



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



ICAR
INGENIERÍA DE COMPUTADORES
AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA

VIII Jornadas técnicas de telecontrol del ciclo integral del agua

“Modelo de gestión provincial del servicio de abastecimiento de agua potable en alta, mediante la implementación de energías renovables y técnicas de eficiencia energética”

Francisco Lechuga Arias
Director del Área de Servicios Municipales
Diputación Provincial de Jaén
26 de noviembre de 2025

DEFINICIÓN DEL ABASTECIMIENTO EN ALTA

- Captación y alumbramiento de recursos hídricos (ríos, embalses, acuíferos, manantiales, incluso recursos no convencionales como desalación o reutilización).

- Tratamiento de potabilización inicial, adaptado a la calidad del recurso.
- Transporte por arterias principales (grandes conducciones, canales y tuberías troncales).
- Almacenamiento en depósitos de cabecera de los núcleos urbanos, antes de la distribución en baja

Competencias:

- Según el artículo 13 de la Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía, los municipios tienen las competencias en la ordenación y prestación de los servicios del ciclo integral del agua de uso urbano, en el abastecimiento en alta.

Ley 7/1985, Reguladora de las Bases de Régimen Local (LRBRL):

- Art. 31 y 36: las Diputaciones tienen competencias propias para asegurar la prestación integral y adecuada de los servicios municipales en todo el territorio provincial.

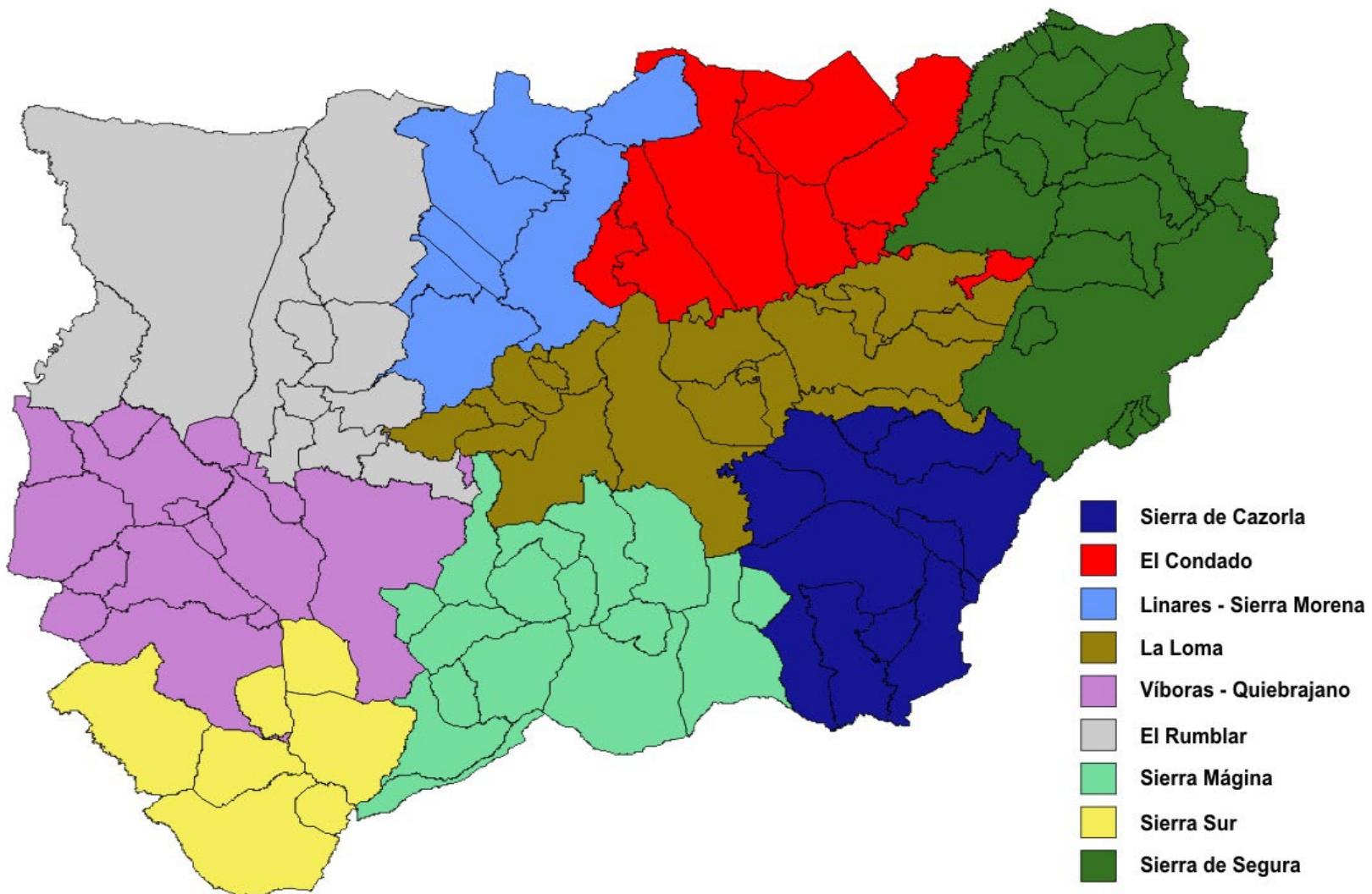
Ley 27/2013 de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local (LRSAL):

