



Título del Trabajo Fin de Máster:

***ANÁLISIS Y MEJORA DE LA GESTIÓN
DE UN SISTEMA DE RECURSOS
HÍDRICOS MEDIANTE EL
ACOPLAMIENTO DE ALGORITMOS
EVOLUTIVOS Y REDES DE FLUJO.
CASO DE APLICACIÓN AL SISTEMA
TIRSO-FLUMENDOSA-CAMPIDANO.***

Intensificación:

RECURSOS HÍDRICOS

Autor:

LERMA ELVIRA, NÉSTOR

Director/es:

PAREDES ARQUIOLA, JAVIER

ANDREU ÁLVAREZ, JOAQUÍN

Fecha: **ABRIL, 2013**



Título del Trabajo Fin de Máster:

ANÁLISIS Y MEJORA DE LA GESTIÓN DE UN SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS MEDIANTE EL ACOPLAMIENTO DE ALGORITMOS EVOLUTIVOS Y REDES DE FLUJO. CASO DE APLICACIÓN AL SISTEMA TIRSO-FLUMENDOSA-CAMPIDANO.

Autor: **LERMA ELVIRA, NÉSTOR**

Tipo	A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/>	Lugar de Realización	VALENCIA
Director	JAVIER PAREDES ARQUIOLA	Fecha de Lectura	ABRIL, 2013
Codirector1	JOAQUÍN ANDREU ÁLVAREZ		
Codirector2			
Tutor			

Resumen-Resum-Abstract:

Castellano

El agua es un recurso imprescindible para la vida humana y, por ello, en los últimos años, especialistas en recursos hídricos están trabajando en la mejora del aprovechamiento de este bien común. La planificación hidrológica es uno de los instrumentos fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico, donde las reglas de gestión son algunas de las estrategias empleadas para mejorar el aprovechamiento de dichos recursos.

En este estudio se describe una metodología que permita optimizar la gestión de un sistema de recursos hídricos a través de reglas de gestión. La metodología planteada consiste en acoplar, por un lado, algoritmos de optimización evolutivos (SCE-UA y Scatter Search) y, por otro lado, un modelo de redes de flujo (SIMGES). Este último permite simular la gestión de un sistema de recursos hídricos y el reparto del agua entre los diferentes usuarios de la cuenca, mientras que los algoritmos de optimización se utilizan como herramientas que controlan las sucesivas simulaciones y que van modificando las reglas de gestión.

Con este fin, se ha desarrollado una aplicación informática en Visual Basic para Aplicaciones en la cual se incorpora el código del algoritmo de optimización a emplear, los resultados de la gestión simulada con SIMGES y la función objetivo que permite al algoritmo optimizar dicha gestión.

La metodología se ha aplicado al sistema de explotación Tirso-Flumendosa-Campidano ubicado en la isla de Cerdeña (Italia). Para poder llevar a término esta tarea se ha creado un modelo, en el Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL, y un conjunto de escenarios de cálculo que han

permitido entender el funcionamiento del sistema y ver en qué zonas se requería de una gestión específica. En estas zonas es donde se aplica la metodología para optimizar la gestión del sistema.

Valencià:

L'aigua és un recurs imprescindible per a la vida humana i, per això, en els últims anys, especialistes en recursos hídrics estan treballant en la millora de l'aprofitament d'aquest bé comú. La planificació hidrològica és un dels instruments fonamentals per a la gestió integral del recurs hídric, on les regles de gestió són algunes de les estratègies emprades per a millorar l'aprofitament d'eixos recursos. En aquest estudi es descriu una metodologia que permet optimitzar la gestió d'un sistema de recursos hídrics a través de regles de gestió. La metodologia plantejada consisteix a acoblar, d'una banda, algorismes d'optimització evolutius (SCE-UA i Scatter Search) i, d'altra banda, un model de xarxes de flux (SIMGES). Aquest últim permet simular la gestió d'un sistema de recursos hídrics i el repartiment de l'aigua entre els diferents usuaris de la conca, mentres que els algorismes d'optimització s'utilitzen com a ferramentes que controlen les successives simulacions i que van modificant les regles de gestió.

Amb aquest fi, s'ha desenvolupat una aplicació informàtica en Visual Basic per a Aplicacions en la qual s'incorpora el codi de l'algorisme d'optimització a emprar, els resultats de la gestió simulada amb SIMGES i la funció objectiu que permet a l'algorisme optimitzar eixa gestió.

La metodologia s'ha aplicat al sistema d'explotació Tirso-Flumendosa- Campidano ubicat en l'illa de Sardenya (Itàlia). Per a poder portar a terme esta tasca s'ha creat un model, al Sistema Suport a la Decisió AQUATOOL, i un conjunt d'escenaris de càlcul que han permés entendre el funcionament del sistema i veure en quines zones es requeria d'una gestió específica. En estes zones és on s'aplica la metodologia per a optimitzar la gestió del sistema.

English:

Water is an essential resource for human life and, therefore, in recent years, water specialists are working on improving the use of this common good. Water planning is one of the key instruments for the integrated management of water resources, where management rules are some of the strategies used to improve the utilization of these resources.

This study describes a methodology to optimize the water resources system management through management rules. The methodology proposed is, on one hand, to attach evolutionary

optimization algorithms (SCE-UA and Scatter Search) and, on the other hand, a flow network model (SIMGES). This latter model allows to simulate the operation of a water system and water allocation among different users in the basin, while the optimization algorithms are used as tools to control the successive simulations and are changing the rules of management.

For this purpose, it has been developed a computer program in Visual Basic for Applications which code is incorporated into the optimization algorithm employed, the results of management SIMGES and simulated objective function which allows the algorithm to optimize the management.

The methodology has been applied to operating system Tirso-Flumendosa-Campidano located on the island of Sardinia (Italy). To carry out this task it has been created a model in the Decision Support System AQUATOOL, and a set of scenarios that allow understanding the system behavior and see what areas require a specific management. In these areas is where the methodology is applied to optimize the system management.

Palabras clave:

Reglas de gestión / algoritmos evolutivos / redes de flujo / Cerdeña / simulación / optimización

He de expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que me han dado la oportunidad de finalizar este Máster de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. No puedo nombrar a todas, pero si quiero reconocer el valor de algunas de ellas.

A mi director, D. Javier Paredes Arquiola, por su ayuda y colaboración en el desarrollo de este trabajo final de máster. A mi codirector D. Joaquín Andreu Álvarez, por su opinión y conocimiento y, a ambos, por el tiempo que me ha dedicado.

A los organizadores del proyecto RAS por permitirme colaborar en él y llevar a cabo este trabajo y, a todos sus participantes, por el conocimiento que han aportado a dicho proyecto.

A mis compañeros de despacho, Ana, María, Javi, Andrea, David, Mario, Coco, Antonio, Héctor y a los que ya se fueron, por ayudarme, darme consejos y estar ahí durante todo este tiempo.

En el ámbito familiar, a mi madre, Cristina, por estar siempre pendiente de mí y de mis estudios. A mi hermano Carlos, por su apoyo a lo largo de los años y, a su novia Cristina, por los buenos momentos que hemos pasado juntos estos últimos años. Y un agradecimiento especial a mi novia, Laura, por haber estado en todo momento junto a mí, consiguiendo que desconectase cuando lo necesitaba y apoyándome en todo momento.

Índice de la Memoria

Bloque 1

1.- Introducción	3
1.1.- Objetivos del trabajo	6
1.2.- Estructura del trabajo	9
2.- Descripción general del sistema hídrico de estudio	11
2.1.- Cerdeña	11
2.2.- Sistema hídrico Tirso- Flumendosa- Campidano	12
2.2.1.- Características de las obras hidráulicas	14
2.2.2.- Caracterización hidráulica	15
2.2.3.- Usuarios del agua	15
2.2.4.- Caudales ecológicos	17

Bloque 2

3.- Herramientas para la simulación de la gestión	21
4.- Desarrollo del modelo y definición de la gestión para la Situación Actual.....	27
4.1.- Modelo de simulación para la gestión de la Situación Actual.....	27
4.2.- Resultados para la Situación Actual	39
5.- Desarrollo de modelos y definición de la gestión para posibles escenarios de cálculo.....	47
5.1.- Escenarios para analizar el efecto del Q_{eco} en la Situación Actual.....	47
5.1.1.- Comparativa de resultados para la Situación Actual: con y sin Q_{eco}	49
5.2.- Escenarios de fallo de infraestructuras en la Situación Actual.....	56
5.2.1.- Fallo en los bombeos de Genna Is Abis	56
5.2.2.- Fallo en la central hidroeléctrica de Monte Su Rei.....	58
5.2.3.- Fallo en Monte Pranu	60
5.3.- Modelo de simulación para la gestión de la Situación Futura	60
5.3.1.- Resultados para la Situación Futura	63
5.4.- Escenarios de incremento de las demandas agrarias	65
5.4.1.- Comparativa de resultados para los escenarios de incremento de demandas agrarias	70

Bloque 3

6.- Metodología y Herramientas para la optimización	81
6.1.- SCE-UA.....	84
6.2.- SCATTER SEARCH	89
7.- Búsqueda y análisis de RG óptimas mediante algoritmos de optimización	93
7.1.- Algoritmo Heurístico	93
7.1.1.- Torrei	94
7.1.2.- Bau Muggeris.....	95
7.1.3.- Leni.....	96
7.2.- Algoritmo SCE-UA.....	96
7.2.1.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_1).....	99
7.2.2.- Búsqueda de la RG óptima con 10 variables de decisión (FO_1).....	102
7.2.3.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_2).....	104
7.3.- Algoritmo SCATTER SEARCH	106
7.3.1.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_1).....	107
7.3.2.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_2).....	108

Bloque 4

8.- Conclusiones.....	115
9.- Líneas de investigación futura	123
10.- Referencias	125

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación geográfica de la isla de Cerdeña (Italia). (Fuente: Google Maps)... 11	11
Figura 2: Ubicación espacial de las zonas hidrográficas en las que se divide la isla de Cerdeña (Fuente: RAS, 2013)..... 12	12
Figura 3: Áreas en las que se subdivide el sistema TFC (Fuente: RAS, 2013)..... 13	13
Figura 4: Esquema metodológico para la creación de un modelo y definición de su gestión. 22	22
Figura 5: Zona de Taloro en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual..... 28	28
Figura 6: Zona de Oristanese en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. . 30	30
Figura 7: Zona de Ogliastra en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 31	31
Figura 8: Zona de Cixerri en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 32	32
Figura 9: Zona de Sulcis en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual..... 33	33
Figura 10: Subsistema Flumendosa-Campidano en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 34	34
Figura 11: Zona de Leni en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 35	35
Figura 12: Zona de Is Barroccus en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 35	35
Figura 13: Zona de Flumenidu en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 36	36
Figura 14: Zona de Genna Is Abis en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 36	36
Figura 15: Zona Sur de Flumendosa-Campidano en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. 37	37
Figura 16: Zona de Simbrizzi en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual. ... 37	37
Figura 17: Localización del bombeo de Cixerri (fallo en Genna Is Abis)..... 56	56
Figura 18: Localización del bombeo de Cixerri-Sulcis (fallo en Genna Is Abis)..... 57	57
Figura 19: Localización de la central hidroeléctrica aguas abajo de Monte Su Rei. 58	58
Figura 20: Localización de Monte Pranu..... 60	60
Figura 21: Cambios en la gestión de Ogliastra..... 61	61
Figura 22: Cambios en la gestión de la zona de Zeppara..... 61	61
Figura 23: Cambios en la gestión de Sa Forada. 61	61
Figura 24: Cambios en la gestión de la zona de SiscaRena..... 62	62

Figura 25: Cambios en la gestión de Cixerri.....	62
Figura 26: Esquema del proceso para el uso conjunto de A. de optimización y modelo de gestión de la cuenca.	83
Figura 27: Diagrama general del SCE-UA. Adaptación de Duan et al., 1992.	85
Figura 28: Evolución de los grupos. (Fuente: Duan et al., 1992)	86
Figura 29: Diagrama específico del SCE-UA. Adaptación de Duan et al., 1992.	87
Figura 30: Etapas de evolución que se lleva a cabo en cada grupo. (Fuente: Duan 1992)	88
Figura 31: Esquema del método Scatter Search (adaptación de Martí et al. 2003).....	92
Figura 32: Zona de Ogliastro. Embalse de Bau Muggeris y tramo de río aguas abajo. ...	93
<i>Figura 33: Zona de Taloro. Embalse de Torrei y bombeo 2A.P2 en el que se define la RO.</i>	93
Figura 34: Zona de Leni (Flumendosa-Campidano). Embalse y demandas.....	94

Índice de Tablas

Tabla 1: Zonas hidrográficas y superficies en las que se divide la isla de Cerdeña.	12
Tabla 2: Valores medios de las aportaciones al sistema en las distintas zonas del sistema.....	15
Tabla 3: Dotación de las distintas demandas del sistema TFC.....	15
Tabla 4: Leyenda de los elementos que aparecen en los distintos esquemas de AQUATOOL.....	24
Tabla 5: Déficit sin gestión en la zona de Leni.....	35
Tabla 6: Resumen de las características de los embalses para la Situación Actual.	38
Tabla 7: Resumen de los costes o RO de los bombeos para la Situación Actual.	39
Tabla 8: Resume de las series de Qeco y los déficits de éstos en los escenarios correspondientes.....	56
Tabla 9: Déficit de las demandas en el escenario de fallo de la central hidroeléctrica.	60
Tabla 10: Nuevas demandas para la Situación Futura.....	62
Tabla 11: Nuevo azud para la Situación Futura.	62
Tabla 12: Nuevos bombeos para la Situación Futura.	62
Tabla 13: Resumen de demandas con déficit para la Situación Futura.....	65
Tabla 14: Incremento de las demandas agrarias por Consorcios (Parte 1 – Escenario Futuro A).....	66
Tabla 15: Incremento de todas las demandas agrarias al mismo tiempo (Parte 2 – Escenario Futuro B).	67
Tabla 16: Déficit de las distintas demandas del sistema en los primeros escenarios definidos.	71
Tabla 17: Déficit de las distintas demandas del sistema en el resto de escenarios definidos.	72
Tabla 18: Valores numéricos de los costes de los bombeos por zonas (Escenarios Actual-Futuro4).....	77
Tabla 19: Valores numéricos de los costes de los bombeos por zonas (Escenarios 50%-100%).	77
Tabla 20: Resultados de la gestión del sistema obtenida manualmente.	94

Tabla 21: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).....	101
Tabla 22: Volúmenes que definen las RG de las alternativas analizadas.....	101
Tabla 23: Resumen de resultados para las alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).	103
Tabla 24: Volúmenes (hm ³) que definen las RG de las dos alternativas analizadas. Parte 1.	104
Tabla 25: Volúmenes (hm ³) que definen las RG de las dos alternativas analizadas. Parte 2.	104
Tabla 26: Máximo déficit anual de las demandas con déficit (FO ₂).....	105
Tabla 27: Volúmenes (hm ³) que definen la RG obtenida por el algoritmo (FO ₂).	105
Tabla 28: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).....	108
Tabla 29: Volúmenes (hm ³) que definen las RG de las alternativas analizadas.....	108
Tabla 30: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).....	109
Tabla 31: Volúmenes (hm ³) que definen las RG de las alternativas analizadas.....	110

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Distribución mensual para las demandas civil e industrial.	16
Gráfico 2: Distribución mensual para las demandas civiles en zonas turísticas.....	17
Gráfico 3: Distribución mensual para las demandas agrarias.	17
Gráfico 4: Nivel de volumen almacenado en Taloro y Oristanese (Situación Actual). ...	40
Gráfico 5: Nivel de volumen almacenado en los embalses del río Flumendosa.	41
Gráfico 6: Nivel de volumen almacenado en los embalses de Sulcis.	41
Gráfico 7: Nivel de volumen almacenado en los embalses de parte del sistema Flumendosa-Campidano.....	42
Gráfico 8: Déficit de la demanda civil para la Situación Actual.	43
Gráfico 9: Déficit de las demandas agrarias para la Situación Actual.	43
Gráfico 10: Bombeo en Taloro para la Situación Actual.	44
Gráfico 11: Bombeos en Flumendosa-Campidano para la Situación Actual.	45
Gráfico 12: Bombeo de Cixerri-Sulcis para la Situación Actual.	45
Gráfico 13: Bombeos de Cixerri para la Situación Actual.	46
Gráfico 14: Comparativa de déficits en Sarcidano sin gestión extra al introducir Q_{eco} . .	48
Gráfico 15: Comparativa de déficits en Leni sin gestión extra al introducir Q_{eco}	48
Gráfico 16: Comparativa de déficits en Cixerri sin gestión extra al introducir Q_{eco}	48
Gráfico 17: Volumen total almacenado en los embalses de Taloro.	50
Gráfico 18: Volumen total almacenado en los embalse del Tirso (Oristanese).	50
Gráfico 19: Volumen total almacenado en los embalses del Alto Flumendosa.	51
Gráfico 20: Volumen total almacenado en los embalses de Flumendosa.	51
Gráfico 21: Volumen total almacenado en los embalses de Campidano.....	51
Gráfico 22: Volumen total almacenado en los embalses de Cixerri.....	52
Gráfico 23: Volumen total almacenado en los embalses de Sulcis.	52
Gráfico 24: Comparativa de los déficits de las demandas civiles para la Situación Actual.	53
Gráfico 25: Comparativa de los déficits de las demandas agrarias para la Situación Actual.....	53
Gráfico 26: Comparación de los bombeos del sistema para la Situación Actual.	54

Gráfico 27: Comparación de los bombeos en Sulcis para la Situación Actual.....	54
Gráfico 28: Comparación de los bombeos en Cixerri para la Situación Actual.	55
Gráfico 29: Comparación de los bombeos en Campidano para la Situación Actual.	55
Gráfico 30: Volumen bombeado en Cixerri y déficit en la demanda de Uta.....	57
Gráfico 31: Volumen almacenado en Bau Pressiu y volumen bombeado por Cixerri- Sulcis.	58
Gráfico 32: Bombeos y Caudal turbinado en el periodo de fallo de la Central Hidroeléctrica.	59
Gráfico 33: Volumen almacenado en Monte Pranu y déficit de las demandas aguas abajo.	60
Gráfico 34: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Bau Muggeris (Actual vs Futuro).	63
Gráfico 35: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Nuraghe Arrubiu (Actual vs Futuro)	64
Gráfico 36: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de MonteSuRei (Actual vs Futuro).	64
Gráfico 37: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Genna Is Abis (Actual vs Futuro).....	64
Gráfico 38: Evolución del déficit de las demandas en los escenarios de incremento de su dotación.	71
Gráfico 39: Años con déficits de las demandas agrarias de Ogliastra (Escenarios 50%- 100%).	72
Gráfico 40: Años con déficits de las demandas agrarias de Oristanese (Escenarios 50%- 100%).	72
Gráfico 41: Años con déficits de las demandas agrarias de Sardegna Meridionale (Escenarios 50%-100%).....	73
Gráfico 42: Años con déficits de las demandas agrarias de Leni (Escenarios 50%-100%).	73
Gráfico 43: Años con déficits de las demandas agrarias de Cixerri (Escenarios 50%- 100%).	74
Gráfico 44: Años con déficits de las demandas agrarias de Sulcis (Escenarios 50%- 100%).	74

Gráfico 45: Coste de los bombeos de Sulcis y Cixerri.	75
Gráfico 46: Coste de los bombeos en GennalsAbis y Tirso-Flumendosa.	76
Gráfico 47: Desglose del coste de los bombeos de Genna Is Abis.	76
Gráfico 48: Máximo déficit anual en la demanda agraria de Leni frente al coste medio anual de bombeo.....	96
Gráfico 49: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (6 variables- FO_1).	100
Gráfico 50: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (10 variables).	102
Gráfico 51: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (6 variables- FO_2).	105
Gráfico 52: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (Scatter Search - 6 variables- FO_1).	107
Gráfico 53: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (Scatter Search - 6 variables- FO_2).	109
Gráfico 54: Resultados al aumentar el tamaño de la población a 30 (Scatter Search - 6 variables- FO_2).....	110
Gráfico 55: Resultados al aumentar el tamaño de la población a 50 (Scatter Search - 6 variables- FO_2).....	111

BLOQUE 1

1.- Introducción

Este estudio nace de un convenio de colaboración entre el Departamento de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Cagliari (UNICA), el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Palermo y el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València (UPV), supervisado por el “*Ente Acque Della Sardegna*” (ENAS – organismo regulador del agua en Cerdeña). Este convenio de colaboración está enmarcado en el proyecto RAS (*Regione Autonoma della Sardegna*) con título “*Decision support system models development for multi-use water resource systems in water scarcity conditions using mixed simulation-optimization techniques*” financiado por la “*Regione Autonoma della Sardegna*”. El proyecto RAS pretendía analizar distintos software como Sistemas Soporte a la Decisión en sistemas multi-embalse y en condiciones de escasez de recursos mediante técnicas de simulación y optimización. Al final, solo se llevó a cabo la parte de simulación de la gestión, lo que promovió a que en el actual trabajo se quisiese completar la tarea empleando técnicas de optimización para conseguir una gestión óptima en los sistemas de recursos hídricos.

El agua es un recurso imprescindible para la vida humana y para el resto de seres vivos de este planeta, por ello, ha sido, es y será objeto de múltiples estudios. Su variabilidad espacial y temporal, así como el incremento de la demanda en los últimos años, debido al mayor nivel de vida de algunas zonas del planeta, ha llevado a especialistas en ingeniería de recursos hídricos a trabajar en la mejora del aprovechamiento de este bien común.

La planificación hidrológica es uno de los instrumentos fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico, donde las reglas de gestión (RG) son algunas de las estrategias empleadas para mejorar el aprovechamiento de dichos recursos. El objetivo de estas RG es pues, obtener un mejor aprovechamiento de los recursos de una cuenca o conjunto de cuencas, intentando paliar los efectos adversos de las sequías hidrológicas que se presentan a lo largo del tiempo y del espacio. De forma concisa, una RG es un conjunto de pautas a seguir para almacenar o utilizar el agua de los embalses o acuíferos de un sistema de recursos. Las reglas deben ayudar a tomar las siguientes decisiones al disponer del recurso: 1) repartirla entre los distintos almacenamientos del sistema, 2) repartirla entre los usuarios, 3) distribuirla a lo largo del periodo de análisis y, 4)

establecer de qué nivel del embalse se extraerá, con el fin de tener la temperatura apropiada o calidad de la corriente aguas abajo (Bower *et al.*, 1962).

Por otra parte, los modelos de simulación son la herramienta más utilizada para el análisis y la planificación de sistemas de recursos hídricos. Estos modelos se caracterizan por su flexibilidad y por su capacidad para contener elementos muy complejos en la modelización. Además, permiten una representación más detallada de los sistemas que los modelos de optimización (Loucks y Sigvaldason, 1982). Varios autores han señalado la falta de aplicación de modelos de optimización para la gestión real de los sistemas multi-embalse (Yeh, 1985; Wurbs, 1993; and Labadie, 2004). Ya que la aplicabilidad a la mayoría de los modelos de gestión de embalses es limitada, debido al "alto grado de abstracción" necesaria para la eficiente aplicación de técnicas de optimización (Akter and Simonovic, 2004; Moeni et al., 2010).

Labadie (2004) y Rani & Moreira (2010) revisaron el estado del arte con respecto a las técnicas de optimización utilizadas para sistemas multi-embalse, que representan la mayoría de los problemas de asignación de agua. Ambos artículos indicaron que la técnica más favorable para los modelos de asignación de recursos hídricos ha sido la programación lineal. Esta técnica es la más tradicional (ReVelle, 1999) y se ha utilizado para la optimización de la gestión integral de los recursos de una cuenca (Zoltay et al., 2010), el desarrollo de sistemas de apoyo para las áreas urbanas de abastecimiento de agua (Yamout et al., 2005), y optimizar la asignación de agua para riego en complejos esquemas agrarios (Reca et al., 2001 a, b). La programación de redes de flujo es un método más eficiente computacionalmente en la programación lineal y, como demostró Kuczera (1989 y 1993), es más adecuado que ésta para resolver grandes sistemas multi-embalse.

Es por ello, que en general, la gestión de las cuencas se realiza mediante el apoyo de modelos de simulación. Esto no impide que para un paso de la simulación (por ejemplo el mes), se empleen técnicas de optimización (como las redes de flujo) para optimizar el reparto del recurso entre los distintos usuarios, y la procedencia el recursos entre las distintas fuentes o masas de agua.

Normalmente, estos modelos de simulación requieren el establecimiento predeterminado de la forma de gestión del sistema. El diseño y obtención de RG para

sistemas multi-embalse ha sido un tema muy desarrollado a lo largo de la historia científica de los recursos hídricos. La obtención de éstas a partir de los resultados de los modelos de optimización pasa por el uso de regresiones lineales (Young, 1967), regresiones lineales múltiples (Bhaskar y Withlach, 1980) y el uso de sencillas estadísticas, tablas y diagramas (Lund y Ferreira, 1996). Desafortunadamente los análisis de regresión pueden dar resultados muy pobres en sus correlaciones invalidando las RG obtenidas (Labadie, 2004).

Otro tipo de RG son las heurísticas, como la regla del espacio vacío (Bower *et al.*, 1982) o la regla de la ciudad de Nueva York (Clark, 1956), las cuales tienen una reducida aplicabilidad. Conocidos unos volúmenes iniciales de almacenamiento, capacidades y restricciones del sistema, la aplicación de la regla del espacio vacío no es siempre factible ni razonable (Johnson *et al.*, 1991).

Aunque algunos autores han criticado las “curvas de embalse” como RG por no ser las más eficientes posibles (Karamouz *et al.*, 2000), la gestión real de los sistemas se suele realizar con este tipo de reglas debido a su fácil aplicación y entendimiento. Por otro lado hay varios aspectos por los que, estas curvas de embalse, adquieren especial importancia. En primer lugar, un gran número de sistemas multi-embalse se gestionan mediante la división de los embalses en capas (Pool-Based Rule system). Por ejemplo, muchos de los embalses del cuerpo de ingenieros de los EEUU se basan en la definición de capas o zonas para su gestión (Lund y Ferreira., 1996). Estas zonas de embalse se basan en conjuntos de curvas de embalse que los dividen. Además las curvas de embalse son fáciles de entender para los usuarios y para el gestor de cuenca, sencillas para su incorporación en el marco legislativo y útiles como desencadenantes de la toma de decisiones en momentos de sequía. Típicamente estas decisiones son: restricciones a transferencias, restricciones sobre demandas no prioritarias, puesta en marcha de medidas extraordinarias como puede ser la activación de pozos de sequía, etc. Históricamente, el uso de este tipo de curvas en la gestión de sistemas de recursos hídricos reales ha sido muy alto.

Una técnica habitual para la obtención de RG se basa en emplear los modelos de simulación de cuencas. Se simula una vez por cada RG que se quiera analizar, definiendo sus parámetros y comprobando su comportamiento en la gestión del sistema, hasta que

se define una RG que proporciona una buena gestión en la cuenca. El conjunto de pruebas necesarias para obtener una RG óptima puede ser muy importante, por lo que todas esas iteraciones pueden ser controladas por un algoritmo de optimización, encargado de variar los parámetros de la RG en base a los resultados que se obtengan del modelo de simulación. Este procedimiento es el que se lleva a cabo en este estudio, empleando algoritmos evolutivos como algoritmos de optimización. Los algoritmos evolutivos se caracterizan por su flexibilidad en la adaptación a cualquier tipo de problemas y por evitar los óptimos locales mejor que los algoritmos de gradiente. Se basan en la teoría de la evolución, por lo que hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a procesos similares a los que actúan en la evolución biológica, así como también a una selección en función de cuáles son los individuos más aptos, que sobreviven, y cuáles los menos, que son descartados.

Nicklow *et al.* (2010) recopila el estado del arte de los algoritmos evolutivos aplicados a la planificación y gestión de recursos hídricos. Casos concretos son su aplicación en los sistemas de distribución de agua (Goldberg and Kuo 1987), en el drenaje urbano y el alcantarillado (Guo et al 2008), para el suministro de agua y el tratamiento de aguas residuales (Murthy and Vengal 2006), para aplicaciones en modelos hidrológicos y fluviales (Muleta and Nicklow 2005) o en sistemas de aguas subterráneas (Dougherty and Marryott 1991).

Para el caso concreto de las RG, Oliviera and Loucks (1997) y luego, Ahmed and Sarma (2005), presentan un enfoque para la optimización de las normas de operación para sistemas multi-embalse usando algoritmos evolutivos. Entre casos recientes de aplicación se puede encontrar el trabajo de Cai *et al.* (2001) para resolver modelos no lineales de gestión del agua utilizando una combinación de un algoritmo evolutivo, y el enfoque de programación lineal o Elferchichi *et al.* (2009) el cual aplicó un algoritmo evolutivo para optimizar la operación de los embalses en un sistema de riego a la carta que se aplicó al régimen de riego de Sinistra Ofanto (Foggia, Italia).

1.1.- Objetivos del trabajo

El convenio de colaboración mencionado anteriormente ha permitido el desarrollo del modelo de gestión hidrológica del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano (TFC en tablas y gráficos) y de varios escenarios de cálculo. Mediante este convenio se dispuso de los

datos necesarios para la definición del modelo y de parte de su gestión. Los distintos escenarios desarrollados han permitido conocer el funcionamiento del sistema y, entre otras cosas, qué zonas presentan escasez de recursos y, por tanto, requieren de una gestión específica. Este motivo ha llevado en el presente trabajo a desarrollar una metodología que permita la optimización de la gestión de un sistema de recursos hídricos a través de RG. Por tanto, el objetivo principal en este trabajo consiste en plantear dicha metodología y aplicarla al modelo hidrológico del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, cuya gestión se ha definido inicialmente mediante la simulación.

La metodología planteada consiste en acoplar, por un lado, algoritmos de optimización evolutivos y, por otro lado, un modelo de redes de flujo. Este último permite simular la gestión de un sistema de recursos hídricos y el reparto del agua entre los diferentes usuarios de la cuenca, mientras que los algoritmos de optimización se utilizan como herramientas que controlan las sucesivas simulaciones y que van modificando las variables de decisión (parámetros de la RG) en función de los resultados obtenidos en cada una de ellas. Esta unión pretende facilitar la definición de RG que permitan optimizar la gestión de un sistema multi-embalse. Otro de los objetivos es, por tanto, analizar la validez de los algoritmos evolutivos a la hora de obtener los parámetros que definen RG óptimas cuando se acoplan con modelos de redes de flujo.

Los algoritmos de optimización que se van a analizar son el SCE-UA (Duan *et al.*, 1992) y el Scatter Search (Glover, F. 1997). El SCE-UA es un algoritmo evolutivo muy utilizado en ingeniería de recursos hídricos y del cual se ha constatado su utilidad en muchas aplicaciones. Por su parte, el Scatter Search, o búsqueda dispersa, se caracteriza por estar fundamentado en elecciones sistemáticas y estratégicas de búsqueda sobre un conjunto pequeño de soluciones. Este último algoritmo fue traducido de C a Visual Basic para Aplicaciones (VBA) por el autor de este trabajo. En este estudio, se emplea como modelo de gestión (basado en redes de flujo) el modelo SIMGES (Andreu *et al.*, 1992), incluido en el Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL (Andreu *et al.*, 1996), para simular la gestión del sistema multi-embalse.

El acoplamiento entre los algoritmos de optimización y el modelo de redes de flujo se lleva a cabo a través de una aplicación informática desarrollada en VBA (*aplicación principal*). La plataforma utilizada es un Libro de cálculo de MS Excel. La *aplicación*

principal incorpora el código del algoritmo de optimización a emplear (en nuestro caso, SCE-UA o Scatter Search), además de los resultados de la simulación con SIMGES y la función objetivo que requiere el algoritmo para la optimización de las variables de decisión, es decir, los parámetros que definen la RG, y las cuales se van modificando en cada iteración. Antes de iniciar el algoritmo de optimización se deben definir una serie de parámetros asociados a éste, así como las variables de decisión y sus límites. Una vez definido esto, se lanza el algoritmo, el cual va generando las variables de decisión. Para cada generación de estas variables se escribe el archivo de datos necesario para la simulación de la gestión propuesta con SIMGES, éste genera unos resultados que son importados por la *aplicación principal*, permitiendo evaluar la función objetivo. Una vez evaluada, se repite el mismo proceso a partir de la generación de las variables de decisión, buscando la optimización en la gestión. Con este fin, el algoritmo busca la minimización de la función objetivo. Finalizado el proceso, le corresponde al usuario analizar los resultados obtenidos.

El análisis de los algoritmos evolutivos se desarrolla aplicando la metodología planteada al sistema de explotación Tirso-Flumendosa-Campidano ubicado en la isla de Cerdeña (Italia). Este sistema se identifica con un clima Mediterráneo. Además, está caracterizado por un suministro superficial a las demandas mediante agua almacenada y regulada por los embalses. Embalses que cumplen también la tarea de protección contra inundaciones y, en algunos casos, la de producción de energía hidroeléctrica. El agua subterránea se utiliza únicamente para pequeños requerimientos locales. La zona presenta un gran número de sistemas de bombeo y conducciones para transportar el agua desde los embalses hasta los puntos de suministro. Un objetivo importante en su gestión consiste en reducir el coste de dichos bombeos, minimizando al mismo tiempo los déficits de las demandas.

Fruto del mencionado proyecto de colaboración entre universidades, se ha desarrollado el modelo de gestión del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano que describe su actual situación (RAS, 2013). Además, se han definido distintos escenarios de cálculo que permiten tener en cuenta aspectos como la influencia de los caudales ecológicos (Q_{eco}), el posible fallo de infraestructuras, o también nuevas demandas e infraestructuras actualmente en construcción (escenario que define la "Situación Futura"). Los últimos escenarios que se definen permiten evaluar el comportamiento del sistema al aumentar

la dotación de las demandas agrarias. Todos estos escenarios, incluyendo el modelo de la “Situación Actual”, se desarrollan con el fin de conocer en detalle el funcionamiento del sistema y ver en qué zonas es necesaria una gestión específica. En estas zonas es donde se pretende emplear la metodología planteada en este trabajo para obtener RG óptimas.

1.2.- Estructura del trabajo

Como se observa en el contenido de la memoria, este estudio está dividido en cuatro bloques. El primero introductorio, el segundo se centra en la generación del modelo de gestión del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano y análisis de éste. El tercer bloque es en el que se plantea y aplica la metodología para optimizar la gestión del sistema, principal objetivo del presente estudio. En el último se encuentran las conclusiones y líneas de investigación. A continuación se detallan los siguientes capítulos que aparecen en esta memoria.

En el capítulo segundo se describen las características principales del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, como su localización espacial, gestión y otros datos de interés, al tratarse del caso de estudio en el que se aplica la metodología desarrollada.

El tercer capítulo explican las herramientas empleadas en el segundo bloque, además del procedimiento para desarrollar los distintos escenarios del modelo del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano en el Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL y lo relativo al análisis de su gestión mediante el módulo de cálculo SIMGES.

En los capítulos cuarto y quinto se desarrollan distintos escenarios de análisis y se detalla la gestión llevada a cabo para cada uno de ellos. El cuarto capítulo se centra en el modelo que representa la “Situación Actual”, en la que se ha intentado plasmar en el modelo las infraestructuras y demandas actuales en el sistema. En el capítulo quinto se analizan distintos escenarios de cálculo: con caudales ecológicos, fallos de infraestructuras, una “Situación Futura” con nuevas demandas e infraestructuras de transporte de agua, y escenarios para evaluar la capacidad de suministro del sistema.

El capítulo seis, primero del tercer bloque, describe la metodología desarrollada en este trabajo para el análisis de algoritmos de optimización a la hora de buscar RG óptimas en sistemas multi-embalse acoplándolos con modelos de redes de flujo. En este capítulo, a

parte de la metodología, se detalla el funcionamiento de los distintos algoritmos evolutivos empleados.

El capítulo siete se centra en el análisis de los algoritmos de optimización y las RG obtenidas por estos. En el primero apartado, se emplea un algoritmo heurístico para la optimización de RG sencillas en zonas del sistema que no afectan en gran medida al resto del sistema. Sin embargo, para analizar RG más complejas se ha empleado, en los dos siguientes apartados, los algoritmos evolutivos SCE-UA y Scatter Search.

Finalmente, en el último bloque del proyecto se expone un resumen del estudio realizado, las conclusiones que se desprenden del trabajo, una serie de aspectos a tener en cuenta en futuras líneas de investigación futuras y las referencias.

2.- Descripción general del sistema hídrico de estudio

La metodología que se plantea en el tercer bloque de este estudio emplea los algoritmos evolutivos para obtener RG óptimas en el sistema de explotación Tirso-Flumendosa-Campidano ubicado en la isla de Cerdeña (Italia). En este capítulo se describe la información general de Cerdeña, como su ubicación, superficie, zonas hidrográficas y, con más detalle, la información relativa al sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, desde las distintas infraestructuras con las que consta, hasta los usuarios y la distribución mensual de sus dotaciones.

2.1.- Cerdeña

Cerdeña se encuentra en el mar Mediterráneo, entre la península Ibérica e Italia (Figura 1), y cubre un área aproximada de 24.000 km² con una población de 1.648.000 habitantes. Comparándola con la Comunidad Valenciana, ésta tiene una superficie de 23.000 km², prácticamente iguales, sin embargo, su población es de casi 5.000.000 de habitantes. El clima de Cerdeña se clasifica generalmente como mediterráneo, con inviernos suaves y relativamente húmedos y veranos secos y cálidos.

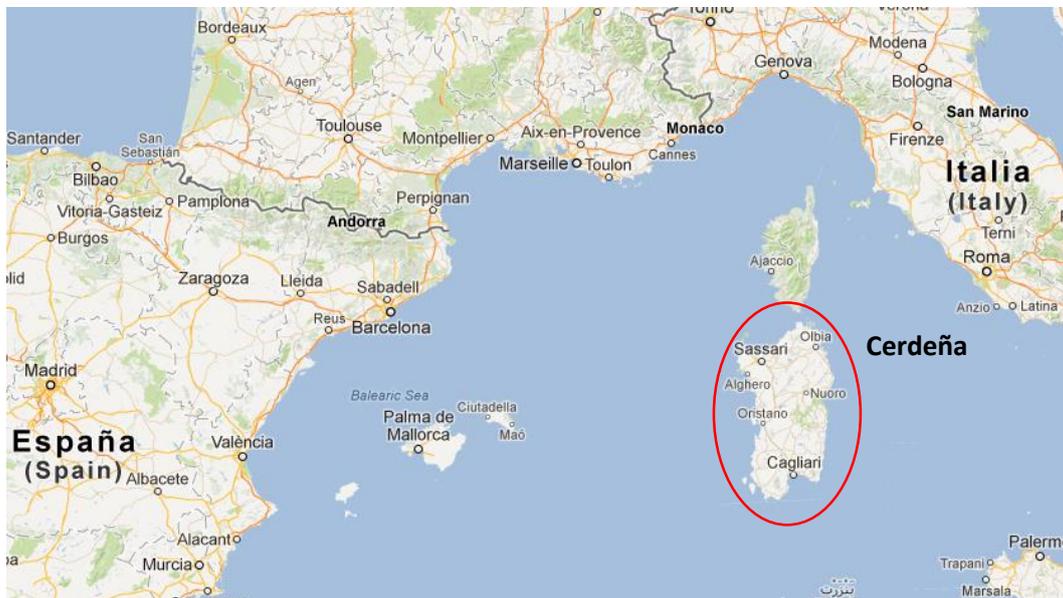


Figura 1: Ubicación geográfica de la isla de Cerdeña (Italia). (Fuente: Google Maps).

En Cerdeña, el sistema de suministro de agua se caracteriza principalmente por el uso de agua superficial almacenada y regulada por los embalses. Estos embalses cumplen también la tarea de protección contra inundaciones y, en algunos casos, de producción de energía hidroeléctrica. El agua subterránea se utiliza únicamente para pequeños requerimientos locales.

La región de Cerdeña se divide en siete zonas hidrográficas, las cuales se presentan en la siguiente tabla y se ubican espacialmente en la Figura 2:

Sistema	Denominación de la zona hidrográfica	Superficie (km ²)
1	Sulcis	1.646
2	Tirso	5.372
3	Nord Occidentale	5.402
4	Liscia	2.253
5	Posada – Cedrino	2.423
6	Sud Orientale	1.035
7	Flumendosa – Campidano - Cixerri	5.960
-	Total	24.091

Tabla 1: Zonas hidrográficas y superficies en las que se divide la isla de Cerdeña.

El sistema de estudio que se analiza en este estudio engloba las siguientes zonas hidrográficas: Tirso, Sud Orientale, Flumendosa-Campidano-Cixerri y Sulcis. Éstas están ubicadas en la zona inferior de la siguiente figura, correspondiendo al sur de la isla de Cerdeña y entorno al 60% de la superficie de ésta.

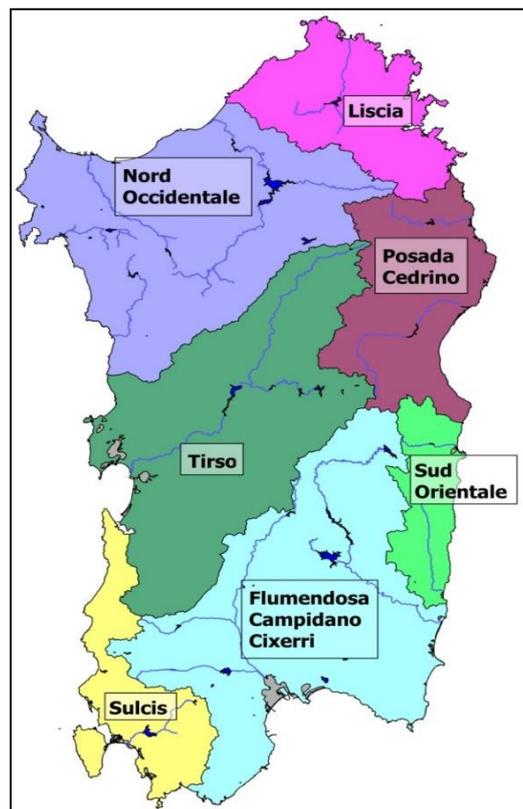


Figura 2: Ubicación espacial de las zonas hidrográficas en las que se divide la isla de Cerdeña (Fuente: RAS, 2013).

2.2.- Sistema hídrico Tirso- Flumendosa- Campidano

Como se ha comentado, el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano engloba cuatro sistemas interconectados de agua multi-sectoriales: Sulcis, Tirso, Sud Orientale y

Flumendosa-Campidano-Cixerri. A su vez el sistema completo Tirso-Flumendosa-Campidano se divide en seis zonas:

- Taloro
- Tirso (Oristanese en la descripción de los modelos)
- Ogliastra
- Flumendosa-Campidano
- Cixerri
- Sulcis

Estas áreas están hidráulicamente interconectadas entre sí a través de enlaces tanto naturales (ríos), como artificiales (conducciones y bombeos). La infraestructura más importante de interconexión regional es la que vincula el sistema Tirso con el Flumendosa. Está compuesta por un conjunto de obras que permiten la transferencia, reversible, de recursos entre los sistemas Tirso y Flumendosa-Campidano. La interconexión está diseñada principalmente para la transferencia de recursos de emergencia de la cuenca del Tirso a las demandas de la cuenca Flumendosa-Campidano.

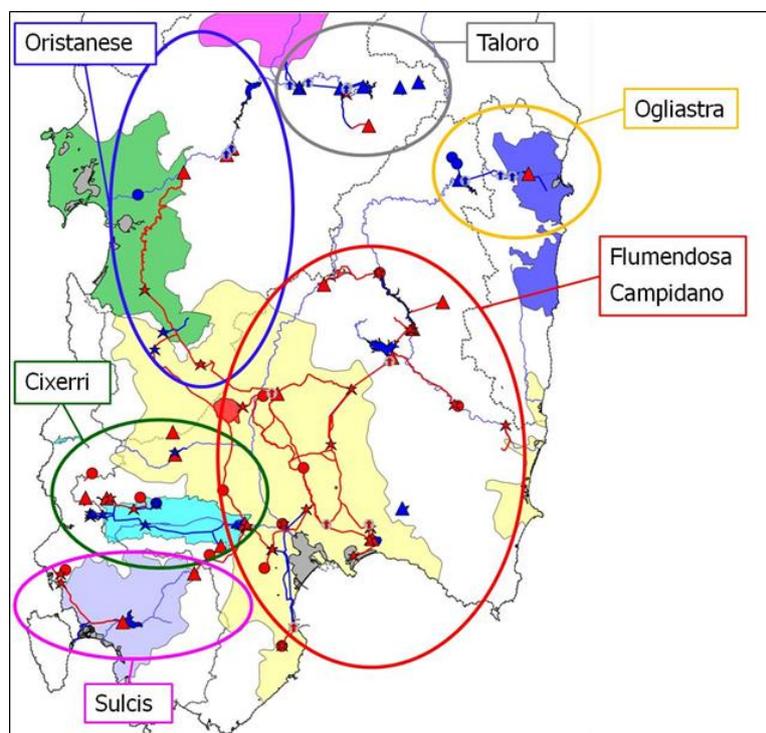


Figura 3: Áreas en las que se subdivide el sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

Las principales fuentes de abastecimiento están representadas por las entradas en la parte norte de la cuenca del río Flumendosa y en los recursos más septentrionales de los ríos Taloro y Tirso. Además, existen recursos provenientes de ríos más pequeños,

regulados por varias represas que son entregados a los usuarios a través de una red de tuberías, túneles, canales y sistemas de bombeo que se pasan a detallar en los siguientes puntos.

2.2.1.- Características de las obras hidráulicas.

En este punto se muestra información relativa a las distintas infraestructuras (embalses, azudes, centrales hidroeléctricas y sistemas de bombeos) del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano. La información detallada de estos elementos se puede consultar en el Anejo 1.

El sistema consta de 23 embalses cuyas capacidades varían entre los 0.94 hm³ y los 450 hm³. Los más importantes son los embalses de Cantoneira (450 hm³), Monte Su Rei (323 hm³) y Nuraghe Arrubiu (300 hm³). El primero de estos tres embalses se encuentra en el río Tirso, en la zona de Oristanese y los otros dos en la zona Flumendosa-Campidano. Los embalses del sistema tienen distintos gestores, los principales son ENAS y ENEL. El primero corresponde con el Ente del agua de Cerdeña y el segundo es el encargado de algunas de las centrales hidroeléctricas del sistema y, por tanto, gestionan el embalse aguas arriba de éstas.

En cuanto a los azudes, el sistema presenta un total de 14 infraestructuras con distintos caudales de extracción de agua. Estos caudales varían entre 0.2 y 36 m³/seg. Los más importantes son los de la cabecera del río Flumendosa, en la zona de Ogliastra (Bau Mela y Bau Mandara), al este de los embalse de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu (Ponte Maxia), y al oeste de éstos (Casa Fiume). Al igual que los embalses, existen distintos gestores para este tipo de obra hidráulica. El que más azudes controla es ENAS.

Las centrales hidroeléctricas son una infraestructura a la cual no se le va a prestar gran importancia en este estudio, puesto que como se comentará más adelante, la escala de trabajo es la mensual y no la diaria, la cual nos proporcionaría datos apropiados para el análisis de estas infraestructuras. El número total de éstas es de 14 y su principal gestor es ENEL, aunque ENAS también se encarga de la gestión de alguna de ellas. Los caudales turbinados varían entre los 0.5 y 95 m³/seg. La más importante es la que se encuentra aguas abajo del embalse de Gusana, en la zona de Taloro.

Los sistemas de bombeo son obras de infraestructuras a las cuales se les da gran importancia en este estudio debido al coste económico que suponen. De ahí que en el tercer bloque de este trabajo se pretenda optimizar, en parte, la gestión en base a los

resultados de los bombeos, con el fin de reducir lo máximo posible el gasto originado por estas infraestructuras. El sistema consta de 23 bombeos cuyo caudal máximo está comprendido entre los 0.07 y los 6 m³/seg. Sus coste unitarios varían entre los 0.005 y los 0.11 €/m³. El gestor que más sistemas de bombeo gestiona es ENAS.

2.2.2.- Caracterización hidráulica

Los aportes hidrológicos aplicados al sistema hidráulico se han obtenido a partir del documento regional de Cerdeña “*Piano Stralcio di Utilizzo delle Risorse Idriche*”. En dicho documento se calculan series sintéticas evaluadas a partir de las series temporales de las entradas al sistema de periodos de tiempo reales. Concretamente series comprendidas entre los periodos 1922-1975 y 1986-2002. El segundo periodo se tiene en cuenta para introducir los efectos de las sequías producidas por la disminución de las aportaciones. Dichas series sintéticas constituyen en definitiva un período de 53 años y están asociadas a los embalses (23) y azudes (14) del sistema.

	Taloro	Tirso	Ogliastra	Flum-Camp	Cixerri	Sulcis
Aportación media (hm³/año)	83.5	289.63	59.78	356.22	14.56	39.55

Tabla 2: Valores medios de las aportaciones al sistema en las distintas zonas del sistema.

La tabla anterior muestra un resumen, por zonas, de las aportaciones al sistema. Como se observa, la más importante es la de Flumendosa-Campidano, con un valor de 356 hm³/año, algo superior a la aportación de la zona del Tirso. Sin embargo, en proporción al tamaño que abarca cada una, la del Tirso es la más importante. Por su parte, Cixerri y Sulcis son las zonas más reducidas con aportaciones más discretas. En el Anejo 1 se muestran todas las aportaciones anuales agrupadas en las seis zonas mencionadas.

2.2.3.- Usuarios del agua

La demanda de agua de los usuarios del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano representa dos tercios del total de la demanda de Cerdeña. Esto se puede apreciar en la tabla inferior, en la que se indica la dotación para los distintos usos del agua y el porcentaje correspondiente al total de la región de Cerdeña.

Usuario	Dotación (hm ³)	Porcentaje respecto al total de la región (%)
Civil	127.3	58
Industrial	24.3	78
Agrario	235.6	72
Total	387.2	66

Tabla 3: Dotación de las distintas demandas del sistema TFC.

En el Anejo 1 se pueden consultar todas las demandas, por tipo, su dotación y ubicación espacial. De forma resumida, el sistema tiene un total de 15 demandas civiles (urbanas), 6 industriales y 23 agrarias. Las demandas civiles tienen dotaciones comprendidas entre los 0.2 y los 41.4 hm³/año. La demanda más importante es la de la ciudad de Cagliari. Las demandas industriales varían entre 0.04 y 11.6 hm³/año y las agrarias entre 0.1 y 75 hm³/año. Como se puede observar, los valores de las dotaciones son muy dispares. Respecto a las demandas agrarias, las dos demandas más importantes son las de Oristanese con 43 y 75 hm³/año.

La distribución mensual de la demanda anual de los usuarios se determinó en base a los datos proporcionados por ENAS relativos a tres años, de 2008 a 2010. Para cada centro de demanda se ha evaluado su distribución mensual como los valores medios a lo largo de los tres años.

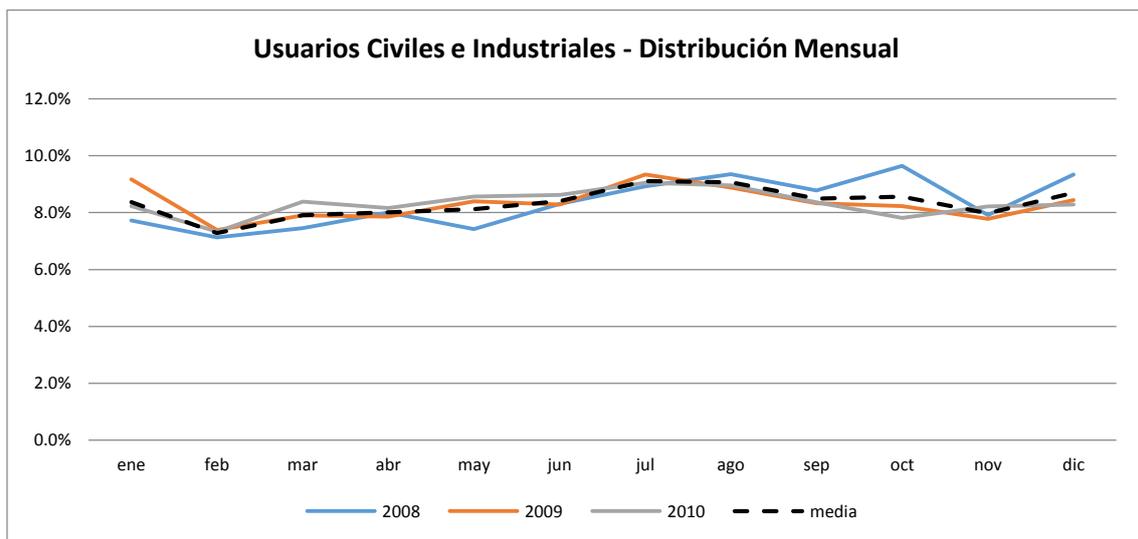


Gráfico 1: Distribución mensual para las demandas civil e industrial.

Para el uso civil e industrial la tendencia es constante en los doce meses, con la excepción de los centros turísticos, en los que la demanda civil se caracteriza por un pico en los meses de verano.

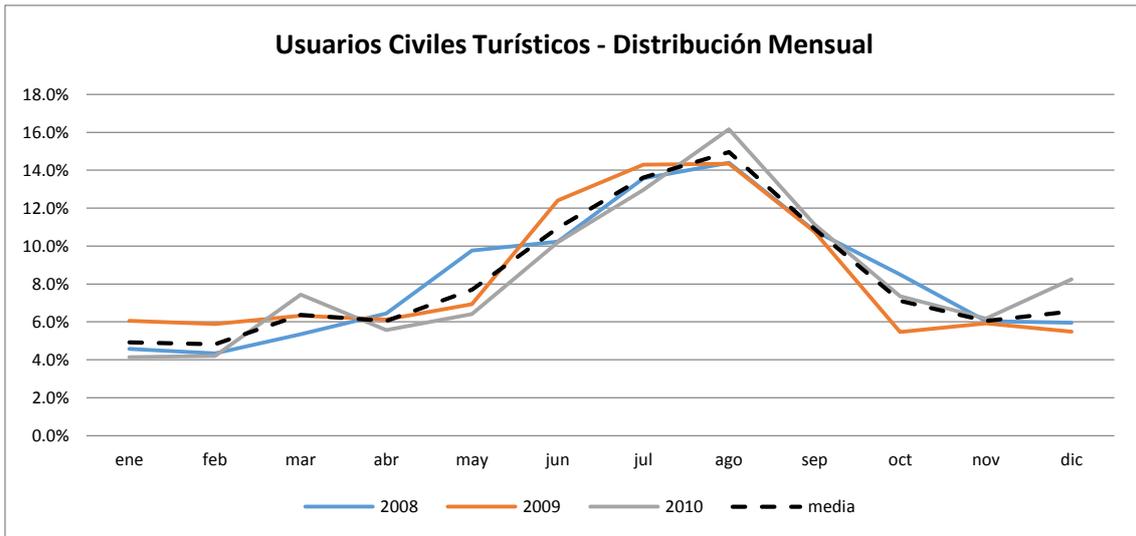


Gráfico 2: Distribución mensual para las demandas civiles en zonas turísticas.

En cambio, para los usuarios agrarios la evolución de la demanda adquiere la forma de una campana característica, con la demanda pico en los meses secos.

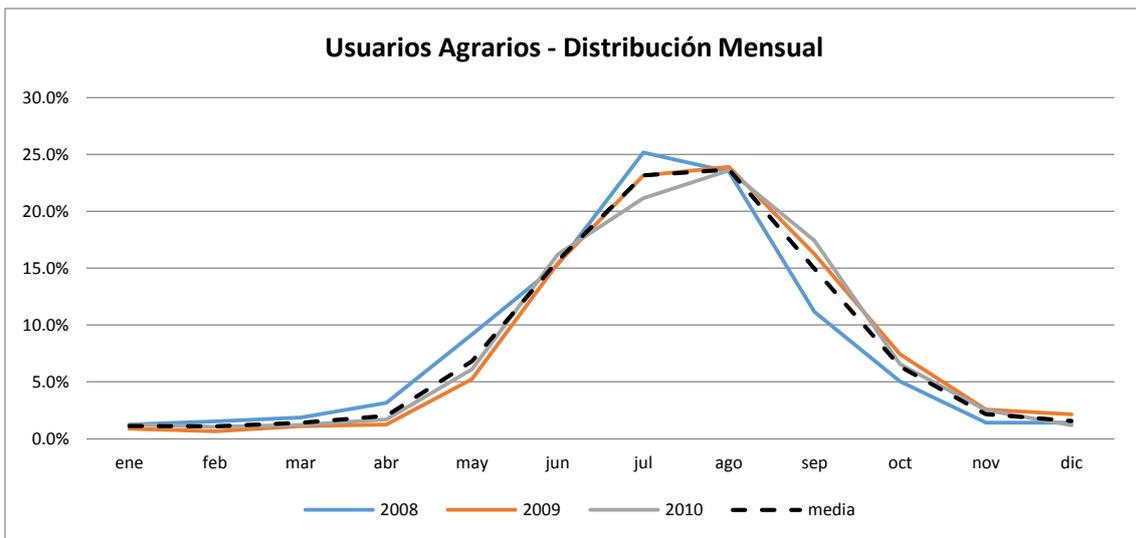


Gráfico 3: Distribución mensual para las demandas agrarias.

2.2.4.- Caudales ecológicos

La cuantificación del Q_{eco} para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano ha sido evaluada mediante dos procedimientos diferentes.

En el ámbito normativo de la Región Autónoma de Cerdeña, el “*Pianto Tutela delle Acque*” afirma que el Q_{eco} es igual al 10% del caudal natural, es decir, el flujo natural que se produciría en ausencia de las extracciones e inyecciones artificiales. En el caso de sistemas de agua que se caracterizan por la escasez de agua puede reducirse hasta el 5% del caudal natural.

El “*Piano di Gestione del Distretto Idrografico*” de la Región de Cerdeña asigna 60 hm³ al Q_{eco} global del sistema multisectorial. Esta cantidad ha sido evaluada como el 5% de la escorrentía media anual regional que se estima, en media, en 1200 hm³. Con base en estas consideraciones se ha definido el primer procedimiento para asignar el Q_{eco} en el sistema hídrico Tirso-Flumendosa-Campidano. Los 60 hm³ se dividen entre todos los embalses gestionados por ENAS en función de la superficie de la cuenca subyacente a la presa.

El segundo procedimiento, propuesto por el grupo de investigación de la UNICA, asigna un Q_{eco} del 5% de la escorrentía media anual estimada en base a las series sintéticas de 53 años de aportaciones.

En el primer caso, con las condiciones de ENAS, el Q_{eco} para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano resulta ser igual a 40,076 hm³/año, en el segundo, con las hipótesis de UNICA, igual a 23,395 hm³/año. En ambos casos, el Q_{eco} se considera que se aplique de manera coherente dentro de los seis meses más secos, es decir, de abril a septiembre. Se pueden consultar los valores de ambos procedimientos en el Anejo 1.

BLOQUE 2

3.- Herramientas para la simulación de la gestión

En este bloque del estudio se procede a analizar la gestión del sistema de recursos hídricos Tirso-Flumendosa-Campidano. Para llevarlo a cabo, en este estudio se ha de disponer, por un lado, de un modelo del sistema implementado en el software AQUATOOL y, por otro lado, de un modelo de simulación (SIMGES) para evaluar su gestión.

Desarrollar cualquier modelo de gestión para sistemas con una gran extensión conlleva un proceso medianamente largo. Requiere del conocimiento de la topología del sistema a analizar, de datos de los distintos elementos, como la dotación de demandas, la capacidad de embalses, las aportaciones, la capacidad de conducciones, etc. En este estudio se disponía gracias a UNICA, organizador del convenio colaborador que ha permitido llevar a cabo este trabajo, y la cual disponía de toda la información que le facilitaba ENAS (similar a una Confederación Hidrográfica aquí en España) sobre el sistema.

La primera fase del estudio consiste en desarrollar el modelo en AQUATOOL e introducir los datos mencionados. Con este modelo base se procede a definir la gestión de cada zona del sistema. Esta gestión es facilitada, en parte, por la UNICA. La otra parte, se define en función de los resultados, pues el objetivo que se busca es que el sistema tenga el menor número de demandas que sufran déficits y que el coste de bombeo sea el menor posible. Con gestión del sistema se entiende todas las RG que hay que definir para conseguir los objetivos que se buscan, por ejemplo, mediante prioridades entre los distintos usuarios del agua, mediante reglas de operación (ROs) asociadas al volumen de los embalses o a las aportaciones, mediante costes, etc.

Una vez definida la gestión en todo el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, se simula con el módulo de simulación de la gestión SIMGES y se analizan los resultados. El inconveniente al analizar estos resultados para este sistema Tirso-Flumendosa-Campidano es que, al emplear series sintéticas de aportaciones, no se pueden comparar con datos aforados o registrados.

