

**PROGRAMA DE DESARROLLO  
RURAL DE ARAGÓN 2014 - 2020**

**INTEGRACION EN ADOR DE  
SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA  
EN TIEMPO REAL DE LAS  
COMUNIDADES DE REGANTES DE  
RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN**

**2016-2018**

**Cofinanciado 80% Unión Europea 20% Gobierno de Aragón**



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural. FEADER



**GOBIERNO  
DE ARAGON**  
Departamento de Desarrollo Rural  
y Sostenibilidad

**Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en Zonas Rurales**

**Grupo de cooperación  
"GESTIÓN INTEGRADA  
DE AGUA Y ENERGÍA"**



**RIEGOS**  
del alto aragón

**VeaGlobal**  
INGENIERÍA & CONSULTORÍA



1542

**Universidad  
Zaragoza**

## Sistema de Riegos del Alto Aragón

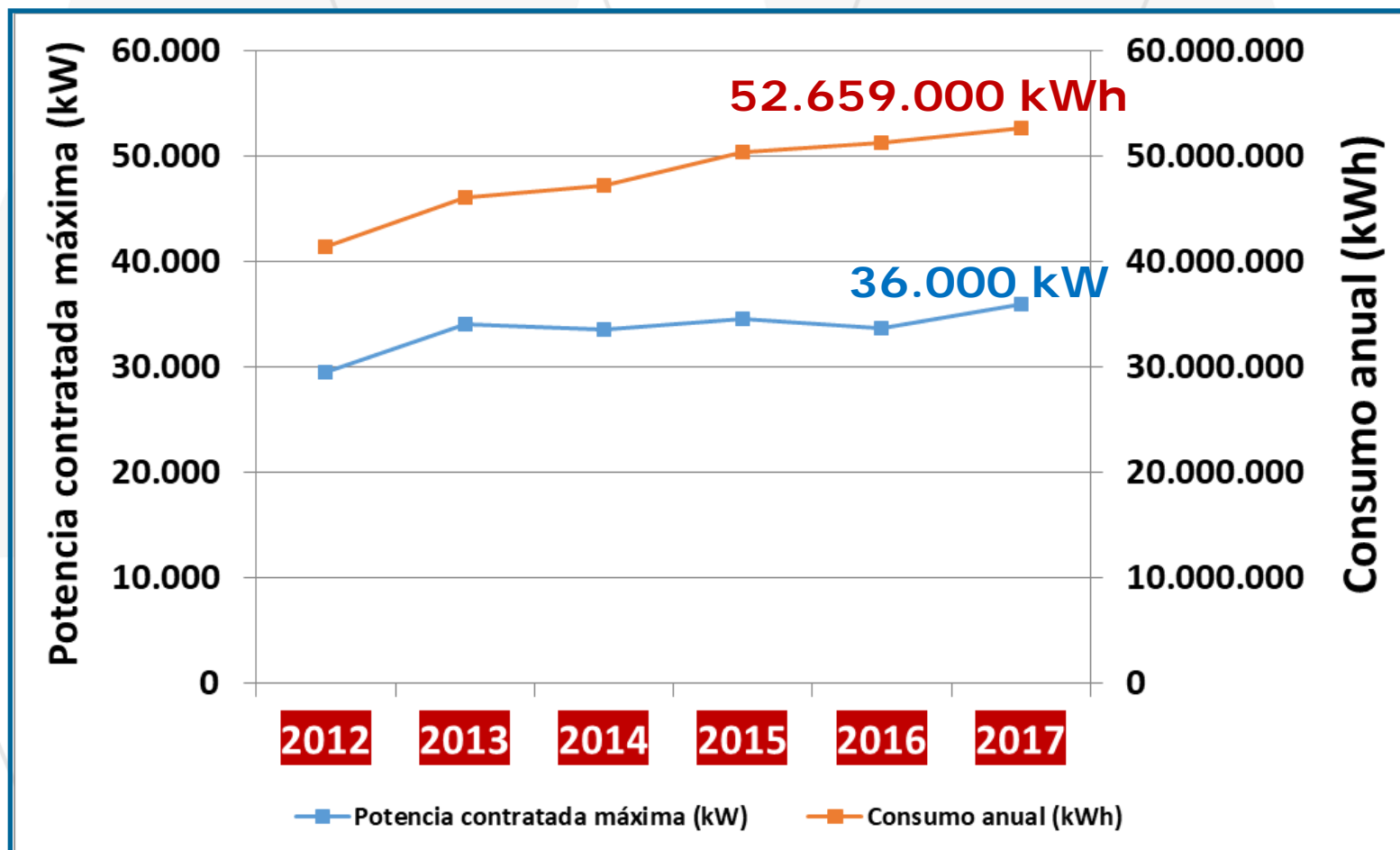
Comunidades Ordinarias	48
Superficie de influencia	2.500 km <sup>2</sup>
Abastecimiento a núcleos de población	113
Abastecimientos a explotaciones ganaderas	893
Abastecimiento a polígonos industriales	10
Familias dependientes del regadío	10.000
Hectáreas regadas	135.000 hectáreas

## Contratación eléctrica

Estaciones de bombeo en alta tensión	40
Tarifa de acceso 6.1 (potencia contratada >450 kW)	30
Tarifa de acceso 3.1A (potencia contratada <450 kW)	10
<b>Total potencia máx. contratada 2017</b>	<b>36.000 kW</b>
<b>Total consumo anual 2017</b>	<b>52.659.000 kWh</b>

## Diagnóstico del problema

Sistema de Riegos del Alto Aragón	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Puntos de suministro	35	36	35	37	38	40
Potencia contratada (MW)	29,4	34	33,5	34,5	33,6	35,9
Consumo anual (GWh)	41,4	46,1	47,2	50,4	51,2	52,6



## Diagnóstico del problema

Las comunidades de regantes de RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN concentran el 80% de su consumo en el periodo P6, periodo valle del sistema eléctrico, ayudando a la mejora del factor de carga del sistema eléctrico y a la utilización más eficiente de las infraestructuras eléctricas de generación, transporte y distribución, **y sin embargo son penalizadas en el coste del suministro eléctrico.**

### ENERGIA en 2017

Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1.517.728	2.961.304	506.378	1.656.694	2.947.486	40.186.506
3,0%	5,9%	1,0%	3,3%	5,9%	<b>80,7%</b>