- Refuerza el papel de las Diputaciones en la coordinación de servicios supramunicipales.

Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía:

- Atribuye a los municipios la competencia directa sobre el abastecimiento en alta, pero permite la gestión supramunicipal mediante consorcios, mancomunidades o delegación en Diputaciones

Decreto 310/2003 de 4 de noviembre por el que se delimitan los ámbitos territoriales de gestión de los servicios del Ciclo Integral del Agua en las Entidades Locales



FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA PROVINCIA DE JAÉN

El origen del agua suministrada, en términos de volumen, es:

Aguas superficiales: 56,47 %

- Aguas subterráneas : 43,53 %

El origen del agua suministrada, en términos de número de núcleos de población, es:

Aguas superficiales: 32,00 % 117

- Aguas subterráneas : 56,00 % 205
- Aguas superf./sub.: 12,00 % 44

El origen del agua suministrada, en términos de número de municipios, es:

- Aguas superficiales: 38,10 % 37
- Aguas subterráneas : 45,40 % 44
- Aguas superf./sub.: 16,50 % 16

Gestión del agua en alta a través de sistemas supramunicipales en alta:

97 municipios 618.678 habitantes

54 municipios conectados a sistemas supramunicipales (55,67 %), población 452.735 hab (73,18%)

Con proyectos de ampliación:

68 municipios conectados a sistemas supramunicipales (70,10%), población 494.518 hab (79,93%)

SERVICIOS QUE INTREGAN EL CICLO URBANO DEL AGUA

- Abastecimiento de agua potable en alta
Distribución de agua potable en baja
- Alcantarillado
- Depuración de aguas residuales urbanas
- Ayuntamientos que gestionan estos servicios de forma directa (autonomía municipal)
- No disponen de ninguna empresa de gestión
- 48 Municipios
- 50 % de los Ayuntamientos de la provincia

Ayuntamientos cuyo **servicio de abastecimiento en alta** sería gestionado a través de la Diputación

68 Municipios 70 % de la provincia
80 % de la población provincial

Peso económico en la gestión del servicio de abastecimiento en alta sobre el total ciclo del agua

25 %

Capacidad de intervención de entidades supramunicipales en la gestión de competencia municipal

- **Mayor garantía de recursos hídricos**
- **Mayor eficiencia**

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DEL RUMBLAR

12 municipios, 92.000 habitantes, Volumen captado 8.200.000 m³/año



ETAP de Zocueca

Potencia: 600 Kw

Consumo: 2.900.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 7.800.000 m³/año

Coste en alta: 0,35 €/ m³

Coste energético: 0,05 €/ m³ (15 %)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DE LA LOMA

14 municipios, 110.000 habitantes, Volumen captado 8.700.000 m³/año



ETAP de Las copas

- Potencia: 180 Kw
- Consumo: 1.400.000 Kwh/año

Bombeo Batanejo

- Potencia: 1.015 Kw
- Consumo: 1.900.000 Kwh/año

Bombeo Hilillos

- Potencia: 950 Kw
- Consumo: 1.900.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 8.500.000 m³ /año

Coste en alta: 0,40 €/ m³

Coste energético; 0,11 €/ m³ (27,5 %)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DEL CONDADO

7 municipios, 20.000 habitantes, Volumen captado 1.600.000 m³/año



ETAP del Dañador y bombeo

- Potencia: 425 Kw
- Consumo: 700.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 1.500.000 m³/año

Coste en alta: 0,75 €/ m³

Coste energético: 0,17 €/ m³ (23 %)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DE LA FERNANDINA

2 municipios, 20.000 habitantes, Volumen captado 1.900.000 m³ /año



ETAP de la Fernandina y bombeo

- Potencia: 590 Kw
- Consumo: 2.000.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 1.800.000 m³/año

