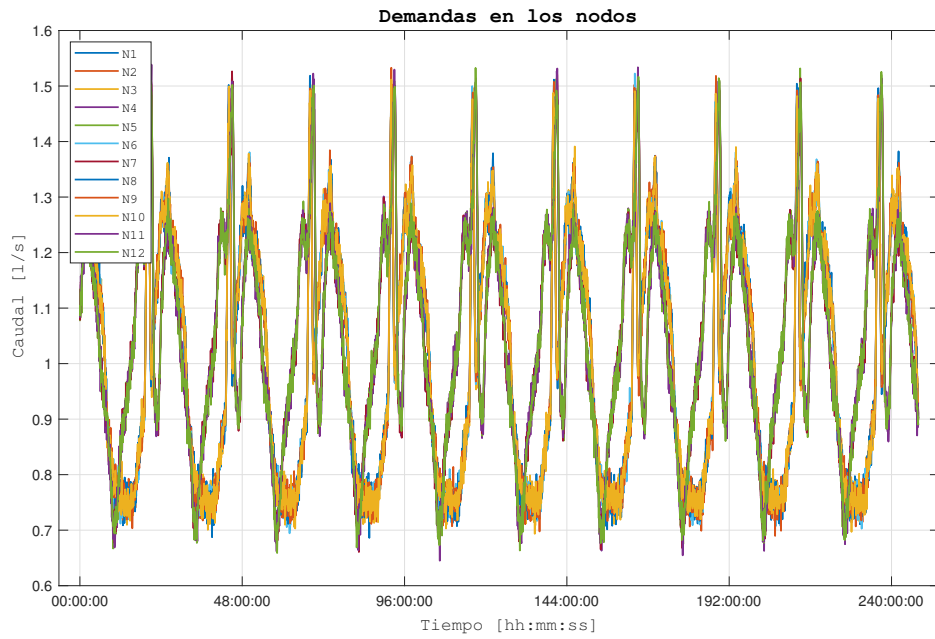


Figura 5.34 Ensayo práctico: demandas.

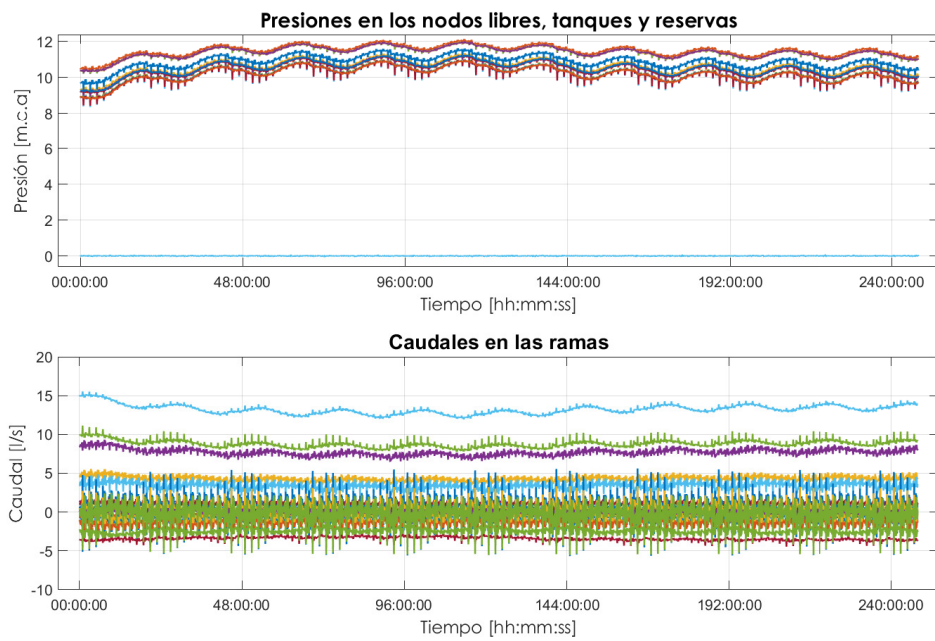


Figura 5.35 Ensayo práctico: presiones y caudales.

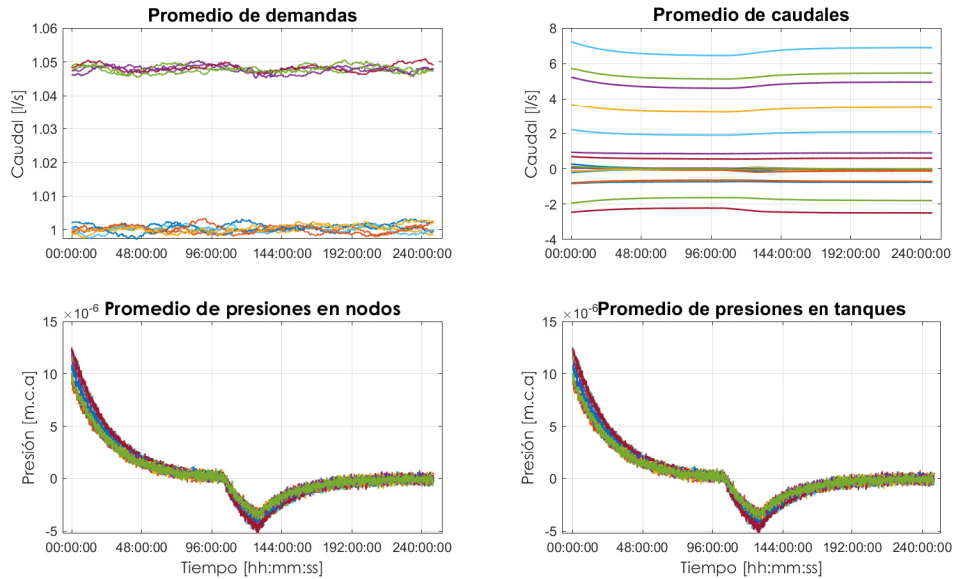


Figura 5.36 Ensayo práctico: valores promediados.

5.3.2 Ensayo práctico: caso 1

A continuación, se va a comentar las figuras generadas para este caso de reconciliación:

- Estimación de α , véase la figura 5.37: por lo general se puede ver que se ha hecho una buena reconciliación, donde α en un inicio alcanza el valor de error en caudal introducido y luego, al llegar a las 100h, en el momento de la introducción de las pérdidas por hidrante ve su valor modificado para corregir la medida. En lo que respecta a ciertos valores como los de α_{P1} , α_{P6} , α_{P15} , α_{P17} y α_{P19} en los que oscila entre valores positivos y negativos se debe a que la señal de caudal es muy cercana a 0 l/s y el ruido pasa a tomar una relevancia significativa de tal manera que la estimación de estos parámetros se ve afectada.
- Comparación tras calibración, véase la figura 5.38: en esta figura se muestra una superposición de señales de caudal sin ningún tipo de error (curvas: -) frente a las señales con error tras aplicar la corrección $(1 + \alpha_{P_i}) \cdot V_{m,error_{P_i}}$ (curvas: - -). A simple vista se puede ver que la calibración de medidas con error no ha tenido buenos resultados debido, en parte, a las dimensiones del problema ya que en este caso el sistema de ecuaciones a reconciliar compatible indeterminado. No obstante, este resultado se podría mejorar ajustando los valores de las matrices de covarianzas de reconciliación.
- estimación de β , véase la figura 5.39: en lo que respecta a esta figura se puede decir que los cambios más significativos están al entrar en acción las pérdidas por hidrantes de los nodos se encuentran en las β_{L_i} que corresponde a las pérdidas aguas abajo.
- Residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones, véase la figura 5.40: esta gráfica muestra los residuos de los conjuntos de ecuaciones con el fin de comprobar que la reconciliación es fiable, ya que de tener valores elevados se puede decir que no es buena y se debe desconfiar de los resultados. En este caso los valores son muy bajos, por lo que se entiende que la reconciliación satisface todas las ecuaciones.
- Norma euclidiana y media del residuo por ecuación, véase la figura 5.41: se tienen estos valores para cada una de las ecuaciones empleadas, como se puede apreciar posee valores muy bajos aunque en las ecuaciones debidas a los tanques se tiene algo más de media y norma de residuo. A pesar de esto se puede decir que, en este aspecto, es una buena reconciliación.

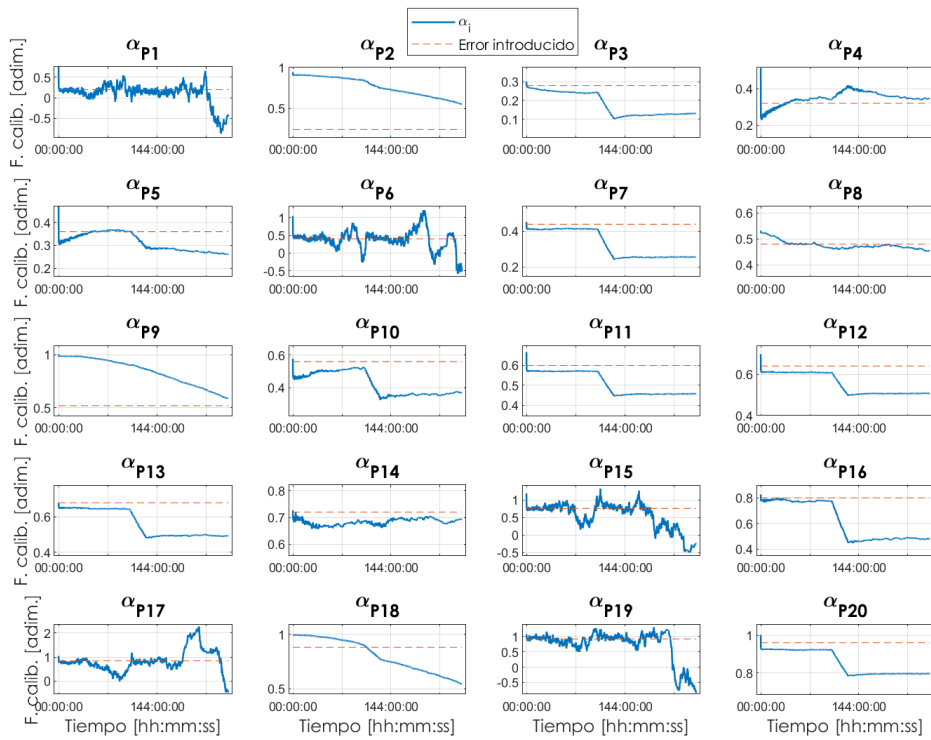


Figura 5.37 Ensayo práctico: caso 1 - estimación de α .

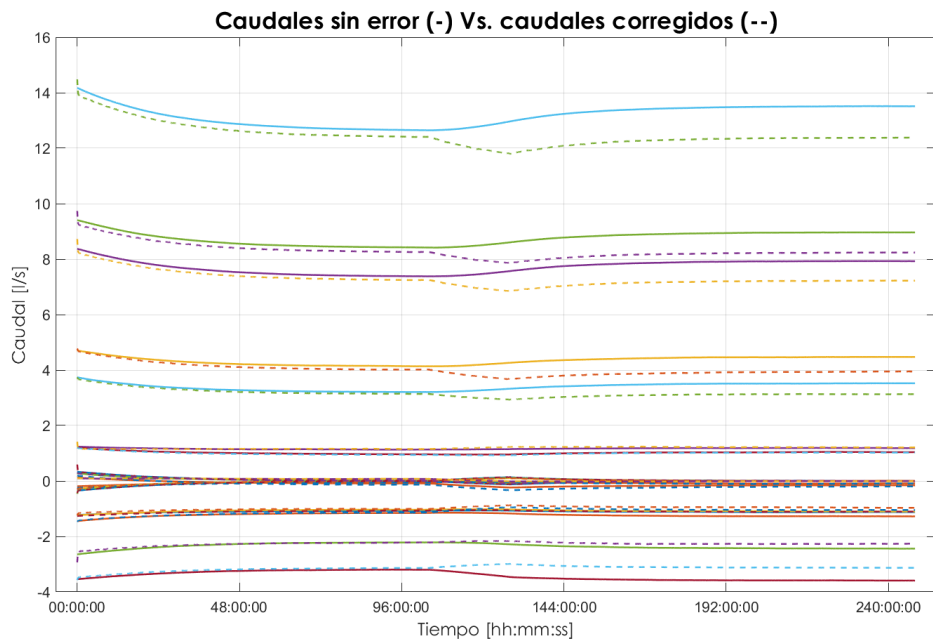


Figura 5.38 Ensayo práctico: caso 1 - comparación tras calibración.

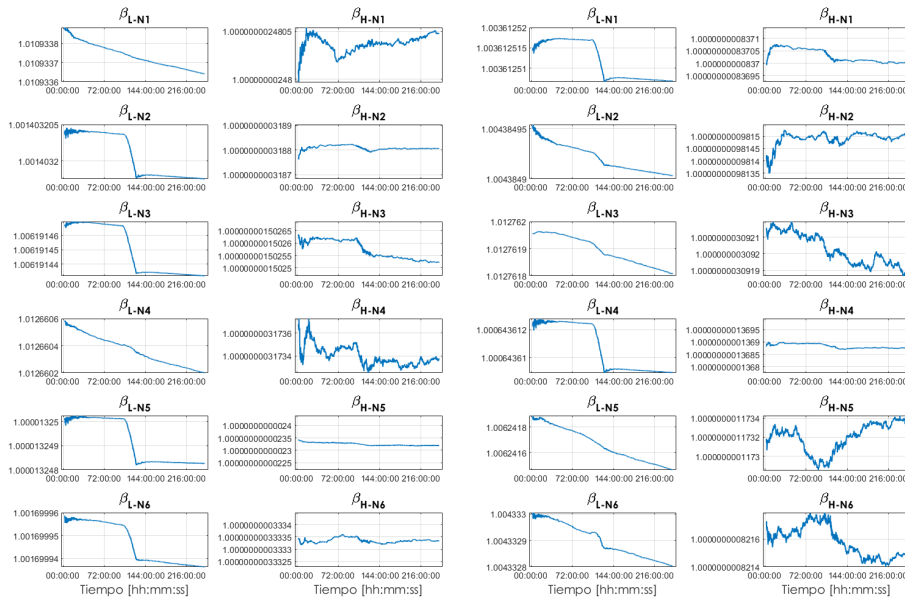


Figura 5.39 Ensayo práctico: caso 1 - estimación de β .

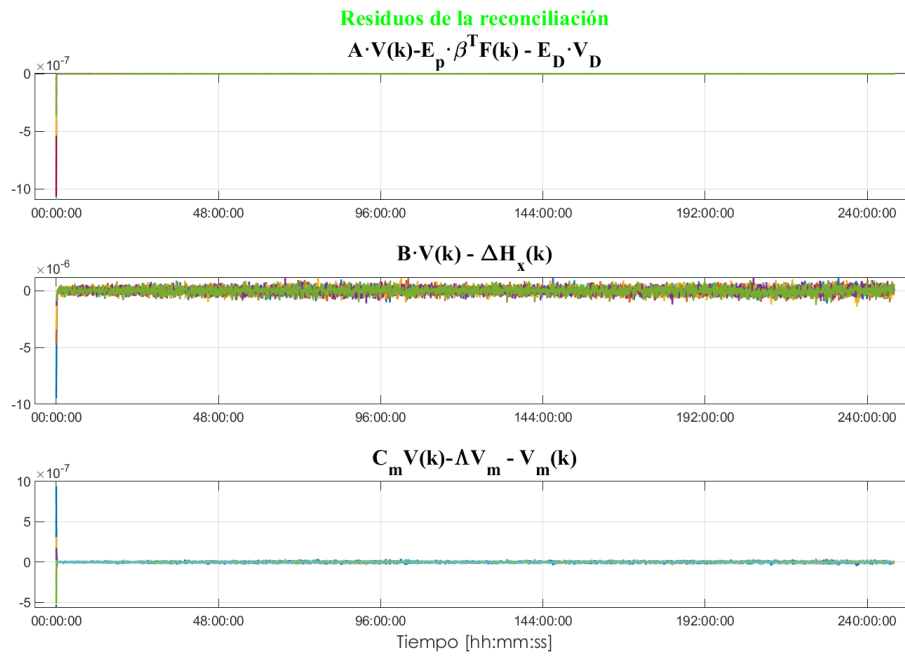


Figura 5.40 Ensayo práctico: caso 1 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones.

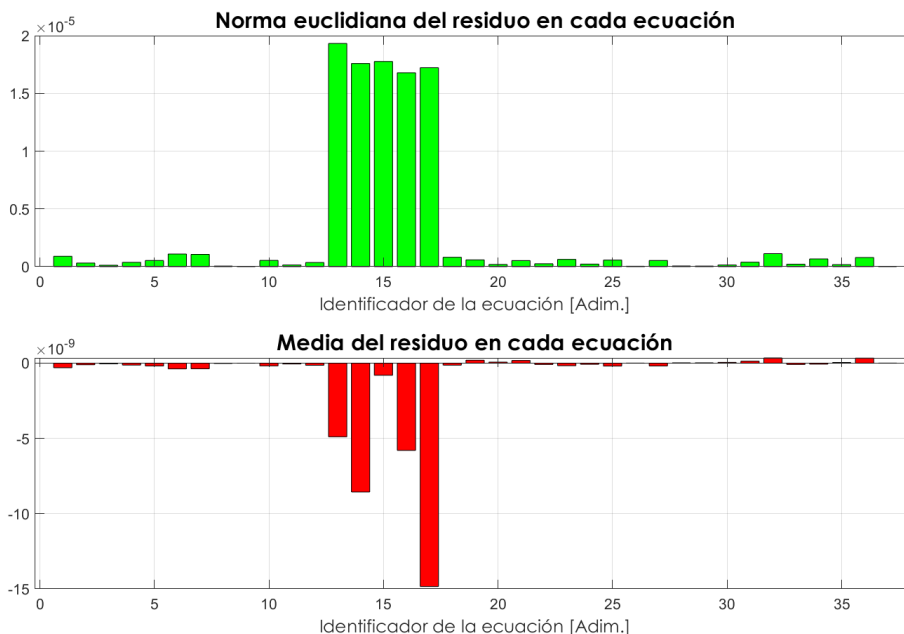


Figura 5.41 Ensayo práctico: caso 1 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación.

5.3.3 Ensayo práctico: caso 2

En este caso de reconciliación se tuvieron mejores resultados notablemente mejores que en el caso 1, véase el subcapítulo 5.3.2:

- Estimación de α , véase la figura 5.42: se tiene una dinámica similar a la mencionada para la figura 5.37.
- Comparación tras calibración, véase la figura 5.43: en esta figura se muestra una superposición de señales de caudal sin ningún tipo de error (curvas: -) frente a las señales con error tras aplicar la corrección $(1 + \alpha_{p_i}) \cdot V_{m,error_{p_i}}$ (curvas: - -). A simple vista se puede ver que la calibración de medidas con error se ha realizado de una manera exitosa, aunque para los caudales con valores muy cercanos a $0l/s$ la calibración es algo peor por lo mencionado anteriormente.
- Residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones, véase la figura 5.44: en esta ocasión los valores también son muy bajos, por lo que se entiende que la reconciliación satisface todas las ecuaciones.
- Norma euclidiana y media del residuo por ecuación, véase la figura 5.45: se tienen estos valores para cada una de las ecuaciones empleadas, como se puede apreciar posee valores muy bajos aunque en las ecuaciones debidas a los tanques se tiene algo más de media y norma de residuo. A pesar de esto se puede decir que, en este aspecto, es una buena reconciliación.

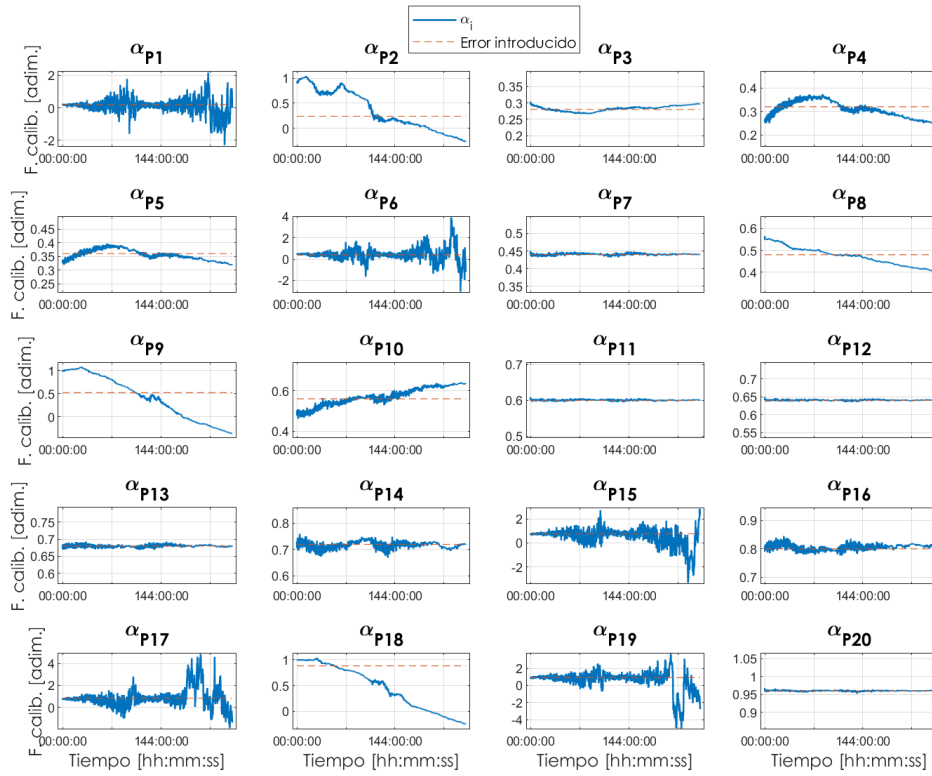


Figura 5.42 Ensayo práctico: caso 2 - estimación de α .

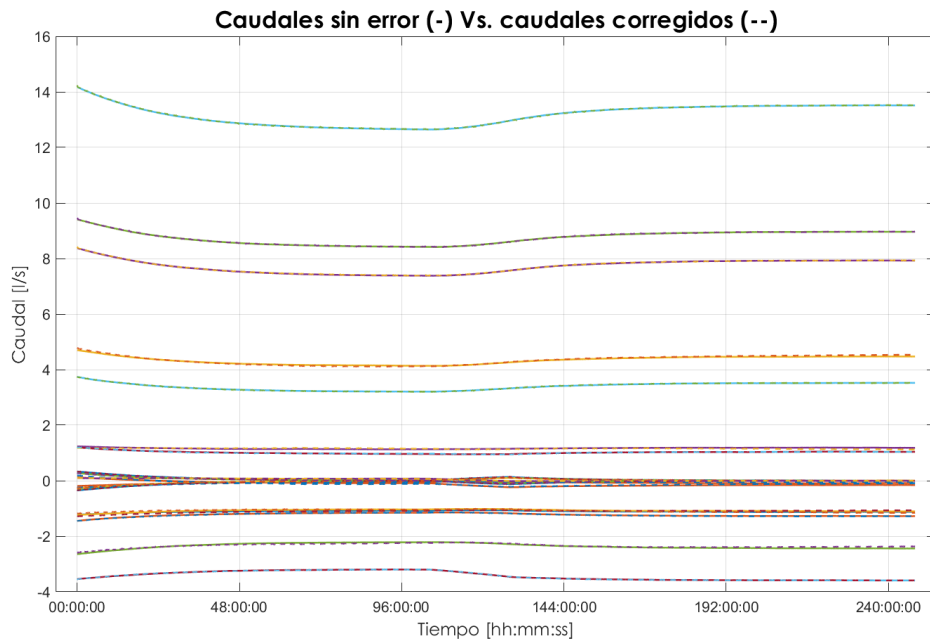


Figura 5.43 Ensayo práctico: caso 2 - comparación tras calibración.

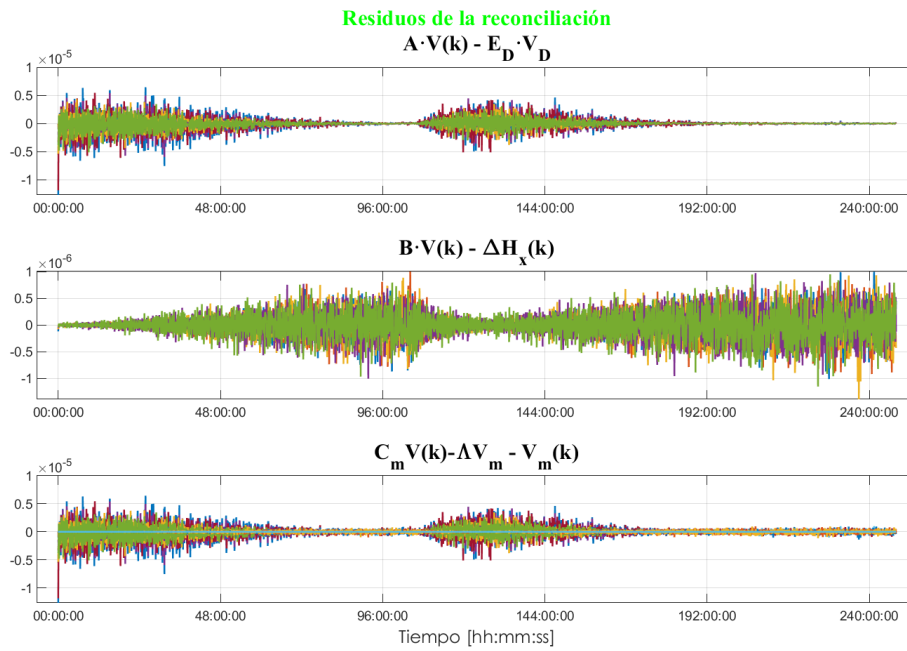


Figura 5.44 Ensayo práctico: caso 2 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones.

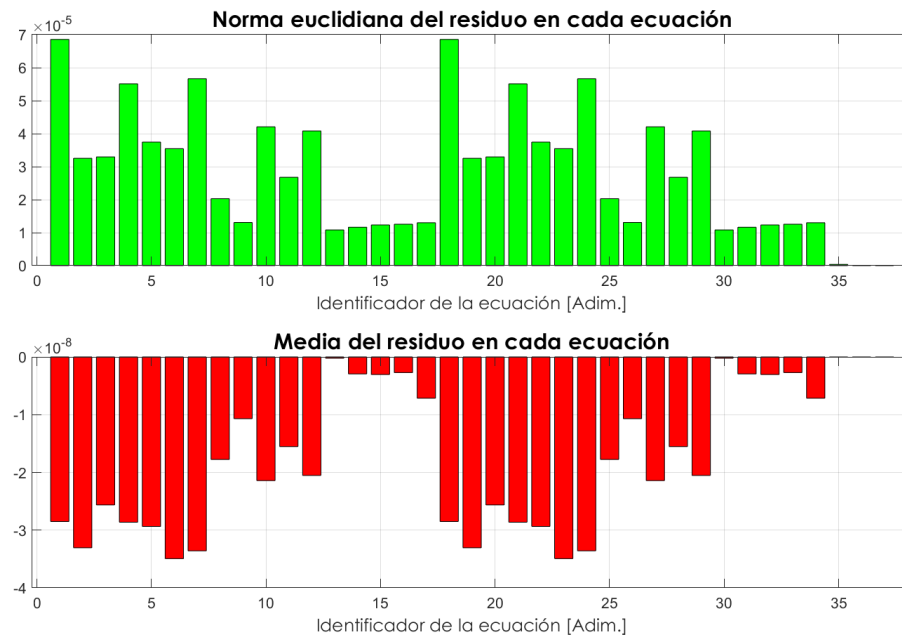


Figura 5.45 Ensayo práctico: caso 2 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación.

5.3.4 Ensayo práctico: caso 2r

Como es de esperar, los resultados de este caso son muy similares a los obtenidos en el caso 2, véase el subcapítulo 5.3.3 y, por ende, son buenos resultados.

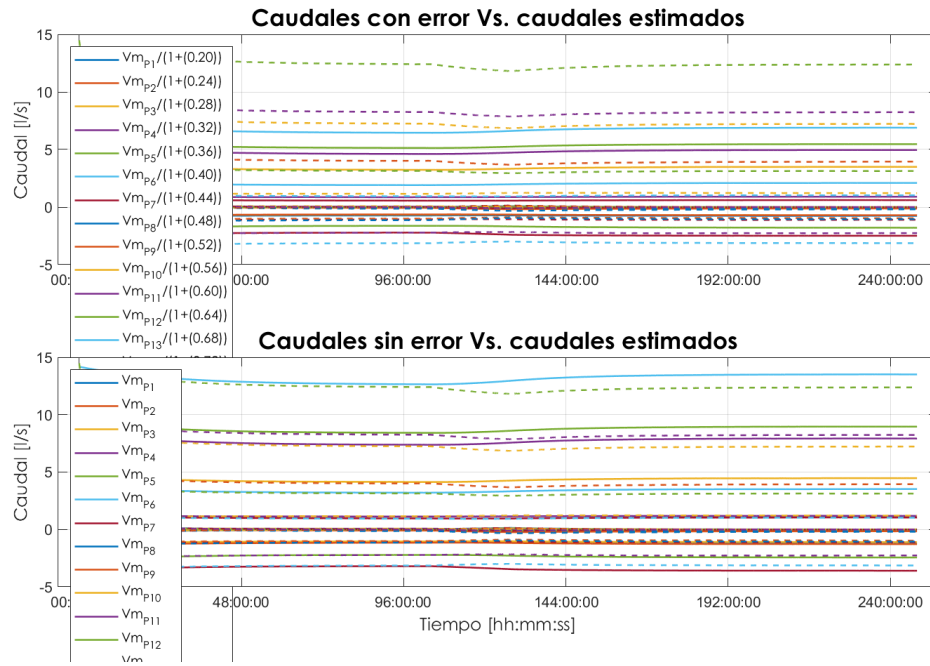


Figura 5.46 Ensayo práctico: caso 2r - estimación de α .

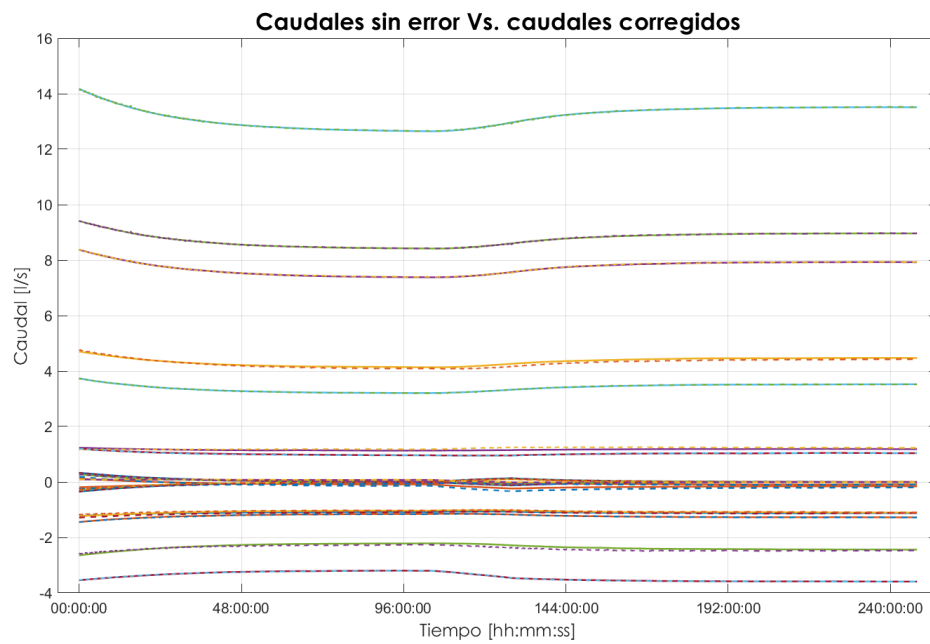


Figura 5.47 Ensayo práctico: caso 2r - comparación tras calibración.

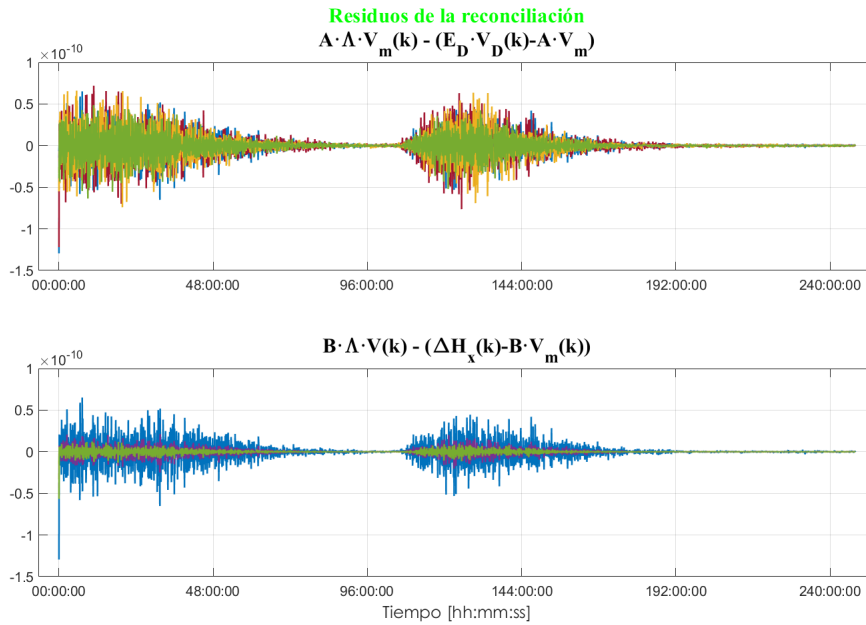


Figura 5.48 Ensayo práctico: caso 2r - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones.

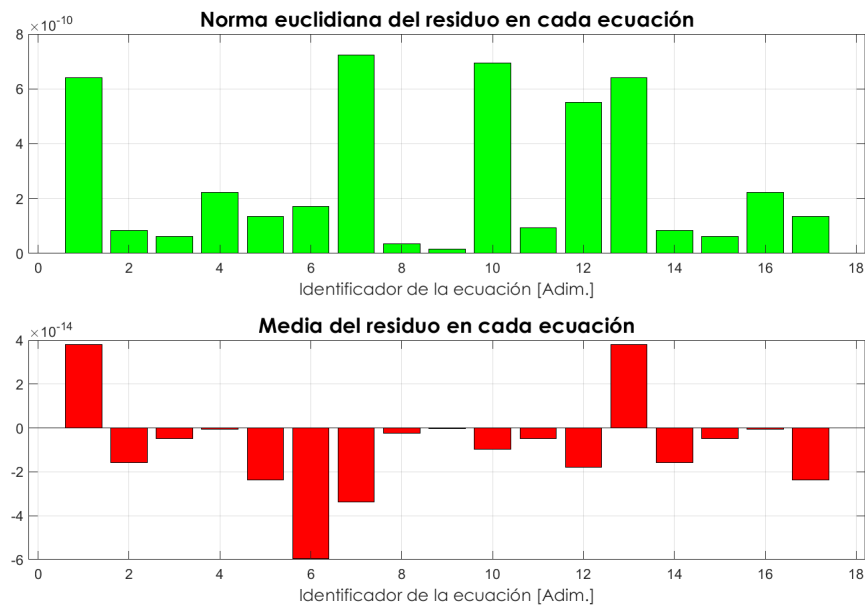


Figura 5.49 Ensayo práctico: caso 2r - norma euclidiana y media del residuo por ecuación.

5.3.5 Ensayo práctico: caso 3

Al igual que en el caso 1, la reconciliación arrojó unos malos datos de estimación de caudales, véase la figura 5.50. Esto es debido a que normalmente en los casos en los que se requiere la estimación de β_L y β_H se tienen peores resultados de caudales o α debido que por cada nodo se crea una ecuación y dos incógnitas (β) provocando una mayor incompatibilidad. En lo referente a esta la figura 5.51, se puede decir que los cambios más significativos se encuentran al entrar en acción las pérdidas por hidrantes de los nodos se encuentran en las β_{L_i} que corresponde a las pérdidas aguas abajo. Finalmente, cabe destacar que los resultados de residuos

de reconciliación y la norma euclidiana y media del residuo siguen dando valores muy bajos, con lo que se puede decir la reconciliación satisface a las ecuaciones, aunque para las ecuaciones referentes a los tanques son algo peores y no se ha de confiar tanto en ellas, véase las figuras 5.52 y 5.53.

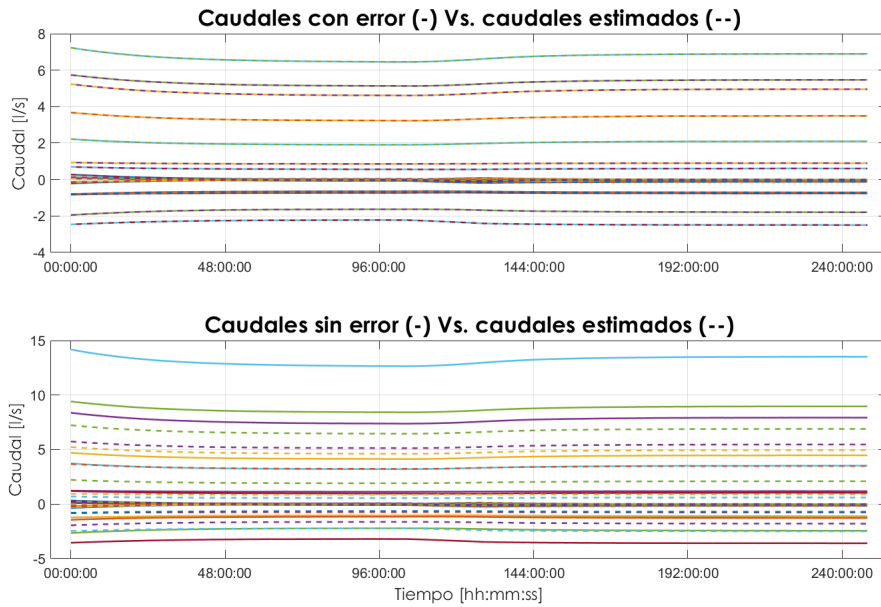


Figura 5.50 Ensayo práctico: caso 3 - comparación de datos de estimación.

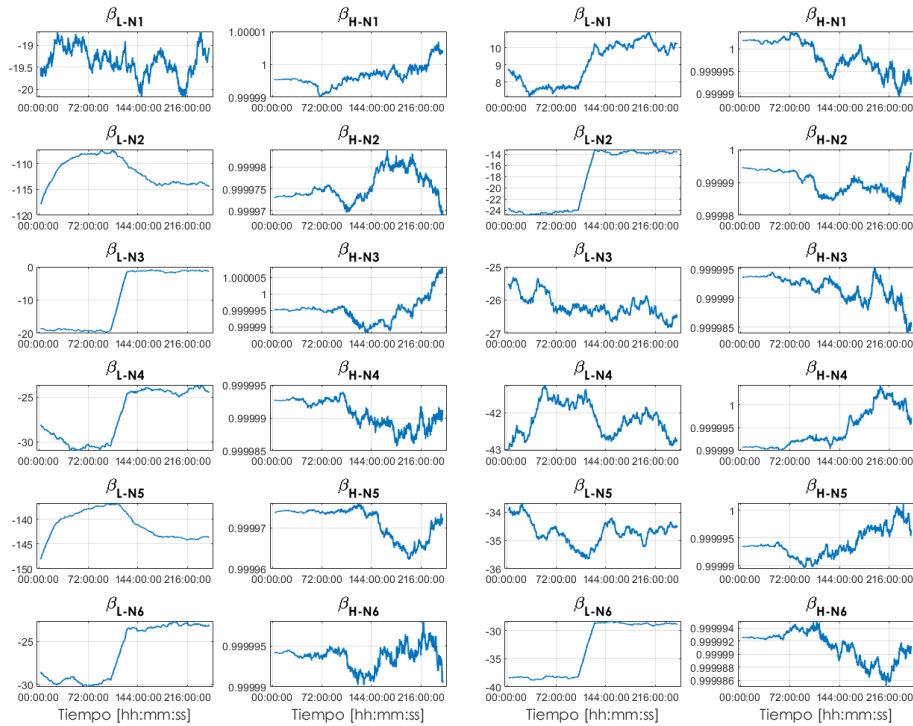


Figura 5.51 Ensayo práctico: caso 3 - estimación de β .

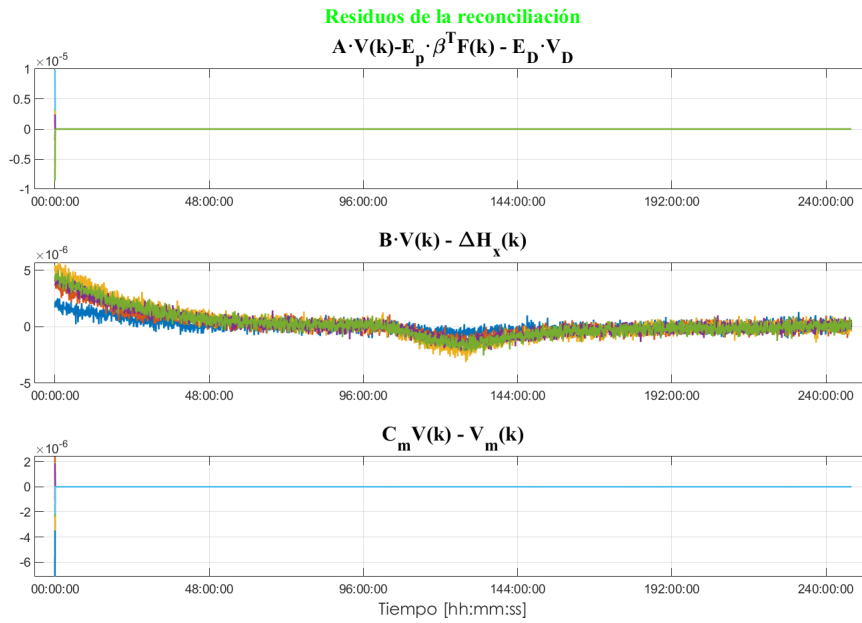


Figura 5.52 Ensayo práctico: caso 3 - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones.