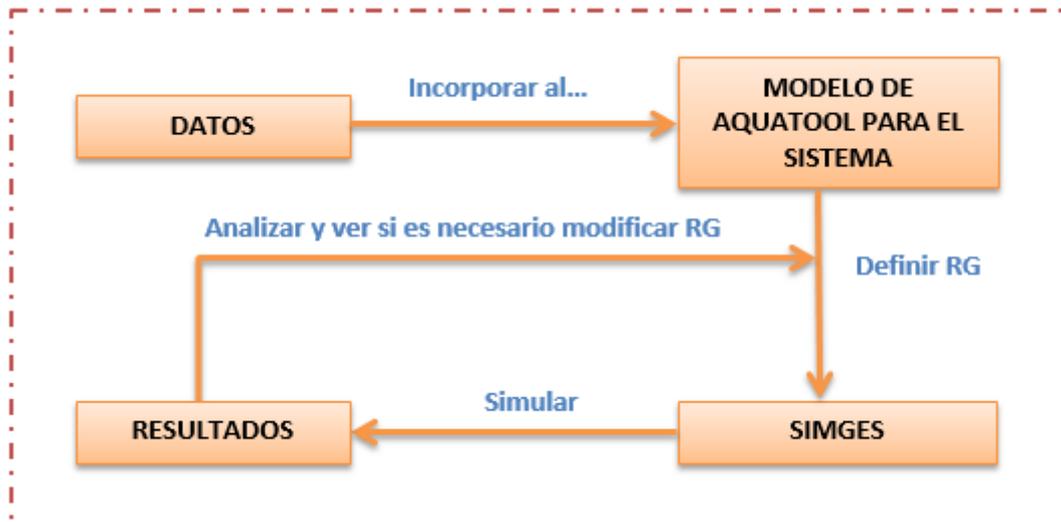


Figura 4: Esquema metodológico para la creación de un modelo y definición de su gestión.

En los siguientes dos puntos de este bloque se van a presentar los datos disponibles, se definirá la gestión para cada zona del sistema y se analizarán los resultados obtenidos para el modelo correspondiente a la “Situación Actual” y los de los diferentes escenarios de cálculo que se han definido a partir de éste.

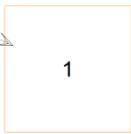
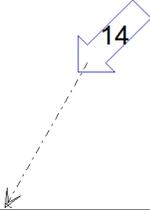
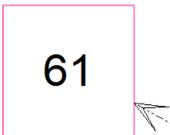
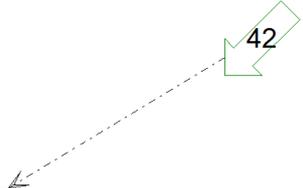
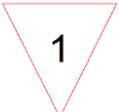
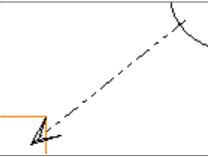
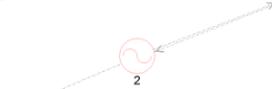
El modelo “Situación Actual”, tal y como indica su nombre, es el que describe la situación del sistema actualmente, tanto en lo relativo a la dotación de las demandas como a las infraestructuras disponibles (para almacenar o transportar el agua). Con este modelo se pretende, por un lado, ajustar el modelo a la gestión actual que se maneja en el “*Ente Acque della Sardegna*” y por otro, intentar optimizar dicha gestión.

Por su parte, se han definido una serie de escenarios de cálculo entre los que se encuentra el correspondiente a la “Situación Futura”, el cual pretende analizar el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano a largo plazo, es decir, lo que podría ocurrir en un futuro. Para ello, se introducirán en el modelo de AQUATOOL una serie de demandas que actualmente no se están suministrando, así como conducciones y bombeos que se están construyendo y en un futuro estarán disponibles.

Mediante el modelo correspondiente a la “Situación Actual” se ha estudiado la gestión en todo el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano. Una vez se ha dispuesto de esta gestión y de los resultados para dicho modelo, se han desarrollado, como se comentaba, diferentes escenarios de cálculo. En primer lugar, se han definido dos escenarios con el fin de introducir caudales ecológicos (Q_{eco}) en el sistema. Cada uno de estos nuevos escenarios, dispone de distintos Q_{eco} para varios tramos de río que se han considerado (ver Anejo 1). Una vez comparados los resultados del modelo base con los de estos dos

escenarios (con Q_{eco}) se desarrollarán tres escenarios más en los que se analizará los efectos del fallo de algunas infraestructuras del sistema (centrales hidroeléctricas, bombeos y embalses). Concluido este aspecto, se completa la Situación Actual para dar lugar al escenario que describe la Situación Futura. Con este último escenario, se analizan los resultados tras introducir las novedades respecto a la Situación Actual y se compararán algunos de los resultados más importantes. En los últimos escenarios que se definen se lleva a cabo un test de estrés del sistema. Para ello se definen un total de nueve escenarios (a partir de la Situación Futura) y en cada uno de ellos se incrementan algunas de las demandas agrarias del sistema con el objetivo de ver hasta dónde puede llegar a abastecer el sistema a las demandas agrarias, intentando evitar déficits en demandas civiles (urbanas) e industriales.

Para poder describir los distintos modelos y su gestión es necesario conocer el significado de los distintos elementos que van a aparecer. Por ello, la siguiente tabla muestra una leyenda de todos los elementos que pueden aparecer en los esquemas de AQUATOOL que se van a desarrollar en este trabajo.

Elemento	Descripción	Elemento	Descripción
	Aportación en los embalses.		Demanda Civil.
	Aportación en el azud que puede ser empleado para el suministro.		Demanda Industrial.
	Aportación en el azud que puede ser almacenada en el embalse aguas abajo.		Demanda Agraria.
	Embalse.		Toma a una demanda.
	Tramo de río.		Central Hidroeléctrica.

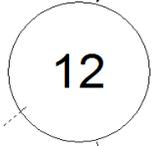
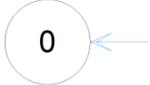
	Nudo.		Conducción.
	Nudo Final.		Bombeo.

Tabla 4: Leyenda de los elementos que aparecen en los distintos esquemas de AQUATOOL.

El Área de Ingeniería de Recursos Hídricos del Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA) de la UPV desarrolló un sistema soporte de decisión (SSD) en materia de planificación de recursos hidráulicos, denominado AQUATOOL (Andreu et al., 1996). La valiosa experiencia obtenida hasta ahora con dicho SSD en su aplicación a casos reales de planificación en cuencas españolas (Júcar, Segura, Tajo,...) y extranjeras (Argentina, Brasil, Italia, México, Bosnia, Chile, Marruecos, Argelia, Ecuador, Perú, etc.) aseguran la robustez del mismo y su flexibilidad para modelar gran variedad de sistemas.

AQUATOOL como SSD proporciona recursos para ayudar al análisis de diversos problemas relacionados con la gestión del agua. Además, AQUATOOL es una línea de investigación en continuo desarrollo, por lo que además de las conocidas herramientas de análisis de la gestión de cuencas, también proporciona otras herramientas que facilitan el desarrollo de trabajos relacionados.

El software principal contenido en AQUATOOL es el destinado a realizar estudios de la gestión de cuencas para la planificación (módulos SIMGES y OPTIGES). Estos módulos son auxiliados por un interface de usuario (AQUATOOL) que facilita el diseño de esquemas de trabajo y la gestión de datos y resultados. Como adaptación o extensión de los mencionados módulos para su uso como ayuda a la gestión a corto plazo (para una o 2 campañas) se dispone del módulo SIMRISK que también es manejado desde el mismo interface de usuario. Para ampliar el análisis hidrológico realizado con los módulos anteriores, se dispone del módulo GESCAL, que permite analizar los aspectos de calidad de aguas sobre los mismos esquemas de análisis de la gestión ya configurados. También, como complementos a los módulos anteriores se dispone de un módulo de análisis estocástico de series hidrológicas (MASHWIN) y un módulo para la simulación de acuíferos por el método de autovalores (AQUIVAL) que además proporciona los

parámetros necesarios para la simulación del acuífero dentro del modelo general de la cuenca con SIMGES.

El módulo SIMGES (Andreu *et al.*, 1992) es un modelo general para la Simulación de la Gestión de Cuencas, o sistemas de recursos hidráulicos complejos, en los que se dispone de elementos de regulación o almacenamiento tanto superficiales como subterráneos, de captación, de transporte, de utilización y/o consumo, y de dispositivos de recarga artificial. El modelo admite cualquier configuración dentro de unos límites impuestos únicamente por capacidades de hardware, y por tanto, es utilizable para cualquier esquema de recursos hidráulicos. La simulación se efectúa a nivel mensual y reproduce el detalle espacial que el usuario desee del flujo del agua a través del sistema. Para los subsistemas superficiales el flujo es calculado simplemente por continuidad o balance. Los acuíferos y las relaciones río-acuífero se simulan con modelos unicelulares, con modelos pluricelulares, o utilizando el método de los autovalores mediante modelos distribuidos en los que se considera la variación espacial de las propiedades hidrodinámicas de los acuíferos. El modelo SIMGES también considera los retornos a las aguas superficiales y los que se infiltran en los acuíferos y tiene asimismo en cuenta en la simulación las pérdidas por evaporación y filtración en embalses y cauces, así como las relaciones entre aguas superficiales y aguas subterráneas. La gestión de los recursos hidráulicos se simula mediante reglas de operación tendentes a mantener un nivel similar de llenado en los embalses a partir de unas curvas de zonado de embalse. Dichas curvas son las reglas de explotación propiamente dichas y son suministradas por el usuario del modelo. Se admite la definición de caudales mínimos ecológicos, así como de diferentes prioridades de los usuarios para el aprovechamiento del agua. La simulación y gestión del sistema superficial se efectúan a un tiempo mediante el uso de un algoritmo de optimización de redes de flujo conservativo. Dicho algoritmo se encarga de determinar el flujo en el sistema tratando de satisfacer al máximo los objetivos múltiples de minimización de déficits, y de máxima adaptación a las curvas de volumen objetivo de embalse y objetivos de producción hidroeléctrica. Además, esta optimización se completa con un proceso iterativo de llamadas al algoritmo de optimización lineal, lo que permite mejorar la calidad de la simulación en procesos no lineales como filtraciones, evaporaciones y relaciones entre aguas superficiales y subterráneas.

4.- Desarrollo del modelo y definición de la gestión para la Situación Actual

En este punto se procede a analizar el modelo implementado en AQUATOOL para la Situación Actual. Para ello, se comienza describiendo el sistema por zonas y la gestión implementada en éstas que posibilita su simulación mediante el módulo SIMGES. Una vez comentados estas dos cuestiones, se procede a analizar un resumen de los resultados más importantes. En el siguiente capítulo se analizarán distintos escenarios de cálculo a partir del modelo definido en éste.

4.1.- Modelo de simulación para la gestión de la Situación Actual

Antes de proceder con la descripción y gestión del sistema cabe mencionar una serie de consideraciones a tener en cuenta en los distintos elementos. En el caso de las demandas, el orden de prioridad de éstas se definen en las tomas de cada una de ellas. En principio, las tomas que suministran a las demandas civiles tienen prioridad 1, las industriales 2 y las agrarias 3. En el caso de que una demanda tenga más de una toma y alguna de éstas sea un bombeo, se le impondrá un orden de prioridad menor. Por ejemplo, si se trata de una demanda civil, la toma que representa un bombeo tendrá prioridad 2.

En los embalses, en principio, la prioridad considerada en todos ellos es de 1. En el caso en que se modifique ese valor, se comentará en la gestión correspondiente. Respecto al volumen inicial, se ha impuesto un volumen igual a la mitad de la máxima capacidad del embalse, salvo en aquellos casos en los que la evolución del nivel de volumen almacenado ha justificado su modificación. Por otro lado, el volumen objetivo (V_{obj}) es un nivel del embalse que permite la zonificación de éste. Almacenar el agua en cada una de estas zonas supone un coste distinto. En principio, este volumen objetivo se ha considerado igual al mínimo del embalse. Sólo para volúmenes embalsados inferiores al volumen mínimo, el beneficio obtenido por mantener el agua almacenada en el embalse será máximo.

Los bombeos se han representado como conducciones o tomas a las demandas, según el caso. Además de tener en cuenta su capacidad de bombeo, se han introducido una serie de costes, en unos casos, y ROs, en otros, con el fin de conseguir el menor bombeo posible y, por tanto, el menor coste económico. En los casos en los que hay varios

bombes en la misma zona, a la hora de introducir los costes, se han tenido en cuenta los costes económicos proporcionados.

Las centrales hidroeléctricas que se han considerado en el modelo se han definido con una eficiencia del 73% (la que aparece por defecto en AQUATOOL) y con un grado de importancia bajo en cuanto a sus resultados energéticos, por el hecho de estar trabajando a escala mensual y no diaria. De estos elementos no se van a presentar resultados en este trabajo.

El modelo Tirso-Flumendosa-Campidano se ha dividido en 6 zonas, principalmente como subdivisión en cuencas: Taloro, Oristanese, Ogliastra, Cixerri, Sulcis y Flumendosa-Campidano. A continuación se procede a describir cada una de ellas y a explicar su gestión.

Taloro

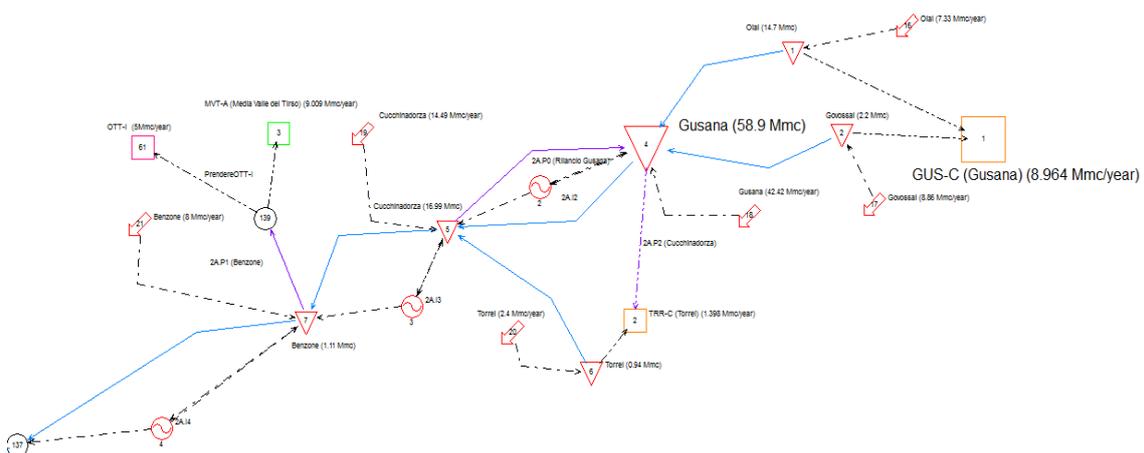


Figura 5: Zona de Taloro en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

La zona de Taloro, al norte del sistema, consta de seis embalses, de los cuales el de Gusana es el más importante con casi 60 hm³ de capacidad. En esta parte del sistema los embalses almacenan toda el agua posible, sólo los vertidos se envían aguas abajo hacia la zona de Oristanese. Los embalses de Benzone y Cuchinadorza conviene mantenerlos siempre llenos para mejorar la productividad de las centrales hidroeléctricas que se encuentran aguas abajo de éstos.

El subsistema tiene cuatro demandas, dos civiles (Gusana la más importante), una industrial y una agraria. Los embalses de cabecera, Ojai y Govossai, suministran agua a la demanda de Gusana. Esta demanda presenta déficits en dos periodos debido a la escasez de aportación en los mismos. El menor déficit posible corresponde con un máximo déficit anual del 47.044% (19 meses con fallo). Para obtener este resultado se

define un V_{obj} en Olai de 14.7 hm^3 (el máximo volumen) y en Govossai un V_{obj} de 0 hm^3 , es decir, el mínimo.

El bombeo Rilancio Gusana (2A.P0) está desactivado ya que, al no tener interés los resultados de las centrales hidroeléctricas, no tiene utilidad. Aunque no se hace hincapié en las centrales hidroeléctricas, en el embalse de Gusana se define un volumen de reserva de 30 hm^3 para turbinar agua si fuese necesario.

El bombeo de Cucchinadorza (2A.P2) tiene asociada una RO que se ha definido con el objetivo de que por dicho bombeo sólo pase el agua necesaria para suministrar a la demanda de Torrei, es decir, únicamente pasaría agua si no hay suficiente en el embalse de Torrei. Por este motivo, y con el fin de almacenar la mayor cantidad de recurso antes de enviarla aguas abajo, se define el V_{obj} de Torrei igual al volumen máximo (V_{max}) del embalse. La RO consiste en que cuando el embalse de Torrei tiene almacenado menos de 0.2 hm^3 (22.2%), entonces se permite el bombeo desde el embalse de Gusana.

Oristanese

La zona de Oristanese, la cual se encuentra aguas abajo de Taloro, consta de tres embalses, siendo el de Cantoneira el más importante en cuanto a capacidad (450 hm^3) de la zona y del sistema Tirso-Flumendos-Campidano. En cuanto a las demandas, sólo se encuentran dos en la zona, de uso agrario, pero también son de las más importantes del sistema de recursos hídricos, con dotaciones de 43 y $75 \text{ hm}^3/\text{año}$.

El agua se almacena en los tres embalses para su uso consuntivo por las demandas antes de sacarla fuera del sistema (por el *Nudo Final*). El embalse de Pranu Antoni, al igual que los de Benzzone y Cuchinadorza (Taloro) se mantiene lleno para aumentar la productividad de la central hidroeléctrica que tiene aguas abajo.

Ogliastra

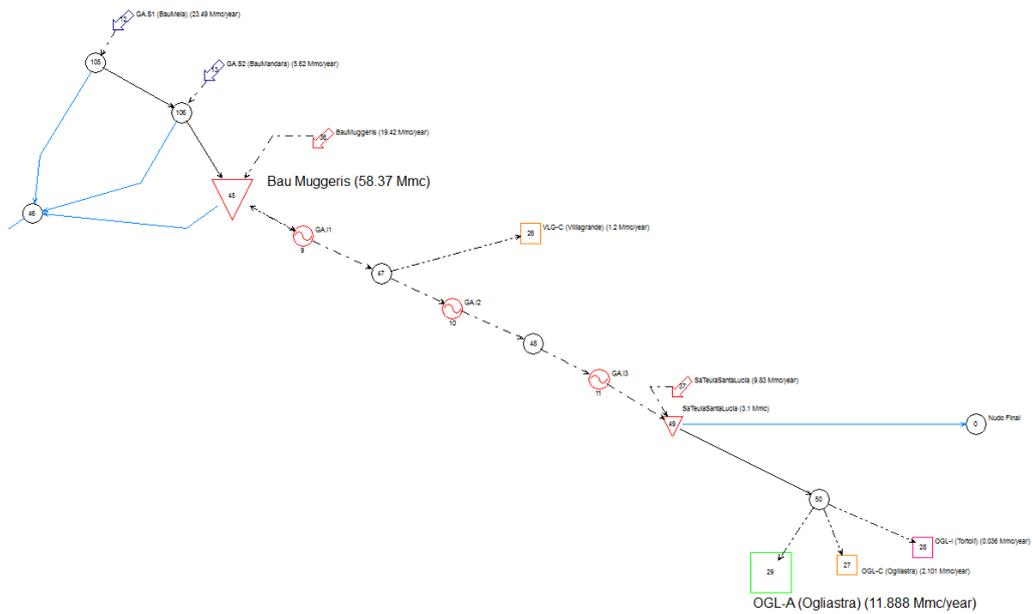


Figura 7: Zona de Ogliastra en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

Ogliastra, al noroeste del sistema, tiene dos embalses, siendo Bau Muggeris el principal con una capacidad de 58.4 hm^3 . Existen cuatro demandas, dos civiles, una industrial y otra agraria.

El agua procedente de los dos azudes que se sitúan más al norte de Ogliastra, a la izquierda de Bau Muggeris (en la figura), envían en primer lugar el agua hacia dicho embalse y, en el caso de que la capacidad de las conducciones se vea superada, el agua se envía por el río Flumendosa hasta los embalses de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu (en la zona de Flumendosa-Campidano). Además, en el tramo de río aguas abajo del embalse de Bau Muggeris se ha definido un RO para que no pase agua hacia Flumendosa-Campidano si el nivel de volumen en el embalse no es superior a 25 hm^3 (RO sugerida por el *Ente Acque della Sardegna*), con la intención de que las demandas de esta zona no sufran déficits.

Cixerri

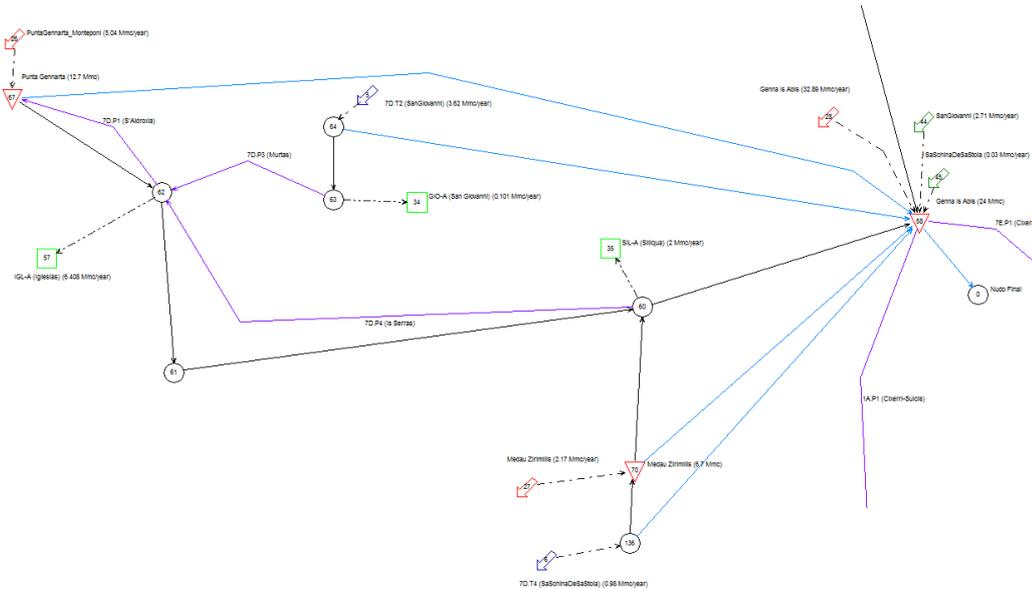


Figura 8: Zona de Cixerri en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

Cixerri dispone de dos embalses (Punta Gennarta y Medau Zirimilis) para gestionar el suministro a sus tres demandas agrarias. Los V_{obj} de los embalses se han definido igual al V_{max} de éstos para disminuir al máximo posible los déficits de las demandas agrarias, ya que de esta manera se almacena la mayor cantidad de agua posible en los embalses permitiendo tenerla disponible para dichas demandas en los periodos de más escasez de agua.

La demanda agraria de San Giovanni (GIO-A) tiene un déficit crónico de 85.149% (máximo déficit anual) y 202 meses con fallo. Esto se debe a que sólo puede recibir agua desde el azud de San Giovanni. Aun así, es una demanda muy pequeña ($0.101 \text{ hm}^3/\text{año}$). Respecto a los tres bombeos que hay, no se ha definido en el modelo ninguna restricción de carácter económico, lo único que se ha considerado es un coste unidad para que no se produzca una recirculación innecesaria.

Sulcis

Este subsistema tiene dos embalses, siendo Monte Pranu el más importante, con una capacidad de 49.3 hm^3 . Existe una demanda civil, una industrial y una agraria.

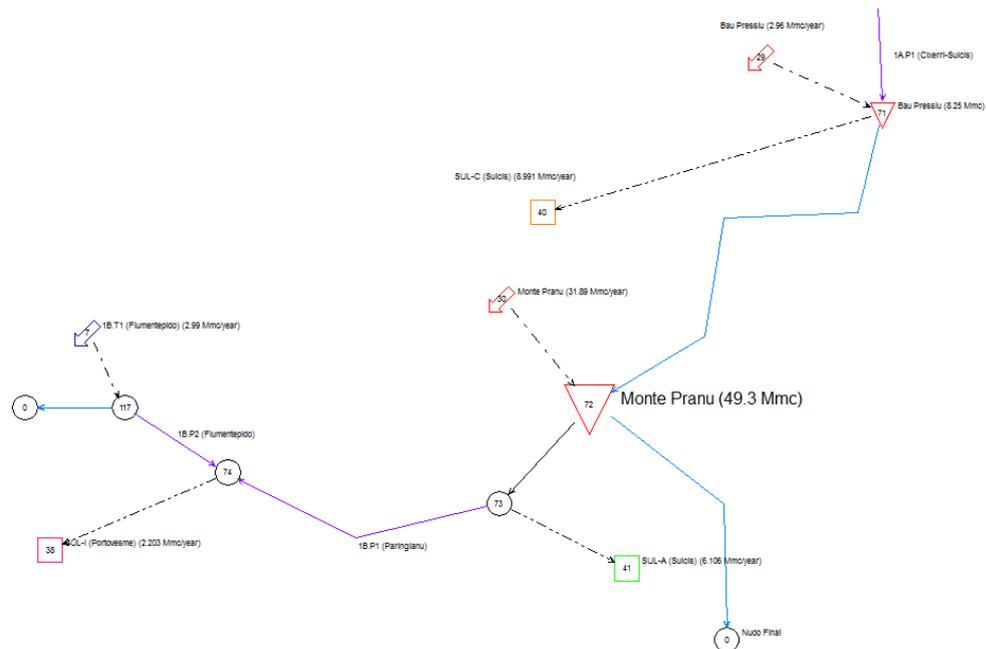


Figura 9: Zona de Sulcis en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

El embalse de Bau Pressiu recibe el agua desde el embalse de Genna Is Abis mediante el bombeo de Cixerri-Sulcis (1A.P1). En este bombeo se define una RO sobre el nivel del embalse de Bau Pressiu con el objetivo de que únicamente se bombeé el agua necesaria para las demandas de Sulcis, principalmente la demanda urbana. Cuando el nivel de dicho embalse es inferior a 2 hm^3 (24%) se permite el bombeo. Además, este embalse almacena todo el agua posible ($V_{\text{obj}}=V_{\text{max}}$) antes de enviarla aguas abajo, hacia Monte Pranu.

En la parte sur del subsistema, el bombeo Flumetepido (1B.P2) tiene prioridad frente al procedente del embalse (Paringianu) por tener un coste económico unitario menor. Por esta razón, al bombeo Paringianu (1B.P1) se le ha impuesto un coste ficticio, facilitando en el modelo de simulación que el agua provenga de Flumetepido antes que de Paringianu.

Flumendosa-Campidano

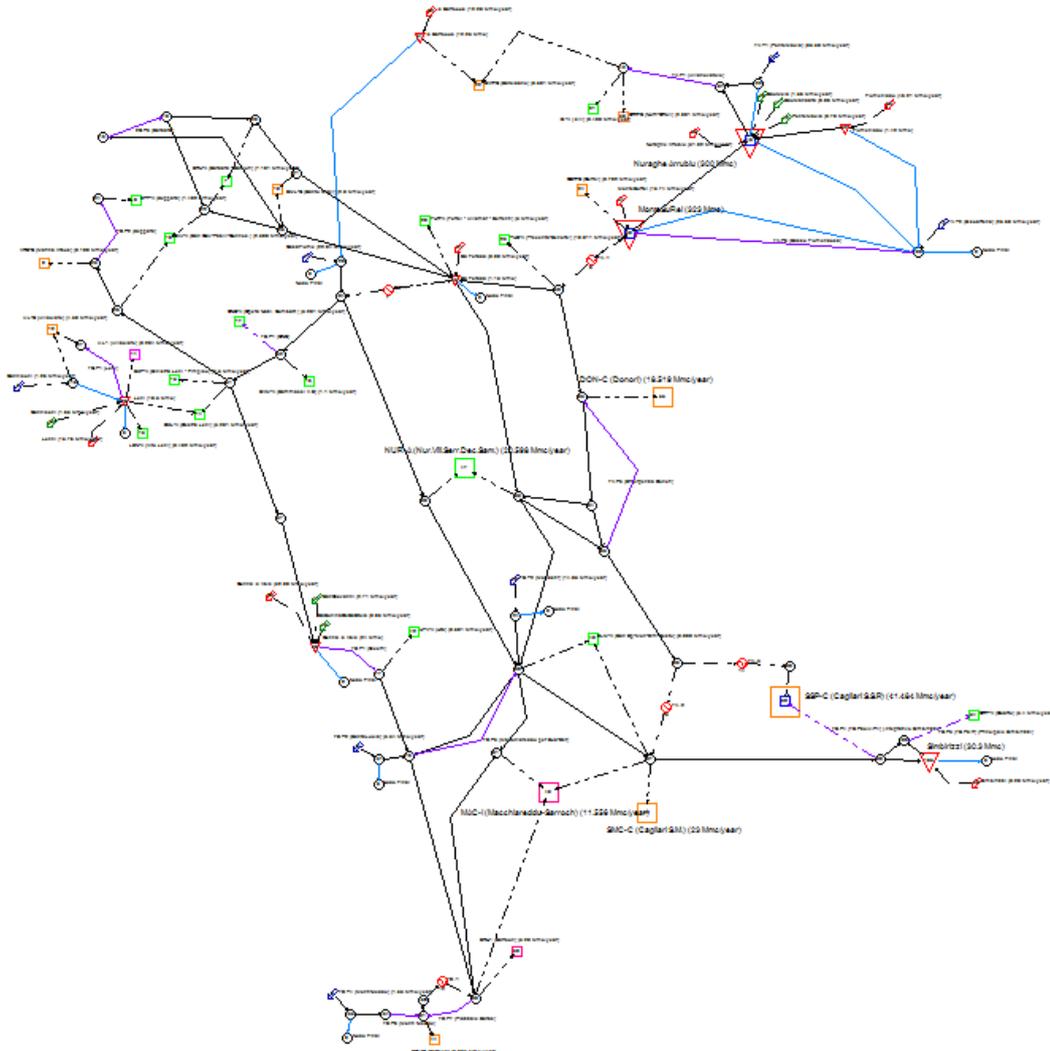


Figura 10: Subsistema Flumendosa-Campidano en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

El subsistema Flumendosa-Campidano consta de 8 embalses, siendo los principales los de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu con capacidades de 300 y 325 hm³ respectivamente. En cuanto a las demandas, consta de un total de 28, siendo 10 civiles (Cagliari S.S.P la más importante), 3 industriales y 15 agrarias.

Esta zona es bastante extensa, por lo que se ha dividido en distintas zonas en función de la gestión que se realiza en cada una. A continuación, se analiza dicha gestión en las regiones más importantes y que tienen algo particular respecto a la gestión general.

Leni

Esta zona consta de un embalse con capacidad de 19.5 hm³ y 4 demandas, de las cuales una es civil, otra industrial y dos agrarias. Respecto a estas últimas, una de ellas, Destra Leni (DXL-A), tiene dos tomas, una que proviene del embalse de Leni y, la otra, del resto del sistema Flumendosa-Campidano.

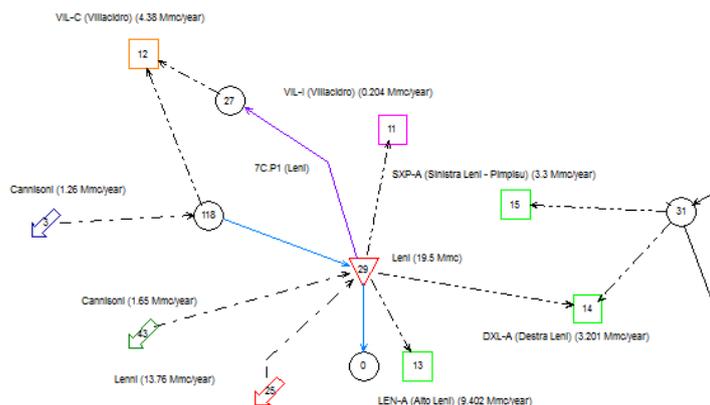


Figura 11: Zona de Leni en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

Con la gestión básica de prioridades en las demandas, costes en las conducciones y V_{obj} del embalse, todas las demandas sufren déficits, como se ve en la siguiente tabla:

Demanda de Leni	Máx. Déficit Anual (%)	Meses con déficit
Civil	38	20
Industrial	40	20
Agraria	65	31

Tabla 5: Déficits sin gestión en la zona de Leni.

Para evitar que las demandas civil e industrial tengan déficits, se impone un V_{obj} en el embalse de Leni de 3 hm³ (15%) y una prioridad de 120 para las dos demandas agrarias que se suministran desde dicho embalse. Con esta gestión se consigue que se almacene el agua necesaria para las demandas civil e industrial y no sufran déficits, sin embargo, el déficit de la demanda agraria aumenta.

Is Barrocos

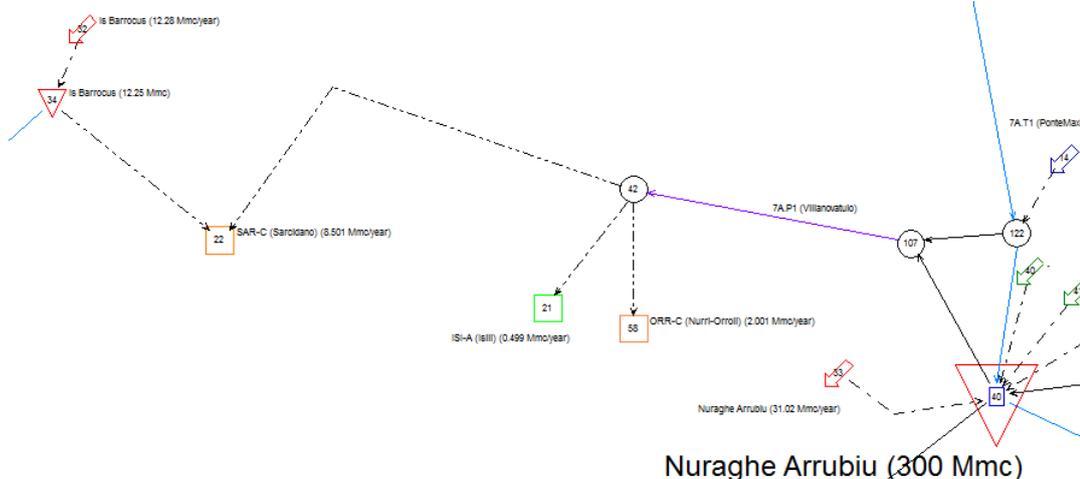


Figura 12: Zona de Is Barrocos en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

En esta zona, la demanda de Sarcidano (SAR-C) se puede suministrar desde el embalse de Is Barrocos o por el bombeo Villanovatulo (7A.P1). Para que sólo se bombé cuando el

embalse se queda sin agua, se define una RO sobre el nivel del embalse de Is Barroccus que se aplica sobre la toma del Este de SAR-C (la que nace del nudo 42). El nivel de volumen definido como umbral en la RO es de 6 hm³.

Flumeniddu

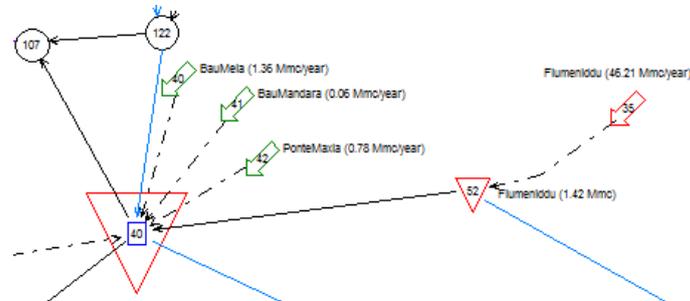


Figura 13: Zona de Flumeniddu en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

Flumeniddu es un pequeño embalse que recibe una aportación importante. La gestión propuesta consiste en que este embalse almacena toda el agua posible ($V_{obj}=V_{max}$) antes de enviarla aguas abajo, hacia Nuraghe Arrubiu.

Genna Is Abis

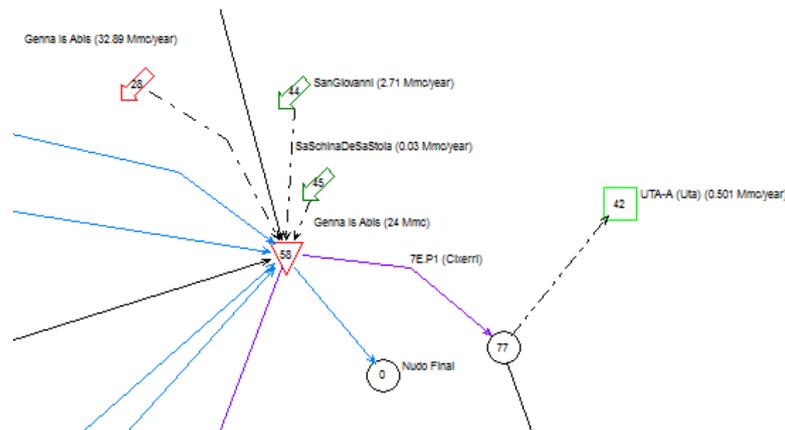


Figura 14: Zona de Genna Is Abis en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

En esta zona, los bombeos son los que tienen interés para la gestión. El bombeo de Cixerri (7E.P1) se le impone un coste arbitrario de 100 para que bombé lo necesario para las demandas del sur. Por su parte, el bombeo *Macchiareddu per Sud-Est* (7E.P3) tiene un coste unidad para evitar posibles recirculaciones del flujo de agua. Por último, como ya se ha explicado en la zona de Sulcis, el bombeo Cixerri-Sulcis (1A.P1) tiene asignada una RO.

Zona Sur

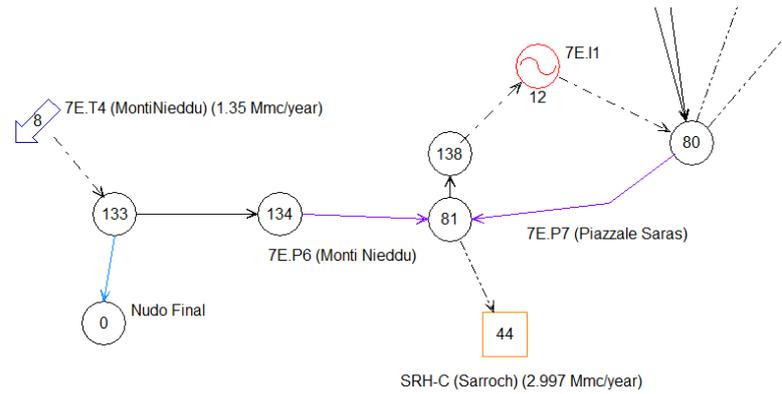


Figura 15: Zona Sur de Flumendosa-Campidano en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

No se permite el paso de agua por el bombeo de Monti Nieddu puesto que es más caro que el de Piazzale Saras y no es necesario para las demandas. Con esta gestión no pasa agua por la central hidroeléctrica (7E.I1).

Simbrizzi

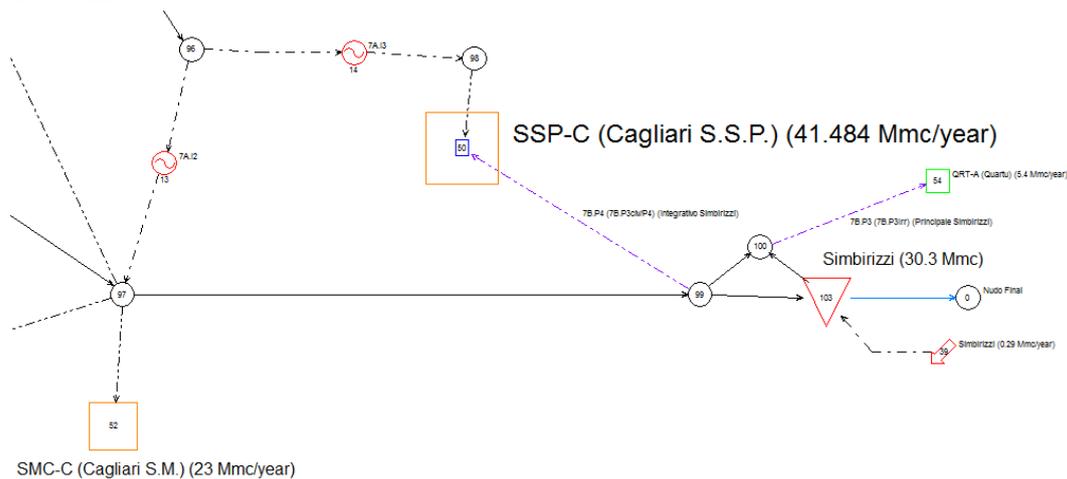


Figura 16: Zona de Simbrizzi en el esquema de AQUATOOL para la Situación Actual.

La demanda Cagliari S.S.P. presenta dos tomas, de las cuales una simboliza un bombeo (Integrativo Simbrizzi). En dicha toma se ha impuesto una prioridad de 200 para que sólo pase agua en el caso de que no pueda ser captada por la otra toma.

La demanda agraria recibe agua tanto del embalse como del resto de Flumendosa-Campidano. Si no se controla con ninguna gestión especial, se trae más agua de Flumendosa-Campidano que del embalse de Simbrizzi. Esto se debe a que Simges consigue que salga menos agua del sistema de esta manera, que empleando agua de Simbrizzi para la demanda agraria. Si no se trajese el recurso del resto del sistema, éste se enviaría fuera del sistema por no poder almacenarse en los embalses.

Tablas resumen

La siguiente tabla muestra la capacidad del embalse (volumen autorizado), el volumen inicial, el volumen objetivo y la prioridad de cada uno de los embalses del sistema. En el Anejo 2 se encuentra el eco de datos de SIMGES.

Nombre	Volumen autorizado (hm ³)	Volumen inicial (hm ³)	Volumen objetivo (hm ³)	Prioridad
Bau Pressiu	8.25	4.125	8.25	1
Monte Pranu	49.3	24.65	0	1
Olai	14.7	7.35	14.7	0
Govossai	2.2	1.1	0	0
Gusana	58.9	55	24	1
Cucchinadorza	16.99	16.99	1	1
Benzone	1.11	1.11	0	1
Torrei	0.94	0.47	0	1
Cantoniera	450	225	3.2	1
Pranu Antoni	9	9	0	1
Santa Vittoria	1.23	1.23	0	1
Bau Muggerris	58.37	50	2.6	1
SaTeulaStLucia	3.1	3.1	0.6	1
Flumineddu	1.42	0.71	1.42	0
Nuraghe Arrubiu	300	150	-	1
Monte su Rei	323	161.5	-	1
Is Barrocos	12.25	10	12.25	1
Sa Forada	1.13	1.13	1.13	1
Simbirizzi	30.3	15	1.8	1
Leni	19.5	9.75	3	1
Punta Gennarta	12.7	6.3	12.7	1
Medau Zirimilis	16.7	8.35	16.7	1
Genna Is Abis	24	12	1.4	1

Tabla 6: Resumen de las características de los embalses para la Situación Actual.

Como se ha ido comentando, en los bombeos se han introducido una serie de costes o ROs para conseguir que se bombé la mínima cantidad posible de agua. Éstos se resumen en la siguiente tabla.

Nombre	Coste o RO en AQUATOOL
Cixerri-Sulcis	RO
Paringianu	100
Flumentepido	0
Rilancio Gusana	0
Benzone	0
Cucchinadorza	RO
Nuraghe Pranu Antoni	0

Marrubiu	500
Sardara	750
Fluminimannu di Pabillonis	500
Villanovatulo	0
Emergenza Donori	0
Basso Flumendosa	1450
ONC	0
Zeppara	100
Principale Simbirizzi	200
Integrativo Simbirizzi	0
Leni	0
S'Aidroxia	1
Murtas	1
Is Serras	1
Cixerri	100
Macchiareddu per Sud-Est	1
Monti Nieddu	1450
Piazzale Saras	1

Tabla 7: Resumen de los costes o RO de los bombeos para la Situación Actual.

4.2.- Resultados para la Situación Actual

Desarrollado el modelo de AQUATOOL para la Situación Actual y definida la gestión del sistema, se obtienen una serie de resultados como déficits de las demandas, volúmenes almacenados en los embalses, agua que circula por cada conducción, etc. Dada la extensión del sistema y, por tanto, del número de elemento y resultados, se ha completado una plantilla con un resumen de los resultados para cada uno de los modelos que se describen en este trabajo. Al ser un número muy elevado de resultados, únicamente se adjuntan los resúmenes de resultados para dos escenarios en el Anejo 3. En este apartado se van a representar y comentar los resultados más significativos para los embalses, las demandas, los azudes y los bombeos.

Embalses

La evolución del volumen almacenado en los embalses permite analizar parte del comportamiento del sistema. Permite comprobar en qué momentos el embalse se vacía y, por tanto, podría necesitar una gestión especial. También permite detectar periodos de sequía.

En los siguientes gráficos se muestra, por zonas, el nivel de volumen almacenado a lo largo de los 53 años de simulación. En el gráfico de Taloro y Oristanese, el eje secundario está asociado a los embalses de Gusana y Cuchinadorza. Se observa como este último

embalse permanece siempre al máximo nivel. Esto se debe a que el embalse tiene una capacidad mediana y, además, tiene aguas abajo una central hidroeléctrica. Por este último motivo, conviene mantener el nivel al máximo para que la producción hidroeléctrica se maximice.

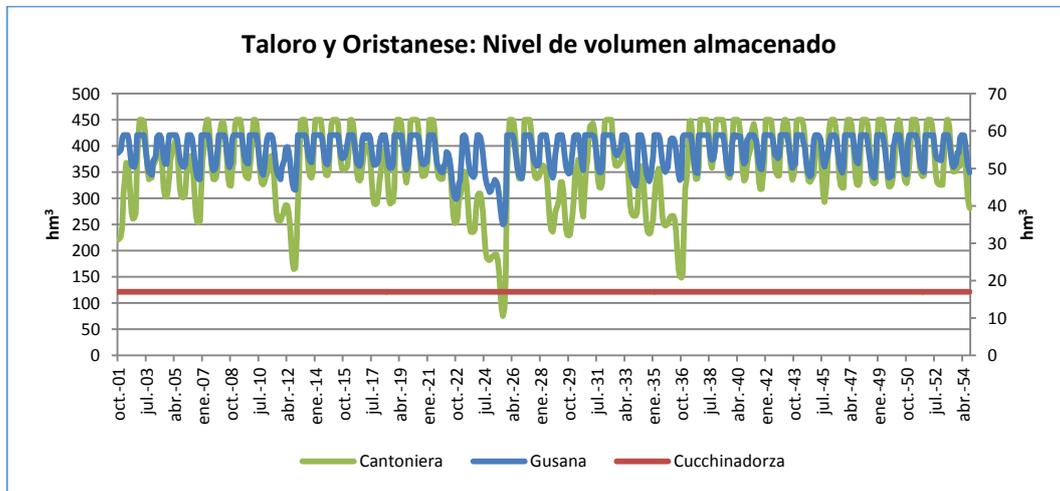


Gráfico 4: Nivel de volumen almacenado en Taloro y Oristanese (Situación Actual).

Por su parte, el embalse de Gusana tiene una evolución similar durante todo el periodo, con llenados y vaciados, llaman la atención tres periodos en el que el vaciado del embalse es mayor que el resto, debido a la disminución de aportaciones en esos meses. Por último, el embalse de Cantoneira, el más importante en cuanto a capacidad, presenta una evolución similar al de Gusana, aunque con los descensos más marcados en los tres periodos que desciende más el nivel del embalse. Esto se debe a que desde Cantoneira se suministra a las dos demandas agrarias más importantes del sistema.

El siguiente gráfico muestra los embalses que se encuentran en el río Flumendosa. Los dos más importantes son el de Nuraghe Arrubiu y el de Monte Su Rei. El embalse de Nuraghe Arrubiu tiene un nivel algo inferior al de Monte Su Rei ya que se encuentra aguas abajo de éste y, por tanto, es conveniente que se gestione de esta forma. De ambas evoluciones llama la atención la primera mitad del periodo en el que los niveles son más bajos, frente a la segunda mitad en la que debido a las altas aportaciones los embalses permanecen en los niveles más altos.

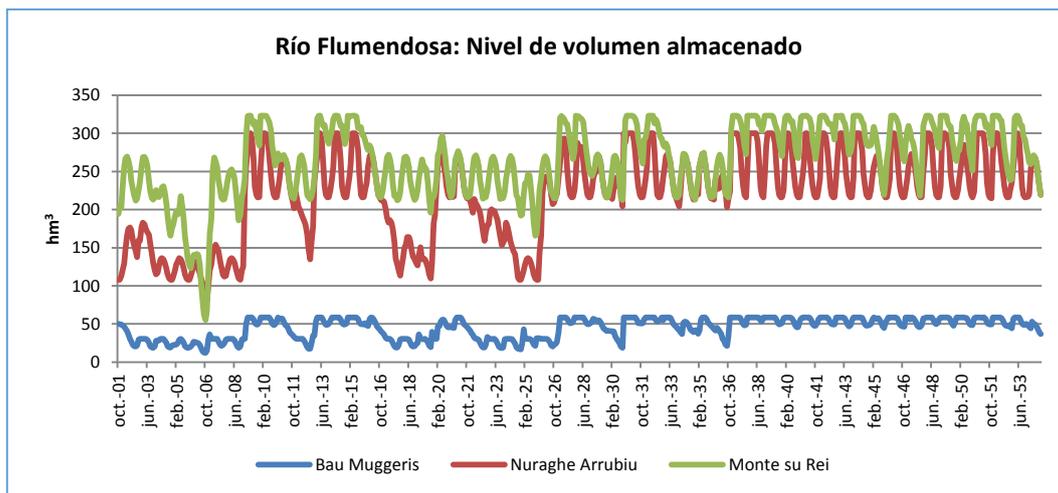


Gráfico 5: Nivel de volumen almacenado en los embalses del río Flumendosa.

Por otro lado, se encuentra el embalse de Bau Muggeris en la cabecera del río Flumendosa. Éste, aunque de menor capacidad, presenta una evolución similar a los dos anteriores.

En el gráfico de Sulcis se muestra la evolución de los dos embalses de esta zona más el de Genna Is Abis, desde el cual se envía agua desde Flumendosa-Campidano hacia Sulcis. Bau Pressiu tiene unos niveles bastante bajos debido a la gestión definida en la zona, con la que se impedía que se bombease más agua de la necesaria desde Genna Is Abis. Por su parte, este embalse presenta una evolución discontinua, con meses en los que permanece completamente lleno y otros en los que se vacía casi por completo. Como se puede ver, esos meses en los que se vacía coincide con los meses en los que los embalses de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu descienden sus niveles.

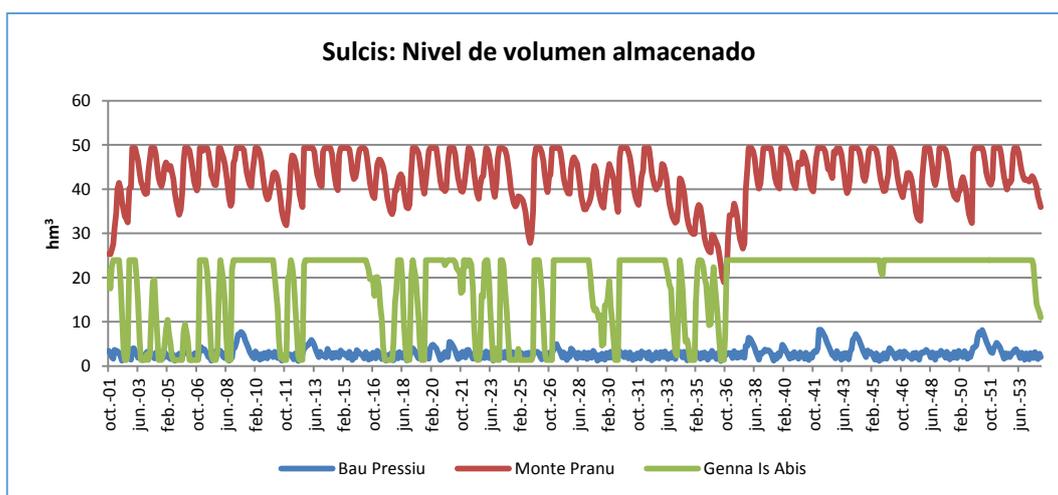


Gráfico 6: Nivel de volumen almacenado en los embalses de Sulcis.

Por último, el embalse de Monte Pranu, el de mayor capacidad de Sulcis. Este embalse se mantiene en niveles elevados, con sus llenados y vaciados correspondientes, y dos

épocas en la que los niveles descienden más de lo habitual debido a la disminución de las aportaciones que llegan a Monte Pranu.

El último gráfico muestra algunos de los embalses del sistema Flumendosa-Campidano, entre ellos: Simbrizzi, Leni e Is Barrocos. El embalse de Simbrizzi llama la atención por su evolución, con un número elevado de meses en los que está lleno y otros en los que se vacía. Sobre todo es llamativo puesto que de ese embalse se puede suministrar a una demanda agraria. Sin embargo, se ve que los meses en los que el embalse está lleno, no se suministra desde Simbrizzi. En ese caso, se suministra con agua que procede del resto del sistema Flumendosa-Campidano. Se ha comprobado que se produce de esa manera puesto que la extracción de caudales fuera del sistema es menor si se gestiona de esta forma.

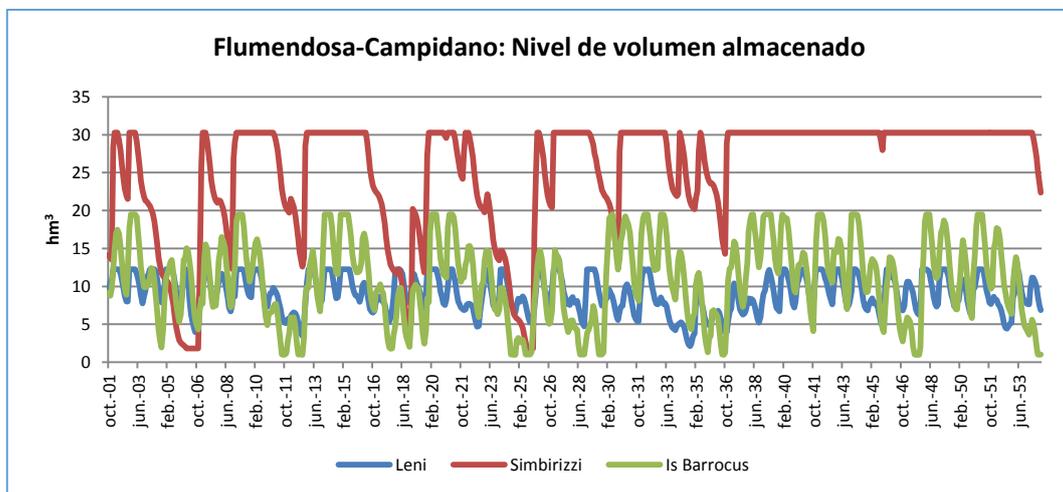


Gráfico 7: Nivel de volumen almacenado en los embalses de parte del sistema Flumendosa-Campidano.

Del embalse de Is Barrocos cabe comentar que en los momentos en los que el nivel desciende de 6 hm³ es cuando se activa la toma Este de Sarcidano.

Azudes

De los azudes se puede mencionar cuánta agua aportan al sistema y cuáles no se utilizan. Respecto a esto último, el sistema presenta tres azudes que no son necesarios emplearlos en la Situación Actual: Pabillonis, S'Isca Rena y Monti Nieddu. El primero corresponde con los bombeos de la interconexión (entre el Tirso y Flumendosa-Campidano) y, como ya se ha comentado, para este escenario no se activan. El de S'Isca Rena, al Este de Monte Su Rei, tampoco se activa puesto que los embalses de Nuraghe Arrubiu y Monte Su Rei no se quedan nunca sin agua. Por último, el de Monti Nieddu, al

sur del sistema, tiene otra alternativa de bombeo más barata desde el sistema Flumendosa-Campidano.

Demandas

De todas las demandas del sistema, únicamente cuatro tienen déficits, una civil y tres agrarias. En cuanto a la demanda civil, el déficit corresponde con Gusana (GUS-C) que lo sufre debido a la falta de recurso en la cabecera de Taloro y, por tanto, no existe posibilidad alguna de que reciba el agua necesaria en los meses en los que sufre déficit.



Gráfico 8: Déficit de la demanda civil para la Situación Actual.

Respecto a las demandas agrarias, presentan déficits la demanda de Leni (LEN-A) y las demandas de Cixerri, San Giovanni e Iglesias. Cabe comentar los déficits todos los meses de la demanda de San Giovanni, la cual solo puede suministrarse mediante la aportación de un azud. Si se compara dicha aportación con la demanda, se puede observar como no hay suficiente agua para su dotación. En el gráfico, las demandas de Cixerri están asociadas a su eje secundario.

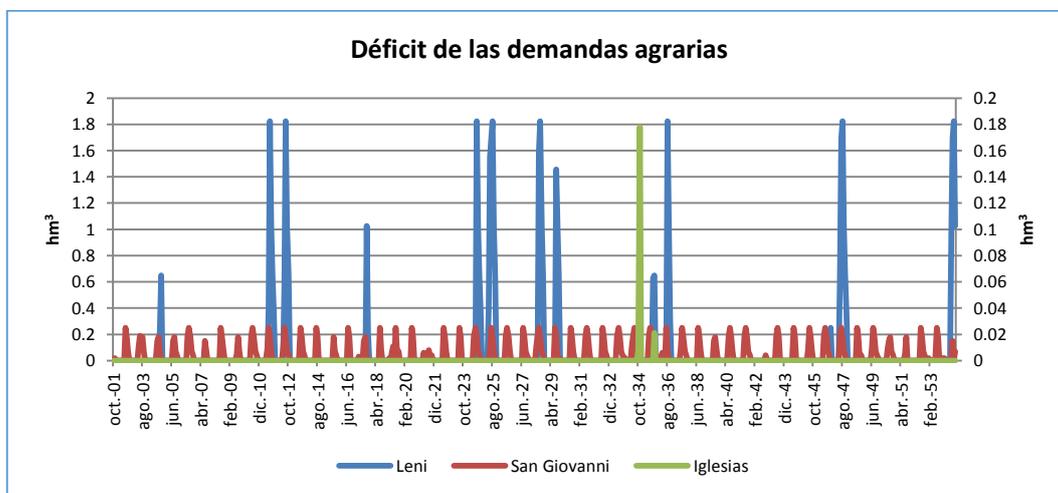


Gráfico 9: Déficit de las demandas agrarias para la Situación Actual.

Bombeos

Los bombeos que no se activan en la Situación Actual son los tres de la interconexión entre el Tirso y Flumendosa-Campidano (Marrubiu, Sardara y Fluminimannu di Pabillonis), Emergenza Donori, Basso Flumendosa, Integrativo Simbrizzi y Monti Nieddi. De todos ellos ya se ha explicado previamente por qué no se activan, salvo el de Emergenza Donori, que no lo hace puesto que no es necesario y así se reducen costes económicos.

En los siguientes gráficos se muestra la evolución de los caudales bombeados por zonas. En primer lugar, se presenta el bombeo de Cuchinadorza, en la zona de Taloro, al cual se le aplica una RO para evitar un bombeo excesivo hacia la demanda de Torrei.

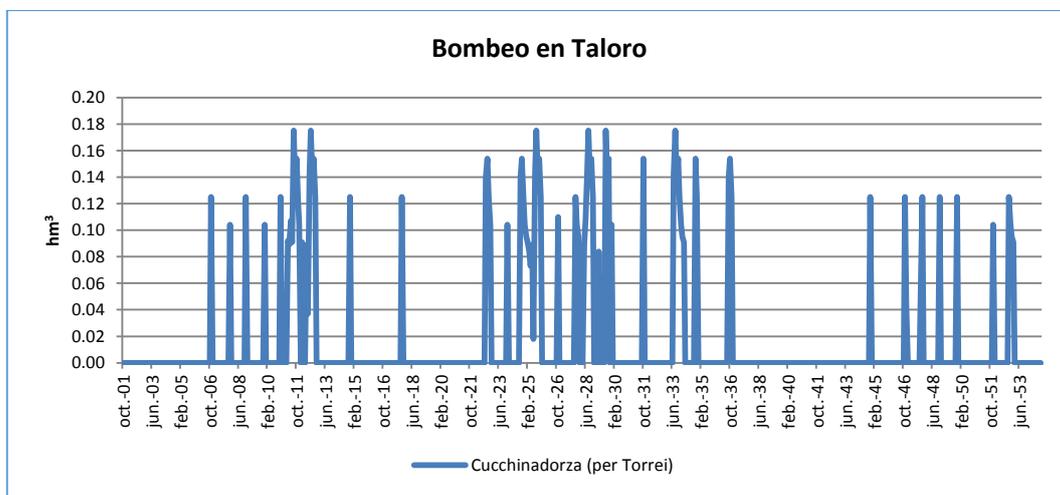


Gráfico 10: Bombeo en Taloro para la Situación Actual.

El siguiente gráfico muestra algunos de los bombeos de Flumendosa-Campidano, el de Villanovatulo, al norte de Flumendosa-Campidano y los bombeos de Cixerri y Macchiareddu per Sud-Est. Estos dos últimos se activan un gran número de meses para llevar el agua a las demandas del sur de Flumendosa-Campidano. Sin embargo, el bombeo de Villanovatulo (eje secundario del gráfico) se activa para suministra agua a las demandas de Nurri-Orroli (ORR-C), Isili (ISI-A) y Sarcidano (SAR-C). Los periodos en los que bombea al máximo de su capacidad tienen lugar cuando el embalse de Is Barroccus desciende sus niveles por debajo de los 6 hm³.