Coste en alta: 0,50 €/ m³

Coste energético: 0,17 €/ m³ (35 %)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DEL QUIEBRAJANO

13 municipios, 150.000 habitantes, Volumen captado 4.800.000 m³ /año



ETAP del Quiebrajano

- Potencia: 128 Kw
- Consumo: 750.000 Kwh/año

Sondeos La Merced

- Potencia: 1.000 Kw
- Consumo: 200.000 Kwh/año

Sondeos Quiebrajano:

- Potencia: 1.000 Kw
- Consumo: 2.500.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 4.500.000 m³ /año

Coste en alta: 0,45 €/ m³

Coste energético: 0,15 €/ m³ (34 %)

SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN ALTA EXISTENTES

SISTEMA DEL VÍBORAS

4 municipios, 56.000 habitantes, Volumen captado 3.600.000 m³/año



ETAP de Martos

- Potencia: 450 Kw
- Consumo: 850.000 Kwh/año

Sondeos Gracia Morenita

- Potencia: 295 Kw
- Consumo: 500.000 Kwh/año

Bombeo Albercón:

- Potencia: 180 Kw
- Consumo: 500.000 Kwh/año

Bombeo Víboras:

- Potencia: 800 Kw
- Consumo: 100.000 Kwh/año

Volumen suministrado: 3.400.000 m³/año

Coste en alta: 0,43 €/m³

Coste energético: 0,13 €/m³ (30 %)

Sistema	Habitantes	Volumen suministrado (m³/año)	Coste unitario Servicio en alta (€/m³)	Coste unitario energético (€/m³)	Potencia Instalada Kw	Consumo energético (kWh/año)	Emisiones de CO₂ (Kg CO₂ /año)
Rumblar	92.000	7.800.000	0,35	0,05	600	2.900.000	754.000
La Loma	110.000	8.500.000	0,40	0,11	2.145	5.200.000	1.352.000
Condado	20.000	1.500.000	0,75	0,17	425	700.000	182.000
Fernandina	20.000	1.800.000	0,50	0,17	590	2.000.000	520.000
Quiebrajano	150.000	4.500.000	0,45	0,15	2.128	3.450.000	897.000
Víboras	56.000	3.400.000	0,43	0,13	1.725	1.950.000	507.000
	448.000	27.500.000	0,48	0,13	7.613	16.200.000	4.212.000

ANÁLISIS DE VIABILIDAD Y AHORROS CON PLANTAS FOTOVOLTAICAS CON BATERÍAS EN LOS SISTEMAS EN ALTA DE JAÉN (FV+BESS)

OBJETIVOS

Producir agua potable mediante la utilización de energía solar con almacenamiento para mantener el servicio estable y eficiente, mediante la instalación de plantas solares fotovoltaicas y sistemas de almacenamiento de energía de baterías

Capturar la energía eléctrica para su almacenamiento y posteriormente su liberación cuando se necesite para poder utilizarla

Conseguir el 100% de potencia renovable para las estaciones de tratamiento y de bombeo

Reducción del coste de explotación del servicio de abastecimiento de agua potable en alta

Reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera con el consiguiente impacto positivo a la salud

HIPÓTESIS TÉCNICAS DE DISEÑO PARA FV+BESS

Cobertura renovable:

- 90% (maximización con vertido cero y alta acumulación).

Producción FV en Jaén:

- 1,600–1,800 kWh/kWp·año (se adopta 1,700 kWh/kWp·año para dimensionar).
- Cuando hablamos de **kWp·año** en el contexto de instalaciones solares fotovoltaicas, nos referimos a una **unidad de medida de producción energética anual por cada kilovatio pico instalado**

En Jaén, el valor típico está entre **1.600 y 1.800 kWh/kWp·año**.

- Si instalas una planta de **1.000 kWp (1 MWp)** y el rendimiento es de **1.700 kWh/kWp·año**, la producción anual será:
- $1.000 \text{ kWp} \times 1.700 \text{ kWh/kWp/año} = 1.700.000 \text{ kWh/año}$

HIPÓTESIS TÉCNICAS DE DISEÑO PARA FV+BESS

Estrategia BESS:

Potencia: cubrir picos de bombeo y asegurar autoconsumo real >85–95%.

Capacidad: 2–4 horas de carga de los bombeos principales para gestionar operación nocturna y evitar superación de potencia contratada.

Operación: arbitraje horario (cargar barato/descargar caro), respaldo sin emisiones, reducción de potencias contratadas.