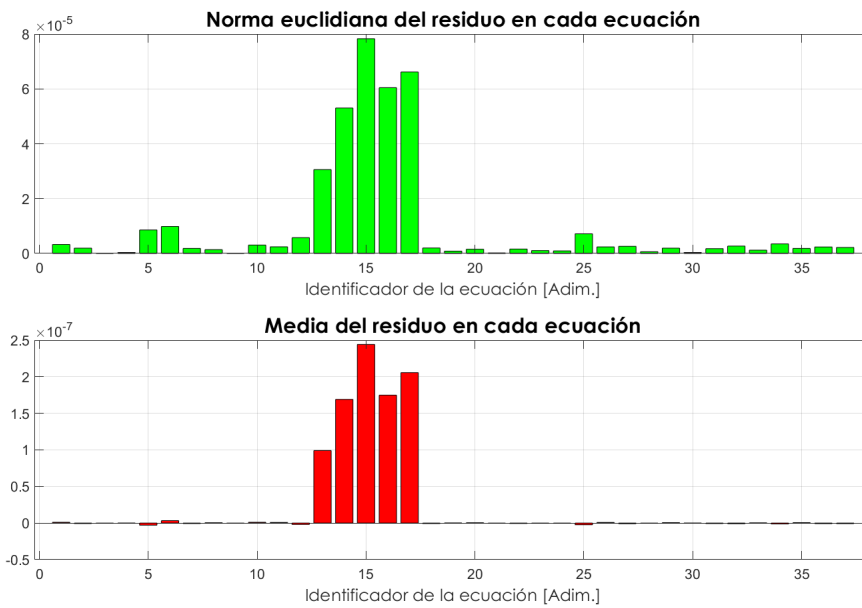


Figura 5.53 Ensayo práctico: caso 3 - norma euclidiana y media del residuo por ecuación.

5.3.6 Ensayo práctico: caso 3r

Para este último caso únicamente se calculan los valores de β_L y β_H en cada nodo, véase la figura 5.54 y los resultados fueron exactamente los mismos, pudiendo deducir que las pérdidas se produjeron aguas abajo. En lo referente a los residuos por ecuación y sus normas euclidianas y medias se siguen teniendo valores pequeños dando a entender que la reconciliación cumple las igualdades del sistema de ecuaciones de la RDA, véanse las figuras 5.55 y 5.56.

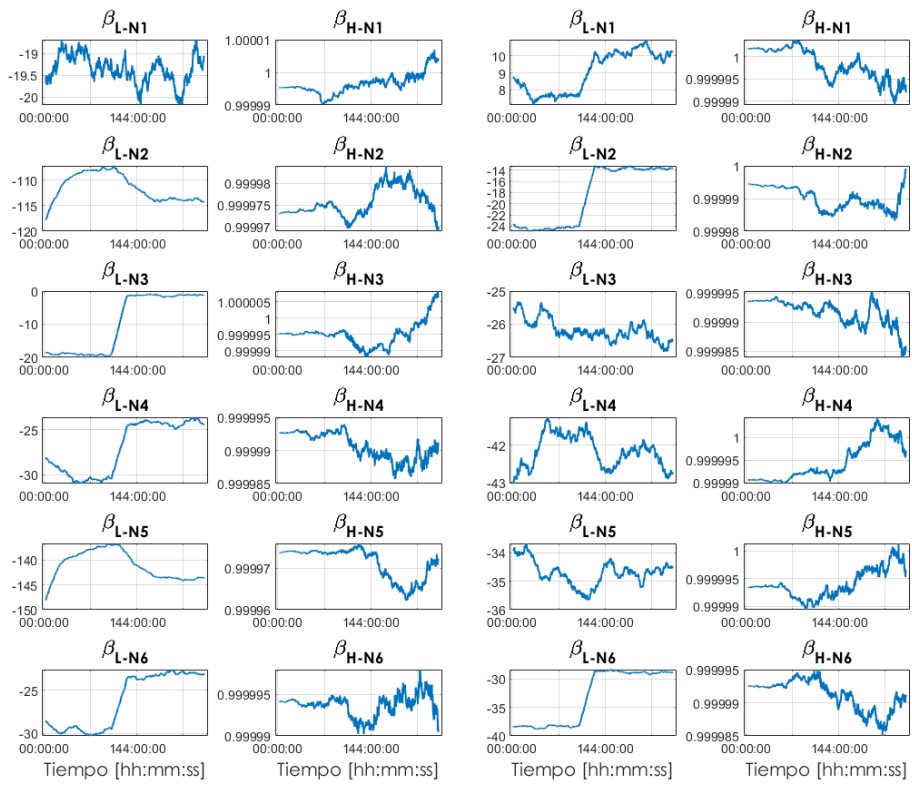


Figura 5.54 Ensayo práctico: caso 3r - estimación de β .

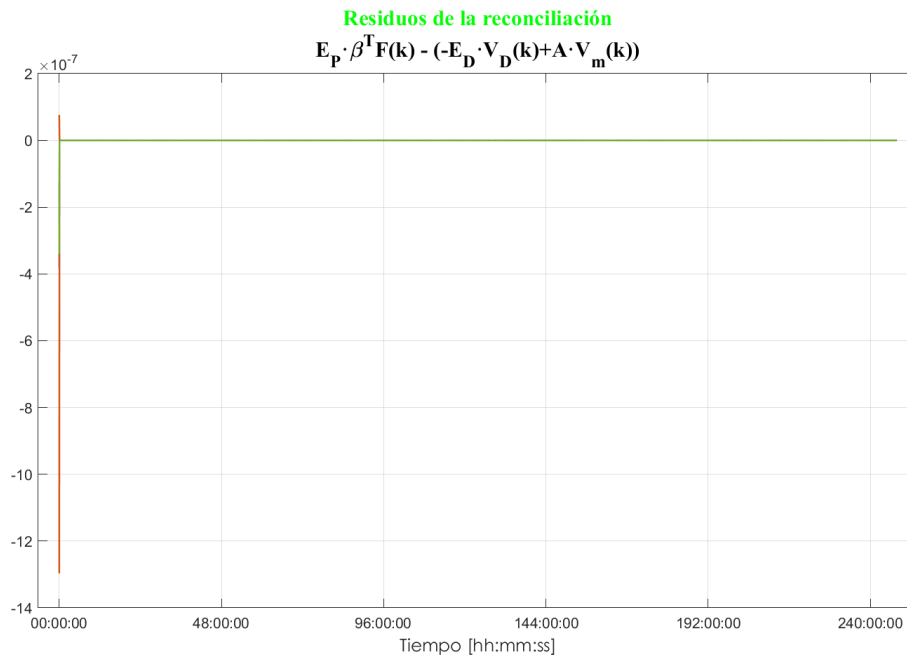


Figura 5.55 Ensayo práctico: caso 3r - residuos de la reconciliación por conjunto de ecuaciones.

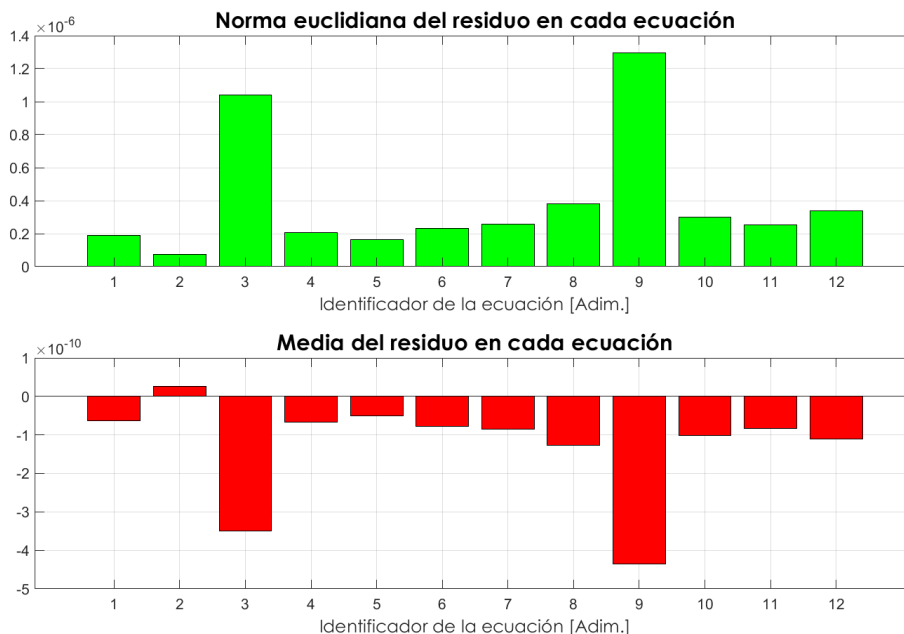


Figura 5.56 Ensayo práctico: caso 3r - norma euclidiana y media del residuo por ecuación.

5.3.7 Ensayo práctico: notas

En vista a los resultados obtenidos se puede decir que la reconciliación, aunque es buena, no siempre es correcta y depende mucho de varios factores como el número y disposición de nodos libres, tanques y tuberías, además del error introducido ya que si es demasiado grande la reconciliación puede verse afectada.

Por otra parte, el usuario ha de ser crítico y capaz de discriminar entre una buena reconciliación y una mala, es decir, si los valores obtenidos no parecen apropiados ha de intentar hacerlo con otro de los cinco casos ya que dependiendo de lo que se quiere estimar se hará mejor con un caso u otro. Por lo general, en los casos que estiman valores de β_L y β_H se tienen unas peores estimaciones de caudales o α causada porque para cada uno de los nodos se tendrán dos parámetros β , lo que se traduce en una ecuación y dos incógnitas por nodo. Ante este tipo de situaciones es aconsejable probar distintas matrices de covarianzas de reconciliación hasta llegar a un momento que la estimación mejore.

Es importante recordar que este tipo de reconciliación no es una ciencia exacta, en ocasiones se tienen que resolver sistemas compatibles indeterminados con grandes cantidades de ecuaciones y parámetros, haciendo que la reconciliación no sea del todo buena y dependa de las matrices de covarianzas escogidas.

6 Conclusiones y futuras líneas de investigación

En este TFM se ha llevado a cabo un estudio a cerca de la reconciliación de RDA y se ha implementado la HMI RDApp para RDAs genéricas que engloba simulación, reconciliación aplicada al balance hídrico y visualización resultados. Para lograrlo ha sido necesario completar una serie de aspectos como la formación en las RDAs, la corrección óptima, el filtro de Kalman, EPANET y su *toolkit* de Matlab[®] y la herramienta *App Designer*; además de la implementación de un complejo código procurando que esté libre de errores con el fin de que el usuario final tenga una experiencia fluida.

Tras completarlo, se concluyó que los resultados de reconciliación que proporciona RDApp, aunque son buenos, no siempre son correctos ya que se ve muy influida por el número y disposición de nodos libres, tanques y tuberías, además del error introducido y el caso seleccionado. Por ello, el usuario ha de ser crítico y capaz de discriminar entre una buena y mala reconciliación para poder actuar en consecuencia en la parametrización de la herramienta y selección de caso de reconciliación.

En cuanto a futuras líneas de investigación continuando con este TFM sería interesante integrar nuevas utilidades a RDApp como una nueva pestaña para el diseño del control predictivo en la etapa de simulación de la red o la creación de un puente RDApp-SCADA con propósito de transmitir información y poder trabajar en tiempo real.

7 Anexos

7.1 Código principal de la herramienta RDAApp

Código 7.1 RDAApp.mlapp.

```
1 classdef RDAApp_V5 < matlab.apps.AppBase
2
3     % Properties that correspond to app components
4     properties (Access = public)
5         RDAAppUIFigure          matlab.ui.Figure
6         TabGroup                 matlab.ui.container.TabGroup
7         GeneracinedatosTab      matlab.ui.container.Tab
8         GridLayout17            matlab.ui.container.GridLayout
9         PanelSintetico          matlab.ui.container.Panel
10        GridLayout2             matlab.ui.container.GridLayout
11        PanelSimularYGuardarS    matlab.ui.container.Panel
12        SimNSaveSButton        matlab.ui.control.Button
13        SimSButton              matlab.ui.control.Button
14        Image                    matlab.ui.control.Image
15        TabGroupAjustes         matlab.ui.container.TabGroup
16        Tab_AjustesSRed         matlab.ui.container.Tab
17        GridLayout4             matlab.ui.container.GridLayout
18        ImageLeyendaRed         matlab.ui.control.Image
19        UIAxesDibujoRed         matlab.ui.control.UIAxes
20        Tab_AjustesSMatrices    matlab.ui.container.Tab
21        GridLayout              matlab.ui.container.GridLayout
22        MatIncBLabel            matlab.ui.control.Label
23        MatIncAtLabel           matlab.ui.control.Label
24        MatIncArLabel           matlab.ui.control.Label
25        UITableMatIncB          matlab.ui.control.Table
26        UITableMatIncAt         matlab.ui.control.Table
27        UITableMatIncAr         matlab.ui.control.Table
28        MatIncALabel            matlab.ui.control.Label
29        UITableMatIncA          matlab.ui.control.Table
30        Tab_AjustesSSelCaudales matlab.ui.container.Tab
31        GridLayout3             matlab.ui.container.GridLayout
32        UITableCm               matlab.ui.control.Table
33        SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel matlab.ui.
34        control.Label
35        Tab_AjustesSPatrones    matlab.ui.container.Tab
36        GridLayout18            matlab.ui.container.GridLayout
37        Npatterns                matlab.ui.control.Spinner
38        IntroduzcaelnmerodepatronesLabel matlab.ui.control.Label
39        UITablePatrones         matlab.ui.control.Table
40        GenerarPatron           matlab.ui.control.StateButton
41        GraficarPatronesButton  matlab.ui.control.StateButton
42        UIAxesPatternplot       matlab.ui.control.UIAxes
43        Tab_AjustesSNodos       matlab.ui.container.Tab
44        GridLayout19            matlab.ui.container.GridLayout
```

44	RegenerartablaButton	matlab.ui.control.Button
45	UITableAccNodos	matlab.ui.control.Table
46	Tab_AjustesSRuido	matlab.ui.container.Tab
47	GridLayout5	matlab.ui.container.GridLayout
48	CovRuidoPerdidas	matlab.ui.control.Spinner
49	CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_4	matlab.ui.control.Label
50	CovRuidoDemandas	matlab.ui.control.Spinner
51	CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_3	matlab.ui.control.Label
52	CovRuidoTanques	matlab.ui.control.Spinner
53	CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_2	matlab.ui.control.Label
54	CovRuidoCaudal	matlab.ui.control.Spinner
55	CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel	matlab.ui.control.Label
56	UITableCovPerdidas	matlab.ui.control.Table
57	UITableCovEstDemandas	matlab.ui.control.Table
58	UITableCovNvTanque	matlab.ui.control.Table
59	UITableCovCaudal	matlab.ui.control.Table
60	GenerarCovButton	matlab.ui.control.StateButton
61	Tab_AjustesSTanques	matlab.ui.container.Tab
62	GridLayout20	matlab.ui.container.GridLayout
63	RegenerartablaButton_2	matlab.ui.control.Button
64	IniTanqueLabel	matlab.ui.control.Label
65	UITableInicioTanque	matlab.ui.control.Table
66	Tab_AjustesSTiempos	matlab.ui.container.Tab
67	GridLayout6	matlab.ui.container.GridLayout
68	ImageReloj_4	matlab.ui.control.Image
69	ImageReloj_3	matlab.ui.control.Image
70	ImageReloj_2	matlab.ui.control.Image
71	ImageReloj	matlab.ui.control.Image
72	Labeltiempos	matlab.ui.control.Label
73	LimpiartiemposButton	matlab.ui.control.Button
74	MomentoPerdida	matlab.ui.control.Spinner
75	MomentodeintrocuccinsLabel	matlab.ui.control.Label
76	Archivo_Ts	matlab.ui.control.Spinner
77	TiempodemuestreosLabel	matlab.ui.control.Label
78	Archivo_Tsim	matlab.ui.control.Spinner
79	TiempodesimulacinsSpinnerLabel	matlab.ui.control.Label
80	tiempoestablecimiento	matlab.ui.control.Label
81	Archivo_Te	matlab.ui.control.Spinner
82	TratamientodeajustesPanel	matlab.ui.container.Panel
83	Archivo_mat_AjustesS	matlab.ui.control.EditField
84	Boton_Carga_inp_3	matlab.ui.control.Button
85	GuardarajustesactualesButton	matlab.ui.control.Button
86	Buttons_AjustesS	matlab.ui.container.ButtonGroup
87	Button8_TiemposSim	matlab.ui.control.ToggleButton
88	Button7_CinTanques	matlab.ui.control.ToggleButton
89	Button6_Covarianzasderuido	matlab.ui.control.ToggleButton
90	Button5_AccNodos	matlab.ui.control.ToggleButton
91	Button4_Patronesdedemanda	matlab.ui.control.ToggleButton
92	Button3_CaudalesMedidos	matlab.ui.control.ToggleButton
93	Button2_MatricesIncidencia	matlab.ui.control.ToggleButton
94	Button1_VistaRed	matlab.ui.control.ToggleButton
95	PanelCargainp	matlab.ui.container.Panel
96	Boton_Carga_inp	matlab.ui.control.Button
97	Archivo_inp	matlab.ui.control.EditField
98	PanelHistorico	matlab.ui.container.Panel
99	GridLayout2_2	matlab.ui.container.GridLayout
100	FinalizacindegeneracinedatosPanel	matlab.ui.container.Panel
101	GridLayout14	matlab.ui.container.GridLayout
102	ContinuarButton_2	matlab.ui.control.Button
103	TabGroupAjustes_2	matlab.ui.container.TabGroup
104	Tab_AjustesHRed	matlab.ui.container.Tab
105	GridLayout4_2	matlab.ui.container.GridLayout
106	ImageLeyendaRed_2	matlab.ui.control.Image
107	UIAxesDibujoRed_2	matlab.ui.control.UIAxes
108	Tab_AjustesHMatrices	matlab.ui.container.Tab
109	GridLayout_2	matlab.ui.container.GridLayout
110	MatIncBLabel_2	matlab.ui.control.Label
111	MatIncAtLabel_2	matlab.ui.control.Label
112	MatIncArLabel_2	matlab.ui.control.Label
113	UITableMatIncB_2	matlab.ui.control.Table
114	UITableMatIncAt_2	matlab.ui.control.Table

```

115     UITableMatIncAr_2                matlab.ui.control.Table
116     MatIncALabel_2                  matlab.ui.control.Label
117     UITableMatIncA_2                matlab.ui.control.Table
118     Tab_AjustesHSelCaudales          matlab.ui.container.Tab
119     GridLayout3_2                    matlab.ui.container.GridLayout
120     UITableCm_2                      matlab.ui.control.Table
121     SeleccionelasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2  matlab.ui.
control.Label
122     Tab_AjustesHNodos                matlab.ui.container.Tab
123     GridLayout7                      matlab.ui.container.GridLayout
124     RelacindenosdeprdidasesLabel    matlab.ui.control.Label
125     RelacindenosdedemandaEDLabel    matlab.ui.control.Label
126     UITable_matEP                    matlab.ui.control.Table
127     UITable_matED                    matlab.ui.control.Table
128     Tab_AjustesHhistoricos           matlab.ui.container.Tab
129     GridLayout5_2                    matlab.ui.container.GridLayout
130     matHmLabel                       matlab.ui.control.Label
131     matQmLabel                       matlab.ui.control.Label
132     matDLabel                        matlab.ui.control.Label
133     matHxLabel                       matlab.ui.control.Label
134     UITablematHm                     matlab.ui.control.Table
135     UITablematQm                     matlab.ui.control.Table
136     UITablematD                      matlab.ui.control.Table
137     UITablematHx                     matlab.ui.control.Table
138     PanelCargamat                   matlab.ui.container.Panel
139     GridLayout15                     matlab.ui.container.GridLayout
140     Boton_Carga_mat                  matlab.ui.control.Button
141     Archivo_mat                      matlab.ui.control.EditField
142     Image_2                          matlab.ui.control.Image
143     TratamientodeajustesPanel_2     matlab.ui.container.Panel
144     GridLayout13                     matlab.ui.container.GridLayout
145     GuardarajustesactualesButton_2  matlab.ui.control.Button
146     Archivo_mat_AjustesH             matlab.ui.control.EditField
147     Boton_Carga_inp_5                matlab.ui.control.Button
148     Buttons_AjustesH                 matlab.ui.container.ButtonGroup
149     Button6_Datishist_2              matlab.ui.control.ToggleButton
150     Button5_AccNodos_2               matlab.ui.control.ToggleButton
151     Button3_CaudalesMedidos_2        matlab.ui.control.ToggleButton
152     Button2_MatricesIncidencia_2     matlab.ui.control.ToggleButton
153     Button1_VistaRed_2               matlab.ui.control.ToggleButton
154     PanelCargainp_2                  matlab.ui.container.Panel
155     GridLayout16                     matlab.ui.container.GridLayout
156     Boton_Carga_inp_4                matlab.ui.control.Button
157     Archivo_inp_2                    matlab.ui.control.EditField
158     LogoMain                         matlab.ui.control.Image
159     BotonHistorico                   matlab.ui.control.StateButton
160     BotonSintetico                   matlab.ui.control.StateButton
161     ReconciliacinTab                 matlab.ui.container.Tab
162     GridLayout8                      matlab.ui.container.GridLayout
163     Image2                           matlab.ui.control.Image
164     ComenzarlareconciliacinPanel     matlab.ui.container.Panel
165     GridLayout12                     matlab.ui.container.GridLayout
166     ComenzarButton                   matlab.ui.control.Button
167     TratamientodeajustesPanel_3     matlab.ui.container.Panel
168     GridLayout11                     matlab.ui.container.GridLayout
169     Archivo_mat_AjustesS_2           matlab.ui.control.EditField
170     Boton_Carga_inp_6                matlab.ui.control.Button
171     GuardarajustesactualesButton_3  matlab.ui.control.Button
172     Buttons_AjustesR                 matlab.ui.container.ButtonGroup
173     Button_AjustesR_error             matlab.ui.control.ToggleButton
174     Button_AjustesR_cov               matlab.ui.control.ToggleButton
175     Button_AjustesR_tiempo            matlab.ui.control.ToggleButton
176     SelectordecasoPanel              matlab.ui.container.Panel
177     GridLayout9                      matlab.ui.container.GridLayout
178     CasosImage                       matlab.ui.control.Image
179     Caso3rButton                     matlab.ui.control.Button
180     Caso3Button                       matlab.ui.control.Button
181     Caso2rButton                     matlab.ui.control.Button
182     Caso2Button                       matlab.ui.control.Button
183     CasolButton                       matlab.ui.control.Button
184     AjustesRCovarianzasTable         matlab.ui.container.Panel

```

```

185     GridLayout10                matlab.ui.container.GridLayout
186     RegenerartablasButton       matlab.ui.control.Button
187     UITableCovestim            matlab.ui.control.Table
188     UITable_CovBalan           matlab.ui.control.Table
189     ajustesRCovLabel_3         matlab.ui.control.Label
190     ajustesRCovLabel_2         matlab.ui.control.Label
191     ajustesRCovLabel           matlab.ui.control.Label
192     UITableCovIni              matlab.ui.control.Table
193     ErrorCaudalesPanel         matlab.ui.container.Panel
194     GridLayout10_2             matlab.ui.container.GridLayout
195     GenararButton              matlab.ui.control.Button
196     QmQmlalphaLabel           matlab.ui.control.Label
197     ErrorCaudalLS              matlab.ui.control.Spinner
198     TiempodemuestreosLabel_2   matlab.ui.control.Label
199     ErrorCaudalLI              matlab.ui.control.Spinner
200     TiempodemuestreosLabel_3   matlab.ui.control.Label
201     UITableInicioErrorCaudal   matlab.ui.control.Table
202     AjustesRTiemposTable       matlab.ui.container.Panel
203     GridLayout10_3             matlab.ui.container.GridLayout
204     HminNodo                    matlab.ui.control.Spinner
205     HmaxNodo                    matlab.ui.control.Spinner
206     HminnodoSpinnerLabel       matlab.ui.control.Label
207     hmaxnodoSpinnerLabel       matlab.ui.control.Label
208     Labeltiempos_2             matlab.ui.control.Label
209     Archivo_Tincr              matlab.ui.control.Spinner
210     TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3  matlab.ui.control.Label
211     ImageReloj_6                matlab.ui.control.Image
212     ImageReloj_5                matlab.ui.control.Image
213     Archivo_Ti                  matlab.ui.control.Spinner
214     TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2  matlab.ui.control.Label
215     VisualizacinderesultadosTab  matlab.ui.container.Tab
216     GridLayout21                matlab.ui.container.GridLayout
217     LimpiargraficasButton       matlab.ui.control.StateButton
218     GraficasTab                 matlab.ui.container.TabGroup
219     Tab                          matlab.ui.container.Tab
220     GraficarfigextButton        matlab.ui.control.StateButton
221     GraficarButton              matlab.ui.control.StateButton
222     GuardarResultadosButton     matlab.ui.control.StateButton
223 end
224
225
226 properties (Access = public)
227     DatosGlobales % Datos globales
228     DatosRecon % Datos en la reconciliación
229     GSubTab % Variable para el graficado de resultados
230 end
231
232 methods (Access = public)
233
234     %% Funciones para los ajustes de generación automática de datos sintéticos
235
236     function [] = fun_AjustesSRed(app) % Vistapreliminar de la red
237         % app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSRed;
238     end
239
240     function [] = fun_AjustesSMatrices(app) % Matrices de incidencia
241         % Función para la generación de tablas con las matrices de incidencia
242         if app.DatosGlobales.NewINP
243             flag= true;
244         else
245             seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
246                 'Existen datos en las matrices de incidencia. ¿Desea regenerarlos?
247                 ','Generar datos',...
248                 'Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','warning');
249             if strcmp(seleccion,'Sí')
250                 flag = true;
251             else
252                 flag = false;
253             end
254         end

```

```

255         if flag
256             mensaje = msgbox('Generando matrices. Puede tardar unos minutos...', '
Icon', 'help');
257             % Introcucción de los valores en la tabla
258             % A
259             app.UITableMatIncA.Enable = 'On';
260             app.UITableMatIncA.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
el color de la tabla
261             app.UITableMatIncA.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl.r; %
Escribe las cabeceras de la tabla
262             app.UITableMatIncA.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.nl'; %
Escribe las cabeceras de la tabla
263             app.UITableMatIncA.Data = app.DatosGlobales.Mdl.A; %
Escribe los datos de la tabla
264             app.UITableMatIncA.ColumnEditable = true; %
Habilita la edición de los campos numéricos
265
266             % Ar
267             app.UITableMatIncAr.Enable = 'On';
268             app.UITableMatIncAr.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
el color de la tabla
269             app.UITableMatIncAr.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl.r; %
Escribe las cabeceras de la tabla
270             app.UITableMatIncAr.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.e'; %
Escribe las cabeceras de la tabla
271             app.UITableMatIncAr.Data = app.DatosGlobales.Mdl.Ar; %
Escribe los datos de la tabla
272             app.UITableMatIncAr.ColumnEditable = true; %
Habilita la edición de los campos numéricos
273
274             % At
275             app.UITableMatIncAt.Enable = 'On';
276             app.UITableMatIncAt.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
el color de la tabla
277             app.UITableMatIncAt.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl.r; %
Escribe las cabeceras de la tabla
278             app.UITableMatIncAt.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.t'; %
Escribe las cabeceras de la tabla
279             app.UITableMatIncAt.Data = app.DatosGlobales.Mdl.At; %
Escribe los datos de la tabla
280             app.UITableMatIncAt.ColumnEditable = true; %
Habilita la edición de los campos numéricos
281
282             % B
283             app.UITableMatIncB.Enable = 'On';
284             app.UITableMatIncB.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
el color de la tabla
285             app.UITableMatIncB.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl.r; % Escribe
las cabeceras de la tabla
286             app.UITableMatIncB.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.t'; % Escribe
las cabeceras de la tabla
287             app.UITableMatIncB.Data = app.DatosGlobales.Mdl.B; % Escribe
los datos de la tabla
288             app.UITableMatIncB.ColumnEditable = true; %
Habilita la edición de los campos numéricos
289             close(mensaje)
290         end
291     end
292
293     function [] = fun_AjustesSSelCaudales(app)
294         % Función para cargar la selección de caudales medidos
295         if app.DatosGlobales.NewINP
296             app.UITableCm.Enable = 'On';
297             app.UITableCm.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
Cambia el color de la tabla
298             app.UITableCm.ColumnName = {'Selección de caudales'}; %
Escribe las cabeceras de la tabla
299             app.UITableCm.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.r'; %
Escribe las cabeceras de la tabla
300             app.UITableCm.Data = logical(ones(app.DatosGlobales.Mdl.nr,1)); %
Escribe los datos de la tabla

```

```

301     app.UITableCm.ColumnEditable = true; %
    Habilita la edición de los campos numéricos
302     end
303     end
304
305     function [] = fun_AjustesSPatrones(app)
306         % Función para el ajuste de patrones de demanda
307         if isempty(app.UITablePatrones.Data) || app.DatosGlobales.NewINP
308             columnname = cell(1,24);
309             for i = 1:24
310                 columnname(i) = {strcat(num2str(i),'h')};
311             end
312             rowname = {strcat('Patrón ', num2str(1), ' [l/s]')};
313             app.UITablePatrones.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
    el color de las filas
314             app.UITablePatrones.Data = {}; %
    Limpiado de datos
315             app.UITablePatrones.ColumnName = columnname; %
    Escribe las cabeceras de la tabla
316             app.UITablePatrones.RowName = rowname; %
    Escribe las cabeceras de la tabla
317             app.UITablePatrones.Data = ones(1,24); %
    Escribe los datos de la tabla
318             app.UITablePatrones.ColumnEditable = true; %
    Habilita la edición de los campos numéricos
319             end
320         end
321
322     function [] = fun_AjustesSNodos(app)
323         % Función para las acciones en nodos
324         if app.DatosGlobales.NewINP
325             % Generación de la información de la tabla
326             datauxi = cell(app.DatosGlobales.Mdl.nn, 4);
327             datauxi(:,1) = {'Patrón1'};
328             datauxi(:,2) = num2cell(zeros(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1));
329             datauxi(:,3) = num2cell(zeros(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1));
330             datauxi(:,4) = num2cell(zeros(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1));
331             datauxi(:,5) = num2cell(ones(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1));
332             datauxi(:,6) = num2cell(zeros(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1));
333
334             columnname = {'Patrón','Demanda error cte. [l/s]','Error demanda [%]'
    ,...
335                 'Coef. "c" del hidrante','ED','EP'};
336             rowname = app.DatosGlobales.Mdl.nl;
337             app.UITableAccNodos.Data = {}; %
    Limpiado de datos
338             app.UITableAccNodos.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
    Cambia el color de las filas
339             app.UITableAccNodos.ColumnName = columnname; %
    Escribe las cabeceras de la tabla
340             app.UITableAccNodos.RowName = rowname; %
    Escribe las cabeceras de la tabla
341             app.UITableAccNodos.Data = datauxi; %
    Escribe los datos de la tabla
342             app.UITableAccNodos.ColumnEditable = true; %
    Habilita la edición de los campos numéricos
343             app.UITableAccNodos.ColumnWidth = {'auto','auto','auto','auto'
    ,50,50}; % Modifica la dimensión de las columnas
344             end
345         end
346
347     function [] = fun_AjustesSRuido(app)
348         % Función para la edición de las covarianzas de ruido
349         if app.DatosGlobales.NewINP
350             % Covarianza del ruido de las medidas de caudal.
351             app.UITableCovCaudal.Data = {}; %
    Limpiado de datos
352             app.UITableCovCaudal.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
    Cambia el color de las filas
353             app.UITableCovCaudal.ColumnName = {'Covarianza'}; %
    Escribe las cabeceras de la tabla

```

```

354     app.UITableCovCaudal.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.r;           %
Escribe las cabeceras de la tabla
355     app.UITableCovCaudal.Data = ones(app.DatosGlobales.Mdl.nr,1)*app.
CovRuidoCaudal.Value; % Escribe los datos de la tabla
356     app.UITableCovCaudal.ColumnEditable = true;                     %
Habilita la edición de los campos numéricos
357
358     % Covarianza del ruido de las medidas de nivel de tanques.
359     app.UITableCovNvTanque.Data = {};                               %
Limpiado de datos
360     app.UITableCovNvTanque.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1];%
Cambia el color de las filas
361     app.UITableCovNvTanque.ColumnName = {'Covarianza'};           %
Escribe las cabeceras de la tabla
362     app.UITableCovNvTanque.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.t;     %
Escribe las cabeceras de la tabla
363     app.UITableCovNvTanque.Data = ones(app.DatosGlobales.Mdl.nt,1)*app.
CovRuidoTanques.Value; % Escribe los datos de la tabla
364     app.UITableCovNvTanque.ColumnEditable = true;                 %
Habilita la edición de los campos numéricos
365
366     % Covarianza del ruido de las estimaciones de las demandas.
367     app.UITableCovEstDemandas.Data = {};                           %
Limpiado de datos
368     app.UITableCovEstDemandas.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1];%
Cambia el color de las filas
369     app.UITableCovEstDemandas.ColumnName = {'Covarianza'};       %
Escribe las cabeceras de la tabla
370     app.UITableCovEstDemandas.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.nl; %
Escribe las cabeceras de la tabla
371     app.UITableCovEstDemandas.Data = ones(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1)*app.
CovRuidoDemandas.Value; % Escribe los datos de la tabla
372     app.UITableCovEstDemandas.ColumnEditable = true;             %
Habilita la edición de los campos numéricos
373
374     % Covarianza del ruido de las medidas de altura en los nodos de pé
rdidas.
375     app.UITableCovPerdidas.Data = {};                               %
Limpiado de datos
376     app.UITableCovPerdidas.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1];%
Cambia el color de las filas
377     app.UITableCovPerdidas.ColumnName = {'Covarianza'};         %
Escribe las cabeceras de la tabla
378     app.UITableCovPerdidas.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.nl;   %
Escribe las cabeceras de la tabla
379     app.UITableCovPerdidas.Data = ones(app.DatosGlobales.Mdl.nn,1)*app.
CovRuidoPerdidas.Value; % Escribe los datos de la tabla
380     app.UITableCovPerdidas.ColumnEditable = true;                 %
Habilita la edición de los campos numéricos
381     end
382 end
383
384 function [] = fun_AjustesSTanques(app)
385 % Función para el ajuste de las condiciones iniciales de tanques
386 if app.DatosGlobales.NewINP
387     app.UITableInicioTanque.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
Cambia el color de la tabla
388     app.UITableInicioTanque.ColumnName = {'Altura inicial del tanque [m]'}
, ...
389     'Altura mínima del tanque [m]', 'Altura máxima del tanque [m]'};%
Escribe las cabeceras de la tabla
390     app.UITableInicioTanque.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.t;     %
Escribe las cabeceras de la tabla
391     app.UITableInicioTanque.Data = [app.DatosGlobales.Mdl.t_IniLevel' ...
392     app.DatosGlobales.Mdl.t_MinLevel' app.DatosGlobales.Mdl.t_MaxLevel
']; % Escribe los datos de la tabla
393     app.UITableInicioTanque.ColumnEditable = true;                 %
Habilita la edición de los campos numéricos
394     end
395 end
396

```

```

397     function [] = fun_AjustesSTiempos(app)
398         % Función para la inicialización de los tiempos de simulación
399         if app.DatosGlobales.NewINP
400             app.MomentoPerdida.Value = 0;
401             app.Archivo_Ts.Value = 300;
402             app.Archivo_Tsim.Value = 1036800;
403             app.Archivo_Te.Value = 57600;
404         end
405     end
406
407     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
408     %% Funciones para los ajustes de generación de datos históricos
409
410     function [] = fun_AjustesHMatrices(app) % Matrices de incidencia
411         % Función para la generación de tablas con las matrices de incidencia
412         if app.DatosGlobales.NewINP2
413             flag= true;
414         else
415             seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
416                 'Existen datos en las matrices de incidencia. ¿Desea regenerarlos?
417                 ','Generar datos',...
418                 'Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','warning');
419             if strcmp(seleccion,'Sí')
420                 flag = true;
421             else
422                 flag = false;
423             end
424         end
425
426         if flag
427             mensaje = msgbox('Generando matrices. Puede tardar unos minutos...','
428                 Icon','help');
429             % Introcucción de los valores en la tabla
430             % A
431             app.UITableMatIncA_2.Enable = 'On';
432             app.UITableMatIncA_2.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
433             Cambia el color de la tabla
434             app.UITableMatIncA_2.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.r; %
435             Escribe las cabeceras de la tabla
436             app.UITableMatIncA_2.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.n1'; %
437             Escribe las cabeceras de la tabla
438             app.UITableMatIncA_2.Data = app.DatosGlobales.Mdl2.A; %
439             Escribe los datos de la tabla
440             app.UITableMatIncA_2.ColumnEditable = true; %
441             Habilita la edición de los campos numéricos
442
443             % Ar
444             app.UITableMatIncAr_2.Enable = 'On';
445             app.UITableMatIncAr_2.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
446             Cambia el color de la tabla
447             app.UITableMatIncAr_2.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.r; %
448             Escribe las cabeceras de la tabla
449             app.UITableMatIncAr_2.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.e'; %
450             Escribe las cabeceras de la tabla
451             app.UITableMatIncAr_2.Data = app.DatosGlobales.Mdl2.Ar; %
452             Escribe los datos de la tabla
453             app.UITableMatIncAr_2.ColumnEditable = true; %
454             Habilita la edición de los campos numéricos
455
456             % At
457             app.UITableMatIncAt_2.Enable = 'On';
458             app.UITableMatIncAt_2.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
459             Cambia el color de la tabla
460             app.UITableMatIncAt_2.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.r; %
461             Escribe las cabeceras de la tabla
462             app.UITableMatIncAt_2.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.t'; %
463             Escribe las cabeceras de la tabla
464             app.UITableMatIncAt_2.Data = app.DatosGlobales.Mdl2.At; %
465             Escribe los datos de la tabla
466             app.UITableMatIncAt_2.ColumnEditable = true; %
467             Habilita la edición de los campos numéricos

```



```

451         % B
452         app.UITableMatIncB_2.Enable = 'On';
453         app.UITableMatIncB_2.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; %
454 Cambia el color de la tabla
455         app.UITableMatIncB_2.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.r; %
456 Escribe las cabeceras de la tabla
457         app.UITableMatIncB_2.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.t'; %
458 Escribe las cabeceras de la tabla
459         app.UITableMatIncB_2.Data = app.DatosGlobales.Mdl2.B; %
460 Escribe los datos de la tabla
461         app.UITableMatIncB_2.ColumnEditable = true; %
462 Habilita la edición de los campos numéricos
463         close(mensaje)
464     end
465 end
466
467 function [] = fun_AjustesHSelCaudales(app)
468 % Función para cargar la selección de caudales medidos
469 if app.DatosGlobales.NewINP2
470     app.UITableCm_2.Enable = 'On'; % Habilita
471 la edición
472     app.UITableCm_2.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia el
473 color de la tabla
474     app.UITableCm_2.ColumnName = {'Selección de caudales'}; % Escribe
475 las cabeceras de la tabla
476     app.UITableCm_2.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.r'; % Escribe
477 las cabeceras de la tabla
478     app.UITableCm_2.Data = logical(ones(app.DatosGlobales.Mdl2.nr,1)); %
479 Escribe los datos de la tabla
480     app.UITableCm_2.ColumnEditable = true; % Habilita
481 la edición de los campos numéricos
482     end
483 end
484
485 function [] = fun_AjustesHNodos(app)
486 % Función para las acciones en nodos
487 if app.DatosGlobales.NewINP2
488     app.UITable_matED.Data = {}; % Limpia
489 los datos
490     app.UITable_matED.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
491 el color de las filas
492     app.UITable_matED.ColumnName = {'ED'}; % Escribe
493 las cabeceras de la tabla
494     app.UITable_matED.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.nl; % Escribe
495 las cabeceras de la tabla
496     app.UITable_matED.Data = ones(app.DatosGlobales.Mdl2.nn,1); % Escribe
497 los datos de la tabla
498     app.UITable_matED.ColumnEditable = true; % Habilita
499 la edición de los campos numéricos
500
501     app.UITable_matEP.Data = {}; % Limpia
502 los datos
503     app.UITable_matEP.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia
504 el color de las filas
505     app.UITable_matEP.ColumnName = {'EP'}; % Escribe
506 las cabeceras de la tabla
507     app.UITable_matEP.RowName = app.DatosGlobales.Mdl2.nl; % Escribe
508 las cabeceras de la tabla
509     app.UITable_matEP.Data = zeros(app.DatosGlobales.Mdl2.nn,1); % Escribe
510 los datos de la tabla
511     app.UITable_matEP.ColumnEditable = true; % Habilita
512 la edición de los campos numéricos
513     end
514 end
515
516 function [] = fun_AjustesHhistoricos(app)
517 % Función para la generación de tablas de datos históricos
518 if app.DatosGlobales.NewMAT
519     Hx = app.DatosGlobales.Hist.DT.presiones(:, app.DatosGlobales.Mdl2.
520 ind_t); % Altura de tanque

```

```

498         D = app.DatosGlobales.Hist.DT.demandas(:, app.DatosGlobales.Mdl2.
ind_nl); % Caudales de demanda
499         Qm = app.DatosGlobales.Hist.DT.caudales;
        % Caudales de rama medidos
500         Hm = app.DatosGlobales.Hist.DT.presiones(:, app.DatosGlobales.Mdl2.
ind_nl); % Alturas de nodos de pérdidas
501
502         % Generación de tablas
503         % Altura de tanque
504         app.UITablematHx.Data = {}; % Limpia
los datos
505         app.UITablematHx.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia el
color de las filas
506         app.UITablematHx.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.t; % Escribe
las cabeceras de la tabla
507         app.UITablematHx.Data = Hx; % Escribe
los datos de la tabla
508         app.UITablematHx.ColumnEditable = true; % Habilita
la edición de los campos numéricos
509
510         % Caudales de demanda
511         app.UITablematD.Data = {}; % Limpia los
datos
512         app.UITablematD.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia el
color de las filas
513         app.UITablematD.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.nl; % Escribe
las cabeceras de la tabla
514         app.UITablematD.Data = D; % Escribe
los datos de la tabla
515         app.UITablematD.ColumnEditable = true; % Habilita
la edición de los campos numéricos
516
517         % Caudales de rama medidos
518         app.UITablematQm.Data = {}; % Limpia
los datos
519         app.UITablematQm.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia el
color de las filas
520         app.UITablematQm.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.r; % Escribe
las cabeceras de la tabla
521         app.UITablematQm.Data = Qm; % Escribe
los datos de la tabla
522         app.UITablematQm.ColumnEditable = true; % Habilita
la edición de los campos numéricos
523
524         % Alturas de nodos de pérdidas
525         app.UITablematHm.Data = {}; % Limpia
los datos
526         app.UITablematHm.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1]; % Cambia el
color de las filas
527         app.UITablematHm.ColumnName = app.DatosGlobales.Mdl2.nl; % Escribe
las cabeceras de la tabla
528         app.UITablematHm.Data = Hm; % Escribe
los datos de la tabla
529         app.UITablematHm.ColumnEditable = true; % Habilita
la edición de los campos numéricos
530     end
531 end
532
533
534     %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
535     %% Funciones para los la reconciliación de datos
536     function [] = fun_casos(app)
537         % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
problema
538         verde = [0.75,1.00,0.55];
539         gris = [0.96,0.96,0.96];
540         casos = {'1', '2', '2r', '3', '3r'};
541         botones = strcat('Caso', casos, 'Button');
542         addpath(pwd)
543         imagen = [pwd, '\Fotos\Caso', app.DatosRecon.Caso, '.PNG'];
544

