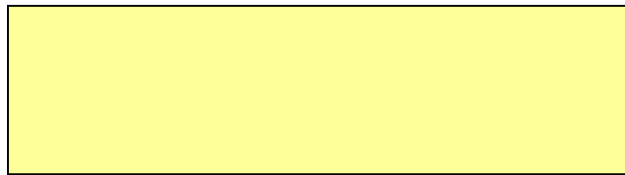


Programa LIFE – Medio Ambiente de la Unión Europea



INFORME

REFUERZO POTENCIALIDADES



ÍNDICE

1 OBJETO.....	3
2 ANTECEDENTES, RESULTADOS Y SINGULARIDADES TÉCNICAS.....	3
3 ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE APLICACIÓN DEL MODELO EN ZONAS VERDES (Parques, jardines y campos de golf)	11
4 CAPTACIÓN DE PLUVIALES Y SISTEMAS TRADICIONALES DE REGULACIÓN HÍDRICA	14
5 POTENCIALIDADES DEL MODELO EN MATERIA ENERGÉTICA.....	16
6 ESCALABILIDAD DEL MODELO	20
7 OTRAS POTENCIALIDADES.....	21





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



1 OBJETO

El presente informe tiene como finalidad exponer, reforzar y fijar las potencialidades del modelo para su posterior transferencia a escala europea. Para el desarrollo del mismo, se ha estimado conveniente estructurar las potencialidades del siguiente modo y forma :

- Antecedentes, resultados y singularidades técnicas del modelo.
- Potencial de aplicación y transferencia.
- Captación de pluviales y sistemas tradicionales de regulación hídrica.
- Potencialidades del modelo en materia energética.
- Escalabilidad del modelo.
- Otras potencialidades.

2 ANTECEDENTES, RESULTADOS Y SINGULARIDADES TÉCNICAS

Tradicionalmente las decisiones de riego en el ámbito de la jardinería y de la agricultura se han tomado con base en la experiencia acumulada, y condicionada en la mayoría de los casos a la disponibilidad de recursos hídricos en el momento de la necesidad. En líneas generales, los sistemas convencionales de gestión del riego utilizados en zonas verdes (césped) solo permiten activar / desactivar el riego y en algunos casos establecer calendarios de riego. No contemplan parámetros como las condiciones climáticas, necesidades hídricas, la ubicación de las plantas, la humedad del suelo ni permiten al usuario realizar cambios de programación a tiempo real desde una central de control, etc. Esta realidad tecnológica, ocasiona a menudo diversos problemas, entre los que destacan; la mala racionalización del agua, estrés hídrico, excesos de riego, etc. En síntesis, se produce un claro empeoramiento de la calidad del césped, un gasto de agua elevado e injustificado e importantes impactos medioambientales negativos, como la contaminación difusa o emisiones derivadas de la necesidad de mover el agua.

En el caso de la agricultura, el avance tecnológico ha permitido desarrollar sistemas automáticos de riego capaces de estimar las necesidades hídricas, y de ofrecer al usuario la posibilidad de materializarlas mediante programaciones de riego (caudal, hora de comienzo y hora de finalización), todo ello, tomando como base los métodos de cálculo indirecto reconocidos internacionalmente (ET y Costello). Ambos métodos, permiten calcular las necesidades hídricas diarias del cultivo teniendo en cuenta parte de los factores que afectan directamente a las plantas (factores climáticos, microclimáticos, de densidad y de especie). No obstante, cabe citar, que la principal carencia que tienen ambos métodos es que no aportan información relativa al % volumétrico de agua existente en el suelo y raíces.



INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164



Este matiz, imposibilita incorporar criterios de fisiología de las plantas a las decisiones de gestión hídrica. Este detalle es importante, pues es posible relacionar indirectamente la cantidad de agua en el suelo con el desarrollo vegetativo y la fotosíntesis, conceptos que son fundamentales para la nueva “gestión de control” y el consecuente ahorro hídrico que se puede obtener.



Analizada la problemática en fase inicial del proyecto se ha procedido al desarrollo de un modelo de gestión y control de riego capaz de obtener ahorros hídricos próximos al 50% respecto de sistemas convencionales. Seguidamente, en fase de experimentación se ha procedido al testado del modelo desarrollado a través de cuatro acciones piloto:

- Césped en jardines públicos
- Césped en zonas verdes privadas.
- Trigo y maíz en agricultura.

En cada de una de las acciones, se ha analizado el ahorro hídrico obtenido, la calidad de los cultivos y el porcentaje de reutilización de pluviales. Simultáneamente, los datos obtenidos se han contrastado con los alcanzados en zona de contraste adyacente dotada del mismo cultivo y de riego convencional, obteniendo los siguientes resultados:

Monte Julia MAIZ

Datos obtenidos en base de testado (0,5 Hectáreas):

MAÍZ MONTE JULIA	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m ³)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	5.000	189	4,17	3.943	1.638	217	47%	41,5%	9,4%	5,5%
Inteligente	5.000	189	2,44	2.305						

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.

ZONA DE RIEGO	Superficie de referencia	m ³ /Ha.	Pluviales (m ³)	m ³ de ahorro (%)	% ahorro por pluviales	Calidad del cultivo
Contraste	Hectárea (Ha.)	7.886	---	----	2,75%	OK (analítica)
Inteligente	Hectárea (Ha.)	4.610	217	3.276 m ³ 41,5 %	4,7 %	OK (analítica)



INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

Monte Julia TRIGO

Datos obtenidos en base de testado (0,5 Hectáreas):

TRIGO MONTE JULIA	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m ³)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	5.000	226	1,09	1.240	491	107	48,2%	39,6%	14,3%	8,6%
Inteligente	5.000	226	0,66	749						

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.

