

**LA OPTIMIZACIÓN DEL TIPO DE REGADÍO EN RELACIÓN  
CON LA DISPONIBILIDAD Y EFICIENCIA EN EL USO  
DEL AGUA EN ESPAÑA**

**Juan Almagro Costa**

# **LA OPTIMIZACIÓN DEL TIPO DE REGADÍO EN RELACIÓN CON LA DISPONIBILIDAD Y EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA EN ESPAÑA.**

**Juan Almagro Costa.**  
**Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.**  
**Ex Funcionario del Ayuntamiento de Murcia.**  
**Ex Funcionario del Cuerpo Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos del Estado.**  
**Ex Profesor Asociado en la E.T.S. de Ingenieros de C.C. Y P. de Ciudad Real. Ingeniería del Agua.**

## **ANTECEDENTES**

Considero que es oportuno plantear en esta Jornada de: “AGUA Y SOSTENIBILIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CUENCAS DEFICITARIAS”, que organiza la Cátedra del Agua y la Sostenibilidad y el Instituto del Agua y del Medio Ambiente, el dilema de que los recursos disponibles son escasos, o bien el uso del agua en el regadío es ineficiente, y se derrocha agua con el cultivo de cosechas nada rentables, ergo, no es sostenible.

Hace muchos años, en 1980, me ocupé del Servicio de Aguas del Ayuntamiento de Murcia, y pude comprobar en primera persona hasta donde había llegado la ineficacia en ese servicio. El asunto era más alarmante en tanto en cuanto se me había encomendado la transformación de la gestión del mismo, en lo que luego vendrá en ser la Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento, S.A., EMUASA, y que se consiguió en 1983.

Los primeros datos que llegaron a mi mesa fueron que la facturación del volumen de agua distribuido y suministrado, contabilizado a efectos de ingresos, apenas alcanzaba el 40% del volumen de agua en alta introducido en el sistema general, y, por otra parte, que la dotación en litros/habitante/día se iba incrementando de año en año, sin causa o razón alguna, siendo en 1980 del orden de los 480 litros/habitante/día. Representando en abscisas los años, y en ordenadas la dotación, se obtuvo una recta ascendente, con incremento anual, desde hacía, al menos, 10 años.

Adoptadas solo unas cuantas medidas de control, y sin medios financieros, materiales y humanos, pude conseguir que esa línea ascendente quebrase y en 1983 la dotación en l/h/d fuese inferior a la de 1982, ¡se había conseguido la inflexión!

Posteriormente, como funcionario del Estado, ocupado de la gestión del dominio público hidráulico en la C.H. del Guadiana, la colocación de 5.000 caudalímetros, con el control de 87.000 ha, se pudo articular un plan de seguimiento de la sobreexplotación de los sistemas acuíferos de LA MANCHA OCCIDENTAL y CAMPO DE MONTIEL.

### **EL INFORME ESYRCE 2004-2014**

El Ministro de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente publicó, en 2015, el INFORME SOBRE REGADÍOS EN ESPAÑA, que utilizó como fuente de datos la ENCUESTA SOBRE SUPERFICIES Y RENDIMIENTOS DE CULTIVOS EN ESPAÑA (ESYRCE), sobre los sistemas de riego utilizados en los cultivos y las parcelas que las ocupaban, década 2004-2014.

Los resultados que se ofrecen en ese informe **caracterizan el regadío en España**, gracias al establecimiento de relaciones entre los principales sistemas de riego utilizados en la agricultura española a los niveles sectorial y territorial, mediante el análisis de los principales grupos de cultivo en regadío y al estudio de la distribución territorial de dichos sistemas de riego en aquellas Comunidades Autónomas donde la superficie irrigada tiene especial importancia.

Asimismo, se puede observar la evolución de los distintos sistemas de riego a lo largo de los últimos años, en los que destaca el aumento de superficie regada mediante el sistema de riego localizado mucho más eficiente y con unas demandas de agua muy contenidas, en detrimento de la superficie regada mediante el sistema de gravedad y en la que el consumo de agua es mucho mayor.