## Diagnóstico del problema

### Desaparición de Tarifa Especial de Riegos Agrícolas en 2008

#### Tarifas R. De Riegos Agrícolas (2)

R.1 No superior a 36 kV

R.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV

R.3. Mayor de 72,5 kV

Término de potencia  
*Tp: €/kW mes*

Término de energía  
*Te: €/kWh*

0,647756

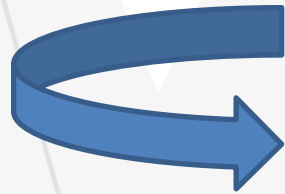
0,088891

0,615364

0,083706

0,582981

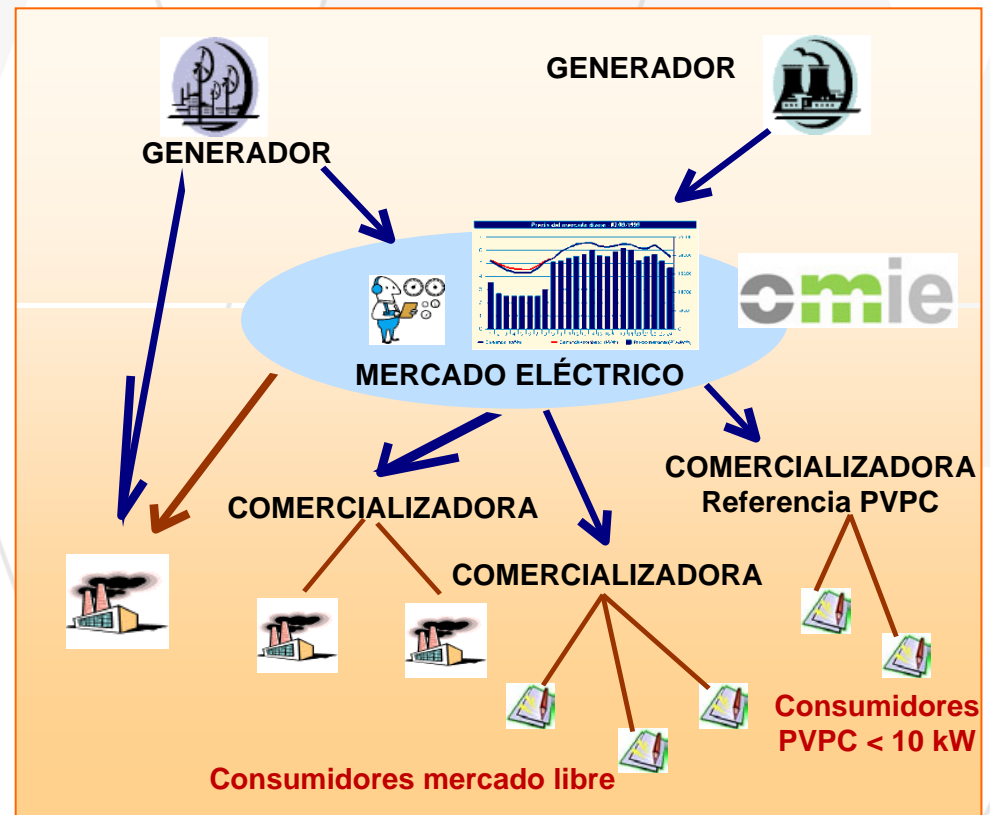
0,080869



Desde 2008, se compra la energía en el mercado eléctrico liberalizado



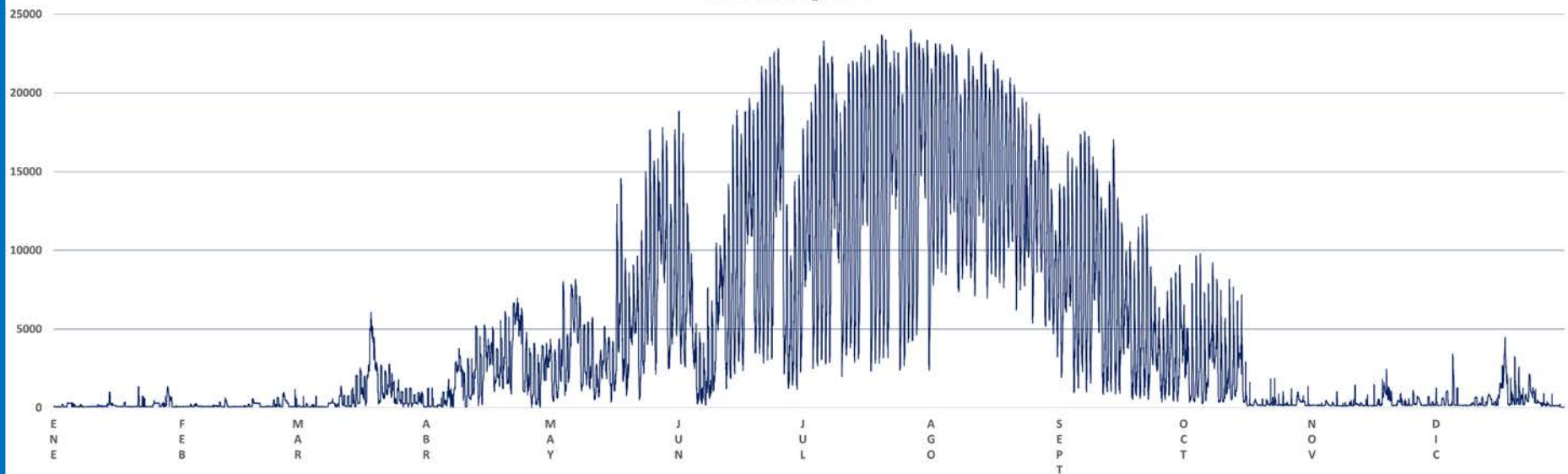
**El coste de la energía eléctrica en las comunidades de regantes se duplicó entre 2008 y 2014**



## Diagnóstico del problema

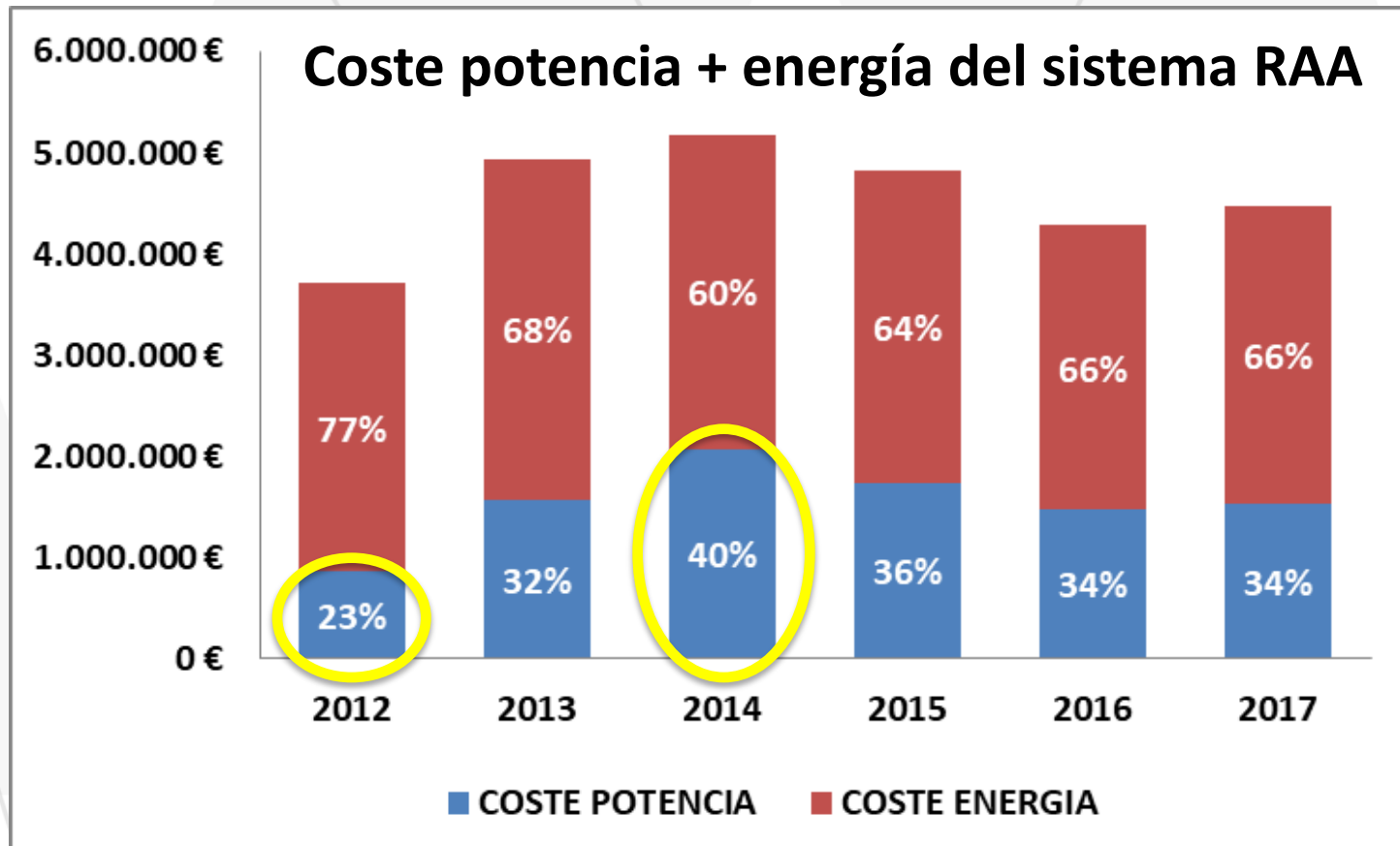
**El consumo de energía es muy estacional, pero la potencia contratada se paga todo el año.**