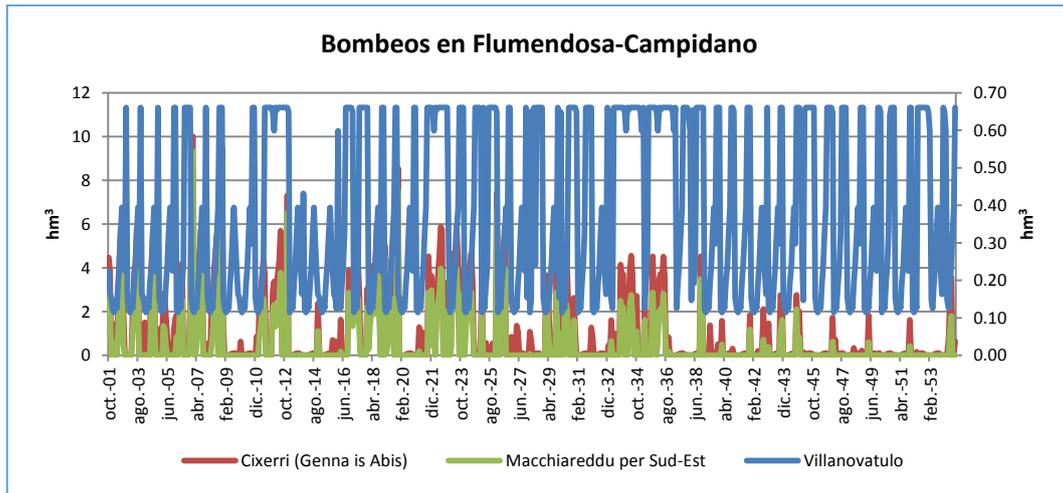


Gráfico 11: Bombeos en Flumendosa-Campidano para la Situación Actual.

El bombeo de Cixerri-Sulcis (per Bau Pressiu) presenta la siguiente evolución, y aunque parece que se activa casi todos los meses, lo hace casi la mitad de las veces que si no se aplicase una RO en dicho bombeo.

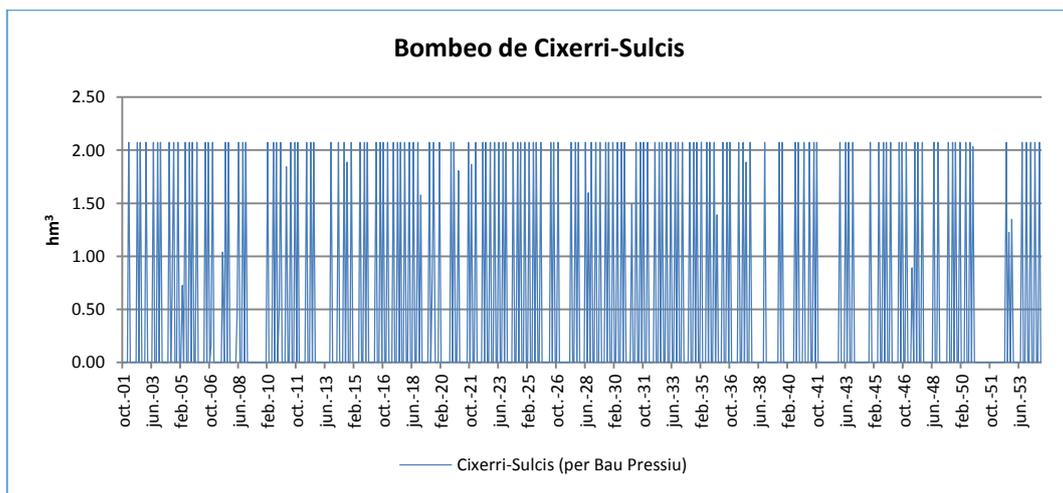


Gráfico 12: Bombeo de Cixerri-Sulcis para la Situación Actual.

Por último se muestran los bombeos de la zona de Cixerri. Los que más se activan son los que permite transportar el agua desde el azud de San Giovanni hasta el embalse de Punta Gennarta, para así tenerla disponible cuando sea necesario para las demandas.

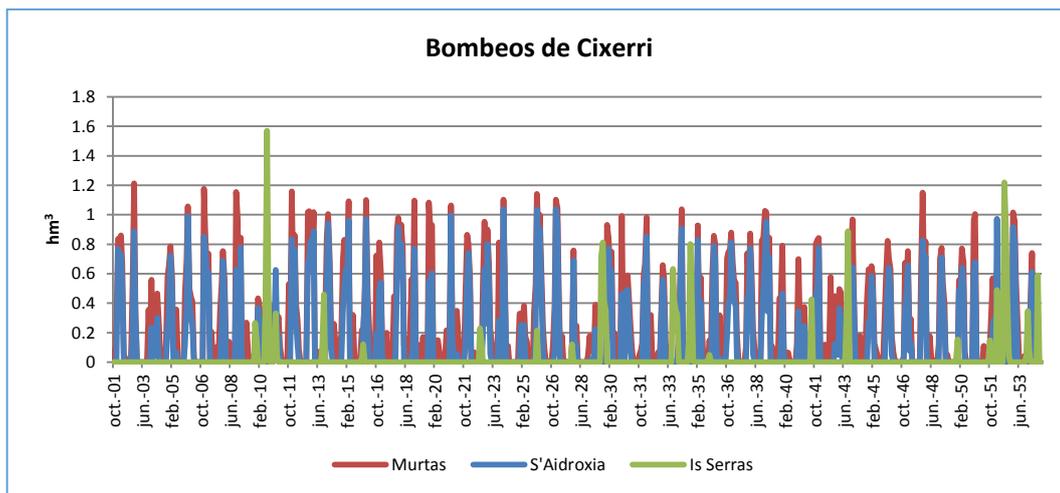


Gráfico 13: Bombeos de Cixerri para la Situación Actual.

5.- Desarrollo de modelos y definición de la gestión para posibles escenarios de cálculo

Tras desarrollar en el capítulo 4 el modelo que define la Situación Actual, en este capítulo se plantean varios escenarios de cálculo. Por un lado, se definen dos escenarios para incorporar series de Q_{eco} en distintos tramos de río. Para estos nuevos escenarios se comentarán las diferencias introducidas en la gestión y se comparan los resultados con el modelo correspondiente a la Situación Actual. En otro punto, se analizan tres escenarios más en los que algunas de las infraestructuras del sistema fallan.

Por otro lado, se planteó el análisis del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano a largo plazo, es decir, lo que podría ocurrir en un futuro, y por ello se desarrolla un nuevo escenario correspondiente a la Situación Futura. Para ello, se introducen en el modelo una serie de demandas, conducciones y bombeos, infraestructuras actualmente en construcción. A partir de este nuevo escenario (Situación Futura) se definen nueve más en los que se va incrementando las dotaciones de las demandas agrarias, a modo de estrés, para ver hasta qué punto puede suministrar agua el sistema.

5.1.- Escenarios para analizar el efecto del Q_{eco} en la Situación Actual

Tras desarrollar el modelo en AQUATOOL del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano para la Situación Actual se plantea la implantación, en algunos tramos de río, de un Q_{eco} . Llegados a este punto, se definen dos escenarios distintos de Q_{eco} . Los cuales se han considerado en llamar Q_{eco} de ENAS y Q_{eco} de UNICA. En el primer caso, se establece una cantidad del 5% de la escorrentía media anual regional para el Q_{eco} , lo que equivale en el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano a 40,076 hm³/año. En el segundo, propuesto por el grupo de investigación de la UNICA, se asigna un Q_{eco} también del 5% de la escorrentía media anual, pero estimada en base a las series sintéticas de 53 años de aportaciones.

En todos los gráficos en los que se compara los escenarios con Q_{eco} , el significado de la leyenda es el siguiente: NO EF corresponde con la situación “Sin Q_{eco} ”, ENAS EF con los escenarios que incluyen el Q_{eco} de ENAS y, por último, UNICA EF corresponde con el Q_{eco} propuesto por UNICA.

Tras introducir los Q_{eco} en los escenarios, si no se realiza ninguna gestión extra en el sistema, se produce un aumento de demandas con déficit como se ve en los siguientes

gráficos. En la demanda de Sarcidano (SAR-C), sin Q_{eco} no sufría déficits y al introducirlos sí, mayor con el Q_{eco} de ENAS.

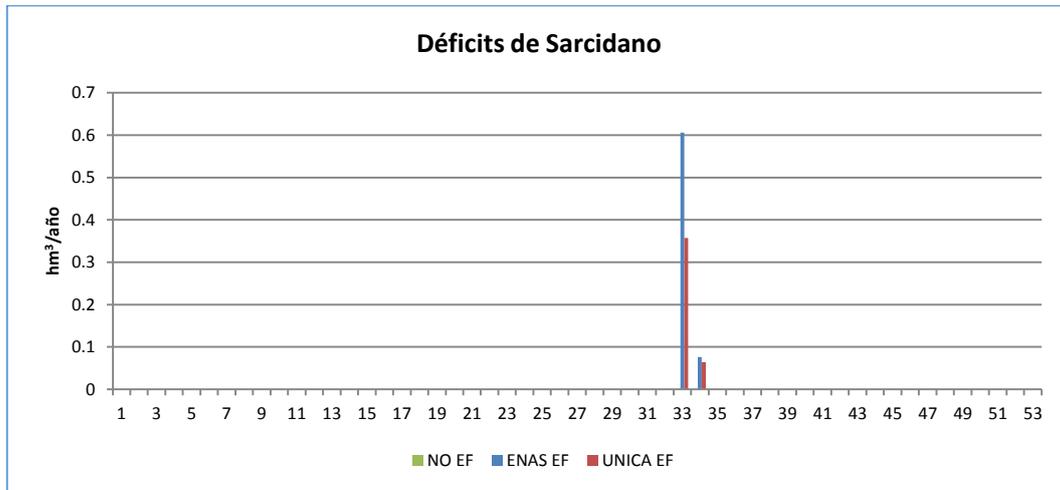


Gráfico 14: Comparativa de déficits en Sarcidano sin gestión extra al introducir Q_{eco} .

En Leni y Cixerri se observa como aumentan los déficits que ya sufrían e incluso, aumenta el número de meses en los que se producen.

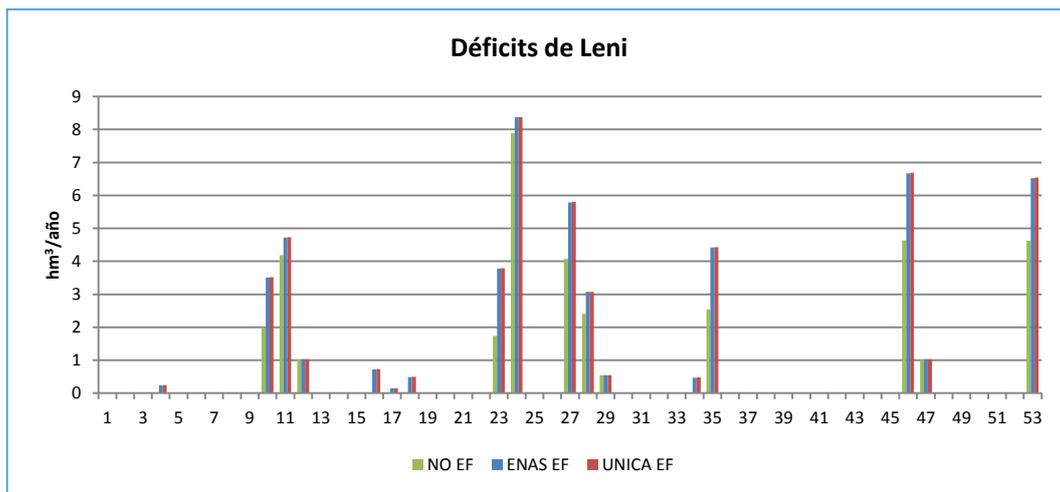


Gráfico 15: Comparativa de déficits en Leni sin gestión extra al introducir Q_{eco} .

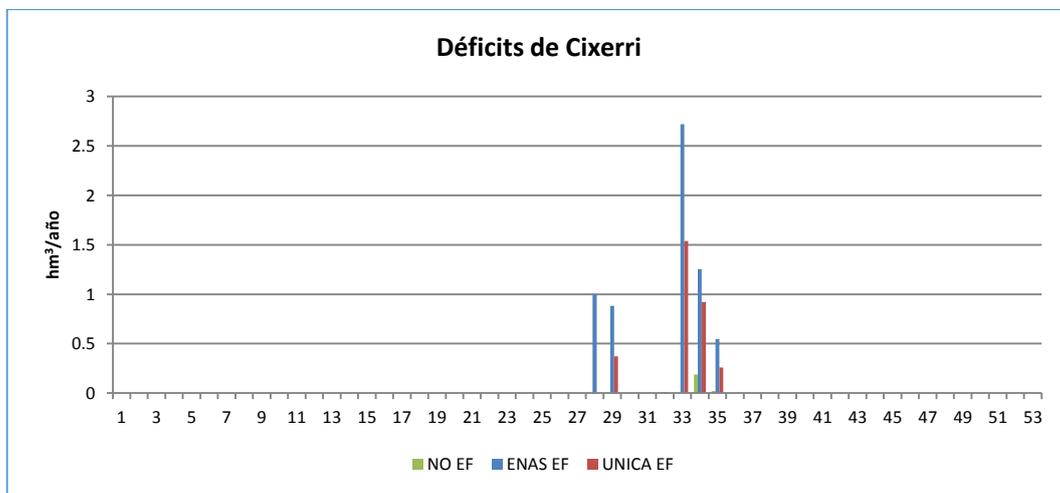


Gráfico 16: Comparativa de déficits en Cixerri sin gestión extra al introducir Q_{eco} .

Para evitar estos déficits se ha modificado la gestión en algunas zonas como se explica a continuación.

Is Barrocos

Como ya se ha comentado, en la toma Este de Sarcidano se define una RO en función del nivel de volumen almacenado en Is Barrocos. Cuando este descendía de 6 hm^3 (49%) se suministra agua por esa toma, intentando así, disminuir el agua bombeada por Villanovatulo. Con la incorporación de los Q_{eco} es necesario aumentar ese nivel a 7 hm^3 (57%) (Q_{eco} de UNICA) y a 8 hm^3 (65%) (Q_{eco} de ENAS).

Leni

Debido a que la zona ya sufría déficits antes de implantar los Q_{eco} , y como en este proyecto es prioridad el suministro a las demandas antes que al EF, se define una RO aplicada sobre el tramo de río aguas abajo de Leni (en el que circula el Q_{eco}). La RO está asociada al nivel de agua almacenada en el embalse de Leni. Cuando el nivel es superior a 16.5 hm^3 (85%) es cuando se permite el suministro de agua para el Q_{eco} . En caso contrario, se incrementarían los déficits de las demandas.

Cixerri

En Cixerri ocurre algo similar. En este caso, existen dos Q_{eco} , uno aguas abajo de Punta Gennarta y otro, aguas abajo de Medau Zirimilis. Para que no incremente nada el déficit de las demandas de la zona es necesario impedir que pase agua para el Q_{eco} de Punta Gennarta y, en el caso de Medau Zirimilis, se define una RO para que solo se permita el paso de agua para el Q_{eco} si el nivel almacenado en este embalse es superior a 12 hm^3 (72%).

5.1.1.- Comparativa de resultados para la Situación Actual: con y sin Q_{eco}

Expuesto en el apartado 4.2 los resultados de la Situación Actual sin Q_{eco} , se procede a cotejarlos con los obtenidos en los escenarios con Q_{eco} mediante una serie de gráficos y tablas. La comparativa se ha llevado a cabo para los volúmenes almacenados en los embalses, los déficits de las demandas, los bombeos y los déficits de los Q_{eco} .

Embalses

La serie de gráficas que se muestran en este punto representan la evolución del volumen almacenado en las distintas zonas del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano. Cabe señalar que las dos primeras, pertenecientes a Taloro y Oristanese, no presentan relación

con los resultados del resto de zonas, ya que en estos escenarios, la interconexión con Flumendosa-Campidano no se activa.

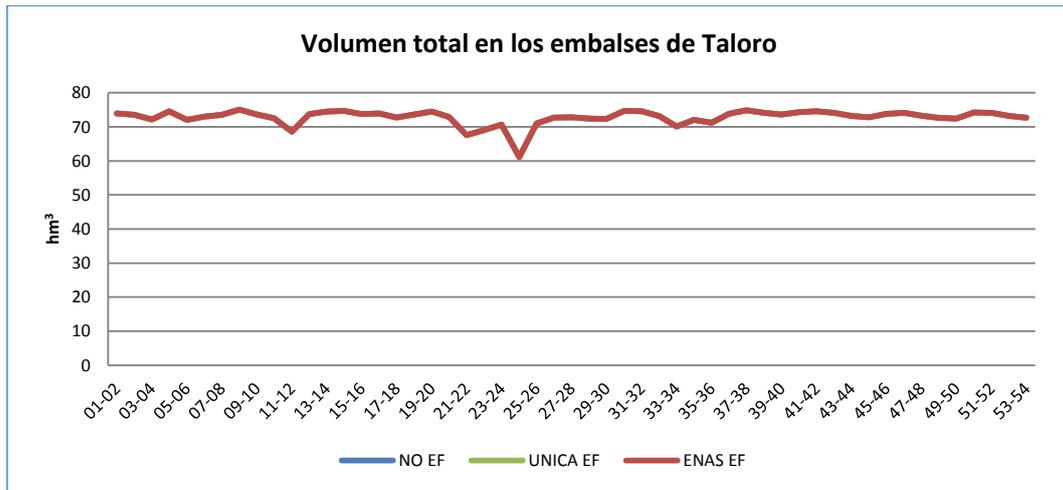


Gráfico 17: Volumen total almacenado en los embalses de Taloro.

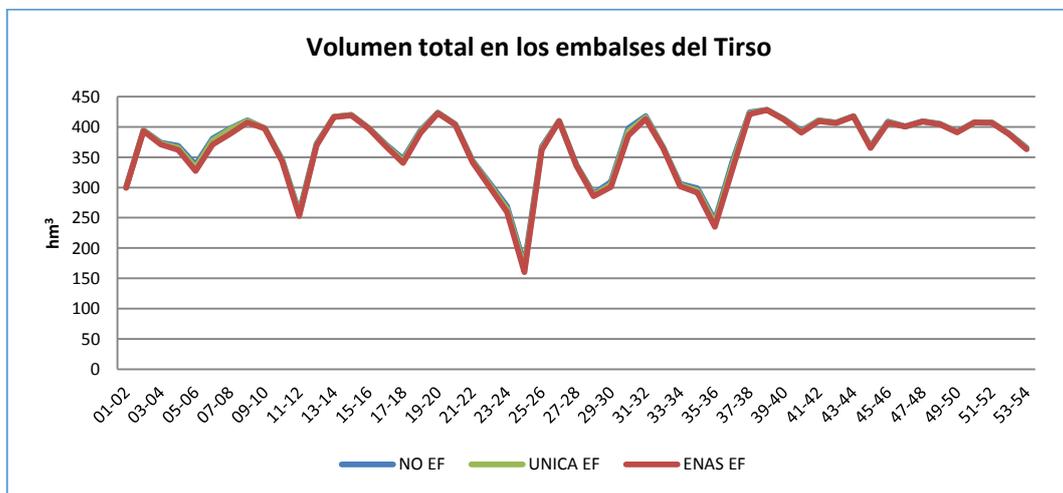


Gráfico 18: Volumen total almacenado en los embalse del Tirso (Oristanese).

En los dos gráficos anteriores se observa como la diferencia entre el escenario sin Q_{eco} y los que incorporan el Q_{eco} no es significativa, las curvas están casi solapadas. Esto se debe al hecho de que en cada zona (Taloro y Tirso) solo existe un tramo con Q_{eco} y cuyo caudal es bastante reducido con respecto al volumen almacenado.

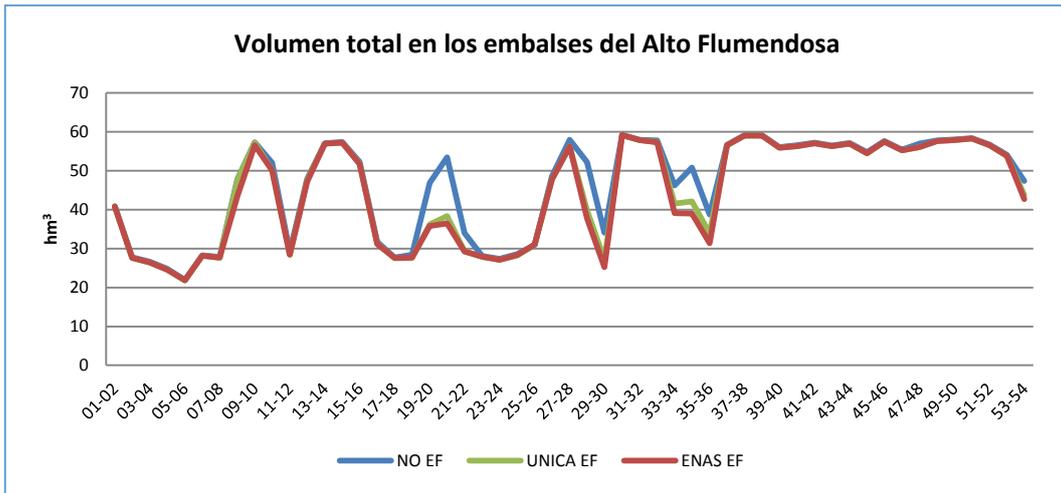


Gráfico 19: Volumen total almacenado en los embalses del Alto Flumendosa.

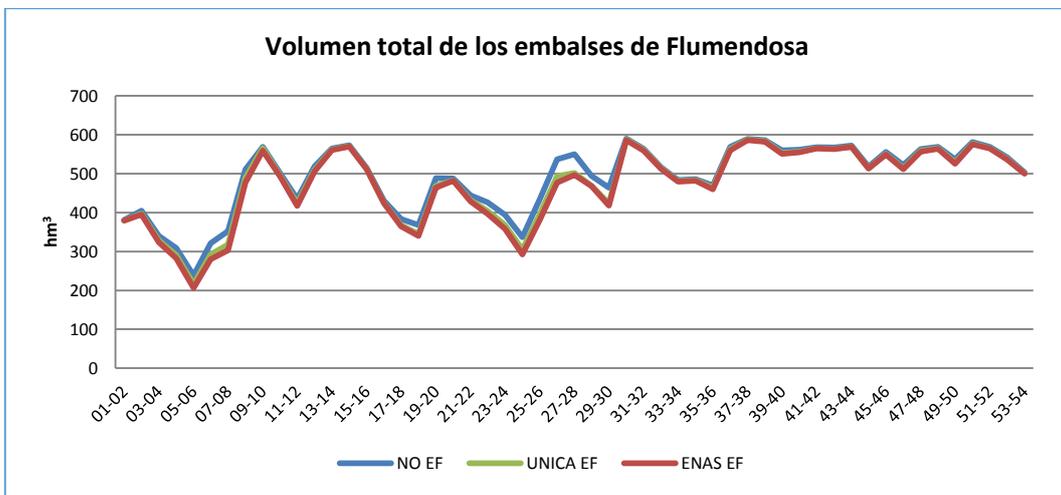


Gráfico 20: Volumen total almacenado en los embalses de Flumendosa.

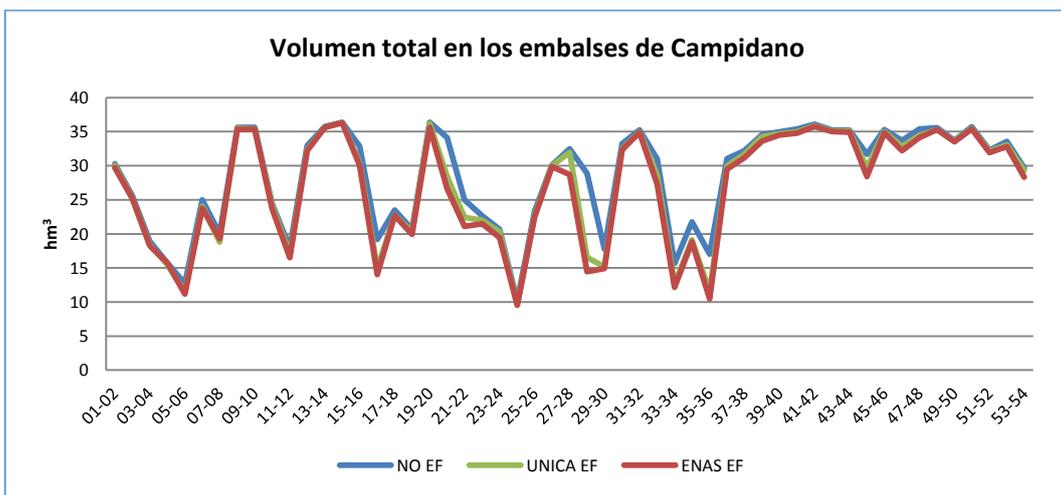


Gráfico 21: Volumen total almacenado en los embalses de Campidano.

Los tres gráficos anteriores están más relacionados entre sí porque pertenecen al sistema Flumendosa-Campidano que está intercomunicado. De estos gráficos llama la atención el periodo de años centrales en los que se aprecia una diferencia considerable entre los distintos escenarios. Una posible explicación a este fenómeno se podría deber

a la falta de aportaciones en ese periodo, y por tanto, que desde las partes más altas del sistema se tenga que enviar agua hacia las más bajas para suplir los nuevos requerimientos de Q_{eco} .

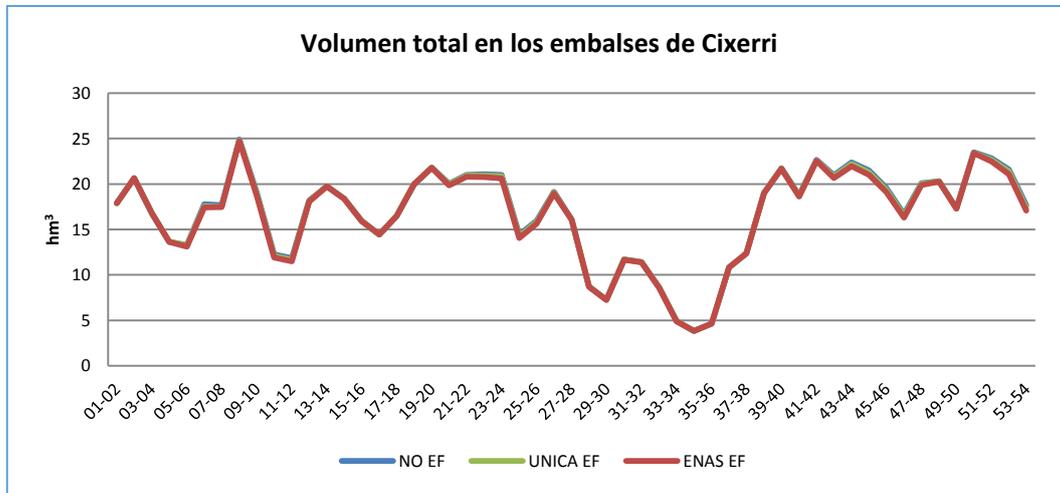


Gráfico 22: Volumen total almacenado en los embalses de Cixerri.

En la zona de Cixerri, la diferencia es mínima entre las distintas curvas, puesto que como se ha comentado en la gestión, en esa zona se restringe prácticamente al completo el suministro al Q_{eco} para que no aumenten nada los déficits de las demandas de la zona.

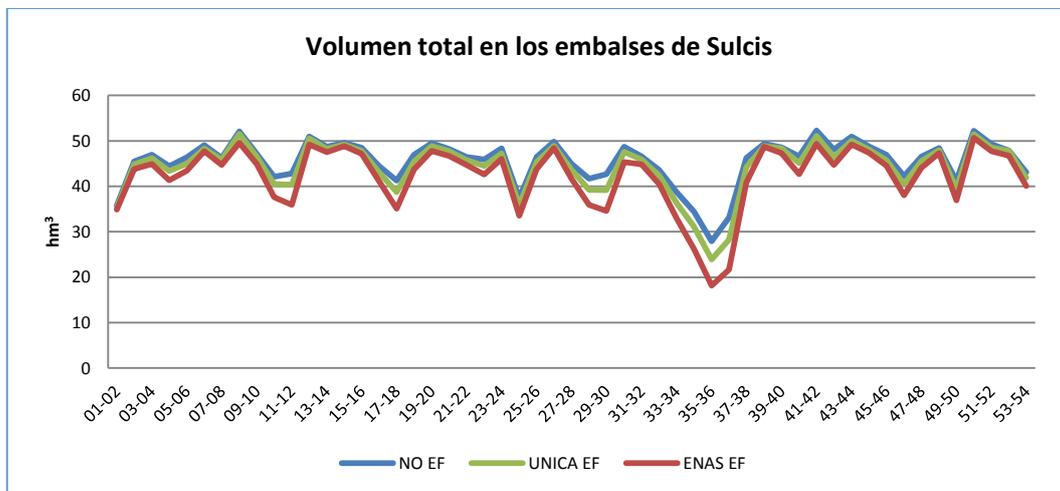


Gráfico 23: Volumen total almacenado en los embalses de Sulcis.

En Sulcis se aprecia más el efecto de los Q_{eco} , debido a que en esta zona, a parte de las propias aportaciones naturales, el agua que proviene de Flumendosa-Campidano está limitada por la RO que se aplica en el bombeo de Cixerri-Sulcis (per Bau Pressiu). Este hecho hace que no acceda más agua de lo necesario al sistema y, por tanto, los Q_{eco} se suministren del agua almacenada en Monte Pranu.

Demandas

Respecto a las demandas, se presentan dos gráficas comparativas (usuarios civiles y agrarios). Se puede apreciar como en la gráfica de las demandas civiles no hay diferencias entre los distintos escenarios. Esto es así, porque debido a la prioridad de las demandas, las primeras que se verán afectadas son las agrarias. Aun así, según las preferencias en este proyecto, ninguna demanda debería aumentar sus déficits por suministrar al Q_{eco} .

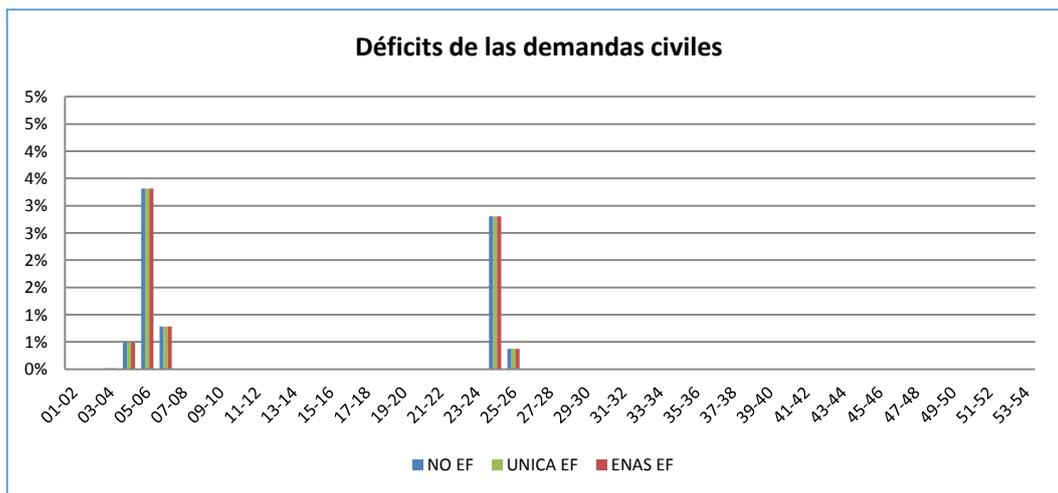


Gráfico 24: Comparativa de los déficits de las demandas civiles para la Situación Actual.

Sin embargo, en el gráfico de las demandas agrarias se ven pequeñas diferencias, pero prácticamente despreciables al ser de un 0.1% (aproximadamente). Estas pequeñas diferencias se pueden deber a que en AQUATOOL hay que modificar la gestión para que el Q_{eco} no tenga preferencia sobre las demandas.

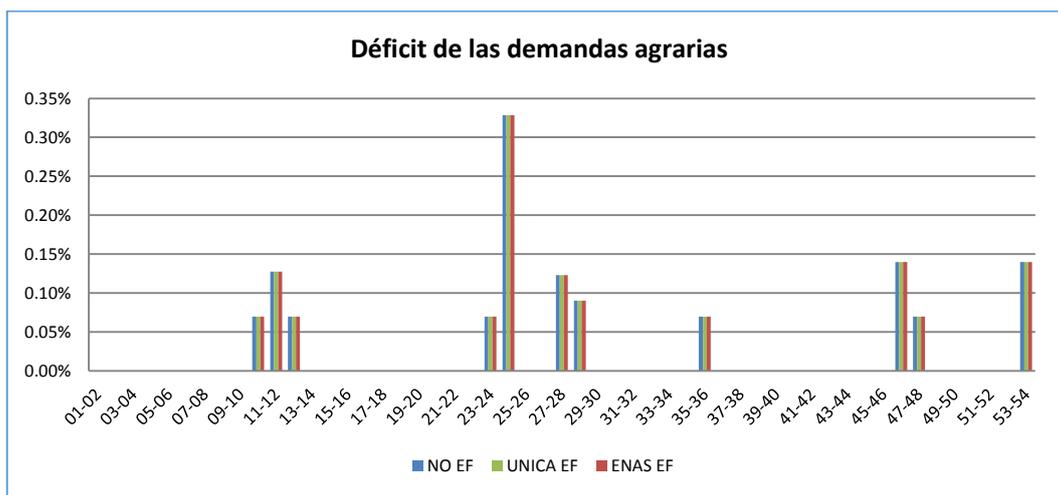


Gráfico 25: Comparativa de los déficits de las demandas agrarias para la Situación Actual.

Bombeos

En el caso de los bombeos, su comparación entre los distintos escenarios es algo más compleja, ya que no parecen seguir un patrón claro. En algunos casos, se produce más bombeo en los escenarios con Q_{eco} , que podría explicarse debido al hecho de que al

necesitar más caudal para el Q_{eco} se bombé más. Sin embargo, hay periodos en los que se bombea menos, cuya explicación podría justificarse debido a que hay menos agua en el sistema para bombear, puesto que la están consumiendo los Q_{eco} .

En el siguiente gráfico, que representa los bombeos totales del sistema, se pueden ver estos hechos, al igual que en alguno de los otros gráficos.

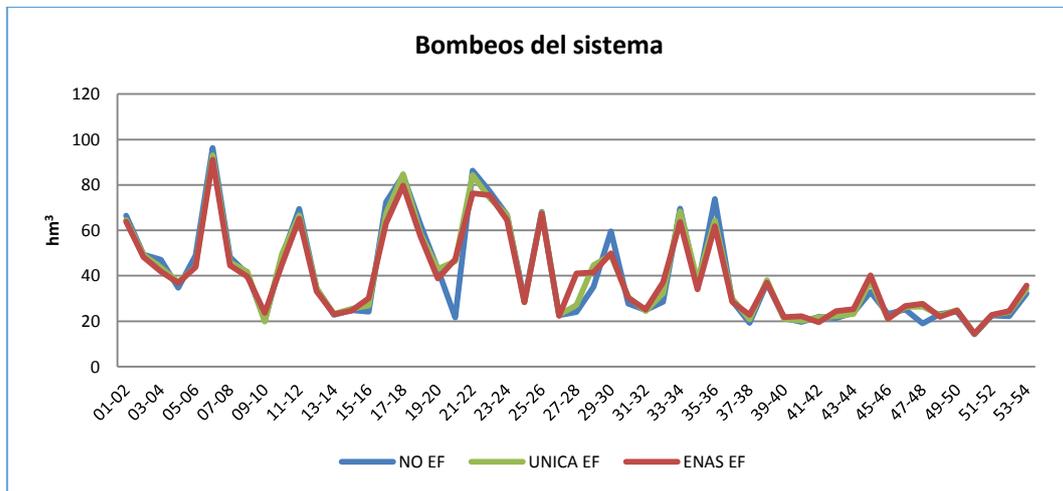


Gráfico 26: Comparación de los bombeos del sistema para la Situación Actual.

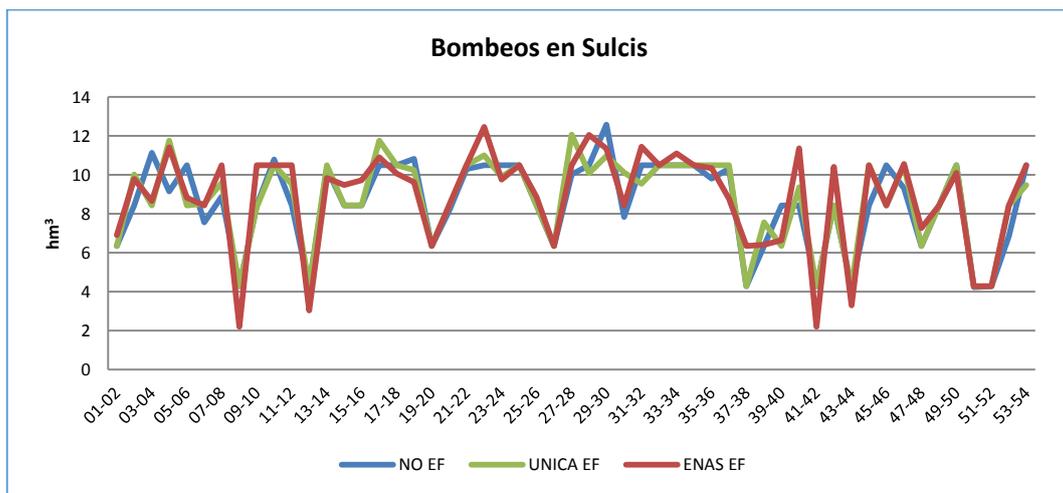


Gráfico 27: Comparación de los bombeos en Sulcis para la Situación Actual.

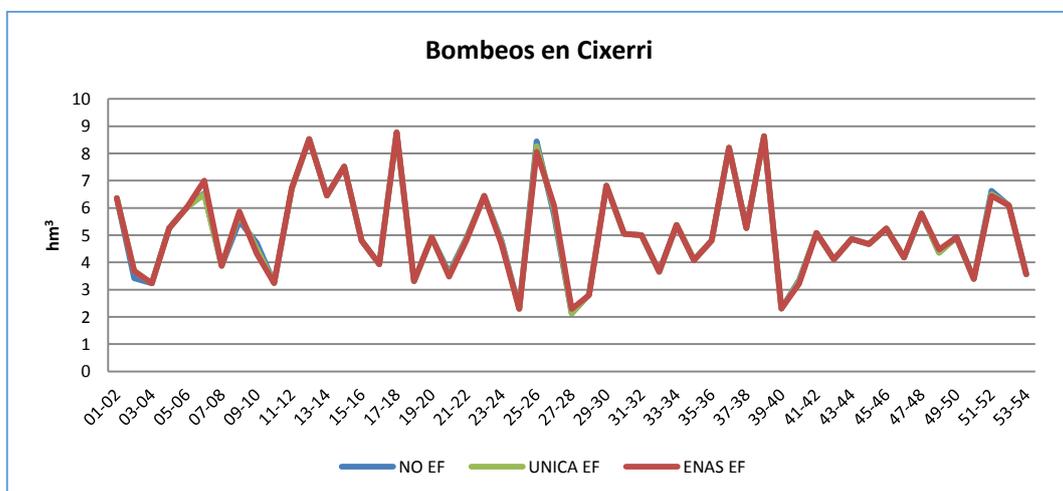


Gráfico 28: Comparación de los bombeos en Cixerri para la Situación Actual.

En el caso del bombeo de Cixerri, las diferencias son prácticamente nulas. Como ya se ha comentado, son debidas a que en esa zona prácticamente no se suministra agua para el Q_{eco} .

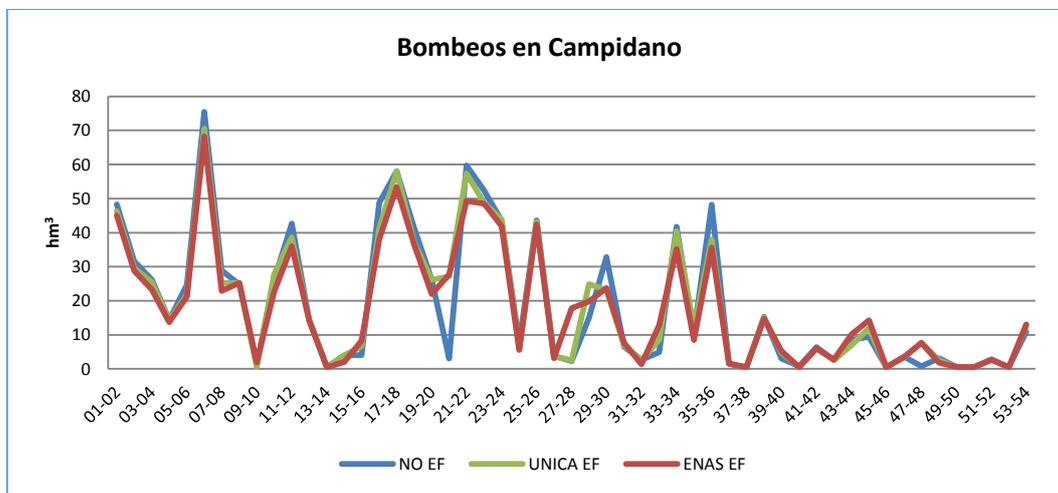


Gráfico 29: Comparación de los bombeos en Campidano para la Situación Actual.

Caudales Ecológicos (Q_{eco})

Por último, se presenta una tabla resumen de los Q_{eco} . En ella, a parte de la dotación anual para cada tramo de río (corresponde con el que está justo aguas abajo del embalse que se muestra en la tabla), se muestra el déficit originado al no suministrarse agua a ese Q_{eco} .

	Q_{eco} de ENAS ($hm^3/año$)	Déficit medio del Q_{eco} de ENAS ($hm^3/año$)	Q_{eco} de UNICA ($hm^3/año$)	Déficit medio del Q_{eco} de UNICA ($hm^3/año$)
Bau Pressiu	0.258	0	0.15	0
Monte Pranu	3.684	0	1.596	0
Torrei	0.096	0	0.126	0
Cantoniera	14.7	0	7.416	0
Pranu Antoni	7.77	0	4.806	0
Santa Vittoria	1.776	0	0.846	0
SaTeulaStLucia	0.444	0	0.492	0
Flumineddu	2.28	0.085	2.316	0.092
Nuraghe Arrubiu	1.818	0	1.554	0
Monte su Rei	1.602	0	0.792	0
Is Barrocos	0.858	0	0.618	0
Sa Forada	0.024	0	0.006	0
Simbirizzi	0.078	0	0.018	0
Leni	0.684	0.53	0.69	0.536
Punta Gennarta	0.396	0.379	0.252	0.241
Medau Zirimilis	0.27	0.224	0.114	0.093
Genna Is Abis	3.378	0	1.644	0

Tabla 8: Resume de las series de Qeco y los déficits de éstos en los escenarios correspondientes.

De esta tabla se concluye que únicamente cuatro Q_{eco} sufren déficits, por un lado el de Flumineddu, que como ya se ha explicado, no hay suficiente recurso para suministrar todo el Q_{eco} que se requiere. Por otro lado, están los Q_{eco} de Leni y de Cixerri, en ambos casos, el motivo de que presenten déficit y, en algunos casos, bastante altos, se debe al hecho de que no se deben aumentar los déficits de las demandas del sistema como requerimiento del proyecto RAS.

5.2.- Escenarios de fallo de infraestructuras en la Situación Actual

Las últimas simulaciones realizadas basadas en la Situación Actual intentan analizar qué ocurriría si alguna infraestructura del sistema dejase de funcionar durante un cierto periodo de tiempo. Con esta finalidad se han diseñado tres escenarios distintos.

El primer escenario simula el fallo de los dos bombeos aguas abajo del embalse de Genna Is Abis. El fallo se produce durante los meses de junio a septiembre del año 22 de la simulación. El segundo escenario se centra en la central hidroeléctrica aguas abajo de Monte Su Rei, analizando lo que ocurriría en todo el sistema Flumendosa-Campidano al no poder recibir agua de los dos embalses más importantes durante los meses de junio a septiembre del año 22. Por último, el tercer escenario simula un problema en la estructura del embalse de Monte Pranu que le impide almacenar agua durante dos años, desde enero del 23 hasta diciembre del 24.

5.2.1.- Fallo en los bombeos de Genna Is Abis

En esta simulación fallan dos bombeos. Uno de ellos es el de Cixerri (7E.P1) que permite el suministro a la demanda agraria Uta (UTA-A).

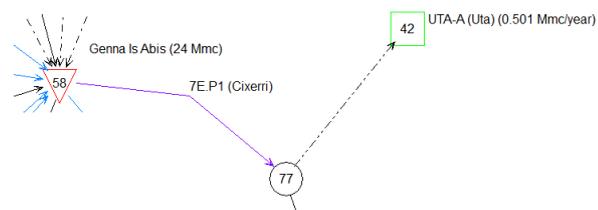


Figura 17: Localización del bombeo de Cixerri (fallo en Genna Is Abis).

Como se ve en el siguiente gráfico, los meses que deja de funcionar el bombeo, de junio a septiembre, el déficit de la demanda Uta es del 100%, puesto que no tiene otra toma desde la cual se pueda suministrar su demanda.

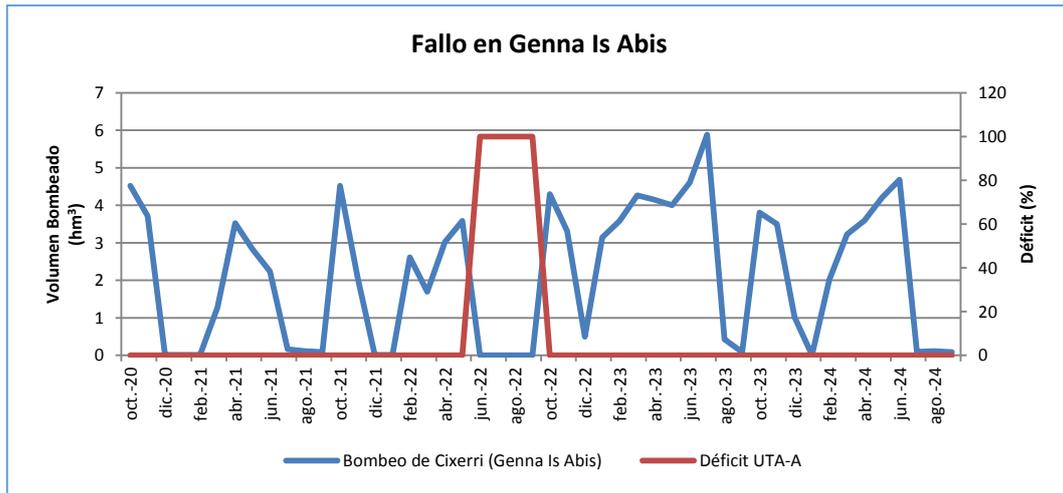


Gráfico 30: Volumen bombeado en Cixerri y déficit en la demanda de Uta.

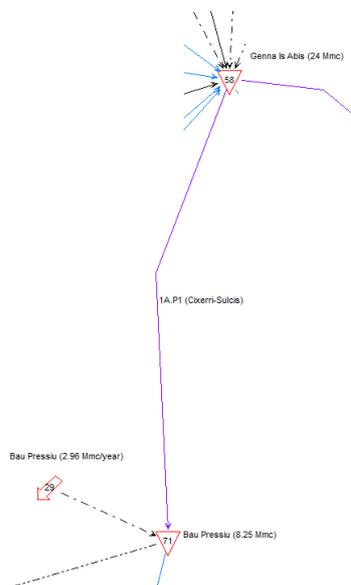


Figura 18: Localización del bombeo de Cixerri-Sulcis (fallo en Genna Is Abis).

El otro bombeo que se ve afectado es el de Cixerri-Sulcis (1A.P1) que permite el paso de agua hacia Sulcis. En esta ocasión se ha incrementado el nivel umbral de la RO aplicada en el bombeo de Cixerri-Sulcis, de 2 hm³ (24%) a 5 hm³ (60.6%). Con esta modificación se consigue que las demandas de Sulcis no sufran déficits.

En el gráfico inferior se muestra la evolución del embalse de Bau Pressiu (el que recibe el bombeo desde Genna Is Abis), y el bombeo de Cixerri-Sulcis. Se observa como el embalse alcanza un volumen de 1 hm³, pero no llega a vaciarse del todo.

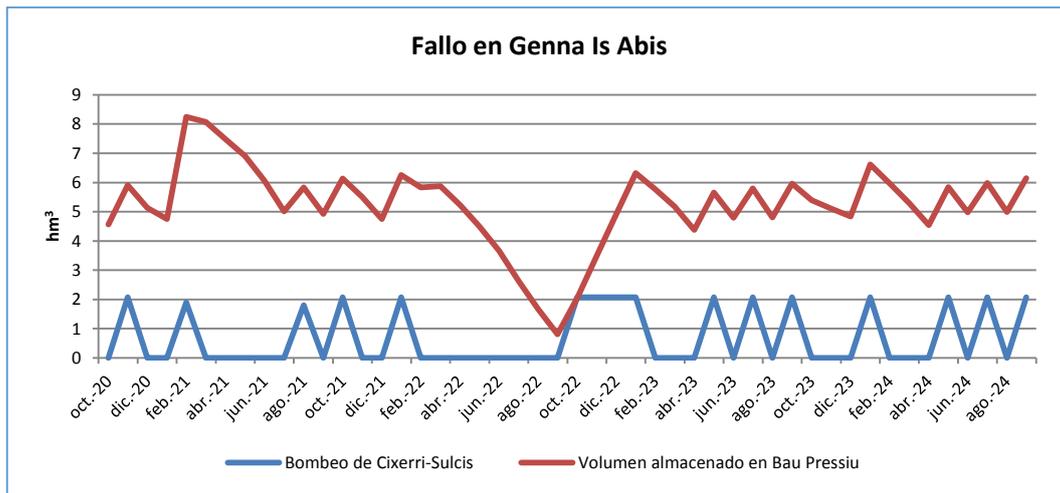


Gráfico 31: Volumen almacenado en Bau Pressiu y volumen bombeado por Cixerri-Sulcis.

En el caso del bombeo, el fallo de éste provoca un periodo de no activación más largo que en el de otros periodos, desde febrero hasta octubre.

Respecto a las demandas, la única que ve incrementados sus déficits es la demanda de Uta (UTA-A) que pasa a tener un déficit medio anual de 0.01 hm³/año (1.4%), un máximo déficit anual de 0.37 hm³ (73.2%) que tienen lugar los 4 meses de fallo del bombeo. Comentar que el porcentaje del máximo déficit anual es respecto al total de la demanda anual (0.5 hm³), mientras que en el gráfico aparece en porcentaje respecto a la demanda mensual del mes correspondiente.

5.2.2.- Fallo en la central hidroeléctrica de Monte Su Rei

En la zona del embalse de Monte Su Rei se produce un fallo de cuatro meses en la central hidroeléctrica que se encuentra a los pies de dicho embalse. Esto provoca que no pase agua desde los dos embalses más importantes de Flumendosa al resto del sistema. Por este motivo, se activan una serie de bombes adicionales como se muestra en la siguiente gráfica.

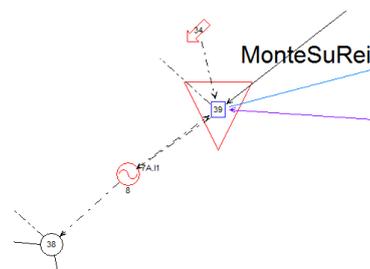


Figura 19: Localización de la central hidroeléctrica aguas abajo de Monte Su Rei.

Estos bombes son los de la Interconexión entre Oristanese y Flumendosa-Campidano, el de Emergenda Donori y el Integrativo Simbrizzi. El más importante de éstos es el de la

Interconexión. Por su parte, se observa el caudal turbinado por la central, como deja de turbinar los cuatro meses que falla.

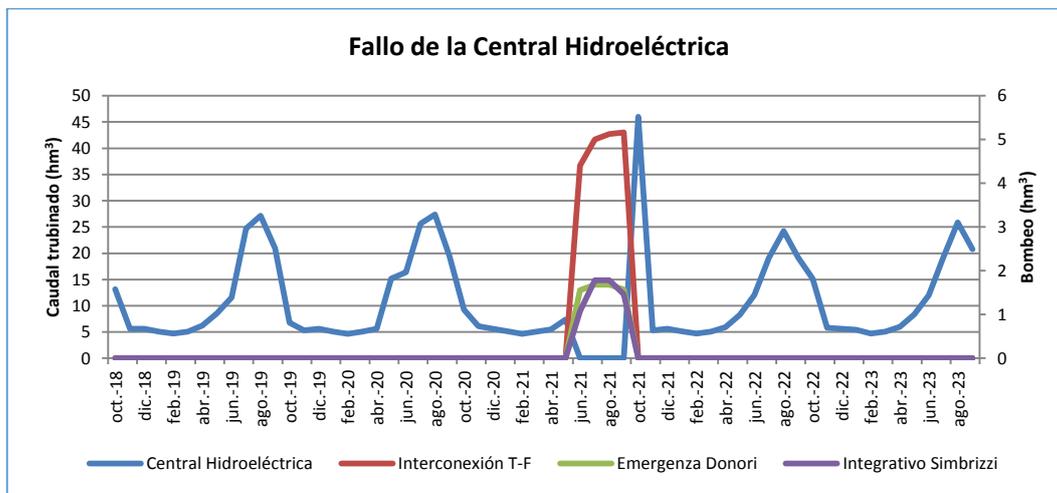


Gráfico 32: Bombeos y Caudal turbinado en el periodo de fallo de la Central Hidroeléctrica.

En los cuatro meses de fallo, como se ha comentado, se activan los bombeos anteriores, pero además, las demandas del sistema Flumendosa-Campidano esos meses solo reciben el 5% de su demanda, consiguiendo así que las demandas civiles no sufran déficits. En este caso, se ha eliminado la RO aplicada en la toma Este de Sarcidano para evitar más déficits en las demandas.

En la siguiente tabla se resumen los déficits de las demandas de todo el sistema, siendo las que el “Número de años con déficit” es igual a 1, las que realmente son causadas por el fallo de la central hidroeléctrica.

	Código	Demanda [hm³/año]	Déficit medio anual en 53 años		Máximo déficit anual [hm³/año]	Número de años con déficit	
			[hm³/año]	[%]		[%]	[-]
Gusana (Janna 'è Ferru)	GUS-C	9	0.19	2.08%	4.22	46.86%	6
Zeppara	ZPP-A	1.4	0.02	1.39%	1.03	73.79%	1
Sardara - Sanluri	SRU-A	7.1	0.09	1.32%	4.95	69.72%	1
San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	2.6	0.03	1.28%	1.76	67.85%	1
Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	3.3	0.05	1.58%	2.77	83.97%	1
Alto Leni	LEN-A	9.4	1.19	12.66%	8.11	86.23%	24
Sammassi A B	SAM-A	1.1	0.02	1.39%	0.81	73.91%	1
Trexenta - Senorbì N - Senorbì S - Ussana	TUS-A	10.9	0.16	1.46%	8.45	77.50%	1
Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	3	0.04	1.39%	2.21	73.60%	1
Nuraminis - Villazor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	20.6	0.26	1.24%	13.52	65.63%	1
San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	9.9	0.11	1.16%	6.07	61.31%	1
Uta	UTA-A	0.5	0.01	1.32%	0.35	70.00%	1
Quartu, Selargius	QRT-A	5.4	0.06	1.11%	3.17	58.65%	1
San Giovanni	GIO-A	0.1	0.05	52.49%	0.09	86.00%	53

Iglesias	IGL-A	6.4	0.00	0.07%	0.23	3.55%	2
Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.2	0.05	1.66%	2.82	88.09%	1
Isili	ISI-A	0.5	0.01	1.40%	0.37	74.40%	1

Tabla 9: Déficits de las demandas en el escenario de fallo de la central hidroeléctrica.

5.2.3.- Fallo en Monte Pranu

El fallo en Monte Pranu implica que durante un periodo de dos años no se puede almacenar agua en dicho embalse. Esto afectará principalmente a las demandas aguas abajo del embalse.

En el siguiente gráfico se muestra la evolución del volumen almacenado en Monte Pranu y los déficits, únicamente, de la demanda agraria (SUL-A), puesto que la demanda industrial no sufre déficits.

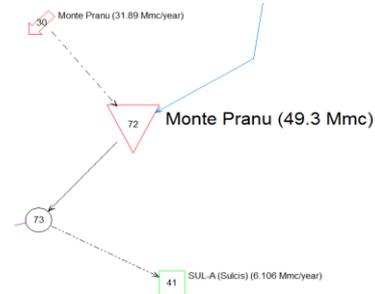


Figura 20: Localización de Monte Pranu.

Respecto al volumen almacenado se observa como durante los dos años en los que falla la infraestructura, ésta se queda sin agua y, tras estos dos años, tarda unos meses en volver a alcanzar los volúmenes almacenados que tenía previamente.

Respecto a los déficits de la demanda agraria, son cinco los meses en los que sufre déficits entorno al 40 y 65% de la demanda mensual. El déficit medio anual es de 0.06 hm³/año (1%) y un máximo déficit anual de 1.76 hm³ (28.8%).

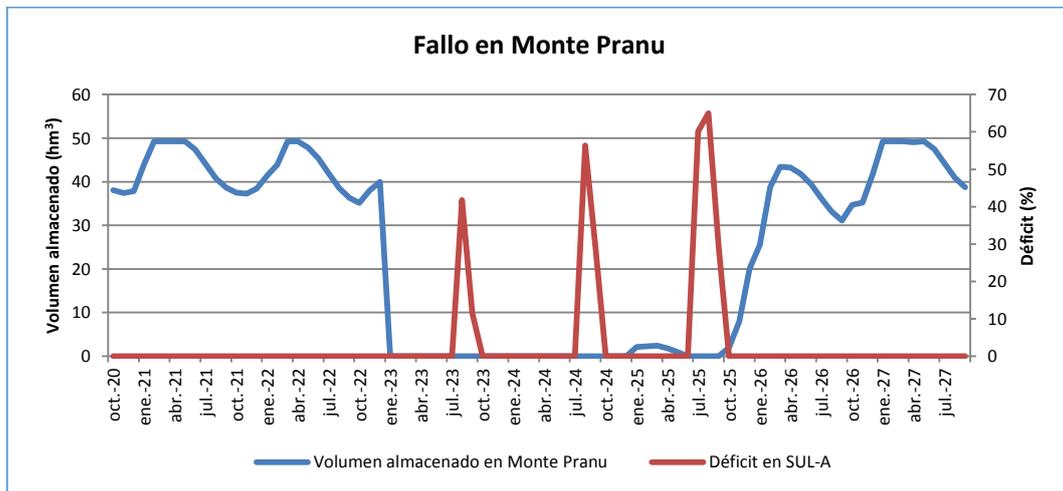


Gráfico 33: Volumen almacenado en Monte Pranu y déficit de las demandas aguas abajo.

5.3.- Modelo de simulación para la gestión de la Situación Futura

En este punto se analiza un escenario a largo plazo. Las novedades introducidas en el modelo respecto a la Situación Actual se describen a continuación:

1.- La toma de la demanda civil de Ogliastro (OGL-C) deja de ubicarse aguas abajo del embalse de SaTeulaSantaLucia para situarse aguas abajo de la primera central hidroeléctrica (GA.I1), tras el embalse de Bau Muggeris.

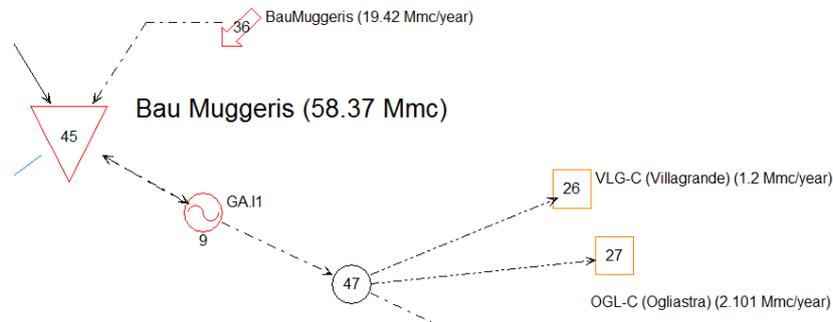


Figura 21: Cambios en la gestión de Ogliastro.

2.- Se incorpora una conducción entre el nudo 16 (final de la Interconexión entre Oristanese y Flumendosa-Campidano) y el nudo 24 (demanda de Zeppara ZPP-A).

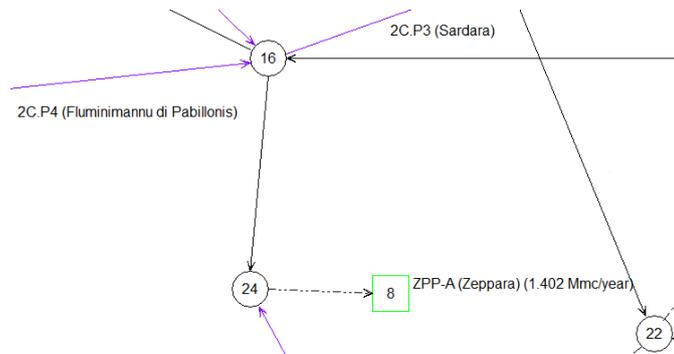


Figura 22: Cambios en la gestión de la zona de Zeppara.

3.- Nueva demanda (Marmilla) que se suministra desde el embalse de Sa Forada.

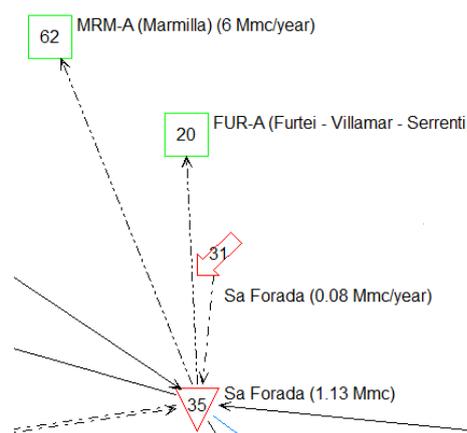


Figura 23: Cambios en la gestión de Sa Forada.