ZONA DE RIEGO	Superficie de referencia	m ³ /Ha.	Pluviales (m ³)	m ³ de ahorro (%)	% ahorro por pluviales	Calidad del cultivo
Contraste	Hectárea (Ha.)	2.480	---	---	4,3%	OK (analítica)
Inteligente	Hectárea (Ha.)	1.498	107	982 m3 39,6 %	7,1 %	OK (analítica)

Soria Natural Maíz

Datos obtenidos en base de testado (0,5 Hectáreas):

MAIZ SORIA	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m ³)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	5.000	184	4,24	3.904	1.646	55	43,6%	42,2%	2,4%	1,4%
Inteligente	5.000	184	2,45	2.258						

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.

ZONA DE RIEGO	Superficie de referencia	m ³ /Ha.	Pluviales (m ³)	m ³ de ahorro (%)	% ahorro por pluviales	Calidad del cultivo
Contraste	Hectárea (Ha.)	7.808	55	3.292 m3 42,2%	0,7%	OK (analítica)
Inteligente	Hectárea (Ha.)	4.516			1,2%	OK (analítica)



INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164



Soria Natural Trigo

Datos obtenidos en base de testado (0,5 Hectáreas):

TRIGO SORIA	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m3)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	5.000	235	1,21	1.426	552	153	48%	38,7%	17,5%	10,7%
Inteligente	5.000	235	0,74	874						

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.

ZONA DE RIEGO	Superficie de referencia	m ³ /Ha.	Pluviales (m ³)	m ³ de ahorro (%)	% ahorro por pluviales	Calidad del cultivo
Contraste	Hectárea (Ha.)	2.852	153	1.104 m3 38,7%	5,4%	OK (analítica)
Inteligente	Hectárea (Ha.)	1.748			8,8%	OK (analítica)

Oliver Césped

Datos obtenidos en base de testado (1 Hectárea):

CÉSPED OLIVER	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales (1 Ha)	m ³ ahorro	Pluviales (m3)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	1 Ha.	365	4,82	17.592	11.074	687	66,9%	62,9%	10,5%	3,9%
Inteligente	1 Ha.	365	1,79	6.518						

Palomar Césped

Datos obtenidos en base de testado (0,5 Hectáreas):

CESPED PALOMAR	Área de testado (m ²)	Días ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m3)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	5000 m2	365	4,58	8363	4423	315	56,7%	52,9%	8%	3,8%
Inteligente	5000 m2	365	2,15	3940						



INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.



ZONA DE RIEGO	Superficie referencia	m ³ /Hect	m ³ pluviales	Ahorro% y en m ³	% ahorro pluviales	Calidad cultivo
Contraste	Hectárea	16726	---	----	1,9%	OK (visual)
Inteligente	Hectárea	7880	315	8846 m³ 52,9 %	4 %	OK (visual)

Logroño Césped

Datos obtenidos en base de testado (0,125 Hectáreas):

CÉSPED LOGROÑO	Área de testado (m ²)	Días de ciclo	l/m ² /día	m ³ Totales	m ³ ahorro	Pluviales (m ³)	Ahorro con pluviales	Ahorro sin pluviales	% de pluviales sobre riego eficiente	% de pluviales sobre riego convencional
Contraste	1.250	346	6,99	3.024	1.537	86	53,7%	50,8%	5,78%	2,84%
Inteligente	1.250	346	3,44	1.487,4						

Extrapolación de datos registrados en superficie de testado, a 1 Hectárea como unidad patrón de referencia.

ZONA DE RIEGO	Superficie referencia	m ³ /Hect	m ³ pluviales	Ahorro% y en m ³	% ahorro pluviales	Calidad cultivo
Contraste	Hectárea	24192	---	----	0,36%	OK (visual)
Inteligente	Hectárea	11899	86	12293 m³ 50,8 %	0,72 %	OK (visual)

El modelo desarrollado en cada una de las experimentaciones puede definirse como similar, si bien, resulta necesario matizar, la existencia de pequeñas diferencias derivadas de las singularidades de cada una de las zonas de actuación. Básicamente, la tecnología propuesta se basa en la implantación de un prototipo integrado por dispositivos y aplicaciones basadas en sistemas expertos (PLC.s y autómatas programables) que permiten la adopción de decisiones de riego eficiente mediante la programación de múltiples lógicas de funcionamiento que atienden el requerimiento hídrico del cultivo sobre sus necesidades específicas estimadas "on line".

El prototipo dispone, entre otros elementos, de una estación concentradora que interroga de forma permanente vía transmisión por radio (telemetría) a las distintas sondas de humedad implantadas en el suelo para analizar los niveles de humedad existentes y su interrelación con la demanda del cultivo concreto



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



De forma paralela, la estación concentradora recibe los datos de una estación meteorológica también integrada en el prototipo (temperatura, velocidad y dirección del viento, pluviometría) con el fin de decidir autónomamente el sistema las decisiones de riego o de inhibición en función de los parámetros de eficiencia existentes en cada momento. Además, el modelo posibilita la posibilidad de gestionarlo a distancia, vía GPRS (alarmas, visibilidad de datos, etc ...). Este conjunto de dispositivos y aplicaciones se complementa e integra con sistemas de recogida, almacenamiento o sistemas de regulación de aguas pluviales para la máxima optimización de agua a través de su reutilización en usos de riego (aljibes y superficies de regulación hídrica). En lo relativo al sistema energético, destaca la autonomía demostrada del mismo a través de energías alternativas (solar-eólica).