Curva de carga 2017



**Y desde agosto de 2013, el coste del término de potencia aumentó en un 115% por la Orden ministerial IET/1491/2013**

## Diagnóstico del problema



**El coste de la potencia aumentó de 23% (2012) a 40% (2014)**



## **Beneficiarios finales del proyecto:**

Las comunidades de regantes del sistema de Riegos del Alto Aragón que consumen energía en las estaciones de bombeo de agua (40), que se benefician de disponer de una herramienta de gestión en tiempo real del consumo horario de energía, del control de las potencias cuartohorarias, cortes de tensión ...

**Presupuesto del proyecto:** 65.320 euros

**Subvención concedida por el Gobierno de Aragón (FEADER):** 48.576 euros



- Aplicación informática online de lectura remota horaria de contadores eléctricos.
- Alarmas en tiempo real de excesos de potencia, consumos de energía en periodos no programados, consumos de energía reactiva y cortes de tensión.
- Datos horarios completos e independientes para revisar la correcta facturación mensual de electricidad de las estaciones de bombeo y realización de estudios e informes. Integración en ADOR 2.0 mediante tecnología API.

**PROGRAMA DE DESARROLLO RURAL DE ARAGÓN 2014 - 2020**

**INTEGRACION EN ADOR DE SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN TIEMPO REAL DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN**

**2016-2018**

Cofinanciado 80% Unión Europea 20% Gobierno de Aragón

 **UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural. FEADER

 **GOBIERNO DE ARAGON**  
Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad

Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en Zonas Rurales



# Equipo de trabajo

## COMUNIDAD GENERAL DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN

Loreto Monaj Sipan, Ingeniero Informático

Maite Gracia Gil, Economista

Santiago Muñoz Fernández, Ingeniero Industrial

## UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

José María Yusta Loyo, Dr. Ingeniero Industrial

Rodolfo Dufo López, Dr. Ingeniero Industrial

## PROYECTOS SOLUCIONES E INNOVACIONES TÉCNICAS S.L

Silvia Serrano Aulló, Ingeniera Industrial

Angela Laguna Abad, Ingeniera Industrial

Yassine Rqiq, Ingeniero Químico

JOSÉ IGNACIO MANTERO RUIZ, Ingeniero Informático

# Hardware instalado

Se ha instalado un módem independiente en el cuadro eléctrico del equipo de medida de cada estación de bombeo, que permite el acceso automático en tiempo real a los datos registrados en el contador mediante comunicación vía IP



# Software desarrollado

**Una aplicación informática en nube almacena todos los datos recibidos de los contadores cada hora.**

**Cada usuario puede acceder a sus datos.**

**Una pasarela API permite acceso directo a los datos de la nube.**



# Prestaciones implementadas





# Prestaciones implementadas





# Prestaciones implementadas



# El administrador del sistema configura y visualiza el estado y la información de las 40 instalaciones



JOSE MARIA YUSTA (Riegos Alto Aragón consumo)

Administración Personal **Localizaciones** Sensores Actuadores SmartMeter Proyectos

Salir

## Localizaciones

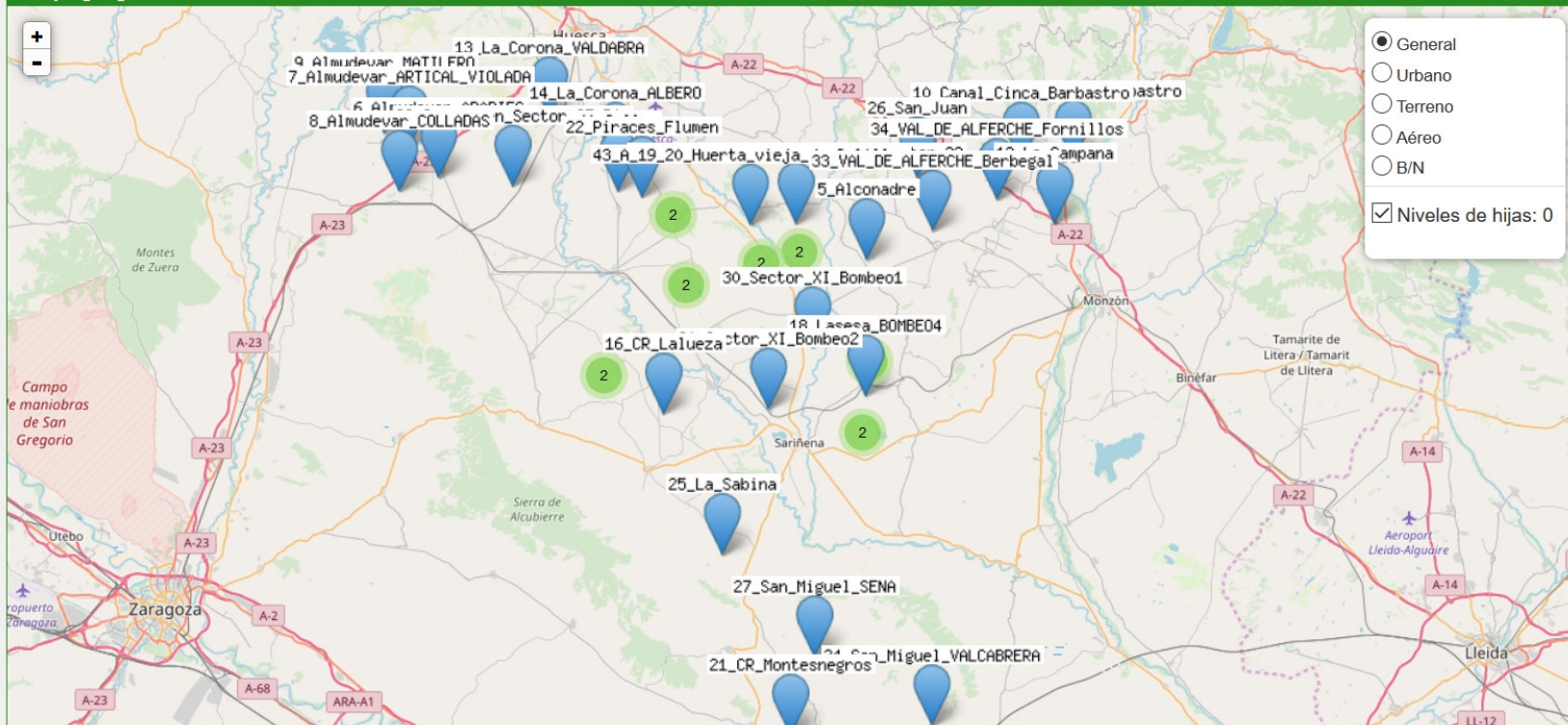
- Principal
- Topología
- Ratios
- Mapa geográfico**

## Filtro de localizaciones

Nombre:

Filtrar

## Mapa geográfico de las localizaciones



# Cada comunidad de regantes dispone de acceso a los datos de sus contadores eléctricos



CR La Corona (Riegos Alto Aragón consumo)

