

Automatización y telecontrol de sistemas de riego

Coordinadores: Antonio Ruiz Canales · José Miguel Molina Martínez



Automatización y telecontrol de sistemas de riego

Automatización y telecontrol de sistemas de riego

Automatización y telecontrol de sistemas de riego

© Victoriano Martínez Álvarez, Mariano Soto García, Ricardo Abadía Sánchez, Herminia Puerto Molina, Antonio Ruiz Canales, Javier José Cancela Barrio, María Fandiño Beiro, Tomás S. Cuesta García, Benjamín J. Rey Sanjurjo, Bernardo Martín Górriz, José M. Molina Martínez, Fulgencio Soto Valles, María Dolores Fernández Rodríguez, Manuel Valiente Gómez, Pedro Carrión Pérez

Primera edición, febrero 2010

© 2010 MARCOMBO, S.A.
Gran Vía de les Corts Catalanes, 594
08007 Barcelona
www.marcombo.com

© 2010 Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de la Región de Murcia
C/ Poeta Jara Carrillo, nº 13 piso 1
30004 Murcia
www.coiarm.org

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra».

ISBN: 978-84-267-1634-7

D.L.:
Impreso en

Printed in Spain

Índice

I. MODERNIZACIÓN DE REGADÍOS Y SU AUTOMATIZACIÓN

1. La planificación de regadíos en España	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Importancia del regadío en España	1
1.3 Necesidad del Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008.....	3
1.4 Situación de los regadíos a finales del siglo XX.....	4
1.5 El Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008	8
1.5.1 Objetivos del PNR	8
1.5.2 Programas de actuación	9
1.5.3 Estado de ejecución del PNR	10
1.6 El Plan de Choque de Modernización de Regadíos	11
1.6.1 Justificación del Plan de Choque de Modernización de Regadíos	11
1.6.2 Objetivos	11
1.6.3 Estado de ejecución del PCMR	12
1.7 El futuro Plan de Regadíos Sostenible 2008-2013 (PRS)	12
1.8 Bibliografía	15
2. Sistemas de automatización y control en la modernización de regadíos	17
2.1 Introducción.....	17
2.2 Tipos de regadíos y necesidades de modernización.....	17
2.2.1 Regadíos históricos o tradicionales	18
2.2.2 Regadíos de iniciativa y financiación estatal	18
2.2.3 Regadíos de iniciativa privada	19
2.3 Escalas y niveles de automatización del riego.....	19
2.4 Interés de la automatización y telecontrol de redes de riego	20
2.5 Los sistemas de telecontrol de redes de riego	21
2.5.1 Arquitectura del sistema de telecontrol.....	21
2.5.2 Características a exigir en un sistema de telecontrol	22
2.5.3 Elementos de la instalación	23
2.5.4 Sistemas de control.....	25
2.5.5 Beneficios para las Comunidades de Regantes	27
2.6 El coste energético de la modernización de regadíos.....	28
2.7 Bibliografía.....	29

3. Comunidades de Regantes. Funciones y modelo de gestión	31
3.1 Introducción.....	31
3.2 Antecedentes históricos y base legal de las CCRRs	31
3.3 Importancia y régimen de funcionamiento de las CCRRs.....	32
3.4 Derechos y obligaciones de los comuneros.....	33
3.4.1 Derechos.....	33
3.4.2 Obligaciones	34
3.5 Gestión de CCRRs.....	34
3.5.1 Gestión directa.....	34
3.5.2 Gestión indirecta.....	34
3.5.3 Principios de gestión	35
3.6 Unidades del sistema de gestión y su automatización	36
3.6.1 Censo	37
3.6.2 Gestión administrativa: esquema general.....	38
3.6.3 Unidades vinculadas al sistema de gestión	39
3.7 Bibliografía.....	41
4. Redes de distribución y sistemas de almacenamiento	43
4.1 Introducción.....	43
4.2 Almacenamiento y regulación. Embalses.....	45
4.3 Transporte y distribución	46
4.3.1 Control y toma de datos en puntos de derivación	46
4.3.2 Control de caudal tuberías principales.....	47
4.3.3 Control en estaciones de bombeo	48
4.4 Tratamiento y filtrado	48
4.5 Drenaje	49
4.6 SCADA	50
4.6.1 Centro de control.....	50
4.6.2 Estaciones concentradoras	50
4.6.3 Estaciones Remotas (RTU)	52
4.6.4 Medios de comunicación	52
4.7 Bibliografía.....	54
5. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de bombeo	55
5.1 Introducción.....	55
5.2 Características de los autómatas programables.....	56
5.3 Características de los variadores de frecuencia	58
5.4 Automatización de bombeos en pozos	60
5.5 Automatización de elevaciones a altura constante	62
5.6 Automatización de inyecciones directas a red	65
5.7 Bibliografía.....	67

6. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de riego localizado ... 69

6.1 Introducción.....	69
6.2 Sistemas de riego localizado	69
6.2.1 Emisores de riego por goteo	71
6.2.2 Emisores de riego por microaspersión.....	71
6.3 Cabezal de riego.....	73
6.3.1 Elementos de filtrado.....	73
6.3.2 Hidrociclones	74
6.3.3 Filtros de arena	76
6.3.4 Filtros de malla	79
6.3.5 Filtros de anillas	82
6.4 Fertirrigación	84
6.4.1 Bombas dosificadoras	85
6.4.2 Inyector Venturi	85
6.5 Bibliografía.....	87

7. Automatización de instalaciones en parcela. Sistemas de riego por aspersión . 89

7.1 Introducción.....	89
7.2 Sistemas de riego por aspersión. Aspersores. Aplicación del agua	89
7.3 Automatización de los sistemas de riego por aspersión.....	90
7.3.1 Sistemas estacionarios. Cobertura total.....	91
7.3.2 Sistemas de desplazamiento continuo	95
7.3.3 Automatización del pívot	97
7.4 Bibliografía	102

8. Automatización y programación de riego de espacios verdes..... 103

8.1 Métodos y sistemas de riego en áreas verdes.....	103
8.1.1 Situación actual	103
8.1.2 Definición de los distintos sistemas de riego	104
8.1.3 Criterios de programación y diseño	105
8.2 Cabezal de riego.....	106
8.2.1 Características generales.....	106
8.2.2 Automatización y programación	107
8.3 Sectorización.....	112
8.4 Reutilización de aguas en el riego de áreas verdes	113
8.4.1 Introducción.....	113
8.4.2 Medidas de corrección de las condiciones del agua	114
8.4.3 Almacenamiento.....	116
8.4.4 Tratamiento	117
8.4.5 Integración del agua tratada en el sistema de riego	119
8.5 Bibliografía	121

II. FUNDAMENTOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

9. Transductores y acondicionadores de señal para el clima.....	123
9.1 Introducción.....	123
9.2 Definiciones	123
9.3 Clasificación de transductores	124
9.4 Características de los transductores.....	125
9.4.1 Características de funcionamiento. Linealidad de las señales de salida.....	125
9.4.2 Indicaciones para seleccionar y emplear los transductores	126
9.4.3 Errores	127
9.5 Transductores utilizados para estimar la evapotranspiración del cultivo	127
9.5.1 Temperatura	127
9.5.2 Humedad relativa.....	133
9.5.3 Velocidad y dirección del viento	136
9.5.4 Radiación	138
9.5.5 Medida de la precipitación	141
9.5.6 Presencia de agua libre en hojas.....	141
9.5.7 Evaporímetros.....	142
9.6 Bibliografía.....	145
10. Transductores y acondicionadores de señal para el riego.....	147
10.1 Introducción.....	147
10.2 Transductores empleados para el manejo del riego en función del estado hídrico del suelo	147
10.2.1 Sensores de humedad del suelo	147
10.2.2. Sensores para la determinación de sales	151
10.2.3 Sensores de temperatura del suelo.....	153
10.3 Transductores empleados para el manejo del riego en función del estado hídrico de la planta	153
10.3.1 Dendrómetros.....	153
10.3.2 Medida del flujo de savia	155
10.3.3 Medida de la temperatura de la hoja.....	157
10.3.4 Fitomonitorio	158
10.4 Bibliografía.....	158
11. Transductores y actuadores empleados en sistemas de riego	161
11.1 Introducción.....	161
11.2 Transductores empleados en las redes de riego	161
11.2.1 Medidores de presión.....	161
11.2.2 Contadores.....	162
11.2.3 Sondas de nivel y control de pozos	167
11.3 Válvulas hidráulicas.....	168
11.4 Válvulas reductoras de presión	171

11.5 Válvulas limitadoras de caudal	172
11.6 Elementos inyectores.....	173
11.6.1 Tanques de fertilización	173
11.6.2 Aspiración directa	173
11.6.3 Inyector Venturi	173
11.6.4 Bomba inyectora o dosificadora de fertilizantes	174
11.7 Sensores para controlar la fertirrigación	175
11.7.1 Medida del pH	175
11.7.2 Medida de la conductividad eléctrica	176
11.8 Bibliografía.....	177

12. Fundamentos de control y programación del riego..... 179

12.1 Introducción.....	179
12.2 Definiciones	179
12.2.1 Análisis de sistemas lineales	180
12.2.2 Transformada de Laplace	181
12.2.3 Función de transferencia de un sistema.....	184
12.3 Elementos de un sistema de control.....	184
12.3.1 Tipos de sistemas de control.....	185
12.3.2 Ejemplos de sistemas de control.....	186
12.3.3 Tipos de sistemas de control automático.....	186
12.4 Programación del riego.....	189
12.4.1 Objetivos de la programación	189
12.4.2 Métodos de programación.....	190
12.5 Método basado en el estado hídrico del suelo	191
12.6 Métodos basados en el estado de la planta	192
12.6.1 Medida del potencial hídrico de base	193
12.6.2 Micromorfometría	193
12.6.3 Termometría infrarroja	194
12.6.4 Sensores de flujo de savia.....	196
12.7 Método del balance hídrico del conjunto suelo-planta-atmósfera	198
12.8 Control del riego y la fertilización	199
12.8.1 Variables a controlar en el riego y la fertilización.....	199
12.8.2 Controladores en la programación de riego y la fertirrigación	200
12.8.3 Algoritmos de control de riego	201
12.8.4 Algoritmos de control de la fertirrigación	202
12.9 Bibliografía.....	203

13. Lógica básica para el diseño de automatismos205

13.1 Introducción.....	205
13.2 Tipos de automatismos.....	205

13.3 El sistema binario.....	206
13.4 Los sistemas lógicos.....	207
13.5 Funciones lógicas básicas.....	207
13.6 Funciones lógicas con funciones NAND y NOR.....	213
13.7 Desarrollo de circuitos lógicos a partir de la expresión algebraica de una función lógica.....	215
13.8 Determinación de la expresión algebraica de una función lógica a partir de su tabla de verdad.....	215
13.9 Simplificación de funciones lógicas.....	217
13.10 Ejemplo de aplicación de lógica combinacional.....	218
13.11 Bibliografía.....	220
14. Lógica secuencial. Registros de desplazamiento y contadores.....	221
14.1 Introducción.....	221
14.2 Biestables sensibles por nivel o latches.....	222
14.3 Biestables disparados por flancos o flip-flops.....	224
14.4 Registros de desplazamiento.....	228
14.5 Contadores.....	230
14.6 Ejemplo de diseño de circuito secuencial.....	233
14.7 Ejemplo de aplicación de lógica secuencial.....	235
14.8 Bibliografía.....	236
15. Automatismos eléctricos cableados.....	237
15.1 Introducción.....	237
15.2 Elementos de automatismos eléctricos cableados.....	237
15.2.1 Detectores de señal en automatismos basados en lógica cableada.....	238
15.2.2 Relé y contactor.....	240
15.2.3 Temporizadores.....	243
15.3 Esquemas básicos de sistemas cableados.....	245
15.3.1 Encendido de una lámpara mediante relé.....	245
15.3.2 Automatismos con dos relés.....	247
15.3.3 Automatismos con temporizadores.....	248
15.4 Bibliografía.....	249
16. Automatismos eléctricos programados.....	251
16.1 Introducción.....	251
16.2 Autómatas programables.....	251
16.2.1 Clasificación.....	252
16.2.2 Constitución.....	252
16.3 Programación de PLCs.....	255
16.3.1 Lenguaje por lista de Instrucciones (IL).....	255
16.3.2 Lenguaje gráfico de contactos (LD).....	255
16.3.3 Lenguaje gráfico de funciones lógicas (FBD).....	256

16.3.4 GRAFCET (SFC)	256
16.3.5 Lenguaje de control estructurado (SCL)	256
16.4 Programación de bloques lógicos mediante lenguaje de funciones.....	256
16.4.1 Encendido de una lámpara con retención	257
16.4.2 Esquema de mando del funcionamiento temporizado con dos lámparas	258
16.4.3 Automatización temporizada de dos motores	260
16.4.4 Automatización semanal de un riego	261
16.4.5 Automatización anual de un riego	262
16.4.6 Automatización de un riego por medio de sensores de potencial matricial.....	263
16.5 Desarrollo de programas mediante el lenguaje KOP	264
16.5.1 Elementos de un programa en lenguaje KOP	264
16.5.2 Instrucción de control.....	265
16.5.3 Conversión de un esquema eléctrico al lenguaje de programación KOP	265
16.5.4 Empleo de temporizadores.....	267
16.5.5 Empleo de contadores	268
16.5.6 Empleo de reloj tiempo real y operaciones de comparación	272
16.6 Bibliografía	274
17. LabVIEW como lenguaje de programación	275
17.1 Introducción.....	275
17.2 Programación gráfica	275
17.3 Instrumentos virtuales (VI)	276
17.4 Menús de labview.....	277
17.5 Barra de herramientas (toolbar)	278
17.6 Paletas de controles, funciones y herramientas.....	279
17.7 Creación de un VI.....	281
17.8 Flujo de datos (dataflow)	283
17.9 SubVI.....	284
17.10 Bibliografía.....	288
18. Programación gráfica aplicada.....	289
18.1 Introducción.....	289
18.2 Estructuras.....	289
18.2.1 Estructuras iterativas	289
18.2.2 Estructuras de casos y eventos	292
18.2.3 Estructuras de secuencia (Flat Sequence y Stacked Sequence).....	293
18.2.4 Nodo de Fórmula (Formula Node) y Scripts	294
18.2.5 Variables locales y globales.....	295
18.3 Arrays y cluster	298
18.3.1 Arrays o arreglos.....	298
18.3.2 Cluster.....	301