A continuación se presenta detalle de estación de clima y sistema de control remoto desarrollado en la actuación de Monte Julia.



Imagen 1 Detalle estación de clima y sistema de control del prototipo

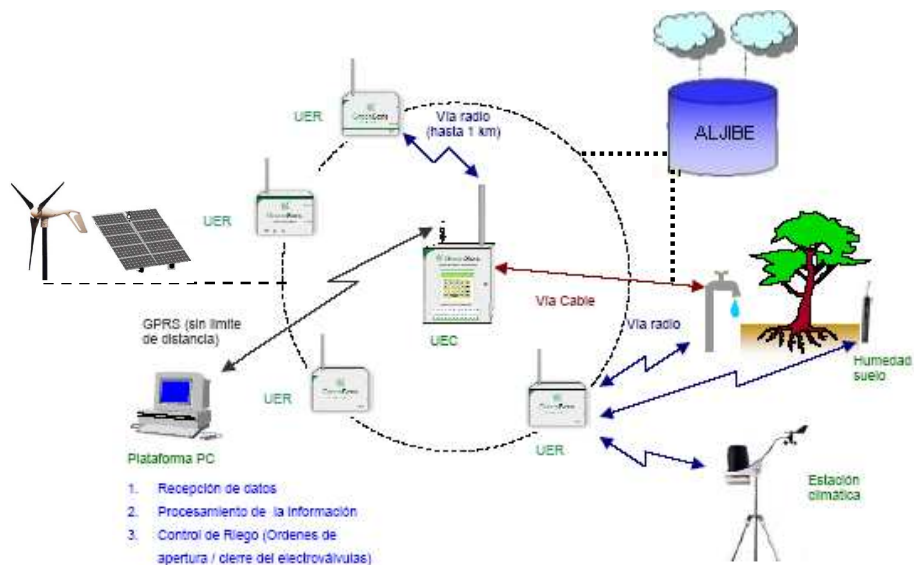


Imagen 2 Sistema de control remoto de riego



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



Además de las singularidades expuestas, destaca la incorporación en el prototipo de novedosos sensores de suelo como herramientas fundamentales para el diagnóstico. Su uso en la experimentación ha permitido conocer el % volumétrico de agua existente en el suelo con una gran fiabilidad y establecer un modelo de control de riego específico según cultivo y acción piloto. A modo de ejemplo, se presenta el modelo desarrollado para el control del riego del césped en la actuación del parque Oliver.

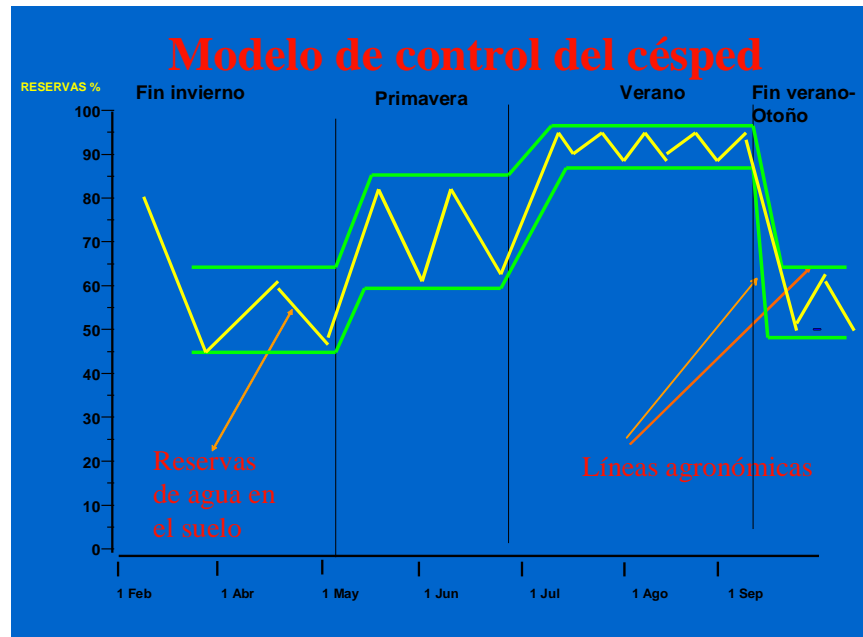


Imagen 3 Modelo de control parque Oliver

Adicionalmente a las particularidades técnicas expuestas, se procede a la exposición de las características técnicas más significativas identificadas en fase de experimentación:

- Posibilidad de marcar la capacidad de campo, la saturación y el punto histórico más seco.
- Capacidad de medir las *reservas de agua en el suelo* en el entorno de las raíces y permitir calcular el porcentaje de las mismas respecto al valor total de reservas. El valor total de reservas de agua en el suelo es definido por el rango comprendido entre los valores históricos máximos y mínimos de humedad. De esta manera una de las posibilidades mayores que ofrece este método de diagnóstico para el ahorro de agua en las distintas estaciones consiste en permitir definir unos niveles de agua en el suelo entre el valor máximo y el mínimo y relacionar estos niveles con los estados paisajísticos de la especie a gestionar. El trabajar con referencias permite hacer una planificación anual consensuada de los niveles ideales a mantener las reservas de agua en el suelo. En el siguiente gráfico puede observarse de manera gráfica el modelo de control del césped utilizado.





INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164



- Posibilidad de evaluar la dinámica de disminución de reservas de agua, del total del suelo o de las diferentes profundidades.
- Caracterización del drenaje del suelo y sus comportamientos en profundidad con lluvias y riegos. Además, cabe citar, que para ayudar a conseguir un máximo ahorro se ha implantado un control de drenaje. Es decir, se han colocado sensores en un nivel de profundidad que es superior al nivel de exploración de las raíces de las especies del jardín y se ha intentado que los riegos no alcancen dicho nivel.
- Ayudar a resolver el “como” regar. Es decir, dependiendo de la profundidad que se quiera alcanzar con el riego, poder estudiar los posibles turnos y combinaciones para decidirse por el turno más eficiente.
- Ayudar indirectamente a resolver el “cuanto” regar.
- Ayudar indirectamente a resolver el “cuando” regar.

Además de la novedad tecnológica expuesta, destacan :

- El sistema envía avisos de cualquier incidencia programada (SMS y mail).
 - a) Avisos de riego: Programados para que se envíen cuando el nivel de humedad en el suelo alcance el nivel mínimo fijado.
 - b) Avisos de lluvia: Programados para que avise que el nivel de humedad en el suelo está por encima del nivel superior. Este caso está pensado para el caso de lluvias, pues es la única forma en que se puede superar el nivel superior.
- El sistema ejecuta alarmas o paros del riego en curso debido a que se alcance un valor en un sensor superior al programado.
 - a) Paro por nivel de humedad: se define en cada momento fenológico un nivel de humedad superior que no se quiere superar. Se produce el paro del riego una vez que se alcanza el nivel de humedad. Se pierde entonces la programación en tiempos del día.
 - b) Paro por viento: se programa un nivel de velocidad de viento a partir del cual se para el riego. El valor es el resultado de que la media de la velocidad en los últimos quince minutos sea superior al valor prefijado.
 - c) Paro por lluvia: se programa el paro del riego si comienza a llover mientras el riego está funcionando.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



3 ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE APLICACIÓN DEL MODELO EN ZONAS VERDES (Parques, jardines y campos de golf)

Testados los excelentes resultados obtenidos en materia de riego eficiente tanto en cultivos (trigo y maíz) y en parques y jardines, se procede a la identificación de posibles aplicaciones en otros sectores. Como premisa de partida, resulta necesario, resaltar la importancia de los resultados de ahorro obtenidos en el riego de parques y jardines, los cuales se sitúan siempre por encima del 50% en un año de extrema sequía. Centrándonos, en el riego de parques y jardines y tomando como ejemplo ilustrativo la superficie en materia de parques y jardines pendiente de desarrollar en la ciudad de Zaragoza (97 Ha) se procede a la estimación del potencial de ahorro hídrico existente, en el supuesto de aplicar íntegramente el modelo. A continuación se detalla el desarrollo y resultado del mismo:

Actualmente, la ciudad de Zaragoza dispone de un área verde urbana calificada de unas 724 Ha, de las que 460,2 Ha, el 63,5% corresponde a Parques (sistemas generales) y el resto a verde/libre local, con lo que se alcanzaría un estándar alto, 12,2 m²/hab. En la realidad, está obtenido el 79% del suelo (363,08 Ha) de parques, y plantado el 59% de lo obtenido y el 46% de lo calificado. Los parques plantados suponen 3,61 m²/hab, que con el verde local llegarían a unos 7,6 m²/hab. Tomando como referencia los datos de relativos a parques, cada zaragozano dispone de media de 3,61 m² de parque, es decir, consume 14,80 l/día*.

Tomando como valor de referencia un consumo medio de 4,1 l/m² día y un ciclo de 365 días sobre las 97 Ha pendientes, se obtiene una necesidad hídrica de 1451605 m³ anuales. Es decir, si aplicamos un ahorro potencial del 50%, se podría llegar a obtener un ahorro de 725802 m³ anuales.

- 3,61m² x 4,1 l/día = 14,80 l/día. (valores medios de referencia nacionales)

Finalmente, cabe citar, que la vigente Ley de Suelo y sus reglamentos estima como aconsejable 5m² de zona verde por habitante y a nivel europeo los estándares empleados se sitúan entre 10-15 m² /habitante.

Reflejado el excelente potencial de aplicación existente en parques y jardines, tanto a escala nacional como europea, se procede al análisis del mismo en materia de campos de golf. En este caso, el horizonte de aplicación se manifiesta igualmente amplio. A escala nacional, la necesidades hídricas por hectárea, varían considerablemente según latitudes y las propias características del campo (especies, dimensiones, técnicas de riego). En lo relativo a la estimación de las necesidades hídricas de referencia (hectárea / año), podemos situarlas entre los 10.000 m³ y 15.000 m³. En cuanto a la extensión de un campo de golf, resulta variable , aunque la media puede situarse entre 50/60 hectáreas (18 hoyos).



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



A escala europea y conforme nos alejamos de las latitudes climáticas semiáridas, el aporte de riego necesario para satisfacer las necesidades hídricas/ hectárea se reduce considerablemente. Además, cabe destacar, que las especies más utilizadas en el diseño de los campos de golf tanto a escala nacional como europea proceden de los países centroeuropeos.