El informe se estructura básicamente en tres apartados, haciendo referencia en cada uno de los mismos a los siguientes cuatro tipos de regadío : **gravedad**, **aspersión**, **automotriz** y **localizado**.

- a) Se presenta una descripción de **los datos relativos a los cuatro tipos de regadíos, anteriormente mencionados, en España durante el año 2014** junto con una descripción de la distribución de las superficies regadas tanto por Comunidades Autónomas como por grandes grupos de cultivos (cereales, cítricos, forrajeros, frutales, hortalizas, industriales, leguminosas, olivar, tubérculos y viñedo).

b) Se analiza la **evolución de los distintos tipos de regadíos durante el último año 2014 respecto tanto al año anterior como al período 2004-14**. Se presenta también la evolución del regadío en algunos cultivos representativos y de gran importancia económica tales como maíz, olivar, viñedo transformación, cítricos y frutales hueso.

c) Se incluye una **presentación de resultados de las principales Comunidades Autónomas en lo que al regadío se refiere** (Andalucía, Aragón, Canarias, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana, Extremadura y Murcia). En cada uno de los análisis autonómicos, se estudia la situación y evolución de los 4 tipos de riego y se indican los principales cultivos en regadío de cada una de estas Comunidades.

Nos parece de interés la TABLA 1 que se expone a continuación, con la distribución regional de la superficie de riego en su relación con la superficie total de cultivo y la correspondiente territorial.

**TABLA 1**

FUENTE : ESYRCE

COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUPERFICIE REGADÍO (ha)	TOTAL SUPERFICIE CULTIVO (ha)	SUPERFICIE GEOGRÁFICA (ha)	SUPERFICIE REGADÍO / SUPERFICIE CULTIVO (%)	SUPERFICIE REGADÍO / SUPERFICIE TOTAL (%)
Galicia	17.720	373.863	2.957.469	4,74	0,60
Asturias	622	23.481	1.060.246	2,65	0,06
Cantabria	307	7.449	532.654	4,13	0,06
Euskadi	6.685	82.486	723.034	8,10	0,92
Navarra	95.960	327.894	1.039.036	29,27	9,24
La Rioja	52.925	158.617	504.525	33,37	10,49
Aragón	394.426	1.782.118	4.772.025	22,13	8,27
Cataluña	251.070	826.053	3.209.053	30,39	7,82
Baleares	19.162	173.269	499.166	11,06	3,84
Castilla y León	441.348	3.541.121	9.422.689	12,46	4,68
Madrid	18.429	207.229	802.769	8,89	2,30
Castilla- La Mancha	504.441	3.698.388	7.946.198	13,64	6,35
C. Valenciana	285.701	643.293	2.325.449	44,41	12,29

Región de Murcia	184.575	476.764	1.131.391	38,71	16,31
Extremadura	259.080	1.079.892	4.163.450	23,99	6,22
Andalucía	1.048.240	3.532.846	8.759.697	29,67	11,97
Canarias	24.430	43.197	744.695	56,56	3,28
TOTAL GENERAL	3.605.121	16.977.960	50.593.546	21,23	7.13

Creo oportuno llamar la atención sobre el ratio : Superficie de Regadío/Superficie de Cultivo. Ordenado de mayor a menor, los tres primeros son :

- 1) Canarias ..... 56,56%
- 2) Comunidad Valenciana ..... 44,41%
- 3) Región de Murcia ..... 38,71%

No es menos significativo si ordenamos el ratio : Superficie de Regadíos/Superficie Total, que ofrece el siguiente resultado :

- 1) Región de Murcia ..... 16,31%
- 2) Comunidad Valenciana ..... 12,29%
- 3) Andalucía ..... 11,97%

Comprobamos que en las dos tablas se hacen notar la Región de Murcia y la Comunidad Valenciana, y comprobando que la Región de Murcia se sitúa al sur de la Comunidad Valenciana, sin solución de continuidad, es obligado fijar nuestra atención en ese arco Mediterráneo, ejemplo de productividad en la agricultura de regadío, donde el manejo del agua y su gobernanza ha sido, y sigue siendo, la razón de vivir.