18.4 Arquitectura básica de programación	302
18.4.1 Arquitectura de VI Simple	302
18.4.2 Arquitectura de un VI General	302
18.4.3 Arquitectura de un VI de Máquina de Estado	302
18.5 Bibliografía	303

19. Adquisición de datos, supervisión y control305

19.1 Introducción.....	305
19.2 Software SCADA	305
19.3 Equipos para la adquisición de datos y el control	306
19.4 Measurement & automation explorer (MAX)	308
19.5 DAQ Assistant	309
19.6 Manejo de archivos.....	311
19.7 Generación de informes (<i>reports</i>).....	312
19.8 Mensajes.....	313
19.9 Paneles remotos	314
19.10 Otros módulos de LabVIEW y su aplicación en riegos.....	315
19.11 Bibliografía.....	318

III. FUNDAMENTOS DE CONTROL Y SU APLICACIÓN

20. Introducción a los sistemas de telecomunicación319

20.1 Introducción.....	319
20.2 Generalidades sobre los sistemas de telecomunicación	319
20.3 Esquema general de un sistema de telecomunicaciones	319
20.3.1 Transmisores	320
20.3.2 Receptores	320
20.3.3 Canales de transmisión	321
20.4 Sistemas de telecomunicaciones por ondas.....	330
20.4.1 Telecomunicaciones terrestres.....	330
20.4.2 Telecomunicaciones vía satélite	332
20.5 El ruido en los sistemas de comunicaciones	333
20.6 Clasificación de los sistemas de telecomunicación	334
20.6.1 Modos de transmisión de la señal	334
20.6.2 Modos de comunicación	334
20.6.3 Modos de sincronización	335
20.7 Comunicaciones digitales punto a punto. Conceptos básicos	335
20.7.1 Normalización de las comunicaciones punto a punto.....	336
20.7.2 Características mecánicas y eléctricas de las conexiones.....	338
20.8 Efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas	339

20.9 Glosario.....	339
20.10 Bibliografía.....	340
21. Redes de comunicaciones y datos	343
21.1 Redes de datos.....	343
21.1.1 Redes de área local.....	344
21.1.2 Redes de área local descentralizadas.....	345
21.1.3 Redes de área extensa	345
21.1.4 Interconexión de redes de datos.....	347
21.2 Redes de cable	348
21.2.1 Red de Telefonía Básica (RTB)	349
21.3 Redes inalámbricas	354
21.3.1 Clasificación	354
21.3.2 WWAN (Wireless WIDE Area Network).....	355
21.3.3 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, Wireless MAN).....	363
21.3.4 WLAN (Wireless Local Area Network)	365
21.3.5 WPAN (Wireless Personal Area Network)	368
21.4 Otros sistemas y redes de telecomunicaciones.....	372
21.4.1 PMR446	372
21.4.2 Trunking.....	372
21.4.3 TETRA.....	373
21.4.4 LMDS.....	374
21.5 Bibliografía	375
22. Generalidades y fundamentos de los sistemas de telecontrol.....	377
22.1 Introducción.....	377
22.2 Panorámica general	377
22.3 Terminología	378
22.4 Principios de los sistemas de telecontrol	379
22.5 Modos de funcionamiento.....	380
22.5.1 La Telegestión	380
22.5.2 El Control Local	380
22.5.3 El Control Remoto.....	380
22.5.4 El Telecontrol	381
22.6 Los sistemas de telecomunicación en telecontrol de regadíos.....	381
22.7 Soporte físico y lógico de los sistemas de telecontrol	382
22.7.1 Protocolos de Comunicación.....	383
22.7.2 Arquitecturas de Comunicación – Definición Topológica	386
22.7.3 Técnicas de adquisición de información.....	392
22.8 Buses de campo	392
22.8.1 Tendencias	393

22.8.2 Buses de campo disponibles	394
22.8.3 La guerra de los buses.....	397
22.9 Redes de comunicaciones industriales.....	398
22.9.1 Redes de datos.....	400
22.9.2 Redes de control	400
22.9.3 Comunicación entre el autómeta programable los dispositivos de campo	402
22.9.4 Comunicación entre el autómeta programable y otros sistemas electrónicos de control.....	402
22.9.5 Redes de sensores inalámbricos	403
22.10 Justificación de la implantación del telecontrol	404
22.11 Funcionalidad del sistema de telecontrol	404
22.12 Objetivos del sistema de telecontrol del regadío	406
22.13 Condicionantes de diseño del sistema de telecontrol.....	407
22.14 Consideraciones finales	408
22.15. Bibliografía.....	409

Prólogo

Para tener conciencia de la importancia de los sistemas de automatización y control de regadíos que se aplican hoy en día en nuestra moderna agricultura es imprescindible reflexionar sobre la historia del regadío en España.

Resulta muy aventurado precisar cuándo se empieza a hablar de regadío en nuestra península, pero es sabido que con anterioridad a la dominación romana ya existían sistemas de riego que se vieron evolucionados por su influencia en la economía romana y posteriormente en la cultura árabe. Ya desde esos tiempos se habla de la regulación y el adecuado aprovechamiento del agua. La implantación de las acequias, los pozos, molinos, azudes, presas, etc. son modelos de unos sistemas sociales en los que el agua tiene un papel primordial en la agricultura de la época.

En el momento en el que se habla de regular y aprovechar el agua se empieza a pensar en sistemas de control que optimicen el recurso, por lo que inconscientemente o mejor dicho, sin darle el nombre de automatización y control, ya en esa época se controlaba el buen uso del agua con los elementos disponibles.

Durante la época de esplendor de la cultura árabe en España es cuando realmente se realizan los grandes avances de los sistemas hidráulicos. A partir del siglo X es cuando se perfeccionan las técnicas de regadío, evolución propiciada por el cultivo de nuevas especies cuyo origen provenía de países tropicales y semitropicales que requerían más agua de la que se podía proporcionar sin la existencia de sistemas de riego; así se difunden elementos de transmisión y regulación hidráulica tales como la noria, el azud, los aljibes y el qanad para el transporte del agua a largas distancias.

Posteriormente a la dominación árabe pocas fueron las innovaciones que se realizaron, siendo la más destacada el intento de construcción del Canal de Urgel en la época de los Austria, obra cuyo interés permaneció durante los siglos XVI a XIX. Finalmente, 350 años después de los primeros proyectos, en 1862, se regó la primera finca con agua del canal en Agramunt.

El agua transportada por el Canal de Urgel debía estar cuidadosa y rigurosamente distribuida entre los terrenos concesionarios, por lo que disponía ya de sofisticados elementos de medida y regulación acorde a la tecnología del momento.