4.- Dos nuevas demandas (Muravera y Proxumini) aguas abajo del azud de SIscaRena suministradas por un nuevo bombeo (Arcu S'Arena).

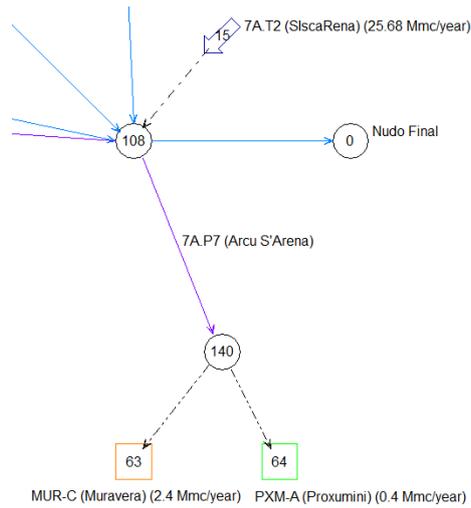


Figura 24: Cambios en la gestión de la zona de SiscaRena.

5.- Un nuevo azud (Acqua Frisca) y un nuevo bombeo (AcquaFrisca) en la zona de Cixerri.

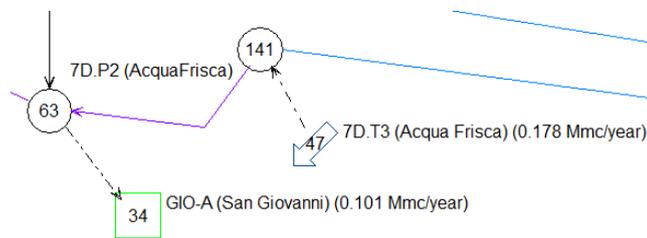


Figura 25: Cambios en la gestión de Cixerri.

6.- Desde el embalse de Simbrizzi se puede suministrar a las demandas Macchiareddu-Sarroch (MAC-I), al grupo de demandas denominado ELM-A y al grupo de demandas NUR-A.

En las siguientes tablas se resumen las modificaciones incorporadas al modelo.

Demanda	Código	Dotación (hm ³ /año)
Muravera	MUR-C	2.4
Marmilla	MRM-A	6
Proxumini	PXM-A	0.4

Tabla 10: Nuevas demandas para la Situación Futura.

Azud	Dato (hm ³ /año)	Para Suministro (hm ³ /año)	Para el sistema (hm ³ /año)
Acqua Frisca	0.228	0.178	0.05

Tabla 11: Nuevo azud para la Situación Futura.

Bombeo	Capacidad (hm ³ /año)	Coste unitario (€/m ³)
AcquaFrisca	10	0.0042
Arcu S'Arena	31.1	0.03

Tabla 12: Nuevos bombeos para la Situación Futura.

Respecto a la gestión, partiendo de la desarrollada para la Situación Actual, únicamente se han modificado tres detalles. Se ha rectificado las RO que impedían el paso para el

Q_{eco} de Cixerri, ya que en este nuevo escenario se dispone de un nuevo azud, y por tanto, de más agua que permite dicho suministro a los Q_{eco} . Por otro lado, se ha evitado que pase, en la mayor medida de lo posible, agua por el bombeo que suministraba agua a la demanda de Zeppara, ya que en este nuevo escenario hay una conducción que puede suministrarla desde el norte. Por último, se ha cambiado el sistema de costes de la Interconexión entre el Tirso y Flumendosa-Campidano por dos nuevas RO (se explican en el apartado 5.4 de este capítulo).

5.3.1.- Resultados para la Situación Futura

En apartados anteriores se han presentado los resultados del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano para la Situación Actual. En este punto se procede a comparar algunos de los resultados de dicho modelo con los de la Situación Futura. Todos los resultados que se muestran son los asociados al escenario con Q_{eco} de ENAS (las simulaciones de los escenarios futuros solo se han llevado a cabo con este Q_{eco} por requerimientos del proyecto RAS).

Las siguientes gráficas muestran la diferencia de los volúmenes almacenados en algunos de los embalses del sistema.

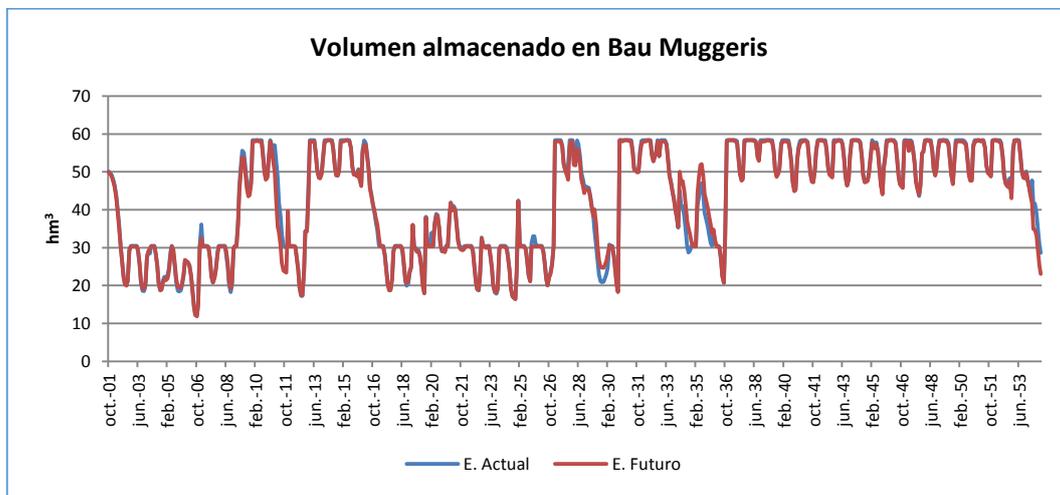


Gráfico 34: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Bau Muggeris (Actual vs Futuro).

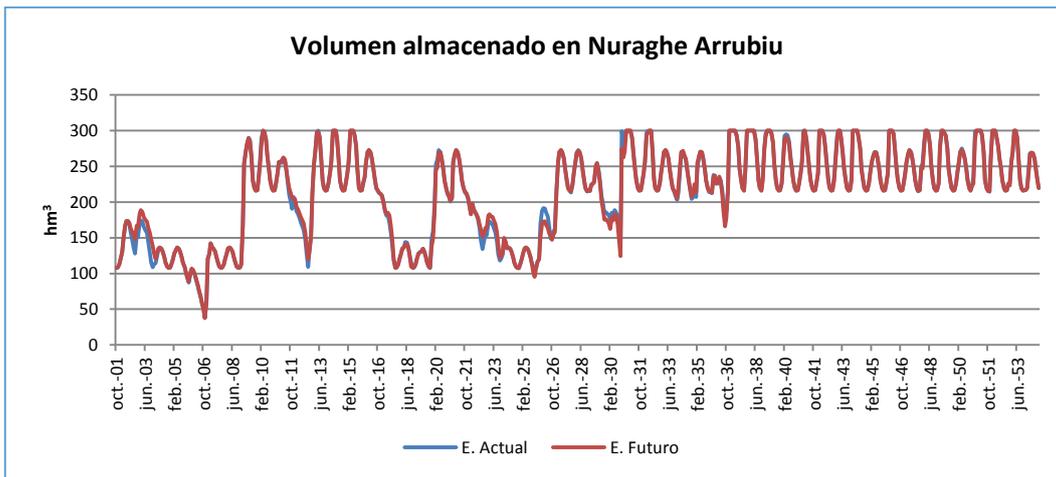


Gráfico 35: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Nuraghe Arrubiu (Actual vs Futuro)

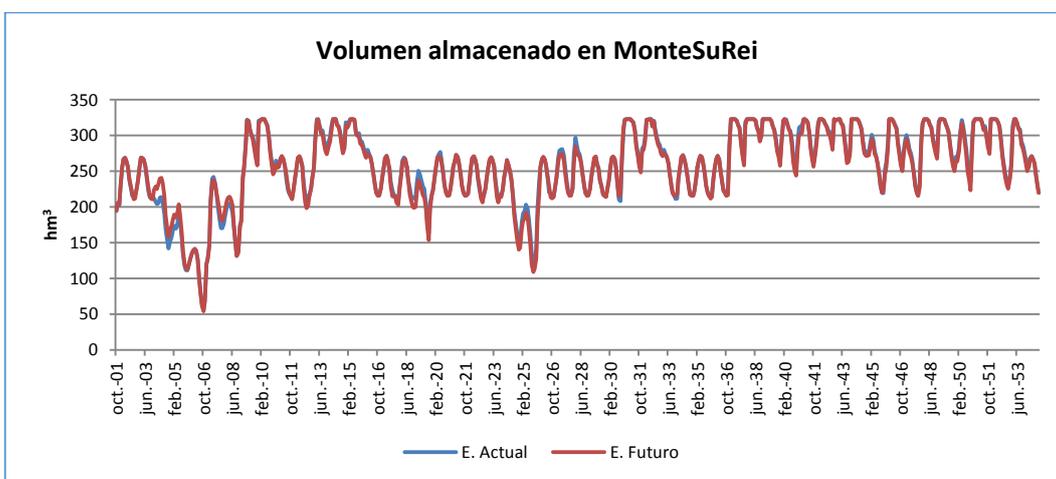


Gráfico 36: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de MonteSuRei (Actual vs Futuro).

Como se puede observar en los tres gráficos anteriores, la diferencia de volúmenes almacenados es pequeña cuando se trata de embalses con medias y grandes capacidades. Sin embargo, como se ve en la gráfica del embalse de Genna Is Abis, las diferencias se aprecian más al tener una capacidad menor y, por tanto, menos volumen para regular.

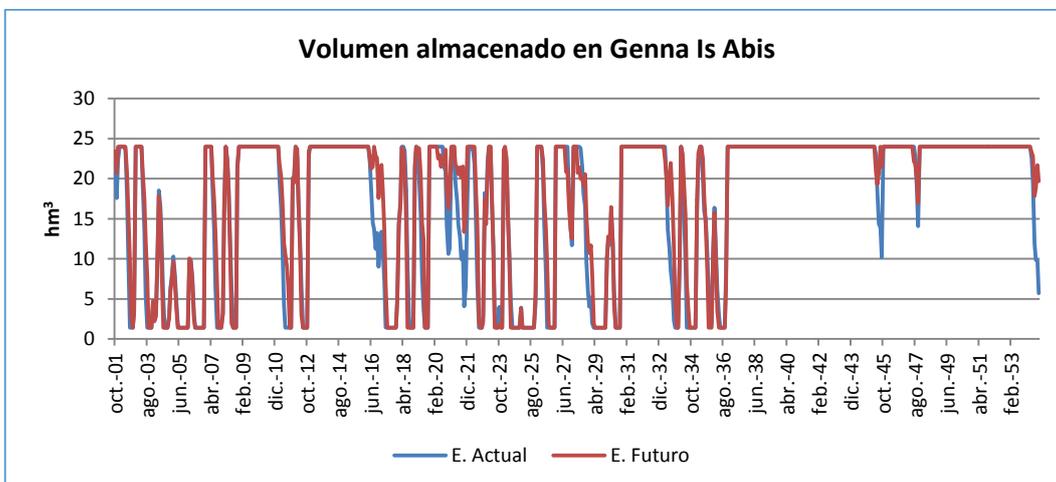


Gráfico 37: Comparación de los volúmenes almacenados en el embalse de Genna Is Abis (Actual vs Futuro).

En cuanto a las demandas, en la Situación Futura (con la gestión planteada) se obtiene una demanda menos con déficits, la demanda de Iglesias, en la zona de Cixerri. En este caso, con la incorporación de un nuevo azud en esa zona, se aporta recurso al sistema que consigue suministrar el agua necesaria para las demandas de Cixerri, salvo la de San Giovanni.

La siguiente tabla muestra todas las demandas del sistema que presentan déficits.

Demanda	Código	Dotación	Déficit medio anual en 53 años		Máx. déficit anual		Número de años con déficit
			[hm ³ /año]	[%]	[hm ³ /año]	[%]	
Gusana (Janna 'è Ferru)	GUS-C	9	0.187	2.08%	4.217	46.86	6
Alto Leni	LEN-A	9.4	0.871	9.27%	7.539	80.20	19
San Giovanni	GIO-A	0.1	0.045	44.92%	0.080	80.00	53

Tabla 13: Resumen de demandas con déficit para la Situación Futura.

Por último, respecto a los bombeos, a diferencia de la Situación Actual, en éste el bombeo de Zeppara (al norte de Leni) no se activa debido a la nueva conducción que se ha implementado para transportar el agua hasta la demanda de Zeppara (ZPP-A). Por otro lado, los bombeos que en la Situación Actual no existían, en la Situación Futura sí se activan, en un caso para llevar directamente el agua a dos demandas y, en otro, para disminuir al máximo los déficits en Cixerri.

5.4.- Escenarios de incremento de las demandas agrarias

Tras implementar las nuevas demandas e infraestructuras en el modelo para la Situación Futura, y a su vez, adaptar su gestión, se ha decidido llevar a cabo una serie de escenarios en los que se pretende ir aumentando la dotación de las demandas agrarias del sistema, a modo de estrés hídrico para el sistema. La finalidad es ver hasta cuánto puede llegar a suministrar el sistema a las demandas, procurando que las demandas civiles e industriales no sufran déficits.

En las siguientes tablas se muestra cómo se han ido aumentando las demandas, en las primeras etapas, por consorcios, y en las últimas etapas, todas las demandas al mismo tiempo. En la leyenda de la Tabla 15 explica con detalle en qué consiste cada etapa.

5.- Desarrollo de modelos y definición de la gestión para posibles escenarios de cálculo

Demanda agraria	Código	Escenario Futuro		Escenario Futuro A								
		Dotación	Dotación del Consorcio	1ª etapa		2ª etapa		3ª etapa		4ª etapa		
				[hm³/año]	[hm³/año]	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación
Sulcis	SUL-A	6.1	6.1	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media Valle del Tirso	MVT-A	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
Destra Tirso	DXT-A	43.0		43.0		43.0		43.0		43.0		43.0
Sinistra Tirso	SXT-A	75.0	118.0	75.0	118.0	75.0	118.0	75.0	118.0	75.0	118.0	118.0
Ogliastra	OGL-A	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
Zeppara	ZPP-A	1.4		1.4		2.5		4.1		6.8		
Sardara - Sanluri	SRU-A	7.1		7.1		8.5		10.5		13.9		
San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	2.6		2.6		3.9		5.7		8.9		
Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	3.3		3.3		4.4		6.1		8.9		
Alto Leni	LEN-A	9.4		9.4		10.3		11.7		13.9		
Destra Leni	DXL-A	3.2		3.2		4.4		6.3		9.3		
Sammassi A B	SAM-A	1.1		1.1		1.9		3.2		5.3		
Trexenta - Senorbi N - Senorbi S - Ussana	TUS-A	10.9		10.9		12.0		13.7		16.6		
Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	3.0		3.0		4.3		6.1		9.3		
Nuraminis - Villasor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	20.6		20.6		21.7		23.2		25.9		
San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	9.9		9.9		11.0		12.8		15.6		
Uta	UTA-A	0.5		0.5		2.0		4.2		7.9		
Quartu - Selargius	QRT-A	5.4		5.4		6.5		8.2		11.0		
Proxumini	PXM-A	0.4	78.8	0.4	78.8	1.2	94.6	2.4	118.2	4.4	157.6	
San Giovanni	GIO-A	0.1		3.1		3.1		3.1		3.1		
Iglesias	IGL-A	6.4		9.1		9.1		9.1		9.1		
Siliqua	SIL-A	2.0	8.5	4.9	17.0	4.9	17.0	4.9	17.0	4.9	17.0	
Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.2		3.2		3.2		3.2		3.2		
Isili	ISI-A	0.5		0.5		0.5		0.5		0.5		
Marmilla	MRM-A	6	9.7	6	9.7	6	9.7	6	9.7	6	9.7	

Tabla 14: Incremento de las demandas agrarias por Consorcios (Parte 1 – Escenario Futuro A).

Demanda agraria	Código	Escenario Futuro B									
		5ª etapa		6ª etapa		7ª etapa		8ª etapa		9ª etapa	
		Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio	Dotación	Dotación del Consorcio
		[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]	[hm³/año]
Sulcis	SUL-A	24	24	28	28	32	32	36	36	40	40
Media Valle del Tirso	MVT-A	10.8	10.8	12.6	12.6	14.4	14.4	16.2	16.2	18.0	18.0
Destra Tirso	DXT-A	51.6		60.2		68.8		77.4		86.0	
Sinistra Tirso	SXT-A	90.0	141.6	105.0	165.2	120.0	188.8	135.0	212.4	150.0	236.0
Ogliastra	OGL-A	14.3	14.3	16.7	16.7	19.0	19.0	21.4	21.4	23.8	23.8
Zeppara	ZPP-A	8.2		9.5		10.9		12.2		13.6	
Sardara - Sanluri	SRU-A	16.7		19.5		22.2		25.0		27.8	
San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	10.6		12.4		14.2		16.0		17.7	
Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	10.7		12.5		14.3		16.0		17.8	
Alto Leni	LEN-A	16.7		19.5		22.2		25.0		27.8	
Destra Leni	DXL-A	11.2		13.1		15.0		16.8		18.7	
Sammassi A B	SAM-A	6.3		7.4		8.4		9.5		10.5	
Trexenta - Senorbi N - Senorbi S - Ussana	TUS-A	19.9		23.2		26.6		29.9		33.2	
Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	11.1		13.0		14.8		16.7		18.5	
Nuraminis - Villasor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	31.0		36.2		41.4		46.5		51.7	
San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	18.8		21.9		25.0		28.2		31.3	
Uta	UTA-A	9.4		11.0		12.6		14.2		15.7	
Quartu - Selargius	QRT-A	13.2		15.4		17.6		19.8		22.0	
Proxumini	PXM-A	5.2	189.1	6.1	220.6	7.0	252.2	7.8	283.7	8.7	315.2
San Giovanni	GIO-A	3.7		4.3		4.9		5.5		6.2	
Iglesias	IGL-A	10.9		12.7		14.5		16.3		18.1	
Siliqua	SIL-A	5.8	20.4	6.8	23.8	7.8	27.2	8.8	30.6	9.7	34.0
Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.8		4.5		5.1		5.8		6.4	
Isili	ISI-A	0.6		0.7		0.8		0.9		1	
Marmilla	MRM-A	7.2	11.6	8.4	13.6	9.6	15.5	10.8	17.5	12	19.4

Tabla 15: Incremento de todas las demandas agrarias al mismo tiempo (Parte 2 – Escenario Futuro B).

- 1ª etapa: incremento en Cixerri y Sulcis: al 50% de la máxima dotación del consorcio.
- 2ª etapa: 1r etapa + incremento en la Sardegna Meridionale: 20% más de la actual dotación.
- 3ª etapa: 1r etapa + incremento en la Sardegna Meridionale: 50% más de la actual dotación.
- 4ª etapa: 1r etapa + incremento en la Sardegna Meridionale: 50% de la máxima dotación.
- 5ª etapa: 4ª etapa +10% (60% de la máxima dotación).
- 6ª etapa: 5ª etapa +10% (70% de la máxima dotación).
- 7ª etapa: 6ª etapa +10% (80% de la máxima dotación).
- 8ª etapa: 7ª etapa +10% (90% de la máxima dotación).
- 9ª etapa: 8ª etapa +10% (100% de la máxima dotación).

A modo de recordatorio, se citan a continuación los puntos más importantes de la gestión de la Situación Futura (para el Q_{eco} ENAS), para así poder comparar con los cambios que se han introducido en las diferentes etapas:

- En la zona del embalse de Torrei, el bombeo de Cuchinadorza se activa cuando el nivel almacenado en el embalse de Torrei es inferior a 0.2 hm^3 (22.2%).
- En Is Barrocos, se aplica una RO sobre la toma Este de Sarcidano, en la que se permite suministrar agua a la demanda cuando el nivel en Is Barrocos es inferior a 8 hm^3 (65%).
- En Cixerri, para la Situación Futura, no se define ninguna RO sobre los tramos de río con Q_{eco} para evitar que las demandas aumenten sus déficits, al no ser necesario por la incorporación de un nuevo azud.
- En Leni, se define un V_{obj} de 3 hm^3 (15.4%) en el embalse de Leni con el objetivo de que las demandas civil e industrial no sufran déficits. Además, no se suministra agua al Q_{eco} para no incrementar los déficits de las demandas.
- En Sulcis, se define una RO aplicada sobre el bombeo de Cixerri-Sulcis, que permite el paso de agua cuando el nivel en el embalse de Bau Pressiu es menor de 2 hm^3 (24%).
- En la interconexión Tirso-Flumendosa el bombeo no se activa. A diferencia de la gestión de la Situación Actual, en éste, se han definido dos RO. Una sobre los bombeos que permiten el paso de agua hacia Flumendosa-Campidano y otra para la conducción que lleva el agua hacia Oristanese. En ambas RO el indicador, para activar o no el paso de agua, es el nivel almacenado en Cantoneira, MonteSuRei y Nuraghe Arrubiu, ya que son los tres embalses más importantes del sistema. En este caso, como no es necesario que pase agua por la interconexión, puesto que las demandas no lo necesitan, se define un nivel umbral de 200 hm^3 (respecto de los 1075 hm^3 que suman la máxima capacidad de los tres embalses). Como en esta situación, nunca se baja de esos 200 hm^3 , la interconexión no se activa.

En los siguientes puntos se describen las modificaciones que se han ido realizando en cada uno de las 9 etapas que se han definido. Modificaciones a partir de la gestión de la Situación Futura que se acaba de resumir.

1ª etapa:

- En Sulcis deja de aplicarse la RO al bombeo de Cixerri-Sulcis, puesto que de otra manera, las demandas sufrirían déficits. Además, se define una nueva RO sobre el tramo de río aguas abajo de Monte Pranu. Esta RO define que no se suministre agua al Q_{eco} si el nivel en Monte Pranu es inferior a 10 hm^3 (20%). La prioridad de Monte Pranu se aumenta de 1 a 0, para que así reserve más agua.

2ª etapa:

- En Leni se incrementa el V_{obj} del embalse a 3.5 hm^3 para que las demandas civil e industrial no sufran déficits.

3ª etapa:

- En Sulcis, el nivel umbral de la RO asociada al tramo de río con Q_{eco} se aumenta a 15 hm^3 (sobre el nivel de Monte Pranu).
- Los bombeos de la interconexión Tirso-Flumendosa se activan cuando la suma de los volúmenes almacenados en Cantoniera, Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu es inferior a 525 hm^3 (48.8%).

4ª etapa:

- El nivel de la RO asociada a los bombeos de la interconexión Tirso-Flumendosa se eleva a 950 hm^3 (88%).
- En Sulcis se disminuye la prioridad a la demanda agraria para que la civil e industrial no sufran déficit. Con esta modificación, es necesario volver a disminuir la prioridad del embalse de Monte Pranu de 0 a 1.

5ª etapa:

- Los bombeos de la interconexión Tirso-Flumendosa dejan de tener asociada una RO, para que así pase toda el agua necesaria.
- En Flumendosa-Campidano se impone una prioridad menor a todas las demandas agrarias, para que las civiles e industriales no sufran déficits. Para que esto surta efecto, es necesario disminuir los V_{obj} de los embalses de MonteSuRei (25 hm^3 -7.7%) y de Nuraghe Arrubiu (30 hm^3 -10%).
- En Torrei es necesario aumentar el nivel de la RO a 0.3 hm^3 (33.3%), sobre el nivel del embalse de Torrei, para que se active el bombeo de Cuchinadorza, en caso contrario, la demanda civil de Torrei sufriría déficits.

6ª etapa:

- En Taloro se incrementa el volumen de reserva de Gusana para permitir tener agua disponible para suministrar a las demandas civil e industrial.

7ª etapa:

- En Flumendosa-Campidano se disminuye la prioridad de la demanda agraria Isili (ISI-A) y se incrementa el V_{obj} de MonteSuRei a (30 hm^3 -9.2%).

8ª etapa:

- En Taloro se impone una prioridad menor a la demanda agraria Media Valle del Tirso (MVT-A) para que las demandas civil e industrial de Taloro no sufran déficits.

9ª etapa:

- En Taloro se define una RO sobre la toma de la demanda Media Valle del Tirso (MVT-A). Esta RO impone que si el nivel de Gusana es menor de 40 hm^3 solo se permite suministrar el 40% de la demanda a MVT-A.
- En Flumendosa-Campidano se incrementa el V_{obj} de Nuraghe Arrubiu a 40 hm^3 (13%).
- En Ogliastra se define otra RO sobre la toma de la demanda agraria OGL-A. Esta RO impone que si el nivel de Bau Muggerris es menor de 10 hm^3 solo se permite suministrar el 60% de la demanda agraria.

5.4.1.- Comparativa de resultados para los escenarios de incremento de demandas agrarias

Una vez simulados los distintos escenarios (Actual, Futuro y las 9 etapas), todos ellos con Q_{eco} de ENAS, en este apartado se presenta una comparación de los resultados más importantes. Por un lado, el déficit de las demandas, buscando que sean lo menor posible para garantizar el suministro al usuario, y por otro, el coste económico de bombeo, el cual se pretende reducir al máximo.

Demandas

En el gráfico inferior y en las dos siguientes tablas se muestra la evolución de los déficits, por tipo de demanda y por zona (en el caso de las demandas agrarias), a lo largo de los distintos escenarios definidos.

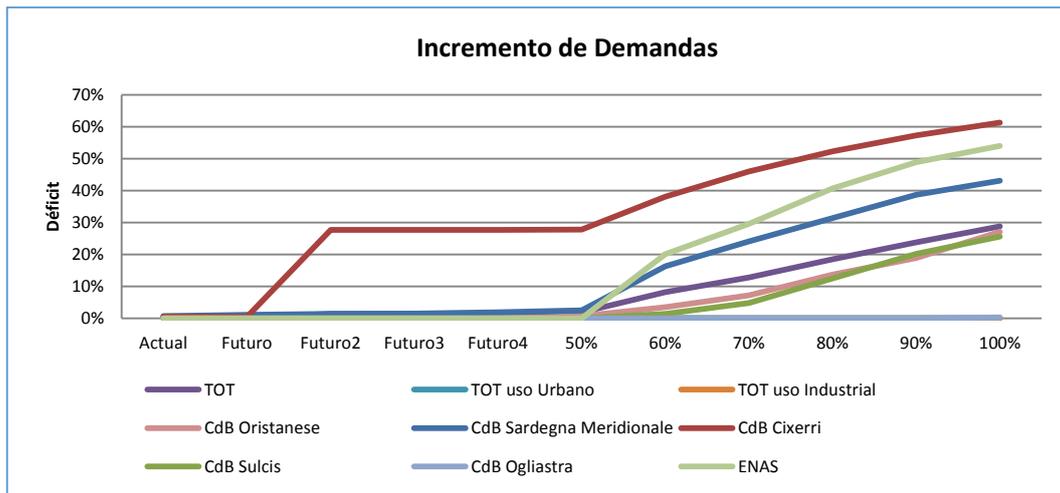


Gráfico 38: Evolución del déficit de las demandas en los escenarios de incremento de su dotación.

Se observa como los déficits de las demandas civiles (TOT uso Urbano), las demandas industriales (TOT uso Industrial) y los de las demandas agrarias de la zona de Ogliastra (CdB Ogliastra) permanecen constantes durante, prácticamente, todos los escenarios. Por otro lado, los déficits de Cixerri (CdB Cixerri) aumentan bruscamente de la Situación Futura al *Futuro2*, en el cual se han aumentado las dotaciones de las demandas de esta zona. Este nuevo porcentaje de déficit de casi el 30% se mantiene hasta el escenario del “60%” en el cual se vuelven a aumentar la dotación de las demandas de Cixerri. Por último, cabe comentar del gráfico, el resto de zonas agrarias, en las cuales se ve como el porcentaje de déficit prácticamente se mantiene constante hasta que en el escenario del “60%” se aumentan todas las demandas agrarias del sistema a la vez. A partir de ese punto, los déficits empiezan a incrementarse casi linealmente con el aumento de la dotación.

Déficit [%]	Actual	Futuro	Futuro2	Futuro3	Futuro4
TOT	0.28%	0.28%	1.44%	1.46%	1.58%
TOT uso Urbano	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%	0.14%
TOT uso Industrial	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CdB Oristanese	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CdB Sardegna Meridionale	0.75%	1.11%	1.42%	1.50%	1.94%
CdB Cixerri	0.67%	0.53%	27.69%	27.75%	27.77%
CdB Sulcis	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
CdB Ogliastra	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ENAS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Tabla 16: Déficits de las distintas demandas del sistema en los primeros escenarios definidos.

Déficit [%]	50%	60%	70%	80%	90%	100%
TOT	1.98	8.23	12.87	18.49	23.80	28.78
TOT uso Urbano	0.14	0.14	0.16	0.16	0.16	0.16
TOT uso Industrial	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CdB Oristanese	0.74	3.56	7.20	13.76	18.95	27.08
CdB Sardegna	2.56	16.32	24.14	31.42	38.73	43.15
CdB Cixerri	27.83	38.07	46.03	52.27	57.26	61.32
CdB Sulcis	0.05	1.45	4.82	12.58	20.18	25.61
CdB Ogliastra	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35
ENAS	0.00	20.10	29.58	40.74	48.89	53.96

Tabla 17: Déficits de las distintas demandas del sistema en el resto de escenarios definidos.

A partir de aquí se muestran una serie de gráficos, por consorcios agrarios o zonas, que muestran el número de años en los que los distintos escenarios presentan un déficit superior al 20, 40 y 60%. Los escenarios analizados son a partir del escenario del “50%” en adelante. Desde este escenario es en el que todas las demandas empiezan a aumentar sus dotaciones al mismo tiempo.

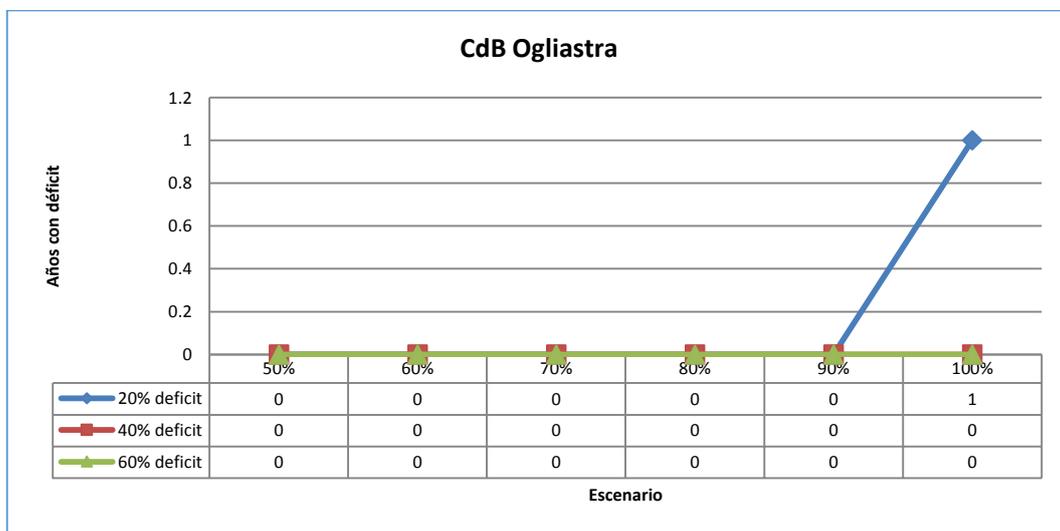


Gráfico 39: Años con déficits de las demandas agrarias de Ogliastra (Escenarios 50%-100%).

El gráfico superior, de la zona de Ogliastra, muestra cómo únicamente se supera el 20% de déficit en el último escenario y en sólo un año.

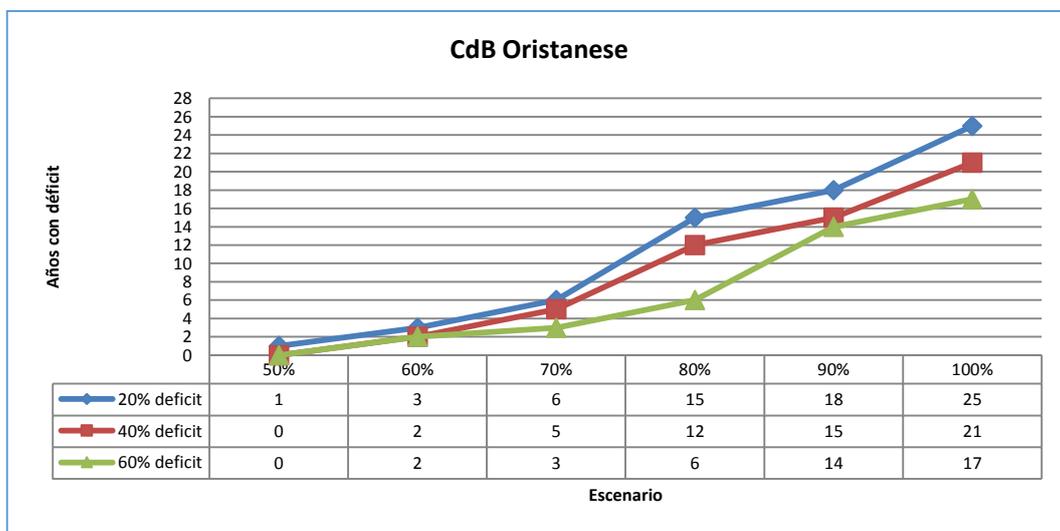


Gráfico 40: Años con déficits de las demandas agrarias de Oristanese (Escenarios 50%-100%).

En Oristanese la situación es distinta a la anterior, en este caso, se observa como a medida que se aumenta la dotación de la demanda agraria aumentan los años en los que se superan los distintos umbrales de déficit mostrados. Se parte de un año que supera el 20% en el escenario del “50%” hasta los 25 años en el del “100%”. En este último escenario se llegan a los 21 años para el umbral del 40% de déficit y de 17 años para el umbral del “60%”.

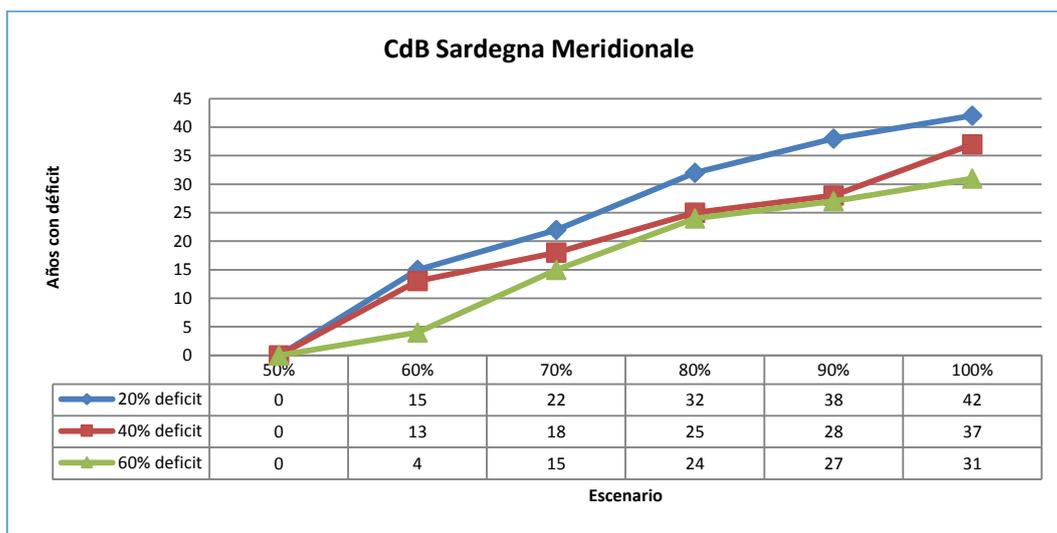


Gráfico 41: Años con déficits de las demandas agrarias de Sardegna Meridionale (Escenarios 50%-100%).

En la zona de la Cerdeña Meridional aumentan de forma similar, desde los cero años para el escenario del “50%” hasta los 42 años en el escenario del “100%” para el umbral del 20%.

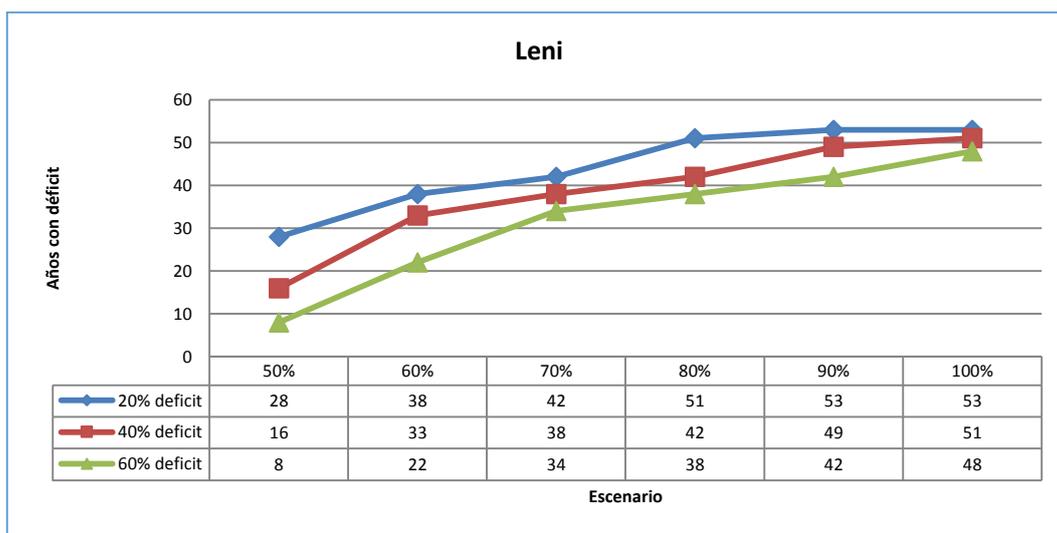


Gráfico 42: Años con déficits de las demandas agrarias de Leni (Escenarios 50%-100%).

De forma análoga ocurre en Leni. En este caso, en el escenario del “100%” se llega al número máximo de años en los que se supera el umbral del 20%.

En Cixerri la evolución es algo distinta. En esta zona, en los escenarios del “60%” y del “70%” ya se alcanza un número muy elevado de años que superan el umbral del 20%, casi el número máximo de años (51), y a partir del escenario del “80%” se mantiene en el número máximo de años (53) que ocurre este fenómeno.

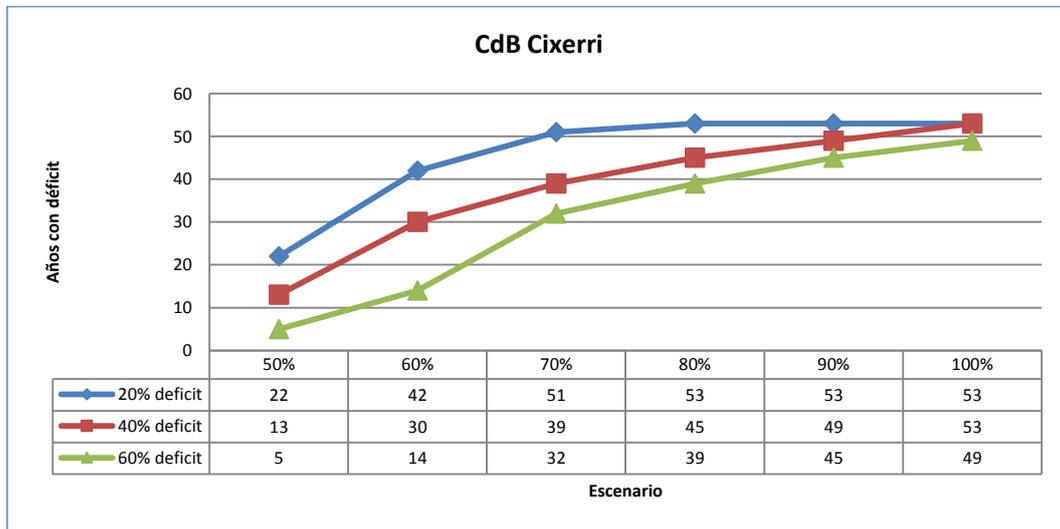


Gráfico 43: Años con déficits de las demandas agrarias de Cixerri (Escenarios 50%-100%).

Por último, en la zona de Sulcis ocurre al contrario que en Cixerri. Más o menos se mantiene con pocos años en los que se superan los umbrales de déficit, hasta que a partir del escenario del “80%” aumentan rápidamente hasta llegar a los 53 años para el umbral del 20%. Sin embargo, en el umbral del 40% solo se llegan a los 25 años, la mitad del umbral anterior.

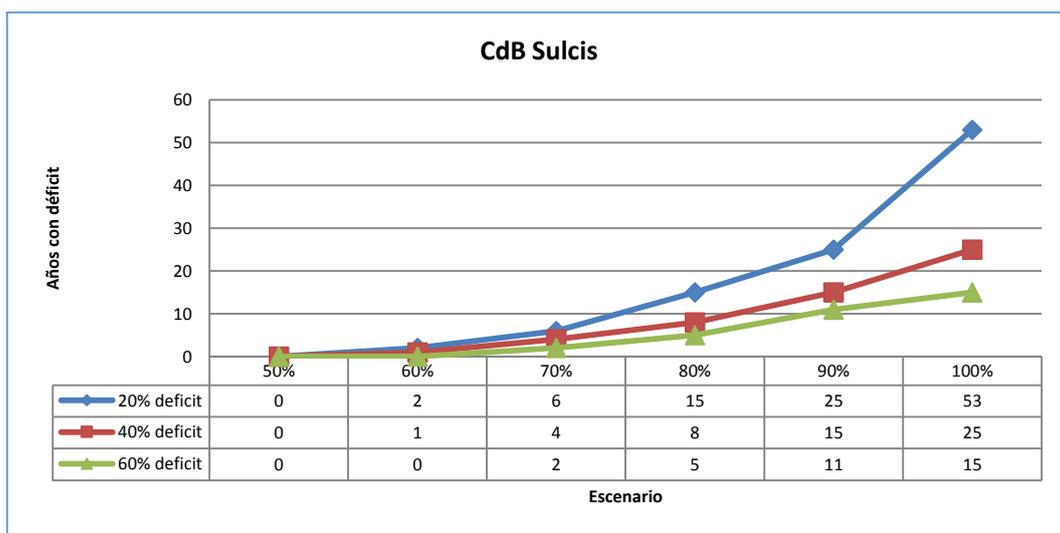


Gráfico 44: Años con déficits de las demandas agrarias de Sulcis (Escenarios 50%-100%).

Bombeos

El otro tipo de resultado que se analiza aquí son los bombeos del sistema. En primer lugar, se muestra una serie de tres gráficos en los que se puede observar la evolución del

coste de algunos de los bombeos más importantes, para cada uno de los escenarios simulados. A continuación se presenta un resumen tabulado del valor numérico de estos costes.

El primero de los gráficos muestra los costes de los bombeos de Sulcis y Cixerri. Los de la primera zona se mantienen constantes porque únicamente suministran a una demanda, la cual se suministra al completo en cualquier escenario. Sin embargo, en Cixerri se aprecia un aumento importante entre la Situación Actual y la Futura debido a la incorporación de un nuevo bombeo en la zona. Luego hay una serie de escenarios en los que se bombea más al aumentar la demanda de la zona, pero en los siguientes, conforme hay menos agua en el sistema, debido al aumento de las dotaciones de todas las demandas, el bombeo en Cixerri disminuye.

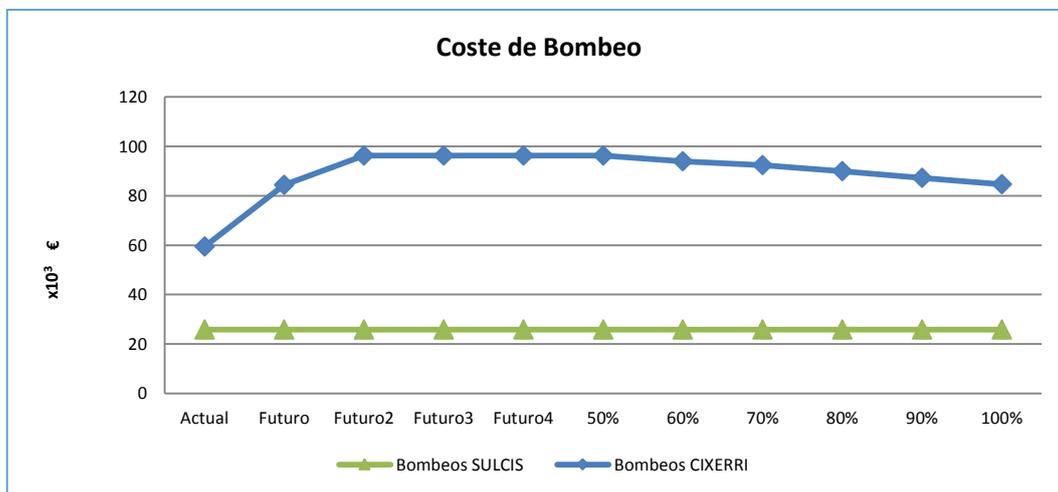


Gráfico 45: Coste de los bombeos de Sulcis y Cixerri.

En el siguiente gráfico aparecen los costes de los bombeos de Genna Is Abis y del sistema Tirso-Flumendosa. Los bombeos de Genna Is Abis aumentan ligeramente en cada nuevo escenario, sin embargo, los del Tirso-Flumendosa, a partir del escenario del “40%” aumentan considerablemente.

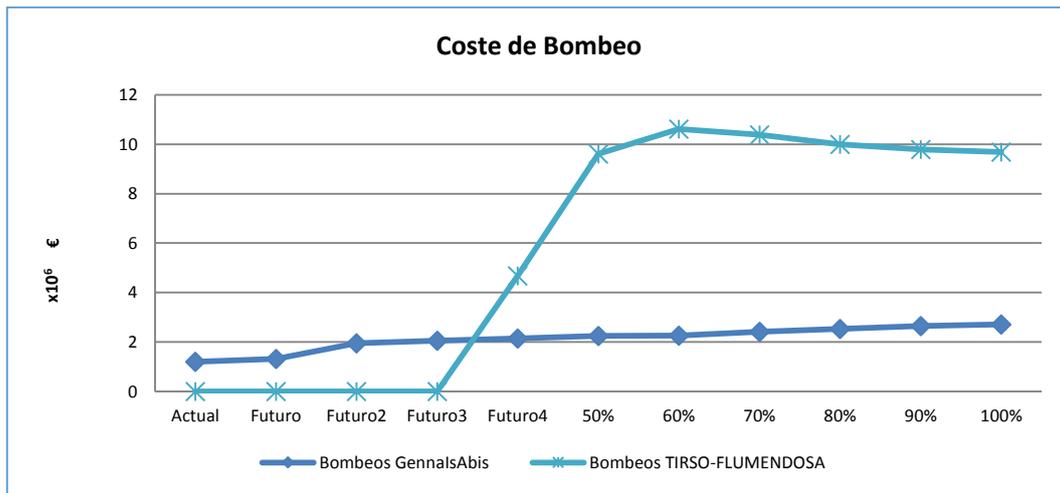


Gráfico 46: Coste de los bombeos en GennalsAbis y Tirso-Flumendosa.

El último gráfico muestra de forma individual los bombeos de la zona de Genna Is Abis. El que menos coste supone es el de Macchiareddu per Sud-Est, que no llega al medio millón de euros. Por su parte, el bombeo de Cixerri-Sulcis, en el escenario Futuro2 se ve incrementado su coste en gran medida, debido a que en su gestión deja de aplicarse la RO. A partir de ese escenario, más o menos, se mantiene constante. Por último, el de Cixerri (Genna Is Abis) tiene una pendiente ligeramente ascendente, superando el millón de euros.

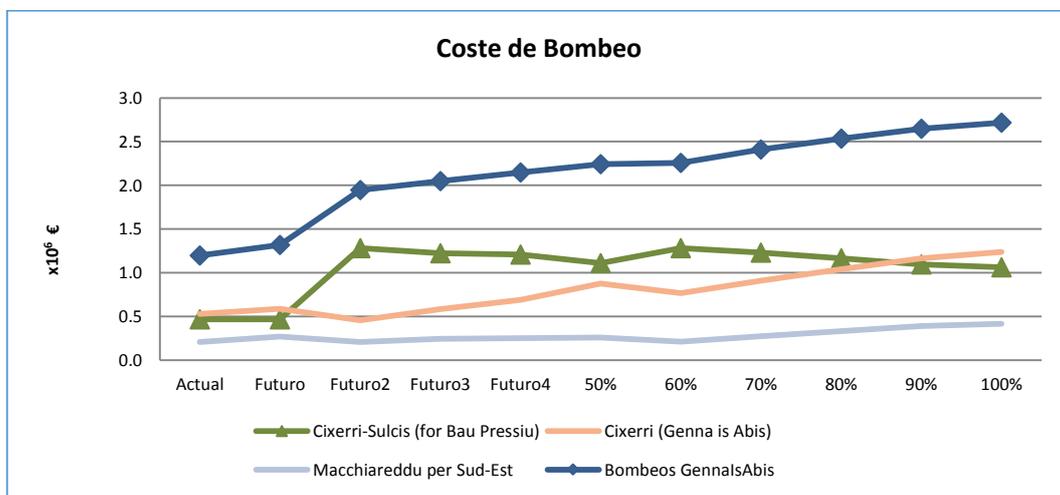


Gráfico 47: Desglose del coste de los bombeos de Genna Is Abis.

En el gráfico anterior muestra también el coste total de la zona (Bombeos Genna Is Abis), que coincide con el que aparece en el Gráfico 46.

Las siguientes dos tablas muestran los valores numéricos mostrados en los distintos gráficos anteriores. Además, también se muestra una nueva fila con los costes asociados a los bombeos que pertenecen al ente ENAS.

€	Actual	Futuro	Futuro2	Futuro3	Futuro4
TOT	3,668,876	3,889,254	4,526,369	4,780,459	10,043,867
Bombeos ENAS	2,013,828	2,245,719	2,880,493	3,134,581	8,140,459
Bombeos SULCIS	25,891	25,891	25,891	25,891	25,891
Bombeos TIRSO-FLUMENDOSA	0	0	0	0	4,680,664
Bombeos CIXERRI	59,473	84,345	96,205	96,196	96,204
Bombeos GennalsAbis	1,197,972	1,319,187	1,944,371	2,047,860	2,147,611

Tabla 18: Valores numéricos de los costes de los bombeos por zonas (Escenarios Actual-Futuro4).

€	50%	60%	70%	80%	90%	100%
TOT	15,338,134	16,735,73	17,022,861	17,059,453	17,242,71	17,451,72
Bombeos ENAS	13,540,893	14,755,70	14,833,605	14,663,049	14,644,86	14,668,36
Bombeos SULCIS	25,891	25,891	25,891	25,891	25,891	25,891
Bombeos TIRSO-FLUMENDOSA	9,609,425	10,613,72	10,382,524	9,992,401	9,792,591	9,692,831
Bombeos CIXERRI	96,204	93,892	92,430	89,950	87,237	84,633
Bombeos GennalsAbis	2,243,748	2,255,902	2,410,304	2,532,778	2,648,077	2,715,840

Tabla 19: Valores numéricos de los costes de los bombeos por zonas (Escenarios 50%-100%).

BLOQUE 3

6.- Metodología y Herramientas para la optimización

La metodología desarrollada en este estudio se basa en la estimación de RG óptimas para un sistema multi-embalse complejo combinando el uso de redes de flujo (modelo SIMGES) y algoritmos de optimización evolutivos (SCE-UA y Scatter Search). Los modelos de simulación permiten simular la gestión de un sistema de recursos hídricos y el reparto del agua entre los diferentes usuarios de la cuenca. Para ello, tradicionalmente se viene empleando el planteamiento de la distribución y circulación del agua en la cuenca como un sistema de redes de flujo. Por tanto, las redes de flujo se utilizan como modelos de gestión de cuencas, realizando simulaciones mediante la herramienta SIMGES. La resolución de este tipo de problema pasa por manejar algoritmos de optimización de redes de flujo y así obtener, del modelo, cómo se realiza el reparto de agua. Los algoritmos de optimización se utilizan pues, como herramientas que controlan las sucesivas simulaciones que se llevan a cabo con SIMGES, y que van modificando las variables de decisión (parámetros de la RG) en función de los resultados obtenidos en cada una de ellas. Es necesario pues, para cada iteración, emplear el modelo SIMGES, para evaluar dicha RG en el modelo de simulación del caso de estudio, con el objetivo de obtener los resultados de déficits, bombeos, etc., los cuales permitirán encontrar la solución óptima a la gestión.

En este estudio se han empleado tres algoritmos de optimización. El primero de ellos, es del tipo heurístico, que únicamente se basa en la generación aleatoria de las variables de decisión que definen las RG que se plantean optimizar. Este algoritmo es muy simple y solo se ha empleado para el análisis de RG sencillas, definidas por uno o dos parámetros, que no afectan considerablemente al conjunto del sistema de recursos hídricos.

Los otros dos algoritmos de optimización empleados se engloban dentro de la categoría de algoritmos evolutivos. Estos algoritmos tienen un funcionamiento más robusto que el anterior, requieren de una función objetivo a optimizar y, en función de las variables de decisión que generan y los resultados que se obtienen con éstas, generan nuevas variables de decisión. Estos algoritmos se han empleado para la optimización de la gestión simultánea de gran parte del sistema.

Como RG se entienden todos los mecanismos disponibles que permiten modificar la gestión de un sistema de recursos hídricos. Por ejemplo, las ROs son un conjunto de pautas a seguir para almacenar o utilizar el agua de los embalses o acuíferos de un sistema de recursos. Pero también se pueden considerar RG aquellos parámetros que definen las condiciones de actuación de distintos recursos hídricos (como las prioridades de las demanda, los V_{obj} de los embalses (en SIMGES), etc.).

Las distintas ROs que se pueden definir en la gestión con SIMGES son las cinco que se citan a continuación. De las cinco, las que se han empleado en este estudio son la de tipo “a” y “d” ya que son las más manejables a la hora de buscar la gestión más óptima en un sistema multi-embalse complejo. En las distintas RO que se han incorporado a la gestión del sistema, la restricción aplicada es del 100%, es decir, se suministra todo o nada.

a. “Curva constante que se evalúa a principio de cada mes”. Se calcula el valor del indicador a principio de cada mes y se calcula el coeficiente de restricción interpolando en la curva dada.

b. “Curva variable mensual evaluada a principio de mes”. Como el anterior, pero en este caso se requiere doce curvas, una para cada mes del año.

c. “Curva definida en uno o varios meses y de aplicación anual”. A diferencia de los anteriores, la decisión se fija en un solo mes o dos, por ejemplo octubre (principio de campaña) y mayo (final de la época de lluvias) y la restricción calculada se mantiene el resto de meses del año.

d. “Umbral constante”. A diferencia de los anteriores, no se calcula a principio de mes, sino que se interpola en el proceso iterativo para que el resultado de las sueltas no descienda por debajo del “umbral” dado. En este caso los valores dados en la curva no definen una curva continua sino una curva escalonada. Esta regla de operación es la que suele describirse como “... no se bajará las reservas por debajo de $X \text{ hm}^3$...”.

e. “Umbral variable mensual”. Igual que el anterior pero requiere doce umbrales, uno por cada mes del año.

La Figura 26 muestra el procedimiento, paso a paso, que se sigue para la obtención de RG mediante una *aplicación principal* que se encarga de llamar al algoritmo de optimización y al modelo SIMGES.

Se parte una aplicación informática desarrollada en Visual Basic para Aplicaciones (VBA). La plataforma utilizada es el Libro de cálculo de MS Excel. La *aplicación principal* lleva incorporado el código del algoritmo de optimización a emplear (Heurístico, SCE-UA o Scatter Search), además de diversas hojas con los parámetros del algoritmo, los resultados, el resumen de déficits y la función objetivo para los casos en que se requiera. Lo primero que el usuario debe hacer es imponer los parámetros con los que se quiere lanzar el algoritmo (semillas, probabilidad de cruce, tipo de mutación, número de complejos, etc.) en el caso de los evolutivos. A continuación se definen las variables que el algoritmo ha de ir modificando (variables de decisión), así como sus límites inferiores y superiores.

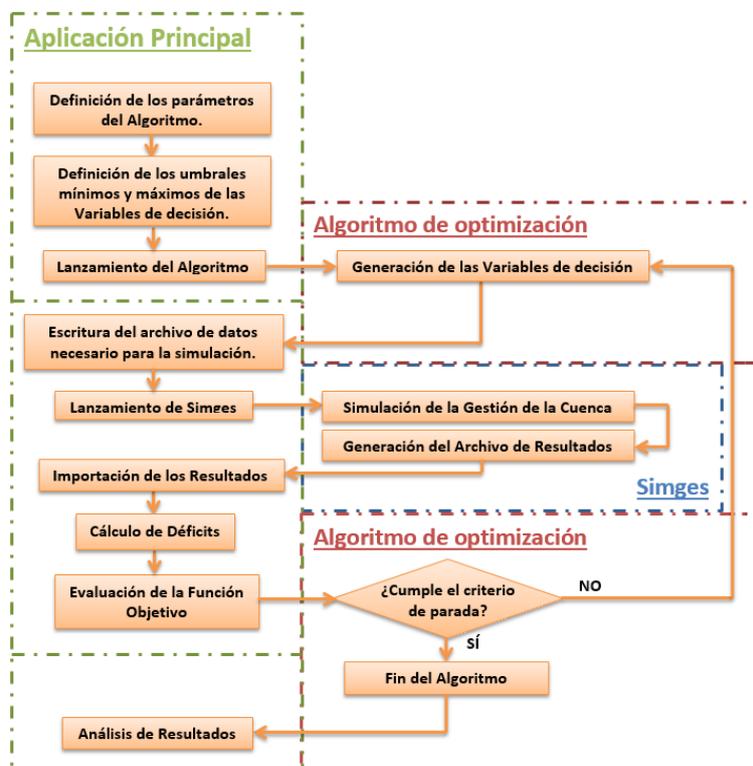


Figura 26: Esquema del proceso para el uso conjunto de A. de optimización y modelo de gestión de la cuenca.

Llegados a este punto, desde la *aplicación principal* se ejecuta el algoritmo de optimización, el cual va generando esas variables de decisión. Para cada generación (o iteración) se escribe el archivo de datos necesario para la simulación. Una vez escrito y automáticamente, la *aplicación principal* lanza SIMGES, que simula la gestión propuesta para el periodo de tiempo que se le ha indicado al realizar el modelo de simulación y una vez se ha ejecutado guarda los resultados en un archivo.

Este último archivo es importado por la *aplicación principal* en una de sus hojas de cálculo, lo que permite obtener entre otras cosas los déficits de las distintas zonas y los bombeos, y así poder evaluar la función objetivo.

Una vez evaluada la función objetivo, en los algoritmos que la requieran, si no se cumple el criterio de parada, se repite el mismo proceso a partir de la generación de las variables de decisión, buscando la optimización de la gestión, de lo cual se encarga el algoritmo empleado.

Según el algoritmo, el proceso finalizará cuando se realice un número concreto de iteraciones (Heurístico) o cuando se cumplan unas determinadas condiciones (SCE-UA, Scatter Search).

Finalizado el proceso realizado por la *aplicación principal*, es el turno del usuario para analizar los resultados y tomar decisiones.

En este estudio se pretende obtener RG óptimas para el sistema hidrográfico Tirso-Flumendosa-Campidano de Cerdeña (Italia) analizando, como se ha comentado, el acoplamiento entre el módulo SIMGES (dentro del SSD AQUATOOL) y distintos algoritmos de optimización, los cuales se encargarán de obtener dichas RG óptimas. Para poder proceder con los análisis que se han llevado a cabo en la cuenca de estudio es necesario disponer de un modelo de simulación. Dicho modelo es el que se ha analizado en el segundo bloque de este estudio, concretamente el que representa la Situación Actual.

En el siguiente capítulo de este estudio se lleva a cabo la búsqueda de la gestión óptima de diferentes zonas del sistema y su análisis posterior. El primer punto se dedica al algoritmo heurístico para tres zonas distintas del sistema, el segundo para el algoritmo de optimización SCE-UA buscando la mejor gestión en distintos lugares del sistema simultáneamente y, el tercero, con el mismo fin que el anterior pero empleando el algoritmo Scatter Search.

6.1.- SCE-UA

El mecanismo de optimización SCE-UA (The Shuffled Complex Evolution) ha sido desarrollado por Duan *et al.* (1992) en la Universidad de Arizona y su eficiencia ha sido ampliamente reconocida ante problemas de calibración de modelos hidrológicos con un

elevado número de parámetros y una alta no linealidad. El funcionamiento básico del algoritmo SCE está inspirado en los principios de selección natural y la genética y es una combinación de procedimientos deterministas y aleatorios. Se parte de diferentes puntos de búsqueda (individuos) que se organizan por equipos (*complex*). De esta manera, la búsqueda de la solución global óptima se plantea como un proceso evolutivo (*evolution*) basado en la reproducción (cruce, mutación, recombinación) existiendo, además, mezcla de equipos (*shuffled*).

A continuación se describen brevemente las distintas etapas que sigue este algoritmo evolutivo:

1. Generar una muestra:

Se genera una población de muestra con NPT (número de puntos en la población de la muestra) puntos en el espacio de parámetros viables y se calcula la aptitud en cada uno de ellos. En ausencia de información previa, se usa una distribución de probabilidad uniforme para generar la muestra.

2. Clasificación de los puntos:

Se clasifican los puntos del NPT con el fin de aumentar la aptitud, de tal manera que el primer punto represente el punto con el menor valor de aptitud y el último punto represente el punto con el val1.- or más grande de aptitud.

