



Grupo Tragsa

Garantía Profesional. Servicio Público



JORNADA TÉCNICA SOBRE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN REGADÍO

19 DE NOVIEMBRE 2018

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESTACIONES DE BOMBEO



DIEGO NARANJO HERNÁNDEZ.
TRAGSATEC. GRUPO TRAGSA.



ÍNDICE

01 MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO

1.1 LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

1.2 LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

1.4 LA EFICIENCIA EN LAS OPERACIONES DE GESTIÓN

02 ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA E.B.

2.1 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE POTENCIA

2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

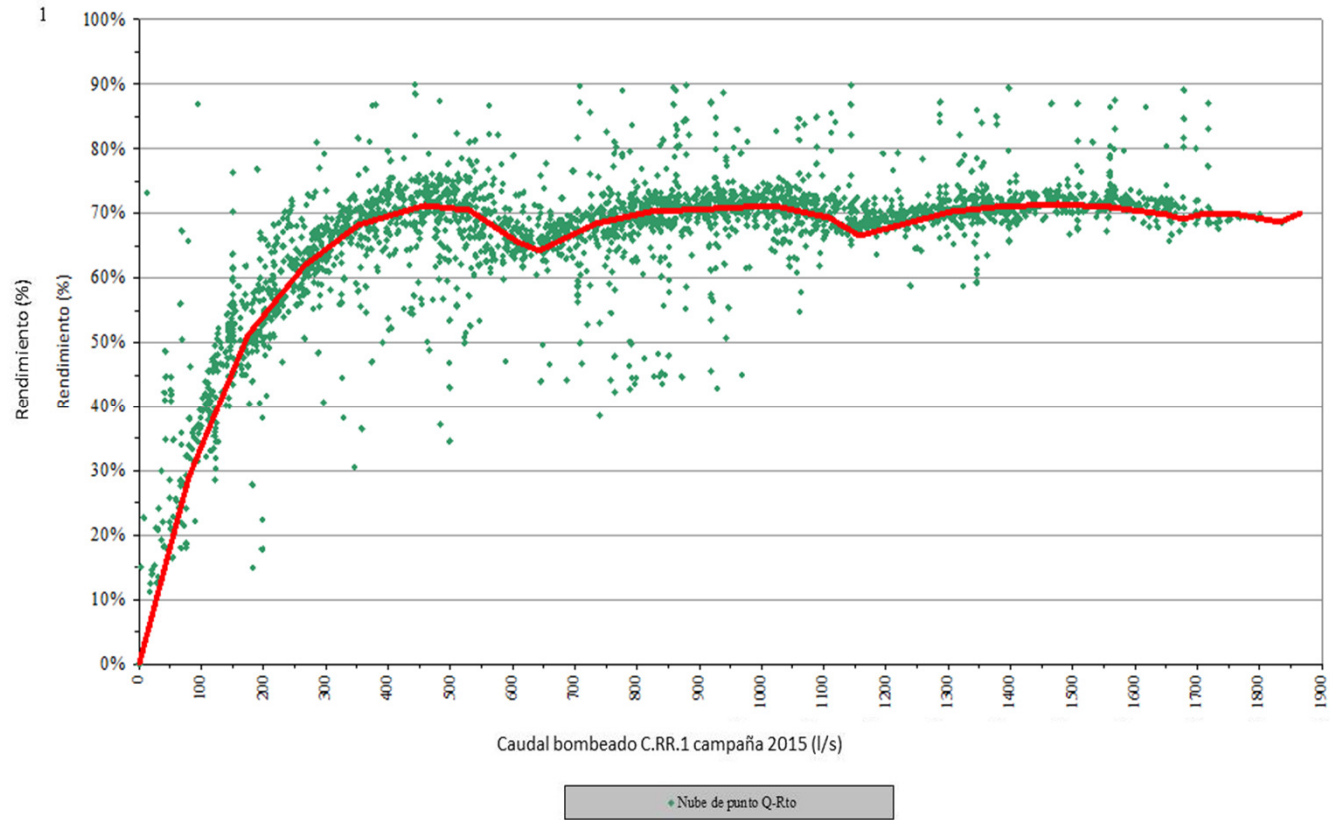
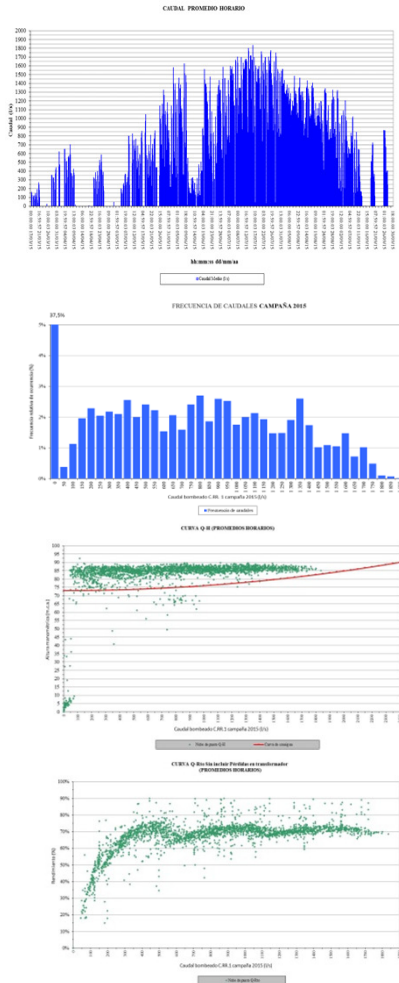
1.1

LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

- ❑ **REGULACIÓN Y CONTROL EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO**
 - Compatible con modelo de explotación de la red (turnos, demanda organizada, demanda libre...)
- ❑ **MINIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA**
 - Reducción de la presión de bombeo compatible con la calidad de servicio
 - Mejora del rendimiento individual de cada bomba o del conjunto de la E.B.
- ❑ **ESTUDIO DE LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA E.B.**
 - Curvas reales individuales/ Estación bombeo: $H(\text{m.c.a.}) = F(Q)$; $P(\text{kW}) = F(Q)$; $R_{to}(\%) = F(Q)$
- ❑ **CÁLCULO DE LA REGULACIÓN**
 - Fraccionamiento grupos y secuencia de activación y parada (BVF/BVV)..... Rto Óptimo
- ❑ **HORAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS EQUILIBRADAS**
- ❑ **CONTROL DE LA PRESIÓN EN LA ASPIRACIÓN**
 - Variación del pto de fto de las bombas en función de la carga en aspiración
- ❑ **ESTUDIO DE LOS CAUDALES BOMBEADOS A LO LARGO DE LA CAMPAÑA**
 - Conocer la distribución y frecuencia de los caudales para maximizar el rendimiento EB
- ❑ **MINIMIZAR PÉRDIDAS ENERGÉTICAS EN MANIOBRAS SINGULARES**

1.1

LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO



1.1

LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

❑ REGULACIÓN A PUNTO FIJO (BALSA, DEPÓSITO, INICIO CANAL)

- Arrancador Vs Variador.....Reg Nominal Vs Reg Vble
- Llenado por coronaciónDesnivel Cte..... $Q = Cte$
- Llenado por fondoDesnivel Vble..... $Q = Vble$
- Curva de la bomba: más variación de Q cuanto más horizontal sea $H = F(Q)$.
- Bombas en Pozos $H = F(Q)$ vertical: poca variación de caudal al variar la altura

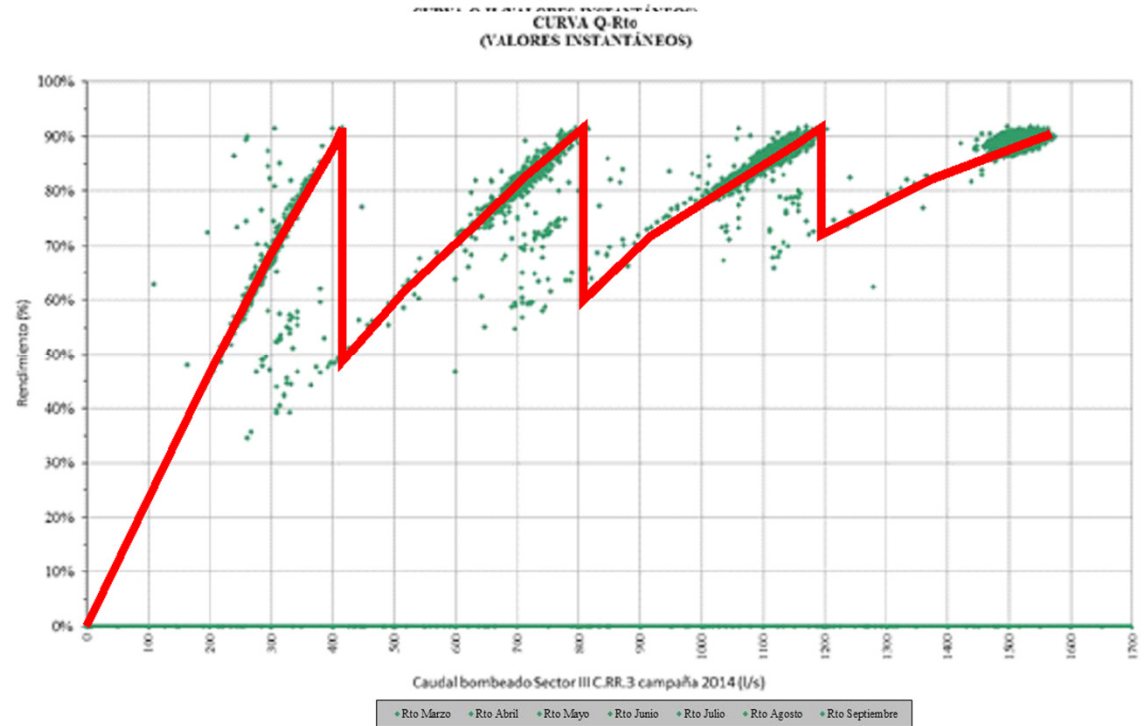
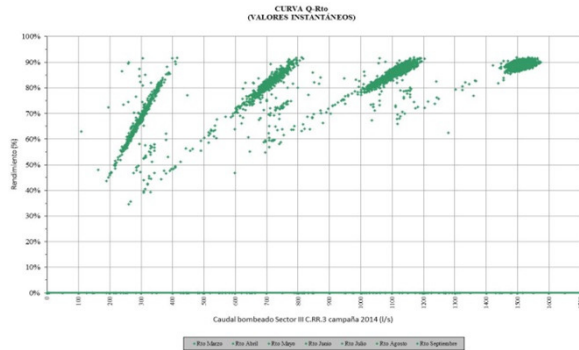
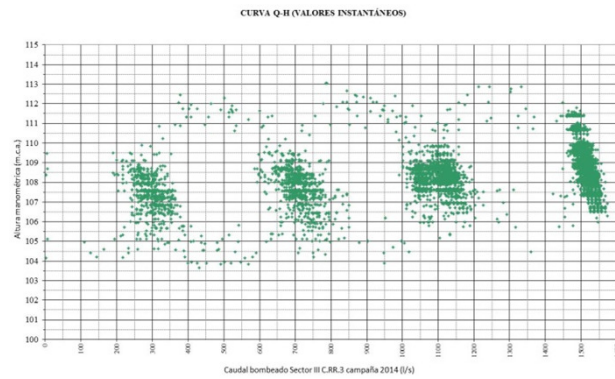
❑ REGULACIÓN EN INYECCIÓN DIRECTA A RED