Ahorro energético y económico esperado

Ahorro energía (kWh/año)	Ahorro emisiones (kg Co2/año)	Ahorro económico (€/año)	Reducción coste energético medio (€/m3)
14.580.000	3.790.800	2.702.700	0.12

Se podría pasar de un coste medio en alta de 0,48 €/m3 a 0,36 €/m3

Lo que supondría una reducción de coste del 25 %

Sistema	Ahorro kWh/año	Ahorro económico €/año	Ahorro CO2 Kg/año	Reducción coste energético €/m3	Nuevo coste total (€/m3)
Rumblar	2.610.000	351.000	678.600	0,045	0,305
La Loma	4.680.000	841.500	1.216.800	0,099	0,301
Condado	630.000	229.500	163.800	0,153	0,597
Fernandina	1.800.000	275.400	468.000	0,153	0,347
Quiebrajano	3.105.000	607.500	807.300	0,135	0,315
Víboras	1.755.000	398.000	456.300	0,117	0,313
Provincia	14.580.000	2.702.700	3.790.800	0,117	0,363

Beneficios ambientales y de salud

Un Futuro Más Verde y Saludable para Jaén

- *Beneficios de la Transición Energética en el Servicio de Alta*

CLIMA Y SALUD PÚBLICA

- **Menos Emisiones:** Reducimos **3.790 toneladas de CO₂** al año.
- **Impacto:** Aire más limpio y menos riesgos asociados al cambio climático (olas de calor, sequías).

GESTIÓN HÍDRICA EFICIENTE

- **Energía Limpia:** Operamos el bombeo con energía 100% renovable.
- **Beneficio:** Estabilizamos los costes y protegemos nuestros embalses en tiempos de escasez.

COHERENCIA Y CREDIBILIDAD

- **Acción Real:** La reducción es "real y adicional", no compramos certificados verdes.
- **Valor:** Refuerza la confianza ciudadana y cumple con el plan provincial de energía.

Beneficios ambientales y de salud

SALUD PÚBLICA Y CALIDAD DEL AIRE: IMPACTO DIRECTO EN LA CALIDAD DE VIDA DE LA CIUDADANÍA

1. MENOS EMISIONES, MENOS ENFERMEDADES

- **Aire Limpio:** Al eliminar energía fósil, no solo reducimos CO₂, sino también gases tóxicos (NO_x, SO₂, partículas) que dañan los pulmones.
- **Prevención:** Reduce el riesgo de asma, EPOC y enfermedades cardiovasculares en la población general.

2. PROTECCIÓN A LOS MÁS VULNERABLES

- **¿A quién protege?**: Principalmente a niños, personas mayores y enfermos respiratorios.
- **Beneficio**: Disminuye los ingresos hospitalarios y la mortalidad asociada a picos de contaminación y olas de calor.

3. AHORRO SANITARIO Y ECONÓMICO

- **Coste-Eficiencia**: Menos enfermedades significan menos costes para el sistema de salud público.
- **Productividad**: Se reducen las bajas laborales asociadas a problemas respiratorios derivados de la mala calidad del aire.

Proyectos actuales

INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA CON ACUMULACION EN LAS CAPTACIONES DEL SISTEMA DE LA LOMA Y ETAP DE LAS COPAS.

Instalaciones de generación fotovoltaica (año 2022, 674.562,45 €)

- La instalación de la **ETAP Las Copas** esta compuesta por los siguientes elementos:
 - 468 módulos fotovoltaicos de 470 W.
 - Potencia de 180 kW nominales, 219,96 kWp
- La instalación de **Los Hilillos** esta compuesta por los siguientes elementos:
 - 520 módulos fotovoltaicos de 470 W.
 - Potencia de 180 kW nominales, 219,96 kWp
- La instalación de **el Batanejo** esta compuesta por los siguientes elementos:
 - 260 módulos fotovoltaicos de 470 W.
 - Potencia de 100 kW nominales, 122,2 kWp



Producción de energía anual de 582.894 kWh

Proyectos realizados

PROYECTO DE MEJORAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS CAPTACIONES DEL SISTEMA DE LA LOMA Y ETAP DE LAS COPAS

Aumento del número de módulos fotovoltaicos e instalación de acumuladores

(año 2025, 1.754.500,00 €)