## **TIPOLOGÍA DE REGADÍO EN ESPAÑA**

Los principales tipos de regadío en España se muestran en la Tabla 2 que se presenta a continuación y se corresponden con los distintos sistemas de regadío: El sistema Localizado (1.756.138 ha – 48,71% del total) y Gravedad (986.463 ha – 27,36% del total). Ambos sistemas suponen el 76,1% de la superficie regada en los regadíos españoles. A continuación, se sitúan el sistema de Aspersión (557.935 ha – 15,48%) y Automotriz (304.254 ha – 8,44%). En esta tabla así

como en el resto del documento, salvo que se haga mención explícita de lo contrario, la superficie de riego localizado incluye la superficie bajo invernadero y en la superficie regada total se han excluido las superficies regadas de chopo y prados.

TABLA 2 Tipos de regadío en España. Año 2014

Fuente : ESYRCE

Tipos de Regadío	Superficie ha	Superficie %
	Ha	%
Gravedad	986.463	27,36%
Aspersión	557.935	15,48%
Automotriz	304.254	8,44%
Localizado	1.756.138	48,71%
Sin información y otros	330	0,01%
TOTAL	3.605.121	100,00%

Comprobamos que el tipo de regadío localizado, a 31 de diciembre de 2014, alcanza ya las 1.756.138 ha, o bien el 48,71% de la superficie regable total, es decir, nos aproximamos al 50%.

Sin embargo, con preocupación, también comprobamos que el tipo de regadío por gravedad, todavía son 986.463 ha, que representa el 27,36%, casi 1.000.000 ha, aún se riegan por el tipo de regadío por gravedad.

Si ahora ordenamos en valor absoluto la superficie regada por Comunidades Autónomas, de mayor a menor, formamos la Tabla 3, a continuación :

TABLA 3

Fuente : ESYRCE

ORDEN	COMUNIDAD AUTÓNOMA	SUPERFICIE REGADA (ha)	% del TOTAL NACIONAL
1	Andalucía	1.048.240	29,08
2	Castilla – La Mancha	504.441	13,99
3	Castilla y León	441.348	12,24
4	Aragón	394.426	10,94
5	Comunidad Valenciana	285.701	7,92
6	Extremadura	259.080	7,18
7	Cataluña	251.070	6,96
8	Región de Murcia	184.575	5,12
9	TOTAL	3.368.881	93,45

La radiografía de cada Comunidad Autónoma en relación a la tipología de Regadío, nos muestra territorialmente donde se plasma la mayor eficacia y eficiencia en el uso y gestión del agua, medida esta variable según el tipo de regadío localizado, que forman la Tabla 4, a continuación, siguiendo el orden anterior:

TABLA 4

Fuente : Elaboración propia

ORDEN	COMUNIDAD AUTÓNOMA	GRAVEDAD		ASPERSION		AUTOMOTRIZ		LOCALIZADO		TOTAL (ha)
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
1	ANDALUCÍA	182.242	17,39	73.128	7,00	16.468	1,61	776.391	74,00	1.048.229
2	CASTILLA – LA MANCHA	28.170	5,60	108.395	21,50	83.835	16,60	284.041	56,30	504.441
3	CASTILLA Y LEÓN	141.770	32,17	138.334	31,40	137.151	31,01	23.947	5,42	441.202
4	ARAGÓN	196.337	49,80	108.906	27,62	33.805	8,54	55.377	14,04	394.425
5	COMUNIDAD VALENCIANA	91.585	32,06	1.833	0,64	12		192.267	67,30	285.607
6	EXTREMADURA	98.574	38,05	31.099	12,0	16.535	6,38	112.871	43,57	259.079
7	CATALUÑA	126.176	50,26	26.154	10,41	11.883	4,73	86.858	34,60	251.071
8	REGIÓN DE MURCIA	29.503	15,99	2.148	1,16	4		152.919	82,85	184.574
9	NAVARRA	50.807	53,0	24.148	25,16	1.844	1,92	19.160	19,92	95.959
10	LA RIOJA	12.491	23,60	20.131	38,04			20.303	38,36	52.925
11	SUMA	957.655		534.276		301.537		1.724.134		3.517.602

Hemos incorporado las diez primeras Comunidades Autónomas en orden a la superficie de regadío, que representan un total de 3.517.602 ha, del total de las 3.605.121 ha; lo que representa el 97,57%.