- Regulación: manométrica, caudalimétrica y mano-caudalimétrica a través de sensores
- Regulación óptima: la que se adapte a la curva de consigna/resistente de la red con mejor Rto.
- Optimización de la presión de consigna en la E.B.:
 - Presión de consigna estática (A un mismo Q le corresponde siempre la misma H)
 - ✓ H (m.c.a.) = Cte
 - ✓ H (m.c.a.) = $F(Q)$ ---Escalones de bombeo
 - ✓ H (m.c.a.) = $H_{min} + K_s \cdot Q^2$
 - Presión de consigna dinámica (Un Q puede tener varias H diferentes según escenario)

- Caudales bajos, zonas recubrimiento, presión mínima red: empleo de calderín/ bomba jockey

1.1

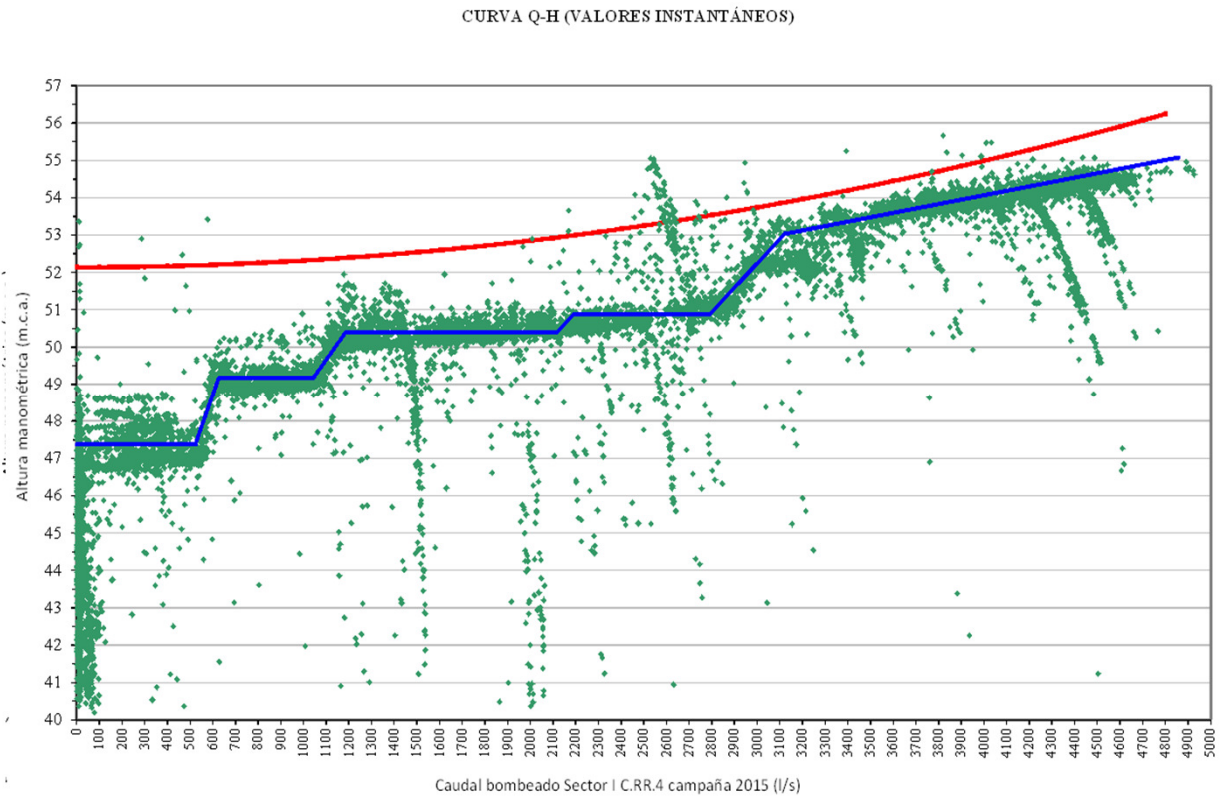
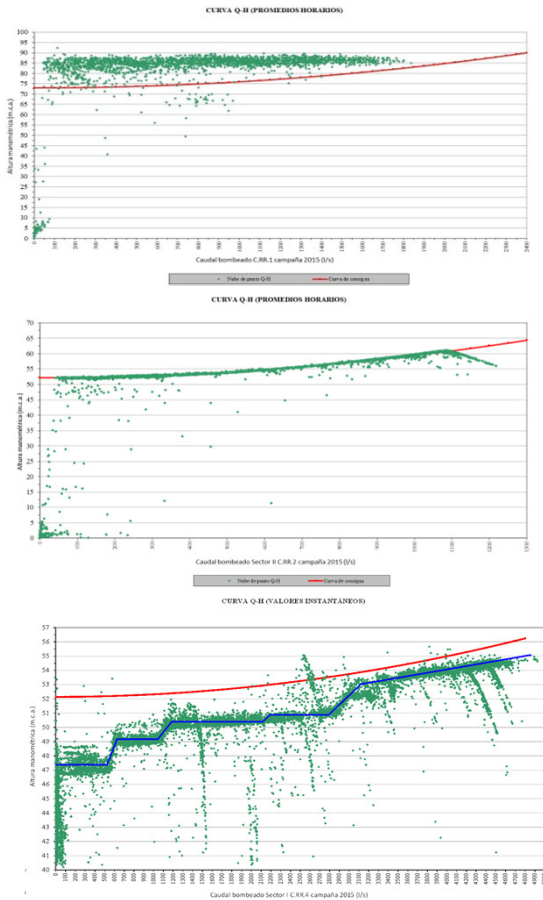
LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO



1.1

LA REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

REGULACIÓN EN INYECCIÓN DIRECTA A RED



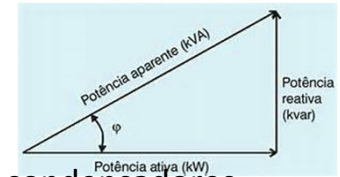
1.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EQUIPOS DE BOMBEO

❑ ARRANQUE DE LOS MOTORES DE LAS BOMBAS

- Empleo de arrancadores estáticos y/o variadores de frecuencia: limitan intensidades, sobrepresiones

❑ FACTOR DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN

- Evitar incurrir en costes por exceso de consumo de energía reactiva: baterías de condensadores
- Revisar funcionamiento de los condensadores. $\cos \varphi \geq 0.95$



❑ CAMBIO EN EL RODETE DE LA BOMBA

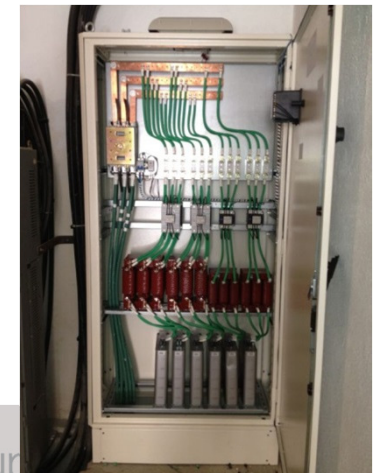
- Sustitución o modificación del rodete (recorte álabes) para adaptarse a curva **consigna**

❑ MANTENIMIENTO

- Plan de mantenimiento de las instalaciones. Calibración anual de los sensores

❑ MEJORAS EN BOMBEO DIRECTOS A RED

- Instalación de un calderín como regulador de un caudal a presión
- Instalación grupo de bombeo adicional (bomba jockey)
- Instalación de variadores de velocidad (Regulación, caudales bajos...)
- Modificación de los equipos instalados (rodete/motor)



1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

- ❑ **USO DE LOS PERÍODOS TARIFARIOS MÁS BARATOS**
 - Organizar la demanda de riegos según sea bombeo directo o bombeo a pto fijo (períodos baratos)
- ❑ **MINIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA**
 - Si $\cos\phi < 0.95$: Instalar batería de condensadores que debe ser verificada periódicamente
- ❑ **ESTUDIO DE OFERTAS COMERCIALIZADORAS**
 - Solicitar varias ofertas a diferentes comercializadoras
 - Conocer características de suministro, tipos de tarifas y condiciones del contrato
 - Tipos: Precio fijo, Indexado o compra directa en el Pool.
- ❑ **FACTURA ELÉCTRICA**
 - Formación a los técnicos sobre facturación eléctrica
 - Seguimiento de la facturación eléctrica y realización de comparativas con otras campañas
- ❑ **POTENCIA A CONTRATAR.**
 - Optimización a mínimos de la función (T.potencia + Excesos de potencia)
 - LEY 1/2018 (6-III) Adición de una disposición final en la Ley 24/2013 del Sector eléctrico



1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

Disposición final tercera. Adición de una disposición final quinta bis en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Se modifica la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, mediante la adición de una disposición final quinta bis, en los siguientes términos:

«Disposición final quinta bis. Contratos de acceso a las redes de transporte y distribución eléctrica para regadíos.

Las condiciones particulares de aplicación a contratos de acceso para regadío serán las siguientes:

En los términos que reglamentariamente se determinen, el contrato de acceso para regadío contemplará la posibilidad de disponer de dos potencias diferentes a lo largo de 12 meses, en función de la necesidad de suministro para esta actividad. Los precios del término de potencia no surtirán incremento alguno respecto de las tarifas de aplicación, siempre que la fijación así establecida sea consistente con la seguridad y la sostenibilidad económica y financiera del sistema recogido en el artículo 13 de la ley 24/2013, de 26 de diciembre, así como con la normativa comunitaria de aplicación.»

Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

Artículo 16. *Modificación del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.*

	Tarifa	Denominación	Tensión (kV)	Potencia contratada (kW)	Discriminación horaria	
					Potencia	Energía
BAJA TENSIÓN	2.0A	Sin discriminación horaria	≤ 1	≤ 10	1 Período	1 Período
	2.0DHA	Con discriminación horaria	≤ 1	≤ 10	1 Período	2 Períodos
	2.0DHS	Discriminación horaria supervalle	≤ 1	≤ 10	1 Período	3 Períodos
	2.1A	Sin discriminación horaria	≤ 1	$10 < Pc \leq 15$	1 Período	1 Período
	2.1DHA	Con discriminación horaria	≤ 1	$10 < Pc \leq 15$	1 Período	2 Períodos
	2.1DHS	Discriminación horaria supervalle	≤ 1	$10 < Pc \leq 15$	1 Período	3 Períodos
	3.0A	Tarifa general baja tensión	≤ 1	> 15	3 Períodos	3 Períodos
ALTA TENSIÓN	3.1A	Tres periodos	$1 < U < 36$	≤ 450	3 Períodos	3 Períodos
	6.1.A	Seis Periodos	$1 < U < 30$	> 450	6 Períodos	6 Períodos
	6.1.B	Seis Periodos	$30 \leq U < 36$	> 450	6 Períodos	6 Períodos
	6.2	Seis Periodos	$30 \leq U < 72.5$	> 450	6 Períodos	6 Períodos
	6.3	Seis Periodos	$72.5 \leq U < 145$	> 450	6 Períodos	6 Períodos
	6.4	Seis Periodos	≥ 145	> 450	6 Períodos	6 Períodos
	6.5	Seis Periodos	Conexiones internacionales	> 450	6 Períodos	6 Períodos

DESAPARECE

rupoTragsa
ntia Profesional. Servicio Público



1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

TÍTULO II

Autoconsumo de electricidad

Artículo 18. *Modificación de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.*

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se modifica de la siguiente manera:

Uno. Se modifica el artículo 9, el cual queda redactado como sigue:

«Artículo 9. *Autoconsumo de energía eléctrica.*

1. A los efectos de esta Ley, se entenderá por autoconsumo el consumo por parte de uno o varios consumidores de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

Se distinguen las siguientes modalidades de autoconsumo:

a) Modalidades de suministro con autoconsumo sin excedentes. Cuando los dispositivos físicos instalados impidan la inyección alguna de energía excedentaria a la red de transporte o distribución. En este caso existirá un único tipo de sujeto de los previstos en el artículo 6, que será el sujeto consumidor.

b) Modalidades de suministro con autoconsumo con excedentes. Cuando las instalaciones de generación puedan, además de suministrar energía para autoconsumo, inyectar energía excedentaria en las redes de transporte y distribución. En estos casos existirán dos tipos de sujetos de los previstos en el artículo 6, el sujeto consumidor y el productor.

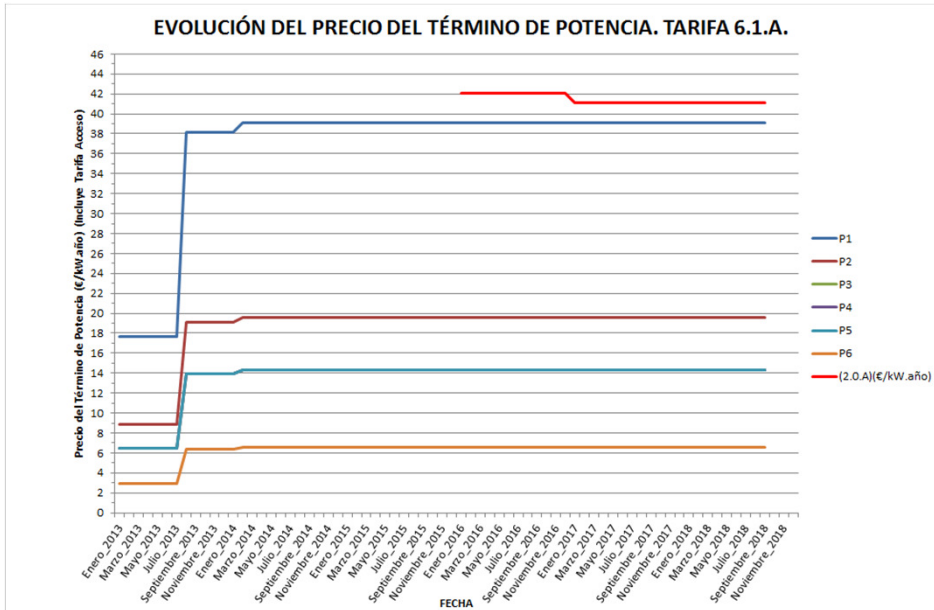
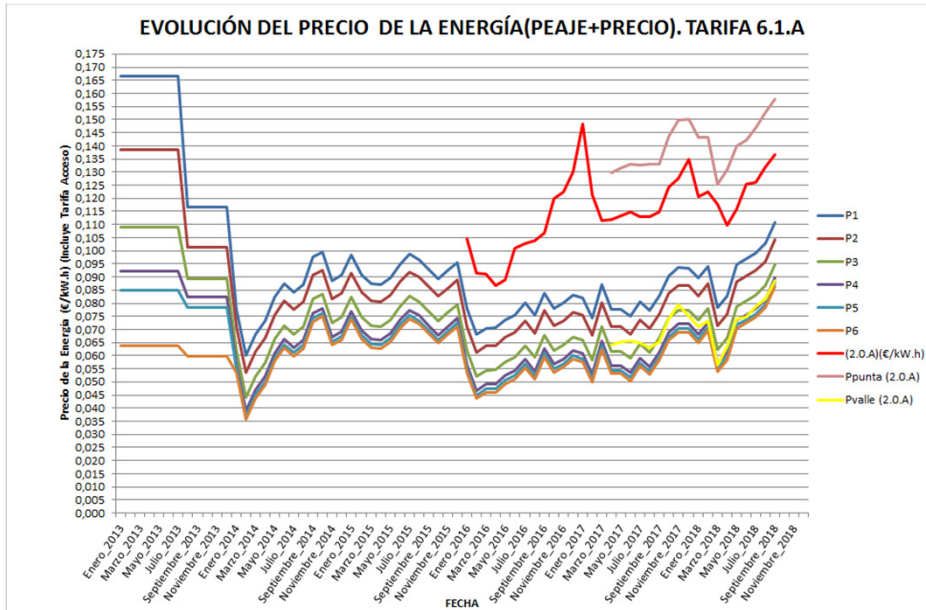
- ❑ **Se deroga el impuesto al sol por energía generada y autoconsumida:** La energía autoconsumida de origen renovable, cogeneración o residuos estará exenta de todo tipo de cargos y peajes.
- ❑ **Simplificación de trámites:** Las instalaciones de producción no superiores a 100 kW asociadas a autoconsumo con excedentes estarán exentas de la inscripción en registro de instalaciones de producción .