En el siglo XIX y XX se establece el Primer Plan de Obras Hidráulicas en el que se contempla la ejecución de las obras de riego a través del modelo de concesión. En pleno siglo XX la tecnología está suficientemente desarrollada para introducir el concepto real de “automatización y control: uso de sistemas o elementos computerizados para controlar maquinaria y procesos substituyendo a operadores humanos, con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, reducir las probabilidades de fallos y alcanzar los resultados esperados”.

Se pone de manifiesto durante toda la historia del regadío que la necesidad de controlar, y posteriormente de automatizar el proceso de riego, ha sido una exigencia imperiosa para producir con éxito los productos agrícolas que demandaba cada periodo.

España es un referente internacional tanto en políticas de gestión integrada del agua, desalinización y regadíos, como en tecnología del agua y riego. Las características intrínsecas de nuestro país, con una acusada irregularidad “temporal” y “espacial” de la oferta y de la demanda de recursos hídricos así como las políticas y estructuras de gestión, han favorecido el desarrollo de un sector tecnológico nacional especializado y competitivo internacionalmente.

Hoy en día no nos imaginamos un sistema de regadío sin elementos de automatización y control. La tecnología nos permite llevar al límite de la imaginación su aplicación en los sistemas de riego: mediante tecnología WAP regamos desde el teléfono móvil, nos planteamos sofisticados centros de control gobernados por SCADA y por sistemas de información de gestión de datos e informes, programamos el riego en función del clima y de las predicciones meteorológicas, realizamos el llenado de las reservas de agua durante los periodos de bajo coste energético, pudiendo seguir en esta línea hasta que la imaginación nos sobrepase.

En los últimos años, se ha producido un incremento sostenido de la demanda y las situaciones de “crisis” en los abastecimientos de agua se han hecho más frecuentes, así como la toma de medidas drásticas con notables efectos sobre la actividad económica. La sociedad está hoy muy concienciada sobre la escasez del agua, la implementación de políticas de ahorro y la utilización de aguas regeneradas procedentes de tratamiento.

Frente a la relativa escasez de los recursos hídricos, la tecnología asegura y garantiza soluciones para que haya agua para todos y para todos los usos, siendo el agua fuente de vida que proporciona alimentos, prosperidad y riqueza. Con tal hito, la industria española de fabricación de tecnologías del agua y riego ha alcanzado un elevado nivel tecnológico, una calidad y un saber hacer cada vez más reconocidos.

En consecuencia resulta imprescindible el uso de la tecnología para obtener una agricultura de calidad y competitiva, sin perder de vista el objetivo final: producir más alimentos con menos agua, disminuir el consumo energético y preservar el medio ambiente, haciendo que la agricultura sea totalmente sostenible.

Antoni Serramiá

Presidente de la Plataforma Tecnológica Española del Agua
Presidente de AFRE

1. La planificación de regadíos en España

Victoriano Martínez Álvarez

Mariano Soto García

Universidad Politécnica de Cartagena

1.1 Introducción

En el informe “El uso sostenible del agua en el sector agrario: situación actual y perspectivas de futuro” (MAPA, 2007), presentado el Día Mundial del Agua 2007, se reconoce que, según la FAO, la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial. En el año 2030 se espera que la población mundial alcance los 8.100 millones de personas y las necesidades de alimentos aumenten un 55% respecto a 1998.

A nivel mundial, el 40% se produce del total de los alimentos se producen en regadío. El 70% del agua se utiliza para producir alimentos, llegando en algunos países hasta el 95%. Además se prevé que la utilización del agua en el mundo aumente más del doble que la tasa de crecimiento demográfico.

Por tanto, uno de los mayores desafíos mundiales del siglo actual es el uso sostenible del agua, como se ha reconocido en distintos foros internacionales en los últimos 10 años (Cumbre de Río de Janeiro, II Foro Mundial del Agua de la Haya, etc.). Desde el punto de vista agrícola, como mayor demandante de agua, la satisfacción de las necesidades alimenticias de la población mundial frente a las previsible restricciones hídricas pasa por la mejora en eficiencia y productividad del regadío, objetivo que sólo podrá ser alcanzado mediante una mejora tecnológica del mismo. Sin duda, la aplicación de sistemas de automatización y control en todas las escalas de la distribución del agua de riego juega un papel trascendental en la necesaria modernización tecnológica del regadío.

La automatización y control de las redes colectivas de riego y los sistemas de riego a presión han evolucionado notablemente en la última década, pasando de la necesidad de convertir en acciones automáticas lo que se hacía manualmente a requerir, actualmente, herramientas que permitan la gestión integral y eficiente de todas las tareas relacionadas con la distribución del agua para riego.

Esta rápida evolución ha sido notablemente favorecida desde la Administración mediante una planificación nacional de regadíos que, desde el año 2002, ha apostado claramente por la modernización de los regadíos existentes frente a la creación de nuevas zonas regables.

En este capítulo se presenta una ligera descripción de la evolución histórica del regadío en España, justificando su importancia y profundizando en las acciones de planificación más recientes, que son las que han promovido las intensas intervenciones de modernización que se desarrollan actualmente y en las que los sistemas de automatización y control han adquirido una notable relevancia.

1.2 Importancia del regadío en España

El regadío ha tenido un papel clave en la economía española, especialmente a partir de 1940. El regadío desarrollado por la iniciativa privada en este periodo permitió mejorar el abastecimiento de alimentos básicos como el azúcar, patata y cereales. Durante los años 50 del siglo pasado el regadío se convierte en la vanguardia del proceso de modernización agraria.

La etapa en la que el regadío jugó un papel más decisivo fue la del desarrollo económico de los años 60. El rápido crecimiento económico y el fuerte aumento de la renta per cápita provocó el

cambio de la dieta alimenticia española, disminuyendo el consumo de algunos alimentos (cereales y leguminosas) y aumentando el de otros (azúcar, carnes, leche, aceites vegetales, frutas y hortalizas). Las importantes transformaciones públicas en regadío de los años 60 supusieron una oportunidad para superar esta situación, ya que gracias a la diversificación de producciones que produce el regadío fue posible atender las nuevas demandas de alimentos de una población más urbana y con mayor poder adquisitivo.

Gracias al incremento de la productividad agraria generado por el regadío, se ha logrado que una población activa agraria cada vez menor alimente a una población urbana cada vez mayor y más exigente en cuanto a la variedad, cantidad y calidad de los alimentos que demanda. Como consecuencia de la activa política de regadíos de los años 60 a los años 90, la Producción Final Agraria actualmente aportada por las producciones del regadío español supone más del 50% de la Producción Final Agrícola, cuando la superficie de regadío sólo ocupa el 13% de la superficie agrícola útil.

Al mismo tiempo, el regadío ha contribuido a que la balanza comercial haya pasado de ser deficitaria en los años 60, 70 y parte de los 80 a ser excedentaria a partir de los años 90. El gran despegue de la balanza comercial agraria que se produce en la segunda mitad de la década de los 90 se debe fundamentalmente a la fuerte expansión de las exportaciones de las producciones del regadío y, de modo especial, de las frutas y hortalizas.