3. Partición en grupos:

La partición de los puntos del NPT en NGS (número de grupos en una muestra de población) grupos, donde cada uno contiene NPG (número de puntos en cada grupo) puntos. Los grupos se dividen de tal manera que el primer conjunto contiene todos los puntos que ocupan las posiciones $NGS * (k-1) + 1$, el segundo grupo contiene todos los que ocupan las $NGS * (k-1) + 2$ posiciones, y así sucesivamente, donde $k = 1, 2, \dots, NPG$. La Figura 28 muestra que la población de muestra, que contiene NPT (= 10) puntos, se divide en NGS (= 2) grupos. Cada grupo contiene NPG (= 5) puntos que están marcados

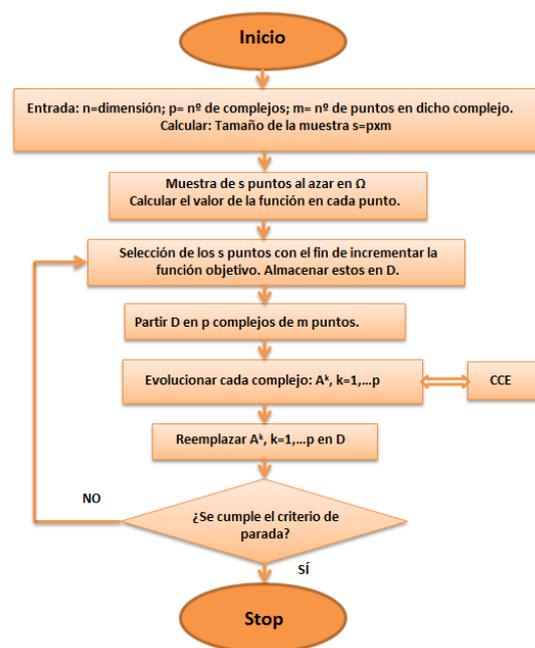


Figura 27: Diagrama general del SCE-UA. Adaptación de Duan et al., 1992.

por (.) y (*), respectivamente. Las líneas de contorno en las Figuras 28 y 30 representan una función de superficie, que tiene un óptimo global ubicado en (4,2) y un óptimo local ubicado en (1,2).

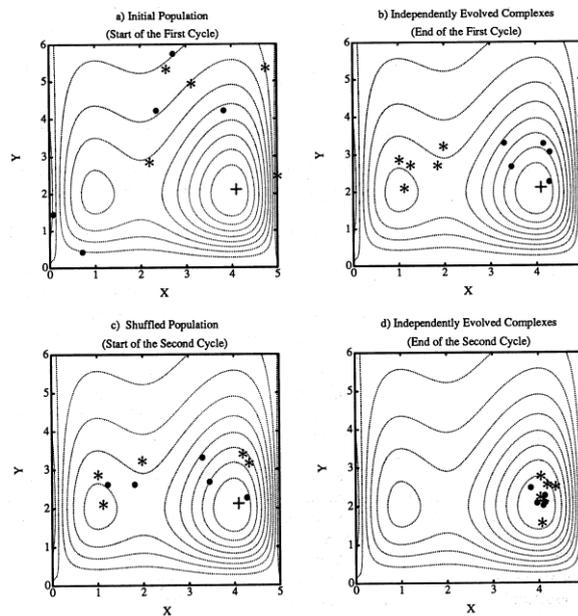


Figura 28: Evolución de los grupos. (Fuente: Duan et al., 1992)

4. Evolución de cada grupo:

Cada grupo evoluciona de forma independiente tomando NSPL (número de pasos evolución permitido para cada grupo) etapas de evolución.

La Figura 30 muestra cómo va evolucionando en cada etapa. Los puntos negros (.) indican la ubicación de los puntos en un grupo antes de que se lleve a cabo la primera etapa. Un sub-grupo contiene NPS (= 3, es decir, forma un triángulo, en este caso) puntos. Los puntos se seleccionan de acuerdo a una distribución de probabilidad pre-especificada antes de iniciar la etapa. La distribución de probabilidad se especifica de manera que los mejores puntos tienen una mayor probabilidad de ser elegidos, para formar el sub-grupo, que los puntos peores. El símbolo (*) representa los nuevos puntos generados.

Hay tres tipos de métodos de evolución: la reflexión, la contracción y la mutación. Las Figuras 30a, 30b y 30d ilustran la etapa de "reflexión", de cuya ejecución se refleja el peor punto del sub-grupo a través del centro de gravedad de los otros puntos. Si el punto reflejado tiene un valor más bajo que

el valor del peor punto, el peor punto se descarta y se sustituye por el nuevo punto. Así se completa la primera etapa de evolución. En la Figura 30c, el nuevo punto es generado por una "contracción" (el nuevo punto se encuentra a medio camino entre el peor punto y el centro de gravedad de los otros puntos), después de rechazar una etapa de reflexión por no aumentar el valor de aptitud. En la Figura 30e se muestra la "mutación". Se genera aleatoriamente un punto en el espacio de parámetros posibles, para sustituir el peor punto del sub-grupo. Esto se hace después de una etapa de

reflexión, en la que el punto resultante está fuera del espacio de parámetros posibles. Otro escenario en el que se toma un paso de mutación es cuando tanto el paso de la reflexión y el paso de la contracción no mejoran el valor de aptitud. La Figura 30f muestra el grupo final después de NSPL etapas de evolución (= 5).

La Figura 28b muestra la ubicación de los puntos en los dos grupos evolucionados de forma independiente al final del primer ciclo de la evolución. Se puede observar que un grupo (marcados con *) está convergiendo hacia el óptimo local, mientras que el otro (marcado por.) está convergiendo hacia el óptimo global.

5. Mezcla de los grupos:

Se combinan los puntos de los grupos convirtiéndolos en una sola muestra de la población. Se ordena la población con el fin de aumentar el valor de la aptitud, volver a

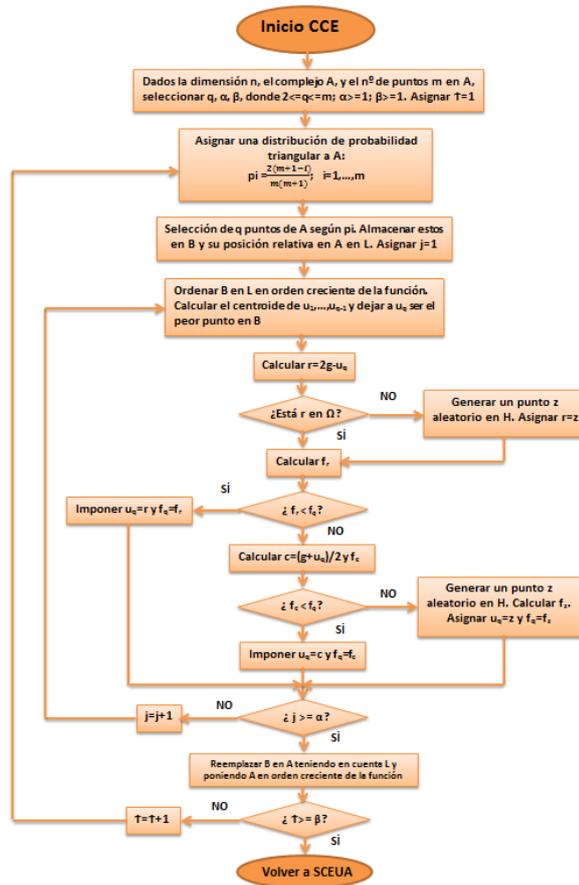


Figura 29: Diagrama específico del SCE-UA. Adaptación de Duan et al., 1992.

partir o mezclar la muestra de población en grupos NGS de acuerdo al procedimiento establecido en el paso 3.

La Figura 28c muestra la nueva composición de los dos grupos que se han desarrollado después de mezclarlos.

6. Comprobación de la convergencia:

Si el número de ensayos han superado el número máximo, o el valor de aptitud no ha mejorado en un porcentaje en los distintos bucles, se detiene el proceso.

7. Comprobar la reducción del número del grupo:

Si $MINGS$ (número mínimo requerido de grupos) $<$ NGS , se quita el grupo con los puntos que ocupan el último lugar, se establece $NGS = NGS - 1$ y $NPT = NGS * NPG$, y se vuelve al paso 4. Si $MINGS = NGS$, se vuelve al paso 4.

La Figura 28d muestra los dos grupos al final del segundo ciclo de la evolución. Está claro que ambos grupos están convergiendo hacia el óptimo global.

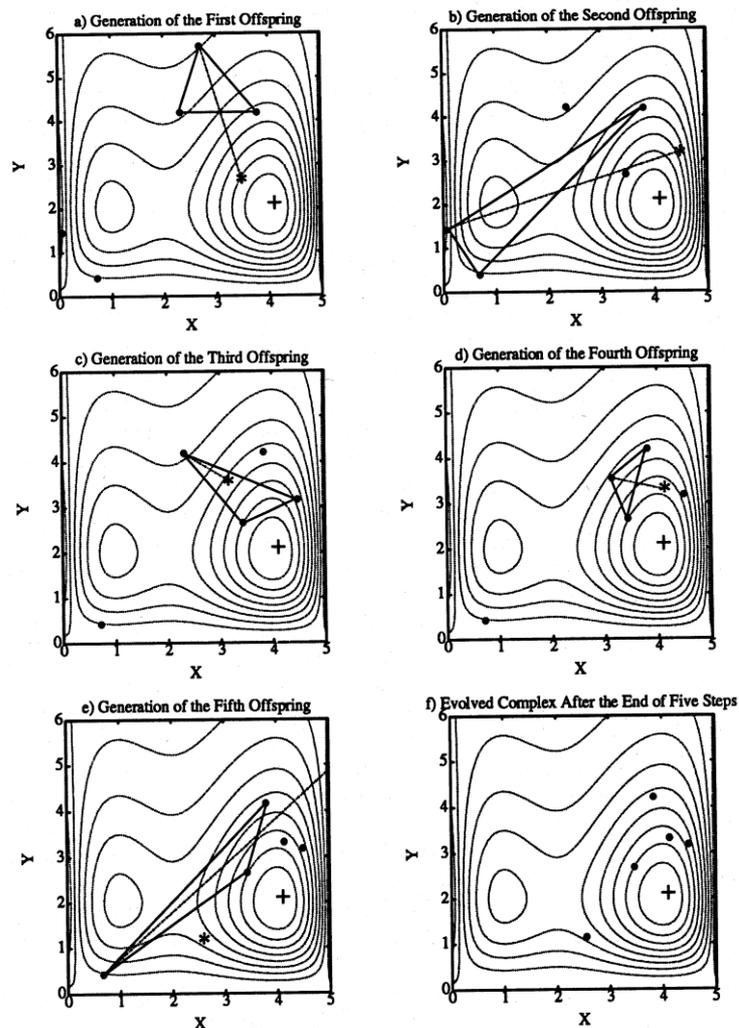


Figura 30: Etapas de evolución que se lleva a cabo en cada grupo. (Fuente: Duan 1992)

6.2.- SCATTER SEARCH

Scatter Search (Glover, F. 1997), también conocido en castellano como Búsqueda Dispersa, es un procedimiento metaheurístico basado en formulaciones y estrategias introducidas en la década de los sesenta. Los conceptos y principios fundamentales del método, fueron propuestos a comienzo de la década de los setenta, basados en las estrategias para combinar reglas de decisión. Scatter Search opera sobre un conjunto de soluciones, llamado conjunto de referencia, combinando éstas para crear nuevas soluciones de modo que mejoren a las que las originaron. En este sentido se dice que es un método evolutivo. Sin embargo, a diferencia de otros métodos evolutivos, como los algoritmos genéticos, Scatter Search no está fundamentado en la aleatorización sobre un conjunto relativamente grande de soluciones sino en elecciones sistemáticas y estratégicas sobre un conjunto pequeño. Como ilustración basta decir que los algoritmos genéticos suelen considerar una población de 100 soluciones mientras que en la búsqueda dispersa es habitual trabajar con un conjunto equivalente de tan sólo 10 soluciones.

Una de las características más notables de Scatter Search es que se basa en integrar la combinación de soluciones con la búsqueda local. Aunque en diseños avanzados esta búsqueda local puede contener una estructura de memoria, no es necesario que así sea, limitándose, en la mayoría de los casos a una búsqueda local convencional.

La primera descripción del método fue publicada en 1977 por Fred Glover donde establece los principios del algoritmo.

Scatter Search se basa en combinar las soluciones que aparecen en el llamado conjunto de referencia. Este conjunto almacena las “buenas” soluciones que se han ido encontrando durante el proceso de búsqueda. Es importante destacar que el significado de buena no se restringe a la calidad de la solución, sino que también se considera la diversidad que esta aporta al conjunto de referencia. El algoritmo consta básicamente de cinco elementos o métodos que se describen a continuación:

1. **Generador de soluciones diversas** (Diversification Generation Method). El método se basa en generar un conjunto P de soluciones diversas (alrededor de 100), del que se extraen un subconjunto pequeño (alrededor de $b=10$) denominado conjunto de referencia *RefSet*.

2. Método de mejora (Improvement Method). Típicamente se trata de un método de búsqueda local para mejorar las soluciones, tanto del conjunto de referencia como las combinadas antes de estudiar su inclusión en el conjunto de referencia. Es importante destacar que en las implementaciones donde se manejen soluciones no factibles, este método ha de ser capaz de, a partir de una solución no factible, obtener una que sea factible y después intentar mejorar su valor. Si el método no logra mejorar a la solución inicial, se considera que el resultado es la propia solución inicial.

3. Método para crear y actualizar el conjunto de referencia *RefSet* (Reference Set Update Method). A partir del conjunto de soluciones diversas P se extrae el conjunto de referencia según el criterio de contener soluciones de calidad y diferentes entre sí (Calidad y Diversidad). Las soluciones en este conjunto están ordenadas de mejor a peor respecto de su calidad.

3.1. Creación. Se inicia el conjunto de referencia con las $b/2$ ($|RefSet|=b$) mejores soluciones de P . Las $b/2$ restantes se extraen de P con el criterio de maximizar la mínima distancia con las ya incluidas en el conjunto de referencia. Para ello se debe definir previamente una función de distancia en el problema.

3.2. Actualización. Las soluciones fruto de las combinaciones pueden entrar en el conjunto de referencia y reemplazar a alguna de las ya incluidas, en caso de que las mejoren. Así pues, el conjunto de referencia mantiene un tamaño b constante, pero el valor de sus soluciones va mejorando a lo largo de la búsqueda. En implementaciones sencillas, la actualización de este conjunto se realiza únicamente por calidad, aunque se puede hacer también por diversidad.

4. Método para generar subconjuntos de *RefSet* (Subset Generation Method) a los que se aplicará el método de combinación. Scatter Search se basa en examinar de una forma bastante exhaustiva todas las combinaciones del *RefSet*. Este método especifica la forma en que se seleccionan los subconjuntos para aplicarles el método de combinación. Una implementación sencilla, utilizada a menudo, consiste en restringir la búsqueda a parejas de soluciones. Así el método considera todas las parejas que se pueden formar con los elementos del *RefSet* y a todas ellas le aplica el método de combinación.

5. Método de combinación de soluciones (Solution Combination Method). Scatter Search se basa en combinar todas las soluciones del conjunto de referencia. Para ello,

se consideran los subconjuntos formados por el método del paso 4, y se les aplica el método de combinación. La solución o soluciones que se obtienen de esta combinación pueden ser inmediatamente introducidas en el conjunto de referencia (actualización dinámica) o almacenadas temporalmente en una lista hasta terminar de realizar todas las combinaciones y después ver qué soluciones entran en éste (actualización estática). El siguiente esquema muestra cómo actúan los elementos descritos en un esquema básico del algoritmo.

1. Comenzar con $P = \emptyset$. Utilizar el **método de generación** para construir una solución y el **método de mejora** para tratar de mejorarla. Sea “x” la solución obtenida. Si “x” $\notin P$ entonces añadir “x” a P, en otro caso, rechazar “x”. Repetir esta etapa hasta que P tenga un tamaño prefijado.
 2. **Construir el conjunto de referencia** $RefSet = \{x_1, \dots, x_b\}$ con las b/2 mejores soluciones de P y las b/2 soluciones de P más diversas a las ya incluidas.
 3. **Evaluar las soluciones** en RefSet y ordenarlas de mejor a peor respecto a la FO.
 4. Hacer NuevaSolución = TRUE
- Mientras** NuevaSolución = TRUE
5. NuevaSolucion = FALSE
 6. **Generar los subconjuntos** de RefSet en los que haya al menos una nueva solución. **Mientras** queden subconjuntos sin examinar
 7. **Seleccionar un subconjunto** y etiquetarlo como examinado.
 8. Aplicar el **método de combinación** a las soluciones del subconjunto.
 9. Aplicar el **método de mejora** a cada solución obtenida por combinación. Sea x la solución mejorada:
Si $f(x) < f(x_b)$ y x no está en RefSet
 10. Hacer $x_b = x$ y reordenar Refset
 11. Hacer NuevaSolucion = TRUE

El algoritmo hace referencia a los subconjuntos de *RefSet* construidos con el “Subset Generation Method” ya que se pueden combinar parejas, tríos o cualquier número de soluciones. Es usual el limitar las combinaciones a parejas, por lo que el punto 6 equivaldría a decir: “Generar todas las parejas de soluciones del *RefSet* en las que al

menos una de las dos sea nueva”. Por nueva se entenderá que haya entrado al conjunto después de realizar la última combinación de todo *RefSet*.

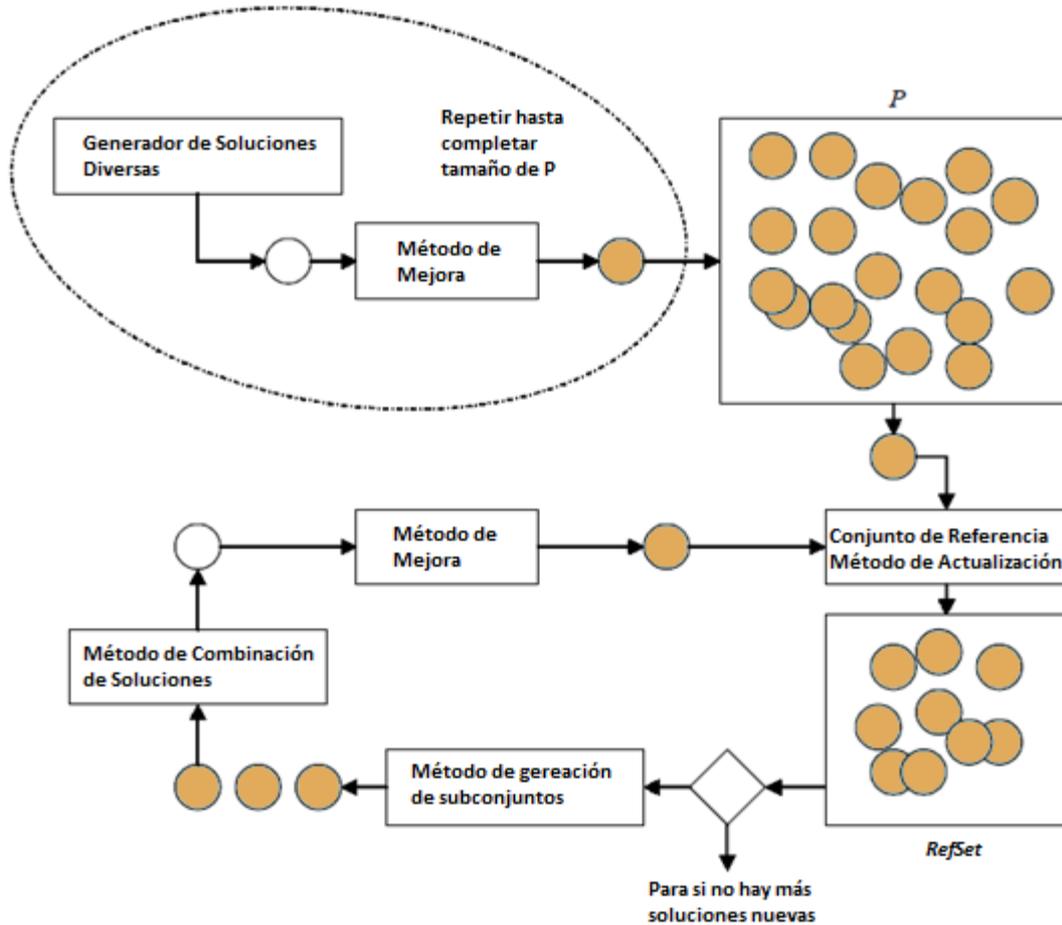


Figura 31: Esquema del método Scatter Search (adaptación de Martí et al. 2003).

La Figura 31 muestra un esquema del método básico descrito. Notar que el algoritmo se detiene cuando al tratar de combinar vemos que no hay nuevos elementos en el conjunto de referencia.

7.- Búsqueda y análisis de RG óptimas mediante algoritmos de optimización

En este capítulo se analizan los resultados de las distintas pruebas llevadas a cabo con diferentes algoritmos de optimización (heurístico, SCE-UA, Scatter Search), varias funciones objetivo mediante las que los algoritmos evolutivos consiguen optimizar la gestión y distintas RG, con más o menos parámetros que las definen.

Para saber en qué zonas del sistema era factible modificar la gestión para optimizarla, se realizó un primer análisis manual, basado en un conjunto de pruebas, en la que en cada una de estas pruebas se dejaba de aplicar la gestión propuesta inicialmente y se observaba qué consecuencias acarrearía en los resultados, sobretodo de déficits y costes de bombeos. Con dichas pruebas se han determinado un conjunto de zonas del sistema cuya gestión era factible de optimizar.

7.1.- Algoritmo Heurístico

Los primeros intentos de búsqueda de una gestión óptima del sistema se han centrado en aquellas zonas en las que se ha considerado, que de una forma relativamente sencilla, se podría obtener una mejora respecto a la gestión obtenida manualmente, analizada en el segundo bloque de este estudio. En el análisis mencionando anteriormente para buscar posibles zonas del sistema a optimizar, se han seleccionado aquellas en las que su gestión no afectaba considerablemente al resto del sistema y, que ésta, dependiese de una o dos variables de decisión (un indicador de una RO, un V_{obj} , etc.). Las zonas cuya gestión cumplen estas condiciones son las siguientes:

En la zona de Taloro, la gestión del embalse de Torrei y la RO definida en el bombeo procedente del embalse de Gusana.

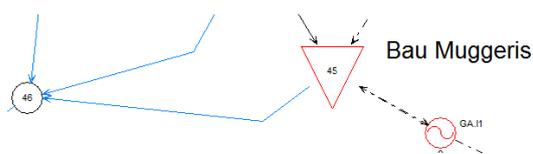


Figura 32: Zona de Ogliastra. Embalse de Bau Muggeris y tramo de río aguas abajo.

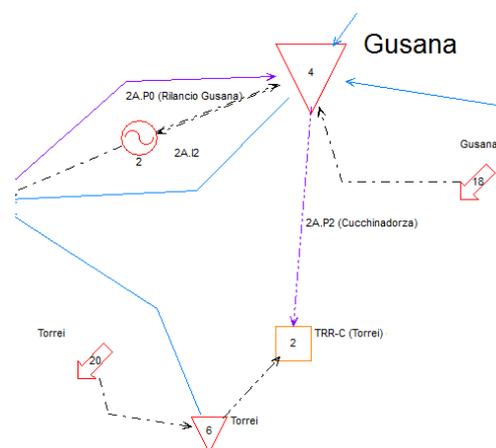


Figura 33: Zona de Taloro. Embalse de Torrei y bombeo 2A.P2 en el que se define la RO.

En la zona de Ogliastra, la RO definida en el tramo de río aguas abajo del embalse de Bau Muggeris.

En la zona de Leni (Flumendosa-Campidano), el V_{obj} del embalse de Leni.

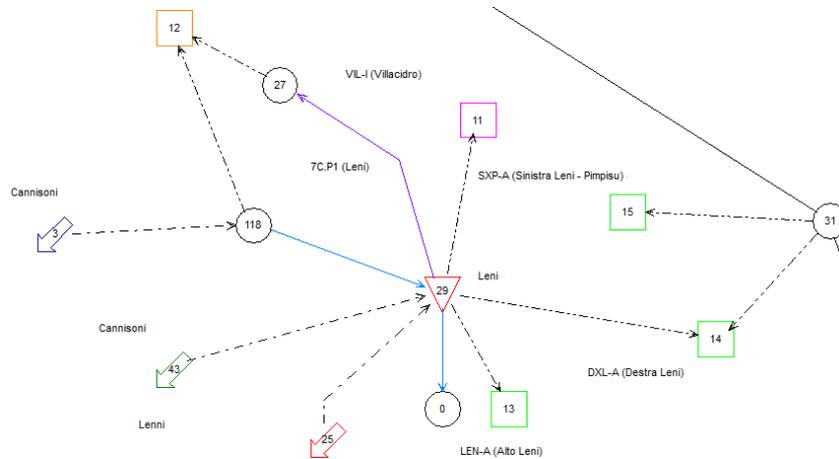


Figura 34: Zona de Leni (Flumendosa-Campidano). Embalse y demandas.

El procedimiento llevado a cabo en este punto del estudio ha consistido en la generación aleatoria de las variables de decisión (parámetros de las RG) y análisis de los resultados obtenidos mediante el módulo SIMGES para cada una de estas generaciones aleatorias. Para ello se ha empleado la función ALEATORIO.ENTRE de MS Excel, indicando los límites inferiores y superiores de las variables de decisión. Además, se ha seguido la metodología descrita en la Figura 26, lanzamiento del algoritmo (en este caso, la generación aleatoria de las variables de decisión), generación de dichas variables, escritura de archivos, lanzamiento del módulo SIMGES, importación de los resultados y así, una y otra vez, el número de iteraciones que el usuario le indique y que para cada uno de los tres casos se comentará en las siguientes líneas.

Antes de analizarlos, cabe recordar algunos de los valores que se obtenían en la gestión del sistema llevada a cabo en el segundo bloque de este estudio.

Coste medio anual de bombeo	Nº de demandas con déficit
3,675,330.24 €	4

Tabla 20: Resultados de la gestión del sistema obtenida manualmente.

7.1.1.- Torrei

En la zona de Taloro se encuentra el bombeo 2A.P2 procedente del embalse de Gusana. Es la gestión de este bombeo la que se quiere optimizar, pero para ello, además de modificar el volumen umbral de la RO que lleva asociado, se va a variar el V_{obj} del embalse de Torrei. Esto se debe a que el volumen umbral de la RO corresponde al del embalse de Torrei, y por tanto, la RO dependerá del volumen almacenado cada mes en

dicho embalse. Manualmente se llegó a definir que cuando el volumen almacenado en Torrei descendiese de 0.2 hm^3 , se bombease agua a la demanda de Torrei desde el embalse de Gusana. Además, se definía el V_{obj} de Torrei al máximo del volumen del embalse (0.9 hm^3) para que almacenase toda el agua posible antes de enviarla aguas abajo y así tenerla disponible para suministrarla a la demanda de Torrei.

Para esta situación, al tratarse de dos variables las que se pretendían modificar, se fijó inicialmente un número de iteraciones de 100, comprobándose posteriormente que eran suficiente. Con este procedimiento se buscó la combinación de ambas variables que proporcionaban el menor coste de bombeo, descartando aquellas soluciones en las que la demanda de Torrei sufría déficits. La modificación de esta gestión no afectaba en ningún momento a los déficits del resto de demandas del sistema.

El mejor resultado que se obtiene es el que proporciona un sistema con solo tres demandas con déficit y un coste media anual de bombeo de 3,675,081.91 €. La mejora no es mucha, alrededor de 250 € menos al año. Sin embargo, se ha conseguido un resultado que en las pruebas manuales llevadas a cabo en el segundo bloque de este estudio, no se había alcanzado. Estos resultados se consiguen con un V_{obj} de 0 hm^3 y un volumen umbral de la RO de 0.25 hm^3 . Respecto al V_{obj} , la optimización nos ha dado un resultado contrario al que se había considerado inicialmente.

7.1.2.- Bau Muggeris

La siguiente gestión que se pretende optimizar se centra en la RO que hay en el tramo de río aguas abajo del embalse Bau Muggeris. Esta RO venía impuesta por el “*Ente Acque della Sardegna*”, en la cual se definía que solo se enviase agua hacia Flumendosa-Campidano si el nivel en el embalse de Bau Muggeris era superior a 25 hm^3 , con la intención de que las demandas de Ogliastra no sufran déficits. El objetivo de esta optimización es buscar el mínimo volumen umbral de dicha RO.

Al variar solo un parámetro, se impuso un número total de iteraciones de 50, que posteriormente se demostró que también eran suficientes. Con este análisis se obtuvo que entre 8 y 20 hm^3 no se producen déficits en las demandas de Ogliastra y el coste de bombeo es el menor posible (3,675,232.60 €, sin tener en cuenta ninguna otra optimización), unos 100 € menos que la situación base. Por encima de 20 hm^3 el coste de bombeo aumenta y por debajo de 8 hm^3 , las demandas de Ogliastra sufren déficits.

7.1.3.- Leni

La última gestión a optimizar mediante la generación aleatoria es la que se encuentra en la zona de Leni. El objetivo es buscar el V_{obj} mínimo en el embalse de Leni con el cual las demandas civil e industrial de esta zona no sufran déficits. Manualmente, este volumen se fijó en 3 hm^3 (siendo el V_{max} de 19.5 hm^3).

Al igual que en el caso anterior, solo se va a modificar un parámetro, por lo que el número total de iteraciones se ha fijado en 50, siendo más que suficientes.

El resultado obtenido es que el V_{obj} óptimo es de 2.7 hm^3 , algo inferior a lo establecido manualmente. Por debajo de este valor, las demandas civil e industrial sufren déficit. Por encima, los costes de bombeo disminuyen pero el déficit de la demanda agraria de LEN-A aumenta. Para un V_{obj} de 2.7 hm^3 el coste medio anual de bombeo es de $3,675,330.24 \text{ €}$, el mismo valor que en el escenario base (el obtenido manualmente en el segundo bloque de este estudio).

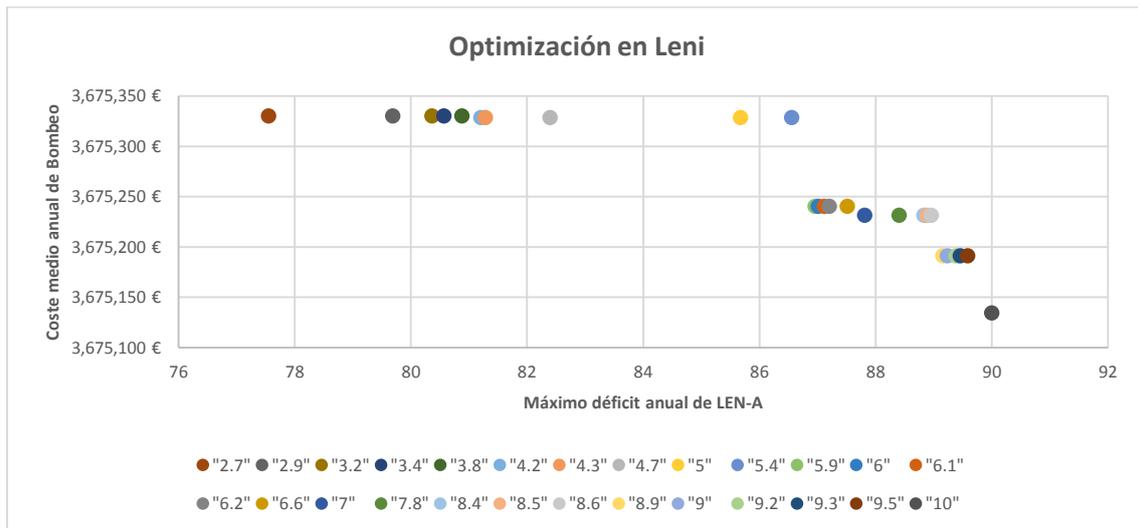


Gráfico 48: Máximo déficit anual en la demanda agraria de Leni frente al coste medio anual de bombeo.

En el gráfico superior, cada punto corresponde con un V_{obj} en Leni. Los V_{obj} por debajo de 2.7 hm^3 no se han representado puesto que provocan que más demandas sufran déficits. Para cada uno de los puntos se representa el máximo déficit anual de la demanda agraria de Leni (LEN-A, la única que sufre déficit), y el coste medio anual de bombeo del sistema.

7.2.- Algoritmo SCE-UA

El segundo apartado de búsqueda y análisis de RG óptimas emplea como algoritmo de optimización el SCE-UA. Este algoritmo requiere definir una serie de parámetros, como

el número máximo de evaluaciones de la función objetivo que va a minimizar, la forma en que finalizará en el caso de que no superase ese número máximo de evaluaciones. También se define la semilla inicial, a partir de la cual se generará aleatoriamente las variables de decisión y el número de complejos en el que se dividen los distintos individuos que genera el algoritmo. El valor de estos parámetros se ha especificado en base a diversos estudios que se han llevado a cabo, en el Grupo de Investigación de Recursos Hídricos de la UPV, con el algoritmo SCE-UA para la calibración de distintos tipos de parámetros. El resultado de estos análisis permite considerar los parámetros empleados como adecuados para la optimización.

En este apartado se han llevado a cabo tres análisis, variando en los dos primeros el número de variables de decisión que el algoritmo va modificando. En el último, se ha modificado la función objetivo empleada en los dos anteriores debido a los resultados proporcionados. En el primer análisis se han considerado seis variables de decisión (parámetros de las RG) y en el segundo, diez. Al aumentar este número de variables se busca que las RG estén definidas con más detalle y permitan una mejor gestión, con menos déficits y costes de bombeos. Cabe señalar, que a mayor número de variables de decisión, más tiempo emplea el SCE-UA para obtener el óptimo, por tanto, se debe analizar si un aumento del número de variables obtiene unos resultados más óptimos que compensen el mayor tiempo de optimización. Respecto al tercer análisis con una segunda función objetivo, se llevó a cabo tras analizar los resultados proporcionados por la primera función objetivo.

La función objetivo empleada en los dos primeros análisis (FO_1) consta de dos términos, uno relativo a los déficits de las demandas y otro a los costes de bombeos. Se pretende obtener el menor número de demandas con déficit y el menor valor del máximo déficit anual de éstas. Además, también se busca el menor coste de bombeo, con el fin de disminuir los gastos económicos generados por estos. El problema que supone estos dos objetivos es que normalmente, en este tipo de sistema, al disminuir los déficits de las demandas, supone un aumento en los caudales bombeados y, por tanto, en su coste final. Al revés, también ocurre lo mismo, si pretendes minimizar el coste de bombeo, las demandas sufren más déficits. Por tanto, con la función objetivo que se define, se pretende que ambos conceptos se minimicen para obtener la gestión óptima.

$$FO_1 = 0.5 * \frac{\sum DMA}{NDCD * 100} + 0.5 * \frac{\sum CB}{5 * 10^6}$$

Siendo:

DMA: Déficit Máximo Anual de cada demanda.

NDCD: Nº de Demandas Con Déficit.

CB: Coste de cada Bombeo.

Además, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones. Al primer término se le impone un valor de 500 si en NDCD es superior a siete (valor alto para que el algoritmo descarte dicha combinación de variables de decisión). Este valor se ha definido como límite superior de demandas que pueden sufrir déficits. En la gestión manual descrita en el segundo bloque de este estudio, presentaba cuatro demandas con déficit. El aumentar el límite a siete se lleva a cabo para tener en cuenta alguna combinación de las variables de decisión que disminuyen considerablemente el bombeo aumentando ligeramente el déficit de las demandas. Respecto al segundo término, si la suma de CB es superior a 5×10^6 €, el valor de este segundo término también es de 500. El límite se ha fijado como una cantidad suficientemente elevada del coste de bombeo que no debería superarse. En cuanto al término correspondiente a los déficits, se divide entre 100 para hacerlo unitario. Se emplea este valor porque es el máximo que puede alcanzar el valor del máximo déficit anual. De forma similar, el término de los costes de bombeo, se divide entre a 5×10^6 , considerándolo como límite superior, lo cual permite hacer unitario el segundo término. Según esto, cada término podría valer hasta 1, por ese motivo, cada uno se multiplica por 0.5 y, así, el peor valor de la FO (la gestión menos óptima) que podría alcanzar es 1 (o valores superiores a 500 si se incumple algunas de las condiciones que se han comentado en el párrafo anterior).

La segunda función objetivo (FO_2) tiene el mismo fin que la anterior, pero ésta se ha intentado mejorar de cara a que las demandas civiles tenga preferencia sobre el resto (es decir, que sean las últimas en sufrir déficits) y que, por aumentar el número de demandas con déficit, el término asociado al máximo déficit anual disminuya.

$$FO_2 = 0.3 * \frac{NDCD}{8} + 0.2 * \frac{\sum DMA}{NDCD * 100} + 0.5 * \frac{\sum CB}{5 * 10^6}$$

Siendo:

DMA: Déficit Máximo Anual de cada demanda.

NDCD: Nº de Demandas Con Déficit.

CB: Coste de cada Bombeo.

El tercer término relativo al coste de bombeo no se ha modificado respecto a la FO_1 . En cuanto a los déficits de las demandas, el término de la FO_1 se ha dividido en dos. El primero relativo al número de demandas con déficit y el segundo al máximo déficit anual. El primer término adopta un valor de 500 si el número de demandas civiles con déficit es superior a 1, o si el número de demandas total con déficit es superior a 8. En esta función objetivo se ha ampliado el número de demandas con déficit a 8, de ahí que el primer término esté dividido por esta cantidad. El segundo término, tiene en cuenta el máximo déficit anual de las demandas. En el caso de que NDCD sea mayor que 8, la restricción ya la incorpora el primer término de la ecuación. Al darle más peso al primer término que al segundo, se pretende evitar que aumentando el número de demandas con déficit, disminuya el máximo déficit anual.

Como se ha comentado, se han realizado tres análisis con el algoritmo SCE-UA. En ellos, se ha buscado obtener una RG óptima para el sistema modificando la gestión de las mismas zonas. La diferencia es el grado de definición de la RG y la función objetivo empleada. La gestión que se pretende optimizar es la siguiente:

Los V_{obj} de los dos embalses principales del sistema Flumedosa-Campidano. En el primer análisis con seis variables, este V_{obj} será constante para los 12 meses del año. Sin embargo, en el segundo análisis, se definirá una curva definida por tres puntos, para que el V_{obj} sea distinto en los 12 meses del año.

El resto de la gestión que se va a modificar se encuentra en la RO definida en la toma Este de la demanda de Sarcidano (para minimizar el bombeo 7A.P1), en la RO definida en el bombeo de Sulcis (desde Genna Is Abbis a Bau Pressiu) y los V_{obj} de los embalses de Punta Gennarta y Medau Zirimilis.

7.2.1.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_1)

Como primer análisis con el algoritmo SCE-UA se ha pretendido seleccionar un número de variables de decisión no excesivamente elevado, seis. Los V_{obj} de Monte Su Rei, Nuraghe Arrubiu, Punta Gennarta y Medau Zirimilis (4) y los volúmenes umbrales de las RO de Is Barroccus y de Sulcis (2).

La optimización ha empleado un total de 1689 iteraciones hasta su finalización. La mejor FO_1 obtenida alcanza un valor de 0.48, con un coste medio anual de bombeo de 3,156,577.93 € y un número total de demandas con déficit de 7 (valor más elevado que

en la gestión manual). Sin embargo, en el proceso se han ido guardando todas las combinaciones de gestión para hacer un análisis manual de los resultados. En el siguiente gráfico se representa el número de demandas con déficit frente al coste medio anual de bombeo.

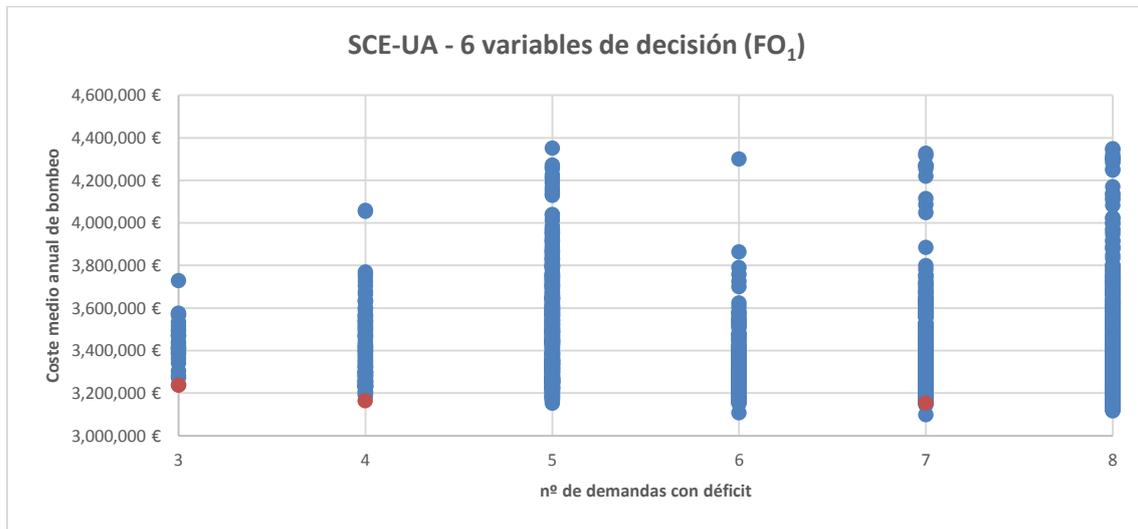


Gráfico 49: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (6 variables- FO_1).

El gráfico anterior, es un gráfico multiobjetivo, cuyos objetivos son minimizar el número de demandas con déficit y el coste medio anual de bombeo. Gracias a este tipo de gráficos, el usuario puede, de entre todas las soluciones, seleccionar aquella que considere más adecuada para la gestión del sistema.

Tras el análisis del gráfico anterior, se han representado tres puntos en rojo que se han considerado como una posible alternativa de gestión. El punto rojo que se encuentra en la vertical de 7 demandas con déficit, es el que proporciona el algoritmo. Esto se debe a que al aumentar el número de demandas con déficit, si el máximo déficit anual de éstas no es muy elevado, hace disminuir considerablemente el valor de la FO_1 . Este hecho da a entender que la FO_1 puede mejorarse, para que busque por un lado el menor número de demandas con déficit y, por otro, el menor valor del máximo déficit anual. Éste es un motivo por el cual se decide emplear la FO_2 en el apartado 7.2.3.

Los otros dos puntos en rojo presentan un menor número de demandas con déficit. En el primer caso, se obtienen tres demandas con déficit y un coste de bombeo algo superior a los 3.2 millones de euros. La otra, presenta cuatro demandas con déficit pero el coste de bombeo disminuye por debajo de los 3.2 millones de euros. Ambas alternativas son mejores que las obtenidas en la gestión manual, sobre todo la que presenta tres demandas con déficit. Aun así, el usuario puede elegir la gestión que

considere más adecuada para el sistema, es decir, si lo que pretende es reducir al máximo el coste de bombeo aunque aumente el número de demandas con déficit, se puede elegir la solución con 7 u 8 demandas con déficit y un coste de bombeo en torno a los 3.1 millones de euros.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para las gestiones marcadas en rojo. Por un lado se indica el coste medio anual de bombeo del sistema y, por otro, el máximo déficit anual de cada demanda.

Nº demandas déficit	3	4	7
Coste de bombeo	3,236,579.94 €	3,163,451.21 €	3,156,577.93 €
GIO-A	85.148	85.148	85.148
GUS-C	47.043	47.043	47.043
IGL-A	0	6.73	6.164
ISI-A	0	0	10.420
LEN-A	80.185	80.185	80.185
ORR-C	0	0	0.099
SUL-C	0	0	1.201

Tabla 21: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).

En la tabla se puede ver, como la solución con siete demandas con déficit, incluye tres civiles. La de GUS-C es normal, puesto que esta demanda presentaba un déficit crónico debido a la falta de aportaciones del sistema en esa zona. Sin embargo, la de SUL-C y la de ORR-C, al poderse evitar, no deberían sufrir déficits y, por tanto, esta solución podría sustituirse por alguna de las otras dos alternativas. Éste es otro de los motivos por los cuales se decide emplear la FO₂, como se analiza en el apartado 7.2.3.

La siguiente tabla muestra las RG para las tres alternativas analizadas en la tabla anterior.

	Monte Su Rei	Nuraghe Arrubiu	Is Barrocos	Sulcis	Punta Gennarta	Medau Zirimilis
3	111.213	9.724	7.658	3.848	8.752	16.05
4	34.227	17.917	5.892	2.263	6.79	7.282
7	36.364	26.692	5.137	1.025	7.183	8.045

Tabla 22: Volúmenes que definen las RG de las alternativas analizadas.

Se ve una gran diferencia entre la alternativa con tres demandas con déficit y las otras dos. En ésta, el V_{obj} de Monte Su Rei es bastante elevado, entorno al 30% de su capacidad, mientras que en las otras está alrededor del 10-15%. También, el V_{obj} de Medau Zirimilis está prácticamente al máximo (16.7 hm³) y los volúmenes para Is Barrocos, Sulcis y Punta Gennarta son algo superiores a las otras dos alternativas. Otra conclusión que se extrae es que en Is Barrocos, con niveles por debajo de los 5.8 (segunda alternativa), provoca que la demanda ORR-C sufra déficits (tercera alternativa).

7.2.2.- Búsqueda de la RG óptima con 10 variables de decisión (FO_1)

Tras el primer análisis con el SCE-UA, se planteó buscar una RG más compleja que pudiese mejorar los resultados obtenidos previamente. Para ello, en vez de considerar constante el V_{obj} de los embalses de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu, se ha definido una curva paramétrica en función de tres valores (variables de decisión). El valor de los meses de septiembre y octubre se han considerado los mismos, ya que son los meses extremos del mes hidrológico y así se obliga a que no hayan saltos bruscos de un mes a otro. Los otros dos meses claves son enero y mayo. Entre octubre-enero, enero-mayo y mayo-septiembre se ha definido una interpolación lineal de los valores.

Por tanto, hay diez variables de decisión: tres para el V_{obj} de Monte Su Rei y otros tres para el de Nuraghe Arrubiu (6), uno para la RO de Is Barroccus (1), otro para la RO de Sulcis (1) y dos más para los V_{obj} de Punta Gennarta y Medau Zirimilis (2).

El número total de iteraciones realizadas por el SCE-UA para esta búsqueda ha sido de 5145 y una función objetivo (FO_1) de 0.479, ligeramente mejor que en el punto anterior. El coste medio anual de bombeo es de 3,140,449.30 € y el número de demandas con déficit es de 7. Como se ve, el coste de bombeo se ha conseguido mejorar respecto a la búsqueda con seis variables.

Al igual que en el punto anterior, se han registrado todas las iteraciones y, en el siguiente gráfico, se muestra el número de demandas con déficit frente al coste medio anual de bombeo. Con este gráfico el usuario puede elegir la solución que considere más oportuna para su gestión.

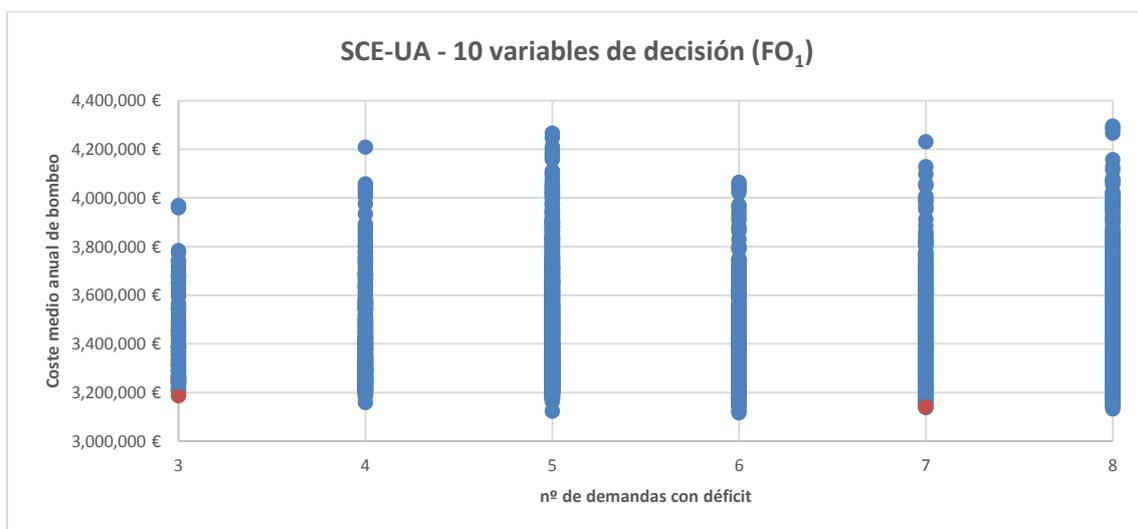


Gráfico 50: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (10 variables- FO_1).

Al igual que antes, se han marcado algunos puntos (soluciones) en rojo. La que presenta siete demandas con déficit es la que ha encontrado el SCE-UA con la FO₁ definida. Sin embargo, se puede ver como hay una gran cantidad de alternativas. Se ha seleccionado otra en rojo que presenta tres demandas con déficit, en este caso, llama la atención que se obtiene un coste medio anual de bombeo inferior a los 3.2 millones de euros, algo que con la búsqueda de seis variables no se había obtenido.

De ambas soluciones se muestran, en la siguiente tabla, los resultados de costes medios de bombeos y máximos déficits anuales de las demandas.

Nº demandas déficit	3	7
Coste de bombeo	3,186,007.04 €	3,140,449.30 €
GIO-A	85.148	85.148
GUS-C	47.043	47.043
IGL-A	0	9.114
ISI-A	0	10.420
LEN-A	80.185	80.185
ORR-C	0	0.099
SIL-A	0	0.15

Tabla 23: Resumen de resultados para las alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).

Comparando ambas soluciones, la primera es mejor alternativa en cuanto a demandas que sufren déficits, pero en cuanto al coste de bombeo, ésta es algo superior a la segunda alternativa (que presenta siete demandas con déficit). A diferencia de la solución óptima encontrada por el SCE-UA en el apartado anterior, en ésta, se ha reducido el número de demandas civiles con déficit a uno, a parte de GUS-C. Por tanto, esta solución con siete demandas con déficit y un coste medio anual de bombeo menor, es algo mejor que la alternativa encontrada en el punto anterior.

Las siguientes dos tablas muestran las RG para las dos alternativas analizadas. En la primera se encuentran los 12 valores de los V_{obj} de los embalses de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu. La segunda, el resto de volúmenes indicadores de las RO y V_{obj} de los dos embalses restantes.

	Mote Su Rei		Nuraghe Arrubiu	
	3	7	3	7
oct	58.03	113.804	88.49	17.255
nov	62.862	97.309	95.529	12.330
dic	67.694	80.814	102.568	7.406
ene	72.526	64.32	109.608	2.482
feb	92.887	88.428	87.068	3.153

mar	113.249	112.537	64.528	3.824
abr	133.611	136.645	41.988	4.495
may	153.973	160.754	19.448	5.167
jun	129.987	149.016	36.708	8.189
jul	106.001	137.279	53.969	11.211
ago	82.015	125.541	71.229	14.233
sept	58.03	113.804	88.49	17.255

Tabla 24: Volúmenes (hm^3) que definen las RG de las dos alternativas analizadas. Parte 1.

	Is Barrocos	Sulcis	Punta Gennarta	Medau Zirimilis
3	5.951	1.444	6.53	11.739
7	2.006	8.845	7.987	11.739

Tabla 25: Volúmenes (hm^3) que definen las RG de las dos alternativas analizadas. Parte 2.

De la tabla con los V_{obj} de Monte Su Rei y Nuraghe Arrubiu se aprecia como para la primera alternativa los volúmenes se mantienen más o menos al mismo nivel en los dos embalses, con valores comprendidos entre los 58 y los 154 hm^3 . Sin embargo, en la segunda alternativa, los niveles en Monte Su Rei son bastante más elevados que en Nuraghe Arrubiu.

De la última tabla cabe destacar el volumen de la RO de Is Barrocos, en la primera alternativa se consigue que la demanda de ORR-C no sufra déficits, sin embargo, en la segunda, al tener un valor tan bajo, dicha demanda no se puede suministrar al 100%. Además, el volumen de la RO de Sulcis también es muy diferente, en la primera es bastante bajo y aun así, se consigue que aguas abajo, las demandas no sufran déficits.

7.2.3.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_2)

Tras los resultados vistos en los dos puntos anteriores, se decide definir una nueva función objetivo, explicada al principio del apartado 7.2, que permita encontrar soluciones óptimas que no presenten más de una demanda civil (GUS-C) con déficit y que en vez de que el algoritmo seleccione una solución con 7 demandas con déficit, lo haga con una que tiene solo 3, lo que indicará que la línea de búsqueda es la correcta. La optimización ha empleado un total de 1594 iteraciones hasta su finalización. La mejor FO_2 obtenida alcanza un valor de 0.443, con un coste medio anual de bombeo de 3,161,191.56 € y un número total de demandas con déficit de 3. Este resultado es mejor que el que se obtenía en el apartado 7.2.1 y como se ve en el gráfico siguiente en el que aparecen los resultados de todas las iteraciones, es la solución con menor número de demandas con déficit y menor coste medio anual de bombeo.

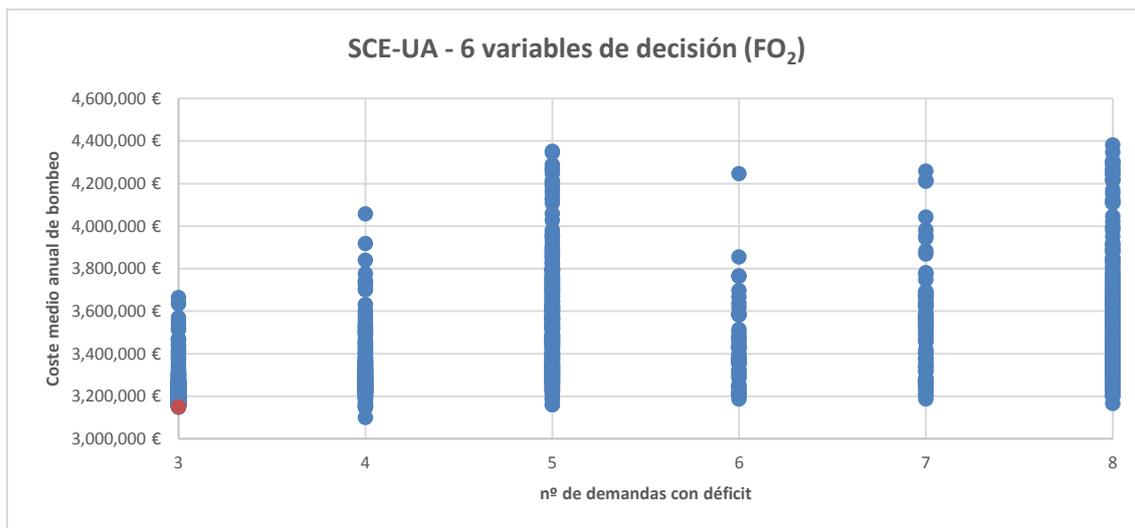


Gráfico 51: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (6 variables- FO_2).

Si lo comparamos con el gráfico que aparece en el apartado 7.2.1, se puede observar que son bastante parecidos. En ambos, el número de soluciones encontradas para 3 y 4 demandas con déficits son menores que para el resto. La diferencia es que en este gráfico se obtienen soluciones en las que el coste medio anual de bombeo para 3 demandas con déficits es menor, y, sin embargo, para 7 demandas con déficit no lo es tanto como en el gráfico del apartado mencionado.

La siguiente tabla muestra el valor del máximo déficit anual para las tres demandas con déficit que ha encontrado el algoritmo. Coinciden con el valor obtenido para dichas demandas con la FO_1 .

GIO-A	85.15 %
GUS-C	47.04 %
LEN-A	80.19 %

Tabla 26: Máximo déficit anual de las demandas con déficit (FO_2).

Monte Su Rei	Nuraghe Arrubiu	Is Barroccus	Sulcis	Punta Gennarta	Medau Zirimilis
36.043	10.064	8.455	1.089	7.787	13.134

Tabla 27: Volúmenes (hm^3) que definen la RG obtenida por el algoritmo (FO_2).

Los valores de los parámetros que definen la RG encontrada en este apartado, son distintos a los obtenidos en el apartado 7.2.1 para la solución con 3 demandas con déficit. En esta ocasión el V_{obj} de Monte Su Rei es bastante más bajo. En Is Barroccus se ha aumentado un poco el nivel de la RO. En Sulcis se ha disminuido también de manera considerable y en Punta Gennarta y Medau Zirimilis también han variado un poco. Con estos cambios, lo que se puede destacar es que esta nueva solución obtiene un coste medio anual de bombeo menor.

7.3.- Algoritmo SCATTER SEARCH

En los dos puntos anteriores se han empleado distintos algoritmos de optimización, por un lado, técnicas heurísticas basadas en el lanzamiento masivo de simulaciones, y por otro, el algoritmo evolutivo SCE-UA, con el objetivo de buscar RG óptimas para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano. En este capítulo se va a emplear un último algoritmo, el algoritmo evolutivo Scatter Search. Este algoritmo ha sido traducido de C# a VBA con el objetivo de tener todas las herramientas en el mismo lenguaje y poder manejarlas desde la *aplicación principal*.

En este apartado se han llevado a cabo dos análisis, tras los resultados con el SCE-UA, se ha optado por descartar el análisis con 10 variables de decisión, pues aunque mejoraba algo los resultados, el tiempo de ejecución era mayor. El objetivo de este capítulo es analizar el Scatter Search, empleando las dos funciones objetivo (FO_1 y FO_2) definidas en el capítulo anterior y comparar los resultados con el SCE-UA para ver qué algoritmo obtiene mejores resultados y es más eficiente. Por tanto, cada función objetivo se ha empleado en uno de los dos análisis y en ambos se han analizado las RG con 6 variables de decisión.

A diferencia del SCE-UA, el Scatter Search solo requiere definir el tamaño de la población y del grupo de referencia con el que trabajará, a parte del número de iteraciones. Como se explica en el Capítulo 6.2, este algoritmo suele trabajar con poblaciones pequeñas, normalmente de 10 individuos. Por este motivo, los análisis realizados se han empleado esta cantidad para el tamaño de la población. Respecto al grupo de referencia, se ha optado por emplear la mitad del tamaño de la población, es decir, 5 individuos.

Como se ha comentado anteriormente, las funciones objetivo son las mismas que se han empleado en el punto anterior. A modo de recordatorio, se vuelven a mencionar a continuación:

$$FO_1 = 0.5 * \frac{\sum DMA}{NDCD * 100} + 0.5 * \frac{\sum CB}{5 * 10^6}$$

$$FO_2 = 0.3 * \frac{NDCD}{8} + 0.2 * \frac{\sum DMA}{NDCD * 100} + 0.5 * \frac{\sum CB}{5 * 10^6}$$

Siendo:

DMA: Déficit Máximo Anual de cada demanda.

NDCD: Nº de Demandas Con Déficit.

CB: Coste de cada Bombeo.

La diferencia principal entre ambas es que la segunda tienen en cuenta que las demandas civiles sean las últimas en sufrir déficits. Además, se amplía el rango de demandas con déficit a 8. En esta función objetivo se divide el término relativo a los déficits de las demandas a dos, dándole mayor importancia al número de demandas con déficit que al máximo déficit anual. Esto es así, puesto que los resultados obtenidos con la FO_1 mostraban que, por encima de 3 demandas con déficits, estos déficits eran inferiores al 50% y los déficits de esas 3 demandas se mantenían constantes.

7.3.1.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO_1)

En esta ocasión, al igual que con el análisis realizado con el SCE-UA también se ha obtenido como mejor resultado de la FO_1 aquel en el que el número de demandas con déficit es de 7. Sin embargo, se aprecia en el gráfico inferior una gran diferencia con los resultados del algoritmo anterior, el Scatter Search no obtiene ninguna solución en la que el número de demandas con déficit sea de 3.

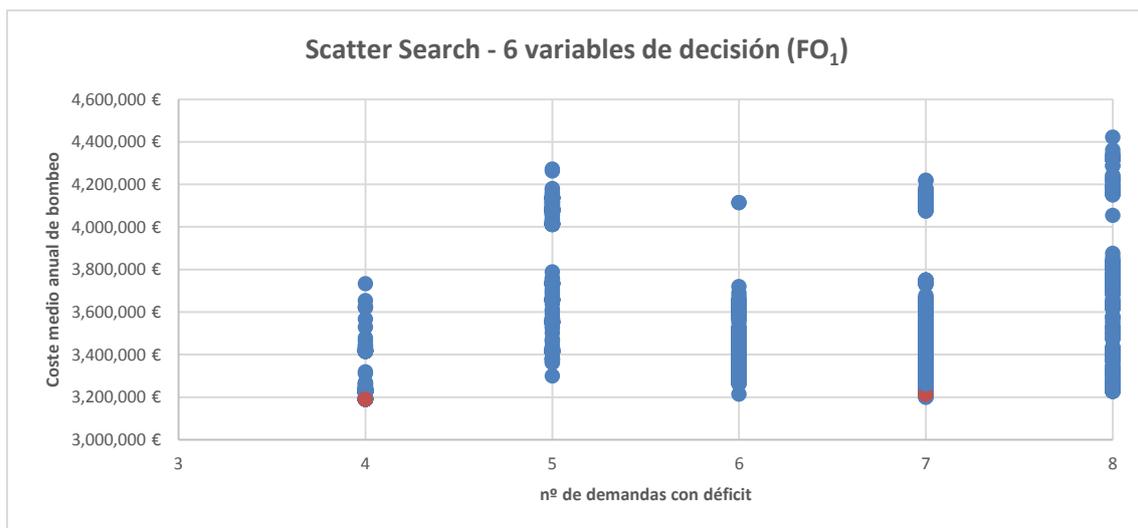


Gráfico 52: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (Scatter Search - 6 variables- FO_1).