1.3

LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

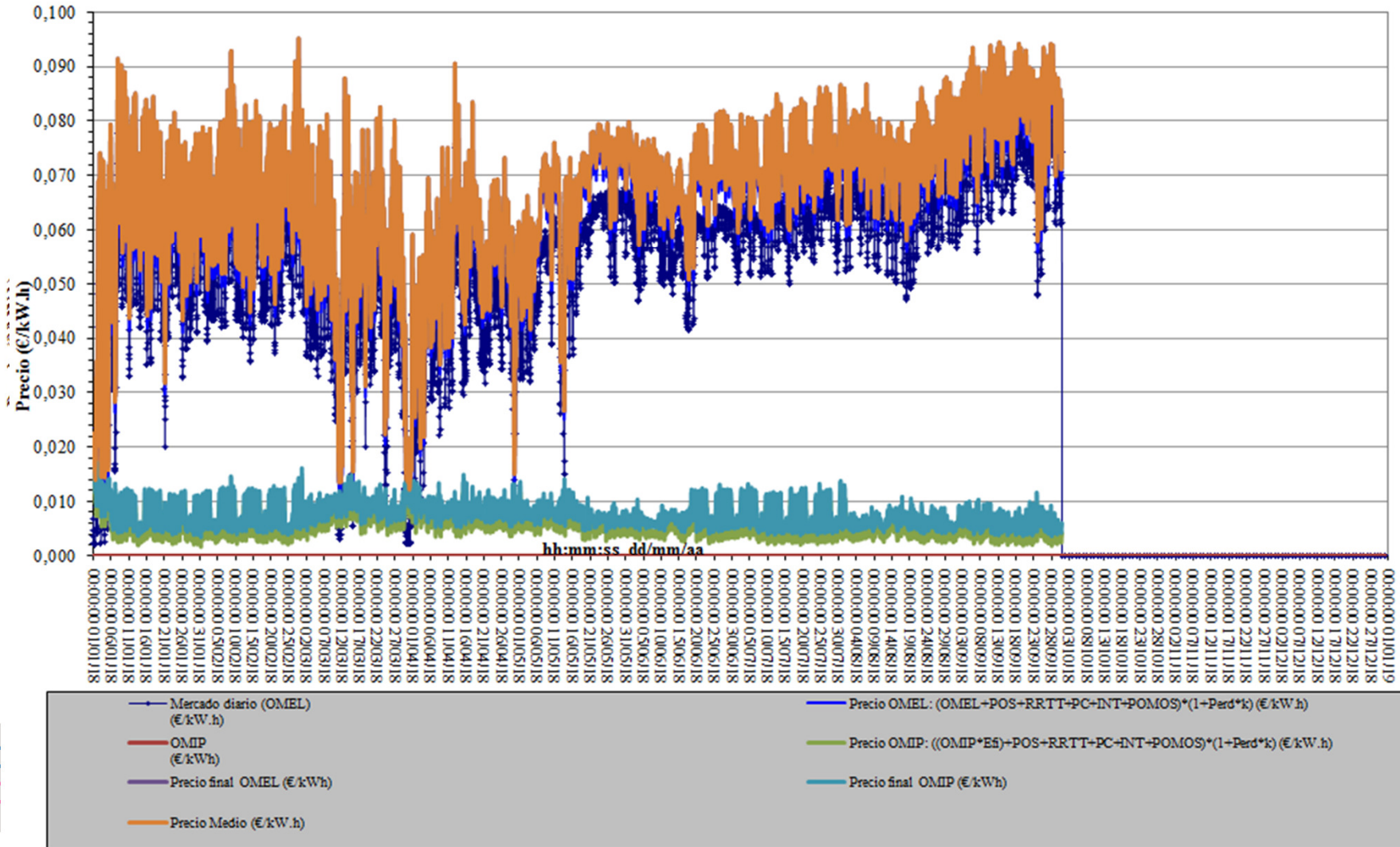
❑ EVOLUCIÓN TARIFA 6.1.A

➤ TÉRMINO DE ENERGÍA: PEAJE DE ACCESO + PRECIO EN EL MERCADO DIARIO



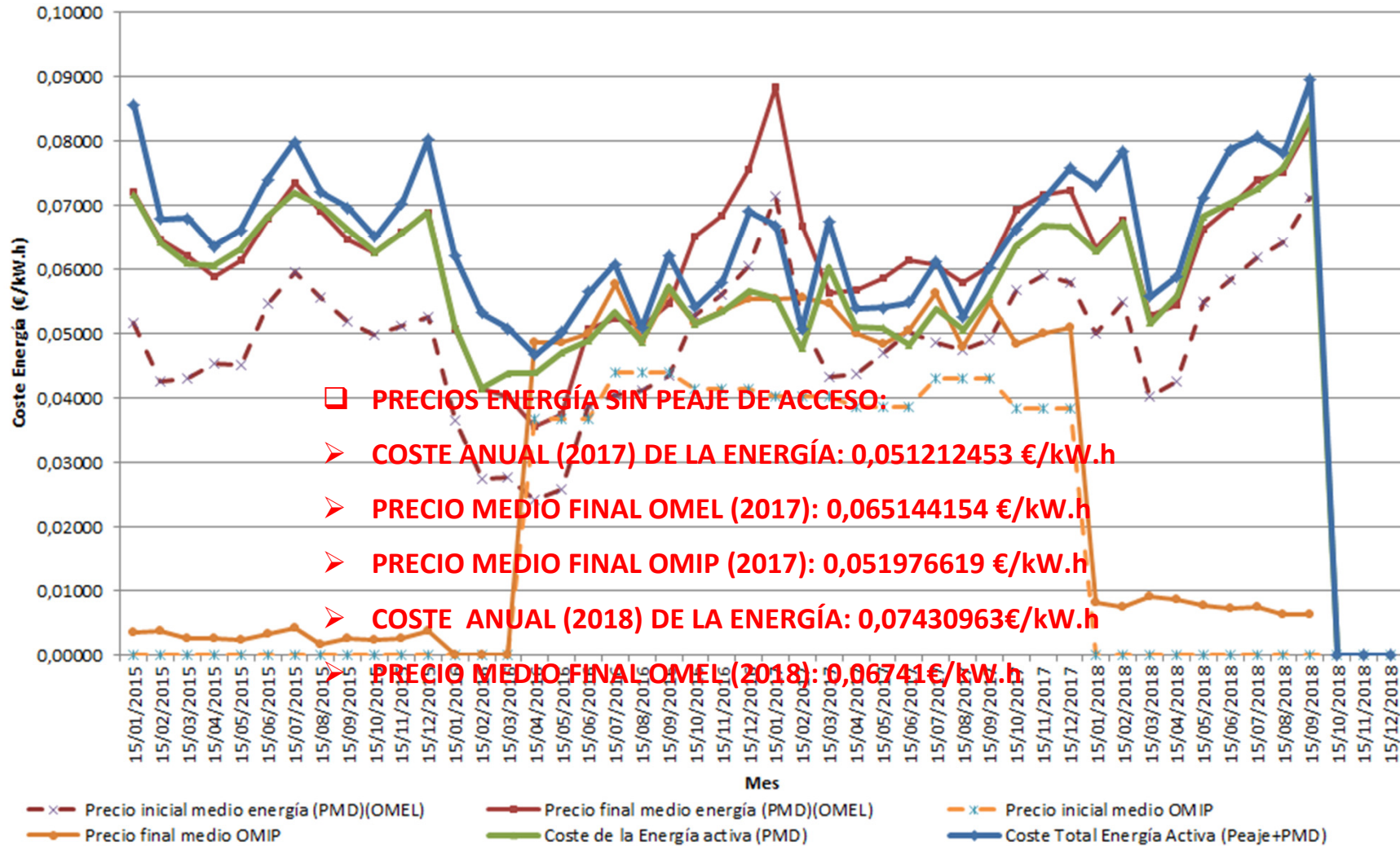
1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

EVOLUCIÓN DEL PRECIO DE LA ENERGÍA EN UN CONTRATO INDEXADO



1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

COSTE MENSUAL DE LA ENERGÍA

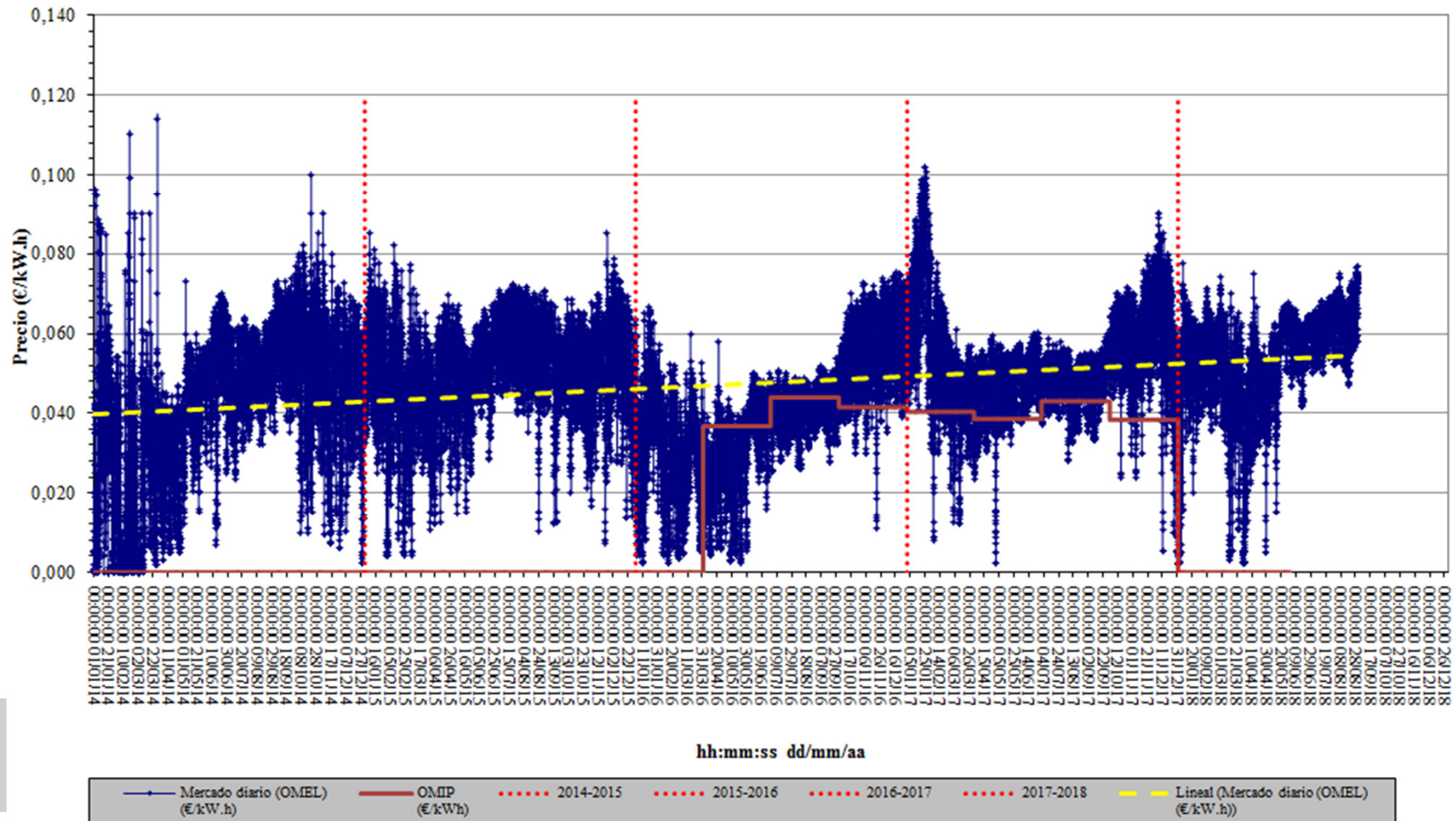


Coste Total Energía Activa (2016) (Peaje+PMD) (€/kW.h)

Coste Total Energía Activa (2015) (Peaje+PMD) (€/kW.h)

1.3 LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

EVOLUCIÓN DEL PRECIO MEDIO DIARIO DE LA ENERGÍA



1.4 LA EFICIENCIA EN LAS OPERACIONES DE GESTIÓN

❑ ORGANIZACIÓN DE LAS DEMANDAS

- Distribución de las peticiones de riego en las franjas horarias más baratas

❑ SOBREPASAR LA POTENCIA CONTRATADA

- Optimización a mínimos (T.Potencia + excesos de potencia)

❑ SUPERFICIES RESTRICTIVAS

- Cambios del amueblamientos hacia sistemas de menor presión (goteo, cambio boquillas, emisores...)
- Sectorizar esas zonas y regarlas en un turno independiente
- Revisar pérdidas de carga en la instalación del amueblamiento

❑ CAUDAL MÍNIMO DE BOMBEO

- Evitar o eliminar los caudales bajos (alejados de su pto de diseño), de peor rendimiento
- Agrupar demandas al inicio y al final de la campaña

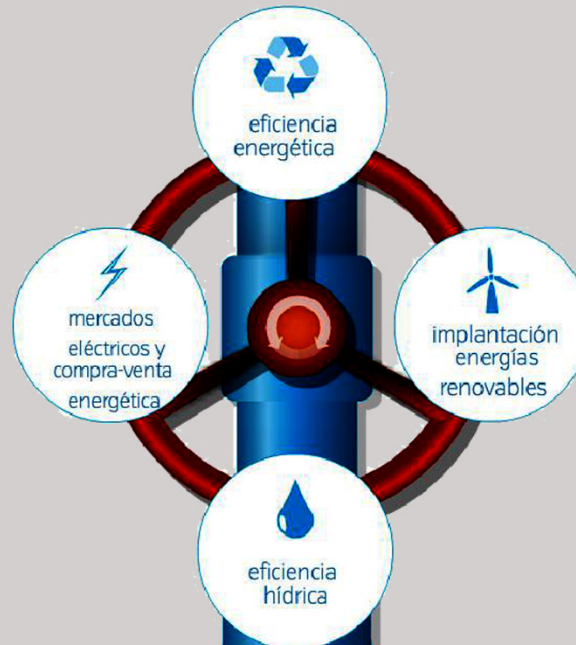
❑ SECTORIZACIÓN DE LA RED COLECTIVA

- Crear sectores con demanda energética similar y óptima (mínima)
- Eficaz en zonas con diferencias cota y sistemas riego
- Sectorización f(superficie, demandas agua, cota, sistema riego...)

