

1º Taller del Proyecto Life + REGADIOX
(LIFE 12ENV/ES/000426)

Diseño y gestión del riego presurizado para minimizar el coste energético.

Nery Zapata
EEAD-CSIC
12-Febrero-2015

Esquema de la charla

1. Introducción.
2. ¿Cómo reducir la dependencia energética del riego presurizado?
 1. *El diseño de las redes de riego.*
 1. *El diseño de la red parcelaria*
 2. *El diseño de la red general*
 3. *El diseño de la estación de bombeo.*
 2. *La gestión del riego colectivo*
 3. *Binomio energía alternativa-convencional.*
3. Conclusiones.

Introducción

- El **agua** y la **energía** son dos recursos escasos y esenciales que debemos de utilizar de forma racional.
- Además, la energía es un recurso caro y con precios muy cambiantes.
- En nuestro contexto de riego presurizado, ser eficiente con el uso del agua es ser eficiente con el uso de la energía.
- En los últimos 25 años se ha avanzado mucho en el conocimiento de las necesidades de agua de los cultivos. Ese conocimiento, que se ha transferido de forma satisfactoria al sector agrario, ha servido para “ahorrar” agua (y por lo tanto energía).
- Pero las necesidades eléctricas de un sistema de riego no sólo están ligadas al consumo de agua, también están ligadas al diseño y al manejo de todo el sistema.
- En estos momentos se está avanzando mucho en el conocimiento de las necesidades energéticas de las zonas regables y, aunque quedan cosas por resolver, creemos que es el momento de transferir al sector los avances en investigación.

Introducción

Electricity prices by type of user

EUR per kWh - 2014

Medium size industriesMedium size industries



Legend

0.0419 - 0.0702

0.0702 - 0.0771

0.0771 - 0.0844

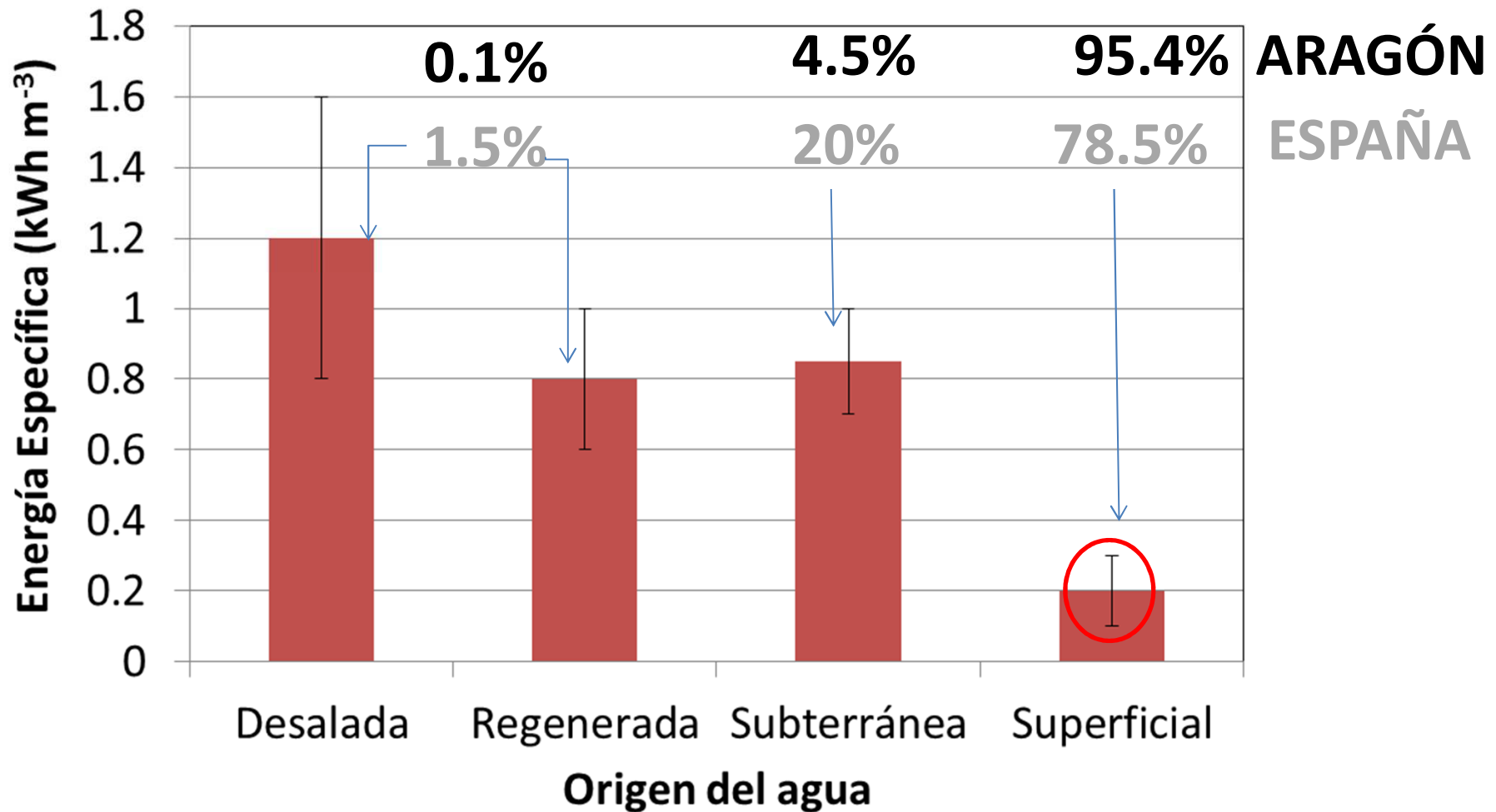
0.0844 - 0.100

0.100 - 0.1061

Not available

Minimum value: 0.042 Maximum value: 0.106

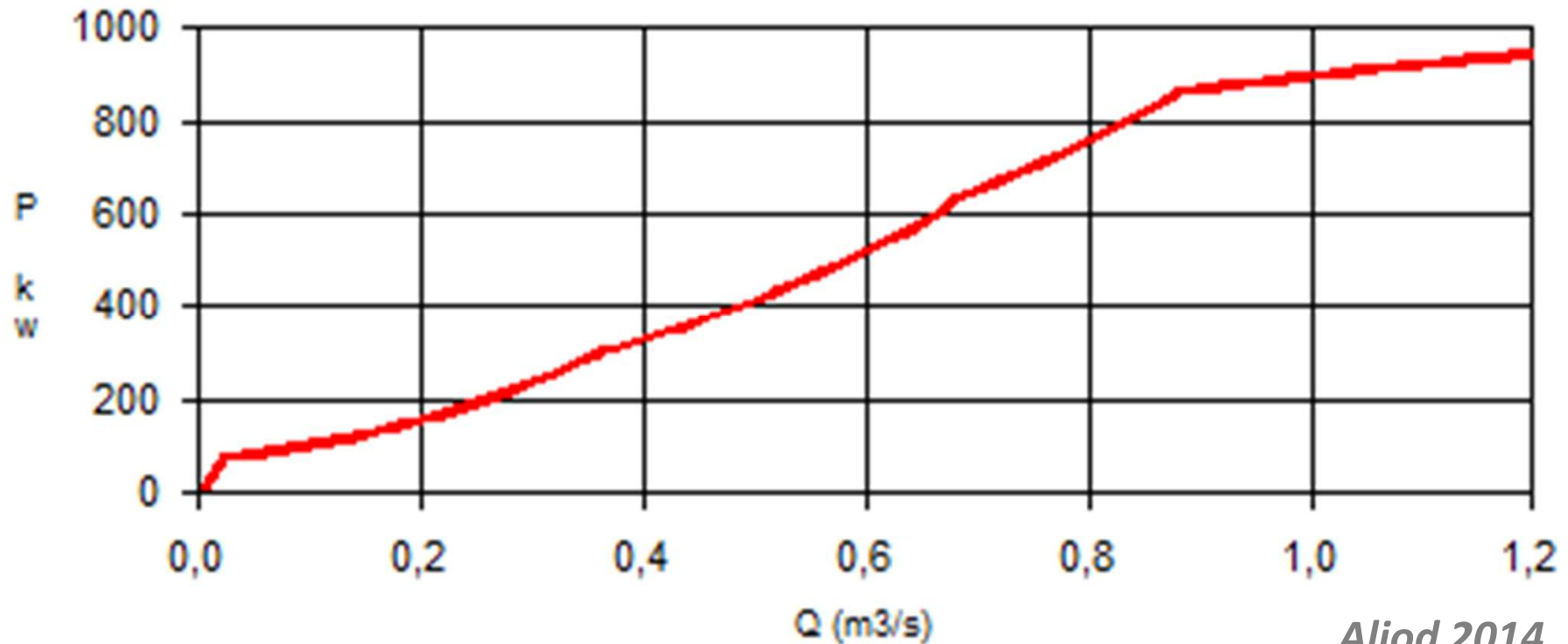
Introducción



- La variación depende de las características topográficas de la zona y del diseño de la red.