Cabe mencionar que Scatter Search ha necesitado 5000 evaluaciones de la FO_1 para llegar a la solución encontrada. El SCE-UA, para este mismo caso, ha requerido de aproximadamente 1700 evaluaciones, una cifra considerablemente inferior. Además, se puede observar en el gráfico superior como hay intervalos del coste medio anual de bombeo en el que el algoritmo no busca o no encuentra ninguna solución. Sin embargo, en el SCE-UA los 1700 puntos están más distribuidos a lo largo del eje de ordenadas. Aparte de la solución encontrada por el algoritmo, en el proceso se han ido guardando todas las combinaciones de gestión para hacer un análisis manual de los resultados. En

el gráfico se han representado todas esas soluciones, marcando dos puntos en rojo, uno la solución obtenida con la FO₁ y, el otro, la solución con menor coste medio anual de bombeo para un número de 4 demandas con déficit.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para las gestiones marcadas en rojo. El primero corresponde con el coste medio anual de bombeo del sistema y el resto, con el máximo déficit anual de cada demanda.

Nº demandas déficit	4	7
Coste de bombeo	3,189,757.09 €	3,272,071.21 €
GUS-C	47.04	47.04
LEN-A	80.19	80.19
ISI-A	0	15.23
SAR-C	0	0.153
GIO-A	85.15	85.15
SUL-C	0	0.934
IGL-A	3.605	0
ORR-C	0	8.65

Tabla 28: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).

En la tabla anterior se puede apreciar cómo las demandas GUS-C, LEN-A y GIO-A, que son las tres que siempre tiene déficit, que éste se mantiene constante en las soluciones representadas en la tabla. El resto de demandas de ambas soluciones no coinciden. En términos económicos, estas dos soluciones son peores que las obtenidas con el SCE-UA, ya que el coste medio anual de bombeo es mayor.

La siguiente tabla muestra las RG para las dos alternativas analizadas en la tabla anterior.

	Monte Su Rei	Nuraghe Arrubiu	Is Barroccus	Sulcis	Punta Gennarta	Medau Zirimilis
4	43.329	0.147	8.399	4.883	12.7	16.589
7	193.657	0	4.022	0.987	5.265	16.7

Tabla 29: Volúmenes (hm³) que definen las RG de las alternativas analizadas.

Se puede apreciar como los valores de los diferentes parámetros de las RG para estas dos soluciones son ciertamente distintos a los que se han mostrado con el SCE-UA, lo que da a entender que distintos valores de dichos parámetros pueden obtener resultados similares, en términos de número de demandas con déficit y coste medio anual de bombeo, aunque en este caso, no tan óptimos como los obtenidos con el SCE-UA.

7.3.2.- Búsqueda de la RG óptima con 6 variables de decisión (FO₂)

Se han realizado 3999 evaluaciones de la FO₂ con el Scatter Search y la solución óptima obtenida por este algoritmo es aquella que presenta 3 demandas con déficit y un coste

medio anual de bombeo de 3,251,280.22 €. Con esta función objetivo (FO_2), el Scatter Search sí que ha encontrado soluciones en las que el número de demandas con déficit es de 3, hecho que con la FO_1 no ocurría. A diferencia del SCE-UA, y al igual que en el punto anterior, se sigue apreciando que las soluciones se concentran en determinados costes medios anuales de bombeo a diferencia de la distribución que se observa en los gráficos obtenidos con el SCE-UA, es decir, siguen habiendo rangos del coste medio anual de bombeo que el Scatter Search no analiza.

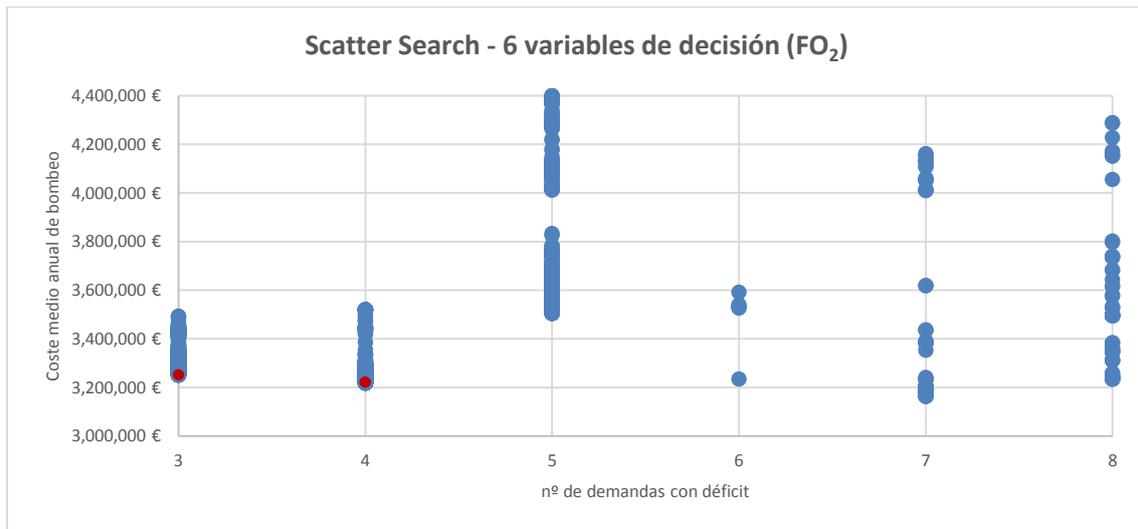


Gráfico 53: Número de demandas con déficits frente al coste medio anual de bombeo del sistema (Scatter Search - 6 variables- FO_2).

El hecho de definir una función objetivo u otra, afecta al Scatter Search a la hora de analizar el espacio de búsqueda, ya que con la FO_1 se centraba más en un número de demandas con déficit superior a 5 y con esta FO_2 , se aprecia como el mayor número de puntos, aunque concentrados, se encuentran en las soluciones con 3 y 4 demandas con déficits. Sin embargo, el SCE-UA, amplía su espacio de búsqueda independientemente de la función objetivo.

En la siguiente tabla se presentan los resultados para las gestiones marcadas en rojo, la obtenida como solución óptima por el algoritmo y otra con el menor coste medio anual de bombeo, pero con 4 demandas que sufren déficits.

Nº demandas déficit	3	4
Coste de bombeo	3,251,280.22 €	3,205,080.61 €
GUS-C	47.04	47.04
LEN-A	80.19	80.19
GIO-A	85.15	85.15
IGL-A	0	3.25

Tabla 30: Resumen de resultados para las tres alternativas analizadas (déficits (%) y coste de bombeo).

Como se puede apreciar en la tabla superior, los déficits son prácticamente iguales, únicamente que para que la demanda IGL-A no sufra déficits, es necesario un ligero incremento del coste medio anual de bombeo.

La siguiente tabla muestra las RG para las dos alternativas analizadas en la tabla anterior. Los valores de los volúmenes de las RG son bastante similares en ambas alternativas, la única diferencia importante es el nivel en Nuraghe Arrubiu, en donde se define un valor de casi 42 hm³ para conseguir 3 demandas con déficit, en vez de 4.

	Monte Su Rei	Nuraghe Arrubiu	Is Barrocos	Sulcis	Punta Gennarta	Medau Zirimilis
3	35.73	41.789	8.011	5.619	12.226	15.99
4	51.391	0	8.873	4.732	12.7	16.7

Tabla 31: Volúmenes (hm³) que definen las RG de las alternativas analizadas.

Tras realizarse este análisis y apreciar, como ya se ha comentado, que el Scatter Search parece no analizar todo el rango posible del coste medio anual de bombeo, se han llevado a cabo algunas pruebas más en las que se ha modificado el tamaño de la población. Se ha ido aumentando, poco a poco, desde su valor inicial de 10 individuos hasta los 50 individuos. Cabe recordar que este algoritmo trabaja con poblaciones pequeñas, por lo que más de 50 individuos ya no se ha creído conveniente analizar.

A continuación se van a mostrar un par de gráficos con las distintas soluciones encontradas para el análisis con una población de 30 individuos y de 50 individuos. Así se podrá ver cómo afecta el tamaño de la población en los resultados del algoritmo.

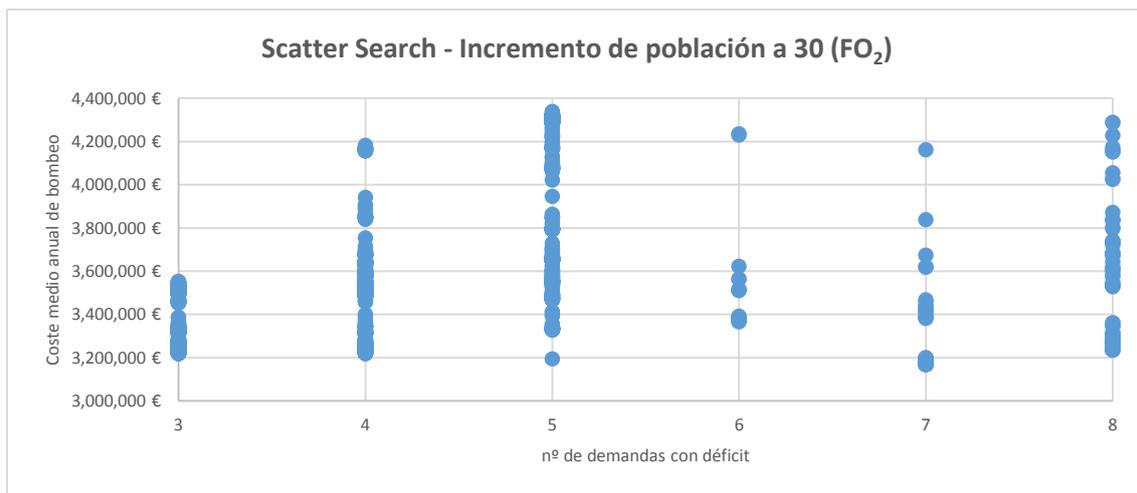


Gráfico 54: Resultados al aumentar el tamaño de la población a 30 (Scatter Search - 6 variables- FO₂).

Al aumentar a 30 el número de individuos de la población, se observa en el gráfico anterior, como el algoritmo Scatter Search amplía ligeramente el rango de búsqueda, sobretodo se aprecia para las soluciones en las que existen 4 demandas con déficit. Sin

embargo, se ha ampliado también el número de evaluaciones de la función objetivo de casi 4000 a 4992, es decir, el gráfico presenta casi 1000 puntos más. Esto también equivale a un mayor tiempo de computación.

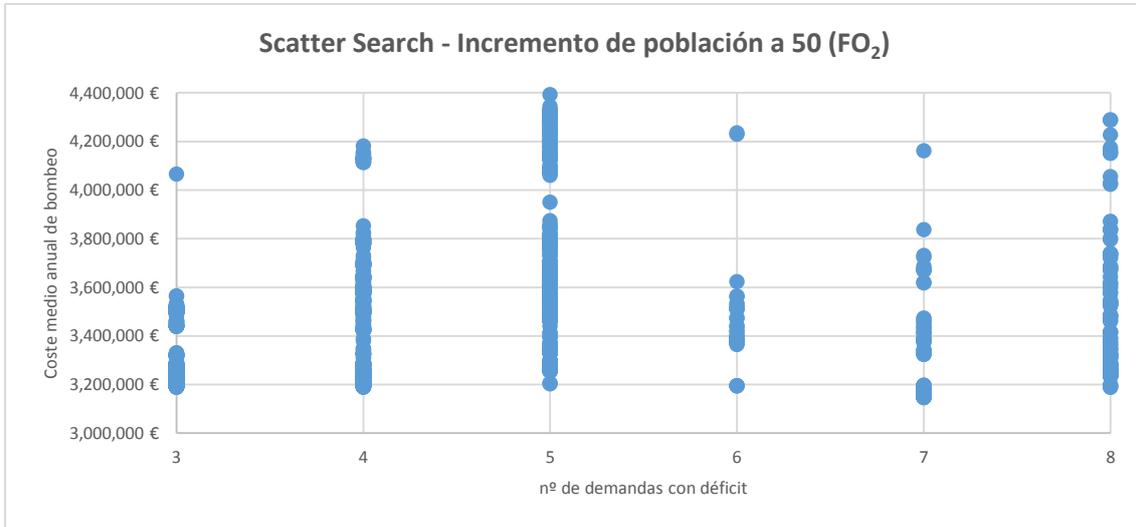


Gráfico 55: Resultados al aumentar el tamaño de la población a 50 (Scatter Search - 6 variables- FO_2).

Al aumentar hasta 50 el tamaño de la población se aprecian pocos cambios respecto a la población de 30 individuos. Se aprecian más puntos para las soluciones con 4 y 5 demandas que sufren déficits. Estos nuevos puntos se deben a que el número de evaluaciones de la función objetivo y, por tanto, de soluciones, ha aumentado hasta las 5378.

Con estas pruebas en las que se ha ido aumentando el tamaño de la población, se observa un ligero aumento en la dispersión de las soluciones analizadas por el algoritmo, sin embargo, sigue lejos de los resultados alcanzados por el SCE-UA. Además, hay que tener en cuenta que este algoritmo supera las 4000 evaluaciones de la función objetivo, mientras que el SCE-UA no superaba las 2000 y, por tanto, es más eficiente en la búsqueda del óptimo.

BLOQUE 4

8.- Conclusiones

En este apartado de la memoria y tras haber concluido los diversos análisis que se han descrito a lo largo de ella, se pretende resumir lo desarrollado en este estudio y exponer las conclusiones tanto sobre los resultados obtenidos de los distintos escenarios planteados para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, como sobre los algoritmos evolutivos empleados para la búsqueda de reglas de gestión (RG) óptimas.

El objetivo de este estudio ha consistido en analizar la validez de los algoritmos evolutivos a la hora de obtener RG óptimas para la gestión de sistemas de recursos hídricos. Para conseguir este objetivo se ha desarrollado una metodología de búsqueda mediante el acoplamiento de distintos algoritmos evolutivos con un modelo de redes de flujo (SIMGES). Este acoplamiento ha tenido lugar a través de una *aplicación principal* desarrollada en *Visual Basic para Aplicaciones* encargada de controlar tanto a los algoritmos, como al modelo SIMGES. Los algoritmos empleados (SCE-UA y Scatter Search) se clasifican como algoritmos evolutivos, y para su funcionamiento siguen a grandes rasgos la teoría de la evolución.

Para poder realizar este estudio se ha aplicado la metodología al sistema de explotación Tirso-Flumendosa-Campidano. Esto ha sido posible gracias a un convenio de colaboración entre el Departamento de Ingeniería del Terreno de la Universidad de Cagliari (UNICA), el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Palermo, y el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València (UPV), supervisado por el Ente Acque Della Sardegna (ENAS - organismo regulador del agua en Cerdeña). El sistema hidrológico se encuentra en la isla de Cerdeña, al oeste de Italia y, por tanto, caracterizado por un clima Mediterráneo.

Para aplicar la metodología y poder analizar los algoritmos de optimización se requería al menos de un modelo que simulase la gestión del sistema. En este trabajo y debido al convenio de colaboración, se han desarrollado varios modelos que a su vez representan distintos escenarios de gestión. Los modelos, desarrollados en el Sistema Soporte a la Decisión AQUATOOL, se pueden agrupar en dos, por un lado, el modelo que representa la "Situación Actual" en términos de demandas consuntivas e infraestructuras y, por

otro lado, un conjunto de escenarios para contemplar distintas circunstancias (fallos de infraestructuras, demandas futuras, etc.).

La “Situación Actual”, tal y como su nombre indica, consiste en implementar un modelo que describe la situación actual propiamente dicha. A partir de éste se han desarrollado varios escenarios, un total de 15. Los dos primeros escenarios se definen para incluir el caudal ecológico (Q_{eco}) en algunos de los tramos de río del sistema. Cada uno de estos escenarios tiene distintos Q_{eco} en función de cómo se han calculado. Después, se han desarrollado tres escenarios más en los que se analizaban distintas casuísticas de fallo de alguna de las infraestructuras del sistema, por ejemplo, un embalse, unos bombeos o una central hidroeléctrica.

Una vez analizados estos escenarios, se planteó definir uno que describiese una “Situación Futura” con nuevas demandas e infraestructuras que actualmente están en desarrollo o construcción. Este escenario se llevó a cabo con una de las series de Q_{eco} , concretamente la que recibe el nombre de ENAS (propuesta por el Ente del Agua de Cerdeña). Respecto a los otros nueve escenarios, se han implementado a partir de la Situación Futura, con el objetivo de estresar hidráulicamente el sistema para ver hasta dónde puede llegar a suministrar.

Todos estos escenarios han permitido conocer en detalle el sistema, ver en qué zonas la gestión es más complicada de definir, y en qué zonas se requiere de una gestión específica para conseguir el menor número de demandas que sufren déficits y el menor coste económico producido por los sistemas de bombeo. Una vez alcanzado este primer aspecto, es cuando se puede aplicar la metodología para la optimización de las RG empleando los algoritmos evolutivos y las redes de flujo (SIMGES).

Como se ha comentado anteriormente, para aplicar dicha metodología y, por tanto, evaluar la validez de los algoritmos evolutivos, se ha desarrollado una aplicación en *Visual Basic para Aplicaciones* encargada de controlar tanto a los algoritmos evolutivos, como al modelo SIMGES, como a los resultados que se obtienen de su ejecución. El esquema que describe el proceso que realiza esta *aplicación principal* se representa en la Figura 26. Primero se definen los parámetros de entrada del algoritmo evolutivo que se vaya a emplear, así como las variables de decisión (parámetros de las RG) y sus límites. Entonces, las variables de decisión son modificadas por dicho algoritmo buscando el

óptimo en la gestión. Se lanza el algoritmo evolutivo encargado de generar aleatoriamente una población inicial de individuos que conforman los parámetros de las RG. Para cada individuo la *aplicación principal* se encarga de lanzar el modelo SIMGES para evaluar la gestión del sistema y obtener unos resultados de déficits, bombeos, etc. que son importados por la misma *aplicación principal* y que permiten evaluar una función objetivo, definida previamente por el usuario. Según el valor de esa función objetivo se ordena la población de individuos y, si el criterio de parada del algoritmo no se cumple, éste se encarga de seleccionar a los más aptos y realizar con ellos una serie aleatoria de cruces y operaciones para generar nuevos individuos y, con ello, nuevos parámetros para las RG. Con los nuevos individuos se realiza el mismo procedimiento hasta que el criterio de parada se cumple, y el algoritmo evolutivo finalice. Cuando esto ocurre, le corresponde al usuario de la aplicación analizar los resultados obtenidos.

Se han empleado distintos algoritmos de optimización. Por un lado, un algoritmo heurístico basado en la generación aleatoria de los parámetros que definen las RG y, por otro, y como objetivo de análisis de este trabajo, los algoritmos evolutivos, cuyo funcionamiento básico se ha descrito en el párrafo anterior. El algoritmo heurístico se ha empleado únicamente en aquellas zonas en las que la gestión no afectaba al resto del sistema y que dicha gestión se definía con uno o dos parámetros, es decir, RG sencillas. Se buscaba de manera rápida y sencilla alcanzar la gestión óptima en dichas zonas. Sin embargo, para zonas en las que su gestión está interrelacionada con gran parte del sistema, se requería de una herramienta más potente, en este caso, los algoritmos evolutivos. En estos casos, se han definido RG basadas en seis y hasta diez parámetros que afectaban a los resultados (déficits y bombeos) de una zona muy amplia del sistema. Como se ha mencionado anteriormente, los algoritmos evolutivos requieren de una función objetivo que deben minimizar modificando las variables de decisión. En el análisis llevado a cabo se han llegado a emplear dos funciones objetivo. La segunda como modificación de la primera para mejorar la búsqueda de la RG óptima y, por tanto, los resultados del sistema de gestión. En dicho análisis se ha procedido a comparar los distintos resultados obtenidos con ambas funciones objetivo y al mismo tiempo, comparar los resultados obtenidos con los dos algoritmos evolutivos empleados, el SCE-UA y el Scatter Search.

Una vez se ha resumido el trabajo realizado en este estudio, se procede a exponer las distintas conclusiones que se han obtenido en él, relativas a los algoritmos evolutivos empleados, así como a los resultados proporcionados por los modelos de simulación del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano.

Respecto a este último aspecto, los resultados obtenidos con los modelos de simulación, hay que distinguir entre los distintos escenarios que se han definido. Siguiendo el orden descrito en esta memoria, el primero es el que analiza la Situación Actual del sistema sin contemplar caudales ecológicos en los tramos de ríos. Con este modelo se obtuvieron únicamente cuatro demandas con déficits, una de ellas civil (urbana), debido a la falta de recursos para su suministro. El coste de bombeo medio anual ascendía a 3,675,330 €. Al tratarse del primer modelo, esta cifra no es comparable con ningún otro resultado. Para conseguir estos resultados se ha tenido que definir una gestión común para todo el sistema basada en dos aspectos. Por un lado, las prioridades entre los distintos tipos de demandas: mayor prioridad a las demandas civiles, luego las industriales y por último las agrarias. Por otro lado, el requisito de disminuir lo máximo posible los costes de bombeos. Además de esta gestión general del sistema, se ha requerido gestiones locales en distintas zonas para conseguir los objetivos mencionados.

Los siguientes escenarios analizados son los correspondientes a los escenarios que contemplan caudales ecológicos. En estos escenarios ha sido necesaria la definición de ciertas RG para cumplir el objetivo propuesto por ENAS de que las demandas consuntivas tengan preferencia sobre los caudales ecológicos. Por este motivo, el número de demandas con déficit se mantiene en ambos escenarios y de los 17 tramos de río con Q_{eco} , únicamente cuatro sufren déficits en el cumplimiento de los mismos. Y en tres de estos cuatro casos, el déficit es bastante elevado.

Los siguientes tres escenarios están dedicados a saber qué ocurriría en el caso de que alguna infraestructura quedase inutilizada durante un periodo de tiempo. Para ello, en cada uno de esos tres escenarios, se ha definido una casuística. En el caso de fallo en los bombeos de Genna Is Abis, se aprecia como durante esos meses la demanda UTA-A sufre déficits, ya que su única fuente de suministro es a través de uno de esos bombeos. El caso de fallo de la central hidroeléctrica de Monte Su Rei, es el que afecta a un mayor número de demandas aguas abajo de esta infraestructura. Y, en el último caso de fallo,

el del embalse de Monte Pranu, se ven afectadas las demandas agrarias aguas abajo durante varios meses.

Respecto a los 10 escenarios que restan, el primero es el que introduce nuevas demandas e infraestructuras y se considera como Situación Futura. Gracias a una de estas infraestructuras es posible hacer uso de una nueva aportación al sistema. Esto conlleva que el sistema pase a tener únicamente tres demandas que sufren déficits. Una de las demandas agrarias de Cixerri es la que deja de sufrirlos. Los únicos cambios en la gestión se han realizado, por un lado, en las RG asociadas al suministro de los caudales ecológicos de Cixerri, ya que al disponer de más agua, se les puede suministrar más, y por otro lado, el suministro a la demanda de Zeppara (ZPP-A), que en vez de realizarse a través de un bombeo se lleva a cabo a través de una conducción, lo que reduce los costes de bombeo en el sistema. Sin embargo, el coste medio anual de bombeo es algo superior al del escenario que describe la Situación Actual debido a los nuevos bombeos introducidos que suministran agua a demandas civiles y agrarias, y a que este escenario incluye el Q_{eco} ENAS.

Los restantes nueve escenarios se han desarrollado con el fin de analizar los límites del sistema a la hora de suministrar el recurso a las demandas agrarias. Para ello, en cada escenario se ha ido aumentando la dotación de algunas demandas agrarias del sistema, hasta que todas se encontraban al 50% de la dotación que deberían tener. A partir de ese escenario, se han aumentado, poco a poco, todas las demandas a la vez hasta llegar al 100% de su dotación. Hasta llegar al cuarto escenario, en el que se alcanza el 50% de la dotación de las demandas, las demandas que más se ven afectadas son las de la zona de Cixerri. A partir de este punto, debido al aumento simultáneo de las demandas agrarias, se observa como todas las demandas agrarias empiezan a aumentar sus déficits. Respecto a los bombeos, ocurre algo similar, aumentan de manera controlada hasta el tercer escenario (de nueve), en el cual se duplican los costes al aumentar las demandas de la zona de Flumendosa-Campidano. A partir de ese escenario siguen aumentando en gran medida hasta superar los 17 millones de euros de coste.

De todos los trabajos desarrollados, se puede concluir que la generación de escenarios y la definición de su gestión, requiere de muchas pruebas y del análisis de gran cantidad de resultados. Sin embargo, estos modelos permiten estudiar el sistema hídrico con

facilidad y deducir la gestión que puede aplicarse para encontrar el óptimo reparto de agua entre los distintos usuarios.

Con la información adquirida al desarrollar los modelos mencionados anteriormente se dispone de suficiente información para decidir qué zonas o qué gestiones son más importantes, y por tanto, deben ser optimizadas. Con este fin se han empleado tres algoritmos de optimización, uno heurístico y dos evolutivos. En estos dos últimos es donde se centra el análisis de este trabajo.

Los algoritmos heurísticos o lanzamiento aleatorios han demostrado su utilidad a la hora de optimizar RG de zonas que no afectan al resto del sistema y con pocas (una o dos) variables de decisión. En los análisis llevados a cabo con este tipo de algoritmo se han requerido un número reducido de iteraciones (de 25 a 50) obteniendo menores costes de bombeo y, por tanto, una mejor gestión del sistema. El inconveniente de estos algoritmos es que para RG que requieran de un número elevado de variables de decisión, se precisaría un número muy elevado de iteraciones para alcanzar una gestión óptima. A diferencia de los lanzamientos aleatorios, los algoritmos evolutivos se caracterizan por su flexibilidad en la adaptación a cualquier tipo de problema y por evitar los óptimos locales. Para ello, emplea distintas operaciones entre los individuos (conjunto de parámetros que definen la RG) que va generando en cada iteración.

Con estos algoritmos se han hecho distintas pruebas, analizando el SCE-UA y el Scatter Search. Se ha probado con 6 y con 10 variables de decisión (como parámetros de las RG) y conforme se obtuvieron los resultados se decidió mejorar la definición de la función objetivo empleada por los algoritmos.

Atendiendo a los resultados obtenidos con el SCE-UA, se pueden analizar varios aspectos. Por un lado, el número de variables de decisión que el algoritmo ha de ir modificando. A mayor número, la RG es más detallada, sin embargo el tiempo de computación es mayor, como se ha comentado en el capítulo de análisis de resultados. También se ha comprobado como con la optimización con 10 variables de decisión se alcanzaban costes medio de bombeo menores, tanto en las soluciones con 3 demandas con déficits, como en la de 7, que los costes obtenidos en la optimización con 6 variables de decisión. Esto corrobora el hecho de que mayor número de variables de decisión o parámetros de la RG pueden alcanzar soluciones mejores. El inconveniente es el tiempo

de computación y, por tanto, es algo que se tiene que consensuar, alcanzar un compromiso entre variables de decisión y tiempo de computación.

Con los resultados de las dos pruebas mencionadas en el párrafo anterior, se constató que la función objetivo (FO_1) empleada no era la más idónea puesto que priorizaba únicamente la elección de soluciones en la que menores costes de bombeo se generaban. Por este motivo se definió una nueva (FO_2), que además de lo anterior, también seleccionaba las soluciones en las que menos demandas sufrían déficit y, por tanto, mejoraba la gestión del sistema. Por otro lado, si se representaban todas las iteraciones analizadas por ambas funciones objetivo en un gráfico, la diferencia entre éstas no es muy apreciable, pero evidentemente, la segunda se aproxima más a los objetivos de gestión planteados.

Lo mencionado anteriormente sobre las funciones objetivo es válido también para los resultados con el Scatter Search, aunque en el caso de la FO_2 , la solución óptima elegida es aquella con 4 demandas con déficit en vez de 3. En este sentido, se aprecia que el algoritmo no encuentra una gestión óptima planteada, del mismo modo que lo hace el SCE-UA. Además, se ha visto como el Scatter Search no abarca un espacio de búsqueda tan amplio como el SCE-UA, lo que conlleva que para las pruebas con la FO_1 , no llegue a encontrar soluciones en las que sólo 3 demandas sufran déficits. Además, se diferencia del SCE-UA en que sus individuos se agrupan y, por ejemplo, para un mismo número de demandas con déficit, el valor del coste medio anual de bombeo es discontinuo y en un rango más estrecho.

En resumen, los tres algoritmos de optimización empleados en este estudio son válidos para la obtención de RG óptimas mediante el acoplamiento con el modelo SIMGES. Distinguiendo entre el algoritmo heurístico y los evolutivos, cada uno de estos grupos está enfocado a resolver problemas más o menos complejos. El algoritmo evolutivo SCE-UA parece el más indicado para RG que requieran de un número considerable de parámetros (variables de decisión para el algoritmo). Con estos algoritmos, tanto el heurístico como los dos evolutivos se han alcanzado gestiones más óptimas que las encontradas de forma manual en el segundo bloque de esta memoria.

9.- Líneas de investigación futura

En este capítulo se plantean algunas líneas de investigación que parecen consecuentes con el trabajo llevado a cabo en este estudio.

En primer lugar, respecto a los modelos de simulación desarrollados en el segundo bloque de este estudio, se cree conveniente **analizar con más detalle los últimos cinco escenarios correspondientes al stress del sistema**, los cuales pretendían estudiar hasta qué punto se podían llegar a suministrar a las demandas agrarias sin que el resto de demandas sufran déficits. Se vio en el capítulo correspondiente cómo en esos últimos escenarios el coste medio anual de bombeo se incrementaba mucho respecto a los primeros escenarios. El objetivo de este análisis que se plantea es intentar definir una nueva gestión en todo el sistema que reduzca considerablemente dicho coste de bombeo.

Respecto a este mismo tema, se podría también aplicar la metodología descrita en este trabajo con el fin de que los algoritmos de optimización evolutivos definan una gestión óptima a partir de una serie de parámetros o variables de decisión que se le indique.

En este sentido, también se puede **aplicar la metodología a cada uno de los escenarios desarrollados** en este estudio.

En segundo lugar, tras los resultados obtenidos con el algoritmo Scatter Search, en los cuales se podía apreciar como las soluciones encontradas eran menos óptimas que con el algoritmo SCE-UA, o incluso que analizaba un espacio de búsqueda menor, se plantea **mejorar el código con este fin y perfeccionar la finalización de dicho algoritmo**.

En tercer lugar, se podría **ampliar la metodología desarrollada incluyendo nuevos algoritmos de optimización evolutivos**, como el algoritmo multiobjetivo NSGA-II (Elitist Non-Dominated Sorting Genetic Algorithm) y, **aplicarlos a otros sistemas o cuencas de explotación multi-embalse**, tanto españolas como extranjeras. Además, se debería **investigar el empleo de distintas funciones objetivo o los pesos impuestos** a cada uno de los términos.

Por último, no se descarta **continuar colaborando con las Universidades de Cagliari y Palermo** para seguir desarrollando los modelos de gestión hidrológica de la isla de Cerdeña mediante el software AQUATOOL como Sistema Soporte a la Decisión.

10.- Referencias

- Ahmed, J.A. and Sarma, A.K. (2005): “*Genetic algorithm for optimal operating policy of a multipurpose reservoir*”. *Water Resources Management* 19, 145–161.
- Akter T, Simonovic S.P. (2004): “*Modelling uncertainties in short-term reservoir operation using fuzzy sets and a genetic algorithm*”, *Hydrological Science Journal*, 49, 6, 1079–81.
- Andreu, J., Solera, A., Capilla, J. y Ferrer, J. (1992): “*Modelo SIMGES de simulación de la gestión de recursos hídricos, incluyendo utilización conjunta*”. Manual de usuario. Universidad Politécnica de Valencia.
- Andreu, J., Solera, A., Paredes, J. (1996): “*AQUATOOL SSD para Planificación de Cuencas. Manual de usuario v1.0*”. DIHMA, Universidad Politécnica de Valencia.
- Cai, X., McKinney, D. C. and Lasdon, L. (2001): “*Solving nonlinear water management models using a combined genetic algorithm and linear programming approach*”. *Adv. Water Resour.*, pp. 667-676.
- Dougherty, D. E. and Marryott, R. A. (1991): “*Optimal groundwater management 1. Simulated annealing*”. *Water Resour. Res.*, 27(10), pp. 2493–2508.
- Duan, Q.; Sorooshian, S.; Gupta, V. (1992). “*Effective and efficient global optimization for conceptual rainfall-runoff models*”. *Water Resources Research*, Vol. 28, No. 4, pp. 1015-1031.
- Elferchichi, A; Gharsallah, O.; Nouiri, I.; Lebsi, F. and Lamaddalena, N. (2009): “*The genetic algorithm approach for identifying the optimal operation of a multi-reservoirs on-demand irrigation system*”. *Biosystems Engineering*, pp. 334-344.
- Glover, F. Heuristics for Integer Programming using surrogate constraints. *Decision Sciences* 8, 156-166 (1977)
- Goldberg, D. E. and Kuo, C. H. (1987): “*Genetic algorithms in pipeline optimization*.” *J. Comput. Civ. Eng.*
- Guo, Y.; Walters, G. A. and Savic, D. A. (2008): “*Optimal design of storm sewer networks: Past, present and future*.” *Proc., 11th Int. Conf. on Urban Drainage (ICUD 2008)*, IWA Pub., London.
- Kuczera, G., (1989): “*Fast Multireservoir Mulltiperiod Linear Programming Models*”. *Water Resources Research* 25:169– 176.

- Kuczera, G., (1993): *“Network linear programming codes for water-supply headworks modeling”*. Journal of Water Resources Planning and Management 119:412–417.
- Labadie, J., (2004): *“Optimal Operation of Multireservoirs Systems: State-of-the-Art Review”* Journal of Water Resources Planning and Management 130 N2 March 1.
- Martí, R. y Laguna, M. (2003): *“Scatter Search: Diseño Básico y Estrategias Avanzadas”* Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial vol 7.
- Moeini R., Afshar A. and Afshar M.H. (2010): *“Fuzzy rule-based model for hydropower reservoirs operation”*, Int J Electr Power Energy Syst, 33, 2, 171–178.
- Muleta, M. K. and Nicklow, J. W. (2005): *“Decision support for watershed management using evolutionary algorithms”*. J. Water Resour. Plann. Manage., 131(1), pp. 35–44.
- Murthy, Z. V. P. and Vengal, J. C. (2006): *“Optimization of a reverse osmosis system using genetic algorithm”*. Sep. Sci. Technol, 41(4), pp. 647–663.
- Nicklow, J.; Reed, P.; Savic, D.; Dessalegne, T.; Harrell, L.; Chan-Hilton, A.; Karamouz, M.; Minsker, B; Ostfeld, A.; Singh, A. and Zechman (2010): *“State of the Art for Genetic Algorithms and Beyond in water Resources Planning and Management”*. Journal of water resources planning and management.
- Oliveirea, R. and Loucks, D.P. (1997): *“Operating rules for multireservoir systems”*. Water Resources Research, Vol. 33, pp. 839-852.
- Rani, D. and Moreira, M., (2010): *“Simulation-optimization modeling: a survey and potential application in reservoir systems operation”*. Water Resources Management 24:1107–1138.
- RAS, 2013: Final Report of the RAS Project: *“Decision support system models development for multi-use water resource systems in water scarcity conditions using mixed simulation-optimization techniques”* In press.
- Reca, J., Roldán, J., Alcaide, M., López, R. and Camacho, E. (2001a): *“Optimisation model for water allocation in deficit irrigation systems I”*. Description of the model. Agricultural Water Management 48:103–116.

- Reça, J., Roldán, J., Alcaide, M., López, R. and Camacho, E. (2001b): “*Optimisation model for water allocation in deficit irrigation systems II*”. Application to the Bembézar irrigation system. *Agricultural Water Management* 48:117–132.
- ReVelle, C., (1999): “*Optimizing reservoir resources: including a new model for reservoir reliability*”. New York. John Wiley & Sons cop.
- Wurbs, R., (1993): “*Reservoir-system simulation and optimisation models*” *Journal of Water Resources Planning and Management* 119 (4), 455–472.
- Yamout, G. and El-Fadel, M., (2005): “*An optimization approach for multi-sectoral water supply management in the greater Beirut area*”. *Water Resources Management* 19:791–812.
- Yeh, W., (1985): “*Reservoir management and operations models: A state-of-the-art review*” *Water Resources Research* 21 (12), 1797-1818.
- Zoltay, V., Vogel, R., Kirshen, P. and Westphal, K., (2010): “*Integrated watershed management modeling: generic optimization model applied to the Ipswich river basin*”. *Journal of Water Resources Planning and Management* 136:566–575.

ANEJOS

Índice de los Anejos

Anejo 1: Información del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano	1
A1.1.- Obras Hidráulicas	1
A1.2.- Aportaciones	6
A1.3.- Usuarios del agua	8
A1.4.- Caudales Ecológicos	12
Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano	13
Anejo 3: Resumen de resultados de los modelos de simulación	39
A3.1.- “Situación Actual” con caudal ecológico ENAS	39
A3.2.- “Situación Futura” con caudal ecológico ENAS.....	45

Índice de Tablas

Tabla 1: Información de los embalses del sistema TFC.	1
Tabla 2: Información de los azudes del sistema TFC.	2
Tabla 3: Información de las centrales hidroeléctricas del sistema TFC.	3
Tabla 4: Información de los sistemas de bombeo del sistema TFC.	4
Tabla 5: Información de los usuarios civiles del sistema TFC.	8
Tabla 6: Información de los usuarios industriales del sistema TFC.	9
Tabla 7: Información de los usuarios agrarios del sistema TFC.	10
Tabla 8: Series de caudales ecológicos para el sistema TFC.	12
Tabla 9: Resultados de Embalses para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.	39
Tabla 10: Resultados de Azudes para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.....	40
Tabla 11: Resultados de Bombeos para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.	41
Tabla 12: Resultados de Demandas para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.	43
Tabla 13: Resultados de Caudales Ecológicos para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.	43
Tabla 14: Balance del sistema para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.....	44
Tabla 15: Resultados de Embalses para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.....	45
Tabla 16: Resultados de Azudes para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.	46
Tabla 17: Resultados de Bombeos para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.....	47
Tabla 18: Resultados de Demandas para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.....	48
Tabla 19: Resultados de Caudales Ecológicos para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.	49
Tabla 20: Balance del sistema para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.	50

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación de los embalses del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	2
Figura 2: Ubicación de los azudes del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	3
Figura 3: Ubicación de las centrales hidroeléctricas del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	4
Figura 4: Ubicación de los sistemas de bombeos del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).	5
Figura 5: Ubicación de las demandas civiles del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	9
Figura 6: Ubicación de las demandas industriales del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	10
Figura 7: Ubicación de las demandas agrarias del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).....	11

Anejo 1: Información del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

A1.1.- Obras Hidráulicas

En este apartado se expone la información disponible sobre las distintas obras hidráulicas del sistema Tirso-Flumendosa-Campidano, como los embalses, azudes, centrales hidroeléctricas o sistemas de bombeo.

EMBALSES:

Num.	Nombre	Sistema hídrico	Código ENAS	Gestor	Volumen autorizado (hm ³)	Volumen muerto (hm ³)
1	Bau Pressiu	1 Sulcis	1A.S1	ENAS	8.25	0.3
2	Monte Pranu	1 Sulcis	1B.S1	ENAS	49.3	0.0
3	Govossai	2 Tirso	-	Abbanoa	2.2	0.0
4	Olai	2 Tirso	-	Abbanoa	14.7	0.0
5	Gusana	2 Tirso	2A.S1	ENEL	58.9	24.0
6	Cucchinadorza	2 Tirso	2A.S2	ENEL	16.99	0.9
7	Benzone	2 Tirso	2A.S3	ENEL	1.11	0.0
8	Torrei	2 Tirso	2B.S1	ENAS	0.94	0.0
9	Cantoniera	2 Tirso	2C.S1	ENAS	450	3.2
10	Pranu Antoni	2 Tirso	2C.S2	ENAS	9	0.0
11	Santa Vittoria	2 Tirso	2C.S3	ENAS	1.23	0.0
12	Bau Muggerris	6 Ogliastra	6A.S3	ENEL	58.37	2.6
13	SaTeulaStLucia	6 Ogliastra	6A.S5	ENAS	3.1	0.6
14	Flumineddu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S1	ENAS	1.42	0.5
15	Nuraghe Arrubiu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S2	ENAS	300	0.0
16	Monte su Rei	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S3	ENAS	323	13.0
17	Is Barrocos	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S4	ENAS	12.25	0.2
18	Sa Forada	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S1	ENAS	1.13	0.1
19	Simbirizzi	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S2	ENAS	30.3	1.8
20	Leni	7 Flum. Camp. Cix.	7C.S1	ENAS	19.5	1.0
21	Punta Gennarta	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S1	ENAS	12.7	0.5
22	Medau Zirimilis	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S3	ENAS	16.7	0.5
23	Genna Is Abis	7 Flum. Camp. Cix.	7E.S1	ENAS	24	1.4

Tabla 1: Información de los embalses del sistema TFC.

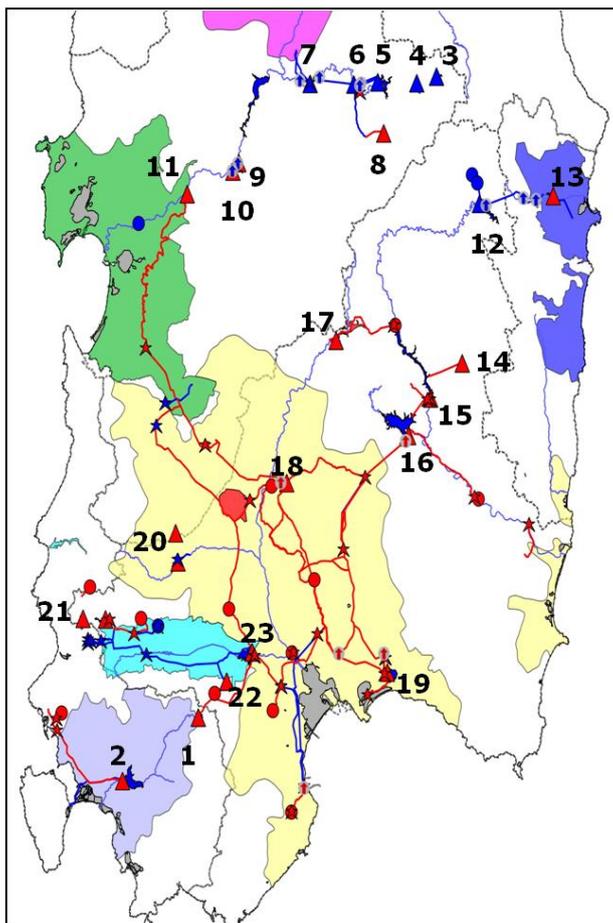


Figura 1: Ubicación de los embalses del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

AZUDES:

Num.	Nombre	Sistema hídrico	Código ENAS	Gestor	Q _{máx} extracción (m ³ /seg)
1	Flumentepido	1 Sulcis	1B.T1	ENAS	1
2	Rio Mogoro	2 Tirso	-	CdB Oristanese	1
3	Pabillonis	2 Tirso	2C.V6	ENAS	1
4	Bau Mela	6 Sud Orientale	6A.S1	ENEL	20
5	Bau Mandara	6 Sud Orientale	6A.S2	ENEL	20
6	Ponte Maxia	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T1	ENAS	20
7	S'Isca Rena	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T2	ENAS	5
8	Casa Fiume	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T1	ENAS	36
9	Monastir	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T2	ENAS	5
10	Cannisoni	7 Flum. Camp. Cix.	-	Abbanoa	0.2
11	S. Giovanni	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T2	ENAS	1
12	Sa Schina de Sa Stoia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T4	ENAS	1
13	Santa Lucia	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T2	ENAS	1
14	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T4	ENAS	0.5

Tabla 2: Información de los azudes del sistema TFC.

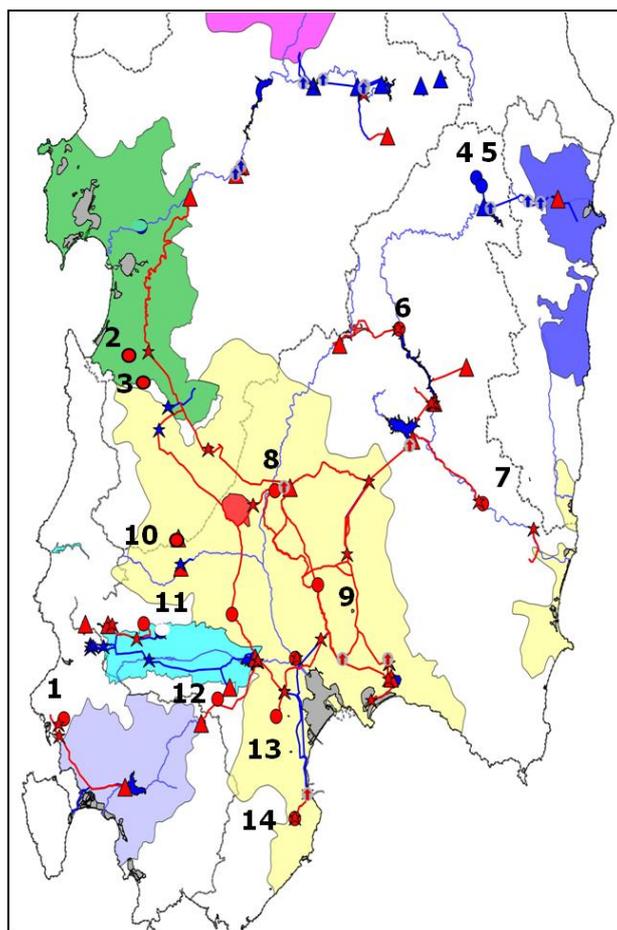


Figura 2: Ubicación de los azudes del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS:

Num.	Nombre	Sistema hídrico	Código ENAS	Gestor	Caudal (m ³ /s)	Salto (m)	Potencia (MW)
1	Cucchinadorza	2 Tirso	2A.I1	ENEL	15	290	41.6
2	Taloro	2 Tirso	2A.I2	ENEL	95	290	240
3	Badu Ozzana	2 Tirso	2A.I3	ENEL	15	180	26.4
4	Tumuele	2 Tirso	2A.I4	ENEL	17	37	6.3
5	Cantoniera	2 Tirso	2C.I1	ENEL	54	59	20
6	NuraghePranu Antoni	2 Tirso	2C.I2	ENEL	31	16	4
7	Alto Flumendosa I salto	6 Sud Orientale	6A.I1	ENEL	7	130	7.8
8	Alto Flumendosa II salto	6 Sud Orientale	6A.I2	ENEL	7	417	28.2
9	Alto Flumendosa III salto	6 Sud Orientale	6A.I3	ENEL	7	169	9.6
10	Uvini	7 Flum. Camp. Cix.	7A.I1	ENAS	30	50	17.5
11	San Lorenzo	7 Flum. Camp. Cix.	7A.I2	ENAS	1.1	117	1.1
12	Settimo San Pietro	7 Flum. Camp. Cix.	7A.I3	ENAS	1.8	75	1.2
13	Santu Miali	7 Flum. Camp. Cix.	7B.I1	ENAS	54	112	27.5
14	Sarroch	7 Flum. Camp. Cix.	7E.I1	ENAS	0.5	55	0.2

Tabla 3: Información de las centrales hidroeléctricas del sistema TFC.

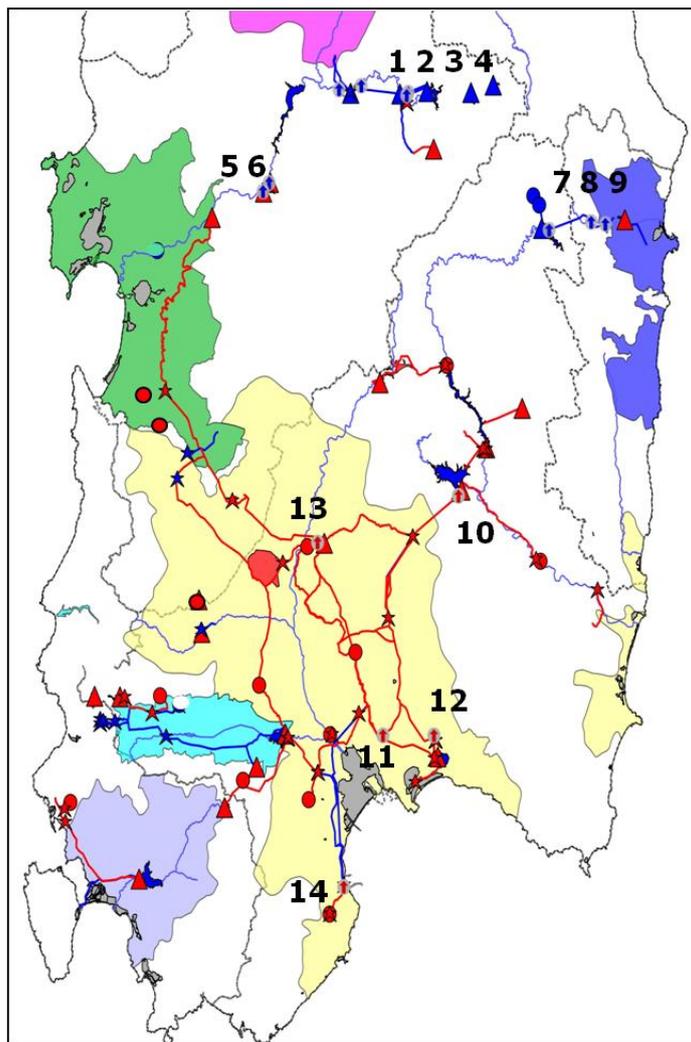


Figura 3: Ubicación de las centrales hidroeléctricas del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

SISTEMAS DE BOMBEO:

Num.	Nombre	Sistema hídrico	Código ENAS	Gestor	Q _{máx} (m ³ /seg)	Coste (€/m ³)
1	Cixerri-Sulcis	1 Sulcis	1A.P1	ENAS	0.8	0.0700
2	Paringianu	1 Sulcis	1B.P1	ENAS	0.45	0.0125
3	Flumentepido	1 Sulcis	1B.P2	ENAS	1	0.0112
4	Benzone	2 Tirso	2A.P1	ENEL	4	0.1100
5	Cucchinadorza	2 Tirso	2A.P2	ENAS	0.07	0.0073
6	Marrubiu	2 Tirso	2C.P2	ENAS	3	0.1075
7	Sardara	2 Tirso	2C.P3	ENAS	2	0.0981
8	Fluminimannu di Pabillonis	2 Tirso	2C.P4	CdB Orist.	1.5	0.0413
9	Villanovatulo	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P1	ENAS	0.255	0.0056
10	Emergenza Donori	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P5	ENAS	0.8	0.0075
11	Basso Flumendosa	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P6	ENAS	5	0.3750
12	ONC	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P1	ENAS	2.04	0.0300
13	Zeppara	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P2	CdB Sard.Mer.	1	0.0093

14	Principale Simbirizzi	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P3	ENAS	6	0.1125
15	Integrativo Simbirizzi	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P4	ENAS	1.2	0.0275
16	Leni	7 Flum. Camp. Cix.	7C.P1	Abbanoa	0.17	0.0188
17	S'Aidroxia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P1	ENAS	0.4	0.0091
18	Murtas	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P3	ENAS	0.6	0.0137
19	Is Serras	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P4	CdB Cixerri	0.3	0.0074
20	Cixerri	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P1	ENAS	4	0.0450
21	Macchiareddu per Sud-Est	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P3	ENAS	4	0.0330
22	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P6	ENAS	0.64	0.0132
23	Piazzale Saras	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P7	Abbanoa	0.2	0.0127

Tabla 4: Información de los sistemas de bombeo del sistema TFC.

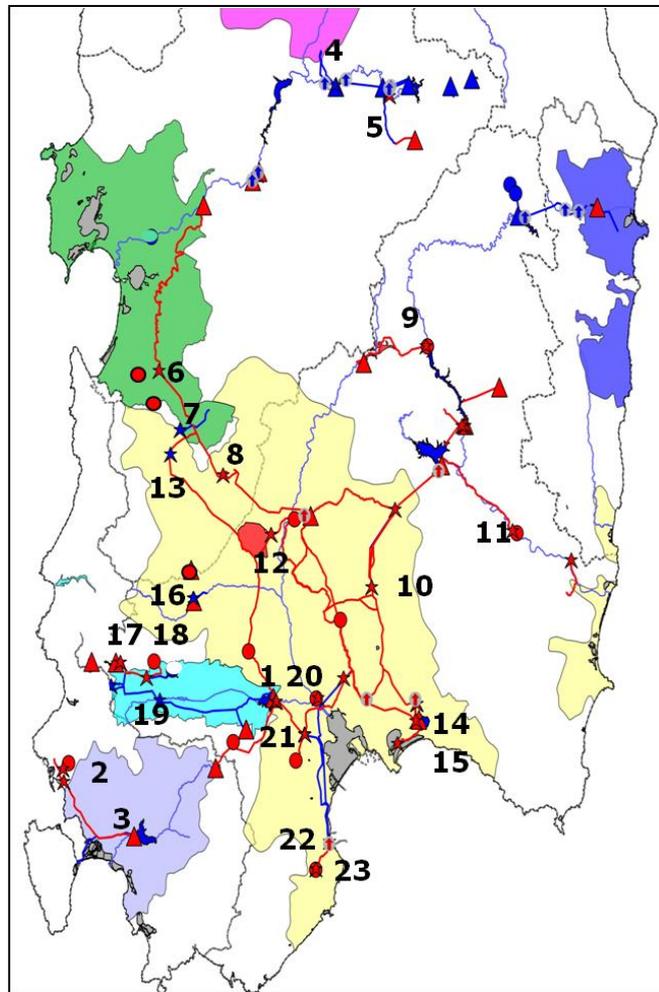


Figura 4: Ubicación de los sistemas de bombeos del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

A1.2.- Aportaciones

A continuación se muestran las gráficas con las aportaciones anuales para las diferentes áreas del sistema.

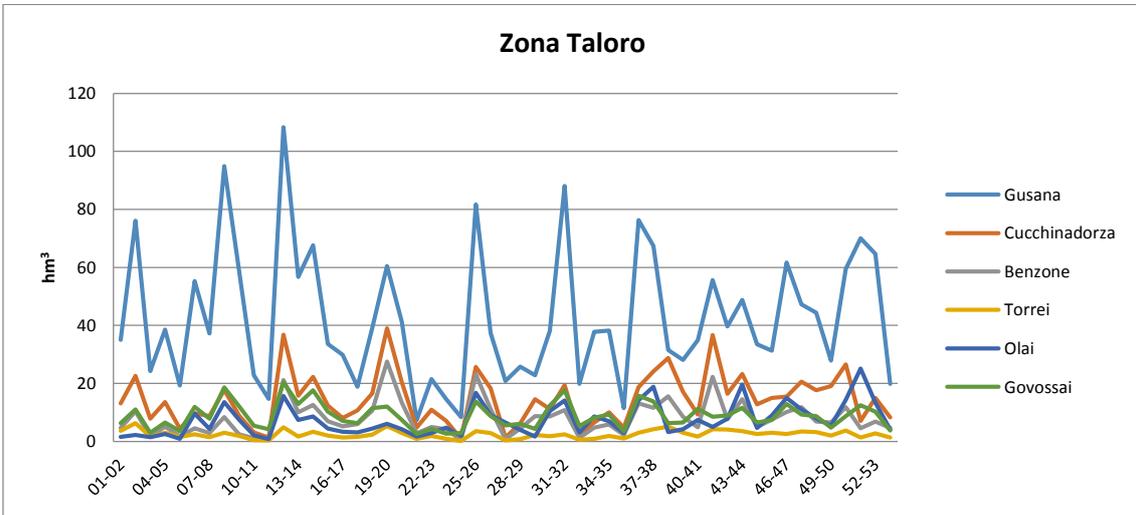


Gráfico 1: Aportaciones en la zona de Taloro.

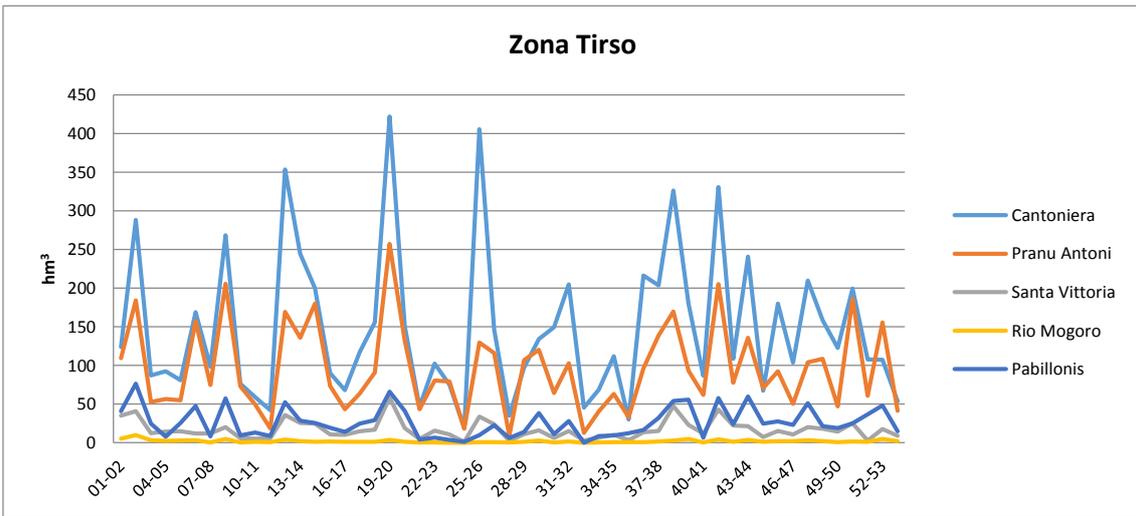


Gráfico 2: Aportaciones en la zona del Tirso.

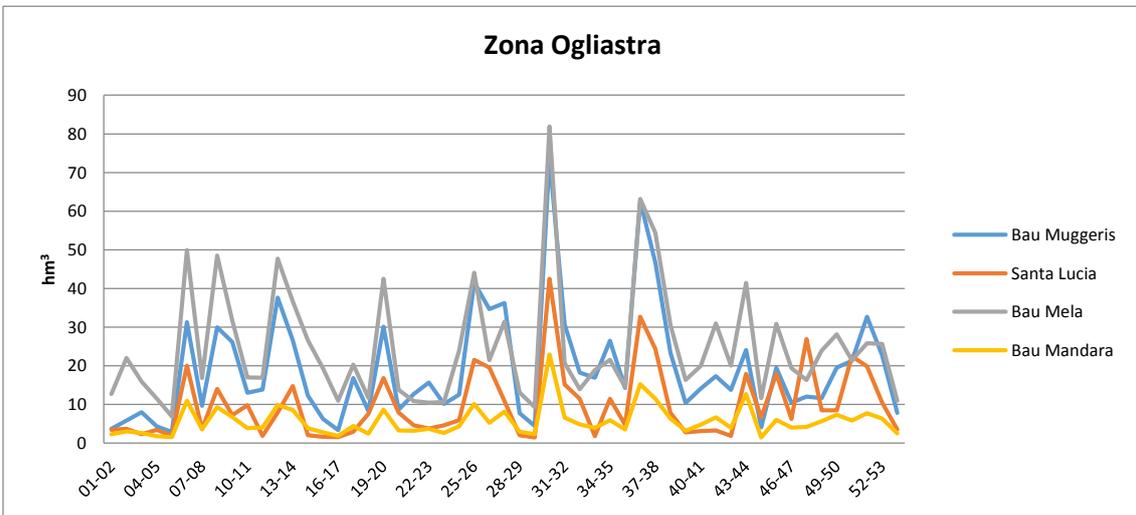


Gráfico 3: Aportaciones en la zona de Ogliastra.

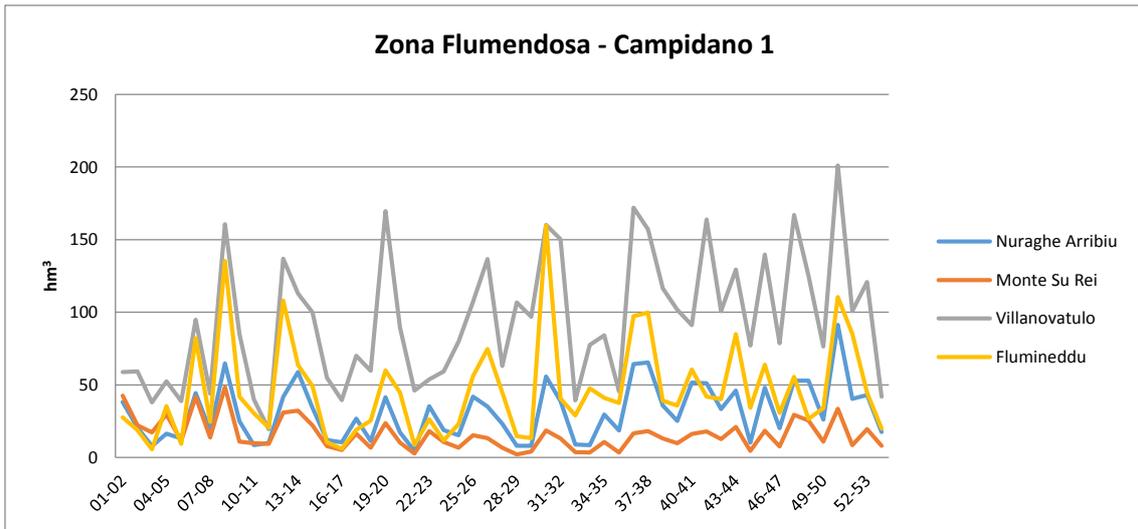


Gráfico 4: Aportaciones en la zona de Flumendosa-Campidano (parte 1).