Para poder conocer donde se usa el agua con mayor eficiencia territorialmente; y donde se ubican los nichos con mayores dotaciones de agua por hectárea, ordenamos a continuación, de mayor a menor, las CC.AA. según los mayores porcentajes de superficie regada por **gravedad**, **aspersión**, y **localizado**, Tabla 5.

**TABLA 5** Fuente : Elaboración propia

GRAVEDAD		ASPERSION		LOCALIZADO	
(%)	Comunidad Autónoma	(%)	Comunidad Autónoma	(%)	Comunidad Autónoma
53,0	Navarra	38,04	La Rioja	82,85	Región de Murcia
50,26	Cataluña	31,40	Castilla y León	74,00	Andalucía
49,80	Aragón	27,62	Aragón	67,30	Comunidad Valenciana
38,05	Extremadura	25,16	Navarra	56,30	Castilla – La Mancha

Un resultado contundente que ofrece este análisis, sin ninguna duda, es ese 82,85% de la superficie de regadío localizado, sobre el total de la superficie regable, que se hace en la REGIÓN DE MURCIA, y, por ende, en la cuenca hidrográfica del Segura.

A mayor abundamiento, si consideramos que los regadíos tradicionales en Murcia eran los de gravedad, desde que se iniciaron hace más de 1.000 años, en época musulmana, con la formación del sistema general de acequias y azarbes, debemos valorar más el gran esfuerzo realizado para conseguir esa eficiencia en las tierras regables.

Tomando así la Región de Murcia como referencia, y al Estado de Israel como sociedad técnicamente avanzada en la especialidad del tipo de regadío localizado, podemos estimar el volumen de agua que puede generarse o ahorrarse en algunas zonas y territorios de España, y conseguir una gestión del agua más ética.

### **GASTO DE VOLUMEN DE AGUA EN EXCESO**

En este trabajo, mi paradigma científico de referencia es el hecho del conocimiento de la enorme cantidad de agricultura de regadío con las tipologías de GRAVEDAD y ASPERSIÓN que aún se vienen practicando, y por otra parte, la ciencia y el conocimiento científico disponible, para



conseguir cosechas con el mínimo volumen de agua posible, en el concepto de que el agua debe ser suministrado, en exclusiva, al sistema radicular que desarrolla la planta. Regar no es llevar agua a una superficie de terreno, sino al sistema radicular de la planta.

Superficie total regada por gravedad ..... 986.463 ha

Superficie total regada por aspersión + automotriz ..... 862.189 ha

Disponemos en las bibliotecas de gran número de documentos, estudios e investigaciones publicadas, relacionadas con la dotaciones de agua para conseguir cada cosecha, con los tipos de gravedad, aspersión y automotriz, y los caudales de agua de retorno, siempre, claro según la evapotranspiración real y potencial.

Dado que pretendo ofrecer unos resultados con un alto porcentaje de certeza, aunque siempre criticables, (faltaría más), adopto como hipótesis de partida los siguientes ratios :

Dotación media regadío gravedad ..... 6.500 m<sup>3</sup>/ha

Dotación media regadío aspersión – automotriz ..... 5.000 m<sup>3</sup>/ha

Coefficiente de ahorro localizado/gravedad ..... 0,50

Coefficiente de ahorro localizado/aspersión-automotriz ..... 0,40

Coefficiente de retorno regadío gravedad ..... 0,10

Según estos parámetros, se obtiene :

VOLUMEN DE AGUA DEMANDADO PARA REGADÍO POR GRAVEDAD :

$$V_G = 986.463 \text{ ha} \times 6.500 \text{ m}^3/\text{ha} = 6.412.009.500 \text{ m}^3 = 6.412,01 \text{ hm}^3$$