Pero la importancia del regadío en la economía agraria española no sólo es relevante desde un punto de vista macroeconómico, sino también desde una óptica microeconómica. Las transformaciones en regadío han supuesto para muchos agricultores la supervivencia económica. Dados los problemas estructurales de la agricultura española, caracterizados por la pequeña dimensión de las explotaciones, muchos agricultores han podido aumentar su producción y renta agraria gracias al regadío.

Para comprender la aportación del regadío a nivel de explotaciones agrarias basta decir que, por término medio, una hectárea de regadío produce seis veces más que una hectárea de secano y genera una renta cuatro veces superior. En las zonas de regadíos intensivos del litoral mediterráneo y atlántico sur estas diferencias son muy superiores, lo que explica la fuerte expansión del regadío privado durante los últimos 25 años. Sin embargo, en la España interior, el peso de las transformaciones públicas es mucho mayor. Además, el regadío también permite una renta más segura por una doble vía: por un lado, por la mayor diversificación de producciones que permite, evitando así el riesgo del monocultivo de secano, y por otro lado, reduce el riesgo climático de los secanos áridos y semiáridos, en los que la variabilidad de las precipitaciones anuales y estacionales provoca severas pérdidas económicas.

Si se analiza la aportación del regadío desde la perspectiva del desarrollo rural, también las cifras son elocuentes. Uno de los objetivos principales de la política de desarrollo rural es la creación de empleo y la fijación de la población del medio rural, y el regadío contribuye decisivamente al logro de este objetivo. En este sentido, una hectárea de regadío requiere 0,141 Unidades de Trabajo por Año (UTA), mientras que una hectárea de secano sólo necesita 0,037 UTA (menos de la tercera parte). Estas diferencias son mucho mayores en la agricultura del litoral mediterráneo y atlántico sur, donde una hectárea de regadío genera hasta 50 veces más empleo que una de secano. Además, una parte sustancial de la industria agroalimentaria se localiza en los centros de producción de la materia prima agraria, al objeto de reducir costes de transporte y mermas, así como garantizar el abastecimiento de las plantas de transformación.

Por todo ello, es frecuente que las zonas de regadío tengan un alto nivel de empleo en el sector agrario y en la industria agroalimentaria. Esto es especialmente claro en zonas con regadíos intensivos (valle del Ebro, Murcia, Comunidad Valenciana y litoral de Andalucía), pero también puede apreciarse en otras zonas interiores de Andalucía y en las grandes concentraciones de regadío de

Comunidades Autónomas como Castilla y León y Extremadura. Estas zonas rurales se caracterizan por una densidad de población mayor, una población menos envejecida, una menor tasa de desempleo y una mayor tasa de actividad.

Otro elemento a tener en cuenta es el papel de los regadíos en la ordenación del territorio. La irregularidad de las precipitaciones, propia de un clima mediterráneo, y el predominio de un modelo territorial organizado en multitud de núcleos rurales escasamente comunicados, ha supuesto en la mayor parte de España que la disponibilidad de agua para riego haya significado históricamente la diferencia esencial entre las zonas rurales más ricas y las más atrasadas. Así el regadío contribuye a mantener un cierto equilibrio territorial fijando población al territorio, lo que en zonas rurales es un objetivo básico para evitar el abandono y la consiguiente degradación del espacio, paisaje, recursos naturales y medio ambiente.

Por último, no se puede dejar de mencionar la importancia del regadío como usuario del agua en España. El sector del regadío es el principal usuario del agua en nuestro país. Por ello, cualquier plan para mejorar la gestión del agua en España pasa necesariamente por mejorar la gestión y el uso del agua en el regadío, pues aunque el regadío aporte sólo el 2% del Producto Interior Bruto (PIB) y emplee al 4% de la población ocupada, consume el 80% de los recursos hídricos disponibles, unos recursos cada vez más escasos y degradados cuya gestión sostenible es fundamental para la gestión del medio ambiente. No será posible aumentar la eficiencia del uso del agua, recuperar acuíferos en situación de sobreexplotación, preservar humedales valiosos o mejorar la calidad del agua, sin mejorar su uso agrario.

1.3 Necesidad del Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008

A finales del siglo XX se presentaron una serie de factores que pusieron de manifiesto la necesidad de una planificación general de los regadíos en España.

El primer factor fue la necesidad de incorporar a la política de regadíos los profundos cambios institucionales, sociales y económicos, que se produjeron en los últimos 20 años del siglo XX. Entre estos cambios cabe destacar los traspasos de funciones y servicios de reforma y desarrollo agrario desde la Administración General del Estado a las Comunidades Autónomas (CCAA) y, entre ellos, los correspondientes a los regadíos. Otro de los cambios fue la incorporación de España a la Unión Europea (UE), en cuyo marco habrían de desarrollarse las políticas propias. También destaca el carácter estratégico que la vigente Ley de Aguas confiere a la planificación hidrológica. En ese aspecto se incluye la consideración del agua como un bien económico (recurso escaso), lo que significa que su uso en la agricultura tiene que competir con otros usos del agua. Se da la circunstancia adicional de que los usos medioambientales han calado con fuerza en las demandas sociales en detrimento de las agrícolas. Por último, se está produciendo una creciente tendencia a la globalización y progresiva apertura de los mercados agrarios, lo que requiere mejorar la eficiencia productiva y la competitividad de la cadena agroalimentaria.

El segundo factor es la necesidad de adecuar el desarrollo de los regadíos en la Política Agrícola Común (PAC) y al desarrollo sostenible consagrado en el artículo 2 del tratado de Ámsterdam. La PAC actual supone el mantenimiento de un importante nivel de apoyo para los principales sectores productivos, pero limitando en cada uno de ellos la cuantía nacional, regional o individual de la producción o superficie que puede recibir el correspondiente apoyo vía precio o ayuda directa. Cerca del 80% de la superficie de secano y el 65% de la de regadío están sometidas a alguna limitación de la oferta (cotas, cupos, derechos de prima, etc.). Estas limitaciones a las producciones conducen a la necesidad de políticas nacionales de concertación y ordenación para evitar posibles excesos y las consiguientes penalizaciones.

El tercer factor es el mandato legal para llevar a cabo la planificación de regadíos en España. Este mandato legal procede de la Ley de Aguas de 1985 y del Real Decreto 1664/98 que aprobó los Planes Hidrológicos de Cuenca. La Ley de Aguas establece que los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional tendrán en cuenta las diferentes planificaciones sectoriales y comprenderán obligatoriamente las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento del conjunto de los recursos hídricos y terrenos disponibles.

El cuarto factor es el mandato parlamentario para llevar a cabo la planificación de regadíos en España. Tomando en consideración la relevancia de la agricultura de regadío en la planificación hidrológica, dada su condición de principal usuario del agua, el Congreso de los Diputados adoptó en el año 1994 un acuerdo por el que instó al Gobierno a elaborar un Plan Agrario de Regadíos en el que se recogieran las superficies regadas a mejorar, los nuevos regadíos, las transformaciones por razones sociales, el consumo y el ahorro del agua, la influencia de la reforma de la PAC y del Acuerdo General sobre Comercio y Aranceles (GATT), siglas del inglés (*General Agreement on Tariffs and Trade*) en los cultivos de regadío, así como los estudios de rentabilidad necesarios.