Administración **Personal** Localizaciones Sensores SmartMeter

Salir

Personal

Widgets

LA CORONA ALBERO

LA CORONA PIRACES

LA CORONA VALDABRA

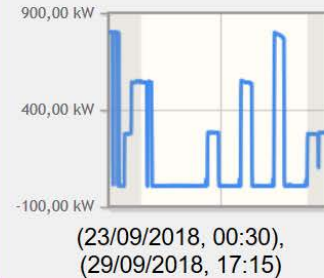
+

LA CORONA ALBERO

Potencia  
cuartohoraria  
actual

**280,00 kW**  
(29/09/2018, 17:15)

Potencia  
registrada  
semana (kW)



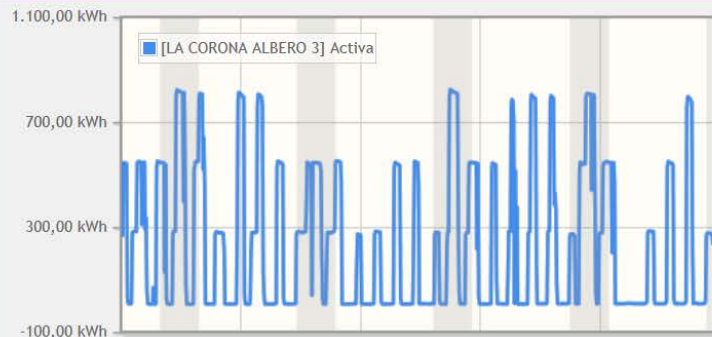
Coste mensual  
excesos de  
potencia

**13,81 €**  
(30/08/2018, 00:00),  
(30/09/2018, 00:00)

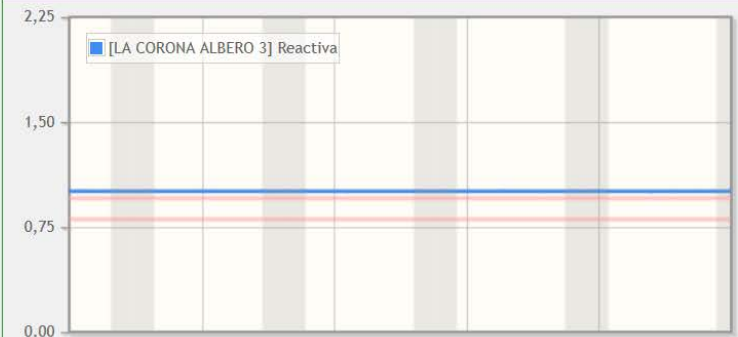
Cortes de tensión

**0 cortes**  
(30/08/2018, 00:30),  
(29/09/2018, 17:15)

Consumo horario mensual (kWh)



Reactiva mensual (cos fi > 0.95)





# Dispone de menús para extraer y analizar la información de todos los parámetros de consumo



CR La Corona (Riegos Alto Aragón consumo)

Administración Personal Localizaciones **Sensores** SmartMeter

Salir

## Sensores

- Principal
- Información**
- Análisis
- Comparación
- Estadística

## Selección de localización

Localización actual:

Todas

Seleccionar localización

Ratio:

Ninguno

**Energía activa**

Energía reactiva

Cortes de tensión

## Información de energía activa

### Sensores

Sensor:

[LA CORONA ALBERO 3] Activa

Campo:

Consumo

### Configuración

Inicio:

01/05/2018

00:00

Fin:

30/09/2018

23:59

Intervalo de valores:

Cuarto de hora

Tipo de mapa de calor:

Ninguno

Comentarios:

Ninguno

← Mayo 2018 →

Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do

30 1 2 3 4 5 6

7 8 9 10 11 12 13

14 15 16 17 18 19 20

21 22 23 24 25 26 27

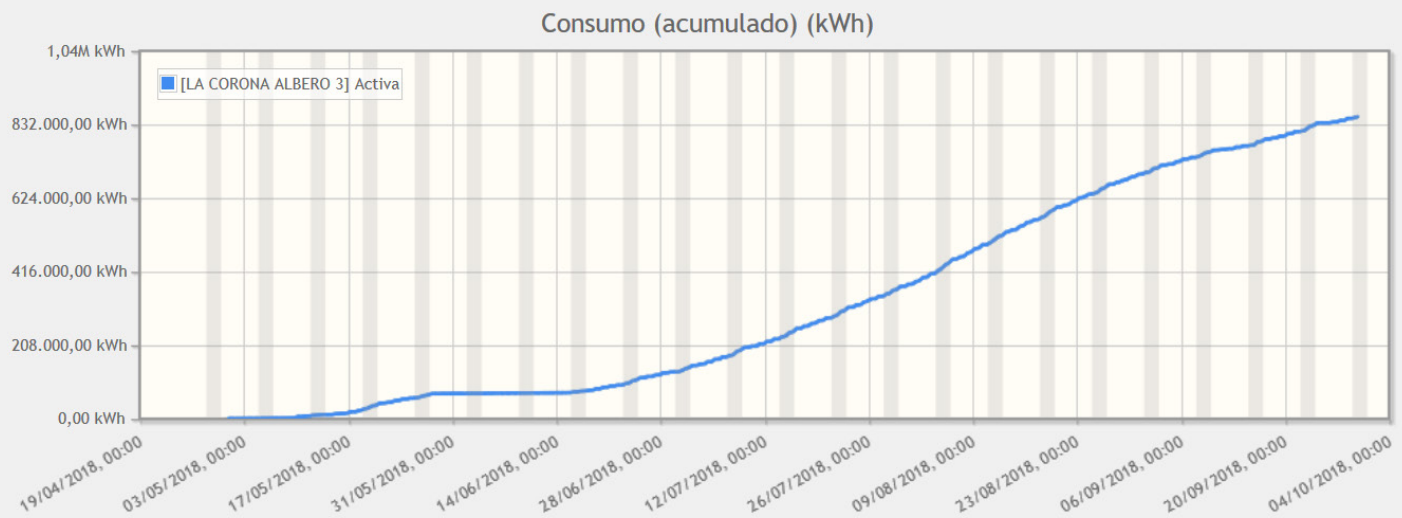
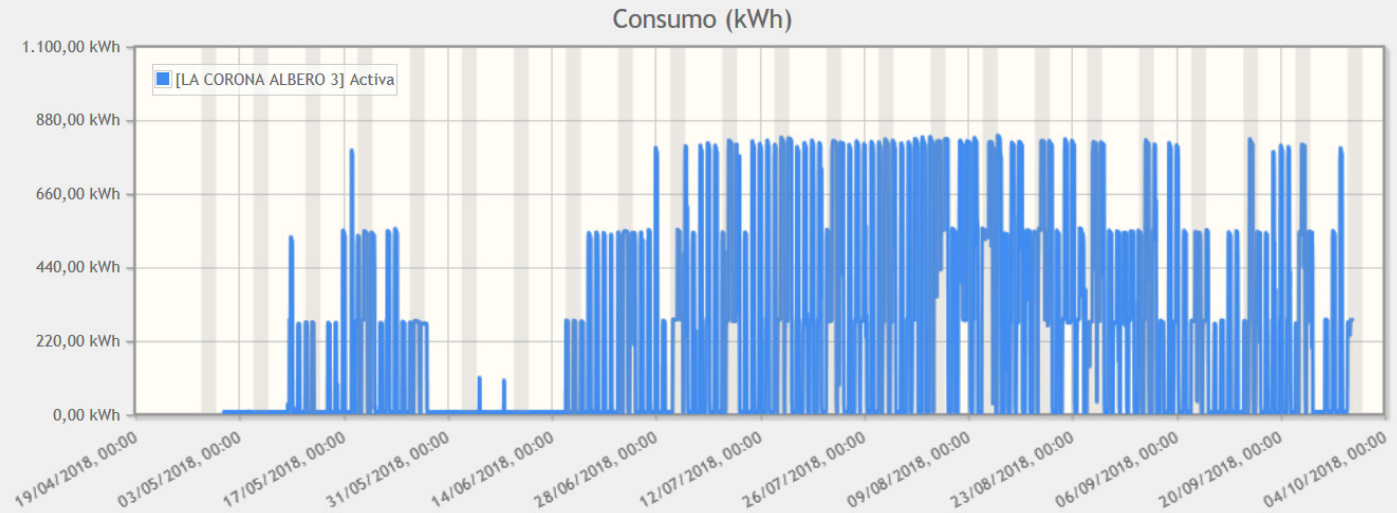
) - 23:59