```

```

545     for i = 1:5 % Cambiar color de botones según el caso seleccionado
546         if strcmp(casos{i}, app.DatosRecon.Caso)
547             app.(botones{i}).BackgroundColor = verde;
548         else
549             app.(botones{i}).BackgroundColor = gris;
550         end
551     end
552     app.CasosImage.ImageSource = imagen; % Modificar imagen de descripción de
caso
553     end
554
555     function [] = fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
556         % Función para las matrices diagonales de las covarianzas
557
558         % Diagonal de la matriz de covarianza inicial de la estimación P.
559         app.UITableCovIni.Data = {}; % Limpiado de datos
560         app.UITableCovIni.Data = P; % Escribe los datos de la tabla
561         app.UITableCovIni.ColumnEditable = true; % Habilita la edición de los
campos numéricos
562
563         % Diagonal de la matriz de covarianzas de confianza en las ecuaciones de
balance Rv.
564         app.UITable_CovBalan.Data = {}; % Limpiado de datos
565         app.UITable_CovBalan.Data = Rv; % Escribe los datos de la tabla
566         app.UITable_CovBalan.ColumnEditable = true; % Habilita la edición de los
campos numéricos
567
568         % Diagonal de la matriz de covarianzas de variabilidad de los parámetros
Rw.
569         app.UITableCovestim.Data = {}; % Limpiado de datos
570         app.UITableCovestim.Data = Rw; % Escribe los datos de la tabla
571         app.UITableCovestim.ColumnEditable = true; % Habilita la edición de los
campos numéricos
572     end
573
574
575
576
577
578
579
580
581     end
582
583     % Callbacks that handle component events
584     methods (Access = private)
585
586         % Code that executes after component creation
587         function startupFcn(app)
588             % Función de inicio de la herramienta
589             clc
590
591             % % Comunicación con el Add-On OpenWaterAnalytics/EPANET-Matlab-Toolkit
592             % addonspath = matlab.internal.addons.util.
retrieveAddOnsInstallationFolder; % Directorio de instalación de Add.Ons
593             % addonlist = matlab.internal.addons.getAddOnNames;
594             % toolkitexist = find(strcmp(addonlist,'OpenWaterAnalytics/EPANET-Matlab-
Toolkit')==true);
595             % if isempty(toolkitexist)
596             %     disp('El toolkit de Epanet no está instalado')
597             % else
598             %     disp('El toolkit de Epanet está instalado')
599             %     addpath(addonspath)
600             % end
601
602             % Visibilidad de la generación de datos
603             app.PanelHistorico.Visible = 'Off';
604             app.PanelSintetico.Visible = 'Off';
605             app.UIAxesDibujoRed.Visible = 'Off';
606             app.UIAxesDibujoRed_2.Visible = 'Off';
607             app.LogoMain.Visible = 'On';

```

```

608
609     % Inhabilitar edición datos sinteticos
610     app.Buttons_AjustesS.Enable = 'Off';
611     app.TratamientodeajustesPanel.Enable = 'Off';
612     app.PanelSimularYGuardarS.Enable = 'Off';
613
614     % Inhabilitar edición datos historicos
615     app.PanelCargamat.Enable = 'Off';
616     app.Buttons_AjustesH.Enable = 'Off';
617     app.TratamientodeajustesPanel_2.Enable = 'Off';
618
619     % Selección de caso inicial
620     app.DatosRecon.Caso = '1'; % Caso actual
621     fun_casos(app);
622
623     % Ajustes de parámetros reconciliación
624     app.ErrorCaudalesPanel.Visible = 'Off';
625     app.AjustesRCovarianzasTable.Visible = 'Off';
626     app.AjustesRTiemposTable.Visible = 'On';
627     % app.Archivo_Tincr.Limits = [app.Archivo_Ts.Value,inf];
628     app.Archivo_Tincr.Value = app.Archivo_Ts.Value;
629
630
631     % Deshabilitar la pestaña de reconciliación
632     app.ComenzarlareconciliacinPanel.Enable = 'Off';
633     app.TratamientodeajustesPanel_3.Enable = 'Off';
634     app.Buttons_AjustesR.Enable = 'Off';
635     app.SelectordecasoPanel.Enable = 'Off';
636     app.AjustesRTiemposTable.Enable = 'Off';
637     app.ErrorCaudalesPanel.Enable = 'Off';
638     app.AjustesRCovarianzasTable.Enable = 'Off';
639
640     % Deshabilita inicialmente los botones de las gráficas
641     delete(app.GraficasTab.Children) % Borra el tab
642     app.GraficarfigextButton.Enable = 'Off'; % Deshabilita la edición de las
gráficas
643     app.GraficarButton.Enable = 'Off'; % Deshabilita la edición de las grá
ficas
644     app.GuardarresultadosButton.Enable = 'Off'; % Deshabilita la edición de
las gráficas
645     app.LimpiargrficasButton.Enable = 'Off'; % Deshabilita la edición de las
gráficas
646
647
648     end
649
650     % Value changed function: BotonSintetico
651     function BotonSinteticoValueChanged(app, event)
652         % Selección de botón de carga de archivo de Epanet
653         value = app.BotonSintetico.Value;
654         app.PanelHistorico.Enable = 'Off';
655         app.PanelSintetico.Enable = 'On';
656         app.BotonSintetico.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
657         app.BotonHistorico.BackgroundColor = [0.96,0.96,0.96];
658         app.LogoMain.Visible = 'Off';
659         app.PanelHistorico.Visible = 'Off';
660         app.PanelSintetico.Visible = 'On';
661         app.DatosGlobales.TipoDatos = 'Datos sintéticos';
662
663
664     end
665
666     % Value changed function: BotonHistorico
667     function BotonHistoricoValueChanged(app, event)
668         % Selección de botón de carga de datos históricos
669         value = app.BotonHistorico.Value;
670         app.PanelHistorico.Enable = 'On';
671         app.PanelSintetico.Enable = 'Off';
672         app.BotonHistorico.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
673         app.BotonSintetico.BackgroundColor = [0.96,0.96,0.96];
674         app.LogoMain.Visible = 'Off';

```

```

675     app.PanelHistorico.Visible = 'On';
676     app.PanelSintetico.Visible = 'Off';
677     app.DatosGlobales.TipoDatos = 'Datos históricos';
678     end
679
680     % Button pushed function: Boton_Carga_inp
681     function Boton_Carga_inpButtonPushed(app, event)
682         [filename,path] = uigetfile('*.inp');
683         addpath(path)
684         app.DatosGlobales.SimDir.filename = filename;
685         app.DatosGlobales.SimDir.path = path;
686
687         app.Archivo_inp.Value = filename;
688         if contains(filename,'.inp') && exist(filename) == 2
689             app.Archivo_inp.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
690
691             % Carga de los datos seleccionados
692             % addpath(strcat(pwd,'\EPANET-Matlab-Toolkit-master'))           % Agrega
al path el directorio del Toolkit
693             start_toolkit;                                               % Arranca
el motor del Toolkit de Epanet
694             app.DatosGlobales.red = epanet(app.Archivo_inp.Value);       % Guada
una variable global con la información de la red
695             mensaje = msgbox('Generando estructura de la red.','Icon','help');
696             app.DatosGlobales.red = epanet(app.Archivo_inp.Value);       % Guada
una variable global con la información de la red
697             [app.DatosGlobales.Mdl] = fun_Mdl(app.DatosGlobales.red,app);
698             delete(mensaje);
699
700             % Gráfica de la red
701             app.DatosGlobales.red.plot; legend('Location','northwest');
702             handlefig = get(gcf); % Handle de figure actual
703             cla(app.UIAxesDibujoRed); % Limpia figura
704             copyobj(gca().Children,app.UIAxesDibujoRed);
705             close(handlefig.Number)
706             title(app.UIAxesDibujoRed,['Vista preliminar de la red: ',replace(
filename,'_','\_' )])
707             app.UIAxesDibujoRed.Visible = 'On';
708             app.ImageLeyendaRed.Visible = 'On';
709
710             % Llamada a funciones para rellenar tablas
711             app.DatosGlobales.NewINP = true;
712             fun_AjustesSRed(app);
713             fun_AjustesSMatrices(app);
714             fun_AjustesSSelCaudales(app);
715             fun_AjustesSPatrones(app);
716             fun_AjustesSNodos(app);
717             fun_AjustesSRuido(app);
718             fun_AjustesSTanques(app);
719             fun_AjustesSTiempos(app);
720             app.DatosGlobales.NewINP = false;
721
722             % Habilita la edición tras la carga de los datos
723             app.Buttons_AjustesS.Enable = 'On';
724             app.TratamientodeajustesPanel.Enable = 'On';
725             app.PanelSimularYGuardarS.Enable = 'On';
726
727         else
728             app.Archivo_inp.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
729             app.Buttons_AjustesS.Enable = 'Off';
730             app.TratamientodeajustesPanel.Enable = 'Off';
731             app.PanelSimularYGuardarS.Enable = 'Off';
732         end
733     end
734
735     % Selection changed function: Buttons_AjustesS
736     function Buttons_AjustesSSelectionChanged(app, event)
737         % Función para la selección de pestañas y ajuste de datos
738         selectedButton = app.Buttons_AjustesS.SelectedObject.Text;
739         switch selectedButton
740             case app.Button1_VistaRed.Text

```

```

741         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSRed;
742         fun_AjustesSRed(app);
743     case app.Button2_MatricesIncidencia.Text
744         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSMatrices;
745         fun_AjustesSMatrices(app);
746     case app.Button3_CaudalesMedidos.Text
747         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSSelCaudales;
748         fun_AjustesSSelCaudales(app);
749     case app.Button4_Patronesdedemanda.Text
750         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSPatrones;
751         fun_AjustesSPatrones(app);
752     case app.Button5_AccNodos.Text
753         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSNodos;
754         fun_AjustesSNodos(app);
755     case app.Button6_Covarianzasderuido.Text
756         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSRuido;
757         fun_AjustesSRuido(app);
758     case app.Button7_CinTanques.Text
759         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSTanques;
760         fun_AjustesSTanques(app);
761     case app.Button8_TiemposSim.Text
762         app.TabGroupAjustes.SelectedTab = app.Tab_AjustesSTiempos;
763         fun_AjustesSTiempos(app);
764     otherwise
765         end
766     end
767
768     % Value changed function: GenerarPatron
769     function GenerarPatronValueChanged(app, event)
770         % Generar patrones nuevos
771         value = fix(app.Npatterns.Value);
772
773         seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
774             sprintf('¿Desea generar %i patrones y sobrescribir los existentes?',
775                 value),...
776                 'Generar patrones', 'Options', {'Sí', 'No'}, 'DefaultOption', 2, 'Icon', '
warning');
777         if strcmp(seleccion, 'Si')
778             columnname = cell(1,24);
779             for i = 1:24
780                 columnname(i) = {strcat(num2str(i), 'h')};
781             end
782             rowname = cell(value,1);
783             for j = 1:value
784                 rowname(j) = {strcat('Patrón', num2str(j), ' [l/s]')};
785             end
786             app.UITablePatrones.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1];
787             app.UITablePatrones.ColumnName = columnname; % Escribe las
cabeceras de la tabla
788             app.UITablePatrones.RowName = rowname; % Escribe las cabeceras de
la tabla
789             app.UITablePatrones.Data = ones(value,24); % Escribe los
datos de la tabla
790             app.UITablePatrones.ColumnEditable = true; % Habilita la edición de
los campos numéricos
791         end
792     end
793
794
795     % Value changed function: GraficarPatronesButton
796     function GraficarPatronesButtonValueChanged(app, event)
797         patrones = app.UITablePatrones.Data;
798
799         columnname = cell(1,24);
800         for i = 1:24
801             columnname(i) = {strcat(num2str(i), 'h')};
802         end
803         rowname = cell(fix(app.Npatterns.Value),1);
804         for j = 1:fix(app.Npatterns.Value)
805             rowname(j) = {strcat('Patrón', num2str(j), ' [l/s]')};

```

```

806         end
807         % app.UITablePatrones.ColumnName = columnname;      % Escribe las cabeceras
de la tabla
808         % app.UITablePatrones.RowName = rowname;          % Escribe las cabeceras de la
tabla
809         % app.UITablePatrones.Data = ones(value,24);      % Escribe los datos
de la tabla
810         % app.UITablePatrones.ColumnEditable = true;     % Habilita la edición de los
campos numéricos
811         cla(app.UIAxesPatternplot);
812         plot(app.UIAxesPatternplot,1:24,patrones,'LineWidth',1.2)
813         leyenda = replace(app.UITablePatrones.RowName,' [l/s]','');
814         legend(app.UIAxesPatternplot,leyenda,'FontName','Century Gothic')
815         grid(app.UIAxesPatternplot,'on')
816
817     end
818
819     % Button pushed function: RegenerartablaButton
820     function RegenerartablaButtonPushed(app, event)
821         % Regenera la tabla de acciones en nodos
822
823         seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,'¿Desea regenerar la tabla de
acciones en nodos?',...
824         'Generar patrones','Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','
warning');
825         if strcmp(seleccion,'Sí')
826             app.DatosGlobales.NewINP=true;
827             fun_AjustesSNodos(app);
828             app.DatosGlobales.NewINP=false;
829         end
830     end
831
832     % Value changed function: GenerarCovButton
833     function GenerarCovButtonValueChanged(app, event)
834         seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
835         '¿Desea generar nuevas tablas de varianzas y covarianzas con los
valores seleccionados?',...
836         'Modificar tablas','Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','
warning');
837         if strcmp(seleccion,'Sí')
838             app.DatosGlobales.NewINP=true;
839             fun_AjustesSRuido(app)
840             app.DatosGlobales.NewINP=false;
841         end
842     end
843
844     % Button pushed function: RegenerartablaButton_2
845     function RegenerartablaButton_2Pushed(app, event)
846         seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
847         '¿Desea regenerar la tabla de condiciones iniciales de los tanques?',
'Generar patrones',...
848         'Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','question');
849         if strcmp(seleccion,'Sí')
850             app.UITableInicioTanque.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1 1];
851             % Cambia el color de la tabla
852             app.UITableInicioTanque.ColumnName = {'Altura inicial del tanque [m]'
,...
853             'Altura mínima del tanque [m]','Altura máxima del tanque [m]'};
854             % Escribe las cabeceras de la tabla
855             app.UITableInicioTanque.RowName = app.DatosGlobales.Mdl.t;      %
Escribe las cabeceras de la tabla
856             app.UITableInicioTanque.Data = [app.DatosGlobales.Mdl.t_IniLevel' ...
857             app.DatosGlobales.Mdl.t_MinLevel' app.DatosGlobales.Mdl.t_MaxLevel
'];
858             % Escribe los datos de la tabla
859             app.UITableInicioTanque.ColumnEditable = true; % Habilita la edición
de los campos numéricos
860         end
861     end
862
863     % Button pushed function: LimpiartiemposButton
864     function LimpiartiemposButtonPushed(app, event)

```

```

862     seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,'¿Desea limpiar la selección de
tiempos?',...
863     'Generar patrones','Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','
warning');
864     if strcmp(seleccion,'Sí')
865         app.MomentoPerdida.Value = 0;
866         app.Archivo_Ts.Value = 0;
867         app.Archivo_Tsim.Value = 0;
868         app.Archivo_Te.Value = 0;
869
870     end
871 end
872
873 % Button pushed function: Boton_Carga_inp_4
874 function Boton_Carga_inp_4ButtonPushed(app, event)
875     [filename,path] = uigetfile('*.inp');
876     addpath(path)
877
878     app.Archivo_inp_2.Value = filename;
879     if contains(filename,'.inp') && exist(filename) == 2
880         app.Archivo_inp_2.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
881
882         % Carga de los datos seleccionados
883         % addpath(strcat(pwd,'\EPANET-Matlab-Toolkit-master')) % Agrega
al path el directorio del Toolkit. Descomentar si se tienen las carpetas de
github en lugar del Add-On
884         start_toolkit; % Arranca
el motor del Toolkit de Epanet
885         app.DatosGlobales.red2 = epanet(app.Archivo_inp_2.Value); % Guada
una variable global con la información de la red
886         mensaje = msgbox('Generando estructura de la red.','Icon','help');
887         app.DatosGlobales.red2 = epanet(app.Archivo_inp_2.Value); % Guada
una variable global con la información de la red
888         [app.DatosGlobales.Mdl2] = fun_Mdl(app.DatosGlobales.red2,app);
889         delete(mensaje);
890
891         % Gráfica de la red
892         app.DatosGlobales.red2.plot; legend('Location','northwest');
893         handlefig = get(gcf); % Handle de figure actual
894         cla(app.UIAxesDibujoRed_2); % Limpia figura
895         copyobj(gca().Children,app.UIAxesDibujoRed_2);
896         close(handlefig.Number)
897         title(app.UIAxesDibujoRed_2,['Vista preliminar de la red: ',replace(
filename,'_','\')])
898         app.UIAxesDibujoRed_2.Visible = 'On';
899         app.ImageLeyendaRed_2.Visible = 'On';
900
901         % Llamada a funciones para rellenar tablas
902         app.DatosGlobales.NewINP2 = true;
903
904         fun_AjustesHMatrices(app);
905         fun_AjustesHSelCaudales(app);
906         fun_AjustesHNodos(app)
907         app.DatosGlobales.NewINP2 = false;
908
909         % Habilita la edición tras la carga de los datos
910         app.PanelCargamat.Enable = 'On';
911
912     else
913         app.Archivo_inp_2.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
914         app.PanelCargamat.Enable = 'Off';
915         app.Buttons_AjustesH.Enable = 'Off';
916         app.TratamientodeajustesPanel_2.Enable = 'Off';
917     end
918 end
919
920 % Button pushed function: Boton_Carga_mat
921 function Boton_Carga_matButtonPushed(app, event)
922     % Función para la carga de los datos históricos a partir de un archivo .
mat
923     [filename,path] = uigetfile('*.mat');

```



```

924     addpath(path)
925
926     try
927         app.Archivo_mat.Value = filename;
928         if contains(filename, '.mat') && exist(filename) == 2
929             app.Archivo_mat.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
930
931             % Carga de los datos seleccionados
932             load([path,filename]);
933             app.DatosGlobales.Hist = Historicos;
934
935             % Llamada a funciones para rellenar tablas
936             app.DatosGlobales.NewMAT = true;
937             fun_AjustesHhistoricos(app);
938             app.DatosGlobales.NewMAT = false;
939
940             % Habilita la edición tras la carga de los datos
941             app.Buttons_AjustesH.Enable = 'On';
942             app.TratamientodeajustesPanel_2.Enable = 'On';
943
944         else
945             app.Archivo_mat.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
946             app.Buttons_AjustesH.Enable = 'Off';
947             app.TratamientodeajustesPanel_2.Enable = 'Off';
948         end
949     catch
950         mensaje = msgbox('Error. El archivo no contiene la información
951     esperada',...
952         'Error','error');
953         app.Archivo_mat.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
954         app.Buttons_AjustesH.Enable = 'Off';
955         app.TratamientodeajustesPanel_2.Enable = 'Off';
956     end
957
958     % Selection changed function: Buttons_AjustesH
959     function Buttons_AjustesHSelectionChanged(app, event)
960         selectedButton = app.Buttons_AjustesH.SelectedObject.Text;
961         switch selectedButton
962             case app.Button1_VistaRed_2.Text
963                 app.TabGroupAjustes_2.SelectedTab = app.Tab_AjustesHRed;
964             case app.Button2_MatricesIncidencia_2.Text
965                 app.TabGroupAjustes_2.SelectedTab = app.Tab_AjustesHMatrices;
966                 fun_AjustesHMatrices(app);
967             case app.Button3_CaudalesMedidos_2.Text
968                 app.TabGroupAjustes_2.SelectedTab = app.Tab_AjustesHSelCaudales;
969                 fun_AjustesHSelCaudales(app);
970             case app.Button5_AccNodos_2.Text
971                 app.TabGroupAjustes_2.SelectedTab = app.Tab_AjustesHNodos;
972                 fun_AjustesHNodos(app);
973             case app.Button6_Datishist_2.Text
974                 app.TabGroupAjustes_2.SelectedTab = app.Tab_AjustesHhistoricos;
975                 fun_AjustesHhistoricos(app);
976             otherwise
977
978         end
979     end
980
981     % Value changed function: Archivo_Ts
982     function Archivo_TsValueChanged(app, event)
983         % Función para que cambie el límite inferior de la resolución temporal.
984         value = app.Archivo_Ts.Value;
985         % app.Archivo_Tincr.Limits = [value,inf];
986         app.Archivo_Tincr.Value = value;
987     end
988
989     % Button pushed function: GuardarajustesactualesButton
990     function GuardarajustesactualesButtonPushed(app, event)
991         % Guardado de ajustes de datos sintéticos
992         % Se guardará lo siguiente:
993         % - Matrices de incidenci

```

```

994         % - Conjunto de caudales medidos
995         % - Patrones de demanda
996         % - Acciones en nodos
997         % - Covarianzas de ruido
998         % - Condiciones iniciales de tanques
999         % - Tiempos de simulación
1000
1001         AjustesS = struct('A', app.UITableMatInca, 'At', app.UITableMatIncAt, 'Ar'
1002         , app.UITableMatIncAr, 'B', app.UITableMatIncB,...
1003         'Cm', app.UITableCm, ...
1004         'Patrones', app.UITablePatrones,...
1005         'AccNodos', app.UITableAccNodos,...
1006         'CovPerdidas', app.UITableCovPerdidas, 'CovEstDemandas', app.
1007         UITableCovEstDemandas, 'CovNvTanque', app.UITableCovNvTanque, 'CovCaudal', app.
1008         UITableCovCaudal,...
1009         'InicioTanque', app.UITableInicioTanque,...
1010         'Tp', app.MomentoPerdida, 'Ts', app.Archivo_Ts.Value, 'Tsim', app.
1011         Archivo_Tsim, 'Te', app.Archivo_Te);
1012         uisave('AjustesS')
1013
1014     end
1015
1016     % Button pushed function: Boton_Carga_inp_3
1017     function Boton_Carga_inp_3ButtonPushed(app, event)
1018         % Función para cargar los ajustes de datos sintéticos guardados en un
1019         archivo.mat
1020
1021         [filename,path] = uigetfile('*.mat'); % Selección de archivo.mat
1022         app.Archivo_mat_AjustesS.Value = filename;
1023
1024         if contains(filename, '.mat') && exist(filename) == 2
1025             try
1026                 app.Archivo_mat_AjustesS.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
1027                 load([path,filename]); % Carga del archivo.mat
1028
1029                 % Carga de matrices de incidencia
1030                 app.UITableMatInca.Data = AjustesS.A.Data;
1031                 app.UITableMatInca.ColumnName = AjustesS.A.ColumnName;
1032                 app.UITableMatInca.RowName = AjustesS.A.RowName;
1033                 app.UITableMatIncAr.Data = AjustesS.Ar.Data;
1034                 app.UITableMatIncAr.ColumnName = AjustesS.Ar.ColumnName;
1035                 app.UITableMatIncAr.RowName = AjustesS.Ar.RowName;
1036                 app.UITableMatIncAt.Data = AjustesS.At.Data;
1037                 app.UITableMatIncAt.ColumnName = AjustesS.At.ColumnName;
1038                 app.UITableMatIncAt.RowName = AjustesS.At.RowName;
1039                 app.UITableMatIncB.Data = AjustesS.B.Data;
1040                 app.UITableMatIncB.ColumnName = AjustesS.B.ColumnName;
1041                 app.UITableMatIncB.RowName = AjustesS.B.RowName;
1042
1043                 % Carga de caudales medidos
1044                 app.UITableCm.Data = AjustesS.Cm.Data;
1045                 app.UITableCm.ColumnName = AjustesS.Cm.ColumnName;
1046                 app.UITableCm.RowName = AjustesS.Cm.RowName;
1047
1048                 % Carga de patrones
1049                 app.UITablePatrones.Data = AjustesS.Patrones.Data;
1050                 app.UITablePatrones.ColumnName = AjustesS.Patrones.ColumnName;
1051                 app.UITablePatrones.RowName = AjustesS.Patrones.RowName;
1052
1053                 % Carga de acciones en nodos
1054                 app.UITableAccNodos.Data = AjustesS.AccNodos.Data;
1055                 app.UITableAccNodos.ColumnName = AjustesS.AccNodos.ColumnName;
1056                 app.UITableAccNodos.RowName = AjustesS.AccNodos.RowName;
1057
1058                 % Carga de covarianzas
1059                 app.UITableCovPerdidas.Data = AjustesS.CovPerdidas.Data;
1060                 app.UITableCovEstDemandas.Data = AjustesS.CovEstDemandas.Data;
1061                 app.UITableCovNvTanque.Data = AjustesS.CovNvTanque.Data;
1062                 app.UITableCovCaudal.Data = AjustesS.CovCaudal.Data;
1063                 app.UITableCovPerdidas.ColumnName = AjustesS.CovPerdidas.
1064                 ColumnName;

```

```

1059     app.UITableCovEstDemandas.ColumnName = AjustesS.CovEstDemandas.
        ColumnName;
1060     app.UITableCovNvTanque.ColumnName = AjustesS.CovNvTanque.
        ColumnName;
1061     app.UITableCovCaudal.ColumnName = AjustesS.CovCaudal.ColumnName;
1062     app.UITableCovPerdidas.RowName = AjustesS.CovPerdidas.RowName;
1063     app.UITableCovEstDemandas.RowName = AjustesS.CovEstDemandas.
        RowName;
1064     app.UITableCovNvTanque.RowName = AjustesS.CovNvTanque.RowName;
1065     app.UITableCovCaudal.RowName = AjustesS.CovCaudal.RowName;
1066
1067     % Carga de condiciones iniciales de los tanques
1068     app.UITableInicioTanque.Data = AjustesS.InicioTanque.Data;
1069     app.UITableInicioTanque.ColumnName = AjustesS.InicioTanque.
        ColumnName;
1070     app.UITableInicioTanque.RowName = AjustesS.InicioTanque.RowName;
1071
1072     % Carga de tiempos
1073     app.MomentoPerdida.Value = AjustesS.Tp.Value;
1074     app.Archivo_Ts.Value = AjustesS.Ts;
1075     app.Archivo_Tsim.Value = AjustesS.Tsim.Value;
1076     app.Archivo_Te.Value = AjustesS.Te.Value;
1077     % app.Archivo_Tincr.Limits = [app.Archivo_Ts.Value, inf];
1078     app.Archivo_Tincr.Value = app.Archivo_Ts.Value;
1079
1080     catch
1081         app.Archivo_mat_AjustesS.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1082         mensaje = msgbox(['Error en la lectura del archivo: ', filename, '.
        '], 'Icon', 'error');
1083     end
1084     else
1085         app.Archivo_mat_AjustesS.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1086     end
1087 end
1088
1089 % Button pushed function: GuardarajustesactualesButton_2
1090 function GuardarajustesactualesButton_2Pushed(app, event)
1091     % Guardado de ajustes de datos sintéticos
1092
1093     % Se guardará lo siguiente:
1094     % - Matrices de incidencia
1095     % - Conjunto de caudales medidos
1096     % - Acciones en nodos
1097
1098     AjustesH = struct('A', app.UITableMatIncA_2, 'At', app.UITableMatIncAt_2,
        'Ar', ...
1099         app.UITableMatIncAr_2, 'B', app.UITableMatIncB_2, 'Cm', app.UITableCm_2
        , ...
1100         'AccNodos_ED', app.UITable_matED, 'AccNodos_EP', app.UITable_matEP);
1101     uisave('AjustesH')
1102
1103 end
1104
1105 % Button pushed function: Boton_Carga_inp_5
1106 function Boton_Carga_inp_5ButtonPushed(app, event)
1107     % Función para cargar los ajustes de datos sintéticos guardados en un
        archivo.mat
1108
1109     [filename,path] = uigetfile('*.mat'); % Selección de archivo.mat
1110     app.Archivo_mat_AjustesH.Value = filename;
1111
1112     if contains(filename, '.mat') && exist(filename) == 2
1113         try
1114             app.Archivo_mat_AjustesH.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
1115             load([path,filename]); % Carga del archivo.mat
1116
1117             % Carga de matrices de incidencia
1118             app.UITableMatIncA_2.Data = AjustesH.A.Data;
1119             app.UITableMatIncA_2.ColumnName = AjustesH.A.ColumnName;
1120             app.UITableMatIncA_2.RowName = AjustesH.A.RowName;
1121             app.UITableMatIncAr_2.Data = AjustesH.Ar.Data;

```

```

1122     app.UITableMatIncAr_2.ColumnName = AjustesH.Ar.ColumnName;
1123     app.UITableMatIncAr_2.RowName = AjustesH.Ar.RowName;
1124     app.UITableMatIncAt_2.Data = AjustesH.At.Data;
1125     app.UITableMatIncAt_2.ColumnName = AjustesH.At.ColumnName;
1126     app.UITableMatIncAt_2.RowName = AjustesH.At.RowName;
1127     app.UITableMatIncB_2.Data = AjustesH.B.Data;
1128     app.UITableMatIncB_2.ColumnName = AjustesH.B.ColumnName;
1129     app.UITableMatIncB_2.RowName = AjustesH.B.RowName;
1130
1131     % Carga de caudales medidos
1132     app.UITableCm_2.Data = AjustesH.Cm.Data;
1133     app.UITableCm_2.ColumnName = AjustesH.Cm.ColumnName;
1134     app.UITableCm_2.RowName = AjustesH.Cm.RowName;
1135
1136     % Carga de acciones en nodos
1137     app.UITable_matED.Data = AjustesH.AccNodos_ED.Data;
1138     app.UITable_matED.ColumnName = AjustesH.AccNodos_ED.ColumnName;
1139     app.UITable_matED.RowName = AjustesH.AccNodos_ED.RowName;
1140     app.UITable_matEP.Data = AjustesH.AccNodos_EP.Data;
1141     app.UITable_matEP.ColumnName = AjustesH.AccNodos_EP.ColumnName;
1142     app.UITable_matEP.RowName = AjustesH.AccNodos_EP.RowName;
1143     catch
1144         app.Archivo_mat_AjustesH.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1145         mensaje = msgbox(['Error en la lectura del archivo: ', filename, '.
1146     ], 'Icon', 'error');
1147     end
1148     else
1149         app.Archivo_mat_AjustesH.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1150     end
1151 end
1152
1153 % Button pushed function: SimSButton
1154 function SimSButtonPushed(app, event)
1155     % Función para simular los datos sintéticos
1156
1157     seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
1158         '¿Desea comenzar con la simulación? Podría llevar unos minutos.', '
1159     Generar datos',...
1160         'Options',{'Sí','No'}, 'DefaultOption',2, 'Icon','question');
1161
1162     if strcmp(seleccion,'Sí')
1163         % Ventana emergente con el progreso. ||| uiprogressdlg tiene un
1164         intervalo de 0 a 1
1165         app.DatosGlobales.EstadoSim = uiprogressdlg(app.RDAppUIFigure,'Message
1166     ',...
1167         'Simulando, por favor espere...', 'Title', 'Estado de la simulación
1168     ');
1169         app.DatosGlobales.flag.guardarHist = false;
1170         [app] = fun_UI_main_Simular(app,event); % Función principal para la
1171     simulación
1172         app.DatosGlobales.EstadoSim.close
1173         app.TabGroup.SelectedTab = app.ReconciliacinTab; % Cambia a la pestaña
1174     de reconciliación
1175
1176         % Habilitar la pestaña de reconciliación
1177         app.ComenzarlareconciliacinPanel.Enable = 'On';
1178         app.TratamientodeajustesPanel_3.Enable = 'On';
1179         app.Buttons_AjustesR.Enable = 'On';
1180         app.SelectordecasoPanel.Enable = 'On';
1181         app.AjustesRTiemposTable.Enable = 'On';
1182         app.ErrorCaudalesPanel.Enable = 'On';
1183         app.AjustesRCovarianzasTable.Enable = 'On';
1184
1185         % Extracción de estructura de datos globales
1186         try
1187             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1188         catch
1189             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1190         end
1191     end

```

```

1186         % Inicialización de covarianzas.
1187         P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2) .* 1e-3;
1188         Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-12, ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e
-12];
1189         Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2, ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr).*1e
-2];
1190         fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1191     end
1192 end
1193
1194     % Button pushed function: SimNSaveSButton
1195     function SimNSaveSButtonPushed(app, event)
1196         % Función para simular los datos sintéticos y guardar datos
1197
1198         seleccion = uiconfirm(app.RDAAppUIFigure,...
1199             '¿Desea comenzar con la simulación? Podría llevar unos minutos.', '
Generar datos',...
1200             'Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','question');
1201         if strcmp(seleccion,'Si')
1202             % Ventana emergente con el progreso. ||| uiprogressdlg tiene un
intervalo de 0 a 1
1203             app.DatosGlobales.EstadoSim = uiprogressdlg(app.RDAAppUIFigure,'Message
',...
1204                 'Simulando, por favor espere...','Title', 'Estado de la simulación
');
1205             app.DatosGlobales.flag.guardarHist = true;
1206             [app] = fun_UI_main_Simular(app,event); % Función principal para la
simulación
1207             app.DatosGlobales.EstadoSim.close
1208             app.TabGroup.SelectedTab = app.ReconciliacinTab; % Cambia a la pestaña
de reconciliación
1209
1210             % Habilitar la pestaña de reconciliación
1211             app.ComenzarlareconciliacinPanel.Enable = 'On';
1212             app.TratamientodeajustesPanel_3.Enable = 'On';
1213             app.Buttons_AjustesR.Enable = 'On';
1214             app.SelectordecasoPanel.Enable = 'On';
1215             app.AjustesRTiemposTable.Enable = 'On';
1216             app.ErrorCaudalesPanel.Enable = 'On';
1217             app.AjustesRCovarianzasTable.Enable = 'On';
1218
1219
1220             % Extracción de estructura de datos globales
1221             try
1222                 Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1223             catch
1224                 Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1225             end
1226
1227             % Inicialización de covarianzas.
1228             P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2) .* 1e-3;
1229             Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-12, ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e
-12];
1230             Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2, ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr).*1e
-2];
1231             fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1232         end
1233     end
1234
1235     % Button pushed function: ContinuarButton_2
1236     function ContinuarButton_2Pushed(app, event)
1237         app.TabGroup.SelectedTab = app.ReconciliacinTab; % Cambia a la pestaña de
reconciliación
1238
1239         % Habilitar la pestaña de reconciliación
1240         app.ComenzarlareconciliacinPanel.Enable = 'On';
1241         app.TratamientodeajustesPanel_3.Enable = 'On';
1242         app.Buttons_AjustesR.Enable = 'On';
1243         app.SelectordecasoPanel.Enable = 'On';
1244         app.AjustesRTiemposTable.Enable = 'On';
1245         app.ErrorCaudalesPanel.Enable = 'On';

```

```

1246     app.AjustesRCovarianzasTable.Enable = 'On';
1247
1248     % Extracción de estructura de datos globales
1249     try
1250         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1251     catch
1252         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1253     end
1254
1255     % Inicialización de covarianzas.
1256     P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2) .* 1e-3;
1257     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-12, ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e-12];
1258     Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2, ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr).*1e-2];
1259     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1260 end
1261
1262 % Button pushed function: CasolButton
1263 function CasolButtonPushed(app, event)
1264     % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
1265     problema
1266     app.DatosRecon.Caso = '1'; % Caso actual
1267     fun_casos(app);
1268
1269     % Extracción de estructura de datos globales
1270     try
1271         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1272     catch
1273         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1274     end
1275     P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2) .* 1e-3;
1276     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-12, ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e-12];
1277     Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2, ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr).*1e-2];
1278     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1279 end
1280
1281 % Button pushed function: Caso2Button
1282 function Caso2ButtonPushed(app, event)
1283     % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
1284     problema
1285     app.DatosRecon.Caso = '2'; % Caso actual
1286     fun_casos(app);
1287
1288     % Extracción de estructura de datos globales
1289     try
1290         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1291     catch
1292         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1293     end
1294     P = ones(1,Mdl.nr * 2) .* 1e-2;
1295     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-10,ones(1,Mdl.nt).*1e-14,ones(1,Mdl.nr).*1e-14];
1296     Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-9,ones(1,Mdl.nr).*1e-2];
1297     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1298 end
1299
1300 % Button pushed function: Caso2rButton
1301 function Caso2rButtonPushed(app, event)
1302     % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
1303     problema
1304     app.DatosRecon.Caso = '2r'; % Caso actual
1305     fun_casos(app);
1306
1307     % Extracción de estructura de datos globales
1308     try
1309         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1310     catch
1311         Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1312     end
1313     P = ones(1,Mdl.nr) .* 0.1;
1314     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-14,ones(1,Mdl.nt).*1e-14];

```

```

1314     Rw = ones(1,Mdl.nr).*1e-2;
1315     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1316
1317     end
1318
1319     % Button pushed function: Caso3Button
1320     function Caso3ButtonPushed(app, event)
1321         % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
1322         problema
1323         app.DatosRecon.Caso = '3'; % Caso actual
1324         fun_casos(app);
1325
1326         % Extracción de estructura de datos globales
1327         try
1328             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1329         catch
1330             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1331         end
1332         P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr).* 0.001;
1333         Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-16,ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e-16];
1334         Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2,ones(1,Mdl.nn*2).*1e-2];
1335         fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1336
1337     end
1338
1339     % Button pushed function: Caso3rButton
1340     function Caso3rButtonPushed(app, event)
1341         % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del
1342         problema
1343         app.DatosRecon.Caso = '3r'; % Caso actual
1344         fun_casos(app);
1345
1346         % Extracción de estructura de datos globales
1347         try
1348             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1349         catch
1350             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1351         end
1352         P = ones(1,Mdl.nn * 2).* 0.001;
1353         Rv = ones(1,Mdl.nn).*1e-16;
1354         Rw = ones(1,Mdl.nn*2).*1e-2;
1355         fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1356
1357     end
1358
1359     % Button pushed function: GenararButton
1360     function GenararButtonPushed(app, event)
1361         % Función para el error del caudal
1362
1363         if strcmp(app.DatosGlobales.TipoDatos,'Datos sintéticos')
1364             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl; % Datos guardados sintéticos
1365         elseif strcmp(app.DatosGlobales.TipoDatos,'Datos históricos')
1366             Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2; % Datos guardados históricos
1367         end
1368
1369         seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
1370             '¿Desea generar la tabla de errores en caudales?','Error en caudales'
1371         /...
1372             'Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon','question');
1373         if strcmp(seleccion,'Sí')
1374             app.UITableInicioErrorCaudal.Enable = 'On';
1375
1376             % Introcucción de los valores en la tabla
1377             app.UITableInicioErrorCaudal.BackgroundColor = [0.96,0.99,1.00; 1 1
1378             1];
1379             % Cambia el color de la tabla
1380             app.UITableInicioErrorCaudal.RowName = {'Valor del parámetro \alpha [
1381             admim.]'};
1382             % Escribe las cabeceras de la tabla
1383             app.UITableInicioErrorCaudal.ColumnName = Mdl.r; % Escribe las
1384             cabeceras de la tabla
1385             liminf = app.ErrorCaudalLI.Value;
1386             limsup = app.ErrorCaudalLS.Value;

```

```

1379         if limsup == 0 && liminf == 0
1380             alphaerr = zeros(1,Mdl.nr);
1381         elseif limsup == liminf
1382             alphaerr = ones(1,Mdl.nr)*limsup;
1383         else
1384             alphaerr = liminf:(limsup-liminf)/cast(Mdl.nr,'double'):limsup;
1385             alphaerr(end) = [];
1386         end
1387
1388         app.UITableInicioErrorCaudal.Data = num2cell(alphaerr);    % Escribe
1389         los datos de la tabla
1390         app.UITableInicioErrorCaudal.ColumnEditable = true;    % Habilita la
1391         edición de los campos numéricos
1392     end
1393
1394     % Selection changed function: Buttons_AjustesR
1395     function Buttons_AjustesRSelectionChanged(app, event)
1396         selectedButton = app.Buttons_AjustesR.SelectedObject.Text;
1397
1398         switch selectedButton
1399             case app.Button_AjustesR_tiempo.Text % Selección de ajustes temporales
1400                 app.ErrorCaudalesPanel.Visible = 'Off';
1401                 app.AjustesRCovarianzasTable.Visible = 'Off';
1402                 app.AjustesRTiemposTable.Visible = 'On';
1403             case app.Button_AjustesR_cov.Text % Selección de ajustes de
1404                 covarianzas de estimación
1405                 app.ErrorCaudalesPanel.Visible = 'Off';
1406                 app.AjustesRCovarianzasTable.Visible = 'On';
1407                 app.AjustesRTiemposTable.Visible = 'Off';
1408             case app.Button_AjustesR_error.Text % Selección de ajustes de error en
1409                 caudales
1410                 app.ErrorCaudalesPanel.Visible = 'On';
1411                 app.AjustesRCovarianzasTable.Visible = 'Off';
1412                 app.AjustesRTiemposTable.Visible = 'Off';
1413                 app.UITableInicioErrorCaudal.Enable = 'On';
1414         end
1415     end
1416
1417     % Button pushed function: GuardarajustesactualesButton_3
1418     function GuardarajustesactualesButton_3Pushed(app, event)
1419         % Función para guardar los ajustes de la reconciliación
1420
1421         % Se guardará lo siguiente:
1422         % - Ajustes temporales
1423         % - Límites de alpha
1424         % - Tabla con las alphas
1425
1426         AjustesR = struct('Ti', app.Archivo_Ti, 'Tincr', app.Archivo_Tincr,...
1427             'alphaLS', app.ErrorCaudalLS, 'alphaLI', app.ErrorCaudalLS,...
1428             'alphas', app.UITableInicioErrorCaudal,...
1429             'hminnode', app.HminNodo, 'hmaxnode', app.HmaxNodo);
1430         uisave('AjustesR')
1431     end
1432
1433     % Button pushed function: Boton_Carga_inp_6
1434     function Boton_Carga_inp_6ButtonPushed(app, event)
1435         % Función para cargar los ajustes de datos sintéticos guardados en un
1436         archivo.mat
1437
1438         [filename,path] = uigetfile('*.mat');    % Selección de archivo.mat
1439         app.Archivo_mat_AjustesS_2.Value = filename;
1440
1441         if contains(filename, '.mat') && exist(filename) == 2
1442             try
1443                 app.Archivo_mat_AjustesS_2.BackgroundColor = [0.75,1.00,0.55];
1444                 load([path,filename]);    % Carga del archivo.mat
1445
1446                 % Carga de ajustes temporales