02

OPTIREG.I+D+i GRUPO TRAGSA

Optimizar la eficiencia hídrica y energética, y la tecnificación de las zonas regables que mejore su rentabilidad económica

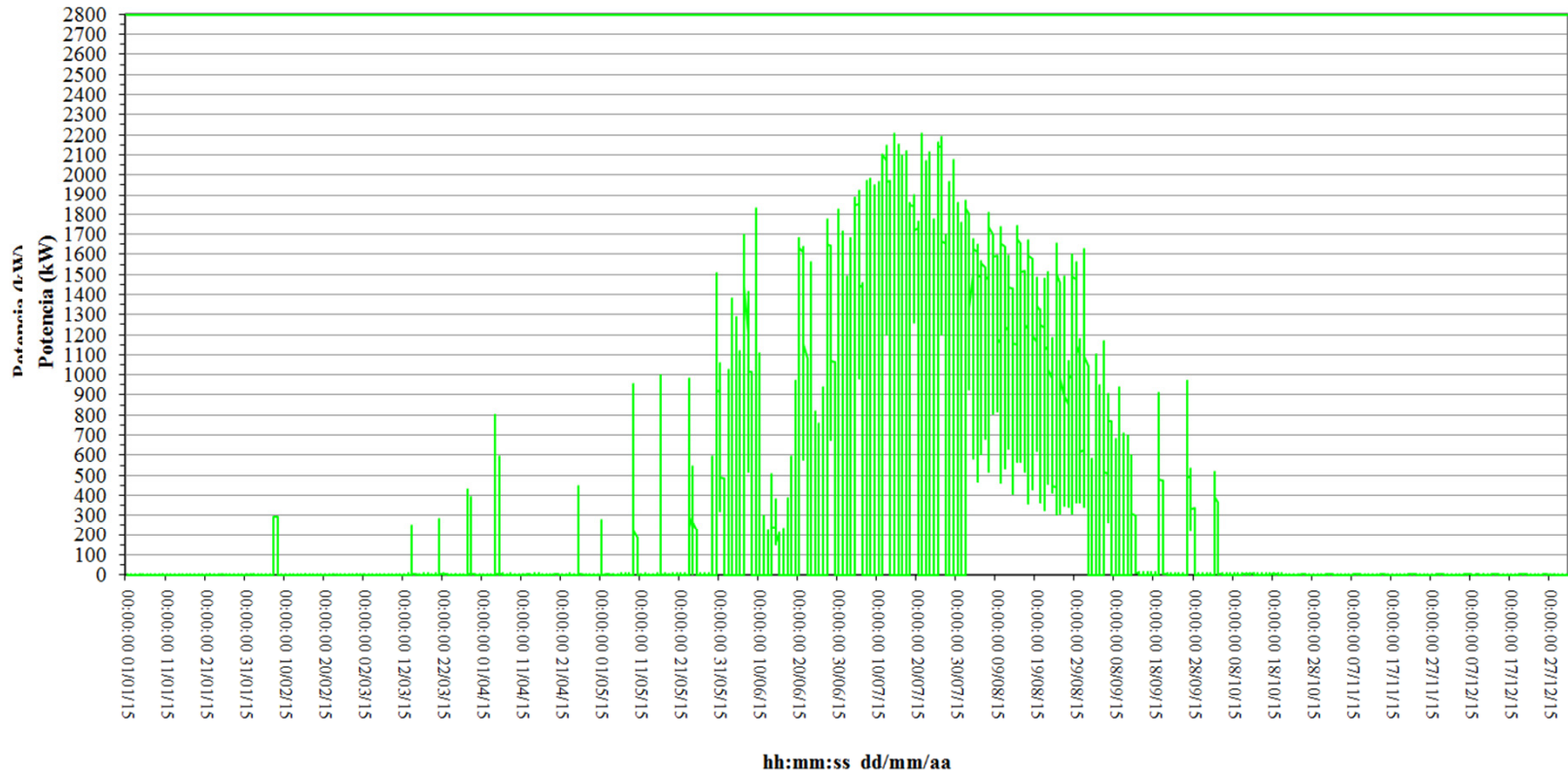


EL PROYECTO OPTIREG TRABAJA EN UNA SERIE DE BLOQUES PROGRAMADOS E INTERRELACIONADOS ENTRE ELLOS, QUE SON:

- **IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**
- **MERCADOS ELÉCTRICOS Y COMPRA-VENTA DE ENERGÍA**
 - **EFICIENCIA HÍDRICA**
 - **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

2.1 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE POTENCIA

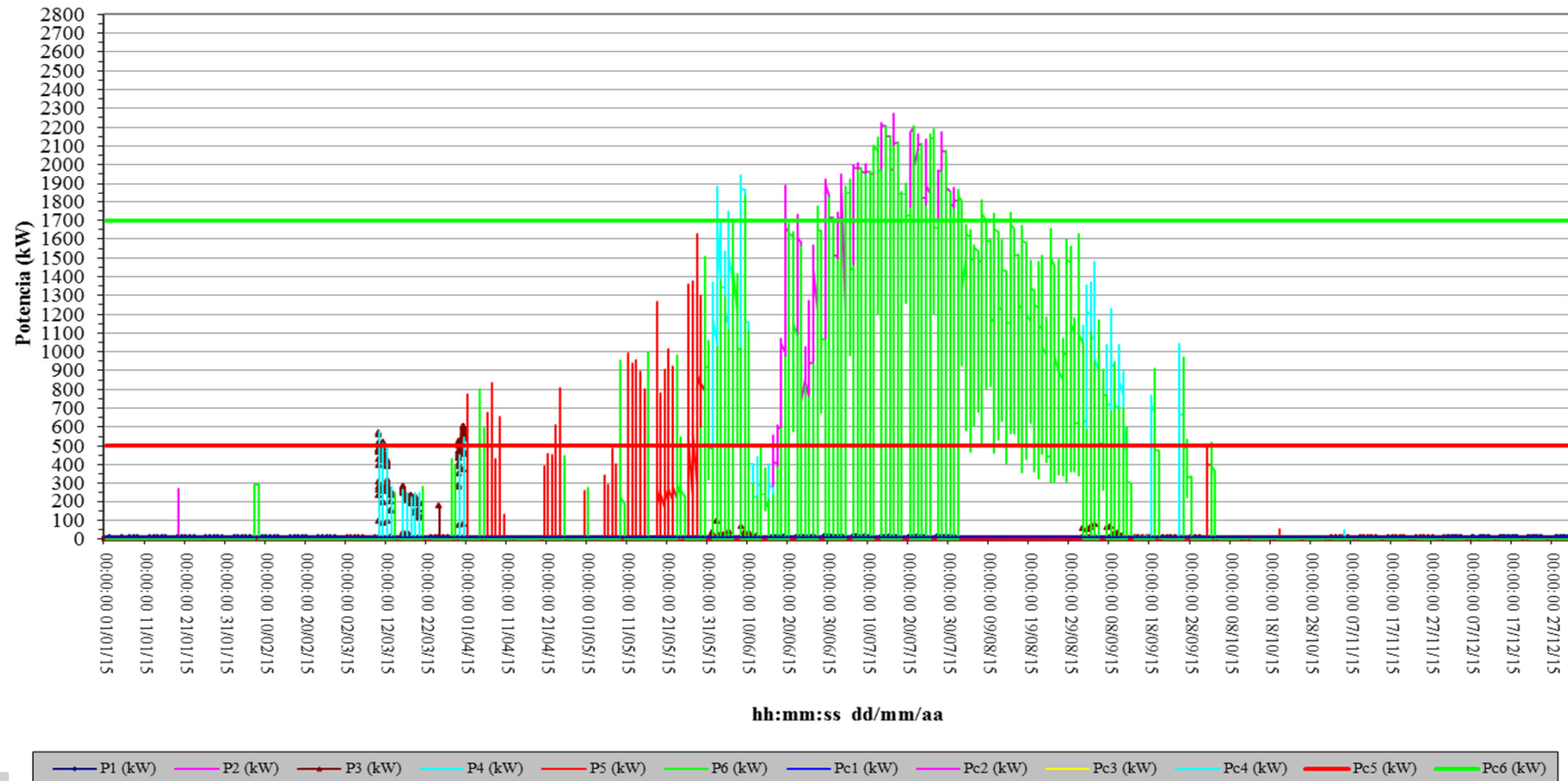
POTENCIA CONSUMIDA CUARTO HORARIO VS POTENCIA CONTRATADA POR PERÍODO TARIFARIO
P6



P1 (kW)	P2 (kW)	P3 (kW)	P4 (kW)	P5 (kW)	P6 (kW)	Pc1 (kW)	Pc2 (kW)	Pc3 (kW)	Pc4 (kW)	Pc5 (kW)	Pc6 (kW)
---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

2.1 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE POTENCIA

POTENCIA CONSUMIDA CUARTO HORARIA VS POTENCIA CONTRATADA POR PERÍODO TARIFARIO
(CAMPAÑA 2015)



OPTIREG. GESTIÓN EFICIENTE EN REGADÍOS
GRUPO DE TRABAJO WP3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

Grupo Tragsa
Garantía Profesional. Servicio Público



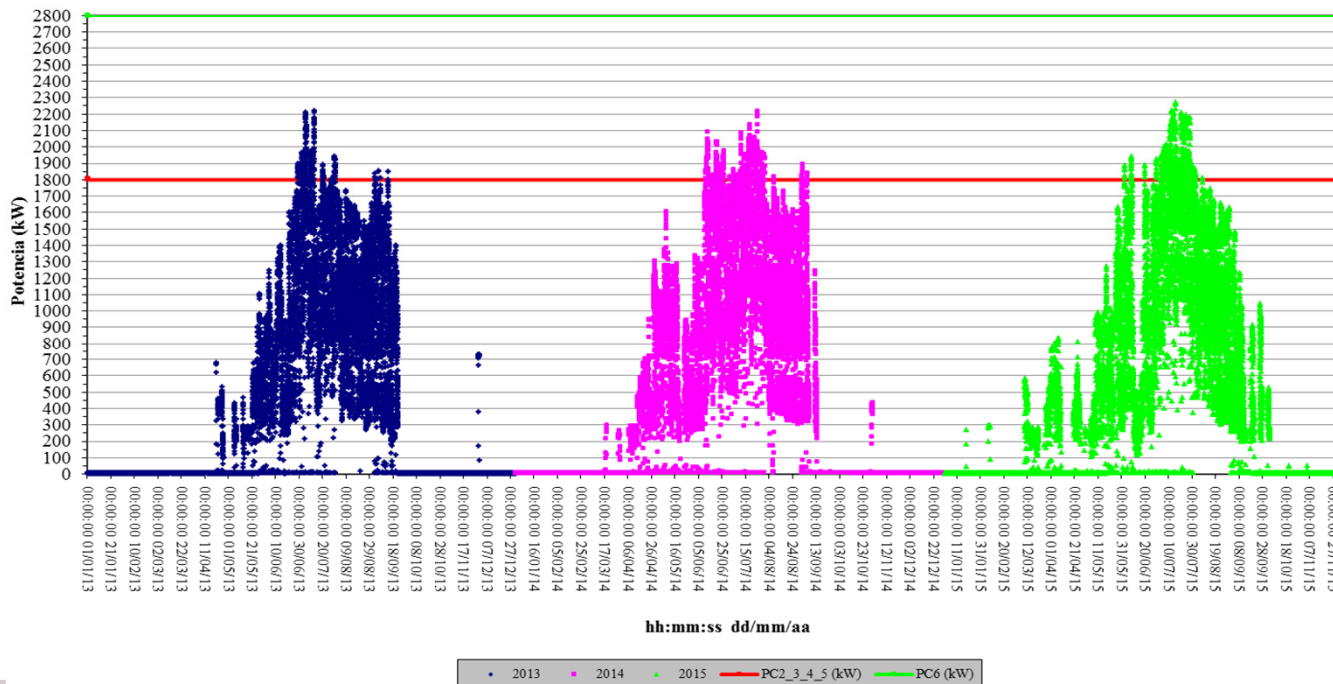
2.1 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE POTENCIA