A nivel europeo la cifra de campos de golf federados se sitúa en más de 5400 unidades (registro del 2003). A continuación se presenta detalle de los mismos.

País	Campos de golf	9 hoyos	18 hoyos	18+ hoyos
Alemania	638	148	422	68
Andorra	2	1	1	
Austria	120	29	75	16
Bélgica	62	10	41	11
Bulgaria	4		4	
Chipre	4		4	
Croacia	2	1	1	
Dinamarca	128	11	105	12
Escocia	491	131	322	38
Eslovaquia	6	2	4	
Eslovenia	8	1	7	
España	231	60	149	22
Estonia	7	1	5	1
Finlandia	107	38	51	18
Francia	475	114	304	57
Grecia	5	1	4	
Holanda	158	59	81	18
Hungría	12	5	7	
Inglaterra	1808	58	1670	80
Irlanda	381	81	273	27
Islandia	5	2	2	1
Italia	164	51	93	20





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



País	Campos de golf	9 hoyos	18 hoyos	18+ hoyos
Letonia	2		2	
Lituania	2	1	1	
Luxemburgo	6	2	4	
Malta	1		1	
Noruega	74	40	31	3
País de Gales	165	45	115	5
Polonia	9	2	7	
Portugal	56	7	45	4
República Checa	71	8	62	1
Rumania	2	1	1	
Rusia	2	1	1	
Suecia	124	13	89	22
Suiza	71	18	51	2
Turquía	9	3	5	1
TOTAL	5412	945	4040	427

Sin lugar a dudas, la cifra y extensión de los campos de golf federados a escala europea se presentan como una excelente plataforma de implantación del modelo de riego eficiente desarrollado en el proyecto Optimizagua.

De hecho, tomando como base el estudio específico del potencial de transferencia en un campo de Golf del centro de España (Castilla y León) de 18 hoyos los potenciales de ahorro medio de agua superaran $0,5 \text{ Hm}^3 / \text{año}$.



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



4 CAPTACIÓN DE PLUVIALES Y SISTEMAS TRADICIONALES DE REGULACIÓN HÍDRICA

Como bien es sabido, uno de los aspectos innovadores que plantea el modelo es la captación y almacenaje de agua de pluviales para su posterior utilización en labores de riego. Desde la perspectiva técnica, se ha logrado el objetivo planteado, gracias a la lógica de funcionamiento desarrollada y a los sistemas de captación y almacenamiento implantados. En líneas generales, el grado de reutilización de aguas pluviales materializado puede calificarse como satisfactorio. Además, cabe reseñar, que los valores alcanzados se han obtenido en un año dónde las precipitaciones se han situado en valores sensiblemente inferiores a la media. Esta circunstancia, sin lugar a dudas, ha influido en una menor captación y reutilización de pluviales.

En la siguiente tabla, se presentan estructurados por acción y cultivo los porcentajes de ahorro obtenidos por la reutilización de pluviales. Dicho porcentaje, se ha calculado sobre el riego eficiente tomando en cada caso la superficie en la que se ha desarrollado la experimentación.

	% pluviales sobre riego eficiente CESPED	% pluviales sobre riego eficiente TRIGO	% pluviales sobre riego eficiente MAIZ
MONTE JULIA	-	14,3%	9,4%
SORIA NATURAL	-	17,5%	2,4%
OLIVER	10,5%	-	-
PALOMAR	8%	-	-
LOGROÑO	5,78%	-	-



En cuanto a su potencial de aplicación en futuros modelos a escala europea, se recomienda valorar su adaptación al modelo teniendo en las siguientes consideraciones:

- El porcentaje de ahorro se encuentra directamente relacionado con la pluviometría de la zona objeto.
- Los resultados indicados se han obtenido en un año de extrema sequía. Objetivamente pueden ser incrementados en un 30 % (régimen normal de lluvias).
- Cuanto menores son las necesidades hídricas del cultivo mayor porcentaje de ahorro ofrece. (Xerojardinería).
- Precisa de un óptimo dimensionamiento de la zona de captación, aljibe y área de riego, las cuales, deben encontrarse próximas, para reducir al máximo los costes derivados del transporte del





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

agua pluvial. Como principio, se recomienda el transporte por gravedad.

- e) La instalación debe de cumplir la normativa referente a la legionela.
- f) El ratio coste/ beneficio ambiental puede ser asumible previo estudio de requerimientos hídricos y acotado de superficie óptima en función de pluviometría.
- g) La implantación del modelo contribuye a la reducción de la cuota de vertido ya que el agua pluvial se utiliza para labores de riego sin necesidad de ser depurada.
- h) A escala europea debemos de tener en cuenta la diferencia climatológica existente. Sin lugar a dudas, en la Europa septentrional los valores relativos a la captación de pluviales se muestran más ventajosos.
- i) La implantación del modelo se presenta como una gran oportunidad de desarrollo de cultivos con valor añadido, como por ejemplo; viñedo, frutal, plantas aromáticas y medicinal ... en zonas áridas (Europa mediterránea) en la aplicación de riego eficiente combinado con la reutilización de pluviales resultaría inviable.
- j) Adicionalmente a los valores presentados se deben valorar otros aspectos no tangibles, tales como , la generación de láminas de agua (aljibes abiertos), homogeneización de la calidad paisajística, fijación del suelo, etcétera.
- k) Tomando como referencia los resultados alcanzados en la acción demostrativa desarrollada en residencial “El Avión” se debe tomar como superficie mínima de implantación 2000 m² (césped) , si bien, cabe matizar, que dicha superficie puede ser valida para otros cultivos , como por ejemplo, plantas medicinales, aromáticas ...