) - 23:59

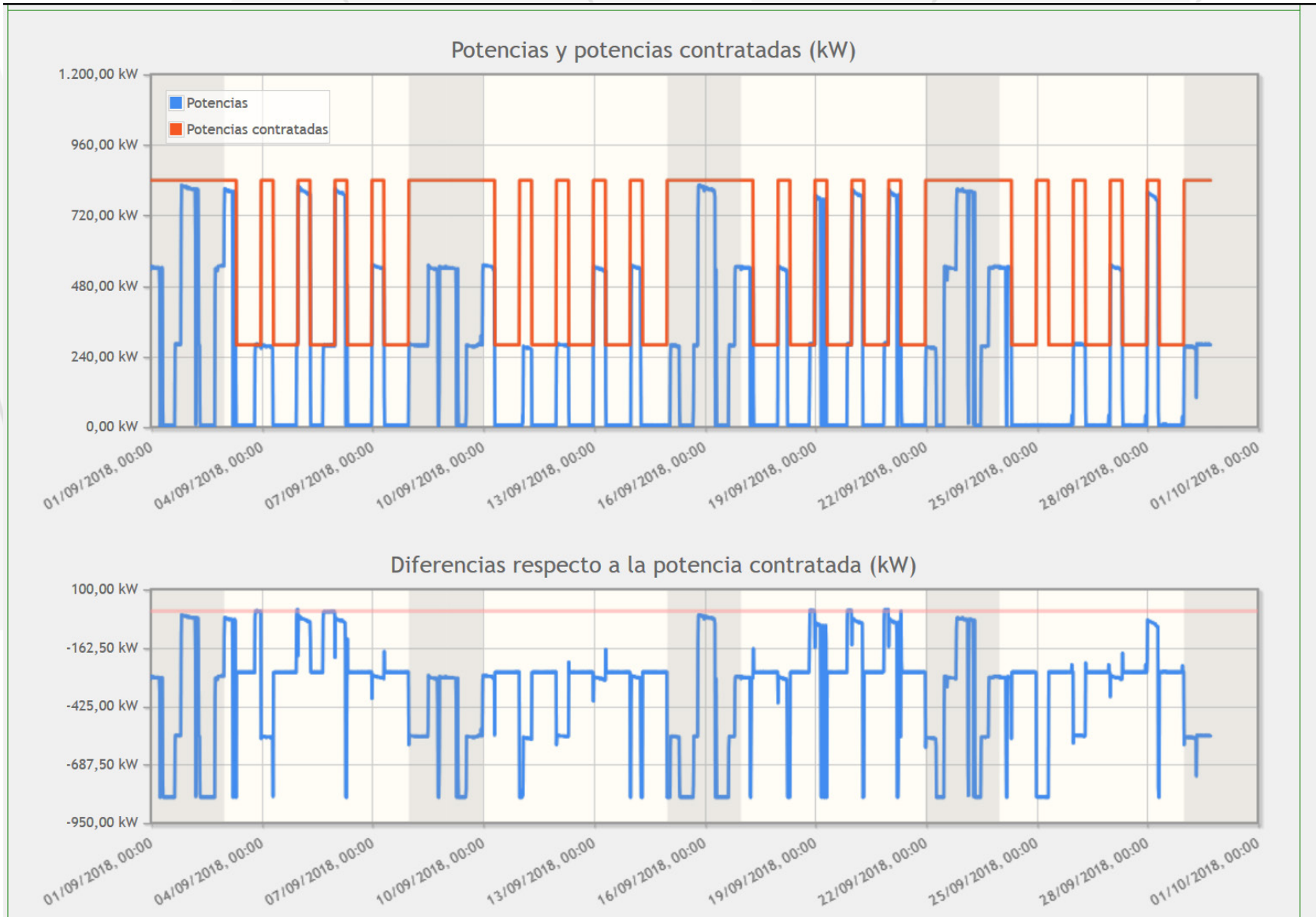
) - 23:59

# Se puede recuperar información histórica de los consumos registrados en cada instalación

## Informe



# Se pueden analizar los excesos de potencia y su coste en cada periodo tarifario



# Se calculan los términos de la factura eléctrica para cotejarla con la recibida mensualmente

## Resumen de factura

Coste y consumo			
Coste total	Consumo total	Coste diario	Consumo diario
2.458,32 €	8.701,00 kWh	87,80 €/día	310,75 kWh/día
<b>Coste total: 2.458,32 €</b>			

## Detalles de factura

Energía activa		
Tramo	Consumo	Coste
1	101,00 kWh × 9,9824 cents €/kWh	10,08 €
2	169,00 kWh × 8,4326 cents €/kWh	14,25 €
6	8.431,00 kWh × 5,0228 cents €/kWh	423,47 €
<b>Coste total: 447,81 €</b>		