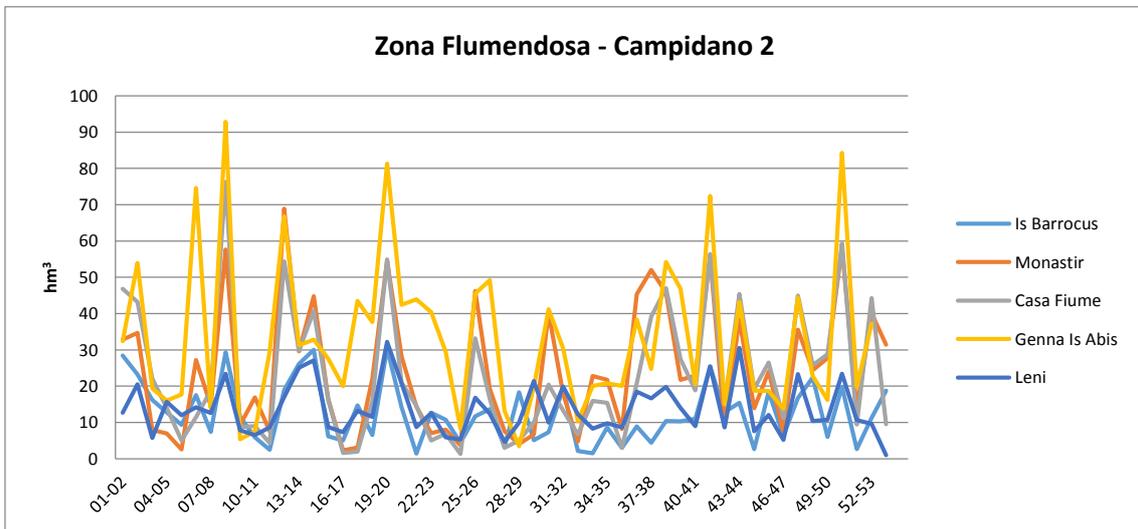


Gráfico 5: Aportaciones en la zona Flumendosa-Campidano (parte 2).

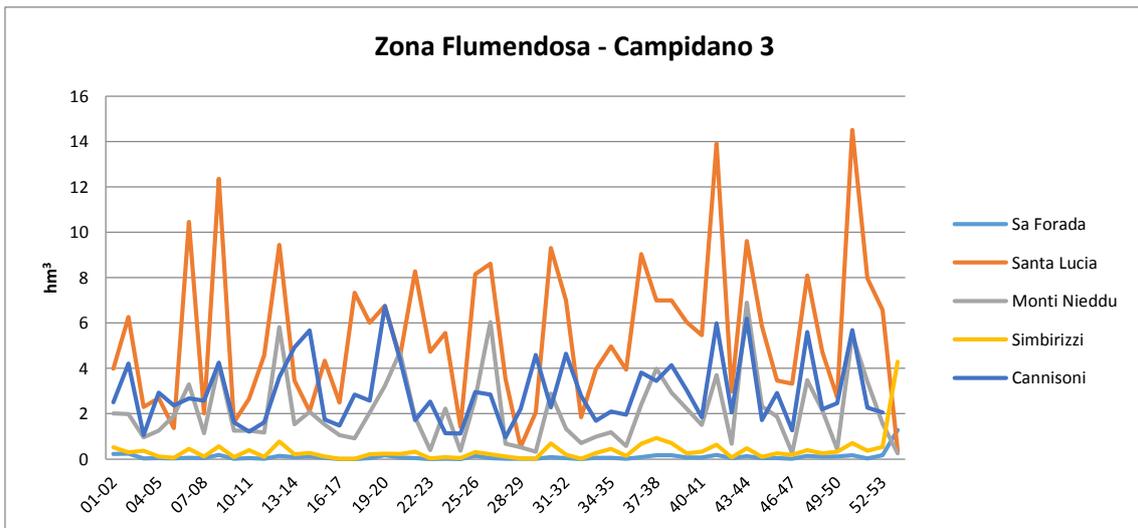


Gráfico 6: Aportaciones en la zona de Flumendosa-Campidano (parte 3).

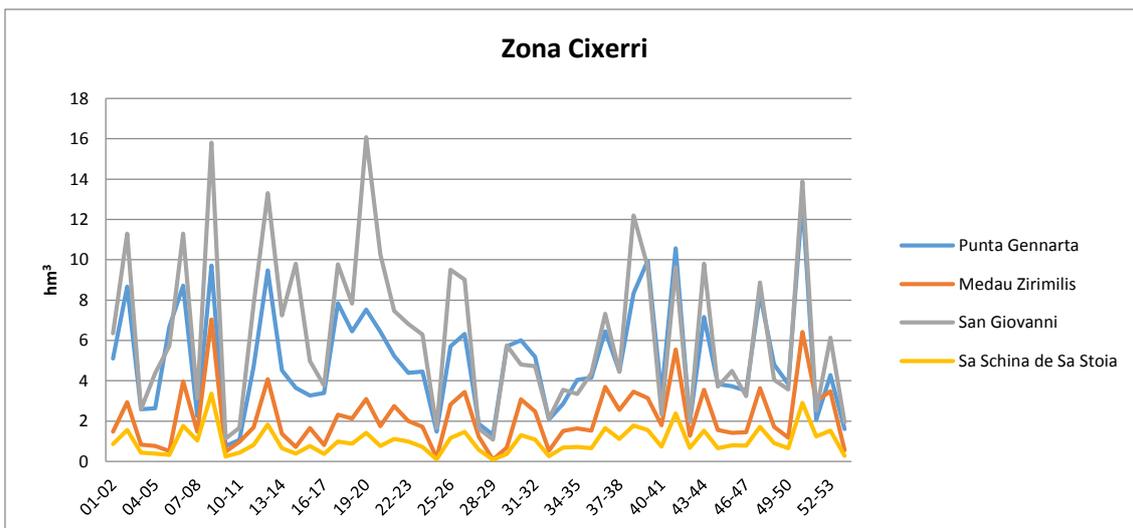


Gráfico 7: Aportaciones en la zona de Cixerri.

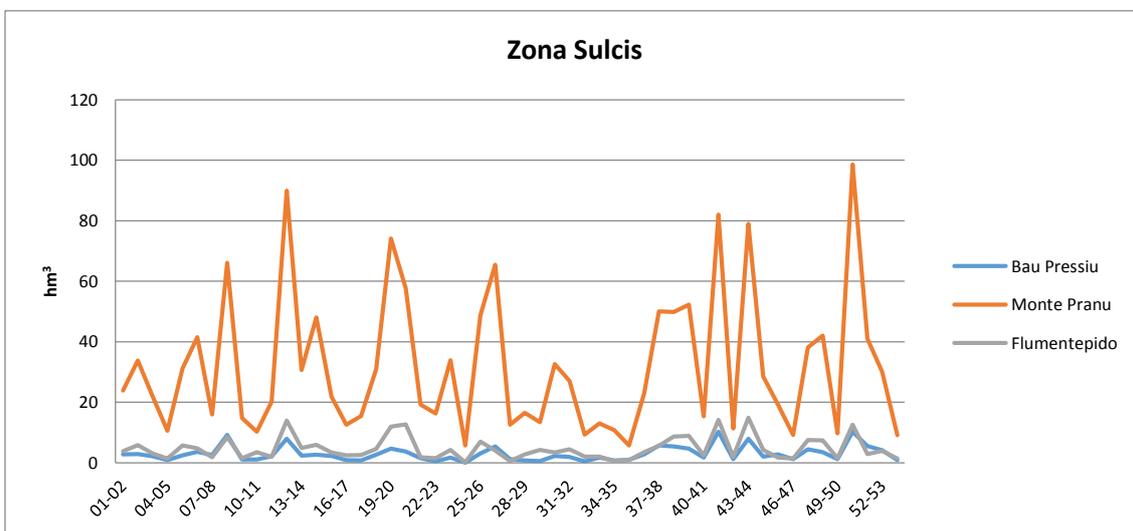


Gráfico 8: Aportaciones en la zona de Sulcis.

A1.3.- Usuarios del agua

A continuación se muestra la información de los distintos tipos de usuario (civil (urbano), industrial y agrario) y las figuras con la ubicación espacial de los centros de demanda que pertenecen al sistema hídrico.

USUARIOS CIVILES:

Num.	Sistema hídrico	Gestor	Centro de demanda	Código	Demanda (hm³/año)
1	1 Sulcis	Abbanoa	Sulcis	SUL-C	9
2	2 Tirso	Abbanoa	Gusana (Janna 'è Ferru)	GUS-C	9
3	2 Tirso	Abbanoa	Torrei	TRR-C	1.4
4	6 Sud Orientale	Abbanoa	Ogliastra	OGL-C	2.1
5	7 Sud Orientale	Abbanoa	Villagrande	VLG-C	1.2
6	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Santu Miali (Sanluri)	SML-C	2.9
7	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Marina Arbus	ARB-C	0.2
8	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Sarcidano	SAR-C	8.5

9	8 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Nurri-Oroli	ORR-C	2
10	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Donori	DON-C	18.5
11	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Cagliari San Michele	SMC-C	23
12	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Cagliari Settimo San Pietro	SSP-C	41.4
13	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Gerrei	GER-C	0.7
14	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Sarroch	SRH-C	3
15	7 Flum. Camp. Cix.	Abbanoa	Villacidro	VIL-C	4.4

Tabla 5: Información de los usuarios civiles del sistema TFC.

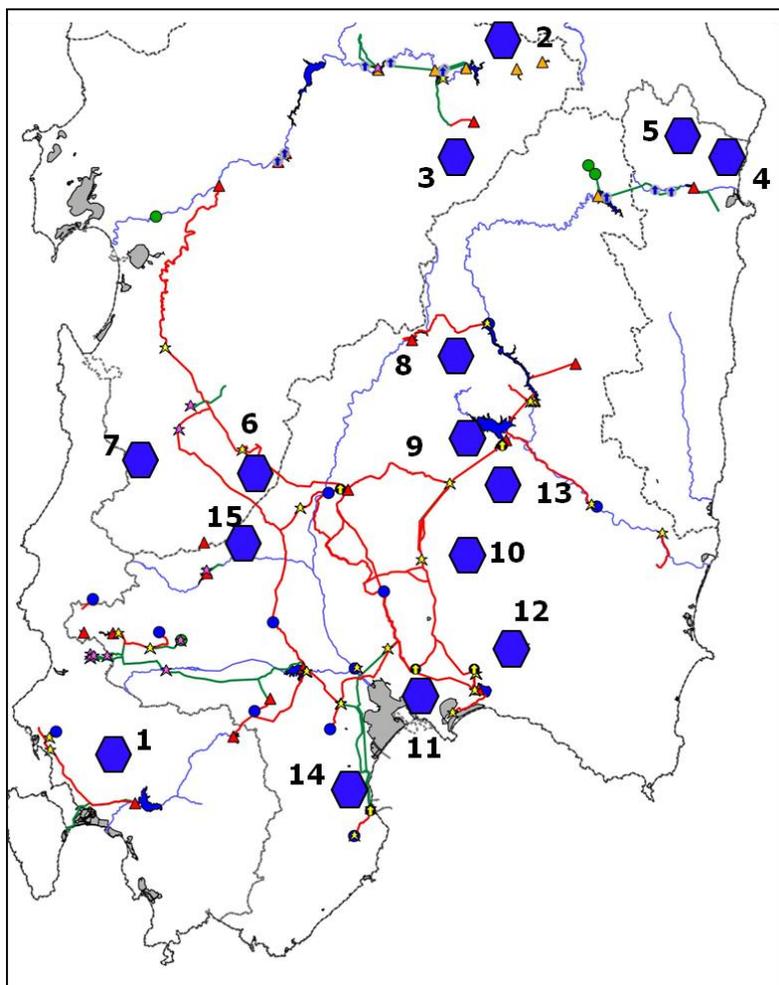


Figura 5: Ubicación de las demandas civiles del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

USUARIOS INDUSTRIALES:

Num.	Sistema hídrico	Gestor	Centro de demanda	Código	Demanda (hm ³ /año)
1	7 Flum. Camp. Cix.	CIP Ogliastra	Tortolì	OGL-I	0.04
2	7 Flum. Camp. Cix.	CACIP	Macchiareddu	MAC-I	11.6
3	8 Flum. Camp. Cix.	CACIP	Sarroch	SRH-I	5.3
4	7 Flum. Camp. Cix.	CIP Medio Campidano	Villacidro	VIL-I	0.2
5	7 Flum. Camp. Cix.	CIP Sulcis Iglesiente	Portovesme	SUL-I	2.2
6	Taloro	CIP Sardegna Centrale	Ottana	OTT-I	5.0

Tabla 6: Información de los usuarios industriales del sistema TFC.

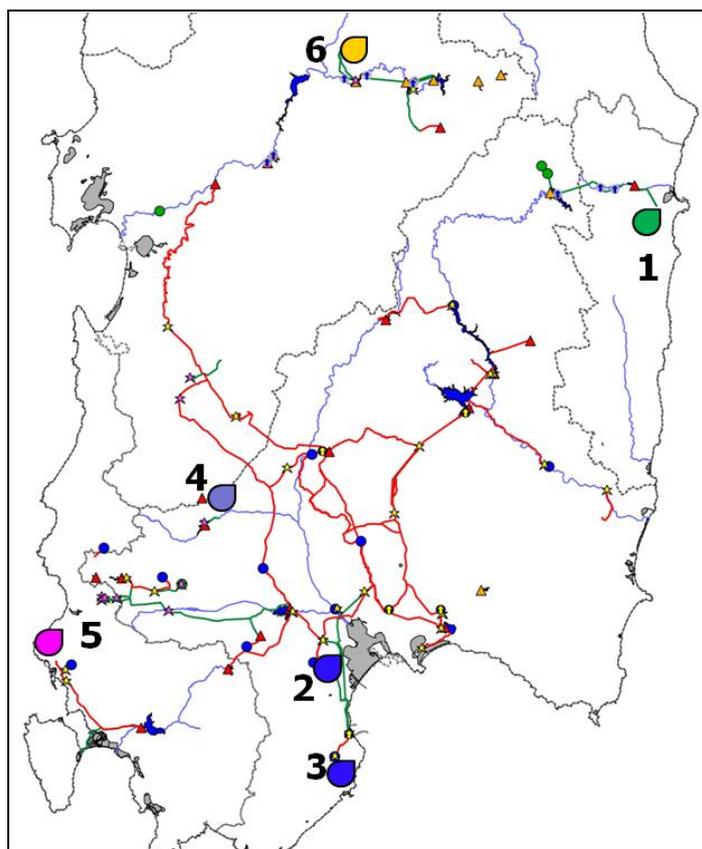


Figura 6: Ubicación de las demandas industriales del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

USUARIOS AGRARIOS:

Num.	Sistema hídrico	Gestor	Distrito agrario	Código	Demanda (hm ³ /año)	Demanda del Consorcio (hm ³ /año)
1	1 Sulcis	CdB Basso Sulcis	Sulcis	SUL-A	6.1	6.1
2	2 Tirso	CdB Sardegna Centrale	Media Valle del Tirso	MVT-A	9.0	9.0
3	2 Tirso	CdB Oristanese	Destra Tirso	DXT-A	43.0	118.0
4	3 Tirso	CdB Oristanese	Sinistra Tirso	SXT-A	75.0	
5	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Ogliastra	Ogliastra	OGL-A	11.9	11.9
6	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Zeppara	ZPP-A	1.4	78.4
7	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Sardara - Sanluri	SRU-A	7.1	
8	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	2.6	
9	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	3.3	
10	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Alto Leni	LEN-A	9.4	
11	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Destra Leni	DXL-A	3.2	
12	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Sammassi A B	SAM-A	1.1	
13	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Trexenta - Senorbì N - Senorbì S - Ussana	TUS-A	10.9	

14	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	3.0	
15	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Nuraminis - Villasor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	20.6	
16	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	9.9	
17	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Uta	UTA-A	0.5	
18	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Sardegna Meridionale	Quartu - Selargius	QRT-A	5.4	
19	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Cixerri	San Giovanni	GIO-A	0.1	8.5
20	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Cixerri	Iglesias	IGL-A	6.4	
21	7 Flum. Camp. Cix.	CdB Cixerri	Siliqua	SIL-A	2.0	
22	7 Flum. Camp. Cix.	ENAS	Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.2	3.7
23	7 Flum. Camp. Cix.	ENAS	Isili	ISI-A	0.5	

Tabla 7: Información de los usuarios agrarios del sistema TFC.

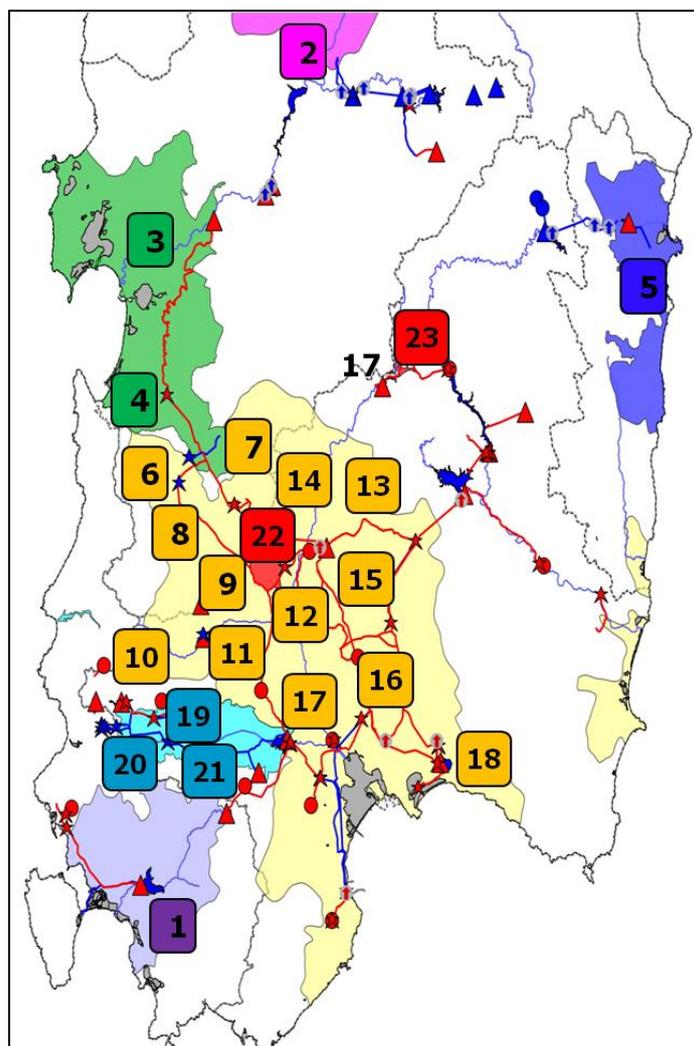


Figura 7: Ubicación de las demandas agrarias del sistema TFC (Fuente: RAS, 2013).

A1.4.- Caudales Ecológicos

En la siguiente tabla se muestran los valores de los caudales ecológicos para los dos procedimientos empleados en este estudio.

Embalse	60 hm ³ repartidos en función de la superficie de la correspondiente al embalse y distribuido en 6 meses (abr-sept) (hm ³ /año)	5% de la escorrentía media anual distribuido en 6 meses (abr-sept) (hm ³ /año)
Bau Pressiu	0.259	0.148
Monti Pranu	3.686	1.595
Torrei	0.093	0.120
Cantoniera	14.695	7.415
Pranu Antoni	7.768	4.806
Santa Vittoria	1.770	0.846
S Lucia	0.444	0.491
Flumineddu	2.277	2.311
Nuraghe Arrubiu	1.816	1.551
Monte Su Rei	1.598	0.787
Is Barroccus	0.853	0.614
Sa Forada	0.020	0.004
Simbirizzi	0.076	0.015
Leni	0.684	0.688
Monteponi	0.088	0.046
Punta Gennarta	0.307	0.207
Medau Zirimilis	0.264	0.109
Genna Is Abis	3.379	1.645
TOTAL	40.076	23.395

Tabla 8: Series de caudales ecológicos para el sistema TFC.

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

```

*TFC
*****
Fecha y hora: 12/ 9/2012  12:18:53
NO. DE AÑOS: 53  AÑO INICIAL: 1922
ECO DE DATOS: 1  ESCRITURA RESUMIDA: 1(0)  SALIDA GRAFICOS: 0  SALIDA BALANCES: 1  SALIDA F. OBJ.: 0(0)

*****
*TFC
*****

Fecha y hora  12/ 9/2012  12:18:53

NO. DE AÑOS:  53  AÑO INICIAL:  1922
HIPOTESIS:  Escenario
=====

      N.NUDOS SISTEMA FISICO:  101
      N. DE EMBALSES:         23
      N.TRAMOS RIO TIPO 1:    119
      N.TRAMOS RIO TIPO 2:     0
      N.TRAMOS RIO TIPO 3:     0
      N.CONDUCCIONES TIPO 4:   0
      N.CONDUCCIONES TIPO 5:   0
      N.APORCIONES INTERMEDIAS: 43
      N.DEMANDAS CONSUNTIVAS:  44
      N.DEMANDAS NO CONSUNTIVAS: 13
      N.RECARGAS ARTIFICIALES:  0
      N.ACUIFEROS:             0
      N.BOMBEO ADICIONALES:    0
      N.RETORNOS:              0
      N.GRUPOS ISOPRIORITARIOS 6
      N.INDICADORES DE RESTRICCION: 8

-----
*****
EMBALSES
*****

* 1 - Olai (14.7 Mmc)
NUDO 1  NUDO VERTIDOS  1
NUMERO PRIORIDAD  0
COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
MAX. SUELTAS CONTROLADAS  1000.00
VOLUMEN INICIAL:  7.35
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL.MAXIMO 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700
VOL.OBJET. 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700
VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
COTA(m) 942.760 943.333 944.050 944.971 946.200 947.920 950.500 954.800 963.400 989.200
SUPERF(Ha) 22.521 24.322 26.505 29.219 32.699 37.354 43.963 54.237 72.919 120.946
VOLUM(Hm3) 1.470 1.633 1.837 2.100 2.450 2.940 3.675 4.900 7.350 14.700

* 2 - Govossai (2.2 Mmc)
NUDO 2  NUDO VERTIDOS  2
NUMERO PRIORIDAD  0
COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
MAX. SUELTAS CONTROLADAS  1000.00
VOLUMEN INICIAL:  1.10
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL.MAXIMO 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200 2.200
VOL.OBJET. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
COTA(m) 921.312 921.680 922.140 922.731 923.520 924.624 926.280 929.040 934.560 951.120
SUPERF(Ha) 5.274 5.664 6.134 6.714 7.453 8.432 9.807 11.916 15.680 25.069
VOLUM(Hm3) 0.220 0.244 0.275 0.314 0.367 0.440 0.550 0.733 1.100 2.200

* 3 - Gusana (58.9 Mmc)
NUDO 3  NUDO VERTIDOS  3
NUMERO PRIORIDAD  1
COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
MAX. SUELTAS CONTROLADAS  1000.00
VOLUMEN INICIAL:  55.00
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL.MAXIMO 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900 58.900
VOL.OBJET. 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000
VOL.MINIMO 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000
EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
COTA(m) 650.150 651.055 652.188 653.643 655.583 658.300 662.375 669.167 682.750 723.500
    
```

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

SUPERF(Ha) 49.560 53.337 57.900 63.548 70.756 80.344 93.864 114.704 152.165 246.679
 VOLUM(Hm3) 5.890 6.544 7.363 8.414 9.817 11.780 14.725 19.633 29.450 58.900

* 4 - Cucchinadorza (16.99 Mmc)

NUDO 4 NUDO VERTIDOS 4
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 16.99
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990 16.990
 VOL.OBJET. 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 VOL.MINIMO 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 EVAP.(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 352.550 353.056 353.688 354.500 355.583 357.100 359.375 363.167 370.750 393.500
 SUPERF(Ha) 27.153 28.971 31.148 33.813 37.176 41.587 47.704 56.937 73.062 111.899
 VOLUM(Hm3) 1.699 1.888 2.124 2.427 2.832 3.398 4.247 5.663 8.495 16.990

* 5 - Torrei (0.94 Mmc)

NUDO 5 NUDO VERTIDOS 5
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 0.47
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940
 VOL.OBJET. 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940 0.940
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP.(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 870.300 870.778 871.375 872.143 873.167 874.600 876.750 880.333 887.500 909.000
 SUPERF(Ha) 1.673 1.807 1.969 2.171 2.429 2.775 3.266 4.029 5.417 8.985
 VOLUM(Hm3) 0.094 0.104 0.117 0.134 0.157 0.188 0.235 0.313 0.470 0.940

* 6 - Benzone (1.11 Mmc)

NUDO 6 NUDO VERTIDOS 6
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 1.11
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110 1.110
 VOL.OBJET. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP.(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 152.880 153.089 153.350 153.686 154.133 154.760 155.700 157.267 160.400 169.800
 SUPERF(Ha) 4.818 5.185 5.629 6.178 6.879 7.811 9.126 11.152 14.794 23.983
 VOLUM(Hm3) 0.111 0.123 0.139 0.159 0.185 0.222 0.278 0.370 0.555 1.110

* 7 - Cantoniera (450 Mmc)

NUDO 7 NUDO VERTIDOS 7
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 225.00
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000 450.000
 VOL.OBJET. 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200
 VOL.MINIMO 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200 3.200
 EVAP.(mm) 117.300 93.500 64.600 56.100 64.600 96.900 112.200 175.100 209.100 280.500 258.400 176.800

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 125.325 126.361 127.656 129.321 131.542 134.650 139.312 147.083 162.625 209.250
 SUPERF(Ha) 400.441 430.954 467.826 513.458 571.698 649.167 758.407 926.797 1229.477 1993.142
 VOLUM(Hm3) 45.000 50.000 56.250 64.286 75.000 90.000 112.500 150.000 225.000 450.000

* 8 - Pranu Antoni (9 Mmc)

NUDO 8 NUDO VERTIDOS 8
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 9.00
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000 9.000
 VOL.OBJET. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP.(mm) 117.300 93.500 64.600 56.100 64.600 96.900 112.200 175.100 209.100 280.500 258.400 176.800

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 47.080 47.311 47.600 47.971 48.467 49.160 50.200 51.933 55.400 65.800
 SUPERF(Ha) 29.717 31.600 33.846 36.586 40.027 44.515 50.700 59.958 75.947 113.766
 VOLUM(Hm3) 0.900 1.000 1.125 1.286 1.500 1.800 2.250 3.000 4.500 9.000

* 9 - Santa Vittoria (1.23 Mmc)

NUDO 9 NUDO VERTIDOS 9
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 1.23
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230 1.230
 VOL.OBJET. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP(mm) 117.300 93.500 64.600 56.100 64.600 96.900 112.200 175.100 209.100 280.500 258.400 176.800

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
 COTA(m) 18.255 18.394 18.569 18.793 19.092 19.510 20.138 21.183 23.275 29.550
 SUPERF(Ha) 9.313 9.903 10.607 11.466 12.544 13.951 15.889 18.791 23.801 35.653
 VOLUM(Hm3) 0.123 0.137 0.154 0.176 0.205 0.246 0.308 0.410 0.615 1.230

* 10 - Leni (19.5 Mmc)
 NUDO 22 NUDO VERTIDOS 22
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 9.75
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500 19.500
 VOL.OBJET. 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 VOL.MINIMO 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
 COTA(m) 248.403 249.003 249.754 250.719 252.005 253.806 256.508 261.010 270.015 297.030
 SUPERF(Ha) 28.812 30.693 32.940 35.688 39.146 43.671 49.928 59.334 75.676 114.704
 VOLUM(Hm3) 1.950 2.167 2.438 2.786 3.250 3.900 4.875 6.500 9.750 19.500

* 11 - Is Barroco (12.25 Mmc)
 NUDO 25 NUDO VERTIDOS 25
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 10.00
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250
 VOL.OBJET. 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250 12.250
 VOL.MINIMO 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280 0.280
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
 COTA(m) 416.500 416.889 417.375 418.000 418.833 420.000 421.750 424.667 430.500 448.000
 SUPERF(Ha) 28.097 29.978 32.230 34.988 38.467 43.032 49.362 58.915 75.600 115.786
 VOLUM(Hm3) 1.225 1.361 1.531 1.750 2.042 2.450 3.062 4.083 6.125 12.250

* 12 - Sa Forada (1.13 Mmc)
 NUDO 26 NUDO VERTIDOS 26
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 1.13
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130
 VOL.OBJET. 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130 1.130
 VOL.MINIMO 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140 0.140
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
 COTA(m) 192.700 193.000 193.375 193.857 194.500 195.400 196.750 199.000 203.500 217.000
 SUPERF(Ha) 8.780 9.336 10.000 10.809 11.826 13.152 14.979 17.714 22.438 33.612
 VOLUM(Hm3) 0.113 0.126 0.141 0.161 0.188 0.226 0.282 0.377 0.565 1.130

* 13 - MonteSuRei (323 Mmc)
 NUDO 28 NUDO VERTIDOS 28
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 161.50
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000 323.000
 VOL.OBJET. 215.800 216.200 225.600 240.700 256.300 269.800 272.900 269.700 261.000 246.200 230.200 219.500
 VOL.MINIMO 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700 14.700
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN
 COTA(m) 258.000 268.444 269.750 271.429 273.667 276.800 281.500 289.333 305.000 352.000
 SUPERF(Ha) 234.329 252.637 274.802 302.292 337.463 384.381 450.771 553.557 739.420 1212.905
 VOLUM(Hm3) 15.000 35.889 40.375 46.143 53.833 64.600 80.750 107.667 161.500 323.000

* 14 - Nuraghe Arrubiu (300 Mmc)
 NUDO 29 NUDO VERTIDOS 29
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 150.00

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000 300.000
 VOL.OBJET. 215.800 216.200 225.600 240.700 256.300 269.800 272.900 269.700 261.000 246.200 230.200 219.500
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 278.200 279.444 281.000 283.000 285.667 289.400 295.000 304.333 323.000 379.000
 SUPERF(Ha) 154.860 166.959 181.607 199.774 223.018 254.024 297.899 365.826 488.657 801.567
 VOLUM(Hm3) 26.300 29.222 32.875 37.571 43.833 52.600 65.750 87.667 131.500 263.000

* 15 - Bau Muggeris (58.37 Mmc)

NUDO 31 NUDO VERTIDOS 31
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 50.00

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370
 VOL.OBJET. 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370 58.370
 VOL.MINIMO 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600 2.600
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 805.870 806.522 807.338 808.386 809.783 811.740 814.675 819.567 829.350 858.700
 SUPERF(Ha) 74.450 79.560 85.688 93.208 102.714 115.216 132.607 158.957 205.219 317.589
 VOLUM(Hm3) 5.837 6.486 7.296 8.339 9.728 11.674 14.592 19.457 29.185 58.370

* 16 - SaTeulaSantaLucia (3.1 Mmc)

NUDO 35 NUDO VERTIDOS 35
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 3.10

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100 3.100
 VOL.OBJET. 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600
 VOL.MINIMO 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600 0.600
 EVAP(mm) 138.000 110.000 76.000 66.000 76.000 114.000 132.000 206.000 246.000 330.000 304.000 208.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 62.850 63.167 63.563 64.071 64.750 65.700 67.125 69.500 74.250 88.500
 SUPERF(Ha) 8.960 9.623 10.421 11.407 12.662 14.326 16.662 20.244 26.639 42.591
 VOLUM(Hm3) 0.310 0.344 0.387 0.443 0.517 0.620 0.775 1.033 1.550 3.100

* 17 - Flumeniddu (1.42 Mmc)

NUDO 37 NUDO VERTIDOS 37
 NUMERO PRIORIDAD 0
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 0.71

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420
 VOL.OBJET. 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420 1.420
 VOL.MINIMO 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 280.030 280.478 281.038 281.757 282.717 284.060 286.075 289.433 296.150 316.300
 SUPERF(Ha) 3.844 4.095 4.395 4.761 5.223 5.827 6.661 7.916 10.097 15.304
 VOLUM(Hm3) 0.142 0.158 0.177 0.203 0.237 0.284 0.355 0.473 0.710 1.420

* 18 - Genna Is Abis (24 Mmc)

NUDO 39 NUDO VERTIDOS 39
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 24.00

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000 24.000
 VOL.OBJET. 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400
 VOL.MINIMO 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400 1.400
 EVAP(mm) 138.000 110.000 76.000 66.000 76.000 114.000 132.000 206.000 246.000 330.000 304.000 208.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 42.400 42.667 43.000 43.429 44.000 44.800 46.000 48.000 52.000 64.000
 SUPERF(Ha) 88.895 95.246 102.885 112.289 124.219 139.975 162.004 195.597 255.095 401.676
 VOLUM(Hm3) 2.400 2.667 3.000 3.429 4.000 4.800 6.000 8.000 12.000 24.000

* 19 - Punta Gennarta (12.7 Mmc)

NUDO 45 NUDO VERTIDOS 45
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 6.35

OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700
 VOL.OBJET. 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700 12.700
 VOL.MINIMO 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 260.700 261.333 262.125 263.143 264.500 266.400 269.250 274.000 283.500 312.000
 SUPERF(Ha) 15.441 16.602 18.004 19.736 21.944 24.877 29.005 35.353 46.728 75.282
 VOLUM(Hm3) 1.270 1.411 1.587 1.814 2.117 2.540 3.175 4.233 6.350 12.700

* 20 - Medau Zirimilis (16.7 Mmc)

NUDO 46 NUDO VERTIDOS 46
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 8.35
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700
 VOL.OBJET. 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700 16.700
 VOL.MINIMO 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500 0.500
 EVAP(mm) 117.300 93.500 64.600 56.100 64.600 96.900 112.200 175.100 209.100 280.500 258.400 176.800

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 145.200 145.778 146.500 147.429 148.667 150.400 153.000 157.333 166.000 192.000
 SUPERF(Ha) 13.190 14.209 15.441 16.967 18.918 21.517 25.188 30.860 41.088 67.027
 VOLUM(Hm3) 0.670 0.744 0.837 0.957 1.117 1.340 1.675 2.233 3.350 6.700

* 21 - Bau Pressiu (8.25 Mmc)

NUDO 47 NUDO VERTIDOS 47
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 4.12
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250
 VOL.OBJET. 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250 8.250
 VOL.MINIMO 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250 0.250
 EVAP(mm) 103.500 82.500 57.000 49.500 57.000 85.500 99.000 154.500 184.500 247.500 228.000 156.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 254.290 254.878 255.613 256.557 257.817 259.580 262.225 266.633 275.450 301.900
 SUPERF(Ha) 11.500 12.351 13.376 14.641 16.252 18.387 21.385 25.984 34.191 54.665
 VOLUM(Hm3) 0.825 0.917 1.031 1.179 1.375 1.650 2.062 2.750 4.125 8.250

* 22 - Monte Pranu (49.3 Mmc)

NUDO 48 NUDO VERTIDOS 48
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 24.65
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300 49.300
 VOL.OBJET. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 VOL.MINIMO 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 EVAP(mm) 117.300 93.500 64.600 56.100 64.600 96.900 112.200 175.100 209.100 280.500 258.400 176.800

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 49.750 50.111 50.563 51.143 51.917 53.000 54.625 57.333 62.750 79.000
 SUPERF(Ha) 131.927 141.353 152.689 166.645 184.350 207.734 240.427 290.281 378.580 596.119
 VOLUM(Hm3) 4.930 5.478 6.162 7.043 8.217 9.860 12.325 16.433 24.650 49.300

* 23 - Simbirizzi (30.3 Mmc)

NUDO 67 NUDO VERTIDOS 67
 NUMERO PRIORIDAD 1
 COEF. FORMULA INFILTRACION: A= 0.0000E+00 B= 0.0000E+00 C= 0.1000E+01
 MAX. SUELTAS CONTROLADAS 1000.00
 VOLUMEN INICIAL: 15.00
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL.MAXIMO 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300 30.300
 VOL.OBJET. 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800
 VOL.MINIMO 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800 1.800
 EVAP(mm) 138.000 110.000 76.000 66.000 76.000 114.000 132.000 206.000 246.000 330.000 304.000 208.000

TABLA COTA-SUPERFICIE-VOLUMEN

COTA(m) 31.256 31.396 31.570 31.794 32.093 32.512 33.140 34.187 36.280 42.560
 SUPERF(Ha) 129.722 134.950 141.044 148.287 157.111 168.229 182.912 203.748 237.208 307.620
 VOLUM(Hm3) 3.030 3.367 3.787 4.329 5.050 6.060 7.575 10.100 15.150 30.300

 CONDUCCIONES

TIPO: 1
 =====

* 1 - TrattoFiume1

NUDO INIC. 1 NUDO FINAL 3 I. COSTE: 0 COSTE: 850.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000

* 2 - TrattoFiume2

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

NUDO INIC. 2 NUDO FINAL 3 I.COSTE: 0 COSTE: 850.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000	1000.000
* 3 - TrattoFiume4												
NUDO INIC. 3 NUDO FINAL 4 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 4 - TrattoFiume5												
NUDO INIC. 5 NUDO FINAL 4 I.COSTE: 0 COSTE: *****												
PRIORIDAD:-330 UMBRAL DEF 0.010												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 5 - TrattoFiume6												
NUDO INIC. 4 NUDO FINAL 6 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 6 - TrattoFiume7												
NUDO INIC. 6 NUDO FINAL 85 I.COSTE: 0 COSTE: *****												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 7 - 2A.P0 (Rilancio Gusana)												
NUDO INIC. 4 NUDO FINAL 3 I.COSTE: 1 COSTE: 0.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 0.00												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592
* 8 - TrattoFiume9												
NUDO INIC. 7 NUDO FINAL 8 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450	2.450
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 9 - TrattoFiume10												
NUDO INIC. 8 NUDO FINAL 9 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295	1.295
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 10 - Guida1												
NUDO INIC. 9 NUDO FINAL 10 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
* 11 - 2C.P1 (Nuraghe Pranu Antoni)												
NUDO INIC. 8 NUDO FINAL 7 I.COSTE: 1 COSTE: 0.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 0.00												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960	12.960
* 12 - Guida2												
NUDO INIC. 10 NUDO FINAL 11 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
* 13 - Guida4												
NUDO INIC. 12 NUDO FINAL 11 I.COSTE: 2 COSTE: *****												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
* 14 - 2C.P2 (Marrubiu)												
NUDO INIC. 11 NUDO FINAL 12 I.COSTE: 2 COSTE: 500.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 74.65												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776	7.776

* 15 - Guida6												
NUDO INIC.	13	NUDO FINAL	14	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 16 - Guida7												
NUDO INIC.	14	NUDO FINAL	15	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 17 - Guida8												
NUDO INIC.	13	NUDO FINAL	16	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 18 - Guida9												
NUDO INIC.	17	NUDO FINAL	16	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 19 - Guida10												
NUDO INIC.	17	NUDO FINAL	12	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
* 20 - 2C.P3 (Sardara)												
NUDO INIC.	12	NUDO FINAL	13	I.COSTE:	2	COSTE:	750.0					
VOLUMEN MAX. ANUAL:	49.77											
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	5.184	
* 21 - 7B.P2 (Zeppara)												
NUDO INIC.	19	NUDO FINAL	18	I.COSTE:	2	COSTE:	100.0					
VOLUMEN MAX. ANUAL:	24.88											
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	
* 22 - Guida13												
NUDO INIC.	20	NUDO FINAL	19	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
* 23 - Exit_SantaVittoria												
NUDO INIC.	9	NUDO FINAL	0	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
PRIORIDAD:	4 UMBRAL DEF 0.010											
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	0.296	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 24 - 7C.P1 (Leni)												
NUDO INIC.	22	NUDO FINAL	21	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	
* 25 - Guida15												
NUDO INIC.	23	NUDO FINAL	20	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	
* 26 - Guida16												
NUDO INIC.	24	NUDO FINAL	23	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	
* 27 - Guida17												
NUDO INIC.	68	NUDO FINAL	24	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
CAUD.MAX.	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	65.000	

* 28 - TrattoFiume12
 NUDO INIC. 25 NUDO FINAL 78 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.143 0.143 0.143 0.143 0.143 0.143
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 29 - Guida19
 NUDO INIC. 26 NUDO FINAL 17 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 30 - Guida20
 NUDO INIC. 15 NUDO FINAL 26 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 80.000 80.000 80.000 80.000 80.000 80.000 80.000 10000.000 10000.000

* 31 - Guida20
 NUDO INIC. 27 NUDO FINAL 26 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 80.000 80.000 80.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 80.000 10000.000 10000.000 80.000

* 32 - Guida22
 NUDO INIC. 29 NUDO FINAL 28 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000 60.000

* 33 - 7A.P1 (Villanovatulo)
 NUDO INIC. 71 NUDO FINAL 30 I.COSTE: 0 COSTE: 100.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661 0.661

* 34 - TrattoFiume15
 NUDO INIC. 32 NUDO FINAL 79 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 35 - TrattoFiume16
 NUDO INIC. 69 NUDO FINAL 32 I.COSTE: 2 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 36 - TrattoFiume17
 NUDO INIC. 70 NUDO FINAL 32 I.COSTE: 2 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 37 - TrattoFiume18
 NUDO INIC. 31 NUDO FINAL 32 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 Indicador de alarma-restricció 1 Actua sobre:MÁXIMO MENSUAL
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 38 - Traverse_BauMela
 NUDO INIC. 69 NUDO FINAL 70 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000 52.000

* 39 - Traverse_BauMandara
 NUDO INIC. 70 NUDO FINAL 31 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000 65.000

* 40 - Guida25
 NUDO INIC. 35 NUDO FINAL 36 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 41 - Exit_SaTeula
 NUDO INIC. 35 NUDO FINAL 0 I.COSTE: 0 COSTE: *****

PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.074 0.074 0.074 0.074 0.074 0.074
 CAUD.MAX. 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000

* 42 - Guida26
 NUDO INIC. 37 NUDO FINAL 29 I.COSTE: 2 COSTE: 100.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000 32.000

* 43 - TrattoFiume23
 NUDO INIC. 28 NUDO FINAL 72 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.267 0.267 0.267 0.267 0.267 0.267
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 44 - TrattoFiume24
 NUDO INIC. 29 NUDO FINAL 72 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.303 0.303 0.303 0.303 0.303 0.303
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 45 - TrattoFiume25
 NUDO INIC. 37 NUDO FINAL 72 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.380 0.380 0.380 0.380 0.380 0.380
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 46 - 7A.P6 (Basso Flumendosa)
 NUDO INIC. 72 NUDO FINAL 28 I.COSTE: 2 COSTE: *****
 VOLUMEN MAX. ANUAL: 124.42
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960

* 47 - Guida28
 NUDO INIC. 23 NUDO FINAL 38 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000

* 48 - Guida30
 NUDO INIC. 38 NUDO FINAL 39 I.COSTE: 0 COSTE: 100.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000

* 49 - Traverse_SanGiovanni
 NUDO INIC. 44 NUDO FINAL 43 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592

* 50 - Guida33
 NUDO INIC. 45 NUDO FINAL 42 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 51 - Guida34
 NUDO INIC. 42 NUDO FINAL 41 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 52 - Guida39
 NUDO INIC. 46 NUDO FINAL 40 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 53 - Guida40
 NUDO INIC. 41 NUDO FINAL 40 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 54 - Guida94

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

NUDO INIC. 40 NUDO FINAL 39 I. COSTE: 1 COSTE: *****												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
* 55 - 7D.P3 (Murtas)												
NUDO INIC. 43 NUDO FINAL 42 I. COSTE: 1 COSTE: 600.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 14.93												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555	1.555
* 56 - 7D.P1 (S'Aidroxia)												
NUDO INIC. 42 NUDO FINAL 45 I. COSTE: 1 COSTE: 100.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 9.95												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037
* 57 - 7D.P4 (Is Serras)												
NUDO INIC. 40 NUDO FINAL 42 I. COSTE: 1 COSTE: 100.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 58 - 1A.P1 (Cixerri-Sulcis)												
NUDO INIC. 39 NUDO FINAL 47 I. COSTE: 0 COSTE: 750.0												
Indicador de alarma-restricció 5 Actua sobre:MÁXIMO MENSUAL												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 19.91												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074	2.074
* 59 - TrattoFiume28												
NUDO INIC. 47 NUDO FINAL 48 I. COSTE: 0 COSTE: 0.0												
PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 60 - Guida42												
NUDO INIC. 48 NUDO FINAL 49 I. COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
* 61 - 1B.P1 (Paringianu)												
NUDO INIC. 49 NUDO FINAL 50 I. COSTE: 2 COSTE: 100.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 11.20												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166	1.166
* 62 - 7E.P1 (Cixerri)												
NUDO INIC. 39 NUDO FINAL 51 I. COSTE: 2 COSTE: 100.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 99.53												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368	10.368
* 63 - Guida46												
NUDO INIC. 51 NUDO FINAL 52 I. COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
* 64 - Guida48												
NUDO INIC. 52 NUDO FINAL 53 I. COSTE: 0 COSTE: 0.0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
* 65 - 7E.P7 (Piazzale Saras)												
NUDO INIC. 53 NUDO FINAL 54 I. COSTE: 1 COSTE: 850.0												
VOLUMEN MAX. ANUAL: 4.98												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518	0.518
* 66 - Exit_MontePranu												
NUDO INIC. 48 NUDO FINAL 0 I. COSTE: 0 COSTE: *****												
PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	

CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.614 0.614 0.614 0.614 0.614 0.614
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 67 - Guida52

NUDO INIC. 68 NUDO FINAL 55 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000

* 68 - Guida54

NUDO INIC. 55 NUDO FINAL 57 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000 30.000

* 69 - Guida57

NUDO INIC. 56 NUDO FINAL 57 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000 6.000

* 70 - Guida59

NUDO INIC. 57 NUDO FINAL 52 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 71 - 7E.P3 (Macchiareddu per Sud-Es)

NUDO INIC. 52 NUDO FINAL 57 I.COSTE: 1 COSTE: *****
 VOLUMEN MAX. ANUAL: 99.53
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368

* 72 - Guida60

NUDO INIC. 57 NUDO FINAL 58 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 73 - Guida61

NUDO INIC. 58 NUDO FINAL 53 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

* 74 - Guida62

NUDO INIC. 27 NUDO FINAL 59 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000

* 75 - Guida63

NUDO INIC. 59 NUDO FINAL 60 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000

* 76 - Guida64

NUDO INIC. 60 NUDO FINAL 56 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000

* 77 - Guida65

NUDO INIC. 60 NUDO FINAL 61 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000

* 78 - Guida66

NUDO INIC. 56 NUDO FINAL 61 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000 4.000

* 79 - Guida67

NUDO INIC. 61 NUDO FINAL 62 I.COSTE: 0 COSTE: 100.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000 15.000

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

* 80 - Guida69												
NUDO INIC.	57	NUDO FINAL	63	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
* 81 - Guida71												
NUDO INIC.	63	NUDO FINAL	65	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
* 82 - Guida72												
NUDO INIC.	65	NUDO FINAL	66	I.COSTE:	0	COSTE:	750.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
* 83 - Guida73												
NUDO INIC.	65	NUDO FINAL	67	I.COSTE:	1	COSTE:	740.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
* 84 - Guida74												
NUDO INIC.	67	NUDO FINAL	66	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
* 85 - 7A.P5 (Emergenza Donori)												
NUDO INIC.	61	NUDO FINAL	59	I.COSTE:	2	COSTE:	850.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 86 - Traverse_RioMogoro												
NUDO INIC.	73	NUDO FINAL	11	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592
* 87 - Exit_RioMogoro												
NUDO INIC.	73	NUDO FINAL	0	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 88 - Traverse_Pabillonis												
NUDO INIC.	74	NUDO FINAL	75	I.COSTE:	0	COSTE:	0.0					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592
* 89 - 2C.P4 (Fluminimannu di Pabillo)												
NUDO INIC.	75	NUDO FINAL	12	I.COSTE:	2	COSTE:	500.0					
VOLUMEN MAX. ANUAL:	37.32											
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888	3.888
* 90 - Exit_Pabillonis												
NUDO INIC.	74	NUDO FINAL	0	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 91 - 1B.P2 (Flumentepido)												
NUDO INIC.	76	NUDO FINAL	50	I.COSTE:	0	COSTE:	850.0					
VOLUMEN MAX. ANUAL:	24.88											
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592	2.592
* 92 - Exit_Flumentepido												
NUDO INIC.	76	NUDO FINAL	0	I.COSTE:	0	COSTE:	*****					
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MIN.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CAUD.MAX.	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000	10000.000
* 93 - GuidaTraverse3												

```

NUDO INIC. 77  NUDO FINAL  22  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000 1000.000

* 94 - Exit_Leni
NUDO INIC. 22  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
PRIORIDAD: 4  UMBRAL DEF  0.010
Indicador de alarma-restricció 6 Actua sobre:MÍNIMO MENSUAL
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.114 0.114 0.114 0.114 0.114 0.114
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 95 - Traverse_CasaFiume
NUDO INIC. 78  NUDO FINAL  68  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312 93.312

* 96 - Exit_CasaFiume
NUDO INIC. 78  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 97 - Exit_SaForada
NUDO INIC. 26  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
PRIORIDAD: 4  UMBRAL DEF  0.010
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004 0.004
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

* 98 - Traverse_PonteMaxia
NUDO INIC. 79  NUDO FINAL  71  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700

* 99 - TrattoFiume19
NUDO INIC. 79  NUDO FINAL  29  I.COSTE: 0  COSTE: *****
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*100 - Traverse_Monastir
NUDO INIC. 80  NUDO FINAL  57  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960 12.960

*101 - Exit_Monastir
NUDO INIC. 80  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*102 - Exit_Simbrizzi
NUDO INIC. 67  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
PRIORIDAD: 4  UMBRAL DEF  0.010
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.013 0.013 0.013 0.013 0.013 0.013
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*103 - Exit_GennalsAbis
NUDO INIC. 39  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
PRIORIDAD: 4  UMBRAL DEF  0.010
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.563 0.563 0.563 0.563 0.563 0.563
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*104 - Traverse_SantaLucia
NUDO INIC. 81  NUDO FINAL  52  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592

*105 - Exit_SantaLucia
NUDO INIC. 81  NUDO FINAL  0  I.COSTE: 0  COSTE: *****
  OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

```

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

*106 - 7E.P6 (Monti Nieddu)

NUDO INIC. 83 NUDO FINAL 54 I.COSTE: 2 COSTE: *****
 VOLUMEN MAX. ANUAL: 15.93
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659 1.659

*107 - Traverse_MonteNieddu

NUDO INIC. 82 NUDO FINAL 83 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244 1.244

*108 - Exit_MontiNieddu

NUDO INIC. 82 NUDO FINAL 0 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*109 - Exit_Siscarena

NUDO INIC. 72 NUDO FINAL 0 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*110 - Traverse_SaSchinaDeSaStoia

NUDO INIC. 84 NUDO FINAL 46 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592 2.592

*111 - TrattoFiume29

NUDO INIC. 44 NUDO FINAL 39 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*112 - TrattoFiume31

NUDO INIC. 46 NUDO FINAL 39 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 Indicador de alarma-restricció 8 Actua sobre:MÍNIMO MENSUAL
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.045 0.045 0.045 0.045 0.045 0.045
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*113 - TrattoFiume32

NUDO INIC. 84 NUDO FINAL 39 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*114 - TrattoFiume30

NUDO INIC. 45 NUDO FINAL 39 I.COSTE: 0 COSTE: *****
 PRIORIDAD: 4 UMBRAL DEF 0.010
 Indicador de alarma-restricció 7 Actua sobre:MÍNIMO MENSUAL
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.066 0.066 0.066 0.066 0.066 0.066
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*115 - TrattoFiume3

NUDO INIC. 85 NUDO FINAL 7 I.COSTE: 2 COSTE: 850.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*116 - ConduccFicticia1

NUDO INIC. 54 NUDO FINAL 86 I.COSTE: 2 COSTE: 5.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*117 - Guida75

NUDO INIC. 29 NUDO FINAL 71 I.COSTE: 0 COSTE: 100.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000 10000.000

*118 - Guida55

NUDO INIC. 26 NUDO FINAL 56 I.COSTE: 0 COSTE: 0.0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
 CAUD.MAX. 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000 10.000

```

*119 - 2A.P1 (Benzone)
NUDO INIC. 6  NUDO FINAL  87  I.COSTE: 0  COSTE: 0.0
VOLUMEN MAX. ANUAL: 99.53
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MIN. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000
CAUD.MAX. 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368 10.368
-----
*****
DEMANDAS CONSUNTIVAS
*****

* 1 - GUS-C (Gusana) (8.964 Mmc/year)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.0%
N. TOMAS 2
TOMA: 1-PrendereGUS-Olai
NUDO 1 DOT.ANUAL 9.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747
TOMA: 2-PrendereGUS-Govossai
NUDO 2 DOT.ANUAL 9.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747 0.747

* 2 - TRR-C (Torrei) (1.398 Mmc/year)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.154 0.125 0.104 0.095 0.091 0.084 0.092 0.089 0.107 0.142 0.175 0.140
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.0%
N. TOMAS 2
TOMA: 1-PrendereTRR-Torrei
NUDO 5 DOT.ANUAL 1.400 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.154 0.125 0.104 0.095 0.091 0.084 0.092 0.089 0.107 0.142 0.175 0.140
TOMA: 2-2A.P2 (Cucchinadorza)
NUDO 3 DOT.ANUAL 2.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 3
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183 0.183

* 3 - MVT-A (Media Valle del Tirso)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.369 0.189 0.135 0.144 0.144 0.261 0.558 0.981 1.674 2.232 1.647 0.675
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.0%
N. TOMAS 1
TOMA: 1-PrendereMVT-A
NUDO 87 DOT.ANUAL 9.009 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.369 0.189 0.135 0.144 0.144 0.261 0.558 0.981 1.674 2.232 1.647 0.675

* 4 - SXT-A (Sinistra Tirso) (75 Mmc)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 1.875 0.000 0.000 0.000 0.000 0.150 2.025 7.350 12.825 22.350 20.175 8.250
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.0%
N. TOMAS 2
TOMA: 1-PrendereSXT-12
NUDO 10 DOT.ANUAL 75.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 1.875 0.000 0.000 0.000 0.000 0.150 2.025 7.350 12.825 22.350 20.175 8.250
TOMA: 2-PrendereSXT-13
NUDO 11 DOT.ANUAL 75.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 1.875 0.000 0.000 0.000 0.000 0.150 2.025 7.350 12.825 22.350 20.175 8.250

* 5 - SRU-A (Sardara - Sanluri) (7.1)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.525 0.121 0.071 0.078 0.050 0.114 0.156 0.490 0.973 1.491 1.960 1.072
    
```

COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 2
 TOMA: 1-PrendereSRU-20
 NUDO 14 DOT.ANUAL 7.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.525 0.121 0.071 0.078 0.050 0.114 0.156 0.490 0.973 1.491 1.960 1.072

TOMA: 2-PrendereSRU-22
 NUDO 16 DOT.ANUAL 7.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.525 0.121 0.071 0.078 0.050 0.114 0.156 0.490 0.973 1.491 1.960 1.072

* 6 - ZPP-A (Zeppara) (1.402 Mmc/yea)
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM : 0.090 0.031 0.022 0.015 0.015 0.020 0.028 0.095 0.220 0.325 0.332 0.209
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 1
 TOMA: 1-PrendereZPP-24
 NUDO 18 DOT.ANUAL 1.450 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.090 0.031 0.022 0.015 0.015 0.020 0.028 0.095 0.220 0.325 0.332 0.209

* 7 - ARB-C (Marina Arbus) (0.199 Mm)
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM : 0.014 0.014 0.015 0.010 0.007 0.008 0.012 0.013 0.019 0.028 0.039 0.020
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 1
 TOMA: 1-PrendereARB-25
 NUDO 19 DOT.ANUAL 0.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.014 0.014 0.015 0.010 0.007 0.008 0.012 0.013 0.019 0.028 0.039 0.020

* 8 - GAV-A (San Gav-Pabill-Gonnos.)
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM : 0.192 0.065 0.010 0.005 0.005 0.005 0.052 0.309 0.372 0.606 0.588 0.390
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 2
 TOMA: 1-PrendereGAV-26
 NUDO 20 DOT.ANUAL 2.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.192 0.065 0.010 0.005 0.005 0.005 0.052 0.309 0.372 0.606 0.588 0.390

TOMA: 2-PrendereGAV-22
 NUDO 16 DOT.ANUAL 2.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.192 0.065 0.010 0.005 0.005 0.005 0.052 0.309 0.372 0.606 0.588 0.390

* 9 - VIL-I (Villacidro) (0.204 Mmc/
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM : 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 1
 TOMA: 1-PrendereVILL-Leni
 NUDO 22 DOT.ANUAL 0.210 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017 0.017

* 10 - VIL-C (Villacidro) (4.38 Mmc/y)
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM : 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 2
TOMA: 1-PrendereVIL-27
NUDO 21 DOT.ANUAL 4.382 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365

TOMA: 2-PrendereVIL-Cannisoni
NUDO 77 DOT.ANUAL 4.382 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365 0.365

* 11 - LEN-A (Alto Leni) (9.402 Mmc/y)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.649 0.376 0.254 0.226 0.282 0.169 0.414 0.940 1.551 1.692 1.824 1.025
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.0%; 10a: 8.0%

N. TOMAS 1
TOMA: 1-PrendereLEN-Leni
NUDO 22 DOT.ANUAL 9.450 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.649 0.376 0.254 0.226 0.282 0.169 0.414 0.940 1.551 1.692 1.824 1.025

* 12 - DXL-A (Destra Leni) (3.201 Mmc)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.221 0.128 0.086 0.077 0.096 0.058 0.141 0.320 0.528 0.576 0.621 0.349
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.0%; 10a: 8.0%

N. TOMAS 2
TOMA: 1-PrendereDXL-Leni
NUDO 22 DOT.ANUAL 3.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.221 0.128 0.086 0.077 0.096 0.058 0.141 0.320 0.528 0.576 0.621 0.349

TOMA: 2-PrendereDXL-31
NUDO 23 DOT.ANUAL 3.210 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID.*** IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.221 0.128 0.086 0.077 0.096 0.058 0.141 0.320 0.528 0.576 0.621 0.349

* 13 - SXP-A (Sinistra Leni - Pimpisu)
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.175 0.053 0.003 0.000 0.010 0.023 0.036 0.086 0.350 0.934 1.036 0.594
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.0%; 10a: 8.0%

N. TOMAS 1
TOMA: 1-PrendereSXP-31
NUDO 23 DOT.ANUAL 3.300 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.175 0.053 0.003 0.000 0.010 0.023 0.036 0.086 0.350 0.934 1.036 0.594

* 14 - SAM-A (Sammassi A B) (1.1 Mmc/
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.109 0.031 0.002 0.004 0.005 0.052 0.020 0.023 0.052 0.169 0.347 0.286
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.0%; 10a: 8.0%

N. TOMAS 1
TOMA: 1-PrendereSAM-32
NUDO 24 DOT.ANUAL 1.100 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
CAUD.MAX. 0.109 0.031 0.002 0.004 0.005 0.052 0.020 0.023 0.052 0.169 0.347 0.286

* 15 - ONC-A (Opera Nazi. Combatt.) (
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
VOL DEM : 0.029 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.010 0.198 0.650 0.899 1.018 0.397
COEF. GARANTIAS:
GAR.MENS.: 1.0%
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.0%; 10a: 8.0%

N. TOMAS 1
TOMA: 1-7B.P1 (ONC)
NUDO 24 DOT.ANUAL 50.762 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

CAUD.MAX.	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288	5.288
* 16 - SML-C (Santu Miali) (2.9 Mmc/y)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.278	0.258	0.241	0.220	0.206	0.218	0.209	0.247	0.220	0.255	0.284	0.264
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 2												
TOMA: 1-PrendereSML-21												
NUDO 15 DOT.ANUAL	2.900	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.278	0.258	0.241	0.220	0.206	0.218	0.209	0.247	0.220	0.255	0.284	0.264
TOMA: 2-PrendereSML-23												
NUDO 17 DOT.ANUAL	2.900	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.278	0.258	0.241	0.220	0.206	0.218	0.209	0.247	0.220	0.255	0.284	0.264
* 17 - FUR-A (Furtei - Villamar - Ser)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.222	0.051	0.030	0.033	0.021	0.048	0.066	0.207	0.411	0.630	0.828	0.453
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereFUR-SaForada												
NUDO 26 DOT.ANUAL	3.000	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.222	0.051	0.030	0.033	0.021	0.048	0.066	0.207	0.411	0.630	0.828	0.453
* 18 - ISI-A (Isili) (0.499 Mmc/year)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.052	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.069	0.084	0.142	0.095	
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrenderesiSI-42												
NUDO 30 DOT.ANUAL	0.500	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.052	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.069	0.084	0.142	0.095	
* 19 - SAR-C (Sarcidano) (8.501 Mmc/y)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.737	0.642	0.649	0.525	0.485	0.626	0.529	0.625	0.728	1.027	1.071	0.857
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 2												
TOMA: 1-PrendereSAR-IsBarrocos												
NUDO 25 DOT.ANUAL	8.600	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.737	0.642	0.649	0.525	0.485	0.626	0.529	0.625	0.728	1.027	1.071	0.857
TOMA: 2-PrendereSAR-42												
NUDO 30 DOT.ANUAL	8.600	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 0 IND.RESTR. 2												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.737	0.642	0.649	0.525	0.485	0.626	0.529	0.625	0.728	1.027	1.071	0.857
* 20 - GER-C (Gerrei) (0.702 Mmc/year)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.064	0.058	0.061	0.055	0.047	0.048	0.050	0.053	0.055	0.071	0.076	0.064
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereGER-MonteSuRei												
NUDO 28 DOT.ANUAL	0.710	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.064	0.058	0.061	0.055	0.047	0.048	0.050	0.053	0.055	0.071	0.076	0.064
* 21 - TUS-A (Trexenta-Senorbi) (10.9)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	