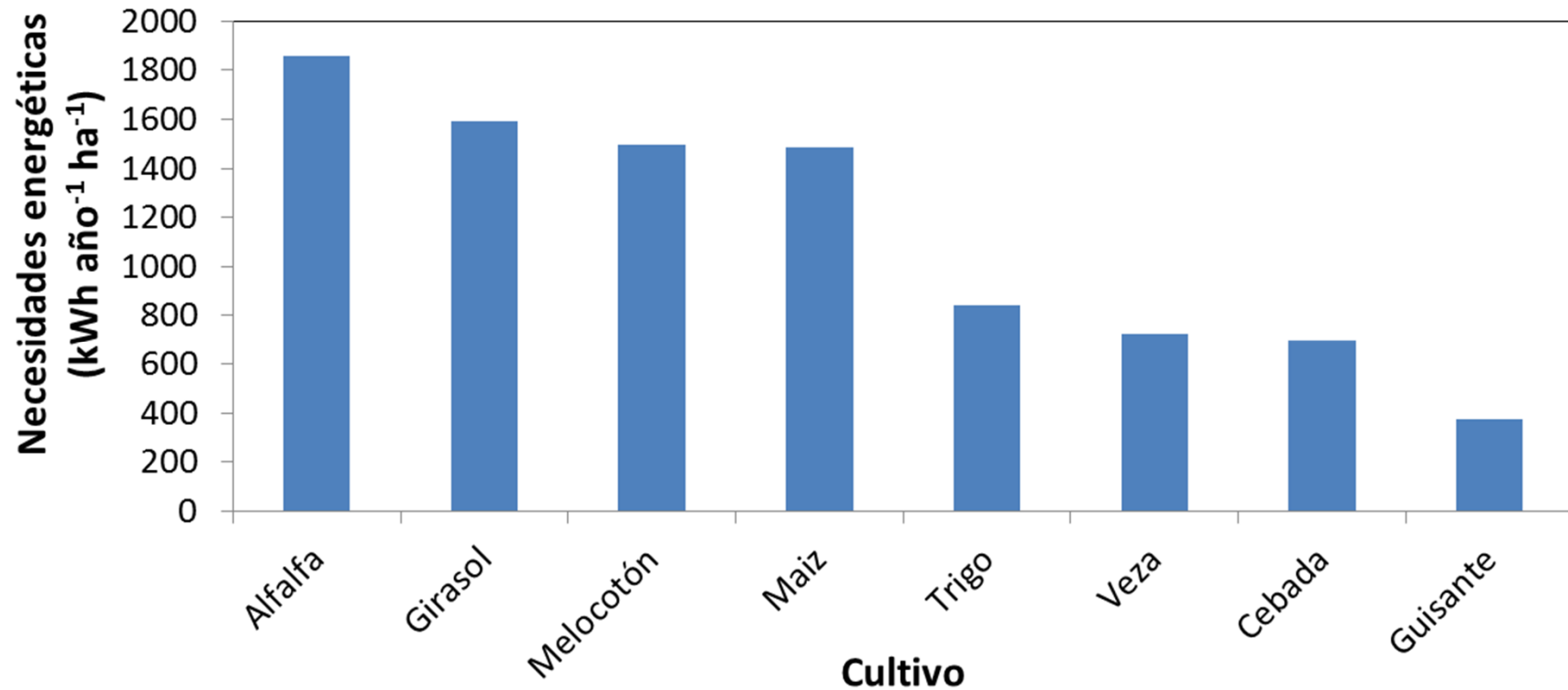
Soto-García y col., 2013

Introducción



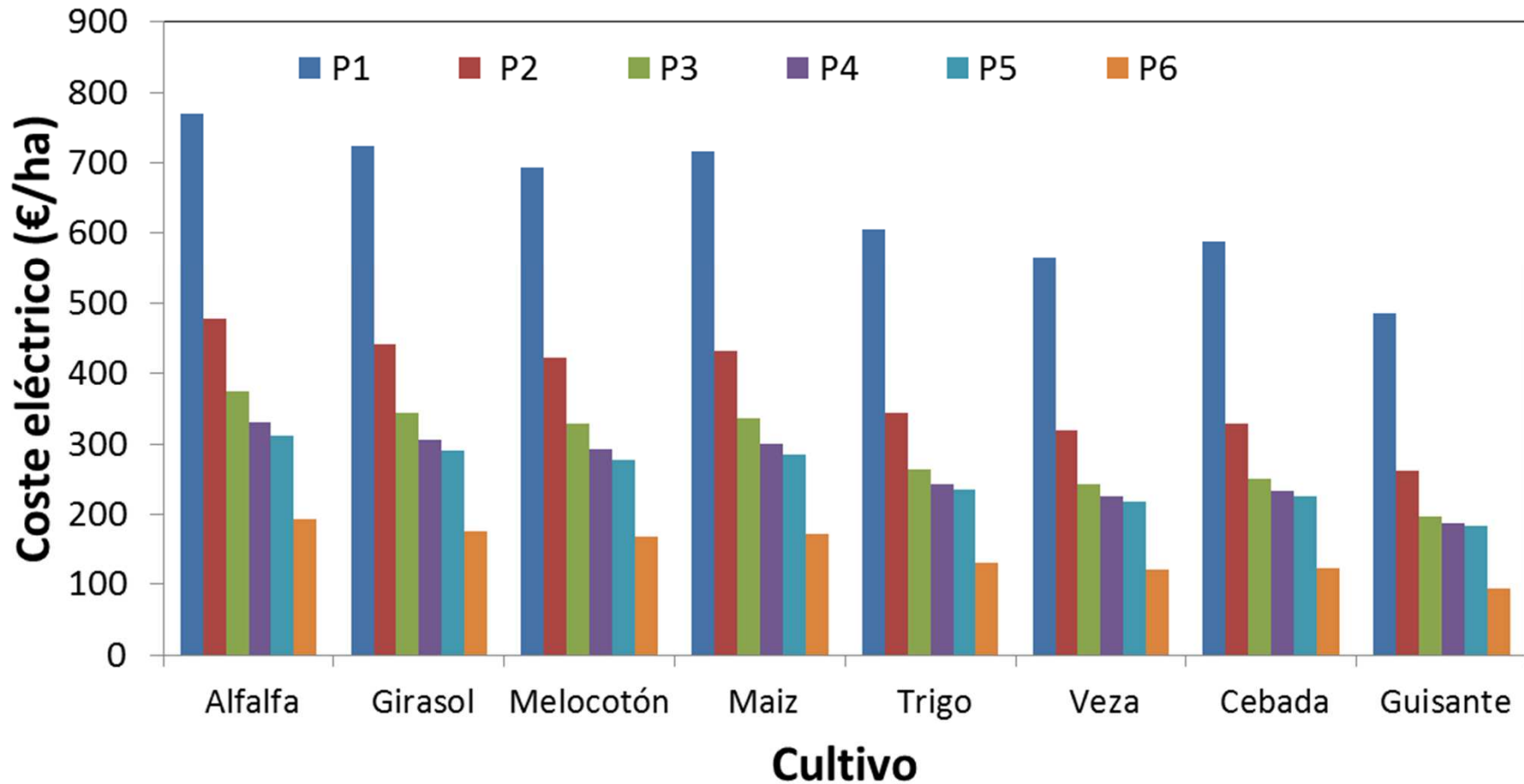
- El diseño del sistema de riego determina la energía necesaria para elevar un m^3 , es decir los kWh/m^3 de mi sistema (energía específica). La pendiente de la curva de demanda de potencia en función del caudal es la energía específica

Introducción



Las necesidades energéticas son función de las necesidades hídricas.
Ejemplo para una zona con una energía específica de 0.2 kWh/m³

Introducción



El coste eléctrico tiene una **FUERTE** dependencia del periodo tarifario.

Reducir la dependencia de la energía:

El diseño del sistema de riego

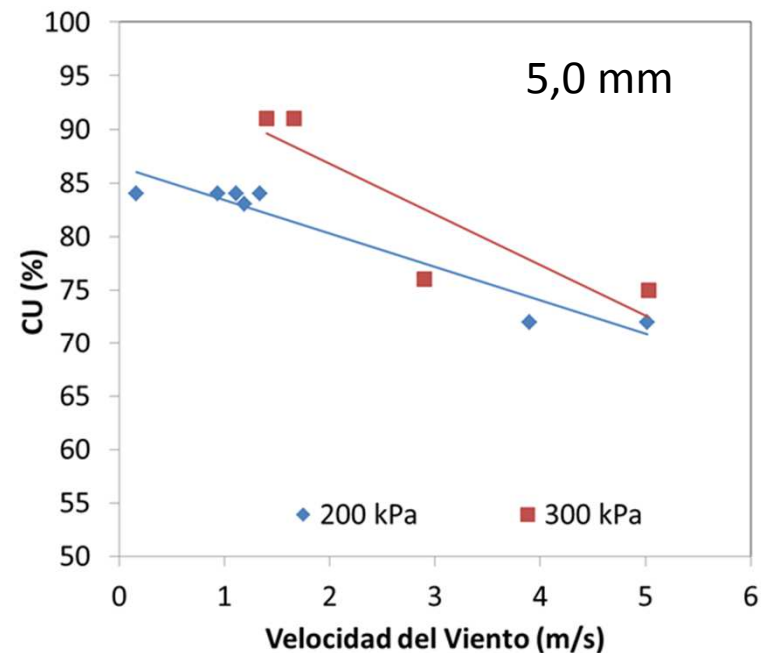
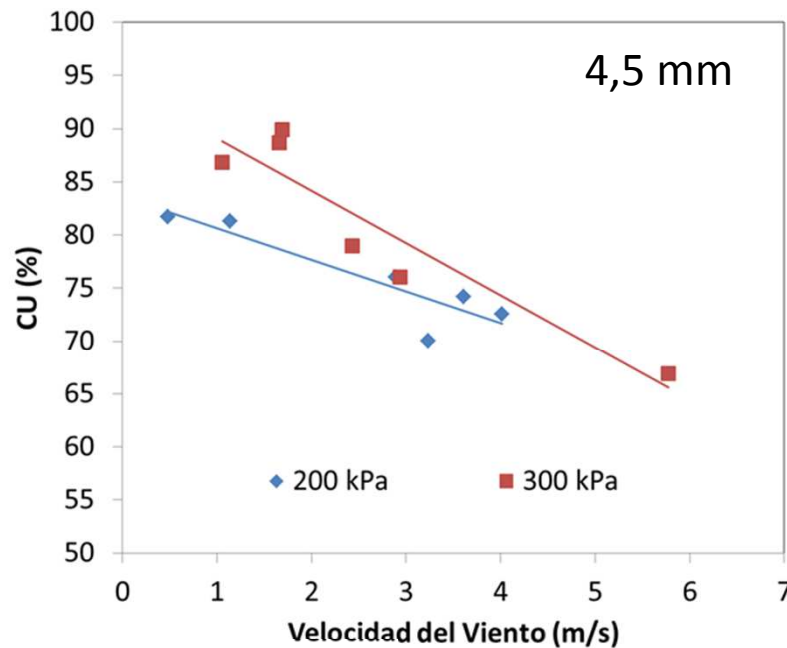
Evaluamos las posibilidades de ahorro de abajo–arriba:

1. El diseño de la red parcelaria.
 - a. La presión de trabajo del aspersor.
 - b. *Diferencia de cota de la parcela.*
 - c. Pérdidas de energía en las conducciones.
 - d. Pérdidas de energía en los puntos singulares.
2. El diseño de la red hidráulica general.
 - a. Diseño en unidades homogéneas de presión.
 - b. Revisión de puntos críticos.
 - c. Diseño agro-económico de la red.
3. Diseño de la estación de bombeo.