CONSUMO DE ENERGÍA

	2013	2014	2015
Energía (kWh)	2.415.117	2.758.013	2.770.898

CAMPAÑA	PC1 (kW)	PC2 (kW)	PC3 (kW)	PC4 (kW)	PC5 (kW)	PC6 (kW)
2013	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.700
2014	10	500	500	500	500	1.700
2015	10	500	500	500	500	1.700

POTENCIA



015

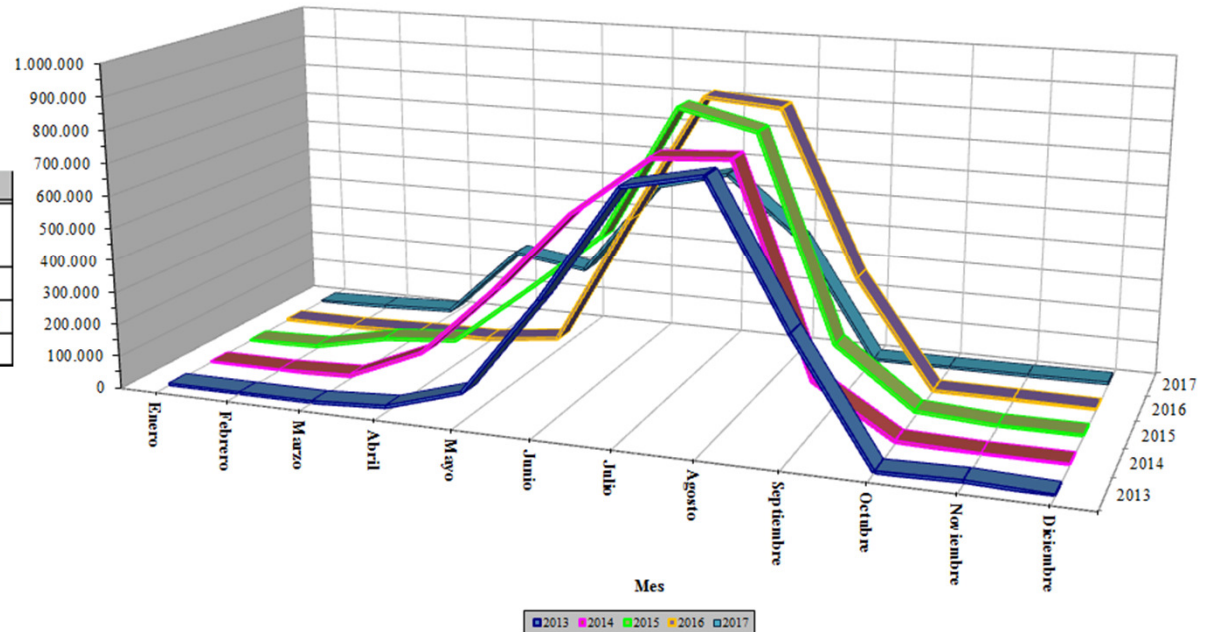
CAMPAÑA	Ahorro T.Pot+Exc.P. (%)	Ahorro Total (%)
2013	19.14%	6.23%
2014	25.09%	10.67%
2015	30.67%	12.37%

2.1 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE POTENCIA

CAMPAÑA	POTENCIA OPTIMIZADA						POTENCIA CONTRATADA					
	PC1 (kW)	PC2 (kW)	PC3 (kW)	PC4 (kW)	PC5 (kW)	PC6 (kW)	PC1 (kW)	PC2 (kW)	PC3 (kW)	PC4 (kW)	PC5 (kW)	PC6 (kW)
2013	10	1000	1000	1000	1000	1700	10	1800	1800	1800	1800	2800
2014	10	500	500	500	500	1700	10	1800	1800	1800	1800	2800
2015	10	500	500	500	500	1700	10	1800	1800	1800	1800	2800
2016	10	500	500	500	500	1600	10	800	800	800	800	1800
2017	10	600	600	600	600	1500	10	800	800	800	800	1800

	2013	2014	2015	2016	2017
Energía Activa (kW.h)	2.415.117	2.758.013	2.770.897	2.564.848	1.930.884

ENERGÍA ACTIVA MENSUAL CONSUMIDA
(CAMPAÑA 2013-2014-2015-2016-2017)



	2015	2016	2017
F. Potencia (€)	134.752,82	92.303,09	82.028,03
Ahorro Potencia (€)		-42.449,73	-10.275,06
Ahorro Potencia (%)		-31,50%	-11,13%
F. Total (€)	416.557,01	291.885,93	234.462,39
Ahorro s/total		-10,19%	-3,52%

OPTIREG. GESTIÓN EFICIENTE
GRUPO DE TRABAJO WP3. EFI

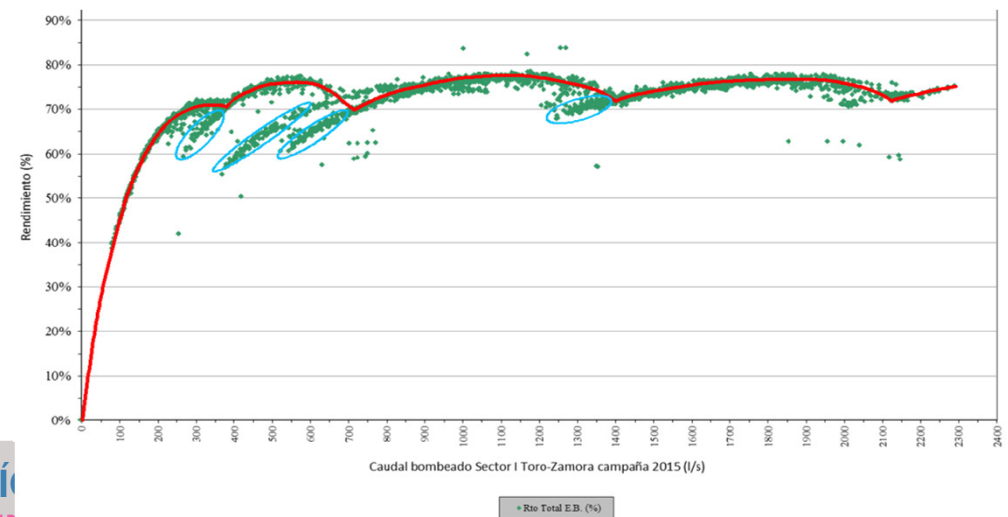
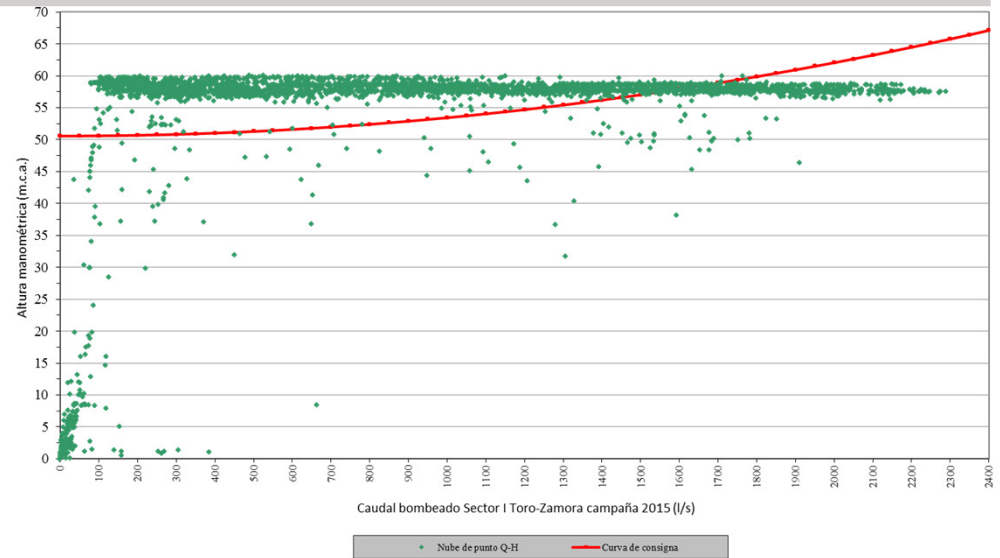
2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

- BOMBEO MEDIANTE CONSIGNA POR CURVA RESISTENTE EN VEZ DE POR BANDA DE PRESIONES
- MEJORA DE LOS RENDIMIENTOS DE LOS GRUPOS DE BOMBEO
 - DEMANDA ORGANIZADA / AGRUPAR CAUDALES EN EL INICIO Y FIN DE LA CAMPAÑA
 - CONCENTRAR LOS CAUDALES EN LAS ZONAS DE MEJOR RENDIMIENTO
- ORDENAR LA SECUENCIA DE ACTUACIÓN DE LOS GRUPOS DE BOMBEO POR RENDIMIENTO
- COMPROBAR LOS VALLES DE RENDIMIENTO EN LAS ZONAS DE SOLAPE DE LOS GRUPOS DE BOMBEO

- ESTACIÓN DE BOMBEO PILOTO
 - 1 ud 315 kW 303 l/s – 70 m.c.a.(Variador)
 - 2+1 ud 560 kW 606 l/s-70 m.c.a.(Variador)
 - 2 ud 560 kW 606 l/s-70 m.c.a. (Arrancador)