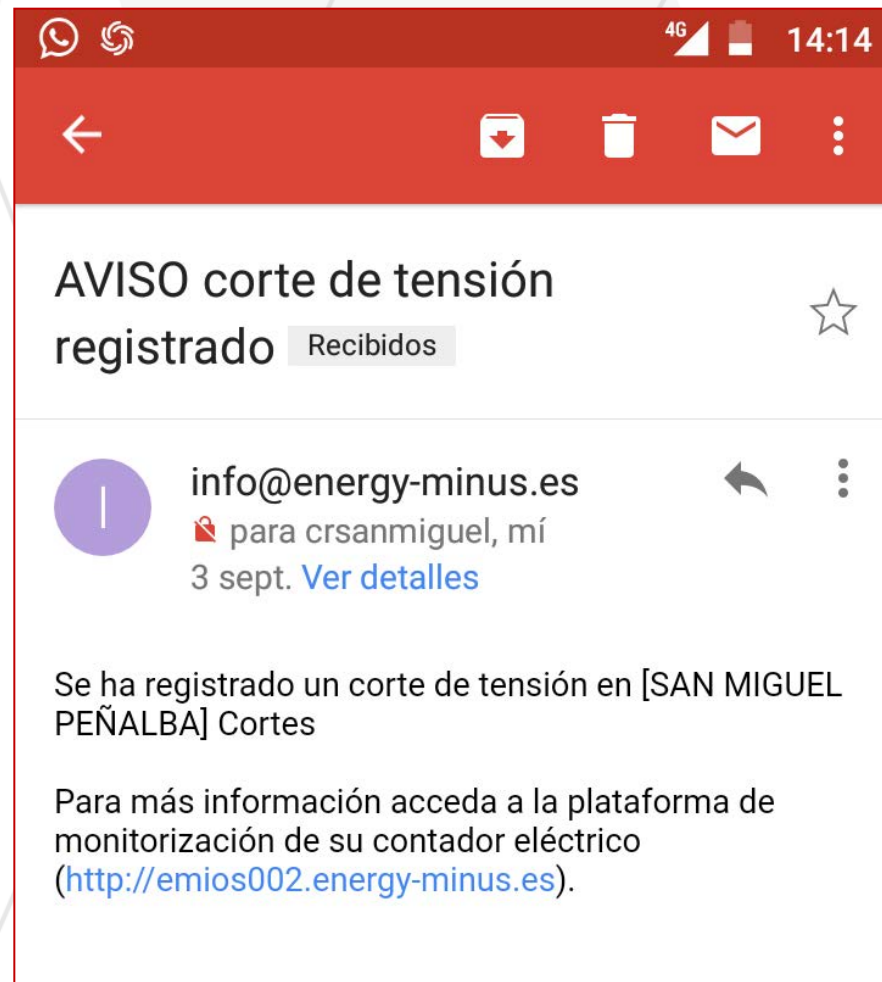
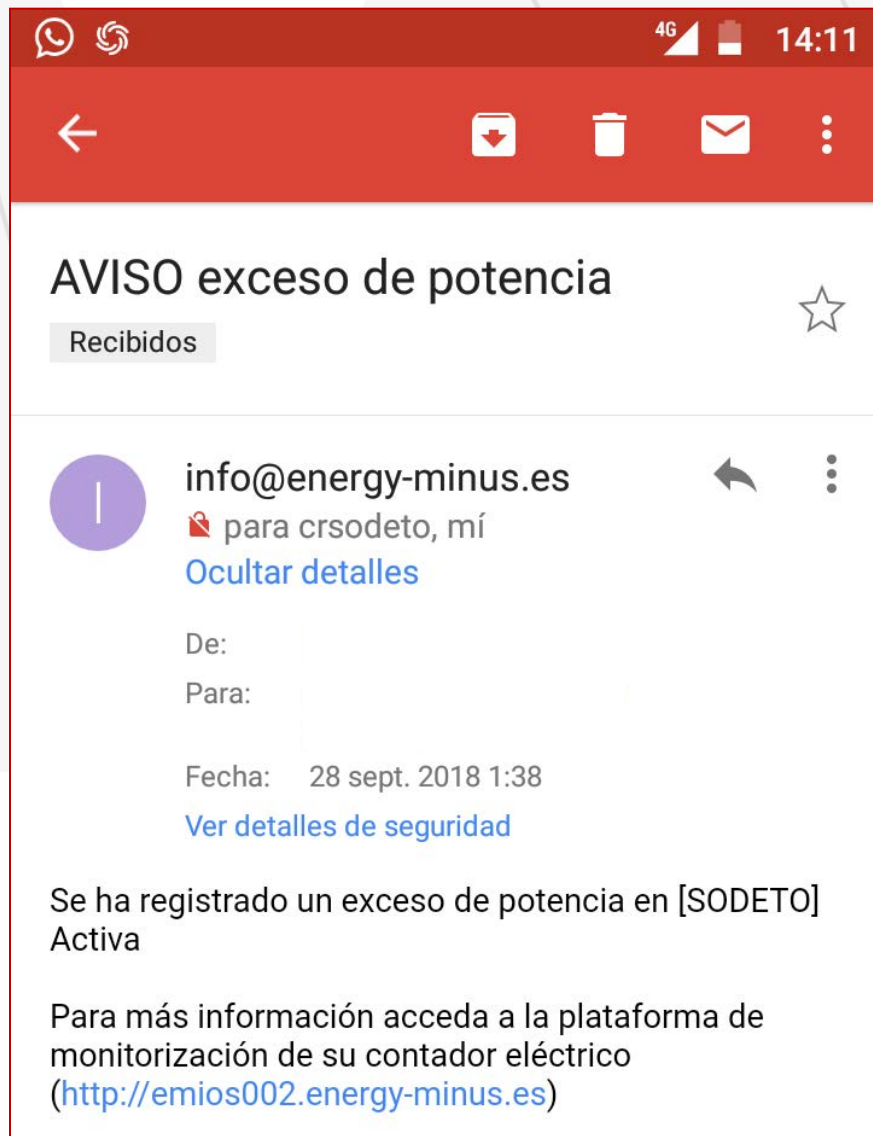
Potencia		
Tramo	Potencia	Coste
1	40,00 kW × 10,7231 cents €/kW-día × 28 días	120,10 €
2	40,00 kW × 5,3662 cents €/kW-día × 28 días	60,10 €
3	40,00 kW × 3,9272 cents €/kW-día × 28 días	43,98 €
4	40,00 kW × 3,9272 cents €/kW-día × 28 días	43,98 €
5	240,00 kW × 3,9272 cents €/kW-día × 28 días	263,91 €
6	1.950,00 kW × 1,7918 cents €/kW-día × 28 días	978,34 €
<b>Coste total: 1.510,41 €</b>		

Potencia máxima y excesos de potencia			
Tramo	Potencia máxima	Excesos de potencia (Aei)	Coste
1	4,00 kW	0,00 kW × 1,4064 €/kW × 1	0,00 €
2	4,00 kW	0,00 kW × 1,4064 €/kW × 0.5	0,00 €
6	228,00 kW	0,00 kW × 1,4064 €/kW × 0.17	0,00 €
<b>Coste total: 0,00 €</b>			

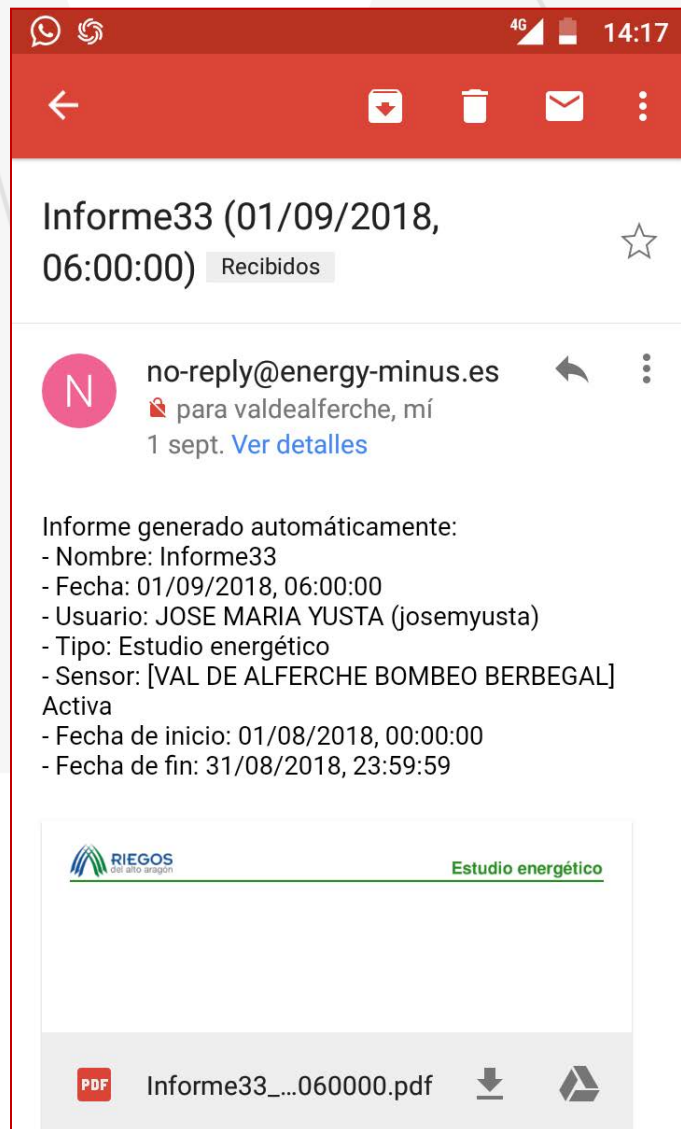
Otros conceptos		
Concepto	Cálculo	Coste
Impuesto eléctrico	1.958,22 € × 0.848605 %	16,62 €
Alquiler de contador	2,03 €/día × 28 días	56,83 €
IVA	2.031,67 € × 21 %	426,65 €
<b>Coste total: 500,10 €</b>		