El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



- Hasta ahora se diseñaba para una presión en boquilla de 300-350 kPa.
- ¿Es posible reducir esta presión sin afectar de forma importante al desarrollo del cultivo?.



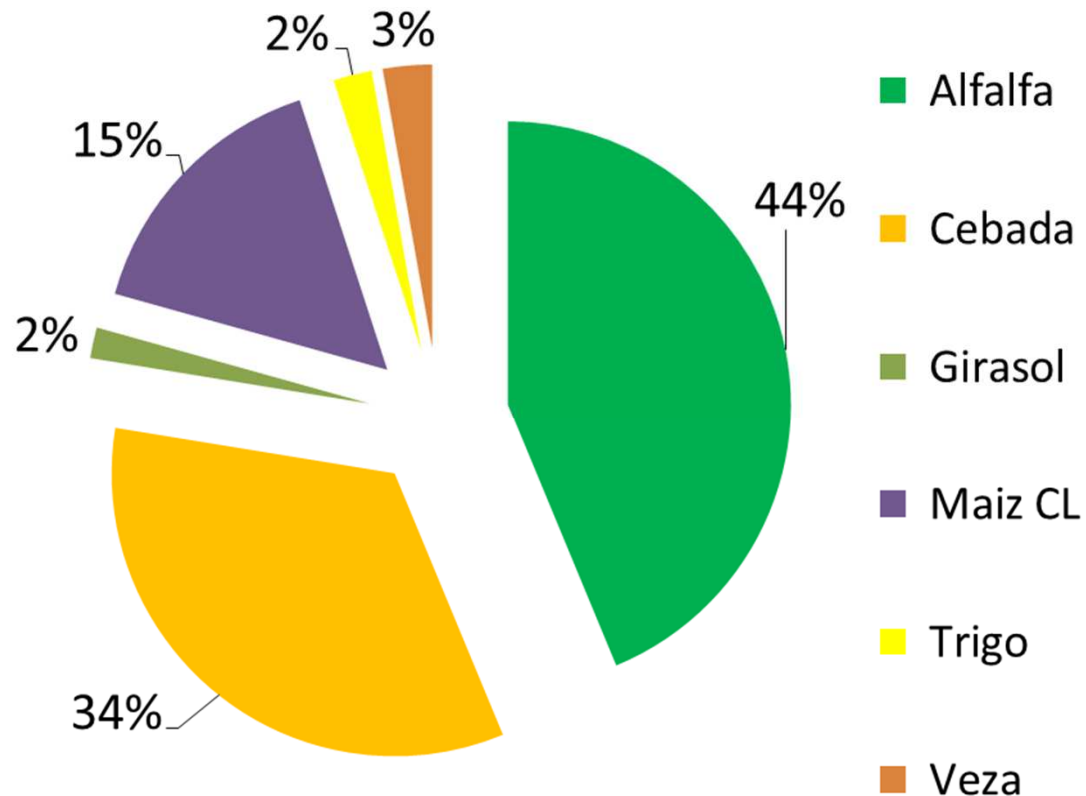
Cobertura: R18X18

Talel Stambouli 2012

El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



- Comparamos dos casos: **la misma red** a 200 kPa y a 300 kPa



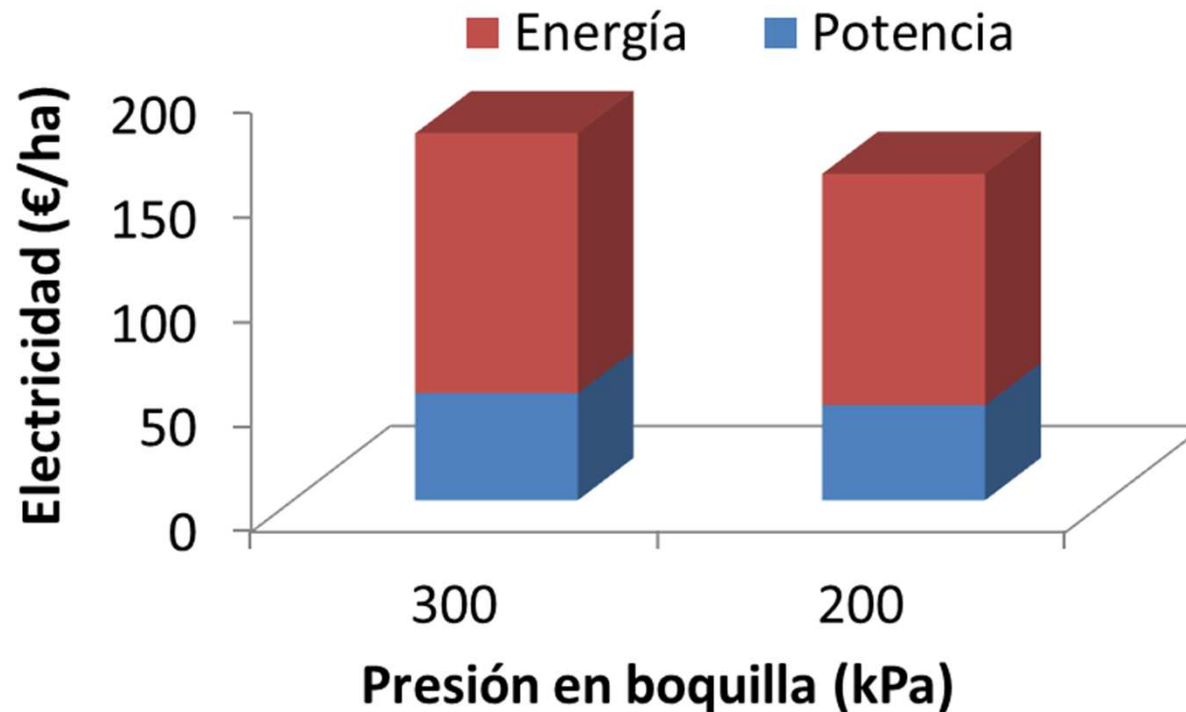
- ❑ Superficie: 1450 ha
- ❑ Presión de consigna a 300 kPa: 72 m
- ❑ Presión de consigna a 200 kPa: 62 m
- ❑ Pluviometría a 300 kPa 5.3 mm/h.
- ❑ Pluviometría a 200 kPa 4.3 mm/h.

El diseño de la red parcelaria:

Presión en aspersor



➤ EL COSTE ELÉCTRICO

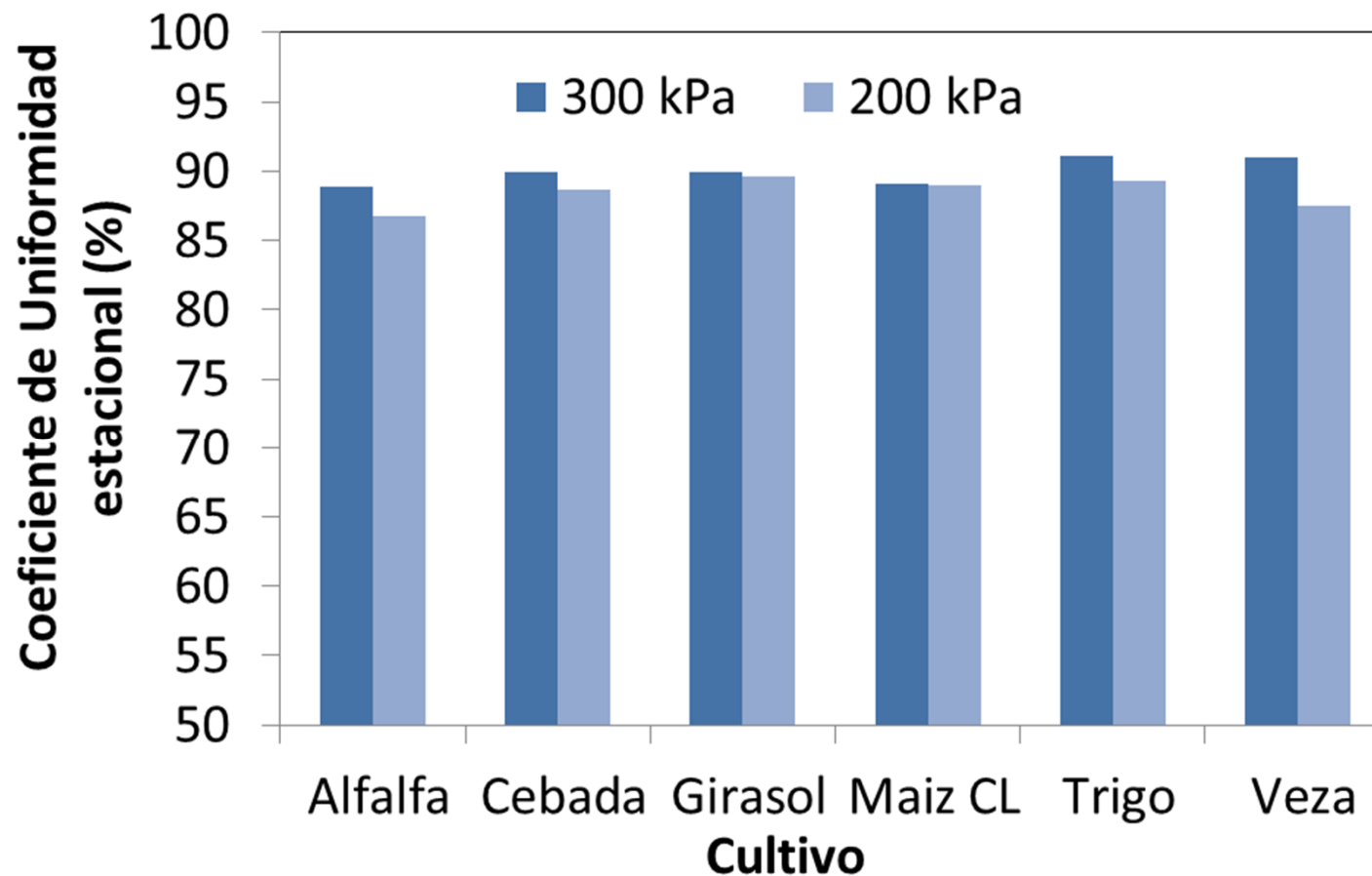


- ❑ 12.5% de reducción en Potencia (kW y año).
- ❑ 11% de reducción en energía (kWh y año).
- ❑ 11.5% de ahorro en la factura eléctrica