VOLUMEN DE AGUA DEMANDADO PARA REGADÍO POR ASPERSIÓN-AUTOMOTRIZ :

$$V_A = 862.189 \text{ ha} \times 5.000 \text{ m}^3/\text{ha} = 4.310.945.000 \text{ m}^3 = 4.310,95 \text{ hm}^3$$

VOLUMEN DE AGUA DE RETORNO REGADÍO POR GRAVEDAD :

$$V_R = 0,10 \times 6.412,01 \text{ hm}^3 = 641,201 \text{ hm}^3$$

VOLUMEN NETO DEMANDADO REGADÍO GRAVEDAD :

$$V_{AN} = 6.412,01 - 641,201 = 5.770,809 \text{ hm}^3$$

Por fin, si ese terreno regado con esas tecnologías de gravedad-aspersión-automotriz, se llevasen a cabo con el tipo localizado, el volumen de agua que se ahorraría, sería :

$$V_R = 0,50 \times (5.770,809) + 0,40 \times (4.310,95) = 2.885,40 + 1.724,38 = 4.609,78 \text{ hm}^3.$$

Parece razonable escuchar el razonamiento de que habrá una superficie de regadío mínima,

que no puede transformarse de gravedad a localizado. Con los números que yo he utilizado en este trabajo, considero atendible que ese porcentaje sea del 12% de ese volumen de agua. En conclusión, habría que reducir esa cifra en :

$$V_M = 0,12 \times (4.609,78) = 553,17 \text{ hm}^3$$

Por tanto, el volumen de agua que puede y debe reducirse en un horizonte más o menos próximo es :

$$V_{RN} = 4.609,78 - 553,17 = 4.056,61 \text{ hm}^3$$

$V_{RN} = \approx 4.056 \text{ hm}^3$
---------------------------------------

## **CONCLUSIÓN**

Conocer que aún hoy en día se derrocha un volumen de agua de 4.056 hm<sup>3</sup>, en un país como España, es altamente preocupante, en el conocimiento de las altas plusvalías que puede generar en la industria agroalimentaria.

Por otra parte, conocer que son :

CASTILLA Y LEÓN .....	417.225 ha .....	94,5%
ARAGÓN .....	339.048 ha .....	86%
NAVARRA .....	76.799 ha .....	80%
CATALUÑA .....	164.213 ha .....	65,5%
EXTREMADURA .....	146.208 ha .....	56,5%

nos indica que los regadíos ineficaces, los regadíos con derroche de agua en su planificación de demanda de agua, están asociados a cuencas hidrográficas con disponibilidad de recurso generoso; pero visto desde los territorios de CUENCAS DEFICITARIAS, y entendido desde el punto de vista de la Sociología Hídrica, es una situación injusta.

Asociados esos territorios a sus respectivas cuencas o demarcaciones hidrográficas, resultan ser : EBRO, DUERO, y GUADIANA (este en su área extremeña).

Hace ya años, la Comisión Brundtland definió el desarrollo sostenible como <<el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades>>, (Brundtland, 1987).

Falta un gran esfuerzo para conseguir que la tecnología y la ciencia del manejo y gobernanza del agua llegue a los territorios donde se inunda el terreno para regar.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Almagro Costa, J. : << Las Huellas del Guadiana>>, Premio de Publicaciones Parques Nacionales 2004, ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES, Madrid 2006.

Almagro Costa, J. : <<El sistema acuífero de la Mancha Occidental en el ámbito de la desertificación de su entorno>>, Simposio de Hidrogeología, Sevilla, 23 - 27 octubre 1995, pp. 265-280.

Cruces de Abia, J.: <<De la Noria a la Bomba. Conflictos sociales y ambientales en la cuenca alta del río Guadiana.>>, Editorial Bakeaz, Bilbao 1998.

Redclift, M. y Woodgate, G.: <<Sociología del Medio Ambiente>>, Mc Graw Hill, U.K., 2002.

Custodio, E. y Llamas, M.R. Y Samper, J.: <<La Evaluación de la Recarga a los Acuíferos en la Planificación Hidrológica>>, INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, Madrid, 1997.

Murcia, Marzo de 2016