Para dar cumplimiento a este mandato parlamentario, se iniciaron a finales de 1994 los trabajos y estudios necesarios para elaborar un Plan de Regadíos. Así, en febrero de 1996 el Consejo de Ministros aprobó un Avance del Plan Nacional de Regadíos con un horizonte temporal referido al año 2005. La terminación de los estudios de base sobre la situación real de los regadíos existentes y en ejecución, la necesidad de adecuar las previsiones de actuación en materia de regadíos a las políticas comunitarias, y finalmente, el proceso de elaboración conjunta con las Comunidades Autónomas de los programas de Desarrollo Rural para el período 2000-2006, aconsejaron una puesta al día del mencionado Avance, tanto en lo que se refiere a sus objetivos concretos como al horizonte de ejecución. A la hora de definir este nuevo horizonte temporal, se tuvo en cuenta que la obtención de financiación comunitaria requería la coincidencia del nuevo horizonte del Plan Nacional de Regadíos con el periodo de programación de los fondos estructurales comunitarios, cuya planificación comprendía el periodo 2000-2006 pero cuya ejecución se podía extender hasta el año 2008. Como consecuencia, el 5 de abril de 2002 se aprobó el Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008 (PNR).

1.4 Situación de los regadíos a finales del siglo XX

Siguiendo el mandato del Congreso de los Diputados, a finales de 1994 se iniciaron los trabajos y estudios necesarios para la caracterización y tipificación de los regadíos existentes. Como resultado de estos estudios, en 1996 se dispuso de un completo conocimiento de la situación del regadío en España. En ese momento, se regaban en España 3.344.637 ha, lo que representa el 7% de la superficie nacional y el 13% de la superficie agrícola útil (figura 1.1).

De esta superficie regada, había 1.077.000 ha (aproximadamente un tercio del total) de regadíos tradicionales o históricos (anteriores a 1900), de los cuales 782.000 ha se consideran promovidos por la iniciativa privada y los restantes 295.000 ha por la acción pública.

A lo largo del siglo XX, la aplicación de la Ley de 1911 promovió la transformación en riego de 316.000 ha, mientras que los regadíos desarrollados por el Instituto Nacional de Colonización (INC) y, posteriormente, por el Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) alcanzaron la cifra de 992.000 ha.

Con posterioridad a los Decretos de Transferencia de Competencias en materia de Reforma y Desarrollo Agrario, las Comunidades Autónomas han ejecutado 95.000 ha de nuevos regadíos. Asimismo, la superficie puesta en riego por iniciativa privada se estima en 1.280.000 ha. De acuerdo con las cifras anteriores la distribución de las superficies regables en España a finales del siglo XX se recoge en la tabla 1.1.

DATOS GENERALES SOBRE SUPERFICIES

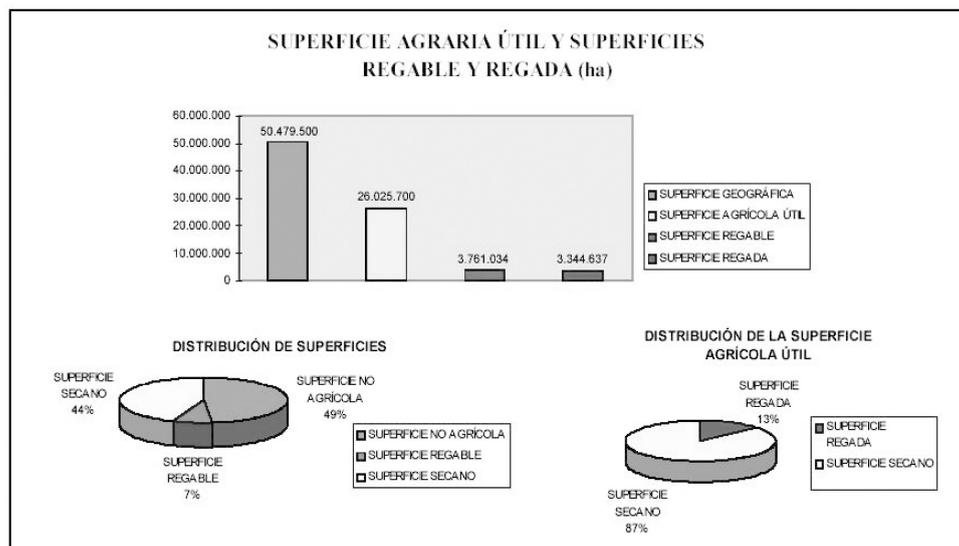


Figura 1.1. Distribución de superficies en España a finales del siglo XX. (Fuente: PNR, 2002)

La relevancia económica del regadío durante los últimos años de siglo XX, en términos de productividad económica, en comparación con el secano, se pone de manifiesto en la figura 1.2. En el regadío se obtenía el 50% de la producción final agraria con tan sólo un 13% de la superficie agrícola, y el valor bruto de la producción por ha se situaba, según los años, entre 2.400 y 3.000 €, lo que equivale a algo más de 6 veces el del secano.

Origen de los regadíos	Superficies (Mha)
Regadíos históricos (anteriores a 1900)	1.077
Iniciativa M ^o de Obras Públicas (Ley de 1911)	316
Regadíos INC e IRYDA y Planes Coordinados (MAPA-MOPU)	992
Iniciativa CCAA	95
Iniciativa privada	1.280
Total	3.760

Tabla 1.1. Distribución de la superficie regable en España a finales del siglo XX. (Fuente: PNR, 2002)

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN SECANO Y REGADÍO
(millones de pesetas en pts. constantes 1996)

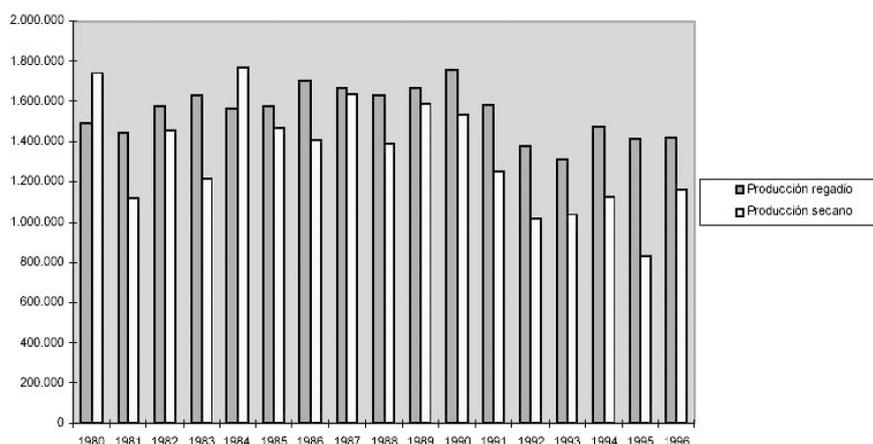


Figura 1.2. Evolución de la producción en secano y regadío. (Fuente: PNR, 2002)

Desde la perspectiva del empleo, se estimó que el empleo vinculado al regadío era de 610.000 UTA, entre empleo fijo y temporal. Las mayores necesidades de mano de obra del regadío respecto del secano eran muy variables en función de los cultivos.