VOL DEM :	0.698	0.240	0.174	0.120	0.120	0.153	0.218	0.741	1.711	2.529	2.583	1.624
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereTUS-37												
NUDO 27 DOT.ANUAL 10.911 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.698	0.240	0.174	0.120	0.120	0.153	0.218	0.741	1.711	2.529	2.583	1.624
* 22 - VLG-C (Villagrande) (1.2 Mmc/y												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereVLG-47												
NUDO 33 DOT.ANUAL 1.200 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	
* 23 - OGL-C (Ogliastro) (2.101 Mmc/y												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.181	0.164	0.170	0.153	0.120	0.157	0.134	0.178	0.178	0.214	0.246	0.206
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereOGLC-50												
NUDO 36 DOT.ANUAL 2.102 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.181	0.164	0.170	0.153	0.120	0.157	0.134	0.178	0.178	0.214	0.246	0.206
* 24 - OGL-I (Tortoli) (0.036 Mmc/yea												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereOGLI-50												
NUDO 36 DOT.ANUAL 0.040 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	
* 25 - OGL-A (Ogliastro) (11.888 Mmc/												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.190	1.166	2.332	2.761	3.832	1.547	
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereOGLA-50												
NUDO 36 DOT.ANUAL 11.888 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.190	1.166	2.332	2.761	3.832	1.547	
* 26 - GIO-A (San Giovanni) (0.101 Mm												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.006	0.011	0.019	0.025	0.018	0.007
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereGIO-64												
NUDO 43 DOT.ANUAL 0.100 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.006	0.011	0.019	0.025	0.018	0.007
* 27 - SIL-A (Siliqua) (2 Mmc/year)												

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.120	0.006	0.004	0.002	0.002	0.018	0.068	0.402	0.554	0.584	0.238	
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereSIL-60												
NUDO 40 DOT.ANUAL	2.000	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.120	0.006	0.004	0.002	0.002	0.018	0.068	0.402	0.554	0.584	0.238	
* 28 - SUL-I (Portovesme) (2.203 Mmc/												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.169	0.136	0.194	0.251	0.183	0.209	0.185	0.200	0.189	0.174	0.152	0.161
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereSULI-74												
NUDO 50 DOT.ANUAL	2.220	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.169	0.136	0.194	0.251	0.183	0.209	0.185	0.200	0.189	0.174	0.152	0.161
* 29 - SUL-C (Sulcis) (8.991 Mmc/year												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.819	0.702	0.774	0.657	0.621	0.648	0.729	0.693	0.747	0.927	0.864	0.810
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereSUL-71												
NUDO 47 DOT.ANUAL	8.991	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.819	0.702	0.774	0.657	0.621	0.648	0.729	0.693	0.747	0.927	0.864	0.810
* 30 - SUL-A (Sulcis) (6.106 Mmc/year												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.561	0.226	0.165	0.128	0.140	0.256	0.311	0.403	0.744	1.214	1.275	0.683
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereSULA-73												
NUDO 49 DOT.ANUAL	6.106	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.561	0.226	0.165	0.128	0.140	0.256	0.311	0.403	0.744	1.214	1.275	0.683
* 31 - UTA-A (Uta) (0.501 Mmc/year)												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.036	0.012	0.009	0.012	0.010	0.005	0.017	0.034	0.078	0.094	0.110	0.084
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereUTA-77												
NUDO 51 DOT.ANUAL	0.600	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.036	0.012	0.009	0.012	0.010	0.005	0.017	0.034	0.078	0.094	0.110	0.084
* 32 - SRH-C (Sarroch) (2.997 Mmc/yea												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
VOL DEM :	0.213	0.180	0.198	0.147	0.144	0.192	0.180	0.231	0.327	0.408	0.450	0.327
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrendereSRH-81												
NUDO 54 DOT.ANUAL	2.997	C.ESCORR.	0.00	C.CONSUMO	1.00	ELEM.RET.	0	COTA	0.00			
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
	OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.
CAUD.MAX.	0.213	0.180	0.198	0.147	0.144	0.192	0.180	0.231	0.327	0.408	0.450	0.327

- * 33 - NUR-A (Nur.Vill.Serr.Dec.Sam.)
- | | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
|--|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| VOL DEM : | 1.648 | 0.453 | 0.247 | 0.288 | 0.453 | 0.762 | 0.700 | 1.030 | 1.648 | 5.068 | 5.438 | 2.863 |
| COEF. GARANTIAS: | | | | | | | | | | | | |
| GAR.MENS.: 1.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.% | | | | | | | | | | | | |
| N. TOMAS 2 | | | | | | | | | | | | |
| TOMA: 1-PrendereNUR-88 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 55 DOT.ANUAL 20.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 1.648 | 0.453 | 0.247 | 0.288 | 0.453 | 0.762 | 0.700 | 1.030 | 1.648 | 5.068 | 5.438 | 2.863 |
| TOMA: 2-PrendereNUR-89 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 56 DOT.ANUAL 20.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 1.648 | 0.453 | 0.247 | 0.288 | 0.453 | 0.762 | 0.700 | 1.030 | 1.648 | 5.068 | 5.438 | 2.863 |
- * 34 - MAC-I (Macchiareddu-Sarroch) (
- | | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
|--|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| VOL DEM : | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 |
| COEF. GARANTIAS: | | | | | | | | | | | | |
| GAR.MENS.: 1.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.% | | | | | | | | | | | | |
| N. TOMAS 3 | | | | | | | | | | | | |
| TOMA: 1-PrendereMAC-91 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 58 DOT.ANUAL 11.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 |
| TOMA: 2-PrendereMAC-97 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 63 DOT.ANUAL 11.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 |
| TOMA: 3-PrendereMAC-80 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 53 DOT.ANUAL 11.600 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 | 0.963 |
- * 35 - ELM-A (San Sp-Mon-Elm-Sestu) (
- | | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
|---|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| VOL DEM : | 0.871 | 0.356 | 0.257 | 0.168 | 0.148 | 0.287 | 0.376 | 0.693 | 1.327 | 2.148 | 1.980 | 1.287 |
| COEF. GARANTIAS: | | | | | | | | | | | | |
| GAR.MENS.: 1.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.% | | | | | | | | | | | | |
| N. TOMAS 2 | | | | | | | | | | | | |
| TOMA: 1-PrendereELM-90 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 57 DOT.ANUAL 9.900 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 0.871 | 0.356 | 0.257 | 0.168 | 0.148 | 0.287 | 0.376 | 0.693 | 1.327 | 2.148 | 1.980 | 1.287 |
| TOMA: 2-PrendereELM-97 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 63 DOT.ANUAL 9.900 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 0.871 | 0.356 | 0.257 | 0.168 | 0.148 | 0.287 | 0.376 | 0.693 | 1.327 | 2.148 | 1.980 | 1.287 |
- * 36 - SSP-C (Cagliari S.S.P.) (41.48
- | | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
|--|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| VOL DEM : | 3.436 | 3.146 | 3.478 | 3.105 | 2.939 | 3.064 | 3.312 | 3.395 | 3.519 | 4.099 | 4.099 | 3.892 |
| COEF. GARANTIAS: | | | | | | | | | | | | |
| GAR.MENS.: 1.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.% | | | | | | | | | | | | |
| N. TOMAS 2 | | | | | | | | | | | | |
| TOMA: 1-PrendereSSP-98 | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 64 DOT.ANUAL 41.500 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 3.436 | 3.146 | 3.478 | 3.105 | 2.939 | 3.064 | 3.312 | 3.395 | 3.519 | 4.099 | 4.099 | 3.892 |
| TOMA: 2-7B.P4 (7B.P3civ/P4) (Integrati | | | | | | | | | | | | |
| NUDO 65 DOT.ANUAL 29.860 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00 | | | | | | | | | | | | |
| N.PRIORID. 200 IND.RESTR. 0 | | | | | | | | | | | | |
| | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
| CAUD.MAX. | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 | 3.110 |
- * 37 - SMC-C (Cagliari S.M.) (23 Mmc/
- | | OCTUBR. | NOVIEM. | DICIEM. | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIE. |
|---|---------|---------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| VOL DEM : | 2.001 | 1.863 | 1.978 | 2.070 | 1.932 | 1.840 | 1.909 | 1.955 | 1.633 | 1.909 | 1.840 | 2.070 |
| COEF. GARANTIAS: | | | | | | | | | | | | |
| GAR.MENS.: 1.0% | | | | | | | | | | | | |
| CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0% | | | | | | | | | | | | |

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrederesSMC-97												
NUDO 63 DOT.ANUAL 23.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	2.001	1.863	1.978	2.070	1.932	1.840	1.909	1.955	1.633	1.909	1.840	2.070
* 38 - QRT-A (Quartu) (5.4 Mmc/year)												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.513	0.184	0.113	0.092	0.124	0.167	0.297	0.578	0.697	0.961	0.983	0.691
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-7B.P3 (7B.P3Irr) (Principale S												
NUDO 66 DOT.ANUAL 149.299 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552	15.552
* 39 - DON-C (Donori) (18.519 Mmc/yea												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	1.591	1.480	1.610	1.554	1.350	1.462	1.480	1.498	1.554	1.684	1.684	1.572
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrederesDON-93												
NUDO 59 DOT.ANUAL 18.520 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	1.591	1.480	1.610	1.554	1.350	1.462	1.480	1.498	1.554	1.684	1.684	1.572
* 40 - IGL-A (Iglesias) (6.408 Mmc/ye												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.410	0.346	0.320	0.064	0.096	0.128	0.147	0.224	0.973	1.453	1.421	0.826
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrederesIGL-PuntaGennarta												
NUDO 42 DOT.ANUAL 6.410 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.410	0.346	0.320	0.064	0.096	0.128	0.147	0.224	0.973	1.453	1.421	0.826
* 41 - ORR-C (Nurri-Orroli) (2.001 Mm												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.173	0.151	0.153	0.124	0.114	0.147	0.125	0.147	0.171	0.242	0.252	0.202
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrederesORR-42												
NUDO 30 DOT.ANUAL 2.100 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 1 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.173	0.151	0.153	0.124	0.114	0.147	0.125	0.147	0.171	0.242	0.252	0.202
* 42 - SRH-I (Sarroch) (5.28 Mmc/year												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												
CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%												
CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%												
CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%												
N. TOMAS 1												
TOMA: 1-PrederesSRHI-80												
NUDO 53 DOT.ANUAL 5.300 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00												
N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
CAUD.MAX.	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440	0.440
* 43 - DXT-A (Destra Tirso) (43 Mmc/y												
OCTUBR.	NOVIEM.	DICIEM.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIE.	
VOL DEM :	1.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.086	1.161	4.214	7.353	12.814	11.567	4.730
COEF. GARANTIAS:												
GAR.MENS.: 1.0%												

CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 1
 TOMA: 1-PrendereDXT-SantaVittoria
 NUDO 9 DOT.ANUAL 43.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 3 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 1.075 0.000 0.000 0.000 0.000 0.086 1.161 4.214 7.353 12.814 11.567 4.730

* 44 - OTT-I (Preguntar) (5Mmc/year)
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 VOL DEM: 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420
 COEF. GARANTIAS:
 GAR.MENS.: 1.0%
 CRITERIO TIPO P.H.: M.: 15.0% A.: 30.0%
 CRIT.TIPO UTAH DWR: 1A: 50.0% 2A: 75.0% 10A: 100.0%
 CRIT. IPH2008 DEMANDA URBANA: 1m: 10.%; 10a: 8.%

N. TOMAS 1
 TOMA: 1-PrendereOTT-I
 NUDO 87 DOT.ANUAL 6.000 C.ESCORR. 0.00 C.CONSUMO 1.00 ELEM.RET. 0 COTA 0.00
 N.PRIORID. 2 IND.RESTR. 0
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.MAX. 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420 0.420

 CENTRALES HIDROELECTRICAS

* 1 - 2A.12
 NUDO TOMA 3 NUDO VERTIDOS 4 CAUD.MAX. 264.240 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Gusana (58.9 Mmc) COTA DE CENTRAL: 642.00 COTA MIN TURB. 642.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 2 - 2A.13
 NUDO TOMA 4 NUDO VERTIDOS 6 CAUD.MAX. 38.880 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Cucchinadorza (16.99 Mmc) COTA DE CENTRAL: 348.00 COTA MIN TURB. 348.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 3 - 2A.14
 NUDO TOMA 6 NUDO VERTIDOS 85 CAUD.MAX. 44.064 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Benzona (1.11 Mmc) COTA DE CENTRAL: 151.00 COTA MIN TURB. 151.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 4 - 2C.11
 NUDO TOMA 7 NUDO VERTIDOS 8 CAUD.MAX. 139.970 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Cantoniera (450 Mmc) COTA DE CENTRAL: 116.00 COTA MIN TURB. 116.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 5 - 2C.12
 NUDO TOMA 8 NUDO VERTIDOS 9 CAUD.MAX. 80.352 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Pranu Antoni (9 Mmc) COTA DE CENTRAL: 45.00 COTA MIN TURB. 45.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 6 - 7B.11
 NUDO TOMA 26 NUDO VERTIDOS 68 CAUD.MAX. 139.970 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Sa Forada (1.13 Mmc) COTA DE CENTRAL: 190.00 COTA MIN TURB. 190.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 7 - 7A.11
 NUDO TOMA 28 NUDO VERTIDOS 27 CAUD.MAX. 77.760 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: MonteSuRei (323 Mmc) COTA DE CENTRAL: 258.00 COTA MIN TURB. 258.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 8 - GA.11
 NUDO TOMA 31 NUDO VERTIDOS 33 CAUD.MAX. 18.144 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 EMBALSE: Bau Mugeris (58.37 Mmc) COTA DE CENTRAL: 800.00 COTA MIN TURB. 800.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 9 - GA.12
 NUDO TOMA 33 NUDO VERTIDOS 34 CAUD.MAX. 18.144 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 CENTRAL FLUYENTE SALTO BRUTO: 417.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 10 - GA.13

Anejo 2: Eco de datos de SIMGES para el sistema Tirso-Flumendosa-Campidano

NUDO TOMA 34 NUDO VERTIDOS 35 CAUD.MAX. 18.144 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 CENTRAL FLUYENTE SALTO BRUTO: 169.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 11 - 7E.I1

NUDO TOMA 86 NUDO VERTIDOS 53 CAUD.MAX. 1.296 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 CENTRAL FLUYENTE SALTO BRUTO: 55.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 12 - 7A.I2

NUDO TOMA 62 NUDO VERTIDOS 63 CAUD.MAX. 2.850 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 CENTRAL FLUYENTE SALTO BRUTO: 117.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

* 13 - 7A.I3

NUDO TOMA 62 NUDO VERTIDOS 64 CAUD.MAX. 4.670 CAUD.MIN. 0.000 PRIORIDAD: 1
 CENTRAL FLUYENTE SALTO BRUTO: 75.00 COEF.PROD.(GWH/(HM3.M)): .2000E-02
 OCTUBR. NOVIEM. DICIEM. ENERO FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO JULIO AGOSTO SEPTIE.
 CAUD.OBJ. 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000

 APORT.INTERMEDIAS

NO.- NOMBRE	NUDO ENTRADA	N.COLUMNNA APORTACION
1 Rio Mogoro (1.53 Mmc/year)	73	30
2 2C.V6 (Pabillonis) (6.65 Mmc/y	74	33
3 Cannisoni (1.26 Mmc/year)	77	26
4 7D.T2 (SanGiovanni) (3.62 Mmc/	44	35
5 7D.T4 (SaSchinaDeSaStoia) (0.9	84	36
6 1B.T1 (Flumentepido) (2.99 Mmc	76	29
7 7E.T4 (MontiNieddu) (1.35 Mmc/	82	32
8 7E.T2 (SantaLucia) (3.34 Mmc/y	81	37
9 7B.T2 (Monastir) (14.83 Mmc/ye	80	31
10 CasaFiume (22.94 Mmc/year)	78	27
11 GA.S1 (BauMela) (23.49 Mmc/yea	69	25
12 GA.S2 (BauMandara) (5.62 Mmc/y	70	24
13 7A.T1 (PonteMaxia) (93.38 Mmc/	79	34
14 7A.T2 (SiscaRena) (25.68 Mmc/y	72	38
15 Olai (7.33 Mmc/year)	1	16
16 Govossai (8.86 Mmc/year)	2	8
17 Gusana (42.42 Mmc/year)	3	9
18 Cucchinadorza (14.49 Mmc/year)	4	5
19 Torrei (2.4 Mmc/year)	5	23
20 Benzone (8 Mmc/year)	6	3
21 Cantoneira (148.3 Mmc/year)	7	4
22 PrauAntoni (96.12 Mmc/year)	8	17
23 Santa Vittoria (16.91 Mmc/year)	9	20
24 Lenni (13.76 Mmc/year)	22	11
25 PuntaGennarta_Monteponi (5.04	45	18
26 Medau Zirimilis (2.17 Mmc/year	46	12
27 Genna Is Abis (32.89 Mmc/year)	39	7
28 Bau Pressiu (2.96 Mmc/year)	47	2
29 Monte Pranu (31.89 Mmc/year)	48	13
30 Sa Forada (0.08 Mmc/year)	26	19
31 Is Barrocos (12.28 Mmc/year)	25	10
32 Nuraghe Arrubiu (31.02 Mmc/yea	29	15
33 MonteSuRei (15.74 Mmc/year)	28	14
34 Flumeniddu (46.21 Mmc/year)	37	6
35 BauMuggeris (19.42 Mmc/year)	31	1
36 SaTeulaSantaLucia (9.83 Mmc/ye	35	21
37 Simbirizzi (0.29 Mmc/year)	67	22
38 BauMela (1.36 Mmc/year)	29	40
39 BauMandara (0.06 Mmc/year)	29	39
40 PonteMaxia (0.78 Mmc/year)	29	49
41 Cannisoni (1.65 Mmc/year)	22	41
42 SanGiovanni (2.71 Mmc/year)	39	50
43 SaSchinaDeSaStoia (0.03 Mmc/ye	39	51

 ALARMAS-RESTRICION

* 1 - BauMuggeris

Umbral escalonado constante

EMBALSES

* Bau Muggeris (58.37 Mmc)

VOL.CRIT-COEF.RESTR

=====

INDICADOR 25.000

RESTRICCIO 1.000

* 2 - IsBarrocos

Curva constante calculada a principio de

EMBALSES

* Is Barrocos (12.25 Mmc)

```
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  8.000  8.100  12.250
RESTRICCIO 0.000  0.000  1.000  1.000
```

* 3 - Torrei
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Torrei (0.94 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  0.200  0.210  1.000
RESTRICCIO 0.000  0.000  1.000  1.000
```

* 4 - Simbrizzi
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Simbrizzi (30.3 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  3.000  3.100  32.000
RESTRICCIO 0.900  0.900  1.000  1.000
```

* 5 - Sulcis
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Bau Pressiu (8.25 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  2.000  2.100  9.000
RESTRICCIO 0.000  0.000  1.000  1.000
```

* 6 - Leni_EF
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Leni (19.5 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  16.500  16.510  20.000
RESTRICCIO 1.000  1.000  0.000  0.000
```

* 7 - PuntaGennarta_EF
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Punta Gennarta (12.7 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  13.000
RESTRICCIO 1.000  1.000
```

* 8 - MedauZirimilis_EF
Curva constante calculada a principio de

```
EMBALSES
* Medau Zirimilis (16.7 Mmc)
VOL.CRIT-COEF.RESTR
=====
INDICADOR  0.000  12.000  12.010  17.000
RESTRICCIO 1.000  1.000  0.000  0.000
```


Anejo 3: Resumen de resultados de los modelos de simulación

A3.1.- “Situación Actual” con caudal ecológico ENAS

Embalses																											
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Admin.	Capacidad	Capacidad Mínima	Volumen Medio		Volumen Máximo		Volumen Mínimo		Evaporación	Entradas	Salidas medias en 53 años	Número de años con salidas	Salidas medias en años con caudal	Caudal medio en conducciones en 53 años	Número de años con caudal	Caudal medio en conducciones en los años con caudal	Caudal medio en ríos en 53 años	Número de años con caudal en ríos	Caudal medio en ríos en años con caudal	Caudal Ecológico			
					[hm3]	[hm3]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]	[-]	[%]	[Mmc/year]	[hm3/año]	[-]	[%]	[hm3/año]	[hm3/año]	[-]	[%]	[hm3/año]	
1	Bau Pressiu	1 Sulcis	1A.S1	ENAS	8.25	0.3	2.76	31%	8.1	98%	1.2	11%	0.38	2.96					9.0	53	100%	9.0				0.26	
2	Monte Pranu	1 Sulcis	1B.S1	ENAS	49.3	0.0	39.56	80%	49.3	100%	7.7	16%	8.68	31.89	12.63	30	57%	22.32	7.0	53	100%	7.0				3.68	
3	Giovossai	2 Tirso	-	Abbanoa	2.2	0.0	0.84	38%	2.2	100%	0.0	0%	0.15	8.86					5.8	53	100%	5.8	2.97	34	64%	4.64	
4	Olai	2 Tirso	-	Abbanoa	14.7	0.0	11.41	78%	14.7	100%	0.0	0%	1.49	7.33					3.0	53	100%	3.0	2.76	27	51%	5.42	
5	Gusana	2 Tirso	2A.S1	ENEL	58.9	24.0	54.70	88%	58.9	100%	35.1	32%	3.50	42.42					0.2	37	70%	0.4	44.52	53	100%	44.52	
6	Cucchinadorza	2 Tirso	2A.S2	ENEL	16.99	0.9	16.99	100%	17.0	100%	1.68	14.49										58.49	53	100%	58.49		
7	Benzone	2 Tirso	2A.S3	ENEL	1.11	0.0	1.11	100%	1.1	100%	1.1	100%	0.36	8.00					14.0	53	100%	14.0	52.08	51	96%	54.12	
8	Torrei	2 Tirso	2B.S1	ENAS	0.94	0.0	0.57	61%	0.9	100%	0.0	4%	0.09	2.40					1.1	1.07	40	75%	1.42			0.10	
9	Cantoniera	2 Tirso	2C.S1	ENAS	450	3.2	354.68	79%	450.0	100%	61.2	13%	28.49	148.30								156.22	53	100%	156.22	14.70	
10	Pranu Antoni	2 Tirso	2C.S2	ENAS	9	0.0	9.00	100%	9.0	100%	9.0	100%	1.94	96.12								257.33	53	100%	257.33	7.77	
11	Santa Vittoria	2 Tirso	2C.S3	ENAS	1.23	0.0	1.23	100%	1.2	100%	1.2	100%	0.61	16.91	161.75	53	100%	161.75	117.9	53	100%	117.9				1.78	
12	Bau Mugges	6 Ogliastra	6A.S3	ENEL	58.37	2.6	42.71	72%	58.4	100%	12.1	17%	3.84	19.42					18.3	53	100%	18.3	26.79	53	100%	26.79	
13	Sa TeulaSt Lucia	6 Ogliastra	6A.S5	ENAS	3.1	0.6	1.60	40%	3.1	100%	0.6	0%	0.46	9.83	12.06	39	74%	16.38	14.0	53	100%	14.0				0.44	
14	Flummediu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S1	ENAS	1.42	0.5	1.36	83%	1.4	100%	0.5	2%	0.21	46.21					33.5	53	100%	33.5	10.33	21	40%	26.07	
15	Nuraghe Arrubiu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S2	ENAS	300	0.0	213.26	71%	300.0	100%	37.6	13%	10.36	31.02					171.3	53	100%	171.3	0.32	2	4%	8.40	
16	Monte su Rei	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S3	ENAS	323	13.0	258.04	79%	323.0	100%	56.7	14%	15.44	15.74					165.8	53	100%	165.8				1.60	
17	Is Barroccu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S4	ENAS	12.25	0.2	8.52	69%	12.3	100%	0.7	4%	1.36	12.28					6.1	53	100%	6.1	4.01	29	55%	7.34	
18	Sa Forada	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S1	ENAS	1.13	0.1	1.12	99%	1.1	100%	0.6	52%	0.50	0.08	0.47	3	6%	8.32	81.7	53	100%	81.7				0.02	
19	Simbirizzi	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S2	ENAS	30.3	1.8	24.39	79%	30.3	100%	1.8	0%	5.51	0.29	1.29	6	11%	11.39	2.49	35	66%	3.77				0.08	
20	Leni	7 Flum. Camp. Cix.	7C.S1	ENAS	19.5	1.0	11.06	54%	19.5	100%	1.3	2%	1.18	13.76	2.38	16	30%	7.89	11.8	53	100%	11.8				0.16	
21	Punta Gennarta	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S1	ENAS	12.7	0.5	7.73	59%	12.7	100%	0.5	0%	0.79	5.04					5.6	53	100%	5.6	0.514	17	32%	1.60	
22	Medau Zirimilis	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S3	ENAS	16.7	0.5	8.91	52%	16.7	100%	0.5	0%	1.44	2.17					1.7	53	100%	1.7				0.05	
23	Genna Is Abis	7 Flum. Camp. Cix.	7E.S1	ENAS	24	1.4	17.18	70%	24.0	100%	1.4	0%	5.90	32.89	30.26	38	72%	42.21	18.4	53	100%	18.4				3.38	
TOT					1415		1089	77%						94	568	221				689			617				39
TOT ENAS					1263		961	76%						83	468	221				648			430				39
TOT Sulcis (1, 2)					58		42	74%						9	35	13				16			0				4
TOT Tirso (4-11)					555		451	81%						38	345	162				142			575				24
TOT Tirso Abbanoa (3, 4)					17		12	72%						2	16	0				9			6				0
TOT Tirso ENEL (5, 6)					77		73	95%						6	65	0				14			155				0
TOT Tirso ENAS (8-11)					461		365	79%						31	264	162				119			415				24
TOT Ogliastra (12, 13)					61		44	72%						4	29	12				32			27				0
TOT Flum. Camp. Cix. (14-23)					741		551	74%						43	159	34				498			15				10
TOT Flumendosa (14, 15, 16)					624		473	76%						26	99	0				371			11				6
TOT Campidano (17, 18, 19, 23)					68		51	76%						13	46	32				109			4				4
TOT Cwerri (21, 22)					29		17	57%						2	7	0				7			1				0

Tabla 9: Resultados de Embalses para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

Azudes													
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Administrador	Caudal extraído		Máx. caudal extraído		Entradas	Salidas medias en 53 años	Número de años con salidas		Salidas medias en años con caudal
					Media	Mediana	Mensual	Anual			[-]	[%]	
					[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/mes]	[hm3/año]		[hm3/año]			[hm3/año]
1	Flumentepido	1 Sulcis	1B.T1	ENAS	1.3	1.4	0.3	2.1	4.7	3.4	51	96%	3.6
2	Rio Mogoro	2 Tirso	-	C.d.B. Oristanese	0.1	0.1	0.4	0.8	2.0	1.8	51	96%	1.9
3	Pabillonis	2 Tirso	2C.V6	ENAS					26.3	26.3	53	100%	26.3
4	Bau Mela	6 Sud Orientale	6A.S1	ENEL	23.5	20.3	21.2	56.4	24.9				
5	Bau Mandara	6 Sud Orientale	6A.S2	ENEL	29.1	24.8	33.9	71.7	5.7				
6	Ponte Maxia	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T1	ENAS	1.8	1.4	0.7	5.8	94.2				
7	S'Isca Rena	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T2	ENAS					51.9	68.2	53	100%	68.2
8	Casa Fiume	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T1	ENAS	18.0	16.0	15.9	40.0	23.3	10.3			16.5
9	Monastir	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T2	ENAS	9.4	8.7	6.0	23.4	24.1	14.6	47	89%	16.5
10	Cannisoni	7 Flum. Camp. Cix.	-	Abbanoa	1.3	1.2	0.3	2.0	2.9				
11	S. Giovanni	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T2	ENAS	3.0	3.0	1.2	5.4	6.3				
12	Sa Schina de Sa Stoia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T4	ENAS	1.0	0.8	0.6	3.0	1.0				
13	Santa Lucia	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T2	ENAS	2.3	2.2	1.3	5.3	5.5	3.2	52	98%	3.2
14	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T4	ENAS					2.1	2.1	53	100%	2.1
TOT					90.7	79.8			274.9	130.0			
TOT ENAS					36.7	33.4			239.5	128.2			

Tabla 10: Resultados de Azudes para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

Bombeos																						
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Administrador	Capacidad		Volumen bombeado en 53 años				Máx. volumen bombeado				Número de años con bombeo		Volumen bombeado con años bombeados				Coste de bombeo	
					Mensual	Anual	Media		Mediana		Mensual		Anual		[-]	[%]	Media		Mediana		[€/m3]	[€]
					[hm3/mes]	[hm3/año]	[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/año]	[%]			[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]		
1	Cixerri-Sulcis (for Bau Pressiu)	1 Sulcis	1A.P1	ENAS	2.07	24.9	6.64	27%	7.55	30%	2.07	100%	10.27	41%	51	96%	6.90	28%	7.59	31%	0.0700	464,659
2	Paringianu	1 Sulcis	1B.P1	ENAS	1.17	14.0	0.94	7%	0.85	6%	0.25	22%	2.02	14%	53	100%	0.94	7%	0.85	6%	0.0125	11,708
3	Flumentepido	1 Sulcis	1B.P2	ENAS	2.59	31.1	1.27	4%	1.35	4%	0.25	10%	2.09	7%	53	100%	1.27	4%	1.35	4%	0.0112	14,183
4	Benzone	2 Tirso	2A.P1	ENEL	10.37	124.4	14.05	11%	14.05	11%	2.65	26%	14.05	11%	53	100%	14.05	11%	14.05	11%	0.1100	1,545,390
5	Cucchinadorza (for Torrei)	2 Tirso	2A.P2	ENAS	0.18	2.2	0.25	11%	0.15	7%	0.17	96%	1.31	60%	37	70%	0.36	16%	0.28	13%	0.0073	1,820
6	Marrubiu	2 Tirso	2C.P2	ENAS	7.78	93.3															0.1075	
7	Sardara	2 Tirso	2C.P3	ENAS	5.18	62.2															0.0981	
8	Fluminimannu di Pabillonis	2 Tirso	2C.P4	C.d.B. Orist.	3.89	46.7															0.0413	
9	Villanovatulo	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P1	ENAS	0.66	7.9	4.88	62%	4.47	56%	0.66	100%	7.85	99%	53	100%	4.88	62%	4.47	56%	0.0056	27,329
10	Emergenza Donori	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P5	ENAS	2.08	24.9															0.0075	
11	Basso Flumendosa	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P6	ENAS	12.96	155.5															0.3750	
12	ONC	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P1	ENAS	1.17	14.0	3.20	23%	3.20	23%	1.02	87%	3.20	23%	53	100%	3.20	23%	3.20	23%	0.0300	96,030
13	Zeppara	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P2	C.d.B. Sard.Mer.	2.59	31.1	1.40	5%	1.40	5%	0.33	13%	1.40	5%	53	100%	1.40	5%	1.40	5%	0.0093	13,039
14	Principale Simbirizzi (irrigational)	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P3	ENAS	15.55	186.6	5.40	3%	5.40	3%	0.98	6%	5.40	3%	53	100%	5.40	3%	5.40	3%	0.1125	607,500
15	Integrativo Simbirizzi (civil)	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P4	ENAS	3.11	37.3															0.0275	
16	Leni	7 Flum. Camp. Cix.	7C.P1	Abbanoa	0.44	5.3	3.12	59%	3.15	60%	0.37	83%	3.75	71%	53	100%	3.12	59%	3.15	60%	0.0188	58,710
17	S'Aidroxia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P1	ENAS	1.04	12.4	1.84	15%	1.79	14%	1.04	100%	3.69	30%	53	100%	1.84	15%	1.79	14%	0.0091	16,750
18	Murtas	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P3	ENAS	1.56	18.7	2.96	16%	2.96	16%	1.21	78%	5.30	28%	53	100%	2.96	16%	2.96	16%	0.0137	40,535
19	Is Serras	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P4	C.d.B. Cixerri	0.78	9.3	0.30	3%			1.57	203%	2.80	30%	21	40%	0.75	8%	0.45	5%	0.0074	2,187
20	Cixerri (Genna is Abis)	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P1	ENAS	10.37	124.4	11.73	9%	9.57	8%	10.01	97%	39.94	32%	53	100%	11.73	9%	9.57	8%	0.0450	527,673
21	Macchiareddu per Sud-Est	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P3	ENAS	10.37	124.4	6.23	5%	3.54	3%	9.33	90%	28.34	23%	43	81%	7.68	6%	6.38	5%	0.0330	205,672
22	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P6	ENAS	1.66	19.9															0.0132	
23	Piazzale Saras	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P7	Abbanoa	0.52	6.2	3.00	48%	3.00	48%	0.45	87%	3.00	48%	53	100%	3.00	48%	3.00	48%	0.0127	38,062
TOT					98.07	1176.81	67.20		62.44								69.46		65.89			3,671,247
TOT ENAS					79.49	953.82	45.33		40.84								47.15		43.84			2,013,859
TOT SULCIS					3.76	45.10	2.20		2.20								2.20		2.20			25,891
TOT TIRSO-FLUMENDOSA					12.96	155.52	0.00		0.00								0.00		0.00			0
TOT CIXERRI					3.37	40.40	5.10		4.75								5.55		5.20			59,473

Tabla 11: Resultados de Bombeos para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

Anejo 3: Resumen de Resultados de los modelos de simulación

Demandas													
Num.	Usuario	Administrador	Distrito	Código	Dotación	Déficit anual medio en 53 años		Máx. déficit anual		Número de años con déficit		Déficit anual medio en años con déficit	
						[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[-]	[%]	[hm3/año]	[%]
1	Civil	Abbanoa	Sulcis	SUL-C	9.0								
2	Civil	Abbanoa	Gusana (Janna 'è Ferru)	GUS-C	9.0	0.19	2.1%	4.22	46.9%	6	11%	1.65	18.3%
3	Civil	Abbanoa	Torrei	TRR-C	1.4								
4	Civil	Abbanoa	Ogliastra	OGL-C	2.1								
5	Civil	Abbanoa	Villagrande	VLG-C	1.2								
6	Civil	Abbanoa	Santu Miali (Sanluri)	SML-C	2.9								
7	Civil	Abbanoa	Marina Arbus	ARB-C	0.2								
8	Civil	Abbanoa	Sarcidano	SAR-C	8.5								
9	Civil	Abbanoa	Nurri-Oroli	ORR-C	2.0								
10	Civil	Abbanoa	Donori	DON-C	18.5								
11	Civil	Abbanoa	Cagliari San Michele	SMC-C	23.0								
12	Civil	Abbanoa	Cagliari Settimo San Pietro	SSP-C	41.4								
13	Civil	Abbanoa	Gerrei	GER-C	0.7								
14	Civil	Abbanoa	Sarroch	SRH-C	3.0								
15	Civil	Abbanoa	Villacidro	VIL-C	4.4								
16	Industrial	CIP Ogliastra	Tortoli	OGL-I	0.0								
17	Industrial	CACIP	Macchiareddu	MAC-I	11.6								
18	Industrial	CACIP	Sarroch	SRH-I	5.3								
19	Industrial	CIP Medio Campidano	Villacidro	VIL-I	0.2								
20	Industrial	CIP Sulcis Iglesiasiente	Portovesme	SUL-I	2.2								
21	Industrial	CIP Sardegna Centrale	Ottana	OTT-I	5.0								
22	Agrario	CdB Basso Sulcis	Sulcis	SUL-A	6.1								
23	Agrario	CdB Sardegna Centrale	Media Valle del Tirso	MVT-A	9.0								
24	Agrario	CdB Oristanese	Destra Tirso	DXT-A	43.0								
25	Agrario	CdB Oristanese	Sinistra Tirso	SXT-A	75.0								
26	Agrario	CdB Ogliastra	Ogliastra	OGL-A	11.9								
27	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Zeppara	ZPP-A	1.4								
28	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Sardara - Sanluri	SRU-A	7.1								
29	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	2.6								
30	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	3.3								
31	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Alto Leni	LEN-A	9.4	0.91	9.7%	7.54	80.2%	19	36%	2.54	27.0%
32	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Destra Leni	DXL-A	3.2								
33	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Sammassi A B	SAM-A	1.1								
34	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Trexenta - Senorbi N - Senorbi S - Ussana	TUS-A	10.9								
35	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	3.0								
36	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Nuraminis - Villasor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	20.6								

37	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	9.9								
38	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Uta	UTA-A	0.5								
39	Agrario	CdB Sardegna Meridionale	Quartu, Selargius	QRT-A	5.4								
40	Agrario	CdB Cixerri	San Giovanni	GIO-A	0.1	0.05	52.5%	0.09	86.0%	53	100%	0.05	52.5%
41	Agrario	CdB Cixerri	Iglesias	IGL-A	6.4	0.00	0.1%	0.20	3.2%	2	4%	0.11	1.8%
42	Agrario	CdB Cixerri	Siliqua	SIL-A	2.0								
43	Agrario	ENAS	Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.2								
44	Agrario	ENAS	Isili	ISI-A	0.5								

TOT	387.2	1.15	0.3%										
TOT Civil	127.3	0.19	0.1%										
TOT Industrial	24.3	0.00	0.0%										
TOT Agrario - CdB Oristanese	118.0	0.00	0.0%										
TOT Agrario - CdB Sardegna Meridionale	78.4	0.91	1.2%										
TOT Agrario - CdB Cixerri	8.5	0.06	0.7%										
TOT Agrario - ENAS	3.7	0.00	0.0%										

Tabla 12: Resultados de Demandas para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

Caudal Ecológico (EF)												
Num.	Embalse	Administrador	Caudal Ecológico	Déficit anual medio en 53 años		Máx. Déficit anual		Número de años con déficit		Déficit anual medio en años con déficit		
				[hm3/año]	[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[-]	[%]	[hm3/año]	[%]
1	EF-Bau Pressiu	ENAS	0.258									
2	EF-Monte Pranu	ENAS	3.684									
3	EF-Torrei	ENAS	0.096									
4	EF-Cantoniera	ENAS	14.7									
5	EF-Pranu Antoni	ENAS	7.77									
6	EF-Santa Vittoria	ENAS	1.776									
7	EF-SaTeulaStLucia	ENAS	0.444									
8	EF-Flumineddu	ENAS	2.28	0.0846	3.7%	1.2	52%	15	28%	0.3	13%	
9	EF-Nuraghe Arrubiu	ENAS	1.818									
10	EF-Monte su Rei	ENAS	1.602									
11	EF-Is Barrocos	ENAS	0.858									
12	EF-Sa Forada	ENAS	0.024									
13	EF-Simbirizzi	ENAS	0.078									
14	EF-Leni	ENAS	0.684	0.5205	76.1%	0.7	100%	53	100%	0.5	76%	
15	EF-Punta Gennarta	ENAS	0.396	0.3792	95.8%	0.4	100%	53	100%	0.4	96%	
16	EF-Medau Zirimilis	ENAS	0.27	0.2242	83.0%	0.3	100%	49	92%	0.2	90%	
17	EF-Genna Is Abis	ENAS	3.378									
TOT EF		ENAS	40.116	1.2085	3.0%	2.539000004	6.3%			1.4411	3.6%	

Tabla 13: Resultados de Caudales Ecológicos para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

Embalses				
Volumen Inicial	Volumen Final	Entradas	Evaporación	Salidas
[hm3]	[hm3]	[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]
786.57	914.90	568.4	94.3	220.8

Azudes	
Entradas	Salidas
[hm3/año]	[hm3/año]
274.9	130.0

Usuarios		
Dotación	Déficit	Suministrado
[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]
387.2	1.2	386.1

Caudal Ecológico	
Qeco	Déficit
[hm3/año]	[hm3/año]
10.1	0.5

Balance		
Entradas	Salidas	Diferencia
[hm3]	[hm3]	[hm3]
858.7	858.6	0.1

Tabla 14: Balance del sistema para la Situación Actual con caudal ecológico ENAS.

A3.2.- “Situación Futura” con caudal ecológico ENAS

Embalses																							
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Admin.	Capacidad	Capacidad Mínima	Volumen Medio	Volumen Máximo	Volumen Mínimo	Evaporación	Entradas	Salidas medias en 53 años	Número de años con salidas	Salidas medias en años con caudal	Caudal medio en conducciones en 53 años	Número de años con caudal	Caudal medio en conducciones en los años con caudal	Caudal medio en ríos en 53 años	Número de años con caudal en ríos	Caudal medio en ríos en años con caudal	Caudal Ecológico		
					[hm3]	[hm3]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]	[-]	[%]	[Mmc/year]	[hm3/año]	[-]	[%]	[hm3/año]	
1	Bau Pressiu	1 Sulcis	1A.S1	ENAS	8.25	0.3	2.76	31%	8.1	98%	1.2	11%	0.38	2.96				9.0	53	100%	9.0	0.26	
2	Monte Pramu	1 Sulcis	1B.S1	ENAS	49.3	0.0	39.56	80%	49.3	100%	7.7	16%	8.68	31.89	12.63	30	57%	22.32	7.0	53	100%	7.0	3.68
3	Govossai	2 Tirso	-	Abbanoa	2.2	0.0	0.84	38%	2.2	100%	0.0	0%	0.15	8.86				5.8	53	100%	5.8	4.64	
4	Olai	2 Tirso	-	-	14.7	0.0	11.41	78%	14.7	100%	0.0	0%	1.49	7.33				3.0	53	100%	3.0	5.42	
5	Gusana	2 Tirso	2A.S1	ENEL	58.9	24.0	54.70	88%	58.9	100%	35.1	32%	3.50	42.42				0.2	37	70%	0.4	44.52	
6	Cucchinadorza	2 Tirso	2A.S2	ENEL	16.99	0.9	16.99	100%	17.0	100%	1.68	14.49						58.49	53	100%	58.49	58.49	
7	Benzone	2 Tirso	2A.S3	ENEL	1.11	0.0	1.11	100%	1.1	100%	1.1	100%	0.36	8.00				14.0	53	100%	14.0	54.12	
8	Torreì	2 Tirso	2B.S1	ENAS	0.94	0.0	0.57	61%	0.9	100%	0.0	4%	0.09	2.40				1.1	53	100%	1.1	1.42	
9	Cantoniera	2 Tirso	2C.S1	ENAS	450	3.2	354.68	79%	450.0	100%	61.2	13%	28.49	148.30							156.22	14.70	
10	Pramu Antoni	2 Tirso	2C.S2	ENAS	9	0.0	9.00	100%	9.0	100%	9.0	100%	1.94	96.12							257.33	7.77	
11	Santa Vittoria	2 Tirso	2C.S3	ENAS	1.23	0.0	1.23	100%	1.2	100%	1.2	100%	0.61	16.91	161.75	53	100%	161.75	117.9	53	100%	117.9	1.78
12	Bau Muggertis	6 Ogliastra	6A.S3	ENEL	58.37	2.6	42.52	72%	58.4	100%	11.9	17%	3.83	19.42				18.0	53	100%	18.0	27.23	
13	Sa Teula St. Lucia	6 Ogliastra	6A.S5	ENAS	3.1	0.6	1.72	45%	3.1	100%	0.6	0%	0.48	9.83	11.70	41	77%	15.13	11.9	53	100%	11.9	0.44
14	Flumineddu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S1	ENAS	1.42	0.5	1.26	83%	1.4	100%	0.5	-2%	0.21	46.21				34.1	53	100%	34.1	2.20	
15	Nuraghe Arrubiu	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S2	ENAS	300	0.0	213.37	71%	300.0	100%	37.6	13%	31.02					172.5	53	100%	172.5	1.82	
16	Monte su Rei	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S3	ENAS	323	13.0	256.62	79%	323.0	100%	53.8	13%	15.39	15.74				167.0	53	100%	167.0	1.60	
17	Is Barrocas	7 Flum. Camp. Cix.	7A.S4	ENAS	12.25	0.2	8.52	69%	12.3	100%	0.7	4%	1.36	12.28				6.1	53	100%	6.1	0.86	
18	Sa Forada	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S1	ENAS	1.13	0.1	1.12	99%	1.1	100%	0.6	52%	0.50	0.08	0.29	3	6%	5.07	77.9	53	100%	77.9	0.02
19	Simbrizzi	7 Flum. Camp. Cix.	7B.S2	ENAS	30.3	1.8	18.56	59%	30.3	100%	1.8	0%	4.39	0.29	1.29	6	11%	11.36	0.79	25	47%	1.69	0.08
20	Lerri	7 Flum. Camp. Cix.	7C.S1	ENAS	19.5	1.0	11.22	55%	19.5	100%	1.3	2%	1.19	13.76	2.45	16	30%	8.10	11.9	53	100%	11.9	0.04
21	Punta Gennarita	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S1	ENAS	12.7	0.5	8.33	64%	12.7	100%	0.5	0%	0.83	5.04				5.7	53	100%	5.7	0.40	
22	Medau Zirrimilis	7 Flum. Camp. Cix.	7D.S3	ENAS	16.7	0.5	9.59	56%	16.7	100%	3.7	20%	1.53	2.17				1.4	53	100%	1.4	0.27	
23	Genna Is Abis	7 Flum. Camp. Cix.	7E.S1	ENAS	24	1.4	17.85	73%	24.0	100%	1.4	0%	6.12	32.89	29.99	37	70%	42.96	19.7	53	100%	19.7	3.38
TOT					1415		1084	77%			94	56%	220					685			617	39	
TOT ENAS					1263		956	76%			83	46%	220					644			429	39	
TOT Sulcis (1, 2)					58		42	74%			9	35	13					16			0	4	
TOT Tirso (4-11)					555		451	81%			38	345	162					142			575	24	
TOT Tirso Abbanoa (3, 4)					17		12	72%			2	16	0					9			6	0	
TOT Tirso ENEL (5, 6)					77		73	95%			6	65	0					14			155	0	
TOT Tirso ENAS (8-11)					461		365	79%			31	264	162					119			415	24	
TOT Ogliastra (12, 13)					61		44	72%			4	29	12					30			27	0	
TOT Flum. Camp. Cix. (14-23)					741		546	74%			42	159	34					497			15	11	
TOT Flumendosa (14,15,16)					624		471	75%			26	93	0					374			10	6	
TOT Campidano (17,18,19,23)					68		46	68%			12	46	32					104			4	4	
TOT Cixerri (21, 22)					29		18	61%			2	7	0					7			1	1	

Tabla 15: Resultados de Embalses para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.

Azudes													
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Administrador	Caudal extraído		Máx. caudal extraído		Entradas	Salidas medias en 53 años	Número de años con salidas		Salidas medias en años con caudal
					Media [hm3/año]	Mediana [hm3/año]	Mensual [hm3/mes]	Anual [hm3/año]			[hm3/año]	[hm3/año]	
1	Flumentepido	1 Sulcis	1B.T1	ENAS	1.3	1.4	0.3	2.1	4.7	3.4	51	96%	3.6
2	Rio Mogoro	2 Tirso	-	C.d.B. Oristanese	0.1	0.1	0.4	0.8	2.0	1.8	51	96%	1.9
3	Pabillonis	2 Tirso	2C.V6	ENAS					26.3	26.3	53	100%	26.3
4	Bau Mela	6 Sud Orientale	6A.S1	ENEL	23.5	20.3	21.2	56.4	24.9				
5	Bau Mandara	6 Sud Orientale	6A.S2	ENEL	29.1	24.8	33.9	71.7	5.7				
6	Ponte Maxia	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T1	ENAS	1.8	1.4	0.7	5.8	94.2				
7	S'Isca Rena	7 Flum. Camp. Cix.	7A.T2	ENAS					51.9	64.6	53	100%	64.6
8	Casa Fiume	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T1	ENAS	18.3	16.2	14.1	43.2	23.3	9.9			16.4
9	Monastir	7 Flum. Camp. Cix.	7B.T2	ENAS	9.8	8.9	6.0	23.2	24.1	14.3	47	89%	16.1
10	Cannisoni	7 Flum. Camp. Cix.	-	Abbanoa	1.3	1.2	0.3	2.0	2.9				
11	S. Giovanni	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T2	ENAS	2.8	2.6	1.2	5.1	6.3				
12	SACquaFrisca	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T3	ENAS	1.2	1.0	0.8	3.2	2.8				
13	Sa Schina de Sa Stoia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.T4	ENAS	1.0	0.8	0.6	3.0	1.0				
14	Santa Lucia	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T2	ENAS	2.3	2.3	1.3	5.2	5.5	3.2	52	98%	3.2
15	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.T4	ENAS					2.1	2.1	53	100%	2.1
TOT					92.4	80.9			277.6	125.7			
TOT ENAS					38.4	34.5			242.2	123.9			

Tabla 16: Resultados de Azudes para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.

Bombeos																						
Num.	Nombre	Sistema	Código ENAS	Administrador	Capacidad		Volumen bombeado en 53 años				Máx. volumen bombeado				Número de años con bombeo		Volumen bombeado con años bombeados				Coste de bombeo	
					Mensual	Anual	Media		Mediana		Mensual		Anual		[-]	[%]	Media		Mediana		[€/m3]	[€]
					[hm3/mes]	[hm3/año]	[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[hm3/mes]	[%]	[hm3/año]	[%]			[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]		
1	Cixerri-Sulcis (for Bau Pressiu)	1 Sulcis	1A.P1	ENAS	2.07	24.9	6.64	27%	7.55	30%	2.07	100%	10.27	41%	51	96%	6.90	28%	7.59	31%	0.0700	464,659
2	Paringianu	1 Sulcis	1B.P1	ENAS	1.17	14.0	0.94	7%	0.85	6%	0.25	22%	2.02	14%	53	100%	0.94	7%	0.85	6%	0.0125	11,708
3	Flumentepido	1 Sulcis	1B.P2	ENAS	2.59	31.1	1.27	4%	1.35	4%	0.25	10%	2.09	7%	53	100%	1.27	4%	1.35	4%	0.0112	14,183
4	Benzone	2 Tirso	2A.P1	ENEL	10.37	124.4	14.05	11%	14.05	11%	2.65	26%	14.05	11%	53	100%	14.05	11%	14.05	11%	0.1100	1,545,390
5	Cucchinadorza (for Torrei)	2 Tirso	2A.P2	ENAS	0.18	2.2	0.25	11%	0.15	7%	0.17	96%	1.31	60%	37	70%	0.36	16%	0.28	13%	0.0073	1,820
6	Marrubiu	2 Tirso	2C.P2	ENAS	7.78	93.3															0.1075	
7	Sardara	2 Tirso	2C.P3	ENAS	5.18	62.2															0.0981	
8	Fluminimannu di Pabillonis	2 Tirso	2C.P4	C.d.B. Orist.	3.89	46.7															0.0413	
9	Villanovatulo	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P1	ENAS	0.66	7.9	4.88	62%	4.47	56%	0.66	100%	7.85	99%	53	100%	4.88	62%	4.47	56%	0.0056	27,329
10	Emergenza Donori	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P5	ENAS	2.08	24.9															0.0075	
11	Basso Flumendosa	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P6	ENAS	12.96	155.5															0.3750	
12	Arcu S'Arena	7 Flum. Camp. Cix.	7A.P7	ENAS	2.59	31.1	2.83	9%	2.83	9%	0.38	15%	2.83	9%	53	100%	2.83	9%	2.83	9%	0.0300	84,990
13	ONC	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P1	ENAS	1.17	14.0	3.20	23%	3.20	23%	1.02	87%	3.20	23%	53	100%	3.20	23%	3.20	23%	0.0300	96,030
14	Zeppara	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P2	C.d.B. Sard.Mer.	2.59	31.1															0.0093	
15	Principale Simbirizzi (irrigational)	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P3	ENAS	15.55	186.6	5.40	3%	5.40	3%	0.98	6%	5.40	3%	53	100%	5.40	3%	5.40	3%	0.1125	607,500
16	Integrativo Simbirizzi (civil)	7 Flum. Camp. Cix.	7B.P4	ENAS	3.11	37.3															0.0275	
17	Leni	7 Flum. Camp. Cix.	7C.P1	Abbanoa	0.44	5.3	3.12	59%	3.15	60%	0.37	83%	3.75	71%	53	100%	3.12	59%	3.15	60%	0.0188	58,710
18	S'Aidroxia	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P1	ENAS	1.04	12.4	2.62	21%	2.56	21%	1.04	100%	5.61	45%	53	100%	2.62	21%	2.56	21%	0.0091	23,878
19	S'Acqua Frisca	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P2	ENAS	0.83	10.0	1.24	12%	1.01	10%	0.83	100%	3.20	32%	53	100%	1.24	12%	1.01	10%	0.0042	5,196
20	Murtas	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P3	ENAS	1.56	18.7	3.93	21%	4.03	22%	1.39	89%	7.51	40%	53	100%	3.93	21%	4.03	22%	0.0137	53,898
21	Is Serras	7 Flum. Camp. Cix.	7D.P4	C.d.B. Cixerri	0.78	9.3	0.19	2%			0.78	100%	2.23	24%	17	32%	0.58	6%	0.38	4%	0.0074	1,373
22	Cixerri (Genna is Abis)	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P1	ENAS	10.37	124.4	13.02	10%	9.43	8%	10.01	97%	43.91	35%	53	100%	13.02	10%	9.43	8%	0.0450	585,965
23	Macchiareddu per Sud-Est	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P3	ENAS	10.37	124.4	8.14	7%	3.94	3%	9.64	93%	33.06	27%	45	85%	9.59	8%	7.47	6%	0.0330	268,563
2	Monti Nieddu	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P6	ENAS	1.66	19.9															0.0132	
3	Piazzale Saras	7 Flum. Camp. Cix.	7E.P7	Abbanoa	0.52	6.2	3.00	48%	3.00	48%	0.45	87%	3.00	48%	53	100%	3.00	48%	3.00	48%	0.0127	38,062
TOT					101.49	1217.91	74.71		66.98								76.92		71.05			3,889,254
TOT ENAS					82.91	994.92	54.36		46.78								56.17		50.47			2,245,719
TOT SULCIS					3.76	45.10	2.20		2.20								2.20		2.20			25,891
TOT TIRSO-FLUMENDOSA					12.96	155.52	0.00		0.00								0.00		0.00			0
TOT CIXERRI					4.20	50.40	7.98		7.59								8.37		7.97			84,345

Tabla 17: Resultados de Bombeos para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.

Anejo 3: Resumen de Resultados de los modelos de simulación

Demandas													
Num.	Usuario	Administrador	Distrito	Código	Dotación [hm3/año]	Déficit anual medio en 53 años		Máx. déficit anual		Número de años con déficit		Déficit anual medio en años con déficit	
						[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[-]	[%]	[hm3/año]	[%]
1	Civil	Abbanoa	Sulcis	SUL-C	9.0								
2	Civil	Abbanoa	Gusana (Janna 'è Ferru)	GUS-C	9.0	0.19	2.1%	4.22	46.9%	6	11%	1.65	18.3%
3	Civil	Abbanoa	Torrei	TRR-C	1.4								
4	Civil	Abbanoa	Ogliastra	OGL-C	2.1								
5	Civil	Abbanoa	Villagrande	VLG-C	1.2								
6	Civil	Abbanoa	Santu Miali (Sanluri)	SML-C	2.9								
7	Civil	Abbanoa	Marina Arbus	ARB-C	0.2								
8	Civil	Abbanoa	Sarcidano	SAR-C	8.5								
9	Civil	Abbanoa	Nurri-Orroli	ORR-C	2.0								
10	Civil	Abbanoa	Donori	DON-C	18.5								
11	Civil	Abbanoa	Cagliari San Michele	SMC-C	23.0								
12	Civil	Abbanoa	Cagliari Settimo San Pietro	SSP-C	41.4								
13	Civil	Abbanoa	Gerrei	GER-C	0.7								
14	Civil	Abbanoa	Sarroch	SRH-C	3.0								
15	Civil	Abbanoa	Villacidro	VIL-C	4.4								
16	Civil	Abbanoa	Muravera	MUR-C	2.4								
17	Industrial	CIP Ogliastra	Tortoli	OGL-I	0.0								
18	Industrial	CACIP	Macchiareddu	MAC-I	11.6								
19	Industrial	CACIP	Sarroch	SRH-I	5.3								
20	Industrial	CIP Medio Campidano	Villacidro	VIL-I	0.2								
21	Industrial	CIP Sulcis Iglesias	Portovesme	SUL-I	2.2								
22	Industrial	CIP Sardegna Centrale	Ottana	OTT-I	5.0								
23	Irrigational	CdB Basso Sulcis	Sulcis	SUL-A	6.1								
24	Irrigational	CdB Sardegna Centrale	Media Valle del Tirso	MVT-A	9.0								
25	Irrigational	CdB Oristanese	Destra Tirso	DXT-A	43.0								
26	Irrigational	CdB Oristanese	Sinistra Tirso	SXT-A	75.0								
27	Irrigational	CdB Ogliastra	Ogliastra	OGL-A	11.9								
28	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Zeppara	ZPP-A	1.4								
29	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Sardara - Sanluri	SRU-A	7.1								
30	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	San Gavino - Pabillonis - Gonnosfanadiga	GAV-A	2.6								
31	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Sinistra Leni - Pimpisu	SXP-A	3.3								
32	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Alto Leni	LEN-A	9.4	0.87	9.3%	7.54	80.2%	19	36%	2.43	25.9%
33	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Destra Leni	DXL-A	3.2								
34	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Sammassi A B	SAM-A	1.1								
35	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Trexenta - Senorbi N - Senorbi S - Ussana	TUS-A	10.9								
36	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Furtei - Villamar - Serrenti	FUR-A	3.0								
37	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Nuraminis - Villasor - Serramanna N E - Decimo - Sammassi C	NUR-A	20.6								
38	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	San Sperate - Monastir - Elmas - Sestu	ELM-A	9.9								
39	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Uta	UTA-A	0.5								
40	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Quartu, Selargius	QRT-A	5.4								
41	Irrigational	CdB Sardegna Meridionale	Proxumini	PRX-A	0.4								
42	Irrigational	CdB Cixerri	San Giovanni	GIO-A	0.1	0.04	44.9%	0.08	80.0%	53	100%	0.04	44.9%
43	Irrigational	CdB Cixerri	Iglesias	IGL-A	6.4								

44	Irrigational	CdB Cixerri	Siliqua	SIL-A	2.0								
45	Irrigational	ENAS	Opera Nazionale Combattenti	ONC-A	3.2								
46	Irrigational	ENAS	Isili	ISI-A	0.5								
47	Irrigational	ENAS	Marmilla	MRM-A	6.0								
TOT					396.0	1.1	0%						
TOT Civil					129.7	0.2	0%						
TOT Industrial					24.3	0.0	0%						
TOT Agrario - CdB Oristanese					118.0	0.0	0%						
TOT Agrario - CdB Sardegna Meridionale					78.8	0.9	1%						
TOT Agrario - CdB Cixerri					8.5	0.0	1%						
TOT Agrario - ENAS					9.7	0.0	0%						

Tabla 18: Resultados de Demandas para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.

Caudal Ecológico (EF)											
Num.	Embalse	Administrador	Caudal Ecológico	Déficit anual medio en 53 años		Máx. Déficit anual		Número de años con déficit		Déficit anual medio en años con déficit	
				[hm3/año]	[hm3/año]	[%]	[hm3/año]	[%]	[-]	[%]	[hm3/año]
1	EF-Bau Pressiu	ENAS	0.258								
2	EF-Monte Pranu	ENAS	3.684								
3	EF-Torrei	ENAS	0.096								
4	EF-Cantoniera	ENAS	14.7								
5	EF-Pranu Antoni	ENAS	7.77								
6	EF-Santa Vittoria	ENAS	1.776								
7	EF-SaTeulaStLucia	ENAS	0.444								
8	EF-Flumineddu	ENAS	2.28	0.0846	3.7%	1.2	52%	15	28%	0.3	13%
9	EF-Nuraghe Arrubiu	ENAS	1.818								
10	EF-Monte su Rei	ENAS	1.602								
11	EF-Is Barrocos	ENAS	0.858								
12	EF-Sa Forada	ENAS	0.024								
13	EF-Simbirizzi	ENAS	0.078								
14	EF-Leni	ENAS	0.684	0.6419	93.8%	0.7	100%	53	100%	0.6	94%
15	EF-Punta Gennarta	ENAS	0.396								
16	EF-Medau Zirimilis	ENAS	0.27								
17	EF-Genna Is Abis	ENAS	3.378								
TOT EF			40.116	0.7265	1.8%	1.873000004	4.7%			0.9409	2.3%

Tabla 19: Resultados de Caudales Ecológicos para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.

Embalses				
Volumen Inicial	Volumen Final	Entradas	Evaporación	Salidas
[hm3]	[hm3]	[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]
786.57	904.97	568.4	93.6	220.1

Azudes	
Entradas	Salidas
[hm3/año]	[hm3/año]
277.6	125.7

Usuarios		
Dotación	Déficit	Suministrado
[hm3/año]	[hm3/año]	[hm3/año]
396	1.1	394.9

Caudal Ecológico	
Qeco	Déficit
[hm3/año]	[hm3/año]
10.1	0.6

Balance		
Entradas	Salidas	Diferencia
[hm3]	[hm3]	[hm3]
861.5	861.5	0.1

Tabla 20: Balance del sistema para la Situación Futura con caudal ecológico ENAS.