El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



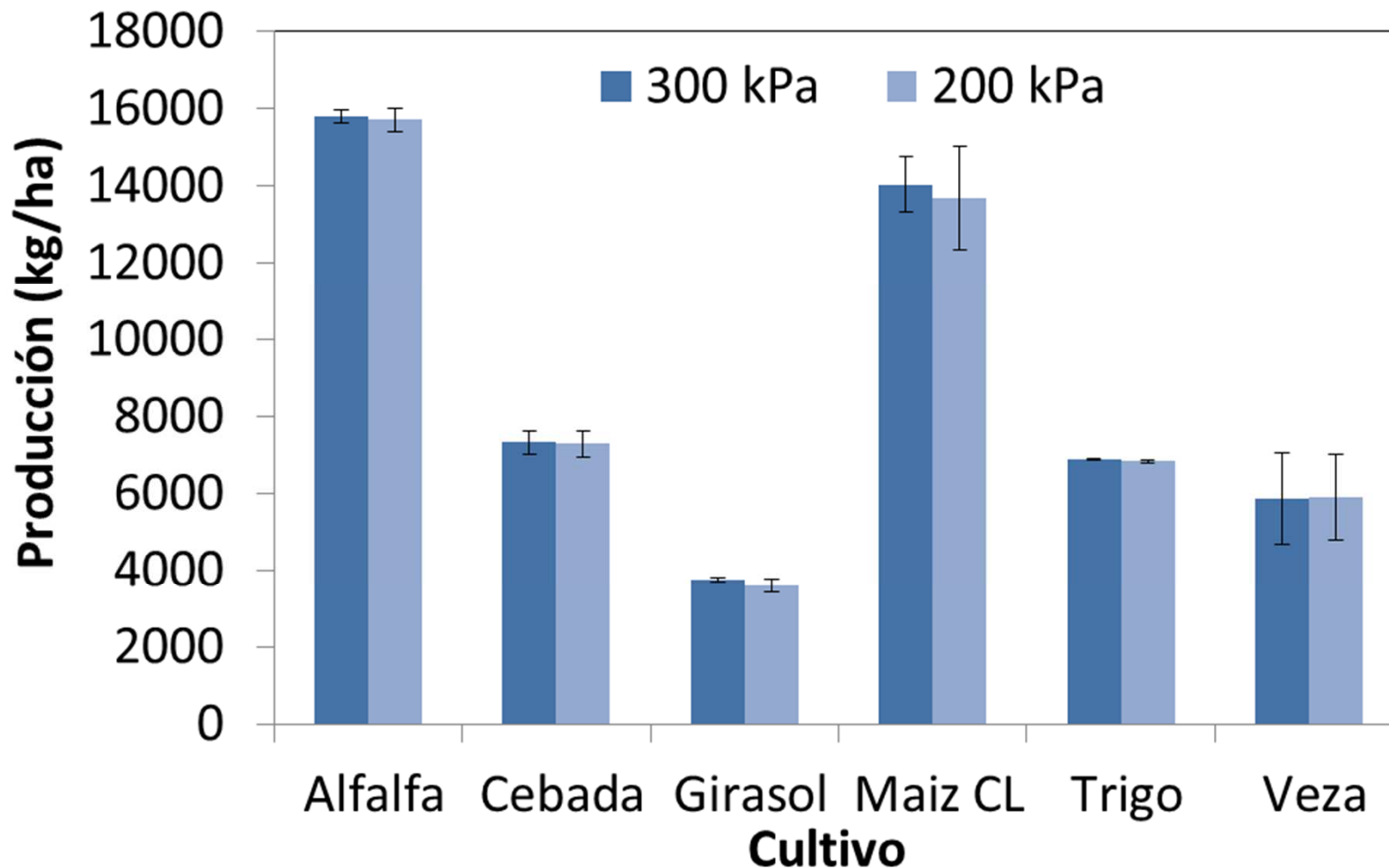
➤ LA UNIFORMIDAD DEL RIEGO



El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



➤ **LA PRODUCCIÓN....Todavía quedan interrogantes???**



El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



IMPACT SPRINKLER PATTERN MODIFICATION

D. C. Kincaid
MEMBER
ASAE

ABSTRACT

Methods of modifying the water distribution pattern of an impact-drive sprinkler are described. A method of pattern modification called intermittent diffusion is introduced. A deflector attached to the drive arm intermittently diffuses the jet of a standard circular-orifice nozzle, producing desirable pattern shapes while maintaining a large pattern radius. Uniformity of application for both wind and no-wind conditions was evaluated using both the deflector and diffuse type nozzles. The deflector is beneficial for low pressure sprinkling, particularly under windy conditions. Equations were developed to predict the operating characteristics of the impact arm. **KEYWORDS:** Sprinklers, Sprinkler irrigation, Distribution.

INTRODUCTION

Stationary type sprinkler irrigation systems (hand move, solid set, and sideroll laterals) are used on approximately 8 million acres of agricultural land in the U. S. (Irrigation Journal, 1990). The impact-type sprinkler is used predominately on these systems because of its low cost and reliability. Its basic design has changed very little since it was introduced 50 years ago. The water application patterns of these sprinklers can be varied by adjusting nozzle pressure or by using fixed deflectors, multiple nozzles, or diffuse nozzles. As energy costs increase, there is a need to find ways to operate sprinkler systems at reduced pressures without reducing spacings, while maintaining high uniformity of application.

The main objective of this article is to introduce and evaluate a new method of pattern modification using the impact arm, and compare this method with previous methods. A secondary objective was to develop equations describing the mechanics of the impact arm, which may prove useful in optimizing the deflector-drive impact arm.

PATTERN MODIFICATION METHODS

The ordinary round or straight-bore nozzle produces a relatively undisturbed jet and produces the largest pattern radius for a given pressure and flow rate (Kincaid, 1982).

Article was submitted for publication in April 1991; reviewed and approved for publication by the Soil and Water Div. of ASAE in October 1991.

Trade names and company names are included for the benefit of the reader and do not imply any endorsement or preferential treatment of the product listed by the USDA-Agricultural Research Service.

The author is Dennis C. Kincaid, Agricultural Engineer, USDA-Agricultural Research Service, Kimberly, ID.

Use of a straightening vane upstream of the nozzle minimizes diffusion of the jet and helps to maximize the pattern radius. With high pressures, the jet breaks up sufficiently to produce a desirable pattern shape. However, as pressure is reduced, the pattern becomes annular or doughnut shaped. It then becomes necessary to mechanically break up or diffuse the jet to produce a desirable pattern. Desirable application patterns can vary from the classical triangular (application rate decreases linearly with distance from the sprinkler) to a rectangular (constant rate) shape, but should have continuously decreasing application rates with distance from the sprinkler.

One method of diffusing the jet is to use a fixed deflector on top of the jet or a pin protruding into the jet. These devices are usually mounted beyond the impact arm, and are mainly used to reduce the pattern radius where necessary. Recently, manufacturers have developed noncircular orifice nozzles which produce diffuse jets and improved patterns with low pressures. The disadvantage of the diffuse-jet type of nozzle is that the jet has a large cross-section which is easily deflected by wind, and the pattern radius is reduced. Also, the diffuse jet does not operate the impact arm as efficiently as a smooth jet, resulting in possible rotation problems.

A secondary nozzle can be used to fill in portions of the pattern. Multiple-nozzle sprinklers have not been popular for low application rates because, for a given flow, they require smaller nozzles, which reduces the potential pattern radius and may cause plugging problems.

Flow control nozzles have recently been developed that use a circular orifice which contracts as pressure increases. These nozzles maintain flow within about 5% of nominal flow over a wide pressure range. They produce patterns very similar to those of the circular fixed-orifice nozzles.

The ideal sprinkler for large field applications would be one which uses circular orifice, fixed or flow-control nozzles to maximize pattern radius for a given pressure and flow rate, while avoiding the doughnut (annular) shaped patterns characteristic of circular nozzles. This can be done by intermittently deflecting the jet to fill in the intermediate portion of the pattern. Intermittent diffusion can be accomplished by attaching a deflector to the impact arm. Several types of deflectors were tested before settling on the configuration shown in figures 1 and 2.