Así, oscilaban entre un 10% para un cereal regado por aspersión y cobertura total o un 100% en cultivos continentales regados por gravedad, pudiendo llegar hasta un 400% en frutas y hortalizas o un 4000% en cultivos forzados.

El estudio también puso de manifiesto que en España existían 2.596.731 ha de superficie regable gestionada por 7.196 Comunidades de Regantes y otros tipos de colectivos de riego, y 1.164.303 ha de regadíos gestionados por agricultores de forma individual. Por tanto, quedó clara la importancia de las Comunidades de Regantes en cualquier iniciativa de planificación de regadíos.

La superficie regable y regada por CCAA a finales del siglo XX se muestra en las figuras 1.3 y 1.4, respectivamente. En los regadíos en explotación, se entiende como superficie regada la superficie cultivada que efectivamente se riega en una campaña normal, mientras que se considera superficie regable la que se encuentra dotada de las infraestructuras de distribución de agua necesarias para poder ser regada.

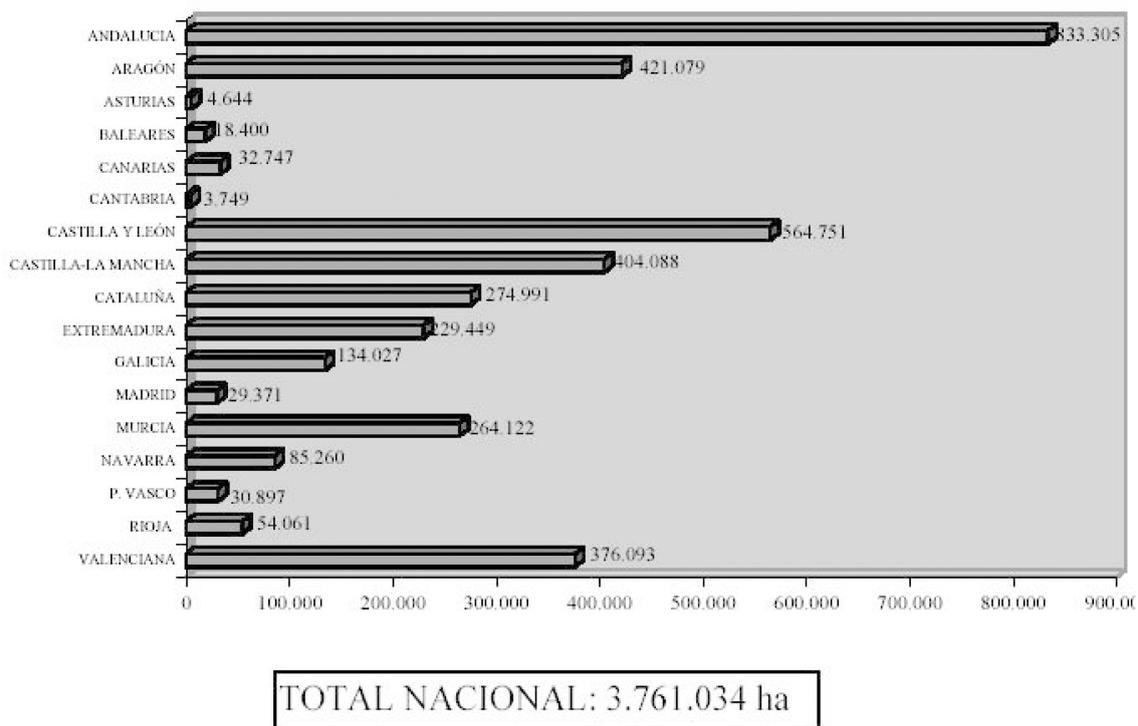


Figura 1.3. Superficie regable (ha) por Comunidad Autónoma a finales del s. XX.
(Fuente: PNR, 2002)

La información relativa al origen del agua (superficial, subterránea, trasvases, retornos, depuradoras y desalinizadoras) se presenta en la figura 1.5, mientras que la relativa al sistema predominante de riego (gravedad, aspersión y localizado) se muestra en la figura 1.6.

La existencia de 1.810.000 ha transformadas con anterioridad a 1960, de las que 1.077.000 ha tenían más de 100 años de antigüedad, determina que a finales del siglo XX existieran 735.000 ha en las que las redes de distribución constituidas, en gran parte, por cauces de tierra, tenían elevadas pérdidas de agua. A su vez, de las 1.295.000 ha regadas mediante acequias de hormigón, 392.000 ha presentaban graves problemas de conservación y mantenimiento. Asimismo, estos regadíos fueron proyectados de acuerdo con la tecnología entonces existente, utilizando el sistema de riego tradicional de gravedad (1.981.000 ha), y gran parte de ellos (1.635.000 ha)

con riego por turnos. La pérdida de eficiencia de las conducciones con el transcurso del tiempo y la modificación de las alternativas de cultivo produjo que 1.129.000 ha estuvieran infradotadas y 694.000 ha ligeramente infradotadas.

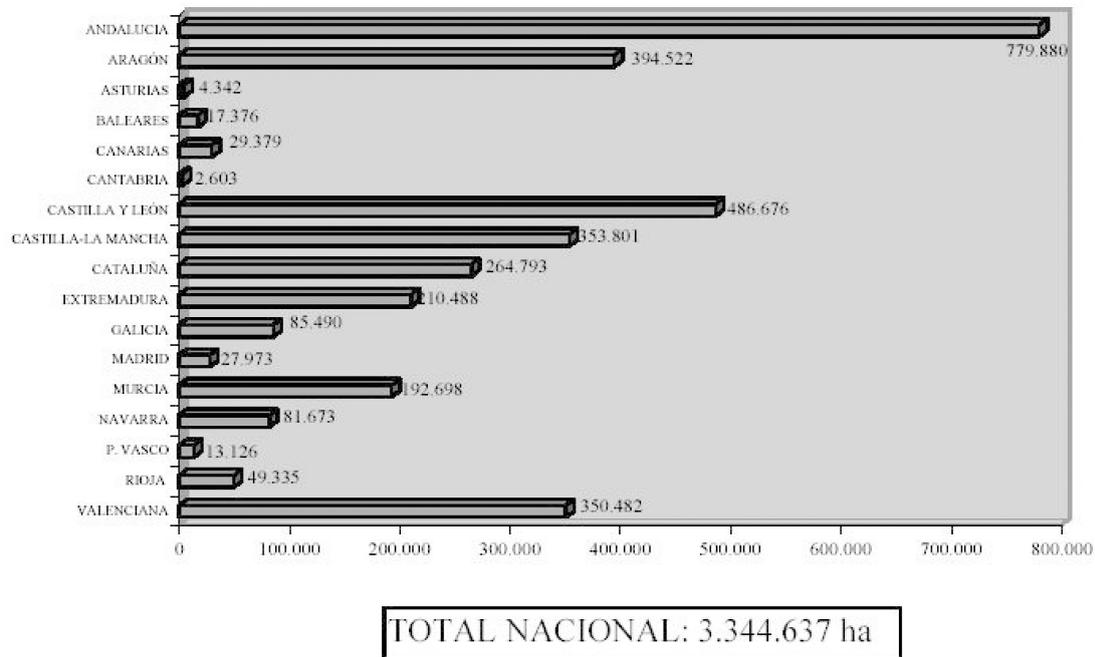


Figura 1.4. Superficie regada (ha) por Comunidad Autónoma a finales del s. XX.
(Fuente: PNR, 2002)