# Se reciben alarmas automáticas por correo electrónico ante cualquier evento configurado



# Y un informe mensual resumen del consumo y del coste energético, incluida la facturada estimada



RIEGOS del alto aragón

Estudio energético

## RIEGOS ALTO ARAGÓN CONSUMO

[VAL DE ALFERCHE BOMBEO BERBEGAL] Activa

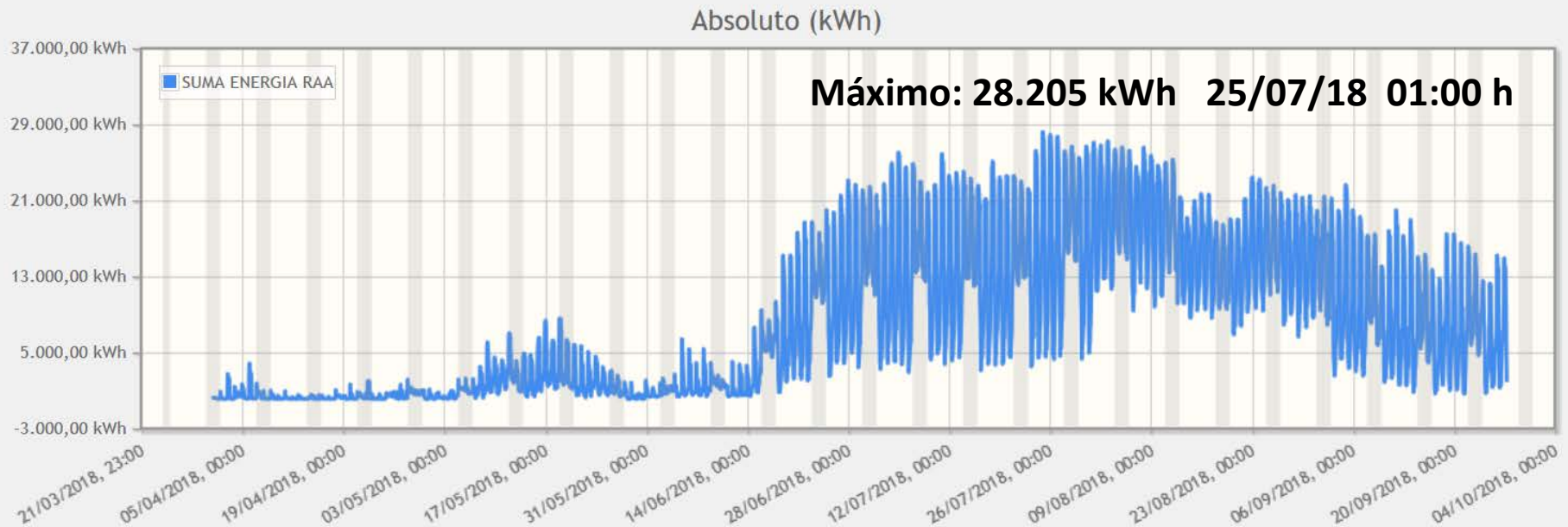
01/08/2018 - 31/08/2018

- Parámetros de tipo:
  - Medición: Electricidad
  - Sensor: [VAL DE ALFERCHE BOMBEO BERBEGAL] Activa
  - Apartados:
    - Portada
    - Instalación
    - Resumen de consumo
    - Cortes de tensión
    - Simulación de factura
- Número de días de retraso:0
- Parámetros de periodo de tiempo:
  - Tipo de selección de periodo de tiempo: Automático
- Direcciones e-mail de destino:
  - valdealferche@

# El administrador dispone de la suma horaria de consumos eléctricos de todo el sistema

## SUMA DE ENERGIA HORARIA del sistema de Riegos del Alto Aragón en 2018

### Informe



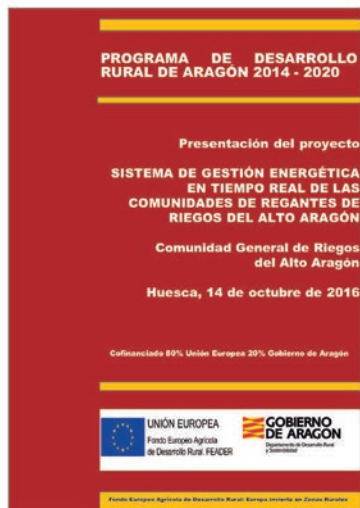
📌 Rango de valores absolutos del periodo (media): 53,00 / 28.205,00 kWh (número de muestras: 4.306)

📌 Incremento total del periodo (media): 1.822,00 kWh





# Se han realizado acciones de formación con los secretarios de las comunidades de regantes



# Se han realizado acciones de divulgación del proyecto en distintos foros



Colegio Ingenieros Agrónomos, Zaragoza 13/09/2018



Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, Aula Dei, Zaragoza 18/09/2018



Federación de Regantes del Ebro, Zaragoza 02/10/2018





# Se han realizado acciones de divulgación del proyecto en medios de comunicación y redes

10 | COMARCAS

Diario del Alto Aragón — Domingo

ALTO ARAGÓN



Presentación del proyecto a las comunidades de regantes del sistema.

monitoreización en tiempo real de los contadores eléctricos de todas las estaciones de bombeo de las comunidades de regantes de Riegos del Alto Aragón y su integración en la aplicación de gestión del agua Ador 2.0, y el desarrollo de procedimientos de gestión energética para las comunidades de regantes. "Esta cuestión es de gran importancia en un sistema como Riegos del Alto Aragón, que comprende 49 comunidades de regantes, con una superficie de regadío superior a las 135.000 hectáreas y que utiliza anualmente 50 millones de kilowattios-hora de energía eléctrica en 42 estaciones de bombeo de agua", explican desde la comunidad general.

Las mismas fuentes añaden que mediante el proyecto de cooperación financiado por el Gobierno de Aragón, se conseguirá innovar gracias a la aplicación de una mejora sustancial de la información del consumo de energía, que permitirá intervenir en tiempo real sobre la programación de las explotaciones agrícolas, el proyecto tiene como finalidad el ahorro de costes energéticos mediante la implantación de un sistema de

## Riegos aplicará un proyecto de mejora energética

Se implantará un sistema de monitorización en tiempo real de los contadores eléctricos.

las comunidades de regantes", que va a contar en el periodo 2016-2018 con una ayuda económica de 48.000 euros dentro de la Orden DFS/548/2016 para acciones de cooperación de agentes del sector agrario, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Aragón 2014-2020.

En el proyecto, además de Riegos del Alto Aragón, participa el grupo de investigación "Gestión estratégica de la energía eléctrica" de la Uni-

versidad de Zaragoza, la empresa Proyectos, Soluciones e Innovaciones Técnicas S.L. y al desarrollador del programa informático Ador, José Ignacio Mantoro.

Riegos del Alto Aragón explica que, conscientes de la importancia que el coste energético tiene en la viabilidad económica de las explotaciones agrícolas, el proyecto tiene como finalidad el ahorro de costes energéticos mediante la implantación de un sistema de

50

Riegos utiliza anualmente 50 millones de kilowattios-hora de energía eléctrica en 42 estaciones de bombeo.

HUESCA.- La Comunidad General de Riegos del Alto Aragón va a poner en marcha el proyecto "Integración en Ador 2.0 de un sistema de gestión energética en tiempo real de



Radio Huesca

CADENA SEZ

VIDA RURAL

HOME EL PROGRAMA ACTUALIDAD MULTIMEDIA AGENDA Q

### Integración de la Gestión Energética de la Comunidad de Regantes del Alto Aragón

Por Ruth Zamora Publicado 24th mayo 2018 En Reportajes

La denominación de este grupo de cooperación, que realiza sus trabajos en el periodo 2016-2018 es exactamente "Integración en Ador 2.0 de un sistema de gestión energética en tiempo real de las comunidades de regantes de Riegos del Alto Aragón", dentro del Programa de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón.