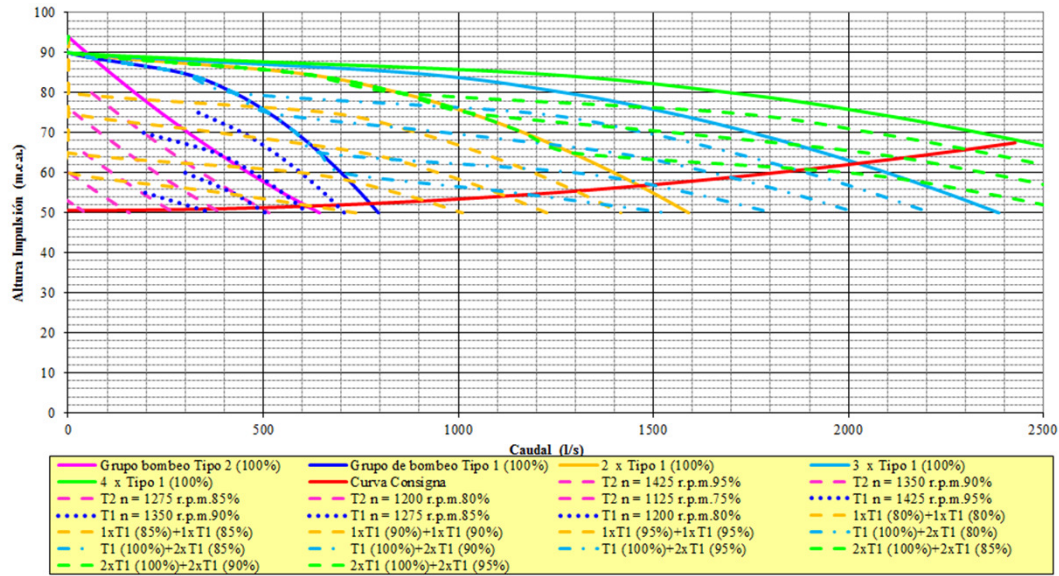
2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

- ❑ PROBLEMAS DETECTADOS
- Regulación manométrica exclusivamente
- $Q_{\text{diseño}} = 2.427 \text{ l/s}$ (Muy alto)
- Grupos funcionando lejos de pto de funcionamiento (70 mca/58,4mca-16,5%)
- Reg.Manocaudalimétrica:
 $H \text{ (mca)} = 50,57 + 2,873 \cdot Q^2 \text{ (m}^3/\text{s)}$
- Problemas en solapes bombas y valles Rto
- Se recomienda revisar programación

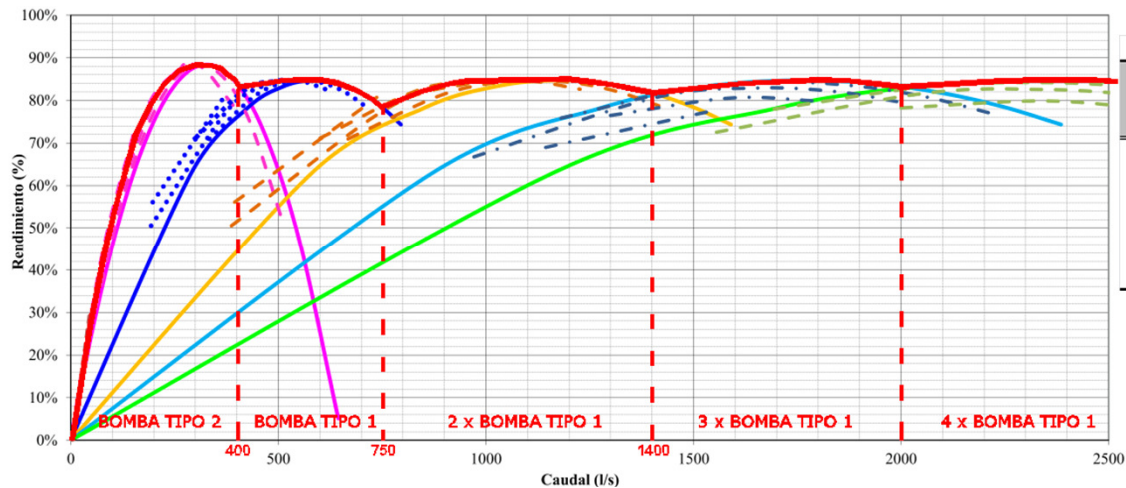


2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

REGULACIÓN ACTUAL DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO



Programación	Bomba			
	315 kW (Tipo 2)		560 kW (Tipo 1)	
	(R.V.)	(R.N.)	(R.V.)	(R.N.)
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	2	0
5	0	0	2	1
6	0	0	2	2

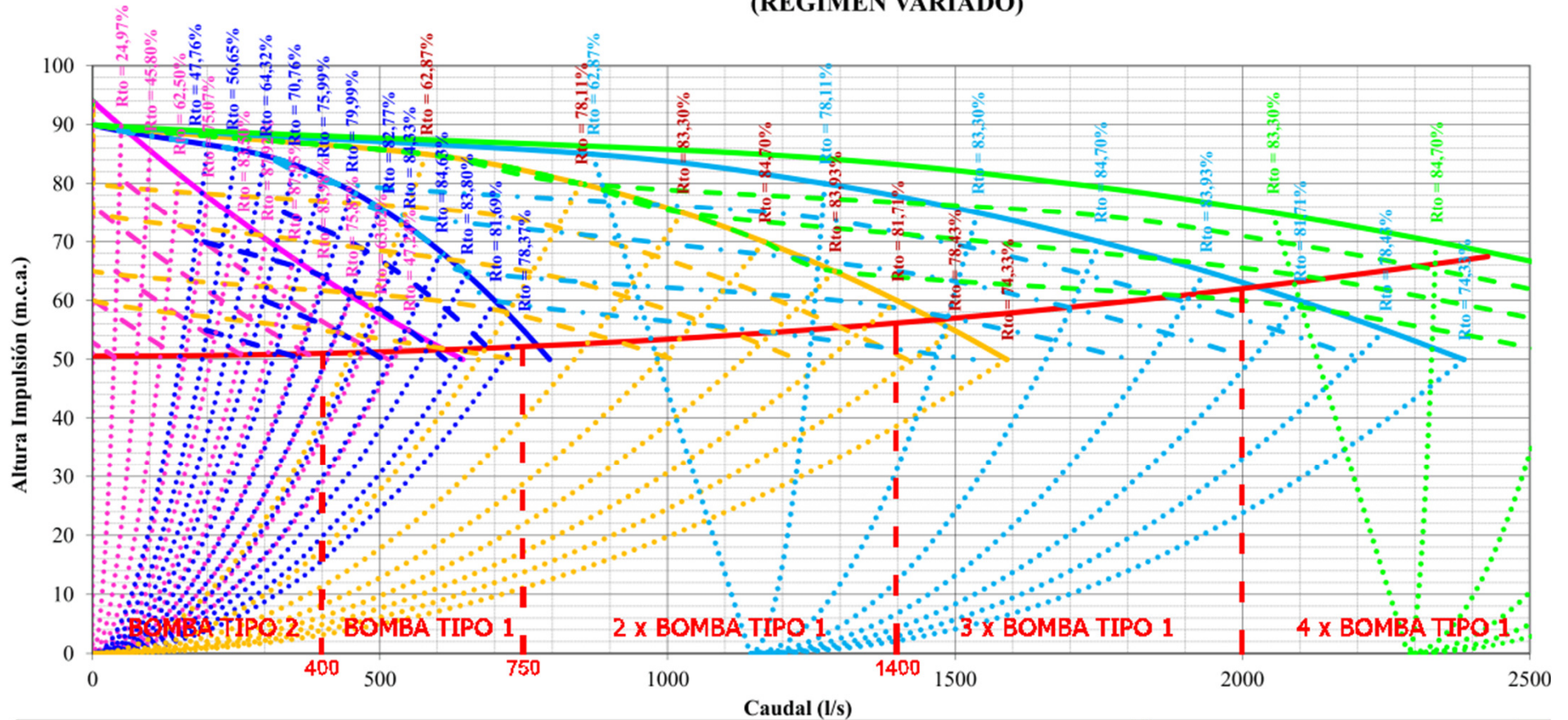


Programación	Bomba				Caudal	
	315 kW		560 kW		Inicial	Final
	(R.V.)	(R.N.)	(R.V.)	(R.N.)	(l/s)	(l/s)
1	1	0	0	0	400	750
2	1	0	0	0	750	1400
3	0	0	1	0	1400	2000
4	0	0	2	0	2000	2427
5	0	0	2	1		
6	0	0	2	2		

2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

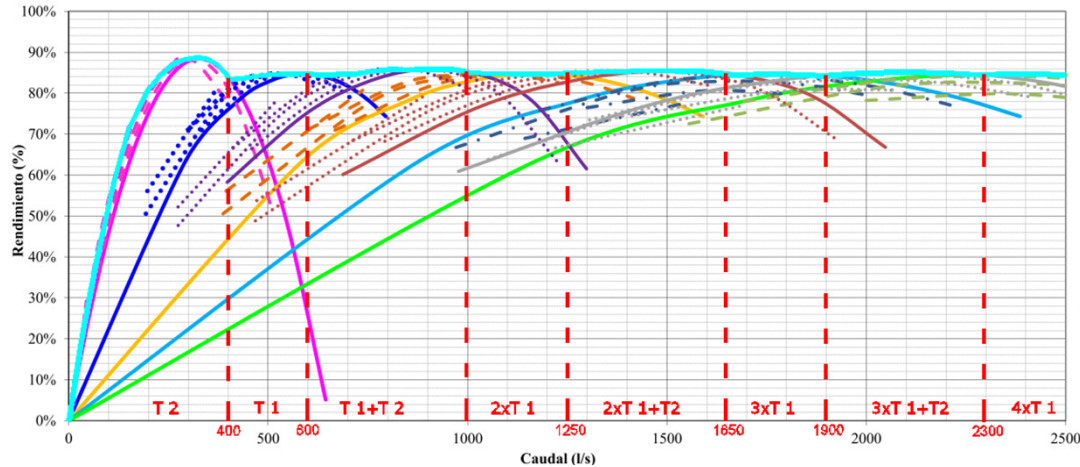
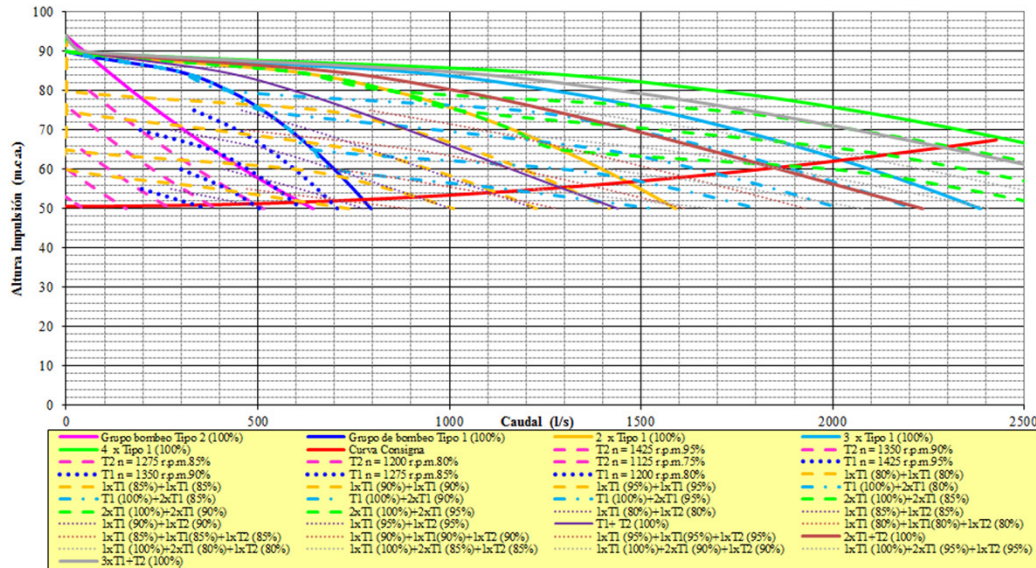
REGULACIÓN ACTUAL DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