```



```

1445     app.Archivo_Ti.Value = AjustesR.Ti.Value;
1446     % if AjustesR.Tincr.Value < AjustesR.Tincr.Limits(1)
1447     %     app.Archivo_Tincr.Value = AjustesR.Tincr.Limits(1);
1448     % else
1449     %     app.Archivo_Tincr.Value = AjustesR.Tincr.Value;
1450     % end
1451     app.Archivo_Tincr.Value = AjustesR.Tincr.Value;
1452
1453     % Carga de límites de alpha
1454     app.ErrorCaudalLS.Value = AjustesR.alphaLS.Value;
1455     app.ErrorCaudalLS.Value = AjustesR.alphaLS.Value;
1456
1457     % Carga de tabla de alphas
1458     app.UITableInicioErrorCaudal.Data = AjustesR.alphas.Data;
1459     app.UITableInicioErrorCaudal.ColumnName = AjustesR.alphas.
ColumnName;
1460
1461     app.UITableInicioErrorCaudal.RowName = AjustesR.alphas.RowName;
1462
1463     % Carga de altura de que soportan los nodos
1464     app.HmaxNodo.Value = AjustesR.hmaxnode.Value;
1465     app.HminNodo.Value = AjustesR.hminnode.Value;
1466
1467     catch
1468     app.Archivo_mat_AjustesS_2.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1469     mensaje = msgbox(['Error en la lectura del archivo: ', filename, '.
'], 'Error', 'error');
1470     end
1471     else
1472     app.Archivo_mat_AjustesS_2.BackgroundColor = [1.00,0.55,0.55];
1473     end
1474     end
1475
1476     % Button pushed function: RegenerartablasButton
1477     function RegenerartablasButtonPushed(app, event)
1478     % Función para reescribir los valores de las tablas de covarianzas.
1479     % Dependiendo del caso seleccionado se usarán unas matrices u otras.
1480
1481     % Extracción de estructura de datos globales
1482     try
1483     Mdl = app.DatosGlobales.Mdl;
1484     catch
1485     Mdl = app.DatosGlobales.Mdl2;
1486     end
1487
1488     casos = {'1', '2', '2r', '3', '3r'};
1489     switch app.DatosRecon.Caso
1490     case casos{1} % Caso 1
1491     P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2) .* 1e-3;
1492     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-12, ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr)
.*1e-12];
1493     Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2, ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr)
.*1e-2];
1494     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1495
1496     case casos{2} % Caso 2
1497     P = ones(1,Mdl.nr * 2) .* 1e-2;
1498     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-10,ones(1,Mdl.nt).*1e-14,ones(1,Mdl.nr)
.*1e-14];
1499     Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-9,ones(1,Mdl.nr).*1e-2];
1500     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1501
1502     case casos{3} % Caso 2r
1503     P = ones(1,Mdl.nr) .* 0.1;
1504     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-14,ones(1,Mdl.nt).*1e-14];
1505     Rw = ones(1,Mdl.nr).*1e-2;
1506     fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1507
1508     case casos{4} % Caso 3
1509     P = ones(1,Mdl.nn * 2 + Mdl.nr) .* 0.001;
1510     Rv = [ones(1,Mdl.nn).*1e-16,ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr)
.*1e-16];

```

```

1510         Rw = [ones(1,Mdl.nr).*1e-2,ones(1,Mdl.nn*2).*1e-2];
1511         fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1512
1513         case casos{5} % Caso 3r
1514             P = ones(1,Mdl.nn * 2).* 0.001;
1515             Rv = ones(1,Mdl.nn).*1e-16;
1516             Rw = ones(1,Mdl.nn*2).*1e-2;
1517             fun_reconCov(app,P,Rv,Rw)
1518
1519         otherwise
1520             disp('Caso inexistente')
1521             return
1522     end
1523 end
1524
1525 % Button pushed function: ComenzarButton
1526 function ComenzarButtonPushed(app, event)
1527     % Función para comenzar con la reconciliación.
1528     seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
1529         strcat('¿Desea iniciar la reconciliación para el caso',{ ' ' },app.
1530 DatosRecon.Caso,'?'),...
1531         'Iniciar reconciliación','Options',{'Sí','No'},'DefaultOption',2,'Icon
1532 ','question');
1533     if strcmp(seleccion,'Sí')
1534         % Borrar datos residuales
1535         try
1536             app.DatosRecon.Mdl = [];
1537             app.DatosRecon.DT = [];
1538             app.DatosRecon.FK = [];
1539             app.DatosRecon.SolCaso = [];
1540         catch
1541         end
1542
1543         % Recopilación de datos
1544         if strcmp(app.DatosGlobales.TipoDatos,'Datos sintéticos')
1545             % Datos generales
1546             app.DatosRecon.Mdl = app.DatosGlobales.Mdl; % Datos guardados sint
1547 éticos
1548             app.DatosRecon.DT = app.DatosGlobales.DT; % Datos guardados sinté
1549 ticos
1550
1551             % Matrices de incidencia
1552             app.DatosRecon.Mdl.A = app.UITableMatIncA.Data; % Matriz de
1553 incidencia A
1554             app.DatosRecon.Mdl.Ar = app.UITableMatIncAr.Data; % Matriz de
1555 incidencia Ar
1556             app.DatosRecon.Mdl.At = app.UITableMatIncAt.Data; % Matriz de
1557 incidencia At
1558             app.DatosRecon.Mdl.B = app.UITableMatIncB.Data; % Matriz de
1559 incidencia B
1560
1561             % Selección de caudales
1562             app.DatosRecon.FK.Cm = ones(1,app.DatosRecon.Mdl.nr);
1563             aux = find(app.UITableCm.Data == 0);
1564             app.DatosRecon.FK.Cm(aux) = 0;
1565             app.DatosRecon.FK.Cm_diag = diag(app.DatosRecon.FK.Cm);
1566
1567             % Acción en nodos
1568             app.DatosRecon.FK.ED = cell2mat(app.UITableAccNodos.Data(:,5)'); %
1569 Relación de nodos de demanda
1570             app.DatosRecon.FK.ED_diag = diag(app.DatosRecon.FK.ED); % Relación
1571 de nodos de demanda
1572             app.DatosRecon.FK.EP = cell2mat(app.UITableAccNodos.Data(:,6)'); %
1573 Relación de nodos de pérdidas
1574             app.DatosRecon.FK.EP_diag = diag(app.DatosRecon.FK.EP); % Relación
1575 de nodos de pérdidas
1576
1577         elseif strcmp(app.DatosGlobales.TipoDatos,'Datos históricos')
1578             % Datos generales
1579             app.DatosRecon.Mdl = app.DatosGlobales.Hist.Mdl; % Datos guardados
1580 históricos

```

```

1568
1569         % Datos históricos
1570         app.DatosRecon.DT.presiones = app.DatosGlobales.Hist.DT.presiones;
1571         % Alturas en tanques y nodos
1572         % app.DatosRecon.DT.presiones = app.DatosGlobales.Hist.DT.
presiones(:, app.DatosRecon.Mdl.ind_t); % Altura de tanque
1573         % app.DatosRecon.DT.presiones = app.DatosGlobales.Hist.DT.
presiones(:, app.DatosRecon.Mdl.ind_nl); % Alturas de nodos de pérdidas
1574         app.DatosRecon.DT.demandas = app.DatosGlobales.Hist.DT.demandas(:,
app.DatosRecon.Mdl.ind_nl); % Caudales de demanda
1575         app.DatosRecon.DT.demanda_y_perdida = app.DatosGlobales.Hist.DT.
demanda_y_perdida(:, app.DatosRecon.Mdl.ind_nl); % Caudales de demanda
1576         app.DatosRecon.DT.demanda_y_perdida_sin_error = app.DatosGlobales.
Hist.DT.demanda_y_perdida_sin_error(:, app.DatosRecon.Mdl.ind_nl); % Caudales de
demanda
1577         app.DatosRecon.DT.demandas_sin_error = app.DatosGlobales.Hist.DT.
demandas_sin_error(:, app.DatosRecon.Mdl.ind_nl); % Caudales de demanda
1578         app.DatosRecon.DT.caudales = app.DatosGlobales.Hist.DT.caudales;
1579         % Caudales de rama medidos
1580
1581         % Matrices de incidencia
1582         app.DatosRecon.Mdl.A = app.UITableMatIncA_2.Data; % Matriz de
incidencia A
1583         app.DatosRecon.Mdl.Ar = app.UITableMatIncAr_2.Data; % Matriz de
incidencia Ar
1584         app.DatosRecon.Mdl.At = app.UITableMatIncAt_2.Data; % Matriz de
incidencia At
1585         app.DatosRecon.Mdl.B = app.UITableMatIncB_2.Data; % Matriz de
incidencia B
1586
1587         % Selección de caudales
1588         app.DatosRecon.FK.Cm = ones(1, app.DatosRecon.Mdl.nr);
1589         aux = find(app.UITableCm_2.Data == 0);
1590         app.DatosRecon.FK.Cm(aux) = 0;
1591         app.DatosRecon.FK.Cm_diag = diag(app.DatosRecon.FK.Cm);
1592
1593         % Acción en nodos
1594         app.DatosRecon.FK.ED = app.UITable_matED.Data; % Relación de nodos
de demanda
1595         app.DatosRecon.FK.ED_diag = diag(app.DatosRecon.FK.ED); % Relación
de nodos de demanda
1596         app.DatosRecon.FK.EP = app.UITable_matED.Data; % Relación de nodos
de pérdidas
1597         app.DatosRecon.FK.EP_diag = diag(app.DatosRecon.FK.EP); % Relación
de nodos de pérdidas
1598
1599         end
1600
1601         % Alturas que soportan los nodos
1602         app.DatosRecon.FK.hmaxnode = app.HmaxNode.Value;
1603         app.DatosRecon.FK.hminnode = app.HminNode.Value;
1604
1605         % Guardado de tiempos de reconciliación
1606         app.DatosRecon.Mdl.Ti = app.Archivo_Ti.Value; % Tiempo de integración
Mdl.Ts; % Tiempo de integración
1607         app.DatosRecon.Mdl.Tincr = app.Archivo_Tincr.Value; % Resolución
temporal
1608         if mod(app.DatosRecon.Mdl.Tincr, app.DatosRecon.Mdl.Ts) ~= 0 % Hacemos
que la resolución temporal sea múltiplo de Ts
1609             app.DatosRecon.Mdl.Tincr = app.DatosRecon.Mdl.Tincr - mod(app.
DatosRecon.Mdl.Tincr, app.DatosRecon.Mdl.Ts);
1610         end
1611         % N° de instantes de de la resolución temporal respecto al tiempo de
muestreo
1612         app.DatosRecon.Mdl.TincrNiter = app.DatosRecon.Mdl.Tincr / app.
DatosRecon.Mdl.Ts;
1613
1614         % Guardadod error de calibración
1615         if isempty(app.UITableInicioErrorCaudal.Data)
app.DatosRecon.FK.alphaerr = zeros(1, app.DatosRecon.Mdl.nr);

```

```

1616         else
1617             app.DatosRecon.FK.alphaerr = cell2mat(app.UITableInicioErrorCaudal.
Data);
1618         end
1619
1620         % Guardado de matrices de covarianzas
1621         app.DatosRecon.FK.Pk1_pred = diag(app.UITableCovIni.Data); % Estimació
n de la covarianza inicial
1622         app.DatosRecon.FK.Rv = diag(app.UITable_CovBalan.Data); % Confianza en
las ecs de balance
1623         app.DatosRecon.FK.Rw = diag(app.UITableCovestim.Data); % Variabilidad
de los parámetros
1624
1625         % Llamada a la función principal de reconciliación
1626         [app] = fun_UI_main_Reconciliar(app);
1627
1628         % Cambio de pestaña para proceder al graficado de resultados
1629         app.GraficarfigextButton.Enable = 'On'; % Deshabilita la edición de
las gráficas
1630         app.GraficarButton.Enable = 'On'; % Deshabilita la edición de las grá
ficas
1631         app.GuardarresultadosButton.Enable = 'On'; % Deshabilita la edición de
las gráficas
1632         app.LimpiargrficasButton.Enable = 'On'; % Deshabilita la edición de
las gráficas
1633
1634         % Graficado de resultados
1635         [app] = fun_UI_graficas(app, 'interna', false);
1636     end
1637 end
1638
1639 % Value changed function: LimpiargrficasButton
1640 function LimpiargrficasButtonValueChanged(app, event)
1641     % value = app.LimpiargrficasButton.Value;
1642     delete(app.GraficasTab.Children)
1643 end
1644
1645 % Value changed function: GraficarButton
1646 function GraficarButtonValueChanged(app, event)
1647     % value = app.GraficarButton.Value;
1648     % Graficado de resultados
1649     [app] = fun_UI_graficas(app, 'interna', false);
1650 end
1651
1652 % Value changed function: GraficarfigextButton
1653 function GraficarfigextButtonValueChanged(app, event)
1654     % value = app.GraficarfigextButton.Value;
1655     % Graficado de resultados
1656     tipografica = 'externa';
1657     seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...
1658         strcat(';Desea iniciar la reconciliación para el caso', {' ' },app.
DatosRecon.Caso,'?'),...
1659         'Seleccione la acción a realizar','Options',{'Graficar','Graficar y
guardar', 'Cancelar'},'DefaultOption',3,'Icon','question');
1660     if strcmp(seleccion,'Graficar')
1661         [app] = fun_UI_graficas(app, 'externa', false);
1662     elseif strcmp(seleccion,'Graficar y guardar')
1663         [app] = fun_UI_graficas(app, 'externa', true);
1664     end
1665 end
1666
1667
1668
1669
1670 end
1671
1672 % Value changed function: GuardarresultadosButton
1673 function GuardarresultadosButtonValueChanged(app, event)
1674     value = app.GuardarresultadosButton.Value;
1675
1676     seleccion = uiconfirm(app.RDAppUIFigure,...

```

```

1677     '¿Desea guardar los datos de la estructura de la red, los datos histó
ricos y los datos de reconciliación?', 'Guardar datos', ...
1678     'Options', {'Sí', 'No'}, 'DefaultOption', 2, 'Icon', 'warning');
1679     if strcmp(seleccion, 'Sí')
1680         % Ajustes previos
1681         % Extracción de datos
1682         DT = app.DatosRecon.DT;
1683         Mdl = app.DatosRecon.Mdl;
1684         FK = app.DatosRecon.FK;
1685         SolCaso = app.DatosRecon.SolCaso;
1686
1687         % Cambios de conversión [m^3] -> [l]
1688         DT.Vd = DT.Vd * 1000;
1689         DT.Vd_sin_error = DT.Vd_sin_error * 1000;
1690         DT.Vdp = DT.Vdp * 1000;
1691         DT.Vdp_sin_error = DT.Vdp_sin_error * 1000;
1692         DT.Vm = DT.Vm * 1000;
1693         DT.Vm_sin_error = DT.Vm_sin_error * 1000;
1694         try
1695             SolCaso.VQ = SolCaso.VQ * 1000;
1696         end
1697
1698         RDAApp_data = struct('DT', DT, ... % Datos históricos
1699             'Mdl', Mdl, ... % Estructura de la red
1700             'FK', FK, ... % Datos previos a la reconciliación
1701             'SolCaso', SolCaso); % Datos tras la reconciliación
1702         uisave('RDAApp_data')
1703     end
1704
1705 end
1706
1707 end
1708
1709 % Component initialization
1710 methods (Access = private)
1711
1712 % Create UIFigure and components
1713 function createComponents(app)
1714
1715     % Get the file path for locating images
1716     pathToMLAPP = fileparts(fullfile('fullpath'));
1717
1718     % Create RDAAppUIFigure and hide until all components are created
1719     app.RDAAppUIFigure = uifigure('Visible', 'off');
1720     app.RDAAppUIFigure.Color = [1 1 1];
1721     app.RDAAppUIFigure.Position = [100 100 1223 725];
1722     app.RDAAppUIFigure.Name = 'RDAApp';
1723     app.RDAAppUIFigure.Icon = fullfile(pathToMLAPP, 'RDAApp_Logo.png');
1724     app.RDAAppUIFigure.Scrollable = 'on';
1725
1726     % Create TabGroup
1727     app.TabGroup = uitabgroup(app.RDAAppUIFigure);
1728     app.TabGroup.Position = [1 1 1222 724];
1729
1730     % Create GeneracindedatosTab
1731     app.GeneracindedatosTab = uitab(app.TabGroup);
1732     app.GeneracindedatosTab.Title = 'Generación de datos';
1733     app.GeneracindedatosTab.BackgroundColor = [1 1 1];
1734
1735     % Create GridLayout17
1736     app.GridLayout17 = uigridlayout(app.GeneracindedatosTab);
1737     app.GridLayout17.ColumnWidth = {'1.09x', 239, 178, 60, '1.05x'};
1738     app.GridLayout17.RowHeight = {25, '1x', 437, '1.62x'};
1739     app.GridLayout17.ColumnSpacing = 5.59999847412109;
1740     app.GridLayout17.RowSpacing = 3.95999755859375;
1741     app.GridLayout17.Padding = [5.59999847412109 3.95999755859375
5.59999847412109 3.95999755859375];
1742     app.GridLayout17.BackgroundColor = [1 1 1];
1743
1744     % Create BotonSintetico
1745     app.BotonSintetico = uibutton(app.GridLayout17, 'state');

```

```

1745     app.BotonSintetico.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@BotonSinteticoValueChanged, true);
1746     app.BotonSintetico.Text = 'Generación de datos sintéticos';
1747     app.BotonSintetico.FontName = 'Century Gothic';
1748     app.BotonSintetico.FontSize = 14;
1749     app.BotonSintetico.Layout.Row = 1;
1750     app.BotonSintetico.Layout.Column = 2;
1751
1752     % Create BotonHistorico
1753     app.BotonHistorico = uibutton(app.GridLayout17, 'state');
1754     app.BotonHistorico.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@BotonHistoricoValueChanged, true);
1755     app.BotonHistorico.Text = 'Aportar datos históricos';
1756     app.BotonHistorico.FontName = 'Century Gothic';
1757     app.BotonHistorico.FontSize = 14;
1758     app.BotonHistorico.Layout.Row = 1;
1759     app.BotonHistorico.Layout.Column = [3 4];
1760
1761     % Create LogoMain
1762     app.LogoMain = uiimage(app.GridLayout17);
1763     app.LogoMain.Layout.Row = 3;
1764     app.LogoMain.Layout.Column = [2 4];
1765     app.LogoMain.ImageSource = 'RDApp_Logo.png';
1766
1767     % Create PanelHistorico
1768     app.PanelHistorico = uipanel(app.GridLayout17);
1769     app.PanelHistorico.TitlePosition = 'centertop';
1770     app.PanelHistorico.Title = 'Generación de datos a partir de históricos
facilitados';
1771     app.PanelHistorico.BackgroundColor = [1 1 1];
1772     app.PanelHistorico.Layout.Row = [2 4];
1773     app.PanelHistorico.Layout.Column = [1 5];
1774     app.PanelHistorico.FontName = 'Century Gothic';
1775     app.PanelHistorico.FontWeight = 'bold';
1776     app.PanelHistorico.FontSize = 16;
1777
1778     % Create GridLayout2_2
1779     app.GridLayout2_2 = uigridlayout(app.PanelHistorico);
1780     app.GridLayout2_2.ColumnWidth = {448, '1x'};
1781     app.GridLayout2_2.RowHeight = {64, 64, 125, 96, 64, '1x'};
1782     app.GridLayout2_2.RowSpacing = 7.52000045776367;
1783     app.GridLayout2_2.Padding = [10 7.52000045776367 10 7.52000045776367];
1784     app.GridLayout2_2.BackgroundColor = [1 1 1];
1785
1786     % Create PanelCargainp_2
1787     app.PanelCargainp_2 = uipanel(app.GridLayout2_2);
1788     app.PanelCargainp_2.TitlePosition = 'centertop';
1789     app.PanelCargainp_2.Title = 'Selección de archivo .inp';
1790     app.PanelCargainp_2.BackgroundColor = [1 1 1];
1791     app.PanelCargainp_2.Layout.Row = 1;
1792     app.PanelCargainp_2.Layout.Column = 1;
1793     app.PanelCargainp_2.FontName = 'Century Gothic';
1794     app.PanelCargainp_2.FontWeight = 'bold';
1795     app.PanelCargainp_2.FontSize = 14;
1796
1797     % Create GridLayout16
1798     app.GridLayout16 = uigridlayout(app.PanelCargainp_2);
1799     app.GridLayout16.ColumnWidth = {124, '1x'};
1800     app.GridLayout16.RowHeight = {23};
1801     app.GridLayout16.Padding = [10 8.5 10 8.5];
1802     app.GridLayout16.BackgroundColor = [1 1 1];
1803
1804     % Create Archivo_inp_2
1805     app.Archivo_inp_2 = uieditfield(app.GridLayout16, 'text');
1806     app.Archivo_inp_2.Editable = 'off';
1807     app.Archivo_inp_2.FontName = 'Century Gothic';
1808     app.Archivo_inp_2.FontSize = 14;
1809     app.Archivo_inp_2.FontWeight = 'bold';
1810     app.Archivo_inp_2.Layout.Row = 1;
1811     app.Archivo_inp_2.Layout.Column = 2;
1812

```

```

1813     % Create Boton_Carga_inp_4
1814     app.Boton_Carga_inp_4 = uibutton(app.GridLayout16, 'push');
1815     app.Boton_Carga_inp_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Boton_Carga_inp_4ButtonPushed, true);
1816     app.Boton_Carga_inp_4.FontName = 'Century Gothic';
1817     app.Boton_Carga_inp_4.Layout.Row = 1;
1818     app.Boton_Carga_inp_4.Layout.Column = 1;
1819     app.Boton_Carga_inp_4.Text = 'Cargar archivo';
1820
1821     % Create Buttons_AjustesH
1822     app.Buttons_AjustesH = uibuttongroup(app.GridLayout2_2);
1823     app.Buttons_AjustesH.SelectionChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Buttons_AjustesHSelectionChanged, true);
1824     app.Buttons_AjustesH.TitlePosition = 'centertop';
1825     app.Buttons_AjustesH.Title = 'Ajustes de datos';
1826     app.Buttons_AjustesH.BackgroundColor = [1 1 1];
1827     app.Buttons_AjustesH.Layout.Row = 3;
1828     app.Buttons_AjustesH.Layout.Column = 1;
1829     app.Buttons_AjustesH.FontName = 'Century Gothic';
1830     app.Buttons_AjustesH.FontWeight = 'bold';
1831     app.Buttons_AjustesH.FontSize = 14;
1832
1833     % Create Button1_VistaRed_2
1834     app.Button1_VistaRed_2 = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesH);
1835     app.Button1_VistaRed_2.Text = 'Vista preliminar de la red';
1836     app.Button1_VistaRed_2.FontName = 'Century Gothic';
1837     app.Button1_VistaRed_2.Position = [12 70 206 23];
1838     app.Button1_VistaRed_2.Value = true;
1839
1840     % Create Button2_MatricesIncidencia_2
1841     app.Button2_MatricesIncidencia_2 = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesH);
1842     app.Button2_MatricesIncidencia_2.Text = 'Matrices de incidencia';
1843     app.Button2_MatricesIncidencia_2.FontName = 'Century Gothic';
1844     app.Button2_MatricesIncidencia_2.Position = [231 70 208 23];
1845
1846     % Create Button3_CaudalesMedidos_2
1847     app.Button3_CaudalesMedidos_2 = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesH);
1848     app.Button3_CaudalesMedidos_2.Text = 'Selección de caudales medidos';
1849     app.Button3_CaudalesMedidos_2.FontName = 'Century Gothic';
1850     app.Button3_CaudalesMedidos_2.Position = [12 41 206 23];
1851
1852     % Create Button5_AccNodos_2
1853     app.Button5_AccNodos_2 = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesH);
1854     app.Button5_AccNodos_2.Text = 'Acciones en nodos';
1855     app.Button5_AccNodos_2.FontName = 'Century Gothic';
1856     app.Button5_AccNodos_2.Position = [231 41 208 23];
1857
1858     % Create Button6_Datishist_2
1859     app.Button6_Datishist_2 = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesH);
1860     app.Button6_Datishist_2.Text = 'Datos históricos';
1861     app.Button6_Datishist_2.FontName = 'Century Gothic';
1862     app.Button6_Datishist_2.Position = [12 11 427 23];
1863
1864     % Create TratamientodeajustesPanel_2
1865     app.TratamientodeajustesPanel_2 = uipanel(app.GridLayout2_2);
1866     app.TratamientodeajustesPanel_2.TitlePosition = 'centertop';
1867     app.TratamientodeajustesPanel_2.Title = 'Tratamiento de ajustes';
1868     app.TratamientodeajustesPanel_2.BackgroundColor = [1 1 1];
1869     app.TratamientodeajustesPanel_2.Layout.Row = 4;
1870     app.TratamientodeajustesPanel_2.Layout.Column = 1;
1871     app.TratamientodeajustesPanel_2.FontName = 'Century Gothic';
1872     app.TratamientodeajustesPanel_2.FontWeight = 'bold';
1873     app.TratamientodeajustesPanel_2.FontSize = 14;
1874
1875     % Create GridLayout13
1876     app.GridLayout13 = uigridlayout(app.TratamientodeajustesPanel_2);
1877     app.GridLayout13.ColumnWidth = {'0.8x', '1.2x'};
1878     app.GridLayout13.RowHeight = {'100x', '100x'};
1879     app.GridLayout13.RowSpacing = 8.666666666666667;
1880     app.GridLayout13.Padding = [10 8.666666666666667 10 8.666666666666667];
1881     app.GridLayout13.BackgroundColor = [1 1 1];

```

```

1882
1883     % Create Boton_Carga_inp_5
1884     app.Boton_Carga_inp_5 = uibutton(app.GridLayout13, 'push');
1885     app.Boton_Carga_inp_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Boton_Carga_inp_5ButtonPushed, true);
1886     app.Boton_Carga_inp_5.FontName = 'Century Gothic';
1887     app.Boton_Carga_inp_5.Layout.Row = 2;
1888     app.Boton_Carga_inp_5.Layout.Column = 1;
1889     app.Boton_Carga_inp_5.Text = 'Cargar archivo de ajustes';
1890
1891     % Create Archivo_mat_AjustesH
1892     app.Archivo_mat_AjustesH = uieditfield(app.GridLayout13, 'text');
1893     app.Archivo_mat_AjustesH.Editable = 'off';
1894     app.Archivo_mat_AjustesH.FontName = 'Century Gothic';
1895     app.Archivo_mat_AjustesH.FontSize = 14;
1896     app.Archivo_mat_AjustesH.FontWeight = 'bold';
1897     app.Archivo_mat_AjustesH.Layout.Row = 2;
1898     app.Archivo_mat_AjustesH.Layout.Column = 2;
1899
1900     % Create GuardarajustesactualesButton_2
1901     app.GuardarajustesactualesButton_2 = uibutton(app.GridLayout13, 'push');
1902     app.GuardarajustesactualesButton_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app
, @GuardarajustesactualesButton_2Pushed, true);
1903     app.GuardarajustesactualesButton_2.FontName = 'Century Gothic';
1904     app.GuardarajustesactualesButton_2.Layout.Row = 1;
1905     app.GuardarajustesactualesButton_2.Layout.Column = [1 2];
1906     app.GuardarajustesactualesButton_2.Text = 'Guardar ajustes actuales';
1907
1908     % Create Image_2
1909     app.Image_2 = uiimage(app.GridLayout2_2);
1910     app.Image_2.Layout.Row = 6;
1911     app.Image_2.Layout.Column = 1;
1912     app.Image_2.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'RDApp_Logo.png');
1913
1914     % Create PanelCargamat
1915     app.PanelCargamat = uipanel(app.GridLayout2_2);
1916     app.PanelCargamat.TitlePosition = 'centertop';
1917     app.PanelCargamat.Title = 'Selección de archivo de datos históricos .mat';
1918     app.PanelCargamat.BackgroundColor = [1 1 1];
1919     app.PanelCargamat.Layout.Row = 2;
1920     app.PanelCargamat.Layout.Column = 1;
1921     app.PanelCargamat.FontName = 'Century Gothic';
1922     app.PanelCargamat.FontWeight = 'bold';
1923     app.PanelCargamat.FontSize = 14;
1924
1925     % Create GridLayout15
1926     app.GridLayout15 = uigridlayout(app.PanelCargamat);
1927     app.GridLayout15.ColumnWidth = {124, '1x'};
1928     app.GridLayout15.RowHeight = {23};
1929     app.GridLayout15.Padding = [10 8.5 10 8.5];
1930     app.GridLayout15.BackgroundColor = [1 1 1];
1931
1932     % Create Archivo_mat
1933     app.Archivo_mat = uieditfield(app.GridLayout15, 'text');
1934     app.Archivo_mat.Editable = 'off';
1935     app.Archivo_mat.FontName = 'Century Gothic';
1936     app.Archivo_mat.FontSize = 14;
1937     app.Archivo_mat.FontWeight = 'bold';
1938     app.Archivo_mat.Layout.Row = 1;
1939     app.Archivo_mat.Layout.Column = 2;
1940
1941     % Create Boton_Carga_mat
1942     app.Boton_Carga_mat = uibutton(app.GridLayout15, 'push');
1943     app.Boton_Carga_mat.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Boton_Carga_matButtonPushed, true);
1944     app.Boton_Carga_mat.FontName = 'Century Gothic';
1945     app.Boton_Carga_mat.Layout.Row = 1;
1946     app.Boton_Carga_mat.Layout.Column = 1;
1947     app.Boton_Carga_mat.Text = 'Cargar archivo';
1948
1949     % Create TabGroupAjustes_2

```



```

1950 app.TabGroupAjustes_2 = uitabgroup(app.GridLayout2_2);
1951 app.TabGroupAjustes_2.Layout.Row = [1 6];
1952 app.TabGroupAjustes_2.Layout.Column = 2;
1953
1954 % Create Tab_AjustesHRed
1955 app.Tab_AjustesHRed = uitab(app.TabGroupAjustes_2);
1956 app.Tab_AjustesHRed.Title = 'Red';
1957 app.Tab_AjustesHRed.BackgroundColor = [1 1 1];
1958
1959 % Create GridLayout4_2
1960 app.GridLayout4_2 = uigridlayout(app.Tab_AjustesHRed);
1961 app.GridLayout4_2.ColumnWidth = {'1x', 70};
1962 app.GridLayout4_2.RowHeight = {'1x'};
1963 app.GridLayout4_2.BackgroundColor = [1 1 1];
1964
1965 % Create UIAxesDibujoRed_2
1966 app.UIAxesDibujoRed_2 = uiaxes(app.GridLayout4_2);
1967 title(app.UIAxesDibujoRed_2, 'Vista preliminar de la red')
1968 xlabel(app.UIAxesDibujoRed_2, 'Coordenada X')
1969 ylabel(app.UIAxesDibujoRed_2, 'Coordenada Y')
1970 zlabel(app.UIAxesDibujoRed_2, 'Z')
1971 app.UIAxesDibujoRed_2.LabelFontSizeMultiplier = 1;
1972 app.UIAxesDibujoRed_2.FontName = 'Century Gothic';
1973 app.UIAxesDibujoRed_2.FontSize = 18;
1974 app.UIAxesDibujoRed_2.Layout.Row = 1;
1975 app.UIAxesDibujoRed_2.Layout.Column = 1;
1976
1977 % Create ImageLeyendaRed_2
1978 app.ImageLeyendaRed_2 = uiimage(app.GridLayout4_2);
1979 app.ImageLeyendaRed_2.Visible = 'off';
1980 app.ImageLeyendaRed_2.Layout.Row = 1;
1981 app.ImageLeyendaRed_2.Layout.Column = 2;
1982 app.ImageLeyendaRed_2.VerticalAlignment = 'top';
1983 app.ImageLeyendaRed_2.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'leyenda.PNG');
1984
1985 % Create Tab_AjustesHMatrices
1986 app.Tab_AjustesHMatrices = uitab(app.TabGroupAjustes_2);
1987 app.Tab_AjustesHMatrices.Title = 'Matrices';
1988 app.Tab_AjustesHMatrices.BackgroundColor = [1 1 1];
1989
1990 % Create GridLayout_2
1991 app.GridLayout_2 = uigridlayout(app.Tab_AjustesHMatrices);
1992 app.GridLayout_2.ColumnWidth = {'1x', '5.38x'};
1993 app.GridLayout_2.RowHeight = {'4x', '2x', '2x', '3.18x'};
1994 app.GridLayout_2.BackgroundColor = [1 1 1];
1995
1996 % Create UITableMatIncA_2
1997 app.UITableMatIncA_2 = uitable(app.GridLayout_2);
1998 app.UITableMatIncA_2.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
1999 app.UITableMatIncA_2.RowName = {};
2000 app.UITableMatIncA_2.Layout.Row = 1;
2001 app.UITableMatIncA_2.Layout.Column = 2;
2002
2003 % Create MatIncALabel_2
2004 app.MatIncALabel_2 = uilabel(app.GridLayout_2);
2005 app.MatIncALabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
2006 app.MatIncALabel_2.FontName = 'Century Gothic';
2007 app.MatIncALabel_2.Layout.Row = 1;
2008 app.MatIncALabel_2.Layout.Column = 1;
2009 app.MatIncALabel_2.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; ' nodos libres (
A)'};
2010
2011 % Create UITableMatIncAr_2
2012 app.UITableMatIncAr_2 = uitable(app.GridLayout_2);
2013 app.UITableMatIncAr_2.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2014 app.UITableMatIncAr_2.RowName = {};
2015 app.UITableMatIncAr_2.Layout.Row = 2;
2016 app.UITableMatIncAr_2.Layout.Column = 2;
2017

```

```

2018         % Create UITableMatIncAt_2
2019         app.UITableMatIncAt_2 = uitable(app.GridLayout_2);
2020         app.UITableMatIncAt_2.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2021         app.UITableMatIncAt_2.RowName = {};
2022         app.UITableMatIncAt_2.Layout.Row = 3;
2023         app.UITableMatIncAt_2.Layout.Column = 2;
2024
2025         % Create UITableMatIncB_2
2026         app.UITableMatIncB_2 = uitable(app.GridLayout_2);
2027         app.UITableMatIncB_2.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2028         app.UITableMatIncB_2.RowName = {};
2029         app.UITableMatIncB_2.Layout.Row = 4;
2030         app.UITableMatIncB_2.Layout.Column = 2;
2031
2032         % Create MatIncArLabel_2
2033         app.MatIncArLabel_2 = uilabel(app.GridLayout_2);
2034         app.MatIncArLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
2035         app.MatIncArLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
2036         app.MatIncArLabel_2.Layout.Row = 2;
2037         app.MatIncArLabel_2.Layout.Column = 1;
2038         app.MatIncArLabel_2.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; 'embalses (Ar)'}
);
2039
2040         % Create MatIncAtLabel_2
2041         app.MatIncAtLabel_2 = uilabel(app.GridLayout_2);
2042         app.MatIncAtLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
2043         app.MatIncAtLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
2044         app.MatIncAtLabel_2.Layout.Row = 3;
2045         app.MatIncAtLabel_2.Layout.Column = 1;
2046         app.MatIncAtLabel_2.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; 'tanques (At)'}
);
2047
2048         % Create MatIncBLabel_2
2049         app.MatIncBLabel_2 = uilabel(app.GridLayout_2);
2050         app.MatIncBLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
2051         app.MatIncBLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
2052         app.MatIncBLabel_2.Layout.Row = 4;
2053         app.MatIncBLabel_2.Layout.Column = 1;
2054         app.MatIncBLabel_2.Text = {'Matriz de'; 'entrada al'; 'tanque (B)'};
2055
2056         % Create Tab_AjustesHSelCaudales
2057         app.Tab_AjustesHSelCaudales = uitab(app.TabGroupAjustes_2);
2058         app.Tab_AjustesHSelCaudales.Title = 'Sel. Caudales';
2059         app.Tab_AjustesHSelCaudales.BackgroundColor = [1 1 1];
2060
2061         % Create GridLayout3_2
2062         app.GridLayout3_2 = uigridlayout(app.Tab_AjustesHSelCaudales);
2063         app.GridLayout3_2.ColumnWidth = {'1x'};
2064         app.GridLayout3_2.RowHeight = {80, '1x'};
2065         app.GridLayout3_2.BackgroundColor = [1 1 1];
2066
2067         % Create SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2
2068         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2 =
uilabel(app.GridLayout3_2);
2069         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2.
HorizontalAlignment = 'center';
2070         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2.
FontName = 'Century Gothic';
2071         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2.Layout.
Row = 1;
2072         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2.Layout.
Column = 1;
2073         app.SeleccionelaramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel_2.Text =
{'Seleccione las ramas cuyo caudal es medido. '; 'Tenga en cuenta que la posterior
reconciliación no hará uso de las ramas que no se seleccionen.'};
2074
2075         % Create UITableCm_2
2076         app.UITableCm_2 = uitable(app.GridLayout3_2);
2077         app.UITableCm_2.ColumnName = '';

```

```

2078 app.UITableCm_2.RowName = {};
2079 app.UITableCm_2.FontName = 'Century Gothic';
2080 app.UITableCm_2.Layout.Row = 2;
2081 app.UITableCm_2.Layout.Column = 1;
2082
2083 % Create Tab_AjustesHNodos
2084 app.Tab_AjustesHNodos = uitab(app.TabGroupAjustes_2);
2085 app.Tab_AjustesHNodos.Title = 'Acc. Nodos';
2086 app.Tab_AjustesHNodos.BackgroundColor = [1 1 1];
2087
2088 % Create GridLayout7
2089 app.GridLayout7 = uigriddlayout(app.Tab_AjustesHNodos);
2090 app.GridLayout7.ColumnWidth = {'21.86x', '21.86x'};
2091 app.GridLayout7.RowHeight = {44, '21.86x'};
2092 app.GridLayout7.BackgroundColor = [1 1 1];
2093
2094 % Create UITable_matED
2095 app.UITable_matED = uitable(app.GridLayout7);
2096 app.UITable_matED.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2097 app.UITable_matED.RowName = {};
2098 app.UITable_matED.Layout.Row = 2;
2099 app.UITable_matED.Layout.Column = 1;
2100
2101 % Create UITable_matEP
2102 app.UITable_matEP = uitable(app.GridLayout7);
2103 app.UITable_matEP.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2104 app.UITable_matEP.RowName = {};
2105 app.UITable_matEP.Layout.Row = 2;
2106 app.UITable_matEP.Layout.Column = 2;
2107
2108 % Create RelacindenudosdedemandaEDLabel
2109 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel = uilabel(app.GridLayout7);
2110 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2111 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.FontName = 'Century Gothic';
2112 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.FontSize = 13;
2113 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.Layout.Row = 1;
2114 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.Layout.Column = 1;
2115 app.RelacindenudosdedemandaEDLabel.Text = 'Relación de nudos de demanda (
ED)';
2116
2117 % Create RelacindenudosdeprdidasePLLabel
2118 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel = uilabel(app.GridLayout7);
2119 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2120 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.FontName = 'Century Gothic';
2121 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.FontSize = 13;
2122 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.Layout.Row = 1;
2123 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.Layout.Column = 2;
2124 app.RelacindenudosdeprdidasePLLabel.Text = 'Relación de nudos de pérdidas (
EP)';
2125
2126 % Create Tab_AjustesHhistoricos
2127 app.Tab_AjustesHhistoricos = uitab(app.TabGroupAjustes_2);
2128 app.Tab_AjustesHhistoricos.Title = 'Históricos';
2129 app.Tab_AjustesHhistoricos.BackgroundColor = [1 1 1];
2130
2131 % Create GridLayout5_2
2132 app.GridLayout5_2 = uigriddlayout(app.Tab_AjustesHhistoricos);
2133 app.GridLayout5_2.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x'};
2134 app.GridLayout5_2.RowHeight = {35, '1x'};
2135 app.GridLayout5_2.ColumnSpacing = 7.51999816894531;
2136 app.GridLayout5_2.RowSpacing = 13.6;
2137 app.GridLayout5_2.Padding = [7.51999816894531 13.6 7.51999816894531 13.6];
2138 app.GridLayout5_2.BackgroundColor = [1 1 1];
2139
2140 % Create UITablematHx
2141 app.UITablematHx = uitable(app.GridLayout5_2);
2142 app.UITablematHx.ColumnName = '';
2143 app.UITablematHx.RowName = {};
2144 app.UITablematHx.ColumnEditable = true;