IMPACT DRIVE MECHANICS

The impact drive consists of an impact arm rotating about a pivot pin (usually vertical) and a coil spring connected to the arm and sprinkler body. The arm contains

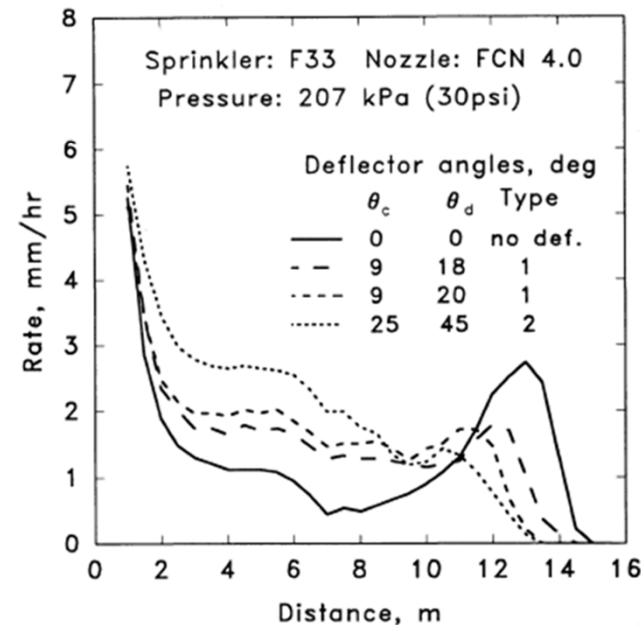
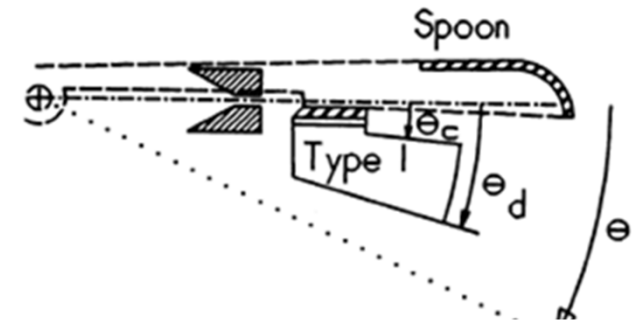


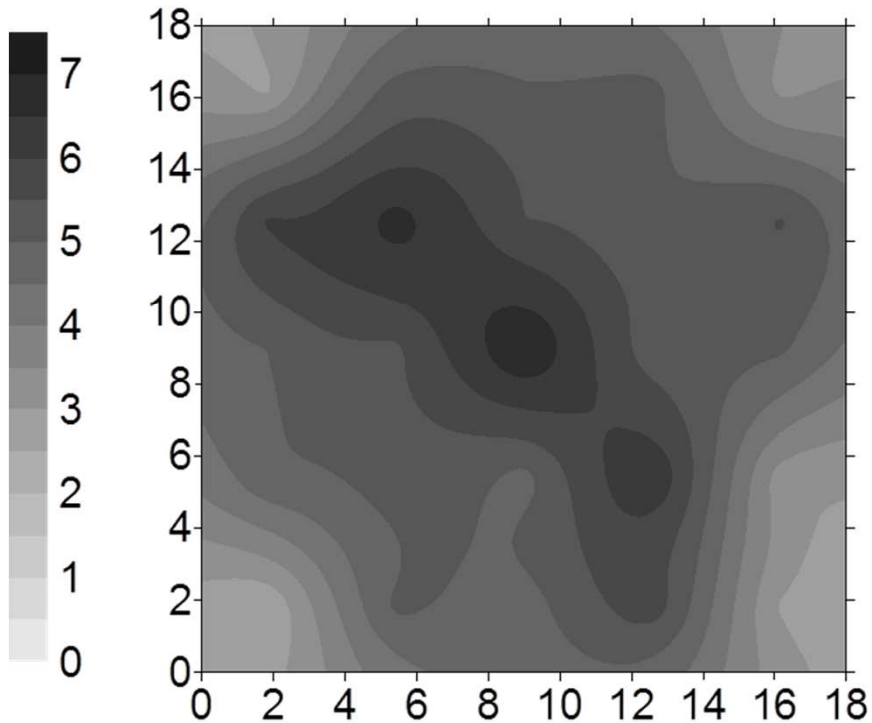
Figure 5—Effect of intermittent deflector on rate pattern.

Kincaid, 1991

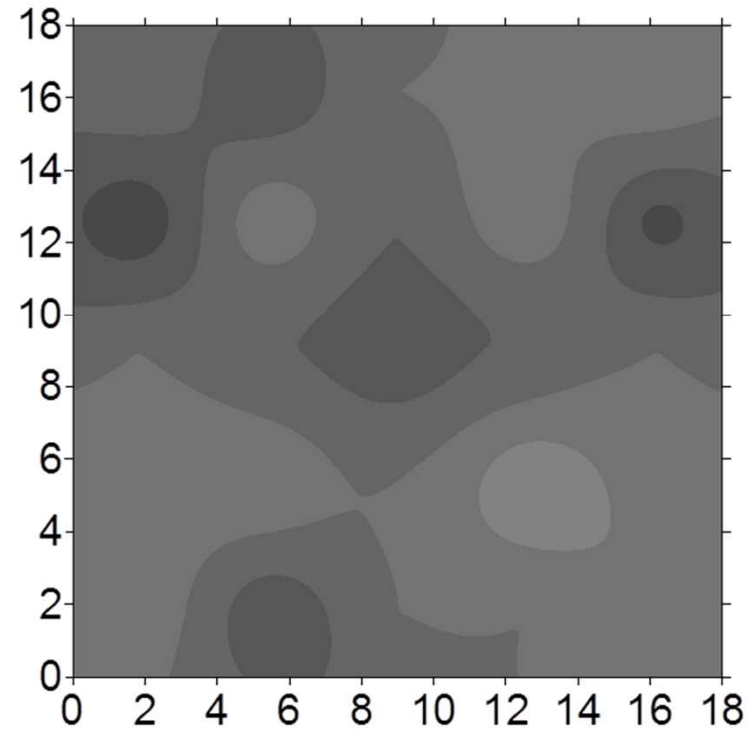
El diseño de la red parcelaria: Presión en aspersor



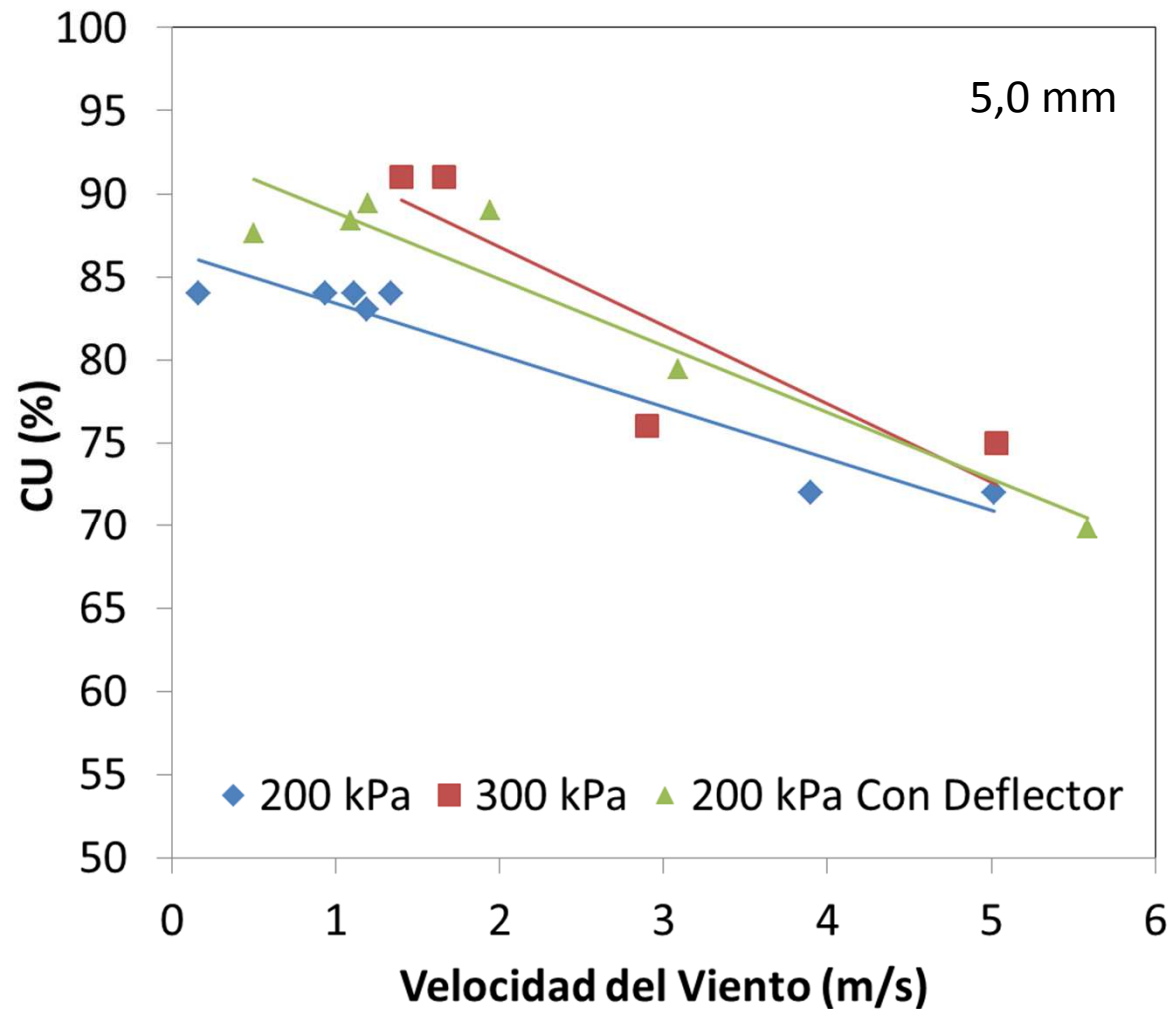
a) Aspersor de impacto a 200 kPa.



b) Aspersor de impacto con placa a 200kPa



El diseño de la red parcelaria: Presión en emisor



El diseño de la red parcelaria:

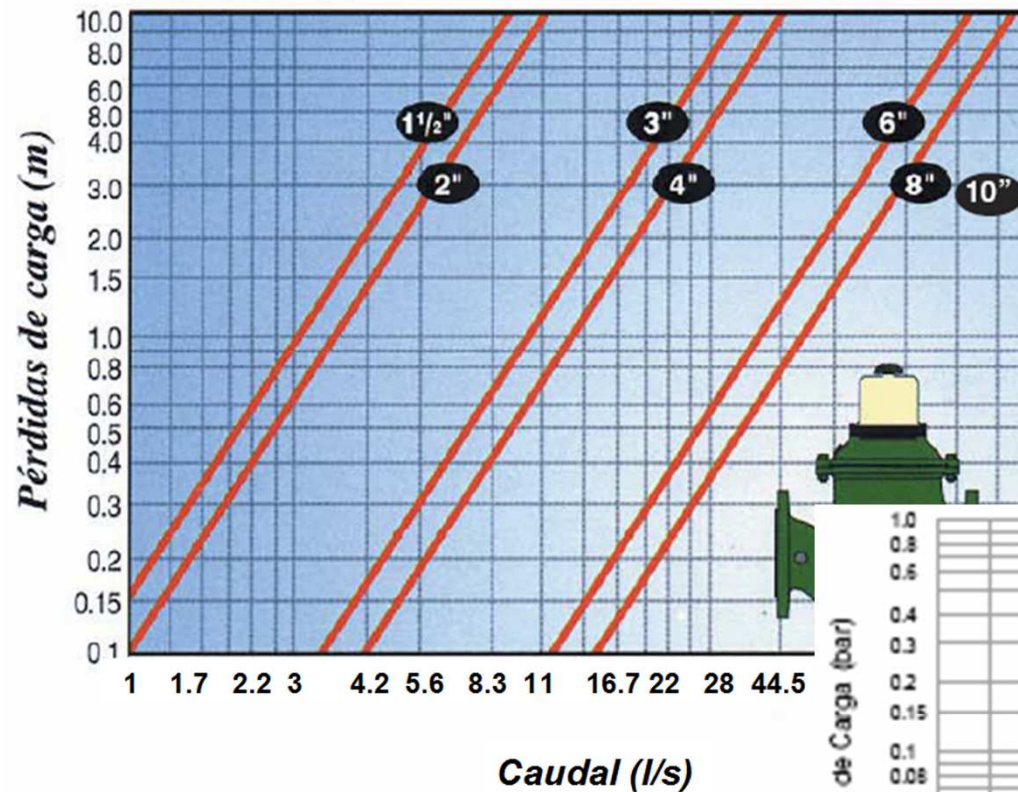
Los puntos singulares



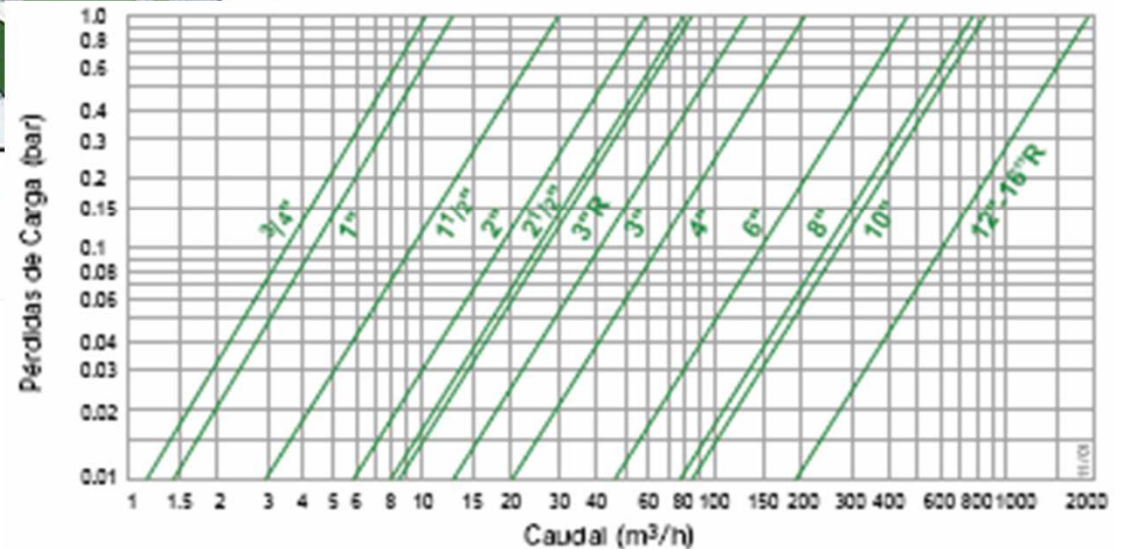
- El hidrante: elemento de regulación (regulador de presión y de caudal) y filtrado (filtro caza piedras).
- El hidrante puede representar pérdidas de 50 a 100 kPa (5 a 10 mca):
 - Verificar el diámetro del enlace entre tubería principal e hidrante.
 - Verificar el diámetro del filtro en hidrante
 - Considerar contadores tangenciales
 - ¿Necesito el regulador de presión?
 - ¿Necesito el limitador de caudal?
- Hay que ser generoso con el diámetro de las tuberías en parcela

El diseño de la red parcelaria:

Los puntos singulares



Hay que pensar bien los tamaños de las válvulas.



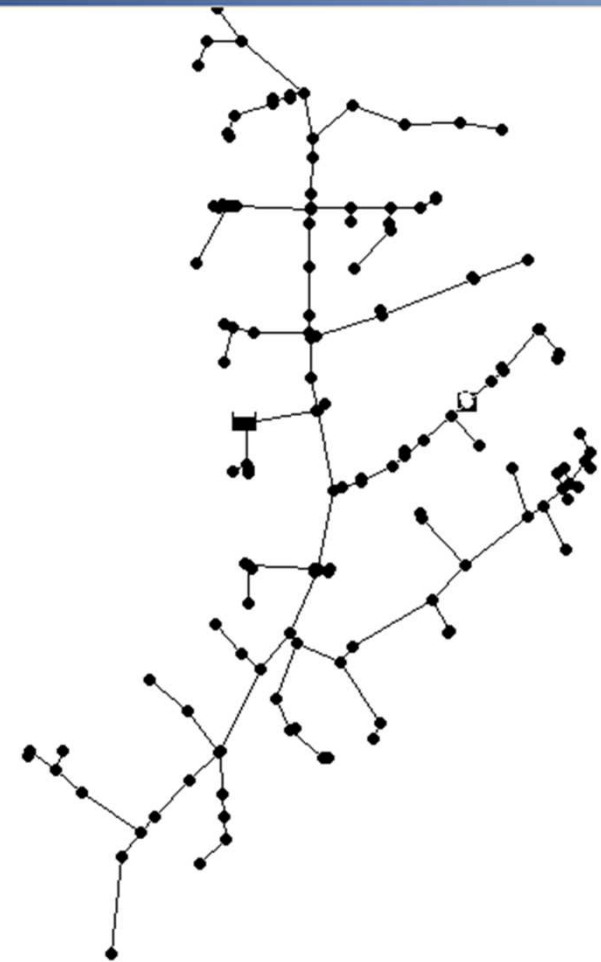
Catálogo de Bermad series 900 y 400

Reducir la dependencia de la energía:

El diseño de la red general



- Los programas informáticos de diseño y gestión hidráulica de redes presurizadas han sido herramientas imprescindible en el diseño de las nuevas modernizaciones.
 - Minimizar las pérdidas de carga en transporte y puntos singulares.
 - En las zonas con desniveles importantes hay que analizar la posibilidad de dividir la red en sectores de presión homogénea. Cada sector tenga su sistema de bombeo independiente.
 - Analizar puntos críticos. Puntos que requieran más energía de la media. Se eliminan o se buscan alternativas más viables.



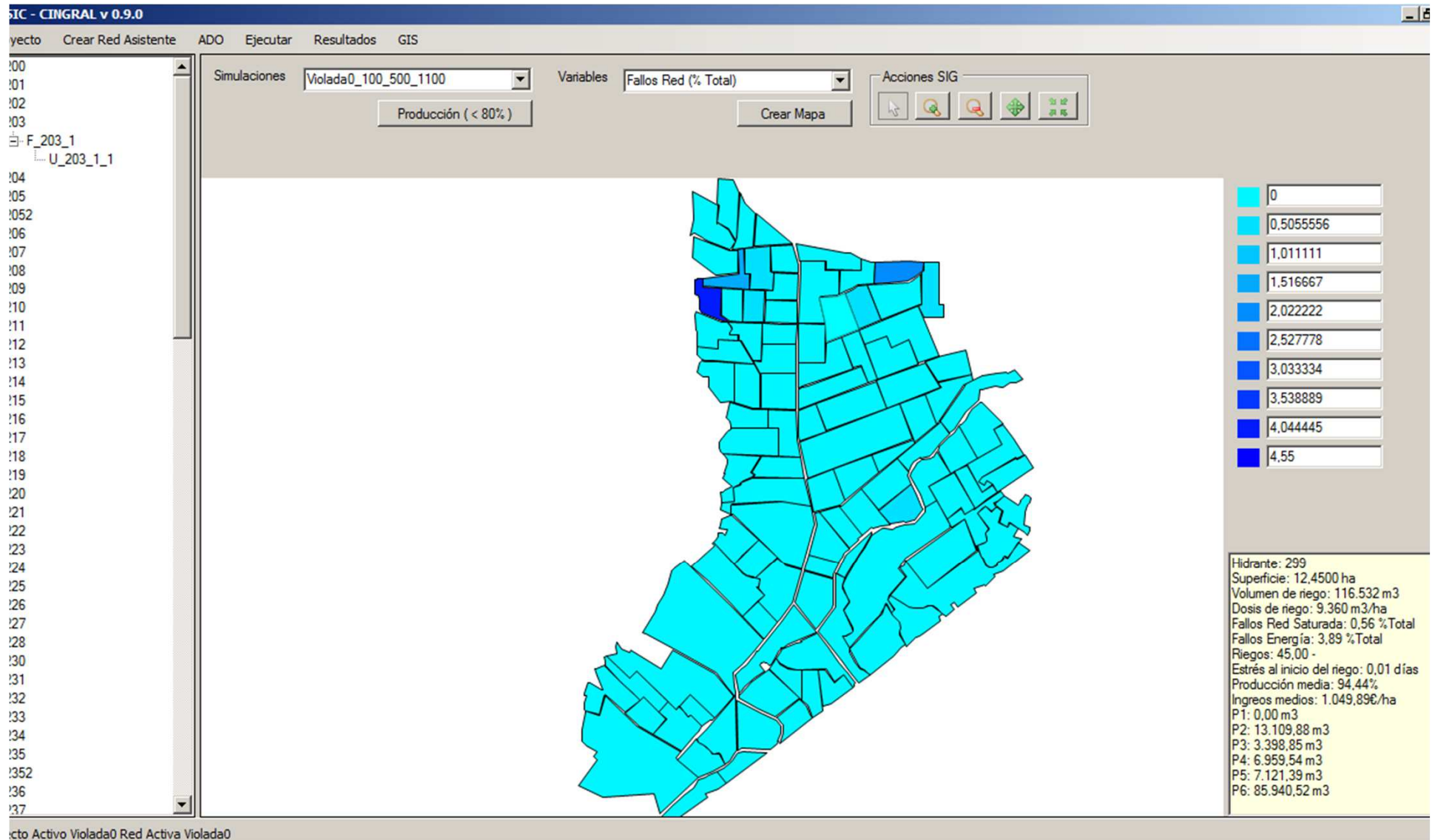
Reducir la dependencia de la energía:

El diseño de la red general

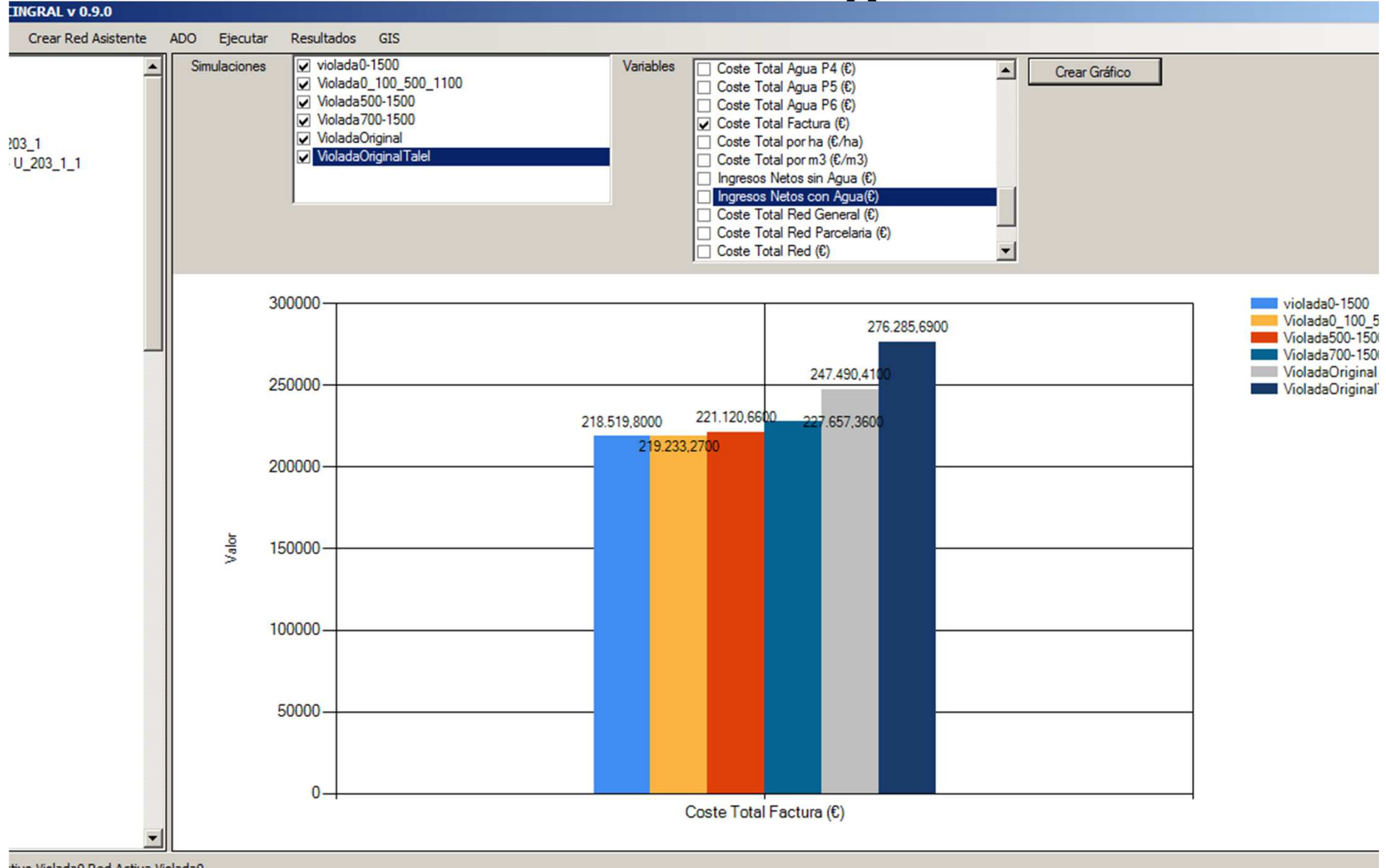


- A estos programas de simulación hidráulica les falta la perspectiva agronómica. ¿Qué pasa si reducimos la presión de trabajo de los emisores?. ¿Qué implicaciones agronómicas y económicas tiene estos nuevos diseños?
- ¿Y si planteamos diseños de zonas de riego de mínimo coste?, ¿qué implicaciones tendrán en los costes de explotación y en las producciones?
- El grupo RAMA lleva trabajando y colaborando con otros grupos de trabajo y empresas para desarrollar herramientas que acoplen la simulación hidráulica con la agronómica. Estas herramientas permiten analizar el efecto del diseño y gestión de la red en la rentabilidad económica del sistema.
- En la convocatoria INNOVA-ARAGÓN 2012 obtuvimos junto a la empresa CINGRAL financiación para desarrollar herramientas de diseño en esta línea.

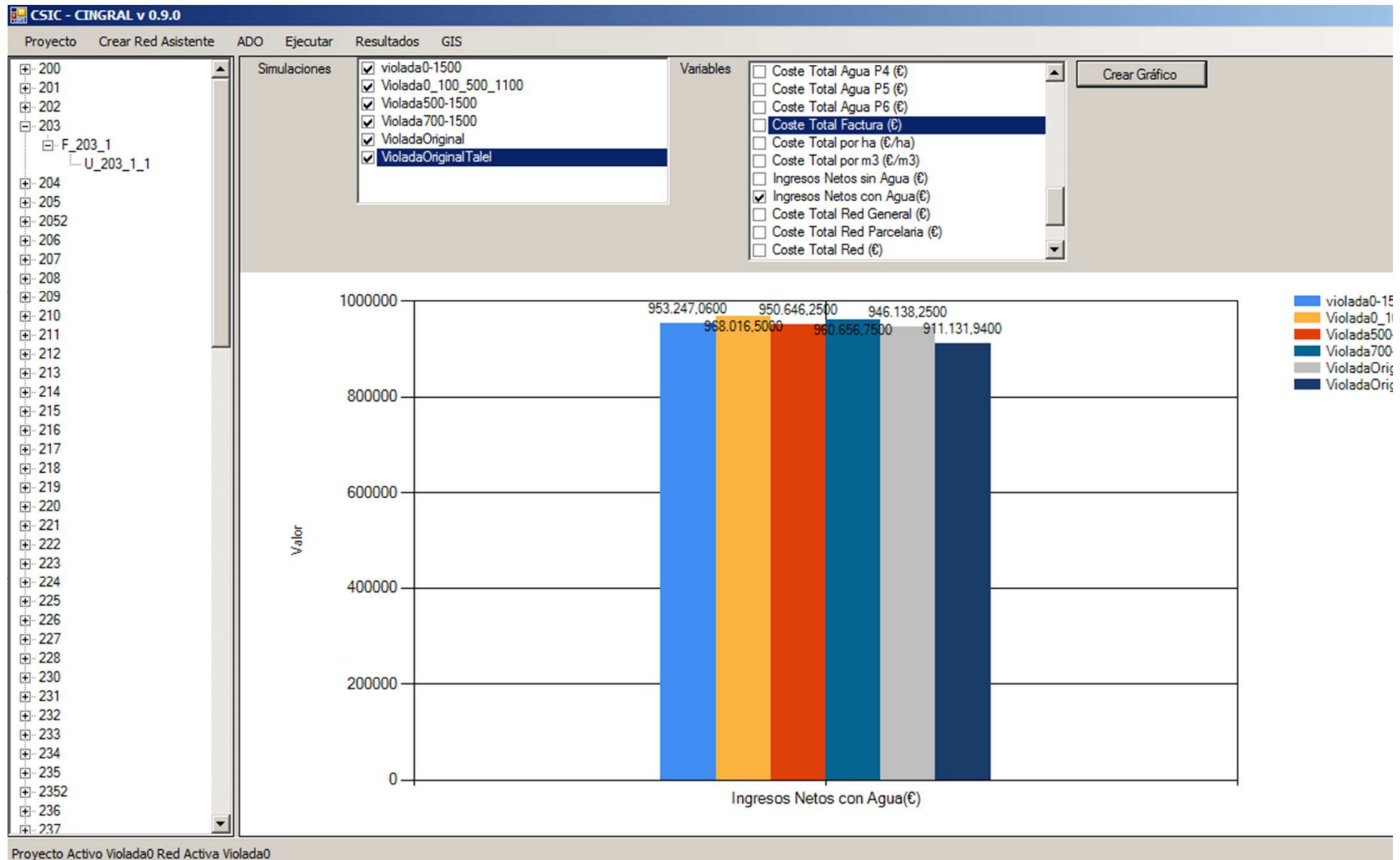
Reducir la dependencia de la energía: El diseño de la red general