Ampliación instalación fotovoltaica

Las Copas 102,2kWp. 144 módulos

Los Hilillos 920,2 kWp. 1.296 módulos

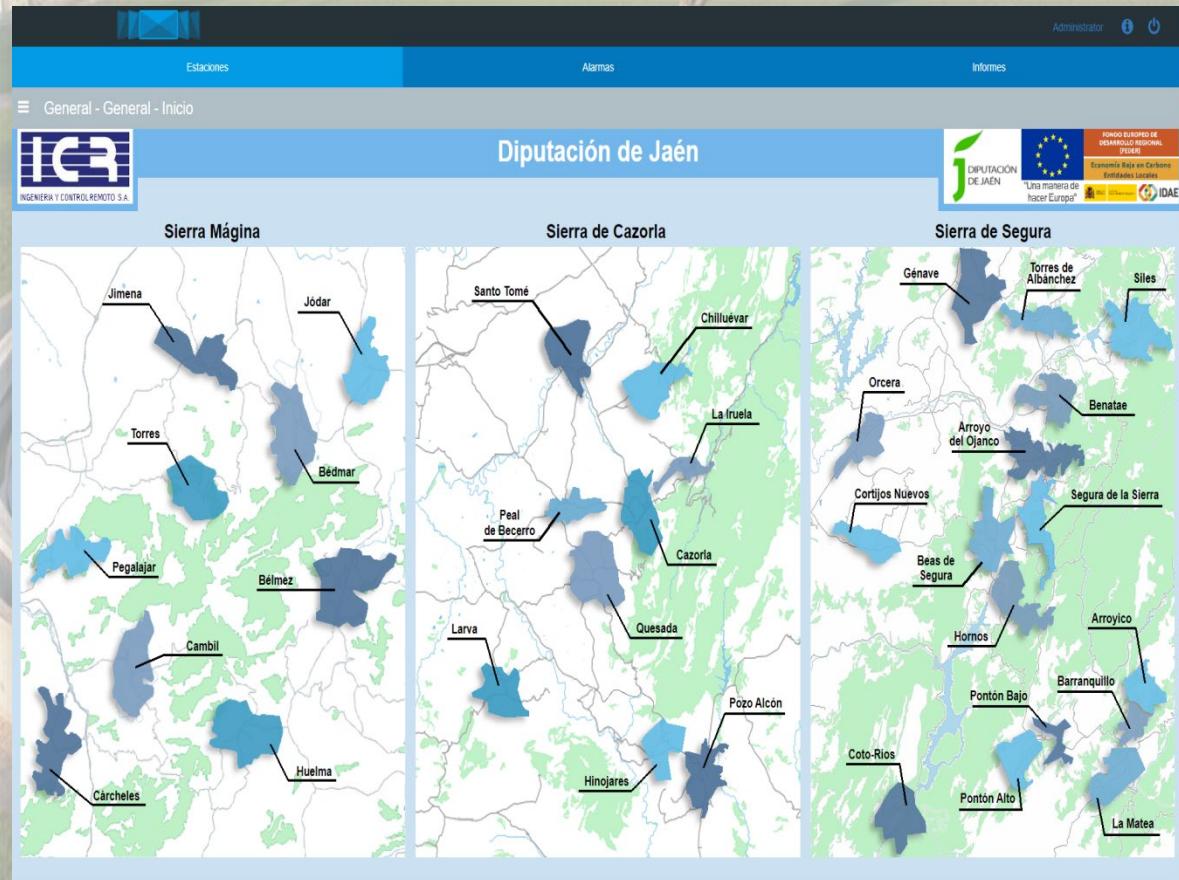
Batanejo 1.022,4 kWp. 1.440 módulos

Acumuladores en la ETAP de las Copas de 1.000 kWh con potencia nominal de 300 kW

Proyecto Diputación de Jaén para la mejora de eficiencia energética en EDARs

Información del Proyecto

- Promovido por la Diputación Provincial de Jaén
- Actuaciones en **34 estaciones EDARs**
- **28 municipios**
- Inversión de **3,6 M€**
- Ahorro energético estimado: entre el **30% y el 40%**
- Realización de la automatización:
Sofrel Partner Gold
Ingeniería Control Remoto ICR



Proyecto Diputación de Jaén para implantación de sistemas de Telemando y telecontrol en abastecimientos urbanos de aguas subterráneas Fases I y II

Información del Proyecto

- Promovido por la Diputación Provincial de Jaén
- Actuaciones en Comarca Sierra Sur
- Comarca Sierra Mágina
- 7 municipios (20 Instalaciones)
- 7 Municipios (31 Instalaciones)

• Inversión de 680K€

• Realización de la automatización:
Sofrel Partner Gold-

WONDERWARE ARQUESTRA

Ingeniería Control Remoto ICR