```

```

2145     app.UITablematHx.FontName = 'Century Gothic';
2146     app.UITablematHx.Layout.Row = 2;
2147     app.UITablematHx.Layout.Column = 1;
2148
2149     % Create UITablematD
2150     app.UITablematD = uitable(app.GridLayout5_2);
2151     app.UITablematD.ColumnName = '';
2152     app.UITablematD.RowName = {};
2153     app.UITablematD.ColumnEditable = true;
2154     app.UITablematD.FontName = 'Century Gothic';
2155     app.UITablematD.Layout.Row = 2;
2156     app.UITablematD.Layout.Column = 2;
2157
2158     % Create UITablematQm
2159     app.UITablematQm = uitable(app.GridLayout5_2);
2160     app.UITablematQm.ColumnName = '';
2161     app.UITablematQm.RowName = {};
2162     app.UITablematQm.ColumnEditable = true;
2163     app.UITablematQm.FontName = 'Century Gothic';
2164     app.UITablematQm.Layout.Row = 2;
2165     app.UITablematQm.Layout.Column = 3;
2166
2167     % Create UITablematHm
2168     app.UITablematHm = uitable(app.GridLayout5_2);
2169     app.UITablematHm.ColumnName = '';
2170     app.UITablematHm.RowName = {};
2171     app.UITablematHm.ColumnEditable = true;
2172     app.UITablematHm.FontName = 'Century Gothic';
2173     app.UITablematHm.Layout.Row = 2;
2174     app.UITablematHm.Layout.Column = 4;
2175
2176     % Create matHxLabel
2177     app.matHxLabel = uilabel(app.GridLayout5_2);
2178     app.matHxLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2179     app.matHxLabel.FontName = 'Century Gothic';
2180     app.matHxLabel.Layout.Row = 1;
2181     app.matHxLabel.Layout.Column = 1;
2182     app.matHxLabel.Text = 'Alturas de tanque (Hx)';
2183
2184     % Create matDLabel
2185     app.matDLabel = uilabel(app.GridLayout5_2);
2186     app.matDLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2187     app.matDLabel.FontName = 'Century Gothic';
2188     app.matDLabel.Layout.Row = 1;
2189     app.matDLabel.Layout.Column = 2;
2190     app.matDLabel.Text = 'Caudales de demanda (D)';
2191
2192     % Create matQmLabel
2193     app.matQmLabel = uilabel(app.GridLayout5_2);
2194     app.matQmLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2195     app.matQmLabel.FontName = 'Century Gothic';
2196     app.matQmLabel.Layout.Row = 1;
2197     app.matQmLabel.Layout.Column = 3;
2198     app.matQmLabel.Text = {'Caudales de rama'; 'medidos (Qm)'};
2199
2200     % Create matHmLabel
2201     app.matHmLabel = uilabel(app.GridLayout5_2);
2202     app.matHmLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2203     app.matHmLabel.FontName = 'Century Gothic';
2204     app.matHmLabel.Layout.Row = 1;
2205     app.matHmLabel.Layout.Column = 4;
2206     app.matHmLabel.Text = {'Alturas de nodos'; 'de pérdidas (Hm)'};
2207
2208     % Create FinalizacindegeneracinedatosPanel
2209     app.FinalizacindegeneracinedatosPanel = uipanel(app.GridLayout2_2);
2210     app.FinalizacindegeneracinedatosPanel.TitlePosition = 'centertop';
2211     app.FinalizacindegeneracinedatosPanel.Title = 'Finalización de generación
de datos';
2212     app.FinalizacindegeneracinedatosPanel.BackgroundColor = [0.9098 0.9922
1];
2213     app.FinalizacindegeneracinedatosPanel.Layout.Row = 5;

```

```

2214 app.FinalizacindegeneracindedatosPanel.Layout.Column = 1;
2215 app.FinalizacindegeneracindedatosPanel.FontName = 'Century Gothic';
2216 app.FinalizacindegeneracindedatosPanel.FontWeight = 'bold';
2217 app.FinalizacindegeneracindedatosPanel.FontSize = 14;
2218
2219 % Create GridLayout14
2220 app.GridLayout14 = uigriddlayout(app.FinalizacindegeneracindedatosPanel);
2221 app.GridLayout14.ColumnWidth = {'1x'};
2222 app.GridLayout14.RowHeight = {'1x'};
2223 app.GridLayout14.Padding = [9.5 8.5 9.5 8.5];
2224 app.GridLayout14.BackgroundColor = [0.9098 0.9882 1];
2225
2226 % Create ContinuarButton_2
2227 app.ContinuarButton_2 = uibutton(app.GridLayout14, 'push');
2228 app.ContinuarButton_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@ContinuarButton_2Pushed, true);
2229 app.ContinuarButton_2.FontName = 'Century Gothic';
2230 app.ContinuarButton_2.FontWeight = 'bold';
2231 app.ContinuarButton_2.Layout.Row = 1;
2232 app.ContinuarButton_2.Layout.Column = 1;
2233 app.ContinuarButton_2.Text = 'Continuar';
2234
2235 % Create PanelSintetico
2236 app.PanelSintetico = uipanel(app.GridLayout17);
2237 app.PanelSintetico.TitlePosition = 'centertop';
2238 app.PanelSintetico.Title = 'Generación automática de datos sintéticos a
partir de archivo .inp de Epanet';
2239 app.PanelSintetico.BackgroundColor = [1 1 1];
2240 app.PanelSintetico.Layout.Row = [2 4];
2241 app.PanelSintetico.Layout.Column = [1 5];
2242 app.PanelSintetico.FontName = 'Century Gothic';
2243 app.PanelSintetico.FontWeight = 'bold';
2244 app.PanelSintetico.FontSize = 16;
2245
2246 % Create GridLayout2
2247 app.GridLayout2 = uigriddlayout(app.PanelSintetico);
2248 app.GridLayout2.ColumnWidth = {448, '1x'};
2249 app.GridLayout2.RowHeight = {64, 151, 96, 95, '1x'};
2250 app.GridLayout2.RowSpacing = 7.52000045776367;
2251 app.GridLayout2.Padding = [10 7.52000045776367 10 7.52000045776367];
2252 app.GridLayout2.BackgroundColor = [1 1 1];
2253
2254 % Create PanelCargainp
2255 app.PanelCargainp = uipanel(app.GridLayout2);
2256 app.PanelCargainp.TitlePosition = 'centertop';
2257 app.PanelCargainp.Title = 'Selección de archivo .inp';
2258 app.PanelCargainp.BackgroundColor = [1 1 1];
2259 app.PanelCargainp.Layout.Row = 1;
2260 app.PanelCargainp.Layout.Column = 1;
2261 app.PanelCargainp.FontName = 'Century Gothic';
2262 app.PanelCargainp.FontWeight = 'bold';
2263 app.PanelCargainp.FontSize = 14;
2264
2265 % Create Archivo_inp
2266 app.Archivo_inp = uieditfield(app.PanelCargainp, 'text');
2267 app.Archivo_inp.Editable = 'off';
2268 app.Archivo_inp.FontName = 'Century Gothic';
2269 app.Archivo_inp.FontSize = 14;
2270 app.Archivo_inp.FontWeight = 'bold';
2271 app.Archivo_inp.Position = [149 10 288 23];
2272
2273 % Create Boton_Carga_inp
2274 app.Boton_Carga_inp = uibutton(app.PanelCargainp, 'push');
2275 app.Boton_Carga_inp.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Boton_Carga_inpButtonPushed, true);
2276 app.Boton_Carga_inp.FontName = 'Century Gothic';
2277 app.Boton_Carga_inp.Position = [12 10 124 23];
2278 app.Boton_Carga_inp.Text = 'Cargar archivo';
2279
2280 % Create Buttons_AjustesS
2281 app.Buttons_AjustesS = uibuttongroup(app.GridLayout2);

```

```

2282     app.Buttons_AjustesS.SelectionChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Buttons_AjustesSSelectionChanged, true);
2283     app.Buttons_AjustesS.TitlePosition = 'centertop';
2284     app.Buttons_AjustesS.Title = 'Ajustes para la generación de datos sinté
ticos';
2285     app.Buttons_AjustesS.BackgroundColor = [1 1 1];
2286     app.Buttons_AjustesS.Layout.Row = 2;
2287     app.Buttons_AjustesS.Layout.Column = 1;
2288     app.Buttons_AjustesS.FontName = 'Century Gothic';
2289     app.Buttons_AjustesS.FontWeight = 'bold';
2290     app.Buttons_AjustesS.FontSize = 14;
2291
2292     % Create Button1_VistaRed
2293     app.Button1_VistaRed = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2294     app.Button1_VistaRed.Text = 'Vista preliminar de la red';
2295     app.Button1_VistaRed.FontName = 'Century Gothic';
2296     app.Button1_VistaRed.Position = [12 96 206 23];
2297     app.Button1_VistaRed.Value = true;
2298
2299     % Create Button2_MatricesIncidencia
2300     app.Button2_MatricesIncidencia = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2301     app.Button2_MatricesIncidencia.Text = 'Matrices de incidencia';
2302     app.Button2_MatricesIncidencia.FontName = 'Century Gothic';
2303     app.Button2_MatricesIncidencia.Position = [231 96 208 23];
2304
2305     % Create Button3_CaudalesMedidos
2306     app.Button3_CaudalesMedidos = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2307     app.Button3_CaudalesMedidos.Text = 'Selección de caudales medidos';
2308     app.Button3_CaudalesMedidos.FontName = 'Century Gothic';
2309     app.Button3_CaudalesMedidos.Position = [12 67 206 23];
2310
2311     % Create Button4_Patronesdedemanda
2312     app.Button4_Patronesdedemanda = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2313     app.Button4_Patronesdedemanda.Text = 'Patrones de demanda';
2314     app.Button4_Patronesdedemanda.FontName = 'Century Gothic';
2315     app.Button4_Patronesdedemanda.Position = [231 67 208 23];
2316
2317     % Create Button5_AccNodos
2318     app.Button5_AccNodos = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2319     app.Button5_AccNodos.Text = 'Acciones en nodos';
2320     app.Button5_AccNodos.FontName = 'Century Gothic';
2321     app.Button5_AccNodos.Position = [12 37 206 23];
2322
2323     % Create Button6_Covarianzasderuido
2324     app.Button6_Covarianzasderuido = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2325     app.Button6_Covarianzasderuido.Text = 'Covarianzas de ruido';
2326     app.Button6_Covarianzasderuido.FontName = 'Century Gothic';
2327     app.Button6_Covarianzasderuido.Position = [231 37 208 23];
2328
2329     % Create Button7_CinTanques
2330     app.Button7_CinTanques = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2331     app.Button7_CinTanques.Text = 'Condiciones iniciales de tanques';
2332     app.Button7_CinTanques.FontName = 'Century Gothic';
2333     app.Button7_CinTanques.Position = [12 8 206 23];
2334
2335     % Create Button8_TiemposSim
2336     app.Button8_TiemposSim = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesS);
2337     app.Button8_TiemposSim.Text = 'Tiempos de simulación';
2338     app.Button8_TiemposSim.FontName = 'Century Gothic';
2339     app.Button8_TiemposSim.Position = [231 8 208 23];
2340
2341     % Create TratamientodeajustesPanel
2342     app.TratamientodeajustesPanel = uipanel(app.GridLayout2);
2343     app.TratamientodeajustesPanel.TitlePosition = 'centertop';
2344     app.TratamientodeajustesPanel.Title = 'Tratamiento de ajustes';
2345     app.TratamientodeajustesPanel.BackgroundColor = [1 1 1];
2346     app.TratamientodeajustesPanel.Layout.Row = 3;
2347     app.TratamientodeajustesPanel.Layout.Column = 1;
2348     app.TratamientodeajustesPanel.FontName = 'Century Gothic';
2349     app.TratamientodeajustesPanel.FontWeight = 'bold';
2350     app.TratamientodeajustesPanel.FontSize = 14;

```

```

2351
2352     % Create GuardarajustesactualesButton
2353     app.GuardarajustesactualesButton = uibutton(app.TratamientodeajustesPanel,
    'push');
2354     app.GuardarajustesactualesButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
    @GuardarajustesactualesButtonPushed, true);
2355     app.GuardarajustesactualesButton.FontName = 'Century Gothic';
2356     app.GuardarajustesactualesButton.Position = [12 41 427 23];
2357     app.GuardarajustesactualesButton.Text = 'Guardar ajustes actuales';
2358
2359     % Create Boton_Carga_inp_3
2360     app.Boton_Carga_inp_3 = uibutton(app.TratamientodeajustesPanel, 'push');
2361     app.Boton_Carga_inp_3.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
    @Boton_Carga_inp_3ButtonPushed, true);
2362     app.Boton_Carga_inp_3.FontName = 'Century Gothic';
2363     app.Boton_Carga_inp_3.Position = [12 9 161 23];
2364     app.Boton_Carga_inp_3.Text = 'Cargar archivo de ajustes';
2365
2366     % Create Archivo_mat_AjustesS
2367     app.Archivo_mat_AjustesS = uieditfield(app.TratamientodeajustesPanel, '
    text');
2368     app.Archivo_mat_AjustesS.Editable = 'off';
2369     app.Archivo_mat_AjustesS.FontName = 'Century Gothic';
2370     app.Archivo_mat_AjustesS.FontSize = 14;
2371     app.Archivo_mat_AjustesS.FontWeight = 'bold';
2372     app.Archivo_mat_AjustesS.Position = [184 9 255 23];
2373
2374     % Create TabGroupAjustes
2375     app.TabGroupAjustes = uitabgroup(app.GridLayout2);
2376     app.TabGroupAjustes.Layout.Row = [1 5];
2377     app.TabGroupAjustes.Layout.Column = 2;
2378
2379     % Create Tab_AjustesSRed
2380     app.Tab_AjustesSRed = uitab(app.TabGroupAjustes);
2381     app.Tab_AjustesSRed.Title = 'Red';
2382     app.Tab_AjustesSRed.BackgroundColor = [1 1 1];
2383
2384     % Create GridLayout4
2385     app.GridLayout4 = uigridlayout(app.Tab_AjustesSRed);
2386     app.GridLayout4.ColumnWidth = {'1x', 70};
2387     app.GridLayout4.RowHeight = {'1x'};
2388     app.GridLayout4.BackgroundColor = [1 1 1];
2389
2390     % Create UIAxesDibujoRed
2391     app.UIAxesDibujoRed = uiaxes(app.GridLayout4);
2392     title(app.UIAxesDibujoRed, 'Vista preliminar de la red');
2393     xlabel(app.UIAxesDibujoRed, 'Coordenada X');
2394     ylabel(app.UIAxesDibujoRed, 'Coordenada Y');
2395     zlabel(app.UIAxesDibujoRed, 'Z');
2396     app.UIAxesDibujoRed.LabelFontSizeMultiplier = 1;
2397     app.UIAxesDibujoRed.FontName = 'Century Gothic';
2398     app.UIAxesDibujoRed.FontSize = 18;
2399     app.UIAxesDibujoRed.Layout.Row = 1;
2400     app.UIAxesDibujoRed.Layout.Column = 1;
2401
2402     % Create ImageLeyendaRed
2403     app.ImageLeyendaRed = uiimage(app.GridLayout4);
2404     app.ImageLeyendaRed.Visible = 'off';
2405     app.ImageLeyendaRed.Layout.Row = 1;
2406     app.ImageLeyendaRed.Layout.Column = 2;
2407     app.ImageLeyendaRed.VerticalAlignment = 'top';
2408     app.ImageLeyendaRed.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'leyenda.PNG');
2409
2410     % Create Tab_AjustesSMatrices
2411     app.Tab_AjustesSMatrices = uitab(app.TabGroupAjustes);
2412     app.Tab_AjustesSMatrices.Title = 'Matrices';
2413     app.Tab_AjustesSMatrices.BackgroundColor = [1 1 1];
2414
2415     % Create GridLayout
2416     app.GridLayout = uigridlayout(app.Tab_AjustesSMatrices);
2417     app.GridLayout.ColumnWidth = {'1x', '5.38x'};

```

```

2418     app.GridLayout.RowHeight = {'4x', '2x', '2x', '3.18x'};
2419     app.GridLayout.BackgroundColor = [1 1 1];
2420
2421     % Create UITableMatIncA
2422     app.UITableMatIncA = uitable(app.GridLayout);
2423     app.UITableMatIncA.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2424     app.UITableMatIncA.RowName = {};
2425     app.UITableMatIncA.Layout.Row = 1;
2426     app.UITableMatIncA.Layout.Column = 2;
2427
2428     % Create MatIncALabel
2429     app.MatIncALabel = uilabel(app.GridLayout);
2430     app.MatIncALabel.HorizontalAlignment = 'center';
2431     app.MatIncALabel.FontName = 'Century Gothic';
2432     app.MatIncALabel.Layout.Row = 1;
2433     app.MatIncALabel.Layout.Column = 1;
2434     app.MatIncALabel.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; ' nodos libres (A)
'};
2435
2436     % Create UITableMatIncAr
2437     app.UITableMatIncAr = uitable(app.GridLayout);
2438     app.UITableMatIncAr.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2439     app.UITableMatIncAr.RowName = {};
2440     app.UITableMatIncAr.Layout.Row = 2;
2441     app.UITableMatIncAr.Layout.Column = 2;
2442
2443     % Create UITableMatIncAt
2444     app.UITableMatIncAt = uitable(app.GridLayout);
2445     app.UITableMatIncAt.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2446     app.UITableMatIncAt.RowName = {};
2447     app.UITableMatIncAt.Layout.Row = 3;
2448     app.UITableMatIncAt.Layout.Column = 2;
2449
2450     % Create UITableMatIncB
2451     app.UITableMatIncB = uitable(app.GridLayout);
2452     app.UITableMatIncB.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2453     app.UITableMatIncB.RowName = {};
2454     app.UITableMatIncB.Layout.Row = 4;
2455     app.UITableMatIncB.Layout.Column = 2;
2456
2457     % Create MatIncArLabel
2458     app.MatIncArLabel = uilabel(app.GridLayout);
2459     app.MatIncArLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2460     app.MatIncArLabel.FontName = 'Century Gothic';
2461     app.MatIncArLabel.Layout.Row = 2;
2462     app.MatIncArLabel.Layout.Column = 1;
2463     app.MatIncArLabel.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; 'embalses (Ar)'};
2464
2465     % Create MatIncAtLabel
2466     app.MatIncAtLabel = uilabel(app.GridLayout);
2467     app.MatIncAtLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2468     app.MatIncAtLabel.FontName = 'Century Gothic';
2469     app.MatIncAtLabel.Layout.Row = 3;
2470     app.MatIncAtLabel.Layout.Column = 1;
2471     app.MatIncAtLabel.Text = {'Matriz de'; 'incidencias en'; 'tanques (At)'};
2472
2473     % Create MatIncBLabel
2474     app.MatIncBLabel = uilabel(app.GridLayout);
2475     app.MatIncBLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2476     app.MatIncBLabel.FontName = 'Century Gothic';
2477     app.MatIncBLabel.Layout.Row = 4;
2478     app.MatIncBLabel.Layout.Column = 1;
2479     app.MatIncBLabel.Text = {'Matriz de'; 'entrada al'; 'tanque (B)'};
2480
2481     % Create Tab_AjustesSSelCaudales
2482     app.Tab_AjustesSSelCaudales = uitab(app.TabGroupAjustes);
2483     app.Tab_AjustesSSelCaudales.Title = 'Sel. Caudales';

```



```

2484 app.Tab_AjustesSSelCaudales.BackgroundColor = [1 1 1];
2485
2486 % Create GridLayout3
2487 app.GridLayout3 = uigridlayout(app.Tab_AjustesSSelCaudales);
2488 app.GridLayout3.ColumnWidth = {'1x'};
2489 app.GridLayout3.RowHeight = {80, '1x'};
2490 app.GridLayout3.BackgroundColor = [1 1 1];
2491
2492 % Create SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel
2493 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel = uilabel
(app.GridLayout3);
2494 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel.
HorizontalAlignment = 'center';
2495 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel.FontName
= 'Century Gothic';
2496 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel.Layout.
Row = 1;
2497 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel.Layout.
Column = 1;
2498 app.SeleccionelarasramascuyocaudalesmedidoEnbaseaestaseleccinLabel.Text = '
Seleccione las ramas cuyo caudal es medido. '; 'Tenga en cuenta que la posterior
reconciliación no hará uso de las ramas que no se seleccionen.';
2499
2500 % Create UITableCm
2501 app.UITableCm = uitable(app.GridLayout3);
2502 app.UITableCm.ColumnName = '';
2503 app.UITableCm.RowName = {};
2504 app.UITableCm.FontName = 'Century Gothic';
2505 app.UITableCm.Layout.Row = 2;
2506 app.UITableCm.Layout.Column = 1;
2507
2508 % Create Tab_AjustesSPatrones
2509 app.Tab_AjustesSPatrones = uitab(app.TabGroupAjustes);
2510 app.Tab_AjustesSPatrones.Title = 'Patrones';
2511 app.Tab_AjustesSPatrones.BackgroundColor = [1 1 1];
2512
2513 % Create GridLayout18
2514 app.GridLayout18 = uigridlayout(app.Tab_AjustesSPatrones);
2515 app.GridLayout18.ColumnWidth = {'0.2x', 236, '1.22x', '1.22x', '0.2x'};
2516 app.GridLayout18.RowHeight = {23, 22, '1x', '1.22x'};
2517 app.GridLayout18.ColumnSpacing = 4.833333333333333;
2518 app.GridLayout18.RowSpacing = 14.4;
2519 app.GridLayout18.Padding = [4.833333333333333 14.4 4.833333333333333 14.4];
2520 app.GridLayout18.BackgroundColor = [1 1 1];
2521
2522 % Create UIAxesPatternplot
2523 app.UIAxesPatternplot = uiaxes(app.GridLayout18);
2524 title(app.UIAxesPatternplot, 'Gráfica de patrones')
2525 xlabel(app.UIAxesPatternplot, 'Tiempo [h]')
2526 ylabel(app.UIAxesPatternplot, 'Demanda [l/s]')
2527 zlabel(app.UIAxesPatternplot, 'Z')
2528 app.UIAxesPatternplot.LabelFontSizeMultiplier = 1;
2529 app.UIAxesPatternplot.FontSize = 14;
2530 app.UIAxesPatternplot.Layout.Row = 4;
2531 app.UIAxesPatternplot.Layout.Column = [1 5];
2532
2533 % Create GraficarPatronesButton
2534 app.GraficarPatronesButton = uibutton(app.GridLayout18, 'state');
2535 app.GraficarPatronesButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GraficarPatronesButtonValueChanged, true);
2536 app.GraficarPatronesButton.Text = 'Graficar patrones';
2537 app.GraficarPatronesButton.FontName = 'Century Gothic';
2538 app.GraficarPatronesButton.Layout.Row = 2;
2539 app.GraficarPatronesButton.Layout.Column = 4;
2540
2541 % Create GenerarPatron
2542 app.GenerarPatron = uibutton(app.GridLayout18, 'state');
2543 app.GenerarPatron.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GenerarPatronValueChanged, true);
2544 app.GenerarPatron.Text = 'Generar patrones editables';
2545 app.GenerarPatron.FontName = 'Century Gothic';

```

```

2546     app.GenerarPatron.Layout.Row = 2;
2547     app.GenerarPatron.Layout.Column = 3;
2548
2549     % Create UITablePatrones
2550     app.UITablePatrones = uitable(app.GridLayout18);
2551     app.UITablePatrones.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2552     app.UITablePatrones.RowName = {};
2553     app.UITablePatrones.FontName = 'Century Gothic';
2554     app.UITablePatrones.Layout.Row = 3;
2555     app.UITablePatrones.Layout.Column = [2 4];
2556
2557     % Create IntroduzcaelnmerodepatronesLabel
2558     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel = uilabel(app.GridLayout18);
2559     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel.HorizontalAlignment = 'right';
2560     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel.FontName = 'Century Gothic';
2561     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel.Layout.Row = 1;
2562     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel.Layout.Column = 2;
2563     app.IntroduzcaelnmerodepatronesLabel.Text = 'Introduzca el número de
patrones: ';
2564
2565     % Create Npatterns
2566     app.Npatterns = uispinner(app.GridLayout18);
2567     app.Npatterns.FontName = 'Century Gothic';
2568     app.Npatterns.Layout.Row = 2;
2569     app.Npatterns.Layout.Column = 2;
2570     app.Npatterns.Value = 1;
2571
2572     % Create Tab_AjustesSNodos
2573     app.Tab_AjustesSNodos = uitab(app.TabGroupAjustes);
2574     app.Tab_AjustesSNodos.Title = 'Acc. Nodos';
2575     app.Tab_AjustesSNodos.BackgroundColor = [1 1 1];
2576
2577     % Create GridLayout19
2578     app.GridLayout19 = uigriddlayout(app.Tab_AjustesSNodos);
2579     app.GridLayout19.ColumnWidth = {'1x', 195, '1x'};
2580     app.GridLayout19.RowHeight = {23, '17.93x'};
2581     app.GridLayout19.BackgroundColor = [1 1 1];
2582
2583     % Create UITableAccNodos
2584     app.UITableAccNodos = uitable(app.GridLayout19);
2585     app.UITableAccNodos.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column 3'; '
Column 4'};
2586     app.UITableAccNodos.RowName = {};
2587     app.UITableAccNodos.FontName = 'Century Gothic';
2588     app.UITableAccNodos.Layout.Row = 2;
2589     app.UITableAccNodos.Layout.Column = [1 3];
2590
2591     % Create RegenerartablaButton
2592     app.RegenerartablaButton = uibutton(app.GridLayout19, 'push');
2593     app.RegenerartablaButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@RegenerartablaButtonPushed, true);
2594     app.RegenerartablaButton.FontName = 'Century Gothic';
2595     app.RegenerartablaButton.Layout.Row = 1;
2596     app.RegenerartablaButton.Layout.Column = 2;
2597     app.RegenerartablaButton.Text = 'Regenerar tabla';
2598
2599     % Create Tab_AjustesSRuido
2600     app.Tab_AjustesSRuido = uitab(app.TabGroupAjustes);
2601     app.Tab_AjustesSRuido.Title = 'Ruido';
2602     app.Tab_AjustesSRuido.BackgroundColor = [1 1 1];
2603
2604     % Create GridLayout5
2605     app.GridLayout5 = uigriddlayout(app.Tab_AjustesSRuido);
2606     app.GridLayout5.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '
1x'};
2607     app.GridLayout5.RowHeight = {'fit', 'fit', 'fit', '1x'};
2608     app.GridLayout5.ColumnSpacing = 7.51999816894531;
2609     app.GridLayout5.RowSpacing = 13.6;
2610     app.GridLayout5.Padding = [7.51999816894531 13.6 7.51999816894531 13.6];
2611     app.GridLayout5.BackgroundColor = [1 1 1];

```

```

2612
2613     % Create GenerarCovButton
2614     app.GenerarCovButton = uibutton(app.GridLayout5, 'state');
2615     app.GenerarCovButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GenerarCovButtonValueChanged, true);
2616     app.GenerarCovButton.Text = 'Generar';
2617     app.GenerarCovButton.FontName = 'Century Gothic';
2618     app.GenerarCovButton.Layout.Row = 1;
2619     app.GenerarCovButton.Layout.Column = [1 8];
2620
2621     % Create UITableCovCaudal
2622     app.UITableCovCaudal = uitable(app.GridLayout5);
2623     app.UITableCovCaudal.ColumnName = '';
2624     app.UITableCovCaudal.RowName = {};
2625     app.UITableCovCaudal.ColumnEditable = true;
2626     app.UITableCovCaudal.FontName = 'Century Gothic';
2627     app.UITableCovCaudal.Layout.Row = 4;
2628     app.UITableCovCaudal.Layout.Column = [1 2];
2629
2630     % Create UITableCovNvTanque
2631     app.UITableCovNvTanque = uitable(app.GridLayout5);
2632     app.UITableCovNvTanque.ColumnName = '';
2633     app.UITableCovNvTanque.RowName = {};
2634     app.UITableCovNvTanque.ColumnEditable = true;
2635     app.UITableCovNvTanque.FontName = 'Century Gothic';
2636     app.UITableCovNvTanque.Layout.Row = 4;
2637     app.UITableCovNvTanque.Layout.Column = [3 4];
2638
2639     % Create UITableCovEstDemandas
2640     app.UITableCovEstDemandas = uitable(app.GridLayout5);
2641     app.UITableCovEstDemandas.ColumnName = '';
2642     app.UITableCovEstDemandas.RowName = {};
2643     app.UITableCovEstDemandas.ColumnEditable = true;
2644     app.UITableCovEstDemandas.FontName = 'Century Gothic';
2645     app.UITableCovEstDemandas.Layout.Row = 4;
2646     app.UITableCovEstDemandas.Layout.Column = [5 6];
2647
2648     % Create UITableCovPerdidas
2649     app.UITableCovPerdidas = uitable(app.GridLayout5);
2650     app.UITableCovPerdidas.ColumnName = '';
2651     app.UITableCovPerdidas.RowName = {};
2652     app.UITableCovPerdidas.ColumnEditable = true;
2653     app.UITableCovPerdidas.FontName = 'Century Gothic';
2654     app.UITableCovPerdidas.Layout.Row = 4;
2655     app.UITableCovPerdidas.Layout.Column = [7 8];
2656
2657     % Create CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel
2658     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel = uilabel(app.GridLayout5);
2659     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel.HorizontalAlignment = '
center';
2660     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel.FontName = 'Century Gothic'
;
2661     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel.Layout.Row = 2;
2662     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel.Layout.Column = [1 2];
2663     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel.Text = {' Covarianza del',
'ruido en medidas'; ' de caudal de las ramas'};
2664
2665     % Create CovRuidoCaudal
2666     app.CovRuidoCaudal = uispinner(app.GridLayout5);
2667     app.CovRuidoCaudal.Step = 0.1;
2668     app.CovRuidoCaudal.Limits = [0 Inf];
2669     app.CovRuidoCaudal.FontName = 'Century Gothic';
2670     app.CovRuidoCaudal.Layout.Row = 3;
2671     app.CovRuidoCaudal.Layout.Column = [1 2];
2672
2673     % Create CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_2
2674     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_2 = uilabel(app.GridLayout5
);
2675     app.CovarianzaderuidoenlasmedidasdecaudalLabel_2.HorizontalAlignment = '
center';

```

```

2676     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_2.FontName = 'Century
    Gothic';
2677     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_2.Layout.Row = 2;
2678     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_2.Layout.Column = [3 4];
2679     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_2.Text = {' Covarianza del'
; 'ruido en medidas'; ' de nivel de los tanques'};
2680
2681     % Create CovRuidoTanques
2682     app.CovRuidoTanques = uispinner(app.GridLayout5);
2683     app.CovRuidoTanques.Step = 0.1;
2684     app.CovRuidoTanques.Limits = [0 Inf];
2685     app.CovRuidoTanques.FontName = 'Century Gothic';
2686     app.CovRuidoTanques.Layout.Row = 3;
2687     app.CovRuidoTanques.Layout.Column = [3 4];
2688
2689     % Create Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3
2690     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3 = uilabel(app.GridLayout5
);
2691     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3.HorizontalAlignment = '
center';
2692     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3.FontName = 'Century
    Gothic';
2693     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3.Layout.Row = 2;
2694     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3.Layout.Column = [5 6];
2695     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_3.Text = {' Covarianza del
'; 'ruido en medidas'; ' de demanda en los nodos'};
2696
2697     % Create CovRuidoDemandas
2698     app.CovRuidoDemandas = uispinner(app.GridLayout5);
2699     app.CovRuidoDemandas.Step = 0.1;
2700     app.CovRuidoDemandas.Limits = [0 Inf];
2701     app.CovRuidoDemandas.FontName = 'Century Gothic';
2702     app.CovRuidoDemandas.Layout.Row = 3;
2703     app.CovRuidoDemandas.Layout.Column = [5 6];
2704
2705     % Create Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4
2706     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4 = uilabel(app.GridLayout5
);
2707     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4.HorizontalAlignment = '
center';
2708     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4.FontName = 'Century
    Gothic';
2709     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4.Layout.Row = 2;
2710     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4.Layout.Column = [7 8];
2711     app.Covarianzaderuido en las medidas de caudalLabel_4.Text = {' Covarianza del
'; 'ruido en medidas de altura'; ' en los nodos de pérdidas'};
2712
2713     % Create CovRuidoPerdidas
2714     app.CovRuidoPerdidas = uispinner(app.GridLayout5);
2715     app.CovRuidoPerdidas.Step = 0.1;
2716     app.CovRuidoPerdidas.Limits = [0 Inf];
2717     app.CovRuidoPerdidas.FontName = 'Century Gothic';
2718     app.CovRuidoPerdidas.Layout.Row = 3;
2719     app.CovRuidoPerdidas.Layout.Column = [7 8];
2720
2721     % Create Tab_AjustesSTanques
2722     app.Tab_AjustesSTanques = uitab(app.TabGroupAjustes);
2723     app.Tab_AjustesSTanques.Title = 'Tanques';
2724     app.Tab_AjustesSTanques.BackgroundColor = [1 1 1];
2725
2726     % Create GridLayout20
2727     app.GridLayout20 = uigridlayout(app.Tab_AjustesSTanques);
2728     app.GridLayout20.ColumnWidth = {253, 195, 231};
2729     app.GridLayout20.RowHeight = {34, 23, '19.33x'};
2730     app.GridLayout20.BackgroundColor = [1 1 1];
2731
2732     % Create UITableInicioTanque
2733     app.UITableInicioTanque = uitable(app.GridLayout20);
2734     app.UITableInicioTanque.BackgroundColor = [1 1 1; 0.7412 0.9922 1];
2735     app.UITableInicioTanque.ColumnName = '';
2736     app.UITableInicioTanque.RowName = {};

```

```

2737 app.UITableInicioTanque.FontName = 'Century Gothic';
2738 app.UITableInicioTanque.Layout.Row = 3;
2739 app.UITableInicioTanque.Layout.Column = [1 3];
2740
2741 % Create IniTanqueLabel
2742 app.IniTanqueLabel = uilabel(app.GridLayout20);
2743 app.IniTanqueLabel.HorizontalAlignment = 'center';
2744 app.IniTanqueLabel.FontName = 'Century Gothic';
2745 app.IniTanqueLabel.FontSize = 13;
2746 app.IniTanqueLabel.Layout.Row = 1;
2747 app.IniTanqueLabel.Layout.Column = [1 3];
2748 app.IniTanqueLabel.Text = 'Condiciones iniciales de los tanques. Por
defecto aparecen las alturas del archivo de Epanet cargado.';
2749
2750 % Create RegenerartablaButton_2
2751 app.RegenerartablaButton_2 = uibutton(app.GridLayout20, 'push');
2752 app.RegenerartablaButton_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@RegenerartablaButton_2Pushed, true);
2753 app.RegenerartablaButton_2.FontName = 'Century Gothic';
2754 app.RegenerartablaButton_2.Layout.Row = 2;
2755 app.RegenerartablaButton_2.Layout.Column = 2;
2756 app.RegenerartablaButton_2.Text = 'Regenerar tabla';
2757
2758 % Create Tab_AjustesSTiempos
2759 app.Tab_AjustesSTiempos = uitab(app.TabGroupAjustes);
2760 app.Tab_AjustesSTiempos.Title = 'Tiempos';
2761 app.Tab_AjustesSTiempos.BackgroundColor = [1 1 1];
2762
2763 % Create GridLayout6
2764 app.GridLayout6 = uigridlayout(app.Tab_AjustesSTiempos);
2765 app.GridLayout6.ColumnWidth = {50, 240, '1x', 198, 50};
2766 app.GridLayout6.RowHeight = {'1.62x', 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, 22, '
18.74x'};
2767 app.GridLayout6.BackgroundColor = [1 1 1];
2768
2769 % Create Archivo_Te
2770 app.Archivo_Te = uispinner(app.GridLayout6);
2771 app.Archivo_Te.Step = 3600;
2772 app.Archivo_Te.Limits = [0 Inf];
2773 app.Archivo_Te.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2774 app.Archivo_Te.FontName = 'Century Gothic';
2775 app.Archivo_Te.Layout.Row = 5;
2776 app.Archivo_Te.Layout.Column = [3 4];
2777 app.Archivo_Te.Value = 57600;
2778
2779 % Create tiempoestablecimiento
2780 app.tiempoestablecimiento = uilabel(app.GridLayout6);
2781 app.tiempoestablecimiento.VerticalAlignment = 'top';
2782 app.tiempoestablecimiento.FontName = 'Century Gothic';
2783 app.tiempoestablecimiento.Layout.Row = [5 6];
2784 app.tiempoestablecimiento.Layout.Column = 2;
2785 app.tiempoestablecimiento.Text = {'Tiempo de establecimiento [s]'; '(Evita
malas dinámicas iniciales):'};
2786
2787 % Create TiempodesimulacinsSpinnerLabel
2788 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel = uilabel(app.GridLayout6);
2789 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel.FontName = 'Century Gothic';
2790 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel.Layout.Row = 3;
2791 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel.Layout.Column = 2;
2792 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel.Text = 'Tiempo de simulación [s]:';
2793
2794 % Create Archivo_Tsim
2795 app.Archivo_Tsim = uispinner(app.GridLayout6);
2796 app.Archivo_Tsim.Step = 3600;
2797 app.Archivo_Tsim.Limits = [0 Inf];
2798 app.Archivo_Tsim.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2799 app.Archivo_Tsim.FontName = 'Century Gothic';
2800 app.Archivo_Tsim.Layout.Row = 3;
2801 app.Archivo_Tsim.Layout.Column = [3 4];
2802 app.Archivo_Tsim.Value = 1036800;
2803

```

```

2804     % Create TiempodemuestreosLabel
2805     app.TiempodemuestreosLabel = uilabel(app.GridLayout6);
2806     app.TiempodemuestreosLabel.FontName = 'Century Gothic';
2807     app.TiempodemuestreosLabel.Layout.Row = 4;
2808     app.TiempodemuestreosLabel.Layout.Column = 2;
2809     app.TiempodemuestreosLabel.Text = 'Tiempo de muestreo [s:>';
2810
2811     % Create Archivo_Ts
2812     app.Archivo_Ts = uispinner(app.GridLayout6);
2813     app.Archivo_Ts.Step = 60;
2814     app.Archivo_Ts.Limits = [0 Inf];
2815     app.Archivo_Ts.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2816     app.Archivo_Ts.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Archivo_TsValueChanged, true);
2817     app.Archivo_Ts.FontName = 'Century Gothic';
2818     app.Archivo_Ts.Layout.Row = 4;
2819     app.Archivo_Ts.Layout.Column = [3 4];
2820     app.Archivo_Ts.Value = 300;
2821
2822     % Create MomentodeintrocuccinsLabel
2823     app.MomentodeintrocuccinsLabel = uilabel(app.GridLayout6);
2824     app.MomentodeintrocuccinsLabel.VerticalAlignment = 'top';
2825     app.MomentodeintrocuccinsLabel.FontName = 'Century Gothic';
2826     app.MomentodeintrocuccinsLabel.Layout.Row = [6 7];
2827     app.MomentodeintrocuccinsLabel.Layout.Column = 2;
2828     app.MomentodeintrocuccinsLabel.Text = {'Momento de introducción de pé
rdidas'; 'en los hidrantes [s:]'};
2829
2830     % Create MomentoPerdida
2831     app.MomentoPerdida = uispinner(app.GridLayout6);
2832     app.MomentoPerdida.Step = 3600;
2833     app.MomentoPerdida.Limits = [0 Inf];
2834     app.MomentoPerdida.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2835     app.MomentoPerdida.FontName = 'Century Gothic';
2836     app.MomentoPerdida.Layout.Row = 6;
2837     app.MomentoPerdida.Layout.Column = [3 4];
2838
2839     % Create LimpiartiemposButton
2840     app.LimpiartiemposButton = uibutton(app.GridLayout6, 'push');
2841     app.LimpiartiemposButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@LimpiartiemposButtonPushed, true);
2842     app.LimpiartiemposButton.FontName = 'Century Gothic';
2843     app.LimpiartiemposButton.Layout.Row = 8;
2844     app.LimpiartiemposButton.Layout.Column = [2 4];
2845     app.LimpiartiemposButton.Text = 'Limpiar tiempos';
2846
2847     % Create Labeltiempos
2848     app.Labeltiempos = uilabel(app.GridLayout6);
2849     app.Labeltiempos.HorizontalAlignment = 'center';
2850     app.Labeltiempos.FontName = 'Century Gothic';
2851     app.Labeltiempos.Layout.Row = 1;
2852     app.Labeltiempos.Layout.Column = [1 5];
2853     app.Labeltiempos.Text = 'Introduzca los tiempos a emplear en las
simulaciones.';
2854
2855     % Create ImageReloj
2856     app.ImageReloj = uiimage(app.GridLayout6);
2857     app.ImageReloj.Layout.Row = 3;
2858     app.ImageReloj.Layout.Column = 1;
2859     app.ImageReloj.HorizontalAlignment = 'right';
2860     app.ImageReloj.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2861
2862     % Create ImageReloj_2
2863     app.ImageReloj_2 = uiimage(app.GridLayout6);
2864     app.ImageReloj_2.Layout.Row = 4;
2865     app.ImageReloj_2.Layout.Column = 1;
2866     app.ImageReloj_2.HorizontalAlignment = 'right';
2867     app.ImageReloj_2.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2868
2869     % Create ImageReloj_3
2870     app.ImageReloj_3 = uiimage(app.GridLayout6);