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

5 POTENCIALIDADES DEL MODELO EN MATERIA ENERGÉTICA

En materia energética el modelo desarrollado ha demostrado un elevado grado de adaptabilidad, versatilidad y autonomía en todas y cada una de las acciones piloto. En función de las necesidades energéticas se ha optado por sistemas combinados (solar-eólica) o por la instalación de paneles fotovoltaicos.

Como bien es sabido, los sistemas de gestión de riego convencionales empleados en parques y jardines suelen emplear la red eléctrica, y en líneas generales su funcionamiento es satisfactorio, a pesar de que estén sujetos a las debilidades del mismo, siendo las más relevantes:

- Cortes de red no programados.
- Emisiones de CO₂ ,a razón de 0,507 Kg de CO₂ / Kwh.

La situación en los campos de cultivo, suele caracterizarse por el aislamiento de los mismos de la red eléctrica. Por ello, en la mayoría de los casos los agricultores se ven abocados al uso de grupos electrógeno, para satisfacer las necesidades energéticas derivadas del transporte del agua (bombeo), con la consiguiente emisión de CO₂, NO_x y SO₂, derivada del uso de hidrocarburos.

La situación, en el caso de los campos de golf , resulta muy variable, y se encuentra directamente relacionada con la ubicación del mismo , pero en ninguno de los casos exento de las debilidades expuestas e inherentes en los sistemas de gestión de riego tradicionales.

Analizados los valores medios de autonomía alcanzados según acción piloto y sistema energético podemos afirmar que el modelo desarrollado posee ventajas técnico – medioambientales significativas sobre los sistemas tradicionales de gestión de riego. Asimismo, resuelve satisfactoriamente la problemática asociada a los sistemas convencionales. De los resultados obtenidos se desprende la plena autonomía energética del modelo, así como, su versatilidad y adaptabilidad al medio. Además, se ha demostrado la idoneidad del modelo en escenarios de actuación con necesidades energéticas elevadas , derivadas de la necesidad de transportar recursos hídricos (bombeo de agua). El comportamiento del mismos en escenarios con inferiores necesidades energéticas ha sido igualmente satisfactorio, por consiguiente, queda demostrada su versatilidad y capacidad de adaptabilidad.

Sin lugar a dudas, el modelo desarrollado se presenta como la solución idónea en escenarios de actuación carentes de energía eléctrica. Esta circunstancia, se da en mayor medida en la agricultura y en campos de golf. Igualmente, cabe reseñar, el excelente comportamiento del modelo en las labores relativas al transporte de recursos hídricos (bombeo de agua) , circunstancia muy común en la agricultura.



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

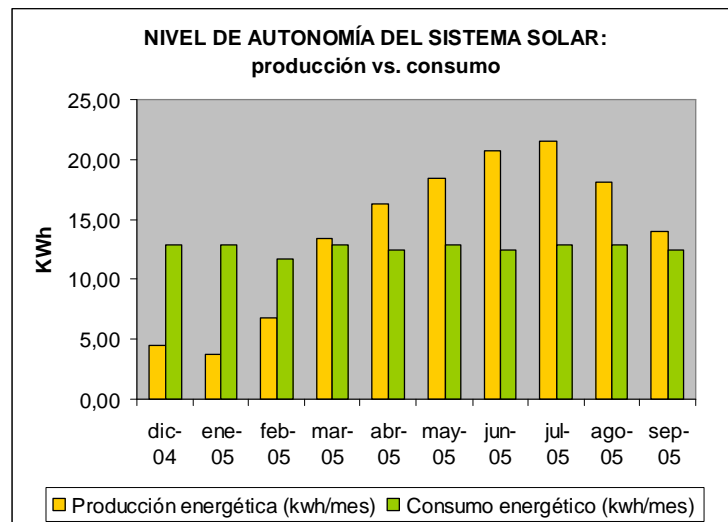
INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



A modo de ejemplo ilustrativo, se procede a la exposición de resultados en materia de autonomía energética alcanzada en cada una de las actuaciones desarrolladas:

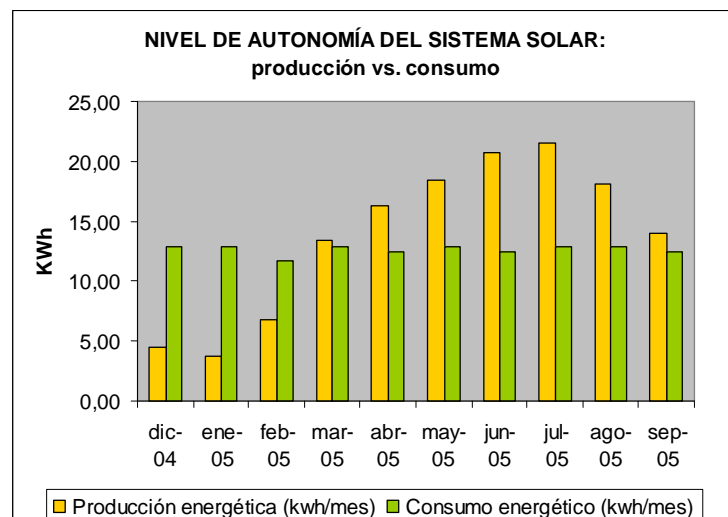
Parque Oliver

- Sistema energético formado por paneles solares dirigidos al abastecimiento de los dispositivos del modelo. No se precisa de bombeo de agua. Se ha alcanzado un promedio de autonomía energética del 108%.