REGULACIÓN ACTUAL ESTACIÓN DE BOMBEO
(RÉGIMEN VARIADO)



2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

☐ PROPUESTA DE REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

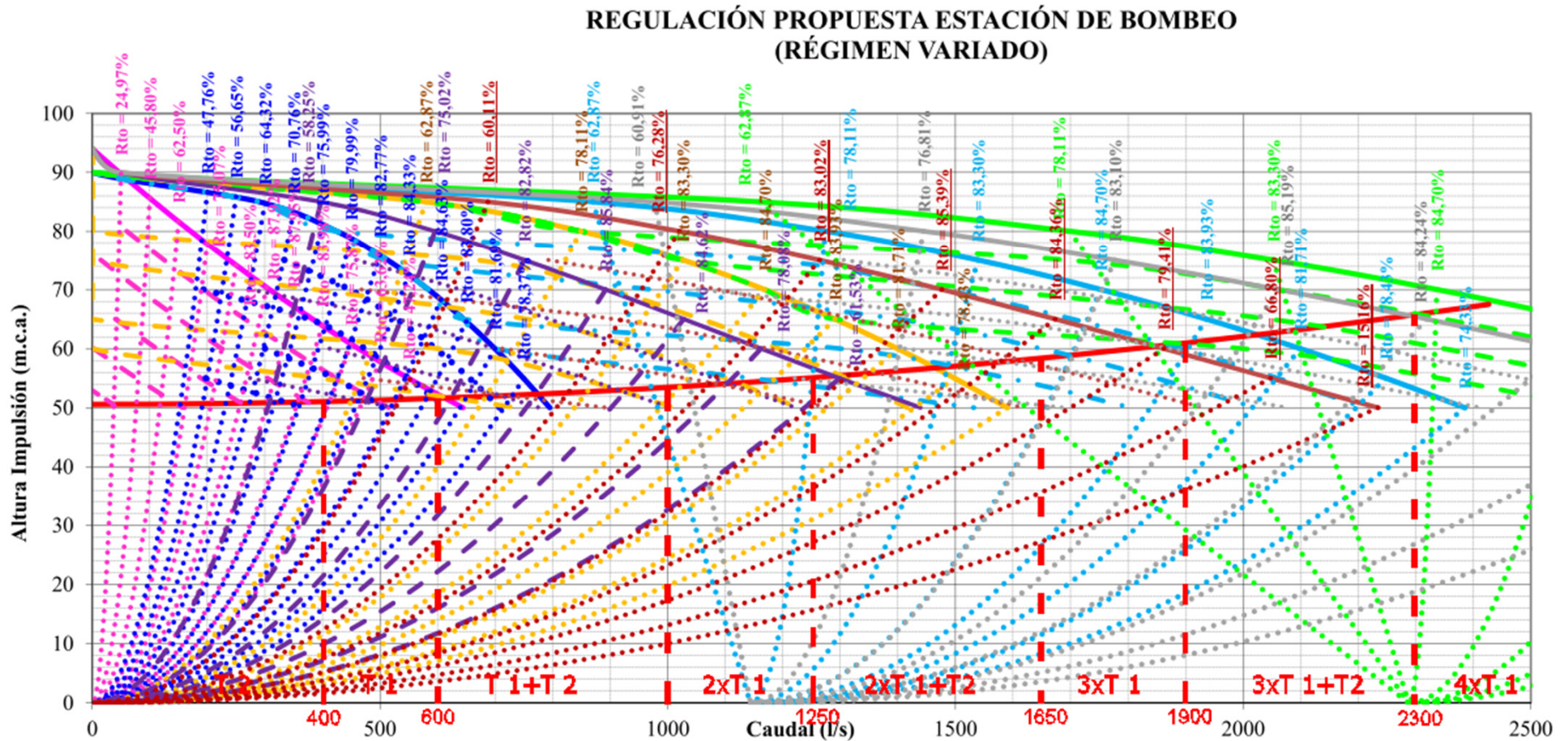


Programación	Bomba			
	315 kW (Tipo 2)		560 kW (Tipo 1)	
	(R.V.)	(R.N.)	(R.V.)	(R.N.)
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
3	0	0	1	0
4	1	0	1	0
5	0	0	2	0
6	1	0	2	0
7	0	0	2	1
8	1	0	2	1
9	0	0	2	2

Programación	Bomba				Caudal	
	315 kW (Tipo 2)		560 kW (Tipo 1)		Inicial	Final
	(R.V.)	(R.N.)	(R.V.)	(R.N.)	(l/s)	(l/s)
1	1	0	0	0		
2	1	0	0	0	0	400
3	0	0	1	0	400	600
4	1	0	1	0	600	1000
5	0	0	2	0	1000	1250
6	1	0	2	0	1250	1650
7	0	0	2	1	1650	1900
8	1	0	2	1	1900	2300
9	0	0	2	2	2300	2427

2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

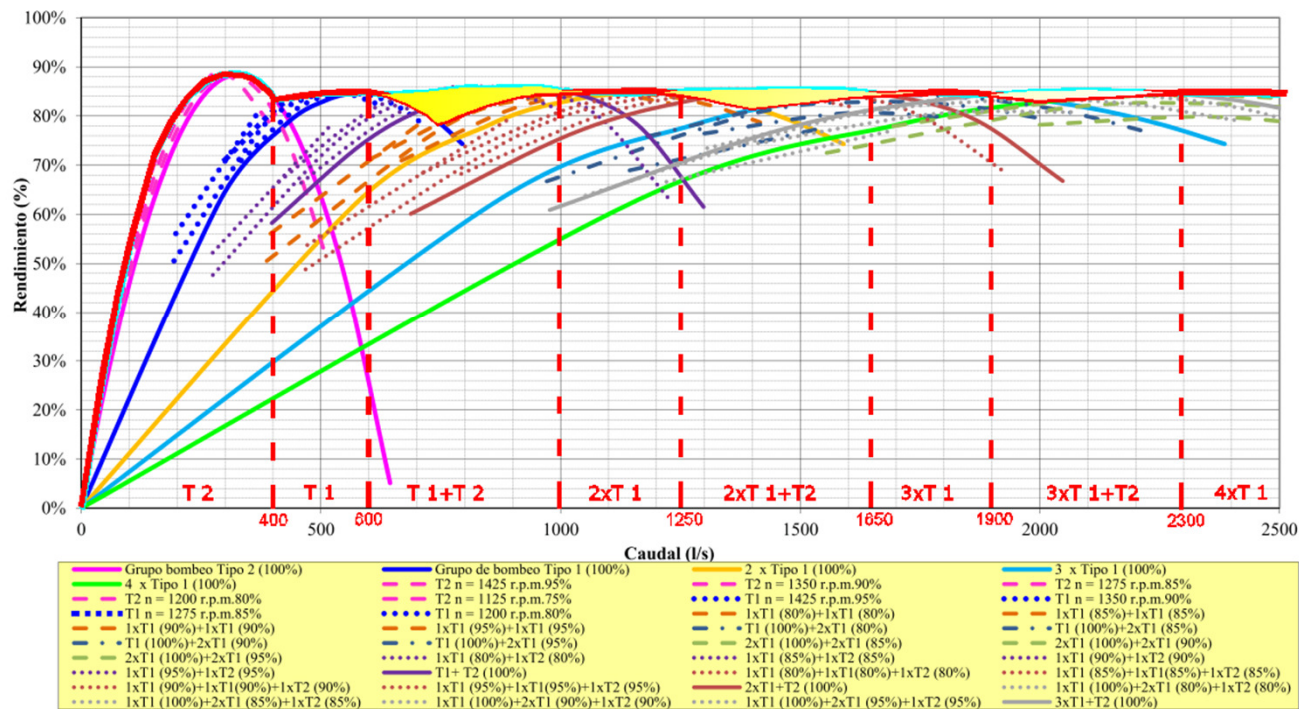
□ PROPUESTA DE REGULACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO



2.2 ACTUACIONES SOBRE EL TÉRMINO DE ENERGÍA

☐ COMPARATIVA DE RENDIMIENTOS

REGULACIÓN PROPUESTA ESTACIÓN DE BOMBEO
(RÉGIMEN VARIADO)



- Entre los 600 y los 1000 l/s: incremento de hasta un 8% de rendimiento (78%-86%)
- Entre los 1250 y los 1650 l/s: incremento de hasta un 4% de rendimiento (82%-86%)
- Entre los 1900 y los 2300 l/s: incremento de hasta un 3% de rendimiento (83%-86%)

El conjunto de medidas de eficiencia energética recopiladas y analizadas por el equipo de OPTIREG han sido recogidas en la publicación “MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO. Gestión Eficiente en Regadíos”



Índice

1. Introducción	3
2. Grupo Tragsa: innovación para el sector del riego	4
3. El manejo de las instalaciones de parcela	6
4. La reducción del consumo de agua	13
5. La eficiencia en las instalaciones de la red colectiva.....	16
6. La regulación de la estación de bombeo	19
7. La eficiencia energética de los equipos de bombeo	26
8. La toma de datos y mediciones en la estación de bombeo y la red.....	29
9. La contratación del suministro eléctrico	32
10. La eficiencia en las operaciones de gestión	36
11. La formación, la concienciación y la información	41
12. Grupo Tragsa: gestión eficiente en regadíos.....	44

**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**



GrupoTragsa
Garantía Profesional. Servicio Público