```

```

2871 app.ImageReloj_3.Layout.Row = 5;
2872 app.ImageReloj_3.Layout.Column = 1;
2873 app.ImageReloj_3.HorizontalAlignment = 'right';
2874 app.ImageReloj_3.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2875
2876 % Create ImageReloj_4
2877 app.ImageReloj_4 = uiimage(app.GridLayout6);
2878 app.ImageReloj_4.Layout.Row = 6;
2879 app.ImageReloj_4.Layout.Column = 1;
2880 app.ImageReloj_4.HorizontalAlignment = 'right';
2881 app.ImageReloj_4.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2882
2883 % Create Image
2884 app.Image = uiimage(app.GridLayout2);
2885 app.Image.Layout.Row = 5;
2886 app.Image.Layout.Column = 1;
2887 app.Image.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'RDApp_Logo.png');
2888
2889 % Create PanelSimularYGuardarS
2890 app.PanelSimularYGuardarS = uipanel(app.GridLayout2);
2891 app.PanelSimularYGuardarS.TitlePosition = 'centertop';
2892 app.PanelSimularYGuardarS.Title = 'Simulación y guardado de datos histó
ricos';
2893 app.PanelSimularYGuardarS.BackgroundColor = [0.9098 0.9922 1];
2894 app.PanelSimularYGuardarS.Layout.Row = 4;
2895 app.PanelSimularYGuardarS.Layout.Column = 1;
2896 app.PanelSimularYGuardarS.FontName = 'Century Gothic';
2897 app.PanelSimularYGuardarS.FontWeight = 'bold';
2898 app.PanelSimularYGuardarS.FontSize = 14;
2899
2900 % Create SimSButton
2901 app.SimSButton = uibutton(app.PanelSimularYGuardarS, 'push');
2902 app.SimSButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app, @SimSButtonPushed,
true);
2903 app.SimSButton.FontName = 'Century Gothic';
2904 app.SimSButton.FontWeight = 'bold';
2905 app.SimSButton.Position = [12 41 427 23];
2906 app.SimSButton.Text = 'Simular';
2907
2908 % Create SimNSaveSButton
2909 app.SimNSaveSButton = uibutton(app.PanelSimularYGuardarS, 'push');
2910 app.SimNSaveSButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@SimNSaveSButtonPushed, true);
2911 app.SimNSaveSButton.FontName = 'Century Gothic';
2912 app.SimNSaveSButton.FontWeight = 'bold';
2913 app.SimNSaveSButton.Position = [12 10 427 23];
2914 app.SimNSaveSButton.Text = 'Simular y guardar históricos';
2915
2916 % Create ReconciliacinTab
2917 app.ReconciliacinTab = uitab(app.TabGroup);
2918 app.ReconciliacinTab.Title = 'Reconciliación';
2919 app.ReconciliacinTab.BackgroundColor = [1 1 1];
2920
2921 % Create GridLayout8
2922 app.GridLayout8 = uigriddlayout(app.ReconciliacinTab);
2923 app.GridLayout8.ColumnWidth = {395, '1x', '1x'};
2924 app.GridLayout8.RowHeight = {'2x', 133, 103, 'fit', '0.7x'};
2925 app.GridLayout8.BackgroundColor = [1 1 1];
2926
2927 % Create AjustesRTiemposTable
2928 app.AjustesRTiemposTable = uipanel(app.GridLayout8);
2929 app.AjustesRTiemposTable.TitlePosition = 'centertop';
2930 app.AjustesRTiemposTable.Title = 'Parámetros varios';
2931 app.AjustesRTiemposTable.BackgroundColor = [1 1 1];
2932 app.AjustesRTiemposTable.Layout.Row = [2 5];
2933 app.AjustesRTiemposTable.Layout.Column = [2 3];
2934 app.AjustesRTiemposTable.FontName = 'Century Gothic';
2935 app.AjustesRTiemposTable.FontWeight = 'bold';
2936 app.AjustesRTiemposTable.FontSize = 14;
2937
2938 % Create GridLayout10_3

```

```

2939 app.GridLayout10_3 = uigrIDLAYOUT (app.AjustesRTiemposTable);
2940 app.GridLayout10_3.ColumnWidth = {100, 260, '0.7x', 198, 100};
2941 app.GridLayout10_3.RowHeight = {'0.5x', 22, 22, 22, 22, 22, '1x'};
2942 app.GridLayout10_3.BackgroundColor = [1 1 1];
2943
2944 % Create TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2
2945 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2 = uilabel (app.GridLayout10_3);
2946 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
2947 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2.Layout.Row = 4;
2948 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2.Layout.Column = 2;
2949 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_2.Text = 'Tiempo de integración [s] (
promediado):';
2950
2951 % Create Archivo_Ti
2952 app.Archivo_Ti = uispinner (app.GridLayout10_3);
2953 app.Archivo_Ti.Step = 3600;
2954 app.Archivo_Ti.Limits = [0 Inf];
2955 app.Archivo_Ti.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2956 app.Archivo_Ti.FontName = 'Century Gothic';
2957 app.Archivo_Ti.Layout.Row = 4;
2958 app.Archivo_Ti.Layout.Column = [3 4];
2959 app.Archivo_Ti.Value = 86400;
2960
2961 % Create ImageReloj_5
2962 app.ImageReloj_5 = uiimage (app.GridLayout10_3);
2963 app.ImageReloj_5.Layout.Row = 4;
2964 app.ImageReloj_5.Layout.Column = 1;
2965 app.ImageReloj_5.HorizontalAlignment = 'right';
2966 app.ImageReloj_5.ImageSource = fullfile (pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2967
2968 % Create ImageReloj_6
2969 app.ImageReloj_6 = uiimage (app.GridLayout10_3);
2970 app.ImageReloj_6.Layout.Row = 5;
2971 app.ImageReloj_6.Layout.Column = 1;
2972 app.ImageReloj_6.HorizontalAlignment = 'right';
2973 app.ImageReloj_6.ImageSource = fullfile (pathToMLAPP, 'Reloj.gif');
2974
2975 % Create TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3
2976 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3 = uilabel (app.GridLayout10_3);
2977 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3.VerticalAlignment = 'top';
2978 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3.FontName = 'Century Gothic';
2979 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3.Layout.Row = [5 6];
2980 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3.Layout.Column = 2;
2981 app.TiempodesimulacinsSpinnerLabel_3.Text = {'Resolución temporal [s] '; '
(incremento de tiempo):'};
2982
2983 % Create Archivo_Tincr
2984 app.Archivo_Tincr = uispinner (app.GridLayout10_3);
2985 app.Archivo_Tincr.Step = 60;
2986 app.Archivo_Tincr.Limits = [0 Inf];
2987 app.Archivo_Tincr.ValueDisplayFormat = '%.0f';
2988 app.Archivo_Tincr.FontName = 'Century Gothic';
2989 app.Archivo_Tincr.Layout.Row = 5;
2990 app.Archivo_Tincr.Layout.Column = [3 4];
2991
2992 % Create Labeltiempos_2
2993 app.Labeltiempos_2 = uilabel (app.GridLayout10_3);
2994 app.Labeltiempos_2.HorizontalAlignment = 'center';
2995 app.Labeltiempos_2.FontName = 'Century Gothic';
2996 app.Labeltiempos_2.Layout.Row = 7;
2997 app.Labeltiempos_2.Layout.Column = [1 5];
2998 app.Labeltiempos_2.Text = {'*Nota: El incremento de la resolución temporal
ha de ser múltiplo del tiempo de muestreo, en caso de no serlo'; 'su valor se
modificará automáticamente. Además, este incremento supondrá la edición de los
datos'; 'sintéticos o históricos generados anteriormente y '};
2999
3000 % Create hmaxnodoSpinnerLabel
3001 app.hmaxnodoSpinnerLabel = uilabel (app.GridLayout10_3);
3002 app.hmaxnodoSpinnerLabel.FontName = 'Century Gothic';
3003 app.hmaxnodoSpinnerLabel.Layout.Row = 2;
3004 app.hmaxnodoSpinnerLabel.Layout.Column = 2;

```



```

3005     app.HmaxnodoSpinnerLabel.Text = 'Altura máxima que soportan los nodos [m]:
';
3006
3007     % Create HminnodoSpinnerLabel
3008     app.HminnodoSpinnerLabel = uilabel(app.GridLayout10_3);
3009     app.HminnodoSpinnerLabel.FontName = 'Century Gothic';
3010     app.HminnodoSpinnerLabel.Layout.Row = 3;
3011     app.HminnodoSpinnerLabel.Layout.Column = 2;
3012     app.HminnodoSpinnerLabel.Text = 'Altura mínima que soportan los nodos [m]:
';
3013
3014     % Create HmaxNodo
3015     app.HmaxNodo = uispinner(app.GridLayout10_3);
3016     app.HmaxNodo.Limits = [0 Inf];
3017     app.HmaxNodo.ValueDisplayFormat = '%.0f';
3018     app.HmaxNodo.FontName = 'Century Gothic';
3019     app.HmaxNodo.Layout.Row = 2;
3020     app.HmaxNodo.Layout.Column = [3 4];
3021     app.HmaxNodo.Value = 100;
3022
3023     % Create HminNodo
3024     app.HminNodo = uispinner(app.GridLayout10_3);
3025     app.HminNodo.Limits = [0 Inf];
3026     app.HminNodo.ValueDisplayFormat = '%.0f';
3027     app.HminNodo.FontName = 'Century Gothic';
3028     app.HminNodo.Layout.Row = 3;
3029     app.HminNodo.Layout.Column = [3 4];
3030
3031     % Create ErrorCaudalesPanel
3032     app.ErrorCaudalesPanel = uipanel(app.GridLayout8);
3033     app.ErrorCaudalesPanel.TitlePosition = 'centertop';
3034     app.ErrorCaudalesPanel.Title = 'Error de calibración adicional en caudales
medidos';
3035     app.ErrorCaudalesPanel.BackgroundColor = [1 1 1];
3036     app.ErrorCaudalesPanel.Layout.Row = [2 5];
3037     app.ErrorCaudalesPanel.Layout.Column = [2 3];
3038     app.ErrorCaudalesPanel.FontName = 'Century Gothic';
3039     app.ErrorCaudalesPanel.FontWeight = 'bold';
3040     app.ErrorCaudalesPanel.FontSize = 14;
3041
3042     % Create GridLayout10_2
3043     app.GridLayout10_2 = uigradlayout(app.ErrorCaudalesPanel);
3044     app.GridLayout10_2.ColumnWidth = {'1x', 100, 120, '1x'};
3045     app.GridLayout10_2.RowHeight = {'0.1x', 23, 'fit', 'fit', 'fit', '0.1x', '
1x'};
3046     app.GridLayout10_2.BackgroundColor = [1 1 1];
3047
3048     % Create UITableInicioErrorCaudal
3049     app.UITableInicioErrorCaudal = uitable(app.GridLayout10_2);
3050     app.UITableInicioErrorCaudal.ColumnName = {'Column 1'; 'Column 2'; 'Column
3'; 'Column 4'};
3051     app.UITableInicioErrorCaudal.RowName = {};
3052     app.UITableInicioErrorCaudal.Layout.Row = 7;
3053     app.UITableInicioErrorCaudal.Layout.Column = [1 4];
3054
3055     % Create TiempodemuestreosLabel_3
3056     app.TiempodemuestreosLabel_3 = uilabel(app.GridLayout10_2);
3057     app.TiempodemuestreosLabel_3.Interpreter = 'latex';
3058     app.TiempodemuestreosLabel_3.HorizontalAlignment = 'right';
3059     app.TiempodemuestreosLabel_3.FontName = 'Century Gothic';
3060     app.TiempodemuestreosLabel_3.FontSize = 14;
3061     app.TiempodemuestreosLabel_3.Layout.Row = 4;
3062     app.TiempodemuestreosLabel_3.Layout.Column = 2;
3063     app.TiempodemuestreosLabel_3.Text = '\alpha\ inf.';
3064
3065     % Create ErrorCaudalLI
3066     app.ErrorCaudalLI = uispinner(app.GridLayout10_2);
3067     app.ErrorCaudalLI.Step = 0.1;
3068     app.ErrorCaudalLI.ValueDisplayFormat = '%.2e';
3069     app.ErrorCaudalLI.Layout.Row = 4;
3070     app.ErrorCaudalLI.Layout.Column = 3;

```

```

3071     app.ErrorCaudalLI.Value = 0.2;
3072
3073     % Create TiempodemuestreosLabel_2
3074     app.TiempodemuestreosLabel_2 = uilabel(app.GridLayout10_2);
3075     app.TiempodemuestreosLabel_2.Interpreter = 'latex';
3076     app.TiempodemuestreosLabel_2.HorizontalAlignment = 'right';
3077     app.TiempodemuestreosLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
3078     app.TiempodemuestreosLabel_2.FontSize = 14;
3079     app.TiempodemuestreosLabel_2.Layout.Row = 3;
3080     app.TiempodemuestreosLabel_2.Layout.Column = 2;
3081     app.TiempodemuestreosLabel_2.Text = '\alpha\ sup.';
3082
3083     % Create ErrorCaudalLS
3084     app.ErrorCaudalLS = uispinner(app.GridLayout10_2);
3085     app.ErrorCaudalLS.Step = 0.1;
3086     app.ErrorCaudalLS.ValueDisplayFormat = '%.2e';
3087     app.ErrorCaudalLS.Layout.Row = 3;
3088     app.ErrorCaudalLS.Layout.Column = 3;
3089     app.ErrorCaudalLS.Value = 1;
3090
3091     % Create QmQmlalphaLabel
3092     app.QmQmlalphaLabel = uilabel(app.GridLayout10_2);
3093     app.QmQmlalphaLabel.Interpreter = 'latex';
3094     app.QmQmlalphaLabel.HorizontalAlignment = 'center';
3095     app.QmQmlalphaLabel.FontColor = [0.149 0.149 0.149];
3096     app.QmQmlalphaLabel.Layout.Row = 2;
3097     app.QmQmlalphaLabel.Layout.Column = [2 3];
3098     app.QmQmlalphaLabel.Text = 'Qm* = Qm/(1+\alpha)';
3099
3100     % Create GenerarButton
3101     app.GenararButton = uibutton(app.GridLayout10_2, 'push');
3102     app.GenararButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@GenerarButtonPushed, true);
3103     app.GenararButton.FontName = 'Century Gothic';
3104     app.GenararButton.Layout.Row = 5;
3105     app.GenararButton.Layout.Column = [2 3];
3106     app.GenararButton.Text = 'Generar';
3107
3108     % Create AjustesRCovarianzasTable
3109     app.AjustesRCovarianzasTable = uipanel(app.GridLayout8);
3110     app.AjustesRCovarianzasTable.TitlePosition = 'centertop';
3111     app.AjustesRCovarianzasTable.Title = 'Matrices diagonales de covarianzas';
3112     app.AjustesRCovarianzasTable.BackgroundColor = [1 1 1];
3113     app.AjustesRCovarianzasTable.Layout.Row = [2 5];
3114     app.AjustesRCovarianzasTable.Layout.Column = [2 3];
3115     app.AjustesRCovarianzasTable.FontName = 'Century Gothic';
3116     app.AjustesRCovarianzasTable.FontWeight = 'bold';
3117     app.AjustesRCovarianzasTable.FontSize = 14;
3118
3119     % Create GridLayout10
3120     app.GridLayout10 = uigridlayout(app.AjustesRCovarianzasTable);
3121     app.GridLayout10.ColumnWidth = {'fit', '1x', '1x', '1x'};
3122     app.GridLayout10.RowHeight = {'fit', '1x', '1x', '1x'};
3123     app.GridLayout10.BackgroundColor = [1 1 1];
3124
3125     % Create UITableCovIni
3126     app.UITableCovIni = uitable(app.GridLayout10);
3127     app.UITableCovIni.ColumnName = '';
3128     app.UITableCovIni.RowName = {};
3129     app.UITableCovIni.FontName = 'Century Gothic';
3130     app.UITableCovIni.Layout.Row = 2;
3131     app.UITableCovIni.Layout.Column = [2 4];
3132
3133     % Create ajustesRCovLabel
3134     app.ajustesRCovLabel = uilabel(app.GridLayout10);
3135     app.ajustesRCovLabel.HorizontalAlignment = 'center';
3136     app.ajustesRCovLabel.FontName = 'Century Gothic';
3137     app.ajustesRCovLabel.Layout.Row = 2;
3138     app.ajustesRCovLabel.Layout.Column = 1;
3139     app.ajustesRCovLabel.Text = {'Diagonal de la matriz'; 'de covarianza
inicial'; 'de la estimación'};

```

```

3140
3141     % Create ajustesRCovLabel_2
3142     app.ajustesRCovLabel_2 = uilabel(app.GridLayout10);
3143     app.ajustesRCovLabel_2.HorizontalAlignment = 'center';
3144     app.ajustesRCovLabel_2.FontName = 'Century Gothic';
3145     app.ajustesRCovLabel_2.Layout.Row = 3;
3146     app.ajustesRCovLabel_2.Layout.Column = 1;
3147     app.ajustesRCovLabel_2.Text = {'Diagonal de la matriz'; 'de covarianzas de
'; 'confianza en las ecuaciones'; 'de balance '};
3148
3149     % Create ajustesRCovLabel_3
3150     app.ajustesRCovLabel_3 = uilabel(app.GridLayout10);
3151     app.ajustesRCovLabel_3.HorizontalAlignment = 'center';
3152     app.ajustesRCovLabel_3.FontName = 'Century Gothic';
3153     app.ajustesRCovLabel_3.Layout.Row = 4;
3154     app.ajustesRCovLabel_3.Layout.Column = 1;
3155     app.ajustesRCovLabel_3.Text = {'Diagonal de la matriz'; 'de covarianzas de
'; 'variabilidad de'; 'los parámetros'};
3156
3157     % Create UITable_CovBalan
3158     app.UITable_CovBalan = uitable(app.GridLayout10);
3159     app.UITable_CovBalan.ColumnName = '';
3160     app.UITable_CovBalan.RowName = {};
3161     app.UITable_CovBalan.FontName = 'Century Gothic';
3162     app.UITable_CovBalan.Layout.Row = 3;
3163     app.UITable_CovBalan.Layout.Column = [2 4];
3164
3165     % Create UITableCovestim
3166     app.UITableCovestim = uitable(app.GridLayout10);
3167     app.UITableCovestim.ColumnName = '';
3168     app.UITableCovestim.RowName = {};
3169     app.UITableCovestim.FontName = 'Century Gothic';
3170     app.UITableCovestim.Layout.Row = 4;
3171     app.UITableCovestim.Layout.Column = [2 4];
3172
3173     % Create RegenerartablasButton
3174     app.RegenerartablasButton = uibutton(app.GridLayout10, 'push');
3175     app.RegenerartablasButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@RegenerartablasButtonPushed, true);
3176     app.RegenerartablasButton.FontName = 'Century Gothic';
3177     app.RegenerartablasButton.Layout.Row = 1;
3178     app.RegenerartablasButton.Layout.Column = 3;
3179     app.RegenerartablasButton.Text = 'Regenerar tablas';
3180
3181     % Create SelectordecasoPanel
3182     app.SelectordecasoPanel = uipanel(app.GridLayout8);
3183     app.SelectordecasoPanel.TitlePosition = 'centertop';
3184     app.SelectordecasoPanel.Title = 'Selector de caso';
3185     app.SelectordecasoPanel.BackgroundColor = [1 1 1];
3186     app.SelectordecasoPanel.Layout.Row = 1;
3187     app.SelectordecasoPanel.Layout.Column = [1 3];
3188     app.SelectordecasoPanel.FontName = 'Century Gothic';
3189     app.SelectordecasoPanel.FontWeight = 'bold';
3190     app.SelectordecasoPanel.FontSize = 14;
3191
3192     % Create GridLayout9
3193     app.GridLayout9 = uigridlayout(app.SelectordecasoPanel);
3194     app.GridLayout9.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
3195     app.GridLayout9.RowHeight = {'fit', '1x'};
3196     app.GridLayout9.BackgroundColor = [1 1 1];
3197
3198     % Create CasolButton
3199     app.CasolButton = uibutton(app.GridLayout9, 'push');
3200     app.CasolButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@CasolButtonPushed, true);
3201     app.CasolButton.Tag = '1';
3202     app.CasolButton.FontName = 'Century Gothic';
3203     app.CasolButton.Layout.Row = 1;
3204     app.CasolButton.Layout.Column = 1;
3205     app.CasolButton.Text = 'Caso 1';
3206

```

```

3207         % Create Caso2Button
3208         app.Caso2Button = uibutton(app.GridLayout9, 'push');
3209         app.Caso2Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Caso2ButtonPushed, true);
3210         app.Caso2Button.Tag = '2';
3211         app.Caso2Button.FontName = 'Century Gothic';
3212         app.Caso2Button.Layout.Row = 1;
3213         app.Caso2Button.Layout.Column = 2;
3214         app.Caso2Button.Text = 'Caso 2';
3215
3216         % Create Caso2rButton
3217         app.Caso2rButton = uibutton(app.GridLayout9, 'push');
3218         app.Caso2rButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Caso2rButtonPushed, true);
3219         app.Caso2rButton.Tag = '2r';
3220         app.Caso2rButton.FontName = 'Century Gothic';
3221         app.Caso2rButton.Layout.Row = 1;
3222         app.Caso2rButton.Layout.Column = 3;
3223         app.Caso2rButton.Text = 'Caso 2r';
3224
3225         % Create Caso3Button
3226         app.Caso3Button = uibutton(app.GridLayout9, 'push');
3227         app.Caso3Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Caso3ButtonPushed, true);
3228         app.Caso3Button.Tag = '3';
3229         app.Caso3Button.FontName = 'Century Gothic';
3230         app.Caso3Button.Layout.Row = 1;
3231         app.Caso3Button.Layout.Column = 4;
3232         app.Caso3Button.Text = 'Caso 3';
3233
3234         % Create Caso3rButton
3235         app.Caso3rButton = uibutton(app.GridLayout9, 'push');
3236         app.Caso3rButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Caso3rButtonPushed, true);
3237         app.Caso3rButton.Tag = '3r';
3238         app.Caso3rButton.FontName = 'Century Gothic';
3239         app.Caso3rButton.Layout.Row = 1;
3240         app.Caso3rButton.Layout.Column = 5;
3241         app.Caso3rButton.Text = 'Caso 3r';
3242
3243         % Create CasosImage
3244         app.CasosImage = uiimage(app.GridLayout9);
3245         app.CasosImage.Layout.Row = 2;
3246         app.CasosImage.Layout.Column = [1 5];
3247         app.CasosImage.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'Fotos', 'Casos1.PNG');
3248
3249         % Create Buttons_AjustesR
3250         app.Buttons_AjustesR = uibuttongroup(app.GridLayout8);
3251         app.Buttons_AjustesR.SelectionChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@Buttons_AjustesRSelectionChanged, true);
3252         app.Buttons_AjustesR.TitlePosition = 'centertop';
3253         app.Buttons_AjustesR.Title = 'Ajustes de parámetros de la reconciliación';
3254         app.Buttons_AjustesR.BackgroundColor = [1 1 1];
3255         app.Buttons_AjustesR.Layout.Row = 2;
3256         app.Buttons_AjustesR.Layout.Column = 1;
3257         app.Buttons_AjustesR.FontName = 'Century Gothic';
3258         app.Buttons_AjustesR.FontWeight = 'bold';
3259         app.Buttons_AjustesR.FontSize = 14;
3260
3261         % Create Button_AjustesR_tiempo
3262         app.Button_AjustesR_tiempo = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesR);
3263         app.Button_AjustesR_tiempo.Tag = 'Tiempos';
3264         app.Button_AjustesR_tiempo.Text = 'Parámetros varios';
3265         app.Button_AjustesR_tiempo.FontName = 'Century Gothic';
3266         app.Button_AjustesR_tiempo.Position = [12 79 367 23];
3267         app.Button_AjustesR_tiempo.Value = true;
3268
3269         % Create Button_AjustesR_cov
3270         app.Button_AjustesR_cov = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesR);
3271         app.Button_AjustesR_cov.Tag = 'cov';
3272         app.Button_AjustesR_cov.Text = 'Matrices diagonales de covarianzas';

```

```

3273 app.Button_AjustesR_cov.FontName = 'Century Gothic';
3274 app.Button_AjustesR_cov.Position = [12 47 367 23];
3275
3276 % Create Button_AjustesR_error
3277 app.Button_AjustesR_error = uitogglebutton(app.Buttons_AjustesR);
3278 app.Button_AjustesR_error.Tag = 'error calib';
3279 app.Button_AjustesR_error.Text = 'Error de calibración adicional en
caudales';
3280 app.Button_AjustesR_error.FontName = 'Century Gothic';
3281 app.Button_AjustesR_error.Position = [12 13 367 23];
3282
3283 % Create TratamientodeajustesPanel_3
3284 app.TratamientodeajustesPanel_3 = uipanel(app.GridLayout8);
3285 app.TratamientodeajustesPanel_3.TitlePosition = 'centertop';
3286 app.TratamientodeajustesPanel_3.Title = 'Tratamiento de ajustes';
3287 app.TratamientodeajustesPanel_3.BackgroundColor = [1 1 1];
3288 app.TratamientodeajustesPanel_3.Layout.Row = 3;
3289 app.TratamientodeajustesPanel_3.Layout.Column = 1;
3290 app.TratamientodeajustesPanel_3.FontName = 'Century Gothic';
3291 app.TratamientodeajustesPanel_3.FontWeight = 'bold';
3292 app.TratamientodeajustesPanel_3.FontSize = 14;
3293
3294 % Create GridLayout11
3295 app.GridLayout11 = uigridlayout(app.TratamientodeajustesPanel_3);
3296 app.GridLayout11.RowHeight = {'fit', 'fit'};
3297 app.GridLayout11.BackgroundColor = [1 1 1];
3298
3299 % Create GuardarajustesactualesButton_3
3300 app.GuardarajustesactualesButton_3 = uibutton(app.GridLayout11, 'push');
3301 app.GuardarajustesactualesButton_3.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app
, @GuardarajustesactualesButton_3Pushed, true);
3302 app.GuardarajustesactualesButton_3.FontName = 'Century Gothic';
3303 app.GuardarajustesactualesButton_3.Layout.Row = 1;
3304 app.GuardarajustesactualesButton_3.Layout.Column = [1 2];
3305 app.GuardarajustesactualesButton_3.Text = 'Guardar ajustes actuales';
3306
3307 % Create Boton_Carga_inp_6
3308 app.Boton_Carga_inp_6 = uibutton(app.GridLayout11, 'push');
3309 app.Boton_Carga_inp_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Boton_Carga_inp_6ButtonPushed, true);
3310 app.Boton_Carga_inp_6.FontName = 'Century Gothic';
3311 app.Boton_Carga_inp_6.Layout.Row = 2;
3312 app.Boton_Carga_inp_6.Layout.Column = 1;
3313 app.Boton_Carga_inp_6.Text = 'Cargar archivo de ajustes';
3314
3315 % Create Archivo_mat_AjustesS_2
3316 app.Archivo_mat_AjustesS_2 = uieditfield(app.GridLayout11, 'text');
3317 app.Archivo_mat_AjustesS_2.Editable = 'off';
3318 app.Archivo_mat_AjustesS_2.FontName = 'Century Gothic';
3319 app.Archivo_mat_AjustesS_2.FontSize = 14;
3320 app.Archivo_mat_AjustesS_2.FontWeight = 'bold';
3321 app.Archivo_mat_AjustesS_2.Layout.Row = 2;
3322 app.Archivo_mat_AjustesS_2.Layout.Column = 2;
3323
3324 % Create ComenzarlareconciliacinPanel
3325 app.ComenzarlareconciliacinPanel = uipanel(app.GridLayout8);
3326 app.ComenzarlareconciliacinPanel.TitlePosition = 'centertop';
3327 app.ComenzarlareconciliacinPanel.Title = 'Comenzar la reconciliación';
3328 app.ComenzarlareconciliacinPanel.BackgroundColor = [0.9098 0.9882 1];
3329 app.ComenzarlareconciliacinPanel.Layout.Row = 4;
3330 app.ComenzarlareconciliacinPanel.Layout.Column = 1;
3331 app.ComenzarlareconciliacinPanel.FontName = 'Century Gothic';
3332 app.ComenzarlareconciliacinPanel.FontWeight = 'bold';
3333 app.ComenzarlareconciliacinPanel.FontSize = 14;
3334
3335 % Create GridLayout12
3336 app.GridLayout12 = uigridlayout(app.ComenzarlareconciliacinPanel);
3337 app.GridLayout12.ColumnWidth = {'1x'};
3338 app.GridLayout12.RowHeight = {'fit'};
3339 app.GridLayout12.Padding = [10.6625061035156 10 10.6625061035156 10];
3340 app.GridLayout12.BackgroundColor = [0.9098 0.9882 1];

```

```

3341
3342     % Create ComenzarButton
3343     app.ComenzarButton = uibutton(app.GridLayout12, 'push');
3344     app.ComenzarButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@ComenzarButtonPushed, true);
3345     app.ComenzarButton.FontName = 'Century Gothic';
3346     app.ComenzarButton.FontWeight = 'bold';
3347     app.ComenzarButton.Layout.Row = 1;
3348     app.ComenzarButton.Layout.Column = 1;
3349     app.ComenzarButton.Text = 'Comenzar';
3350
3351     % Create Image2
3352     app.Image2 = uiimage(app.GridLayout8);
3353     app.Image2.Layout.Row = 5;
3354     app.Image2.Layout.Column = 1;
3355     app.Image2.ImageSource = 'RDApp_Logo.png';
3356
3357     % Create VisualizacinderesultadosTab
3358     app.VisualizacinderesultadosTab = uitab(app.TabGroup);
3359     app.VisualizacinderesultadosTab.Title = 'Visualización de resultados';
3360     app.VisualizacinderesultadosTab.BackgroundColor = [1 1 1];
3361
3362     % Create GridLayout21
3363     app.GridLayout21 = uigridlayout(app.VisualizacinderesultadosTab);
3364     app.GridLayout21.ColumnWidth = {'1x', '1x', '1x', '1x', '1x', '1x'};
3365     app.GridLayout21.RowHeight = {'fit', '1x'};
3366     app.GridLayout21.BackgroundColor = [1 1 1];
3367
3368     % Create GuardarresultadosButton
3369     app.GuardarresultadosButton = uibutton(app.GridLayout21, 'state');
3370     app.GuardarresultadosButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GuardarresultadosButtonValueChanged, true);
3371     app.GuardarresultadosButton.Text = 'Guardar resultados';
3372     app.GuardarresultadosButton.FontName = 'Century Gothic';
3373     app.GuardarresultadosButton.Layout.Row = 1;
3374     app.GuardarresultadosButton.Layout.Column = 5;
3375
3376     % Create GraficarButton
3377     app.GraficarButton = uibutton(app.GridLayout21, 'state');
3378     app.GraficarButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GraficarButtonValueChanged, true);
3379     app.GraficarButton.Text = 'Graficar';
3380     app.GraficarButton.FontName = 'Century Gothic';
3381     app.GraficarButton.Layout.Row = 1;
3382     app.GraficarButton.Layout.Column = 2;
3383
3384     % Create GraficarfigextButton
3385     app.GraficarfigextButton = uibutton(app.GridLayout21, 'state');
3386     app.GraficarfigextButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@GraficarfigextButtonValueChanged, true);
3387     app.GraficarfigextButton.Text = 'Graficar en figuras externas';
3388     app.GraficarfigextButton.FontName = 'Century Gothic';
3389     app.GraficarfigextButton.Layout.Row = 1;
3390     app.GraficarfigextButton.Layout.Column = 3;
3391
3392     % Create GraficasTab
3393     app.GraficasTab = uitabgroup(app.GridLayout21);
3394     app.GraficasTab.TabLocation = 'left';
3395     app.GraficasTab.Layout.Row = 2;
3396     app.GraficasTab.Layout.Column = [1 6];
3397
3398     % Create Tab
3399     app.Tab = uitab(app.GraficasTab);
3400     app.Tab.Title = 'Tab';
3401     app.Tab.BackgroundColor = [1 1 1];
3402     app.Tab.Scrollable = 'on';
3403
3404     % Create LimpiargrficasButton
3405     app.LimpiargrficasButton = uibutton(app.GridLayout21, 'state');
3406     app.LimpiargrficasButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@LimpiargrficasButtonValueChanged, true);

```

```

3407     app.LimpiargrficasButton.Text = 'Limpiar gráficas';
3408     app.LimpiargrficasButton.FontName = 'Century Gothic';
3409     app.LimpiargrficasButton.Layout.Row = 1;
3410     app.LimpiargrficasButton.Layout.Column = 4;
3411
3412     % Show the figure after all components are created
3413     app.RDAppUIFigure.Visible = 'on';
3414     end
3415 end
3416
3417 % App creation and deletion
3418 methods (Access = public)
3419
3420     % Construct app
3421     function app = RDApp_V5
3422
3423         % Create UIFigure and components
3424         createComponents(app)
3425
3426         % Register the app with App Designer
3427         registerApp(app, app.RDAppUIFigure)
3428
3429         % Execute the startup function
3430         runStartupFcn(app, @startupFcn)
3431
3432         if nargin == 0
3433             clear app
3434         end
3435     end
3436
3437     % Code that executes before app deletion
3438     function delete(app)
3439
3440         % Delete UIFigure when app is deleted
3441         delete(app.RDAppUIFigure)
3442     end
3443 end
3444 end

```

7.2 Función principal de simulación

Código 7.2 fun_UI_main_Similar.m.

```

1  function [app] = fun_UI_main_Similar(app,event)
2  % Función principal para simulación de datos sintéticos
3  %[app] = fun_UI_main(app,event)
4
5  % try
6  %% Selección de tipo de simulación y obtención de datos
7  % Llamada a función de inicialización. En caso de que no se pueda utilizar
8  % el toolkit de Epanet se procederá a simular
9  fprintf('Se trabajará con el Toolkit de Epanet.\n
-----\n\n')
10 tstart = tic;
11 app.DatosGlobales.EstadoSim.Value = 0.1; % Progreso de la simulación
12 [red,DT] = fun_Sim_Toolkit_Epanet(app);
13 fprintf('\n-----\n')
14
15 % Generación de la estructura contenedora de la red Mdl y guardado de datos en el
    archivo Data.mat
16 app.DatosGlobales.EstadoSim.Value = 0.7; % Progreso de la simulación
17 [Mdl] = fun_Mdl(red,app); % Llamada a función para generar estructura Mdl
18
19 %% Tratamiento de las señales para añadir o quitar ruido
20 app.DatosGlobales.EstadoSim.Value = 0.9; % Progreso de la simulación
21 [DT, Mdl] = fun_tratamientoDT(app,DT,Mdl);

```

```

22 app.DatosGlobales.DT = DT; % Guardo los históricos en estructura
23 app.DatosGlobales.Mdl = Mdl; % Guardo la configuración en estructura
24
25 %% Sobrescritura de Data.m
26 if app.DatosGlobales.flag.guardarHist
27     Historicos = struct('DT', DT, 'Mdl', Mdl);
28     uisave('Historicos')
29 end
30
31 tend = toc(tstart);
32
33 % catch ME
34 %     app.DatosGlobales.EstadoSim.Value = 0; % Progreso de la simulación
35 %     report = getReport(ME);
36 %     app.DatosGlobales.EstadoSim.Message = strcat('Se produjo un error durante la
simulación: ',ME.identifiser); % Mensaje
37 %     app.DatosGlobales.EstadoSim.Icon = 'error'; % Progreso de la simulación
38 %     app.DatosGlobales.EstadoSim.Cancelable = 'On'; % Progreso de la simulación
39 %     app.DatosGlobales.EstadoSim.CancelText = 'Cerrar'; % Progreso de la simulación
40 %     while true
41 %         if app.DatosGlobales.EstadoSim.CancelRequested % Progreso de la simulación
42 %             app.DatosGlobales.EstadoSim.close % Cerrar ventana de dialogo
43 %             return
44 %         end
45 %         pause(0.5)
46 %     end
47 % end
48 end

```

7.3 Función principal de reconciliación

Código 7.3 fun_UI_main_Reconciliar.m.

```

1 function [app] = fun_UI_main_Reconciliar(app)
2 % Función principal para la reconciliación.
3
4 %% Extracción de datos
5 Mdl = app.DatosRecon.Mdl;
6 DT = app.DatosRecon.DT;
7 FK = app.DatosRecon.FK;
8
9
10 %% Modificación de la resolución temporal
11 % Modificación de la resolución temporal
12 if Mdl.Tincr < Mdl.Ts
13     Mdl.Tincr = Mdl.Ts;
14 elseif Mdl.Tincr > Mdl.Ts
15     if mod(Mdl.Tsim,Mdl.Tincr) ~= 0 % Ajuste del tiempo de simulación para que pueda
ser compatible
16         Mdl.Tsim = Mdl.Tsim - mod(Mdl.Tsim,Mdl.Tincr);
17     end
18     Mdl.Tincr_sel = 1 : Mdl.TincrNiter : Mdl.Niter; % Posición de los valores a usar
19     Mdl.Niter = Mdl.Tsim / Mdl.Tincr; % Nuevo número de iteraciones
20     Mdl.Ts = Mdl.Tincr; % Renovación del tiempo de
muestreo
21
22     % Modificación de los datos históricos a emplear
23     DT.caudales = DT.caudales(Mdl.Tincr_sel,:);
24     DT.demanda_y_perdida = DT.demanda_y_perdida(Mdl.Tincr_sel,:);
25     DT.demanda_y_perdida_sin_error = DT.demanda_y_perdida_sin_error(Mdl.Tincr_sel,:);
26     DT.demandas = DT.demandas(Mdl.Tincr_sel,:);
27     DT.demandas_sin_error = DT.demandas_sin_error(Mdl.Tincr_sel,:);
28     DT.presiones = DT.presiones(Mdl.Tincr_sel,:);
29 end
30
31 % Corrección de tiempo de integración

```



```

32 if mod(Mdl.Ti,Mdl.Ts) ~= 0
33     Mdl.Ti = Mdl.Ti - mod(Mdl.Ti,Mdl.Ts);
34 end
35 Mdl.TiNiter = Mdl.Ti / Mdl.Ts; % Nuevo número de iteraciones
36
37 % Reasignamos el valor del número de iteraciones ya que estamos eliminando un
38 % número de muestras'Ti' del final para que la ventana pueda deslizarse sin problemas
39 % Mdl.Niter = Mdl.Niter - Mdl.TiNiter;
40
41
42 %% Inicialización de variables
43 DT.Vd = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
44 DT.Vd_sin_error = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
45 DT.Vdp = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.np);
46 DT.Vdp_sin_error = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
47 DT.Vm = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nr);
48 DT.varH = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nt);
49 DT.varH_node = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
50 DT.Gamma_Lk = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
51 DT.Gamma_Hk = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
52 DT.Gamma_Lk_node = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
53 DT.Gamma_Hk_node = zeros(Mdl.Niter - Mdl.TiNiter,Mdl.nn);
54
55 %% Cálculo de integrales en los datos medidos mediante promedio - Por Tustin
56 % Para que la reconciliación funcione se ha de tener en cuenta que las unidades de
57 % medida de la variación de altura en tanques y nodos viene dada en m^3, por lo que
58 % es necesario pasar los valores de caudales de l a m^3. Más adelante al obtener las
59 % soluciones del filtro de Kalman se puede volver a pasar a l.
60
61 % Función de integración numérica de N+1 datos (desde k-N hasta k). - Por Tustin
62 fun_integra = @(x) (0.5*sum(x(2:Mdl.TiNiter+1,:))+0.5*sum(x(1:Mdl.TiNiter,:)))*Mdl.Ts;
63
64 % Cálculo de promedios - Por Tustin
65 for i = Mdl.TiNiter + 1 : Mdl.Niter
66     % Promediado de demandas, demandas con pérdidas de hidrantes y caudales en las
67     % ramas en litros
68     DT.Vd(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demandas(i - Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti
69     ; % [1]
70     DT.Vdp(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demanda_y_perdida(i - Mdl.TiNiter : i, :))
71     / Mdl.Ti; % [1]
72     DT.Vd_sin_error(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demandas_sin_error(i - Mdl.
73     TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti; % [1]
74     DT.Vdp_sin_error(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demanda_y_perdida_sin_error(i -
75     Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti; % [1]
76     DT.Vm(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.caudales(i - Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti
77     ; % [1]
78
79     % Promediado de demandas, demandas con pérdidas de hidrantes y caudales en las
80     % ramas en metros cúbicos
81     DT.Vd(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demandas(i - Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti
82     / 1000; % [m^3]
83     DT.Vdp(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demanda_y_perdida(i - Mdl.TiNiter : i, :))
84     / Mdl.Ti / 1000; % [m^3]
85     DT.Vd_sin_error(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demandas_sin_error(i - Mdl.
86     TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti / 1000; % [m^3]
87     DT.Vdp_sin_error(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.demanda_y_perdida_sin_error(i -
88     Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti / 1000; % [m^3]
89     DT.Vm(i-Mdl.TiNiter,:) = fun_integra(DT.caudales(i - Mdl.TiNiter : i, :)) / Mdl.Ti
90     / 1000; % [m^3]
91
92     % Variaciones de altura en tanques y nodos
93     DT.varH(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.presiones(i,Mdl.ind_t)-DT.presiones(i-Mdl.TiNiter,
94     Mdl.ind_t)) / Mdl.Ti; % [m]
95     DT.varH_node(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.presiones(i,Mdl.ind_nl) - DT.presiones(i-Mdl.
96     TiNiter,Mdl.ind_nl)) / Mdl.Ti; % [m]
97     DT.varH(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.presiones(i,Mdl.ind_t)-DT.presiones(i-Mdl.TiNiter,
98     Mdl.ind_t)) / Mdl.Ti; % [m]
99     DT.varH_node(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.presiones(i,Mdl.ind_nl) - DT.presiones(i-Mdl.
100     TiNiter,Mdl.ind_nl)) / Mdl.Ti; % [m]
101
102     %% Cálculo de regresor aguas arriba y abajo. (Para el tanque)