Un grupo constituido para aliviar la situación del grave incremento de costes energéticos en las estaciones de bombeo de agua para riego, la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón viene desarrollando desde 2010 distintas iniciativas, en colaboración con el Dr. José María Yusta Loyo, profesor titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Zaragoza: el seguimiento anual de consumos eléctricos y revisión de las facturas mensuales, la programación del bombeo en los horas más baratas, el ajuste óptimo de potencias contratadas al comienzo de cada campaña de riego, la negociación conjunta de contratos de suministro, y la realización de estudios de optimización y alternativas.

### PROYECTO DE COOPERACIÓN: INTEGRACIÓN EN ADOR 2.0 DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA EN TIEMPO REAL DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES DE RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN

JOSÉ MARÍA YUSTA LOYO  
Profesor titular de la Universidad de Zaragoza

Comercio del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, Orden DFS/48/2016, por la que se convocan subvenciones de apoyo a acciones de cooperación de agentes del sector agrario, en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020.

Presupuesto del proyecto: 65.000 €

Subvención concedida por el Gobierno de Aragón (FEADER): 48.000 €

Objetivos del proyecto: 1. Definición final del proyecto: Las comunidades de regantes del sistema de Riegos del Alto Aragón que consumen energía en las estaciones de bombeo de agua, que se beneficiarán de disponer de una herramienta de gestión en tiempo real del consumo horario de energía y del control de las potencias contratadas.

Periodo de desarrollo del proyecto: 2016-2018

PROBLEMA A RESOLVER

El sistema de Riegos del Alto Aragón (RAA) comprende 52 comunidades de regantes con una superficie de regadío superior a 135.000 hectáreas, que utilizan anualmente 50 millones de kilowattios-hora de energía eléctrica en 42 estaciones de bombeo de agua.

En el sistema de RAA, y en gran parte de los regadíos españoles, las inversiones para su modernización se realizan teniendo en cuenta en los estudios previos de rentabilidad económica un coste del suministro eléctrico para el bombeo de agua que a día de hoy se ha incrementado muy notablemente. Hasta 2008, los tarifas especiales de pago agrario generaban unos precios regulados por parte del Gobierno para el suministro de energía a las instalaciones de bombeo de las comunidades de regantes, pero desde esta fecha las comunidades de regantes controlan la electricidad en el mercado liberalizado a precios más superiores, lo que pone en serio riesgo de rentabilidad muchas de las instalaciones modernizadas, al tener que hacer frente a precios de la electricidad más o menos volátiles e inestables a lo largo de los meses del año. Frente a un precio medio de 7,7 céntimos de euro por kWh en 2007, las comunidades de regantes tuvieron que hacer frente a un precio superior a 15 céntimos de euro por kWh en 2014. Así, cuando las acciones emprendidas por la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón han permitido reducir el precio medio hasta los 10,4 céntimos de euro por kWh en 2017, a costa de mantener la complejidad de la gestión de la contratación de potencia eléctrica y de aprovechar al máximo las oportunidades del mercado eléctrico liberalizado.

Para realizar la gestión de ciertos de consumo eléctrico a las comunidades de regantes de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón, se requiere contar con la información que aportan los contadores eléctricos, pero no se dispone de datos completos de consumo horario de energía de todas las estaciones de bombeo, generalmente por problemas de discontinuidad en la información que facilitan las comunidades de regantes y errores de registro de los datos almacenados en los contadores.

Por otro lado, esta información, cuando se facilita las comunidades de regantes, se debe de recibir en un tiempo real el ciclo de facturación, es decir, como máximo al mes siguiente al del consumo objetivo, cuando ya no hay posibilidad de intervenir en las estaciones de bombeo ante posibles excesos de potencias o inconvenientes del programa de consumo por períodos lectivos.

TRABAJOS DESARROLLADOS EN EL PROYECTO

Gracias al apoyo del Gobierno de Aragón y al trabajo desarrollado por los servicios técnicos de la Comunidad General, entre 2016 y 2017 se ha completado con éxito la implementación de un sistema de monitorización continua y en tiempo real de los contadores eléctricos de las comunidades de regantes del sistema.

- Mediante el acuerdo alcanzado con la empresa Índice Distribución, S.A. se han sustituido los contadores

Este módulo de simulación de los bombeos de agua para riego, permite a los usuarios de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón, a través de un navegador web, acceder a los datos registrados por el contador respecto a los consumos de energía eléctrica, lo que permite disponer de información precisa del momento y duración de los cortes y se facilitará el envío de alarmas automáticas cuando se produzcan estos eventos.

- Además de los informes periódicos que elabora la Comunidad General, las comunidades podrán disponer de la información de sus consumos eléctricos históricos con todo detalle para los estudios y análisis que consideren oportunos realizar en cualquier momento. La plataforma EMICS permite la generación de informes automáticos personalizados para la realización de estudios energéticos de consumo, análisis de costes y simulación de costes de precio fijo o indexados.
- La plataforma EMICS dispone también de un módulo simulador y optimizador automático de potencias, que permite a los usuarios de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón, a través de un navegador web, acceder a los datos registrados por el contador respecto a los consumos de energía eléctrica, lo que permite disponer de información precisa del momento y duración de los cortes y se facilitará el envío de alarmas automáticas cuando se produzcan estos eventos.

En 2018 se prevé completar el resto de objetivos del proyecto, entre ellos integrar un ADOR los datos de bombeos mediante base de datos de contadores eléctricos, al efecto de integrar en la gestión contable de los consumos de agua y energía y comunicación entre usuarios, y la elaboración y aplicación de procedimientos para la gestión de emergencias en las comunidades de regantes.

Con este proyecto la gestión energética de las comunidades de regantes podrá incorporar los datos digitales más avanzados, entre otros de Big Data y de IoT (Internet de las cosas) y se facilitará el envío de alarmas automáticas cuando se produzcan estos eventos.



- **El sistema de Riegos del Alto Aragón lleva muchos años en vanguardia de la optimización del coste del suministro eléctrico.**
- **En Riegos del Alto Aragón se vienen realizando actuaciones continuadas en el seguimiento del consumo y la optimización del coste del suministro eléctrico.**
- **Se realizan acciones de forma colectiva lo que supone un beneficio que repercute en los regantes.**
- **El seguimiento redundante en una gestión más eficiente del consumo eléctrico.**
- **No sería posible sin la implicación de todas las Comunidades de regantes, especialmente de los secretarios, y de los servicios técnicos de la Comunidad General de Riegos del Alto Aragón.**

Comunidad General de Riegos del Alto Aragón





**PROGRAMA DE DESARROLLO  
RURAL DE ARAGÓN 2014 - 2020**

**INTEGRACION EN ADOR DE  
SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA  
EN TIEMPO REAL DE LAS  
COMUNIDADES DE REGANTES DE  
RIEGOS DEL ALTO ARAGÓN**

**2016-2018**

**Cofinanciado 80% Unión Europea 20% Gobierno de Aragón**



**UNIÓN EUROPEA**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural. FEADER



**GOBIERNO  
DE ARAGON**  
Departamento de Desarrollo Rural  
y Sostenibilidad

**Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en Zonas Rurales**

**Grupo de cooperación  
"GESTIÓN INTEGRADA  
DE AGUA Y ENERGÍA"**



**RIEGOS**  
del alto aragón

**VeaGlobal**  
INGENIERÍA & CONSULTORÍA



1542

**Universidad  
Zaragoza**