Parque Palomar

- Sistema energético formado por paneles solares dirigidos al abastecimiento de los dispositivos del modelo. No se precisa de bombeo de agua. Se ha alcanzado un promedio de autonomía energética cercana al 110%.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

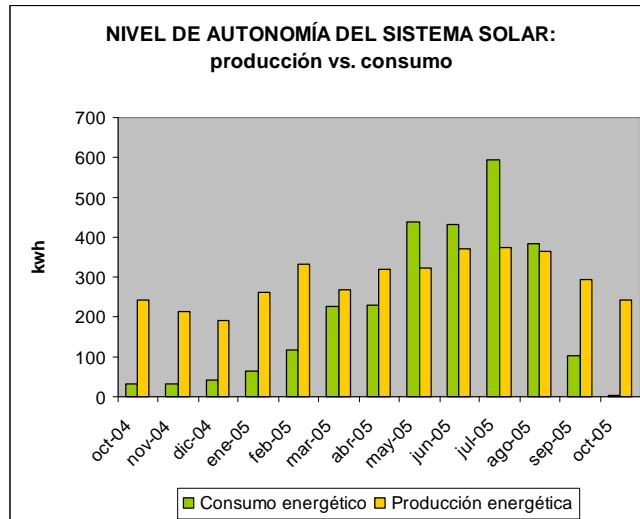
INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



Turismo, Medio Ambiente y
Política Territorial

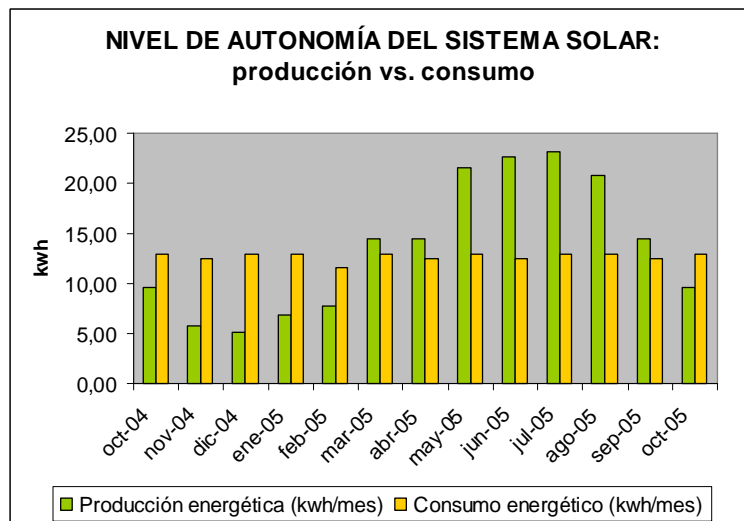
Soria Natural (sistema híbrido, matizar)

- Sistema energético híbrido, compuesto de paneles solares y aerogenerador. El transporte de las aguas pluviales almacenadas se realiza a través de bomba sumergible. Se ha obtenido un promedio de autonomía energética superior al 140%.



Monte julia

- Sistema energético formado por paneles solares dirigidos al abastecimiento de los dispositivos del modelo. No se precisa de bombeo de agua. Se ha alcanzado un promedio de autonomía energética del 106 %.





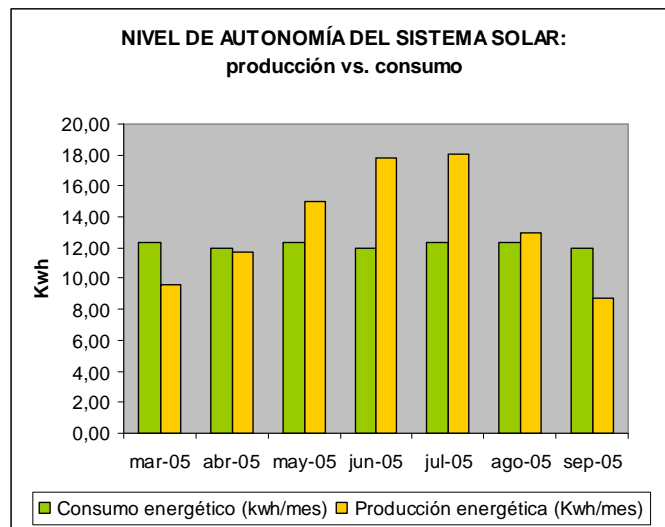
OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



Logroño

- Sistema energético formado por paneles solares dirigidos al abastecimiento de los dispositivos del modelo. No se precisa de bombeo de agua. Se ha alcanzado un promedio de autonomía energética superior al 110 %.





OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES



6 ESCALABILIDAD DEL MODELO

Con independencia de los excelentes resultados alcanzados en materia de funcionalidad, fiabilidad y robustez del modelo en cada una de las acciones piloto, resulta necesario resaltar, el excelente grado de escalabilidad demostrado. Esta característica técnica, junto con la plena autonomía energética del modelo y la capacidad del mismo en lo relativo a la transmisión de datos vía radio (telemetría), han jugado un papel muy importante en la fase de experimentación permitiendo abordar exitosamente acciones piloto de naturaleza muy dispar, sin necesidad de realizar modificaciones sustanciales. Sin lugar a dudas, la sinergia de las características mencionadas dotan al modelo de un potencial de escalabilidad reseñable, garantizando al mismo tiempo, la adaptabilidad del mismo en cualquier área de testado con un coste adicional razonable. La configuración actual de los prototipos (concentradora) permite controlar hasta 99 unidades remotas y estas a su vez disponen de 8 salidas / unidad remota para controlar electroválvulas o sondas de humedad. Esta característica intrínseca, demuestra la escalabilidad del modelo en su actual configuración y garantiza la aplicación del mismo en grandes extensiones, con independencia de que esta se conforme a través de una única parcela o de múltiples. Esta última circunstancia, hace posible contemplar la posibilidad de plantear el uso compartido del prototipo entre varios agricultores con intereses comunes.

Complementariamente a los argumentos indicados destacan de forma complementaria los factores económicos ligados a la escalabilidad como potencial de gran interés para la transferencia efectiva. Un estudio de partida sobre el que será analizado el excelente ratio coste/ beneficio ambiental, hace resaltar la economía de escala del prototipo que permite multiplicar extensiones y beneficios ambientales de la tecnología sin que el sobrecoste se incremente en proporciones considerables. Tomando como referencia las acciones demostrativas realizadas en césped, podemos afirmar que doblando la inversión se podría quintuplicar la superficie de zona verde.



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

7 OTRAS POTENCIALIDADES

- a) **Generación de células de regadío en zonas con escasos recursos hídricos, apoyadas en pequeños sondeos que permitan la acumulación invernal mediante aerobombas.**

Esta potencialidad, se presenta especialmente interesante en cultivos estratégicos con alto valor añadido, plantas aromáticas, medicinales, cultivos truferos, etc. Asimismo, la combinación de estas estructuras de almacenaje con sistemas de máxima optimización en riego como es microaspersión y riego por goteo multiplican aún más su eficiencia, ya que permiten el aumento de las superficies de riego de un modo muy importante sin disminuir en absoluto su efectividad.

- b) **Posibilidad de combinar el modelo con técnicas de lucha contra heladas.**

Los datos reportados por la estación climática combinados con la utilización de sistemas programables que nos permite fijar límites que nos avisen de lo que sucede en los campos de cultivo (parcelas, parques y jardines) y que a su vez puedan activar mecanismos de defensa contra las heladas u otros parámetros climáticos (colocación de sombreros, apertura de mecanismos de aireación, inyección de nutrientes en el riego por goteo, etc.)

- c) **Posibilidad de combinar el modelo con técnicas de aportación de nutrientes y drenabilidad.**

Dada la excelente información fisiológica del cultivo que nos reporta el modelo se identifica como potencialidad la posibilidad de utilizarla en la toma de decisiones relativas a las labores de aportación de nutrientes. Cabe indicar, que la actual tecnología permite evaluar la drenabilidad del terreno.

- d) **Posibilidad de gestionar fincas alejadas geográficamente.**

Con una simple conexión a internet podemos conocer el estado del cultivo e incluso abrir de forma manual por control remoto las válvulas si ello se considerase necesario.

- e) **Gestión y control del stress hídrico**

Sin lugar a dudas, la información suministrada por el prototipo relativa a la actividad fisiológica del cultivo puede contribuir a la gestión y control del stress hídrico de la planta. Esta potencialidad, se presenta especialmente interesante en ciertos cultivos, tales como, las plantas medicinales, donde trabajar sobre el stress hídrico de las plantas presenta importantes ventajas, ya que permite actuar sobre las tasas de síntesis de ciertos metabolitos, pudiendo forzar el cultivo a desequilibrar su biosíntesis en aras de una mayor producción de un determinado principio activo.



OPTIMIZAGUA
LIFE03 ENV/E/000164

INFORME REFUERZO POTENCIALIDADES

f) Generación de diagnósticos de tratamiento con especialistas a distancia.

La posibilidad que permite el envío de los históricos tanto a nivel de gráficos, tablas e imágenes de los cultivos vía internet puede permitir la realización de diagnósticos a distancia ,así como, el envío de información relativa a evolución de plagas.

g) Usos del prototipo en la gestión hídrica de cultivos minoritarios (frutales, leñosos o arbustivos...)

Sin ningún genero de dudas, cultivos como el maíz y el trigo han sido ampliamente estudiados y se conocen todos los aspectos de su ecología. Sin embargo, en otros cultivos más minoritarios estos aspectos son más desconocidos. La implantación de *dendómetros permitiría hacer extensivo el uso del prototipo en otros cultivos.

*Sensores instalados sobre la misma planta que informan del stress hídrico de ésta mediante medidas de precisión sobre la turgencia de sus ramos o tallos.

h) Modelización de Kits óptimos para la transferencia

El modelo permite la generación de Kits. Dicha singularidad, permite asegurar el éxito de su implantación y optimizar su coste. Se distinguen tres modelos de Kits:

- Kit dirigido a la implantación en urbanizaciones privadas dotadas de zona verde < 0,5 Hct .
- Kit para agricultura para extensiones comprendidas entre 5 y 10 Hct.
- Kit dirigido a parques y jardines compuesta de zona verde comprendida entre 0,5 y 10 Hct.