```

```

87 % DT.Gamma_Lk(i-Mdl.TiNiter,:) = (Mdl.t_MaxLevel' - DT.varH(i-Mdl.TiNiter,:)) ./ (
Mdl.t_MaxLevel' - Mdl.t_MinLevel') / Mdl.Ti;
88 % DT.Gamma_Hk(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.varH(i-Mdl.TiNiter,:) - Mdl.t_MinLevel') ./ (
Mdl.t_MaxLevel' - Mdl.t_MinLevel') / Mdl.Ti;
89
90 % Cálculo de regresor aguas arriba y abajo. (Para el nodos)
91 DT.Gamma_Lk_node(i-Mdl.TiNiter,:) = (FK.hmaxnode - DT.varH_node(i-Mdl.TiNiter,:))
/ (FK.hmaxnode - FK.hminnode) / Mdl.Ti;
92 DT.Gamma_Hk_node(i-Mdl.TiNiter,:) = (DT.varH_node(i-Mdl.TiNiter,:) - FK.hminnode)
/ (FK.hmaxnode - FK.hminnode) / Mdl.Ti;
93 end
94
95 % Último recorte del tiempo de muestreo para quitar el número de iteraciones de
integración al tiempo de
96 % muestreo
97 Mdl.Niter = Mdl.Niter - Mdl.TiNiter;
98 Mdl.Tsim = Mdl.Niter * Mdl.Ts;
99 app.DatosRecon.Mdl = Mdl;
100
101 %% Cálculo de integrales en los datos medidos mediante la integración trapezoidal de
ventana deslizante [0,Ti].
102 % Para que la reconciliación funcione se ha de tener en cuenta que las unidades de
103 % medida de la variación de altura en tanques y nodos viene dada en m^3, por lo que
104 % es necesario pasar los valores de caudales de l a m^3. Más adelante al obtener las
105 % soluciones del filtro de Kalman se puede volver a pasar a l.
106 %
107 % for i = 1:Mdl.Niter
108 %     if i == Mdl.Niter
109 %         DT.Vd(end,:) = DT.Vd(end-1,:);
110 %         DT.Vdp(end,:) = DT.Vd(end-1,:);
111 %         DT.Vd_sin_error(end,:) = DT.Vd_sin_error(end-1,:);
112 %         DT.Vdp_sin_error(end,:) = DT.Vdp_sin_error(end-1,:);
113 %         DT.Vm(end,:) = DT.Vm(end-1,:);
114 %         DT.varH(end,:) = DT.varH(end-1,:);
115 %         DT.varH_node(end,:) = DT.varH_node(end-1,:);
116 %     else
117 %         for j = 1 : Mdl.TiNiter
118 %             % Poromediado de caudales en las ramas, demandas y demandas con pérdidas
de hidrantes [l]
119 %             % DT.Vm(i,:) = DT.Vm(i,:) + (DT.caudales(i+j+1,:) + DT.caudales(i+j,:))
/ 2 * Mdl.Ts; % [l]
120 %             % DT.Vd(i,:) = DT.Vd(i,:) + (DT.demandas(i+j+1,:) + DT.demandas(i+j,:))
/ 2 * Mdl.Ts; % [l]
121 %             % DT.Vd_sin_error(i,:) = DT.Vd_sin_error(i,:) + (DT.demandas_sin_error(i
+j+1,:) + DT.demandas_sin_error(i+j,:)) / 2 * Mdl.Ts; % [l]
122 %             % DT.Vdp(i,:) = DT.Vdp(i,:) + (DT.demanda_y_perdida(i+j+1,:) + DT.
demanda_y_perdida(i+j,:)) / 2 * Mdl.Ts; % [l]
123 %             % DT.Vdp_sin_error(i,:) = DT.Vdp_sin_error(i,:) + (DT.
demanda_y_perdida_sin_error(i+j+1,:) + DT.demanda_y_perdida_sin_error(i+j,:)) / 2
* Mdl.Ts; % [l]
124 %
125 %             % Poromediado de caudales en las ramas, demandas y demandas con pérdidas
de hidrantes
126 %             % Se pasa a [m^3] porque la variación de altura en el tanque se da en
metros.
127 %             DT.Vm(i,:) = DT.Vm(i,:) + (DT.caudales(i+j+1,:) + DT.caudales(i+j,:)) /
2 * Mdl.Ts / 1000; % [m^3]
128 %             DT.Vd(i,:) = DT.Vd(i,:) + (DT.demandas(i+j+1,:) + DT.demandas(i+j,:)) /
2 * Mdl.Ts / 1000; % [m^3]
129 %             DT.Vd_sin_error(i,:) = DT.Vd_sin_error(i,:) + (DT.demandas_sin_error(i+j
+1,:) + DT.demandas_sin_error(i+j,:)) / 2 * Mdl.Ts / 1000; % [m^3]
130 %             DT.Vdp(i,:) = DT.Vdp(i,:) + (DT.demanda_y_perdida(i+j+1,:) + DT.
demanda_y_perdida(i+j,:)) / 2 * Mdl.Ts / 1000; % [m^3]
131 %             DT.Vdp_sin_error(i,:) = DT.Vdp_sin_error(i,:) + (DT.
demanda_y_perdida_sin_error(i+j+1,:) + DT.demanda_y_perdida_sin_error(i+j,:)) / 2
* Mdl.Ts / 1000; % [m^3]
132 %         end
133 %     end
134 %
135 % Cálculo del volumen desplazado en tanques y nodos. Se ha de esperar un
136 % periodo de tal forma que las demandas completan un ciclo

```

```

137 % DT.varH(i,:) = DT.presiones(i + Mdl.TiNiter,Mdl.ind_t) - DT.presiones(i,Mdl.
    ind_t);
138 % DT.varH_node(i,:) = DT.presiones(i + Mdl.TiNiter,Mdl.ind_nl) - DT.presiones(i,
    Mdl.ind_nl);
139 %
140 % % Cálculo de regresor de regresor aguas arriba y abajo. (Para el tanque)
141 % DT.Gamma_Lk(i,:) = (Mdl.t_MaxLevel - DT.varH(i,:)) ./ (Mdl.t_MaxLevel - Mdl.
    t_MinLevel);
142 % DT.Gamma_Hk(i,:) = (DT.varH(i,:) - Mdl.t_MinLevel) ./ (Mdl.t_MaxLevel - Mdl.
    t_MinLevel);
143 %
144 % % Cálculo de regresor aguas arriba y abajo. (Para el nodos)
145 % DT.Gamma_Lk_node(i,:) = (FK.hmaxnode - DT.varH_node(i,:)) ./ (FK.hmaxnode - FK.
    hminnode);
146 % DT.Gamma_Hk_node(i,:) = (DT.varH_node(i,:) - FK.hminnode) ./ (FK.hmaxnode - FK.
    hminnode);
147 % end
148 % % DT.Vm(i,:) = DT.Vm(i,+)/Mdl.Ti; % [1]
149 % % DT.Vd(i,:) = DT.Vd(i,+)/ Mdl.Ti; % [1]
150 % % DT.Vd_sin_error(i,:) = DT.Vd_sin_error(i,+) / Mdl.Ti; % [1]
151 % % DT.Vdp(i,:) = DT.Vdp(i,+) / Mdl.Ti; % [1]
152 % % DT.Vdp_sin_error(i,:) = DT.Vdp_sin_error(i,+) / Mdl.Ti; % [1]
153 %
154 % % Último recorte del tiempo de muestreo para quitar el número de iteraciones de
    integración al tiempo de
155 % % muestreo
156 % Mdl.Niter = Mdl.Niter - Mdl.TiNiter;
157 % Mdl.Tsim = Mdl.Niter * Mdl.Ts;
158 % app.DatosRecon.Mdl = Mdl;
159
160 %% Agregar error (alphas) a los caudales de las ramas
161 DT.Vm_sin_error = DT.Vm;
162 if ~isempty(FK.alphaerr)
163     for i = 1:Mdl.nr
164         DT.Vm(:,i) = DT.Vm(:,i)./(1+FK.alphaerr(i));
165     end
166 end
167
168 % Actualizo los datos históricos
169 app.DatosRecon.DT = DT;
170
171
172 %% Selector de caso
173
174 % Función para la selección de caso y el visionado de la descripción del problema
175
176 casos = {'1','2','2r','3','3r'};
177
178 switch app.DatosRecon.Caso
179     case casos{1} % Llamada al caso 1
180         [SolCaso, FK] = fun_Caso_1(Mdl,DT,FK);
181     case casos{2} % Llamada al caso 2
182         [SolCaso, FK] = fun_Caso_2(Mdl,DT,FK);
183     case casos{3} % Llamada al caso 2r
184         [SolCaso, FK] = fun_Caso_2r(Mdl,DT,FK);
185     case casos{4} % Llamada al caso 3
186         [SolCaso, FK] = fun_Caso_3(Mdl,DT,FK);
187     case casos{5} % Llamada al caso 3r
188         [SolCaso, FK] = fun_Caso_3r(Mdl,DT,FK);
189     otherwise
190         disp('Caso inexistente')
191         return
192 end
193
194 % Actualizo los datos históricos
195 app.DatosRecon.DT = DT;
196 app.DatosRecon.FK = FK;
197 app.DatosRecon.Mdl = Mdl;
198 app.DatosRecon.SolCaso = SolCaso;
199 end

```

7.4 Función de llamada al motor de Epanet

Código 7.4 fun_Sim_Toolkit_Epanet.m.

```

1 function [red,DT] = fun_Sim_Toolkit_Epanet(app)
2 %% Función para la inicialización de parámetros
3 % [red,flag,DT,Niter] = Inic_function(Tiempo de simulación,Tiempo de muestreo,
4 %     ...coeficientes de emisores,archivo de simulación,nivel inicial de los
5 %     tanques)
6 Tsim = round(app.Archivo_Tsim.Value);
7 Ts = round(app.Archivo_Ts.Value);
8 Th = round(app.MomentoPerdida.Value);
9
10 % Control de tiempos
11 if Th > Tsim || Ts > Tsim
12     disp('Error en tiempos')
13     app.DatosGlobales.EstadoSim.Message = 'Error en la introducción de parámetros
14     temporales.'; % Mensaje
15     app.DatosGlobales.EstadoSim.Value = '0'; % Progreso de la simulación
16     app.DatosGlobales.EstadoSim.Cancelable = 'On'; % Progreso de la simulación
17     app.DatosGlobales.EstadoSim.CancelText = 'Cerrar'; % Progreso de la simulación
18     while true
19         if app.DatosGlobales.EstadoSim.CancelRequested % Progreso de la simulación
20             app.DatosGlobales.EstadoSim.close % Cerrar ventana de dialogo
21             return
22         end
23         pause(0.5)
24     end
25
26
27 archivo = [app.DatosGlobales.SimDir.path, app.DatosGlobales.SimDir.filename];
28
29 % Corrección del tiempo de introducción de las pérdidas
30 if mod(Th,Ts) ~= 0
31     Th = Th - mod(Th,Ts);
32 end
33
34 ThNiter = Th / Ts; % Iteración en la que se producen las pérdidas
35 if ThNiter == 0
36     ThNiter = 1;
37 end
38
39 % Corrección de tiempo de simulación
40 if mod(Tsim,Ts) ~= 0
41     Tsim = Tsim - mod(Tsim,Ts);
42 end
43 Niter = Tsim / Ts; % Número de iteraciones que se
44     quieren conocer
45
46 % Inicio de la herramienta
47 % Si se quiere utilizar el add-On del Toolkit de Epanet en lugar de directamente la
48 % carpeta comentar la
49 % siguiente línea
50 % addpath(strcat(pwd,'\EPANET-Matlab-Toolkit-master')) % Agrega al path el directorio
51 % del Toolkit
52 start_toolkit; % Arranca el motor
53 red = epanet(archivo); % Carga el fichero .inp
54     seleccionado
55
56 % Nos aseguramos que los tiempos muestreo y simulación son los requeridos
57 red.setTimeHydraulicStep(Ts) % Fija el tiempo de muestreo para
58     la simulación
59 red.setTimePatternStep(Ts)
60 red.setTimeReportingStep(Ts)
61 red.setTimeHydraulicStep(Ts)
62 red.setTimeSimulationDuration(Tsim) % Fija el tiempo de simulación

```

```

58
59 red.openHydraulicAnalysis; % Habilita el análisis hidráulico
60 red.initializeHydraulicAnalysis; % Inicializa el análisis hidrá
    ulico
61
62
63 %% Simulación
64 % Inicialización de demandas del hidrante
65 % Emitterrand = rand(1,red.getNodeCount); % cast(red.getNodeCount,'double')
66 EmitterCoef = zeros(1,red.getNodeCount);
67 red.setNodeEmitterCoeff(EmitterCoef); % Fija los valores de los hidrantes para ese
    instante
68
69 % Inicialización de las alturas de los tanques
70 red.setNodeTankInitialLevel(app.UITableInicioTanque.Data(:,1)'); % Altura inicial
71 red.setNodeTankMinimumWaterLevel(app.UITableInicioTanque.Data(:,2)'); % Altura mínima
72 red.setNodeTankMaximumWaterLevel(app.UITableInicioTanque.Data(:,3)'); % Altura máxima
73
74 % Obtención de la demanda
75 NodeDemand = zeros(size(app.UITablePatrones.Data,1),Niter);
76 for i = 1:size(app.UITablePatrones.Data,1) % Adaptación de patrones al tiempo de
    simulación y de muestreo
77     patrones(i,:) = demandas(Tsim, Ts, app.UITablePatrones.Data(i,:));
78     patroneslabel(i,1) = replace(app.UITablePatrones.RowName(i), ' [l/s]', '');
79
80     for j = 1:red.getNodeJunctionCount
81         if strcmp(patroneslabel{i,1},app.UITableAccNodos.Data{j,1})
82             NodeDemand(j,:) = patrones(i,:);
83         end
84     end
85 end
86
87
88 % Función para obtener los instantes siguientes dado un valor del tanque
89 for i = 1:Niter
90     % Demanda del hidrante/emisor variante en el tiempo. El toolkit de
91     % Epanet no contempla un descenso en la demanda del hidrante, por lo
92     % que solo podremos tener el mismo valor que en el instante anterior
93     % o un aumento de este.
94     if i >= ThNiter
95         EmitterCoef(1:red.getNodeJunctionCount) = cell2mat(app.UITableAccNodos.Data
    (:,4)');
96     end
97
98     % Simulación
99     red.setNodeEmitterCoeff(EmitterCoef); % Fija los valores de los hidrantes para
    ese instante
100    red.setNodeBaseDemands(NodeDemand(:,i)'); % Fija los valores de la demanda de
    los nodos
101
102    % Análisis de Epanet
103    red.runHydraulicAnalysis;
104    P = red.getNodePressure; % Recopilación de la presión en los nodos
105    D = red.getNodeActualDemand; % Recopilación de demanda de en los nodos
106    H = red.getNodeHydraulicHead; % Recopilación de altura en los nodos
107    F = red.getLinkFlows; % Recopilación de DT.caudales en las tuberías
108    red.nextHydraulicAnalysisStep;
109
110    % Guardado de datos
111    % DT.Simulacion(i,:) = [P,D,H,F];
112    DT.caudales(i,:) = F;
113    DT.presiones(i,:) = P;
114    DT.demandas(i,:) = NodeDemand(1:red.getNodeJunctionCount,i);
115    % DT.demanda_hidrante(i,:) = EmitterCoef .* P .^ 0.5;
116    % DT.demanda_y_perdida(i,:) = DT.demanda_hidrante(i,1) + DT.demandas(i,1);
117    DT.demanda_y_perdida(i,:) = red.getNodeActualDemand(1:red.getNodeJunctionCount); %
    No identifica si la demanda del hidrante se reduce. Solo se contempla el aumento
    de la demanda
118 end
119 end
120

```

```

121 function [D] = demandas(Tsim, Ts, Dbruto)
122 % Obtención de las demandas. Se está buscando un vector de
123 % demanda variante en el tiempo con un número de medidas aportadas por los
124 % tiempos establecidos por el usuario el cual posea una media unitaria.
125
126 Ndias = Tsim / 24 / 60 / 60; % Número de días que dura la simulación [días]
127 if Ndias-fix(Ndias) ~= 0 % Comprobación del tiempo de simulación. En caso de
128 % que no sea un día exacto redondeará al alza.
129     Ndiasfix = fix(Ndias) + 1;
130 else
131     Ndiasfix = Ndias;
132 end
133
134 % Dedit = 1-mean(Dbruto/max(Dbruto)) + Dbruto/max(Dbruto); % Normalizar
135 Dedit = Dbruto;
136
137 Dh=[];
138 for j = 1:Ndiasfix
139     Dh = [Dh Dedit];
140 end
141 Dh = [Dh Dh(1)]; % Demanda final
142
143 Dtime = 0:length(Dh)-1;
144 xq = 0:1/60/60*Ts:length(Dh)-1;
145 D = pchip(Dtime,Dh,xq); % Interpolaciones por si Tm fuera menor de 1h
146
147 if Ndias-fix(Ndias) ~= 0 % Reajuste del vector de demandas para que concuerde
148 % con el tiempo de simulación y el tiempo de muestreo
149     D(end - length(D) + Tsim / Ts + 1 : end) = [];
150 else
151     D(end) = [];
152 end
153 end

```

7.5 Función de estructuración de la RDA

Código 7.5 fun_Mdl.m.

```

1 function [Mdl] = fun_Mdl(red,app)
2 % Creación de la estructura Mdl con todos los datos de la red necesarios.
3 % [Mdl] = fun_Mdl(red,Tsim,Ts,Niter)
4 % -----
5 % La gran mayoría de la estructura creada se puede modificar sobre la
6 % marcha si antes de comenzar con el bucle de simulación se cambian los
7 % valores con "red.set...", de esta forma la estructura que crea el Toolkit de
8 % Epanet se ve modificada y se podría hacer un análisis hidráulico con los
9 % cambios deseados.
10
11 warning off
12
13 %% Nomenclatura de la red
14 Mdl.r = red.getLinkNameID; % Nomenclatura de las ramas
15 Mdl.n = red.getNodeNameID; % Nomenclatura de todos los nodos (nodos
    libres, tanques y reservas)
16 Mdl.nl = red.getNodeJunctionNameID; % Nomenclatura de los nodos libres
17 Mdl.t = red.getNodeTankNameID; % Nomenclatura de los tanques
18 Mdl.e = red.getNodeReservoirNameID; % Nomenclatura de los embalses/reservas
19 Mdl.b = red.getLinkPumpNameID; % Nomenclatura de las bombas
20 Mdl.v = red.getLinkValveNameID; % Nomenclatura de las válvulas
21
22 %% Estructura de la red
23 % Número de elementos
24 Mdl.nr = cast(red.getLinkCount,'double'); % Número total de ramas
25 Mdl.nb = cast(red.getLinkPumpCount,'double'); % Número total de bombas
26 Mdl.nv = cast(red.getLinkValveCount,'double'); % Número total de válvulas

```

```

27 Mdl.nn = cast(red.getNodeJunctionCount,'double');           % Número total de nodos
    libres
28 Mdl.ntotal = cast(red.getNodeCount,'double');             % Número total de nodos (
    todos)
29 Mdl.nt = cast(red.getNodeTankCount,'double');            % Número total de tanques
30 Mdl.ne = cast(red.getNodeReservoirCount,'double');       % Número total de embalses/
    reservas
31 Mdl.count = red.getCounts;                               % Número total de cada uno
    de los elementos de la red
32
33 % Índices de los elementos
34 Mdl.ind_r = red.getLinkIndex;                            % Índices de las ramas
35 Mdl.ind_n = red.getNodeIndex;                            % Índices de todos los nodos (nodos libres
    , tanques y reservas)
36 Mdl.ind_nl = red.getNodeJunctionIndex;                  % Índices de los nodos libres
37 Mdl.ind_t = red.getNodeTankIndex;                       % Índices de los tanques
38 Mdl.ind_e = red.getNodeReservoirIndex;                  % Índices de los embalses/reservas
39 Mdl.ind_b = red.getLinkPumpIndex;                       % Índices de las bombas, coincidirán con
    su respectiva rama
40 Mdl.ind_bc = red.getCurveIndex;                         % Índices de las curvas de las bombas
41 Mdl.ind_v = red.getLinkValveIndex;                      % Índices de las válvulas, coincidirán con
    su respectiva rama
42
43 % Interconexiones
44 Mdl.n2r = red.getNodeLinks;                             % Ramas conectadas a cada nodo
45 for i = 1:Mdl.nn+Mdl.nt
46     Mdl.nom_n2r{i} = Mdl.r(Mdl.n2r{i});
47 end
48 %Mdl.nom_n2r = [Mdl.n;Mdl.nom_n2r];                    % Ramas conectadas a cada nodo (nombres)
    [Nodo; ramas conectadas]
49 Mdl.n2n = red.getNodesConnectingLinksIndex;            % Uniones entre nodos
50 Mdl.nom_n2n = Mdl.n(Mdl.n2n);                          % Uniones entre nodos (nombres)
51 Mdl.r2n = red.getLinkNodesIndex;                       % Uniones entre ramas y nodos
52
53 % Localización
54 Mdl.ncoord = red.getNodeCoordinates;                    % Coordenadas de cada nodo
55 Mdl.ncoordx = Mdl.ncoord{1};
56 Mdl.ncoordy = Mdl.ncoord{2};
57
58
59 %% Parámetros característicos
60 Mdl.cotas = red.getNodeElevations;                      % Cotas de nodos libres, tanques y
    reservas
61
62 % Tuberías / ramas
63 Mdl.r_length = red.getLinkLength;                       % Longitud de las tuberías/rama
64 Mdl.r_diam = red.getLinkDiameter;                       % Diametro de las tuberías
65 Mdl.r_roughness = red.getLinkRoughnessCoeff;           % Rugosidad en las tuberías
66 Mdl.r_Info = red.getLinksInfo;                          % Estructura que nos aporta toda la
    información posible de las ramas en conjunto
67
68 try
69     % Bombas
70     Mdl.b_CI = red.getCurveIndex;                       % Índices de las curvas de las
    bombas
71     Mdl.b_CL = red.getCurveLengths;                     % Longitudes de las curvas de las
    bombas
72     Mdl.b_CV = red.getCurveValue;                       % Caracterización numérica de la
    curva de la bomba
73     Mdl.b_CID = red.getCurveNameID;                     % Nombres de las curvas
74     Mdl.b_CC = red.getCurveCount;                       % Número total de curvas de la
    bomba
75     Mdl.b_CT = red.getCurveType;                        % Tipo de cada bomba de la red
76     Mdl.b_PI = red.getLinkPumpPatternIndex;            % Índice de patrones de las bombas
77     Mdl.b_PNID = red.getLinkPumpPatternNameID;         % Nombre de los patrones de las
    bombas
78 catch
79     % Bombas
80     Mdl.b_CI = [];                                       % Índices de las curvas de las
    bombas

```

```

81     Mdl.b_CL = []; % Longitudes de las curvas de las
      bombas
82     Mdl.b_CV = []; % Caracterización numérica de la
      curva de la bomba
83     Mdl.b_CID = []; % Nombres de las curvas
84     Mdl.b_CC = []; % Número total de curvas de la
      bomba
85     Mdl.b_CT = []; % Tipo de cada bomba de la red
86     Mdl.b_PI = []; % Índice de patrones de las bombas
87     Mdl.b_PNID = []; % Nombre de los patrones de las
      bombas
88 end
89
90 % Tanques
91 Mdl.t_data = red.getNodeTankData; % Estructura con todos los datos de
      los tanques
92 Mdl.t_diam = red.getNodeTankDiameter; % Diametro de cada tanque
93 Mdl.t_IniLevel = red.getNodeTankInitialLevel; % Altura inicial de cada tanque
94 Mdl.t_MaxLevel = red.getNodeTankMaximumWaterLevel; % Altura máxima de cada tanque
95 Mdl.t_MinLevel = red.getNodeTankMinimumWaterLevel; % Altura mínima de cada tanque
96 Mdl.t_vol = red.getNodeTankVolume; % Volumen total de cada tanque
97
98 % Ajustes generales
99 Mdl.o_AV = red.getOptionsAccuracyValue; % Precisión de las medidas
100 Mdl.o_EE = red.getOptionsEmitterExponent; % Exponente del coeficiente del
      emisor.
101 Mdl.o_HLF = red.getOptionsHeadLossFormula; % Tipo de fórmula de Head Loss
102
103 %% Datos temporales y de unidades
104 Mdl.units = red.getUnits; % Unidades utilizadas en el archivo
      .inp
105 Mdl.Ts = round(app.Archivo_Ts.Value); % Tiempo de muestreo [s]
106 % Mdl.Ti = round(app.Archivo_Ti.Value); % Tiempo de integración de la
      ventana deslizante [s]
107 Mdl.Te = round(app.Archivo_Te.Value); % Tiempo de establecimiento [s]
108 Mdl.Tsim = round(app.Archivo_Tsim.Value); % Tiempo total de simulación [s]
109 if mod(Mdl.Tsim,Mdl.Ts) ~= 0
110     Mdl.Tsim = Mdl.Tsim - mod(Mdl.Tsim,Mdl.Ts); % Ajustes de tiempos para que
      cuadren
111 end
112 if mod(Mdl.Te,Mdl.Ts) ~= 0
113     Mdl.Te = Mdl.Te - mod(Mdl.Te,Mdl.Ts); % Ajustes de tiempos para que
      cuadren
114 end
115
116 Mdl.TeNiter = Mdl.Te / Mdl.Ts; % Número de muestras/iteraciones
      para el tiempo de establecimiento [adim.]
117 % Mdl.TiNiter = Mdl.Ti / Mdl.Ts; % Número de muestras/iteraciones
      que abarca la ventana deslizante [adim.]
118 Mdl.Niter = Mdl.Tsim / Mdl.Ts; % Número de muestras/iteraciones [
      adim.]
119
120 %% Matrices de incidencia y de entrada a tanque
121 % Mdl.A = Matriz de incidencias en nodos libres A
122 % Mdl.Ar = Matriz de incidencias en embalses Ar
123 % Mdl.At = Matriz de incidencias en tanques At
124 % Mdl.B = Matriz de entrada al tanque B
125 [Mdl.A,Mdl.Ar,Mdl.At,Mdl.B] = fun_MatricesIncidencia(Mdl);
126
127 warning on
128 end

```

7.6 Función para la generación automática de matrices de incidencia

Código 7.6 fun_MatricesIncidencia.m.


```

1 function [A,Ar,At,B] = fun_MatricesIncidencia(Mdl)
2 %% Función para obtener las matrices de incidencia
3 %% [Mat. Inc. nodos libres, Mat. Inc. en embalses, Mat. Inc. en tanques, Mat salida
   tanque] = MatricesIncidencia(estructura de a red)
4
5 %% Inicialización
6 A = zeros(Mdl.nn,Mdl.nr);
7 At = zeros(Mdl.nt,Mdl.nr);
8 Ar = zeros(Mdl.ne,Mdl.nr);
9 B = zeros(Mdl.nt,Mdl.nr);
10
11 %% Matriz de incidencias en nodos libres A
12 for i = 1:Mdl.nn
13     pipe = Mdl.n2r{i};
14     for j = 1:Mdl.nr
15         for k = 1:length(pipe)
16             for w = 1:length(Mdl.n2n(:,1))
17                 aux = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,2)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
   tubería tenga una conexión a ese nodo
18                 if isempty(aux)
19                     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,1) == i
20                         A(i,j) = -1; % Tubería que sale del
   nodo
21                 end
22                 aux2 = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,1)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
   tubería tenga una conexión a ese nodo
23                 if isempty(aux2)
24                     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,2) == i
25                         A(i,j) = 1; % Tubería que entra al
   nodo
26                 end
27             end
28         end
29     end
30 end
31
32 %% Matriz de incidencias en embalses Ar
33 for i = Mdl.nn + 1 : Mdl.nn + Mdl.ne
34     pipe = Mdl.n2r{i};
35     for j = 1:Mdl.nr
36         for k = 1:length(pipe)
37             for w = 1:length(Mdl.n2n(:,1))
38                 aux = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,2)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
   tubería tenga una conexión a ese nodo
39                 if isempty(aux)
40                     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,1) == i
41                         Ar(i - Mdl.nn,j) = -1; % Tubería que sale del
   nodo
42                 end
43                 aux2 = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,1)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
   tubería tenga una conexión a ese nodo
44                 if isempty(aux2)
45                     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,2) == i
46                         Ar(i - Mdl.nn,j) = 1; % Tubería que entra al
   nodo
47                 end
48             end
49         end
50     end
51 end
52
53 %% Matriz de incidencias en tanques At
54 for i = Mdl.nn + Mdl.ne + 1 : Mdl.nn + Mdl.ne + Mdl.nt
55     pipe = Mdl.n2r{i};
56     for j = 1:Mdl.nr
57         for k = 1:length(pipe)
58             for w = 1:length(Mdl.n2n(:,1))
59                 aux = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,2)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
   tubería tenga una conexión a ese nodo
60                 if isempty(aux)
61                     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,1) == i

```

```

62         At(i - Mdl.nn - Mdl.ne, j) = -1;           % Tuberia que sale del
        nodo
63     end
64     aux2 = find(Mdl.n2r{Mdl.n2n(w,1)}==pipe(k), 1); % Compruebo que esta
        tubería tenga una conexión a ese nodo
65     if isempty(aux2)
66     elseif pipe(k) == j && Mdl.n2n(w,2) == i
67         At(i - Mdl.nn - Mdl.ne, j) = 1;           % Tubería que entra al
        nodo
68     end
69     end
70     end
71 end
72
73 %% Matriz de entrada al tanque B
74 for i = 1:Mdl.nt
75     % B(i,:) = At(i,:) * 3.6 / (Mdl.t_diam(i) / 2) ^ 2 * pi; % Aquí tengo
76     % *3'6 sería para hacer la conversión m3/h--l/s que aparece en las
77     % diapositivas. No me hace falta porque realmente los cambios se los
78     % estoy haciendo en el main
79     B(i,:) = At(i,:) / (Mdl.t_diam(i) / 2) ^ 2 / pi;
80     % B(i,:) = At(i,:) / 1000 / (Mdl.t_diam(i) / 2) ^ 2 * pi;
81
82 end
83
84 %% Guardado de las matrices en un excel. (Descomentar para generar archivo excel)
85 % ramas = [{' '},Mdl.r];
86 % filename = 'Matrices de incidencia.xlsx';
87 % TablaA = table([ramas;Mdl.nl', num2cell(A)];
88 % TablaAr = table([ramas;Mdl.nl', num2cell(Ar)];
89 % TablaAt = table([ramas;Mdl.nl', num2cell(At)];
90 % TablaB = table([ramas;Mdl.nl', num2cell(B)];
91 % writetable(TablaA, filename, 'Sheet', 'A', 'Range', 'A1', 'WriteVariableNames', false);
92 % writetable(TablaAr, filename, 'Sheet', 'Ar', 'Range', 'A1', 'WriteVariableNames', false);
93 % writetable(TablaAt, filename, 'Sheet', 'At', 'Range', 'A1', 'WriteVariableNames', false);
94 % writetable(TablaB, filename, 'Sheet', 'B', 'Range', 'A1', 'WriteVariableNames', false);
95
96
97
98 %% Mostrar en pantalla. (Descomentar para visualizar)
99 % fprintf('\n=====\n====Matriz de
        incidencias en nodos libres A====\n
        =====\n')
100 % disp(['{-'},Mdl.r];Mdl.nl', num2cell(A));
101 %
102 % fprintf('\n=====\n====Matriz de incidencias
        en embalses Ar====\n=====\n')
103 % disp(['{-'},Mdl.r];Mdl.e', num2cell(Ar));
104 %
105 % fprintf('\n=====\n====Matriz de incidencias en
        tanques At====\n=====\n')
106 % disp(['{-'},Mdl.r];Mdl.t', num2cell(At));
107 %
108 % fprintf('\n=====\n====Matriz de entrada a tanques B
        =====\n')
109 % disp(['{-'},Mdl.r];Mdl.t', num2cell(B));
110 end

```

7.7 Función para el tratamiento previo de datos

Código 7.7 fun_tratamientoDT.m.

```

1 function [DT,Mdl] = fun_tratamientoDT(app,DT,Mdl)
2 % [DT,Mdl] = fun_tratamientoDT(app,DT,Mdl)
3 % Función para recortar el inicio de las señales y para introducir ruido
4 % dependiendo de la covarianza seleccionada en RDApp.

```

```

5
6 %% Editar error de demandas
7 DT.demandas_sin_error = DT.demandas;
8 DT.demandas = DT.demandas .* (1 + cell2mat(app.UITableAccNodos.Data(:,3)') ./ 100)...
9     + ones(size(DT.demandas)) .* cell2mat(app.UITableAccNodos.Data(:,2)');
10 DT.demanda_y_perdida_sin_error = DT.demanda_y_perdida;
11 DT.demanda_y_perdida = DT.demanda_y_perdida - DT.demandas_sin_error + DT.demandas;
12
13 %% Ruido en medidas de caudal de las ramas
14 ruido = @(cov,niter) wgn(niter,1,cov,'linear'); % Creación del vector de ruido
15
16 for i = 1 : Mdl.nr % Ruido de las medidas caudal en las ramas
17     DT.aleatorio.c(:,i) = ruido(app.UITableCovCaudal.Data(i),Mdl.Niter);
18     % cov(DT.aleatorio.c(:,i))
19 end
20 for i = 1 : Mdl.nn % Ruido de las medidas de demanda en los nodos
21     DT.aleatorio.d(:,i) = ruido(app.UITableCovEstDemandas.Data(i),Mdl.Niter);
22     % cov(DT.aleatorio.d(:,i))
23 end
24 for i = 1 : Mdl.ntotal % Ruido de las medidas de presión
25     if i <= Mdl.nn % Presión en nodos libres
26         DT.aleatorio.p(:,i) = ruido(app.UITableCovPerdidas.Data(i),Mdl.Niter);
27         % cov(DT.aleatorio.p(:,i))
28     elseif i <= Mdl.nn + Mdl.nt % Presión en tanques
29         DT.aleatorio.p(:,i) = ruido(app.UITableCovNvTanque.Data(i - Mdl.nn),Mdl.Niter)
30         ;
31         % cov(DT.aleatorio.p(:,i))
32     elseif i <= Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.ne % Presión en embalses/reservas
33         DT.aleatorio.p(:,i) = ruido(mean(app.UITableCovNvTanque.Data),Mdl.Niter);
34         % cov(DT.aleatorio.p(:,i))
35     end
36 end
37 % Corrección de tiempo de establecimiento
38 if mod(Mdl.Te,Mdl.Ts) ~= 0
39     Mdl.Te = Mdl.Te - mod(Mdl.Te,Mdl.Ts);
40 end
41 Mdl.TeNiter = Mdl.Te / Mdl.Ts; % Nuevo número de iteraciones
42
43 % Corrección de los tiempos de simulación. Reasignamos el valor del número
44 % de iteraciones ya que estamos eliminando un número de muestras 'Te'.
45 Mdl.Tsim = Mdl.Tsim - Mdl.Te;
46 Mdl.Niter = Mdl.Tsim / Mdl.Ts;
47
48 % Manejo del ruido en las señales
49 Testab = Mdl.TeNiter;
50 if Testab < 1
51     Testab = 1;
52 end
53 DT.caudales = DT.caudales(Testab:end,:) + DT.aleatorio.c(Testab:end,:);
54 DT.demandas = DT.demandas(Testab:end,:) + DT.aleatorio.d(Testab:end,:);
55 DT.demandas_sin_error = DT.demandas_sin_error(Testab:end,:) + DT.aleatorio.d(Testab:
56     end,:);
57 DT.presiones = DT.presiones(Testab:end,:) + DT.aleatorio.p(Testab:end,:);
58 DT.demanda_y_perdida = DT.demanda_y_perdida(Testab:end,:) + DT.aleatorio.d(Testab:
59     ,:);
60 DT.demanda_y_perdida_sin_error = DT.demanda_y_perdida_sin_error(Testab:end,:) + DT.
61     aleatorio.d(Testab:end,:);
62
63 % Representación gráfica de los promedios
64 % figure; plot(DT.caudales)
65 % figure; plot(DT.demandas)
66 % figure; plot(DT.demandas_sin_error)
67 % figure; plot(DT.presiones)
68 % figure; plot(DT.demanda_y_perdida)
69 % figure; plot(DT.demanda_y_perdida_sin_error)
70 end

```

7.8 Función del Caso 1

Código 7.8 fun_Caso_1.m.

```

1 function [Caso, FK] = fun_Caso_1(Mdl,DT,FK)
2 % [Caso, FK] = fun_Caso_1(Mdl,DT,FK)
3 % Filtro de Kalman para la resolución del Caso 1: RDA completa.
4
5 %% Filtro de Kalman
6 % FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
7 % FK.nhp = Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2; % Número de hiperparámetros
8 % FK.Rv = diag([ones(1,Mdl.nn).*1e-12,ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e-12]); %
  Confianza en las ecs de balance
9 % FK.Rw = diag([ones(1,Mdl.nr).*1e-2,ones(1,Mdl.nn*2).*1e-8,ones(1,Mdl.nr).*1e-2]); %
  Variabilidad de los parámetros
10 % FK.Pkl_pred = eye(FK.nhp) .* 0.001; % Estimación de la covarianza inicial
11 % FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
12 % FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico
13
14 % Parámetros extraídos de la herramienta: P, Rv y Rw. Descomentar las
15 % líneas anteriores si se desea reconciliar de manera manual por código.
16 FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
17 FK.nhp = Mdl.nn * 2 + Mdl.nr * 2; % Número de hiperparámetros
18 FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
19 FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico
20
21 % Inicio del algoritmo:
22 for i = 1:Mdl.Niter
23     % Matriz de función de pérdidas para tanques
24     % Fht = [];
25     % aux = 1;
26     % for j = 1 : 2 : size(DT.Gamma_Hk,2) * 2
27     %     Fht(j,[j,j+1]) = [DT.Gamma_Lk(i,aux) DT.Gamma_Hk(i,aux)];
28     %     aux = aux + 1;
29     % end
30     % Fht(2:2:end,:) = [];
31
32     % Matriz de función de pérdidas para nodos
33     Fhn = [];
34     aux = 1;
35     for j = 1 : 2 : size(DT.Gamma_Hk_node,2) * 2
36         Fhn(j,[j,j+1]) = [DT.Gamma_Lk_node(i,aux) DT.Gamma_Hk_node(i,aux)];
37         aux = aux + 1;
38     end
39     Fhn(2:2:end,:) = [];
40
41     % Generación de la matriz Ak
42     FK.Ak = [Mdl.A -FK.EP_diag*Fhn zeros(Mdl.nn,Mdl.nr);...
43             Mdl.B zeros(Mdl.nt,size(Fhn,2)) zeros(Mdl.nt,Mdl.nr);...
44             FK.Cm_diag zeros(Mdl.nr,size(Fhn,2)) -diag(DT.Vm(i,:))];
45
46     % Generación de la matriz bk
47     FK.bk = [FK.ED_diag*DT.Vd(i,:)' ; DT.varH(i,Mdl.ind_t-Mdl.nn-Mdl.ne)'; DT.Vm(i,:)'];
48
49     % Llamada a la función del filtro de Kalman
50     [FK.xkl_pred,FK.Pkl_pred] = fun_FiltroKalman(FK.Ak,FK.bk,FK.Rw,FK.Rv,FK.Pkl_pred,
51     FK.xkl_pred);
52
53     % Extracción de datos del filtro
54     FK.xkl_hist(i,:) = FK.xkl_pred';
55
56     residuo(:,i) = FK.bk - FK.Ak * FK.xkl_pred;
57 end
58
59
60 %% Extracción de resultados
61 Caso.VQ = FK.xkl_hist(:,1:Mdl.nr); % Extracción de los caudales reconciliados

```

```

62 Caso.beta = FK.xk1_hist(:,Mdl.nr+1:Mdl.nr+Mdl.nn*2); % Extracción de parámetros de pé
    rdidas en alta y baja presión
63 Caso.alpha = FK.xk1_hist(:,Mdl.nr+Mdl.nn*2+1:end); % Extracción de parámetros de
    calibración
64 Caso.caso = '1';
65 Caso.graficas = [true ,true, true]; %[VQ, alpha, beta]
66 Caso.residuo.balance = residuo(1:Mdl.nn,:); %Residuos en ecs de balance
67 Caso.residuo.tanques = residuo(Mdl.nn + 1:Mdl.nn + Mdl.nt,:); %Residuos en ecs de
    alturas entanques
68 Caso.residuo.medidas = residuo(Mdl.nn + Mdl.nt + 1:end,:); % Residuos en ecs de
    medidas
69 [nb, ~] = size(Caso.residuo.balance);
70 [nt, ~] = size(Caso.residuo.tanques);
71 [nm, ~] = size(Caso.residuo.medidas);
72 for j = 1:nb
73     Caso.norma_residuo.balance(j) = norm(Caso.residuo.balance(j,:)); % Norma del
        residuo de las ecuaciones de balance
74     Caso.media_residuo.balance(j) = mean(Caso.residuo.balance(j,:)); % Media del
        residuo de las ecuaciones de balance
75 end
76 for j = 1:nt
77     Caso.norma_residuo.tanques(j) = norm(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Norma del
        residuo de las ecuaciones de balance
78     Caso.media_residuo.tanques(j) = mean(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Media del
        residuo de las ecuaciones de balance
79 end
80 for j = 1:nm
81     Caso.norma_residuo.medidas(j) = norm(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Norma del
        residuo de las ecuaciones de balance
82     Caso.media_residuo.medidas(j) = mean(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Media del
        residuo de las ecuaciones de balance
83 end
84 end

```

7.9 Función del Caso 2

Código 7.9 fun_Caso_2.m.

```

1 function [Caso, FK] = fun_Caso_2(Mdl,DT,FK)
2 % [Caso, FK] = fun_Caso_2(Mdl,DT,FK)
3 % Filtro de Kalman para la resolución del Caso 2: Calibración de caudalímetros.
4
5 %% Filtro de Kalman
6 % FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
7 % FK.nhp = Mdl.nr * 2; % Número de hiperparámetros
8 % FK.Rv = diag([ones(1,Mdl.nn).*1e-10,ones(1,Mdl.nt).*1e-14,ones(1,Mdl.nr).*1e-14]); %
    Confianza en las ecs de balance
9 % FK.Rw = diag([ones(1,Mdl.nr).*1e-9,ones(1,Mdl.nr).*1e-2]); % Variabilidad de los par
    ámetros
10 % FK.Pk1_pred = eye(FK.nhp) .* 0.01; % Estimación de la covarianza inicial
11 % FK.xk1_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
12 % FK.xk1_hist = []; % Reseteo de histórico
13
14 % Parámetros extraídos de la herramienta: P, Rv y Rw. Descomentar las
15 % líneas anteriores si se desea reconciliar de manera manual por código.
16 FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
17 FK.nhp = Mdl.nr * 2; % Número de hiperparámetros
18 FK.xk1_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
19 FK.xk1_hist = []; % Reseteo de histórico
20
21 % Inicio del algoritmo:
22 for i = 1:Mdl.Niter
23     % Generación de la matriz Ak
24     FK.Ak = [Mdl.A zeros(Mdl.nn,Mdl.nr);...
25             Mdl.B zeros(Mdl.nt,Mdl.nr);...
26             FK.Cm_diag -diag(DT.Vm(i,:))];