Reducir la dependencia de la energía: El diseño de la red general



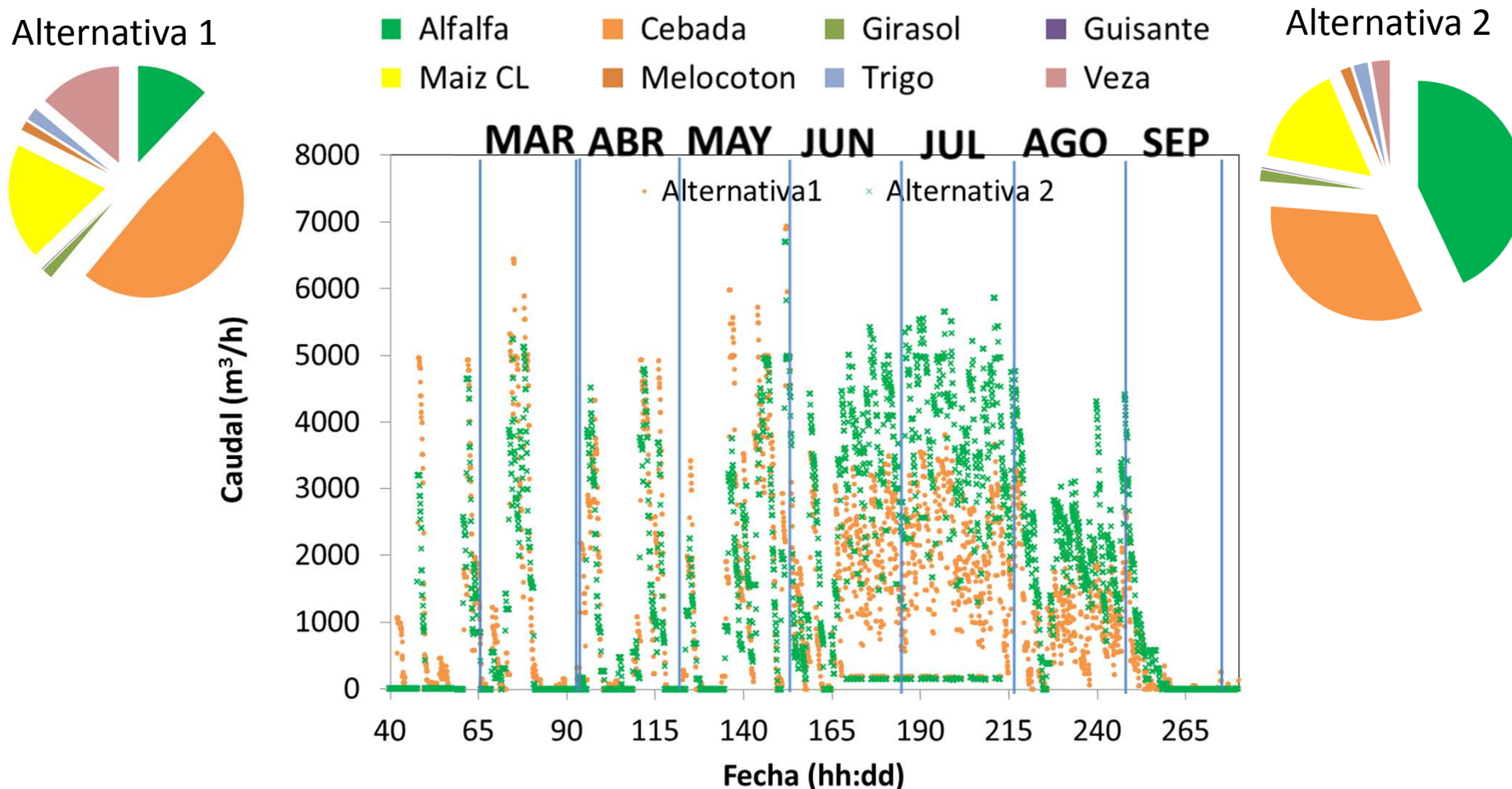
Reducir la dependencia de la energía: El diseño de la red general



Reducir la dependencia energética: La gestión del riego



- La contratación de potencia en cada periodo tarifario debería de revisarse anualmente en función del patrón de cultivos.



Reducir la dependencia energética:



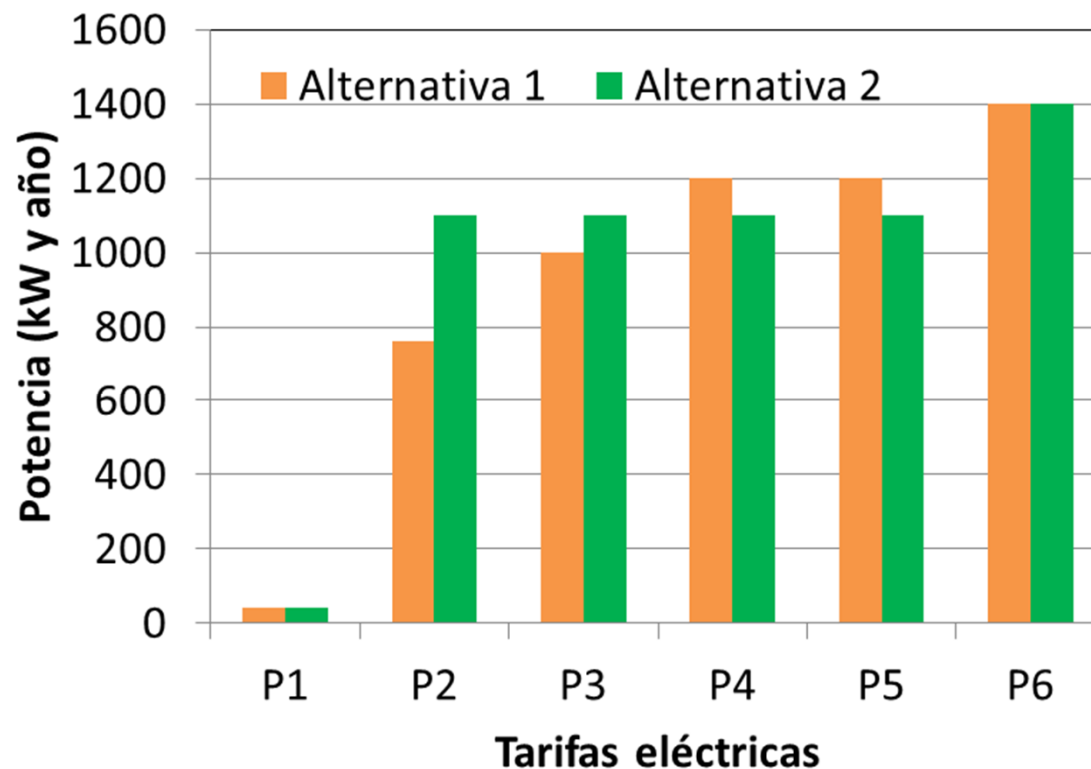
La gestión del riego

Alternativa 1



Alfalfa Cebada Girasol Guisante
Maiz CL Melocoton Trigo Veza

Alternativa 2



kW y año	Alternativa 1	Alternativa 2
P1	40	40
P2	760	1100
P3	1000	1100
P4	1200	1100
P5	1200	1100
P6	1400	1400
COSTE (€/año)	74332	79560

Ahorro 6.5% en el término de Potencia

Reducir la dependencia energética:

La gestión del riego

- El coste de la potencia representa aproximadamente entre 30%-35% de la factura eléctrica, si está bien ajustada.
- La potencia contratada en cada periodo condiciona la organización del riego. Para no tener problemas de penalizaciones por exceso de potencia o por regar en periodos de elevado coste cuando no es necesario, hay que realizar una **gestión del riego negociada**.
- La **gestión negociada** es mucho más sencilla si se dispone de un sistema de telecontrol en activo.

Reducir la dependencia energética:

Energías alternativas

- La energía solar se está posicionando como alternativa a la energía eléctrica en el sector agrícola de regadío.
- En la literatura ya aparecen varios casos de éxito de combinación energía eléctrica-energía solar en comunidades de regantes con unas características muy específicas.
- El almacenamiento sigue siendo un escollo, aunque la utilización de balsas elevadas parece ser la solución más valorada.

CONCLUSIONES

- El diseño de la red parcelaria
 - Reducción de presión en aspersor: Técnicamente pasar de 300 kPa a 200 kPa es viable. Esta reducción es efectiva eléctricamente y será efectiva económicamente si se acompaña de pequeñas intervenciones en la red parcelaria:
 - Cambiar las boquillas a tamaños superiores para conseguir la misma pluviometría.
 - Cambio de los modelos de aspersor por aspersores diseñados para trabajar a baja presión.
 - Revisión de la programación de la EB.
 - **Falta validar agrónomicamente la respuesta de estas medidas mediante ensayos con cultivos.**
- Reducción de pérdidas por transporte y en puntos singulares.

CONCLUSIONES

- El diseño de la red general:
 - Las herramientas de diseño hidráulico nos permiten analizar el funcionamiento hidráulico de la red ante diferentes diseños y gestiones de la misma.
 - Sin embargo, es necesario incorporar la perspectiva agronómica para evaluar la repercusión económica de diseños y gestiones alternativas.
- La estación de bombeo. Es necesario analizar curvas de demanda alternativas que respondan a diferentes patrones de cultivo para diseñar la EB. Importancia de la revisión de los rendimientos de la EB.
- La gestión del riego debe de ser negociada. Las herramientas de simulación facilitan la gestión óptima. Los sistemas de telecontrol facilitan la tarea.
- Las energías alternativas, sobre todo la solar, junto con la energía convencional se barajan como posibles soluciones al ahorro de los costes energéticos.