```

```

27
28     % Generación de la matriz bk
29     FK.bk = [FK.ED_diag * DT.Vdp(i,:)]'; DT.varH(i,Mdl.ind_t-Mdl.nn-Mdl.ne)'; DT.Vm(i,:)
30     '];
31
32     % Llamada a la función del filtro de Kalman
33     [FK.xkl_pred,FK.Pkl_pred] = fun_FiltroKalman(FK.Ak,FK.bk,FK.Rw,FK.Rv,FK.Pkl_pred,
34     FK.xkl_pred);
35
36     % Extracción de datos del filtro
37     FK.xkl_hist(i,:) = FK.xkl_pred';
38     residuo(:,i) = FK.bk - FK.Ak * FK.xkl_pred;
39 end
40
41 %% Extracción de resultados
42 Caso.VQ = FK.xkl_hist(:,1:Mdl.nr); % Extracción de los caudales reconciliados
43 Caso.alpha = FK.xkl_hist(:,Mdl.nr+1:end); % Extracción de parámetros de calibración
44 Caso.caso = '2';
45 Caso.graficas = [true ,true, false]; %[VQ, alpha, beta]
46 Caso.residuo.balance = residuo(1:Mdl.nn,:); %Residuos en ecs de balance
47 Caso.residuo.tanques = residuo(Mdl.nn + 1:Mdl.nn + Mdl.nt,:); %Residuos en ecs de
48     alturas entanques
49 Caso.residuo.medidas = residuo(1:Mdl.nr,:); %Residuos en ecs de medidas
50 [nb, ~] = size(Caso.residuo.balance);
51 [nt, ~] = size(Caso.residuo.tanques);
52 [nm, ~] = size(Caso.residuo.medidas);
53 for j = 1:nb
54     Caso.norma_residuo.balance(j) = norm(Caso.residuo.balance(j,:)); % Norma del
55     residuo de las ecuaciones de balance
56     Caso.media_residuo.balance(j) = mean(Caso.residuo.balance(j,:)); % Media del
57     residuo de las ecuaciones de balance
58 end
59 for j = 1:nt
60     Caso.norma_residuo.tanques(j) = norm(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Norma del
61     residuo de las ecuaciones de balance
62     Caso.media_residuo.tanques(j) = mean(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Media del
63     residuo de las ecuaciones de balance
64 end
65 for j = 1:nm
66     Caso.norma_residuo.medidas(j) = norm(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Norma del
67     residuo de las ecuaciones de balance
68     Caso.media_residuo.medidas(j) = mean(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Media del
69     residuo de las ecuaciones de balance
70 end
71 end
72 end

```

7.10 Función del Caso 2r

Código 7.10 fun_Caso_2r.m.

```

1 function [Caso, FK] = fun_Caso_2r(Mdl,DT,FK)
2 % [Caso, FK] = fun_Caso_2r(Mdl,DT,FK)
3 % Filtro de Kalman para la resolución del Caso 2r: Calibración de caudalímetros
4 % con medidas completa de caudal (Cm = I).
5
6
7 %% Filtro de Kalman
8 % FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt; % Número de ecuaciones que se tienen
9 % FK.nhp = Mdl.nr; % Número de hiperparámetros
10 % FK.Rv = diag([ones(1,Mdl.nn).*1e-14,ones(1,Mdl.nt).*1e-14]); % Confianza en las ecs
11     de balance
12 % FK.Rw = eye(Mdl.nr).*1e-2; % Variabilidad de los parámetros
13 % FK.Pkl_pred = eye(Mdl.nr) .* 0.1; % Estimación de la covarianza inicial
14 % FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
15 % FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico

```

```

16 % Parámetros extraídos de la herramienta: P, Rv y Rw. Descomentar las
17 % líneas anteriores si se desea reconciliar de manera manual por código.
18 FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt; % Número de ecuaciones que se tienen
19 FK.nhp = Mdl.nr; % Número de hiperparámetros
20 FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
21 FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico
22
23 % Inicio del algoritmo:
24 for i = 1:Mdl.Niter
25     % Generación de la matriz Ak
26     FK.Ak = [Mdl.A .* DT.Vm(i,:);...
27             Mdl.B .* DT.Vm(i,:)];
28
29     % Generación de la matriz bk
30     FK.bk = [FK.ED_diag * DT.Vdp(i,:) - Mdl.A * DT.Vm(i,:)' ; DT.varH(i,Mdl.ind_t-Mdl.
31             nn-Mdl.ne)' - Mdl.B * DT.Vm(i,:)' ]';
32
33     % Llamada a la función del filtro de Kalman
34     [FK.xkl_pred,FK.Pkl_pred] = fun_FiltroKalman(FK.Ak,FK.bk,FK.Rw,FK.Rv,FK.Pkl_pred,
35     FK.xkl_pred);
36
37     % Extracción de datos del filtro
38     FK.xkl_hist(i,:) = FK.xkl_pred';
39     residuo(:,i) = FK.bk - FK.Ak * FK.xkl_pred;
40 end
41
42 %% Extracción de resultados
43 Caso.alpha = FK.xkl_hist; % Extracción de parámetros de calibración
44 Caso.caso = '2r';
45 Caso.graficas = [false ,true, false]; %[VQ, alpha, beta]
46 Caso.residuo.balance = residuo(1:Mdl.nn,:); %Residuos en ecs de balance
47 Caso.residuo.tanques = residuo(1:Mdl.nt,:); %Residuos en ecs de alturas en tanques
48 [nb, ~] = size(Caso.residuo.balance);
49 [nt, ~] = size(Caso.residuo.tanques);
50 for j = 1:nb
51     Caso.norma_residuo.balance(j) = norm(Caso.residuo.balance(j,:)); % Norma del
52     residuo de las ecuaciones de balance
53     Caso.media_residuo.balance(j) = mean(Caso.residuo.balance(j,:)); % Media del
54     residuo de las ecuaciones de balance
55 end
56 for j = 1:nt
57     Caso.norma_residuo.tanques(j) = norm(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Norma del
58     residuo de las ecuaciones de balance
59     Caso.media_residuo.tanques(j) = mean(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Media del
60     residuo de las ecuaciones de balance
61 end
62 end

```

7.11 Función del Caso 3

Código 7.11 fun_Caso_3.m.

```

1 function [Caso, FK] = fun_Caso_3(Mdl,DT,FK)
2 % [Caso, FK] = fun_Caso_3(Mdl,DT,FK)
3 % Filtro de Kalman para la resolución del Caso 3: Detección de pérdidas.
4
5 %% Filtro de Kalman
6 % FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
7 % FK.nhp = Mdl.nn * 2 + Mdl.nr; % Número de hiperparámetros
8 % FK.Rv = diag([ones(1,Mdl.nn).*1e-16,ones(1,Mdl.nt).*1e-12,ones(1,Mdl.nr).*1e-16]); %
9     Confianza en las ecs de balance
10 % FK.Rw = diag([ones(1,Mdl.nr).*1e-2,ones(1,Mdl.nn*2).*1e-2]); % Variabilidad de los
11     parámetros
12 % FK.Pkl_pred = eye(FK.nhp) .* 0.001; % Estimación de la covarianza inicial
13 % FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
14 % FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico

```

```

13
14 % Parámetros extraídos de la herramienta: P, Rv y Rw. Descomentar las
15 % líneas anteriores si se desea reconciliar de manera manual por código.
16 FK.nec = Mdl.nn + Mdl.nt + Mdl.nr; % Número de ecuaciones que se tienen
17 FK.nhp = Mdl.nn * 2 + Mdl.nr; % Número de hiperparámetros
18 FK.xkl_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
19 FK.xkl_hist = []; % Reseteo de histórico
20
21 % Inicio del algoritmo:
22 for i = 1:Mdl.Niter
23     % Matriz de función de pérdidas para nodos
24     Fhn = [];
25     aux = 1;
26     for j = 1 : 2 : size(DT.Gamma_Hk_node,2) * 2
27         Fhn(j,[j,j+1]) = [DT.Gamma_Lk_node(i,aux) DT.Gamma_Hk_node(i,aux)];
28         aux = aux + 1;
29     end
30     Fhn(2:2:end,:) = [];
31
32     % Generación de la matriz Ak
33     FK.Ak = [Mdl.A -FK.EP_diag*Fhn;...
34             Mdl.B zeros(Mdl.nt, size(Fhn,2));...
35             FK.Cm_diag zeros(Mdl.nr, size(Fhn,2))];
36
37     % Generación de la matriz bk
38     FK.bk = [FK.ED_diag*DT.Vd(i,:)' ; DT.varH(i,Mdl.ind_t-Mdl.nn-Mdl.ne)'; DT.Vm(i,:)'];
39
40     % Llamada a la función del filtro de Kalman
41     [FK.xkl_pred,FK.Pk1_pred] = fun_FiltroKalman(FK.Ak,FK.bk,FK.Rw,FK.Rv,FK.Pk1_pred,
42     FK.xkl_pred);
43
44     % Extracción de datos del filtro
45     FK.xkl_hist(i,:) = FK.xkl_pred';
46     residuo(:,i) = FK.bk - FK.Ak * FK.xkl_pred;
47 end
48
49 %% Extracción de resultados
50 Caso.VQ = FK.xkl_hist(:,1:Mdl.nr); % Extracción de los caudales reconciliados
51 Caso.beta = FK.xkl_hist(:,Mdl.nr+1:Mdl.nr+Mdl.nn*2); % Extracción de parámetros de pé
52 rddidas en alta y baja presión
53 Caso.caso = '3';
54 Caso.graficas = [true , false, true]; %[VQ, alpha, beta]
55 Caso.residuo.balance = residuo(1:Mdl.nn,:); %Residuos en ecs de balance
56 Caso.residuo.tanques = residuo(Mdl.nn + 1:Mdl.nn + Mdl.nt,:); %Residuos en ecs de
57 alturas en tanques
58 Caso.residuo.medidas = residuo(Mdl.nn + Mdl.nt + 1:end,:); %Residuos en ecs de medidas
59 [nb, ~] = size(Caso.residuo.balance);
60 [nt, ~] = size(Caso.residuo.tanques);
61 [nm, ~] = size(Caso.residuo.medidas);
62 for j = 1:nb
63     Caso.norma_residuo.balance(j) = norm(Caso.residuo.balance(j,:)); % Norma del
64     residuo de las ecuaciones de balance
65     Caso.media_residuo.balance(j) = mean(Caso.residuo.balance(j,:)); % Media del
66     residuo de las ecuaciones de balance
67 end
68 for j = 1:nt
69     Caso.norma_residuo.tanques(j) = norm(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Norma del
70     residuo de las ecuaciones de balance
71     Caso.media_residuo.tanques(j) = mean(Caso.residuo.tanques(j,:)); % Media del
72     residuo de las ecuaciones de balance
73 end
74 for j = 1:nm
75     Caso.norma_residuo.medidas(j) = norm(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Norma del
76     residuo de las ecuaciones de balance
77     Caso.media_residuo.medidas(j) = mean(Caso.residuo.medidas(j,:)); % Media del
78     residuo de las ecuaciones de balance
79 end
80 end

```


7.12 Función del Caso 3r

Código 7.12 fun_Caso_3r.m.

```

1 function [Caso, FK] = fun_Caso_3r(Mdl,DT,FK)
2 % [Caso, FK] = fun_Caso_3r(Mdl,DT,FK)
3 % Filtro de Kalman para la resolución del Caso 3r: Detección de pérdidas
4 % completas de caudal (Cm = I)
5
6 %% Filtro de Kalman
7 % FK.nec = Mdl.nn; % Número de ecuaciones que se tienen
8 % FK.nhp = Mdl.nn * 2; % Número de hiperparámetros
9 % FK.Rv = eye(Mdl.nn).*1e-16; % Confianza en las ecs de balance
10 % FK.Rw = eye(Mdl.nn*2).*1e-2; % Variabilidad de los parámetros
11 % FK.Pk1_pred = eye(FK.nhp) .* 0.001; % Estimación de la covarianza inicial
12 % FK.xk1_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
13 % FK.xk1_hist = []; % Reseteo de histórico
14
15 % Parámetros extraídos de la herramienta: P, Rv y Rw. Descomentar las
16 % líneas anteriores si se desea reconciliar de manera manual por código.
17 FK.nec = Mdl.nn; % Número de ecuaciones que se tienen
18 FK.nhp = Mdl.nn * 2; % Número de hiperparámetros
19 FK.xk1_pred = ones(FK.nhp,1) * 1; % Estimación inicial
20 FK.xk1_hist = []; % Reseteo de histórico
21
22 % Inicio del algoritmo:
23 for i = 1:Mdl.Niter
24     % Matriz de función de pérdidas para nodos
25     Fhn = [];
26     aux = 1;
27     for j = 1 : 2 : size(DT.Gamma_Hk_node,2) * 2
28         Fhn(j,[j,j+1]) = [DT.Gamma_Lk_node(i,aux) DT.Gamma_Hk_node(i,aux)];
29         aux = aux + 1;
30     end
31     Fhn(2:2:end,:) = [];
32
33     % Generación de la matriz Ak
34     FK.Ak = FK.EP_diag*Fhn;
35
36     % Generación de la matriz bk
37     FK.bk = -FK.ED_diag*DT.Vd(i,:) + Mdl.A*DT.Vm(i,:);
38
39     % Llamada a la función del filtro de Kalman
40     [FK.xk1_pred,FK.Pk1_pred] = fun_FiltroKalman(FK.Ak,FK.bk,FK.Rw,FK.Rv,FK.Pk1_pred,
41         FK.xk1_pred);
42
43     % Extracción de datos del filtro
44     FK.xk1_hist(i,:) = FK.xk1_pred';
45     residuo(:,i) = FK.bk - FK.Ak * FK.xk1_pred;
46 end
47
48 %% Extracción de resultados
49 Caso.beta = FK.xk1_hist; % Extracción de parámetros de pérdidas en alta y baja presión
50 Caso.caso = '3r';
51 Caso.graficas = [false, false, true]; %[VQ, alpha, beta]
52 Caso.residuo.balance = residuo; %Residuos en ecs de balance
53 [nb, ~] = size(Caso.residuo.balance);
54 for j = 1:nb
55     Caso.norma_residuo.balance(j) = norm(Caso.residuo.balance(j,:)); % Norma del
56     residuo de las ecuaciones de balance
57     Caso.media_residuo.balance(j) = mean(Caso.residuo.balance(j,:)); % Media del
58     residuo de las ecuaciones de balance
59 end
60 end

```

7.13 Función del filtro de Kalman

Código 7.13 fun_FiltroKalman.m.

```

1 function [xkl_pred,Pkl_pred] = fun_FiltroKalman(Ak,bk,Rw,Rv,Pkl_pred,xkl_pred)
2 %% Filtro de Kalman
3 % [xkl_pred,Pkl_pred] = fun_FiltroKalman(Ak,bk,Rw,Rv,Pkl_pred,xkl_pred)
4
5 % Fase actualización
6 xk_pred = xkl_pred;
7 Pk_pred = Pkl_pred;
8
9 % Fase de corrección
10 Kk = Pk_pred * Ak' * inv(Ak * Pk_pred * Ak' + Rv); % Ganancia de Kalman
11 xk_hat = xk_pred + Kk * (bk - Ak * xk_pred); % Estimación del estado actual
12 % Pk_hat = Pk_pred - Pk_pred * Ak' * inv(Ak * Pk_pred * Ak' + Rv) * Ak * Pk_pred; %
    Estimaición de la predicción
13 Pk_hat = Pk_pred - Kk * Ak * Pk_pred; % Estimaición de la predicción
14
15 % Fase de predicción
16 xkl_pred = xk_hat;
17 Pkl_pred = Pk_hat + Rw;
18 end

```

7.14 Función para la generación de gráficas

Código 7.14 fun_UI_graficas.m.

```

1 function [app] = fun_UI_graficas(app, tipografica, guardar)
2 % Función para el graficado de los resultados.
3 % [app] = fun_UI_graficas(app, tipografica, guardar)
4 % Se crea un Public Property con el nombre que le queremos dar a los tabs para el
    graficado, más adelante se
5 % procede con la creación de un conjunto de celdas que abarcan a cada nuevo tab.
6
7 %% Ajustes previos
8 % Extracción de datos
9 DT = app.DatosRecon.DT;
10 Mdl = app.DatosRecon.Mdl;
11 FK = app.DatosRecon.FK;
12 SolCaso = app.DatosRecon.SolCaso;
13
14 % Cambios de conversión [m^3] -> [l]
15 DT.Vd = DT.Vd * 1000;
16 DT.Vd_sin_error = DT.Vd_sin_error * 1000;
17 DT.Vdp = DT.Vdp * 1000;
18 DT.Vdp_sin_error = DT.Vdp_sin_error * 1000;
19 DT.Vm = DT.Vm * 1000;
20 DT.Vm_sin_error = DT.Vm_sin_error * 1000;
21 try
22     SolCaso.VQ = SolCaso.VQ * 1000;
23 end
24
25
26 % Cálculo de serie temporal en días para el graficado
27 time = (seconds(0 : Mdl.Ts : Mdl.Niter * Mdl.Ts))'; time(end)=[]; %[Días]
28 time.Format = 'hh:mm:ss';
29
30 % Con axes no se puede graficar subplots y si sí se puede no es viable, por lo que se
    ha optado por graficar
31 % dentro de los tabs, cosa que viene bien porque podemos generar un tab para cada
    figura sin problema.
32 app.GSubTab = {}; % Inicialización de los nuevos tabs en los que se graficará.

```

```

33 i = 0; % Inicio contador a 0
34
35 % En caso de que se quiera guardar las figuras generadas externamente se
36 % preguntará por una dirección en la que guardar todas ellas.
37 if guardar
38     dirsave = uigetdir(pwd);
39 else
40     dirsave = [];
41 end
42
43
44 %% Graficado de figuras comunes a todos los casos
45 % Demandas
46 i = i+1;
47 titulofig = [num2str(i) ' . Demandas'];
48 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
49 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [1 1 1], i);
50
51 plot(ax,time,DT.demandas(1:Mdl.Niter,:),'-','LineWidth',1.2);
52 aux_legend = legend(ax,Mdl.nl{:},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
53     'northwest');
54 set(aux_legend,'Visible','On'); %app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
55     leyenda
56 title(ax,'Demandas en los nodos','FontSize',14,'fontname', 'Century Gothic'); %xlim([
57     time(1),time(end)])
58 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
59 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
60 grid(ax,'on')
61
62 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
63
64 % Caudales y presiones
65 i = i+1;
66 titulofig = [num2str(i) ' . Respuesta'];
67 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
68
69 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [2,1,1], i);
70 plot(ax,time,DT.presiones(1:Mdl.Niter,:),'-','LineWidth',1.2);
71 aux_legend = legend(ax,Mdl.n{:},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
72     'northwest');
73 set(aux_legend,'Visible','On'); %app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
74     leyenda
75 title(ax,'Presiones','FontSize',14,'fontname', 'Century Gothic'); %xlim([time(1),time(
76     end)])
77 ylabel(ax,'Presión [m.c.a]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
78 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
79 grid(ax,'on')
80
81 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [2,1,2], i);
82 plot(ax,time,DT.caudales(1:Mdl.Niter,:),'-','LineWidth',1.2);
83 aux_legend = legend(ax,Mdl.r,'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
84     'northwest');
85 set(aux_legend,'Visible','On'); %app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
86     leyenda
87 title(ax,'Caudales en las ramas','FontSize',14); %xlim([time(1),time(end)])
88 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
89 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
90 grid(ax,'on')
91
92 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
93
94 % Valores promedios
95 i = i+1;
96 titulofig = [num2str(i) ' . Promedios'];
97 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
98
99 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [2,2,1], i);
100 plot(ax,time,DT.Vd(1:Mdl.Niter,:),'-','LineWidth',1.2);

```

```

95 aux_legend = legend(ax,Mdl.nl{:},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location'
, 'northwest');
96 set(aux_legend,'Visible','On'); %,app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
leyenda
97 title(ax,'Promedio de demandas','FontSize',14); %xlim([time(1),time(end)])
98 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
99 % xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
100 grid(ax,'on')
101
102 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,2,2], i);
103 plot(ax,time,DT.Vm(1:Mdl.Niter,:),'LineWidth',1.2);
104 aux_legend = legend(ax,Mdl.r,'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
'northwest');
105 set(aux_legend,'Visible','On'); %,app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
leyenda
106 title(ax,'Promedio de caudales','FontSize',14); %xlim([time(1),time(end)])
107 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
108 % xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
109 grid(ax,'on')
110
111 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,2,3], i);
112 plot(ax,time,DT.varH_node(1:Mdl.Niter,:),'-', 'LineWidth',1.2);
113 aux_legend = legend(ax,Mdl.nl{:},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location'
, 'northwest');
114 set(aux_legend,'Visible','On'); %,app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
leyenda
115 title(ax,'Promedio de presiones en nodos libres','FontSize',14,'fontname', 'Century
Gothic'); %xlim([time(1),time(end)])
116 ylabel(ax,'Presión [m.c.a]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
117 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
118 grid(ax,'on')
119
120 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,2,4], i);
121 plot(ax,time,DT.varH_node(1:Mdl.Niter,:),'-', 'LineWidth',1.2);
122 aux_legend = legend(ax,Mdl.t{:},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
'northwest');
123 set(aux_legend,'Visible','On'); %,app.Leyendaonoff.Value) % Oculta o muestra la
leyenda
124 title(ax,'Promedio de presiones en tanques','FontSize',14); %xlim([time(1),time(end)])
125 ylabel(ax,'Presión [m.c.a]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
126 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
127 grid(ax,'on')
128
129 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
130
131
132
133 %% Graficado de casos
134 % SolCaso.graficas tiene valores lógicos que indican si [VQ, alpha, beta] necesitan
ser representados o no.
135
136 if SolCaso.graficas(1) % Graficar caudales calibrados
137 i = i+1;
138 titulofig = [num2str(i) ' C' SolCaso.caso [': VQ']];
139 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
140
141 %% Caudales con error Vs. caudales estimados
142 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
143 plot(ax,time,DT.Vm,'linewidth',1.2); hold(ax,'on')
144 plot(ax,time,SolCaso.VQ,'--','linewidth',1.2);
145 title(ax,'Caudales con error Vs. caudales estimados','FontName', 'Century Gothic',
'FontSize',16)
146 nram = {}; nram2 = {};
147 for ii = 1:Mdl.nr
148 nram = {nram{:},strcat('Vm_{',Mdl.r{ii},'')/(1+ ',sprintf('%.2f)',FK.alphaerr(
ii)),')}');
149 nram2 = {nram2{:},strcat('Vm_{',Mdl.r{ii},' Est')}');
150 end
151 legend(ax,{nram{:},nram2{:}},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location'
, 'northwest');
152 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')

```

```

153 % xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
154 grid(ax,'on'); hold(ax,'off')
155
156 %% Caudales sin error Vs. caudales estimados
157 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' ', sametab'], [], [2,1,2], i);
158 plot(ax,time,DT.Vm_sin_error,'linewidth',1.2); hold(ax,'On')
159 plot(ax,time,SolCaso.VQ,'--','linewidth',1.2);
160 title(ax,'Caudales sin error Vs. caudales estimados','FontName', 'Century Gothic',
161 'FontSize',16)
162 nram = {}; nram2 = {};
163 for ii = 1:Mdl.nr
164     nram = {nram{:},strcat('Vm_{',Mdl.r{ii},'')});
165     nram2 = {nram2{:},strcat('Vm_{',Mdl.r{ii},' Est')});
166 end
167 legend(ax,{nram{:},nram2{:}},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location',
168 'northwest');
169 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
170 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
171 grid(ax,'on'); hold(ax,'off')
172 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
173 end
174
175 if SolCaso.graficas(2) % Graficar factores de corrección de caudales
176     %% Evolución de alpha
177     i = i+1;
178     titulofig = [num2str(i) ' . C' SolCaso.caso [' : alpha']];
179     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' ', newtab'], titulofig, [], i);
180     tplotalpha = 30;
181
182     for ii = 1:Mdl.nr
183         if Mdl.nr == 1
184             N = 1; M = 1;
185         elseif Mdl.nr == 2
186             N = 2; M = 1;
187         elseif Mdl.nr == 3
188             N = 3; M = 1;
189         else
190             N = 1; M = 4;
191             while N * M < Mdl.nr
192                 N = N + 1;
193             end
194         end
195         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' ', sametab'], [], [N,M,ii], i);
196         plot(ax,time,SolCaso.alpha(:,ii),'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
197         plot(ax,[time(1) time(end)], [FK.alphaerr(ii),FK.alphaerr(ii)], '--')
198         ylim(ax,[min(FK.alphaerr(ii),min(SolCaso.alpha(tplotalpha:end-4,ii))-0.1,...
199             max(FK.alphaerr(ii),max(SolCaso.alpha(tplotalpha:end-4,ii))+0.1])
200             legend(ax,{sprintf('\alpha_{%s Estimada}',Mdl.r{ii}),'Error introducido'},
201 'FontSize',9,...
202 'fontname', 'Century Gothic','location','northwest');
203 title(ax,sprintf('\alpha_{%s}',Mdl.r{ii}),'FontSize',15,'FontName','Century
204 gothic');
205 grid(ax,'on');
206 if ii > N*M - M
207     xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
208 end
209 if ii == 1
210     ylabel(ax,'Factor de calibración [adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
211 Century Gothic')
212 elseif mod(M+1,ii) == 0
213     ylabel(ax,'Factor de calibración [adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
214 Century Gothic')
215 end
216 end
217 hold(ax,'off')
218 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
219

```

```

218 %% Caudales sin error Vs. caudales corregidos
219 i = i+1;
220 titulofig = [num2str(i) ' . C' SolCaso.caso [': alpha']];
221 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
222
223 [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [1,1,1], i);
224 plot(ax,time,DT.Vm_sin_error,'linewidth',1.2); hold(ax,'on')
225 plot(ax,time,DT.Vm.*(1+SolCaso.alpha),'--','linewidth',1.2);
226 title(ax,'Caudales sin error Vs. caudales corregidos','FontName', 'Century Gothic'
, 'FontSize',16)
227 nram = {}; nram2 = {};
228 for ii = 1:Mdl.nr
229     nram = {nram{:},strcat('Vm_{',Mdl.r{ii},'')});
230     nram2 = {nram2{:},strcat('(1+\alpha_',sprintf('%s',Mdl.r{ii}),') * Vm_{',Mdl
.r{ii},'')});
231 end
232 legend(ax,{nram{:},nram2{:}},'FontSize',9, 'fontname', 'Century Gothic','location'
,'northwest');
233 ylabel(ax,'Caudal [l/s]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
234 xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
235 grid(ax,'on'); hold(ax,'off')
236
237 guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
238 end
239
240
241 if SolCaso.graficas(3) % Graficar funciones de pérdidas
242     %% Evolución de beta
243     i = i+1;
244     titulofig = [num2str(i) ' . C' SolCaso.caso [': beta']];
245     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
246     tplotalpha = 30;
247     iii = 1;
248
249     for ii = 1:Mdl.nn
250         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [Mdl.nn,2,iii],
i);
251         plot(ax,time,SolCaso.beta(:,iii),'linewidth',1.2);
252         title(ax,sprintf('\beta_{L-%s}',Mdl.nl{ii}),'FontSize',15,'FontName','Century
gothic');
253         % ylabel(ax,'Pérdida en baja','presión [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
254         if ii == Mdl.nn
255             xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
256         end
257         grid(ax,'on');
258         iii = iii + 1;
259
260         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [Mdl.nn,2,iii],
i);
261         plot(ax,time,SolCaso.beta(:,iii),'linewidth',1.2);
262         title(ax,sprintf('\beta_{H-%s}',Mdl.nl{ii}),'FontSize',15,'FontName','Century
gothic');
263         % ylabel(ax,'Pérdida en alta','presión [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
264         if ii == Mdl.nn
265             xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
266         end
267         grid(ax,'on');
268         iii = iii + 1;
269     end
270     hold(ax,'off')
271
272     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
273 end
274
275
276
277 %% GRAFICADO DE RESIDUOS
278 casos = {'1','2','2r','3','3r'};
279

```

```

280 switch SolCaso.caso
281     case casos{1} % Caso 1
282         % Residuos
283         i = i+1;
284         titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Residuos']];
285         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
286
287         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,1], i);
288         plot(ax,time,SolCaso.residuo.balance,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
289         title(ax,{'\color{green}Residuos de la reconciliación','\color{black}AV(k)-E_p
\beta^TF(k) - E_DV_D'},'FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
290         grid(ax,'on');
291
292         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,2], i);
293         plot(ax,time,SolCaso.residuo.tanques,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
294         title(ax,'BV(k) - \DeltaH_x(k)','FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
295         grid(ax,'on');
296
297         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,3], i);
298         plot(ax,time,SolCaso.residuo.medidas,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
299         title(ax,'C_mv(k)-\LambdaV_m - V_m(k)','FontSize',15,'FontName','Times New
Roman');
300         grid(ax,'on');
301         xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','Fontsize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
302
303         guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
304
305         % Norma y media
306         i = i+1;
307         titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Norma y media']];
308         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
309
310         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
311         bar(ax,[SolCaso.norma_residuo.balance SolCaso.norma_residuo.tanques SolCaso.
norma_residuo.medidas],'g')
312         title(ax,'Norma euclidiana del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'
FontName','Century Gothic');
313         xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','Fontsize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
314         grid(ax,'on');
315
316         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,2], i);
317         bar(ax,[SolCaso.media_residuo.balance SolCaso.media_residuo.tanques SolCaso.
media_residuo.medidas],'r')
318         title(ax,'Media del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'FontName','
Century Gothic');
319         grid(ax,'on');
320         xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','Fontsize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
321
322         guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
323
324     case casos{2} % Caso 2
325         % Residuos
326         i = i+1;
327         titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Residuos']];
328         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
329
330         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,1], i);
331         plot(ax,time,SolCaso.residuo.balance,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
332         title(ax,{'\color{green}Residuos de la reconciliación','\color{black}AV(k) -
E_DV_D'},'FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
333         grid(ax,'on');
334
335         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,2], i);
336         plot(ax,time,SolCaso.residuo.tanques,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
337         title(ax,'BV(k) - \DeltaH_x(k)','FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
338         grid(ax,'on');
339
340         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,3], i);
341         plot(ax,time,SolCaso.residuo.medidas,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');

```

```

342     title(ax,'CmV(k)-\Lambda Vm - Vm(k)', 'FontSize',15,'FontName','Times New
Roman');
343     grid(ax,'on');
344     xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]', 'FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
345
346     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
347
348     % Norma y media
349     i = i+1;
350     titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Norma y media']];
351     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
352
353     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
354     bar(ax,[SolCaso.norma_residuo.balance SolCaso.norma_residuo.tanques SolCaso.
norma_residuo.medidas], 'g')
355     title(ax,'Norma euclidiana del residuo en cada ecuación', 'FontSize',15, '
FontName','Century Gothic');
356     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]', 'FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
357     grid(ax,'on');
358
359     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,2], i);
360     bar(ax,[SolCaso.media_residuo.balance SolCaso.media_residuo.tanques SolCaso.
media_residuo.medidas], 'r')
361     title(ax,'Media del residuo en cada ecuación', 'FontSize',15,'FontName','
Century Gothic');
362     grid(ax,'on');
363     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]', 'FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
364
365     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
366
367     case casos{3} % Caso 2r
368     % Residuos
369     i = i+1;
370     titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Residuos']];
371     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
372
373     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
374     plot(ax,time,SolCaso.residuo.balance,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
375     title(ax,'\color{green}Residuos de la reconciliación', '\color{black}A\Lambda
Vm(k) - (EDVD(k)-AVm)', 'FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
376     grid(ax,'on');
377
378     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,2], i);
379     plot(ax,time,SolCaso.residuo.tanques,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
380     title(ax,'B\Lambda Vm(k) - (\Delta Hx(k)-BVm(k))', 'FontSize',15,'FontName','
Times New Roman');
381     grid(ax,'on');
382     xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]', 'FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
383
384     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
385
386     % Norma y media
387     i = i+1;
388     titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Norma y media']];
389     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
390
391     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
392     bar(ax,[SolCaso.norma_residuo.balance SolCaso.norma_residuo.tanques], 'g')
393     title(ax,'Norma euclidiana del residuo en cada ecuación', 'FontSize',15, '
FontName','Century Gothic');
394     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]', 'FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
395     grid(ax,'on');
396
397     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,2], i);
398     bar(ax,[SolCaso.media_residuo.balance SolCaso.media_residuo.tanques], 'r')
399     title(ax,'Media del residuo en cada ecuación', 'FontSize',15,'FontName','
Century Gothic');
400     grid(ax,'on');

```



```

401     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
402
403     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
404
405     case casos{4} % Caso 3
406         % Residuos
407         i = i+1;
408         titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Residuos']];
409         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
410
411         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,1], i);
412         plot(ax,time,SolCaso.residuo.balance,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
413         title(ax,{'\color{green}Residuos de la reconciliación','\color{black}AV(k)-E_P
\beta^TF(k) - E_DV_D'},'FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
414         grid(ax,'on');
415
416         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,2], i);
417         plot(ax,time,SolCaso.residuo.tanques,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
418         title(ax,'BV(k) - \Delta H_x(k)','FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
419         grid(ax,'on');
420
421         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [3,1,3], i);
422         plot(ax,time,SolCaso.residuo.medidas,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
423         title(ax,'C_mV(k) - V_m(k)','FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
424         grid(ax,'on');
425         xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
426
427     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
428
429     % Norma y media
430     i = i+1;
431     titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Norma y media']];
432     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
433
434     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,1], i);
435     bar(ax,[SolCaso.norma_residuo.balance SolCaso.norma_residuo.tanques SolCaso.
norma_residuo.medidas], 'g')
436     title(ax,'Norma euclidiana del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'
FontName','Century Gothic');
437     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
438     grid(ax,'on');
439
440     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [2,1,2], i);
441     bar(ax,[SolCaso.media_residuo.balance SolCaso.media_residuo.tanques SolCaso.
media_residuo.medidas], 'r')
442     title(ax,'Media del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'FontName','
Century Gothic');
443     grid(ax,'on');
444     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
445
446     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
447
448     case casos{5} % Caso 3r
449         % Residuos
450         i = i+1;
451         titulofig = [num2str(i) '. C' SolCaso.caso [': Residuos']];
452         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', newtab'], titulofig, [], i);
453
454         [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ', sametab'], [], [1,1,1], i);
455         plot(ax,time,SolCaso.residuo.balance,'linewidth',1.2); hold(ax,'On');
456         title(ax,{'\color{green}Residuos de la reconciliación','\color{black}E_P\beta^
TF(k) - (-E_DV_D(k)+AV_m(k))'},'FontSize',15,'FontName','Times New Roman');
457         grid(ax,'on');
458         xlabel(ax,'Tiempo [hh:mm:ss]','FontSize',12, 'fontname', 'Century Gothic')
459
460     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
461
462     % Norma y media

```

```

463     i = i+1;
464     titulofig = [num2str(i) ' . C' SolCaso.caso [': Norma y media']];
465     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , newtab'], titulofig, [], i);
466
467     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [2,1,1], i);
468     bar(ax,[SolCaso.norma_residuo.balance], 'g')
469     title(ax,'Norma euclidiana del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'
FontName','Century Gothic');
470     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
471     grid(ax,'on');
472
473     [app,ax] = grafica_int_ext(app,[tipografica ' , sametab'], [], [2,1,2], i);
474     bar(ax,[SolCaso.media_residuo.balance], 'r')
475     title(ax,'Media del residuo en cada ecuación','FontSize',15,'FontName', '
Century Gothic');
476     grid(ax,'on');
477     xlabel(ax,'Identificador de la ecuación [Adim.]','FontSize',12, 'fontname', '
Century Gothic')
478
479     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
480
481     otherwise
482         disp('Caso inexistente')
483         return
484     end
485
486     guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave); % Guardado de figura
487
488
489     %% Cambio a la pestaña actual
490     if strcmp(tipografica,'interna')
491         app.TabGroup.SelectedTab = app.VisualizacinderesultadosTab;
492         app.GraficasTab.SelectedTab = app.GSubTab{1}; % Cambio de pestaña
493     end
494 end
495
496
497 %% Funciones adicionales
498
499
500 function [app,ax] = grafica_int_ext(app, tipografica, titulofig, subplotpos,i)
501 % Función para la selección del tipo de graficado a realizar.
502 % Dependiendo del botón seleccionado se graficará dentro de RDAp o en
503 % figuras externas
504 switch tipografica
505     case 'interna, newtab'
506         app.GSubTab{i} = uitab(app.GraficasTab,'title',titulofig); % Asociación de un
nuevo tab a su posición del tab
507         app.GSubTab{i}.BackgroundColor = [1 1 1]; % Cambio de color de fondo a blanco
508         app.GSubTab{i}.AutoResizeChildren = 'off';
509         ax = [];
510
511     case 'interna, sametab'
512         ax = subplot(subplotpos(1),subplotpos(2),subplotpos(3),'Parent',app.GSubTab{i
});
513
514     case 'externa, newtab'
515         hfig = figure('name',titulofig,'NumberTitle','off','Color',[1 1 1]);
516         % set(gcf,'PaperPositionMode','auto')
517         % set(hFig, 'Position', [1,1,1536,788.81])
518         ax = [];
519
520     case 'externa, sametab'
521         ax = subplot(subplotpos(1),subplotpos(2),subplotpos(3),'Parent',gcf);
522
523     otherwise
524         msgbox('ERROR. No se pudo graficar','Icon','error')
525         return
526 end
527 end

```

```
528
529 function [] = guardado_graficas(guardar, titulofig, dirsave)
530 % Función para el guardado de figuras en caso de ser necesario.
531 if guardar
532     titulofig = replace(titulofig,':',' -');
533     savefig([dirsave,'\',titulofig, '.fig'])
534 end
535 end
```

7.15 Información sobre los datos históricos de la simulación de RDApp

En caso de que se desee reconciliar a partir de datos externos en lugar de los generados en la pestaña de generación de datos sintéticos de RDApp se puede modificar el archivo tipo .mat que se genera al guardar la simulación.

Se recomienda que primero se simule una vez la RDA aportando el archivo .inp de Epanet y tras esto se guarden los resultados en el archivo .mat. Hecho esto, se tendría bien definida cada uno de los aspectos de la RDA en la estructura *Mdl*, véase la figura 7.1, con lo que las cosas a modificar a cerca de la estructura de la RDA sería mínima. Para saber más a cerca de *Mdl* véase el anexo 7.5 el cual describe de forma detallada qué es cada una de las variables que contiene.

Finalmente quedaría modificar los datos históricos simplemente se reemplazarían los datos antiguos por los nuevos en las variables de la estructura *DT*. Esta variable recoge los datos de caudales, presiones, demandas, demandas más las pérdidas, demandas sin error y las demandas y pérdidas sin error, además de una estructura llamada *aleatorio* que almacena la información de ruido blanco para caudales (*c*), presiones (*p*) y demandas(*d*), véase la figura 7.1.

Con todo esto ya sería posible cargar el nuevo .mat en RDApp para continuar con la reconciliación.

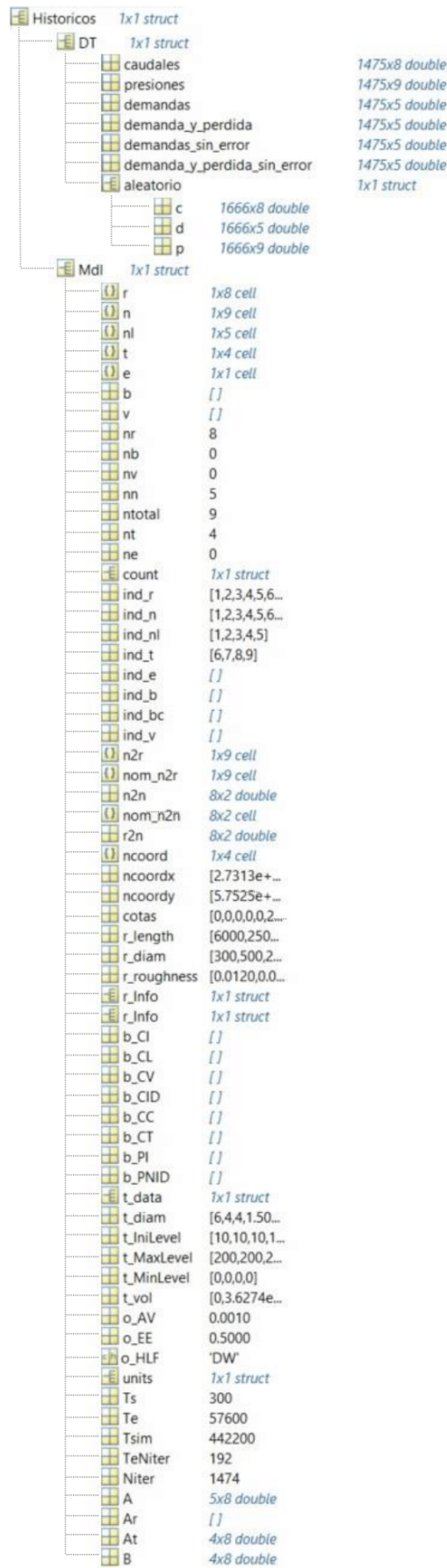


Figura 7.1 RDAApp: estructura de datos históricos tras la simulación.

Bibliografía

- [1] M.A.Brys and B.Ulanicki, *Operational Control of Water Systems: Structures, algorithms and applications*. Prentice Hall, 1994.
- [2] (2021) Consecuencias del agua dura en el hogar y salud - ice. [Online]. Available: <https://solucionesice.com/2021/06/03/consecuencias-agua-dura-hogar/>
- [3] EurekaLES. (2019) El agua dura en las redes de suministros municipales. [Online]. Available: <https://arquimedestechology.com/el-agua-dura-en-las-redes-de-suministros-municipales/>
- [4] D. L. Marruedo and T. Á. Cantarero, “Asignatura: Control de Sistemas de Distribución,” *Máster en Ingeniería Electrónica, Robótica y Automática, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Universidad de Sevilla*, 2022.
- [5] C. Puig, C. O. Martínez, C. Pérez, G. Cembrano, J. Quevedo, and T. Escobet, *Real-time Monitoring and Operational Control of Drinking-Water Systems*. Springer International Publishing, 2017.
- [6] T. M. Walski, D. V. Chase, D. A. Savic, W. Grayman, S. Beckwith, and E. Koelle, *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Haestad Press, 2003.
- [7] F. M. Alzamora, *EPANET 2.0 en Español. Manual del Usuario*. IIAMA- UPV, 2017.
- [8] R. E. Kalman, “A new approach to linear filtering and prediction problems,” 1960.
- [9] M. C. M. Raga, “Filtro de Kalman y sus aplicaciones,” *Universidad de Barcelona*, 2018.
- [10] J. A. C. Cárdenas, M. A. F. Arias, and V. A. O. Bravo, “Análisis y aplicación del Filtro de Kalman a una señal con ruido aleatorio,” 2013.
- [11] (2023) Documentation - Matlab & Simulink - Mathworks España. [Online]. Available: <https://es.mathworks.com/help/>
- [12] A. Tustin, “A method of analysing the behaviour of linear systems in terms of time series,” 1947.