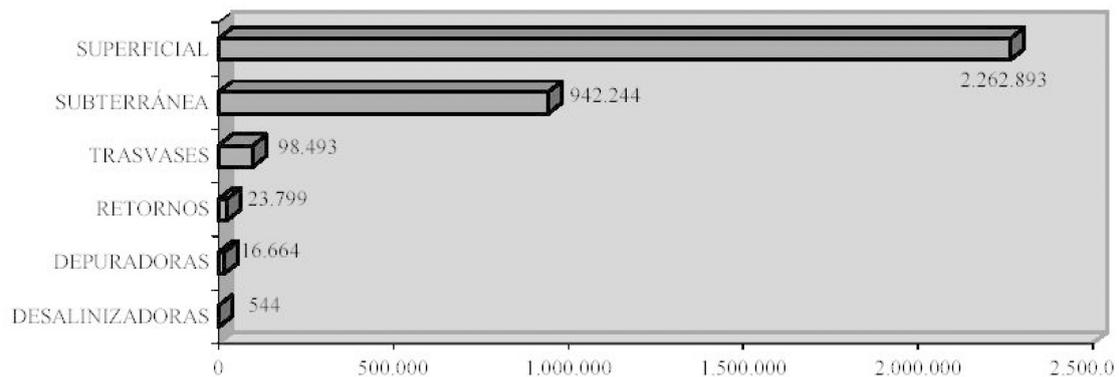


Figura 1.5. Superficie regada (ha) a finales del s. XX según origen predominante del agua.
(Fuente: PNR, 2002)

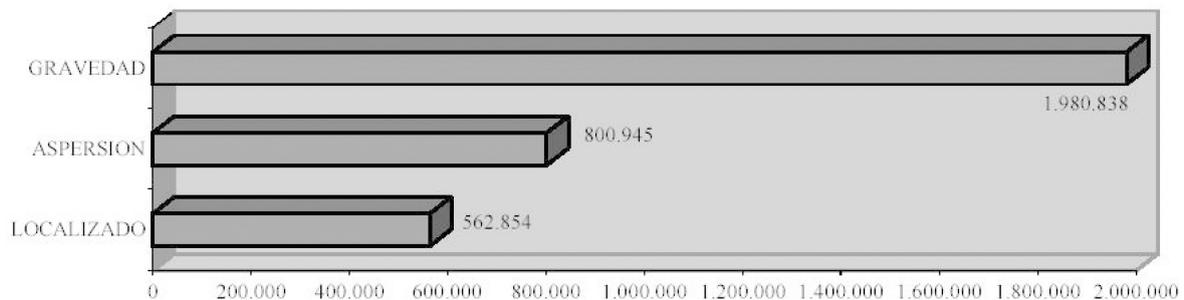


Figura 1.6. Superficie regada (ha) a finales del s. XX según sistema predominante de riego.
(Fuente: PNR, 2002)

La tarifa de riego aplicada en los regadíos españoles puede estar determinada por superficie regable, por volumen de agua consumida o mediante una fórmula binómica o mixta establecida en base a la superficie regable y al agua realmente consumida. La tarifa de riego por superficie se aplicaba en un 82% del regadío, la tarifa volumétrica en un 13% y la fórmula binómica en un 5%. Finalmente, la figura 1.7 recoge la distribución en función de los cultivos predominantes.

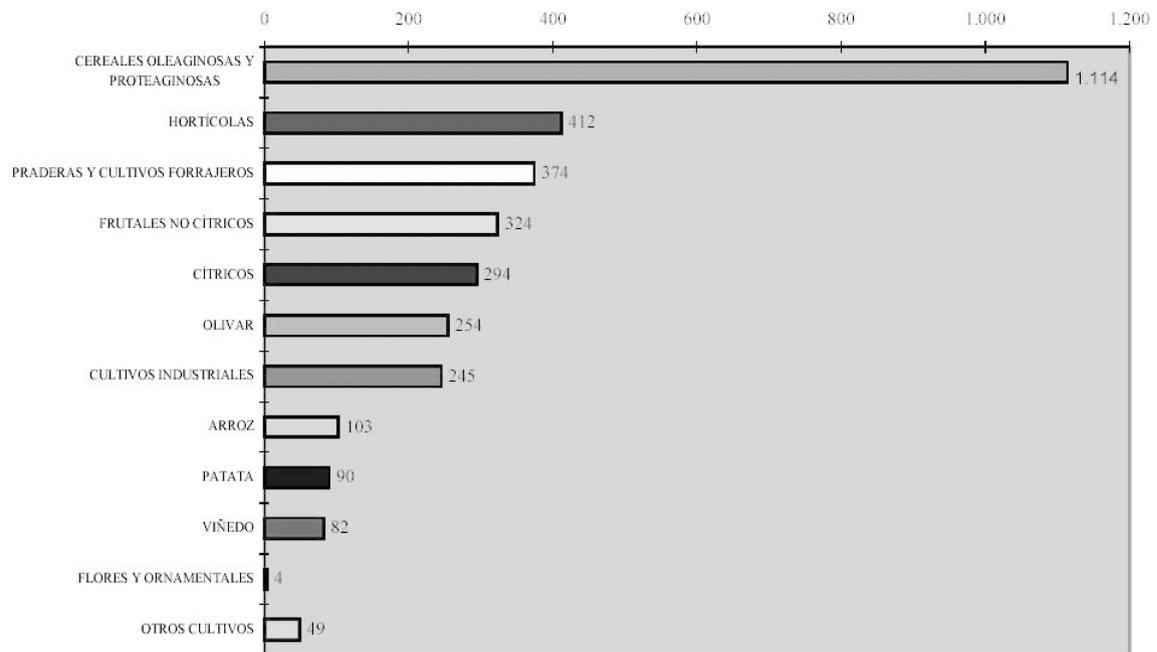


Figura 1.7. Superficie regada (ha) a finales del s. XX según el cultivo predominante. (Fuente: PNR, 2002)

1.5 El Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008

1.5.1 Objetivos del PNR

En un intento por racionalizar el desarrollo de los regadíos en España, y disponer de un marco global de referencia sobre esta fundamental cuestión, el Pleno del Congreso de los Diputados, en su sesión de 22 de marzo de 1994, acordó instar al Gobierno para que remita al Congreso de los Diputados, junto con el Plan Hidrológico Nacional, un Plan Agrario de Regadíos donde se contemple con precisión la superficie de nuevos regadíos, la superficie de regadío actual a mejorar, el consumo y ahorro de agua, los cultivos a establecer en concordancia con la reforma de la PAC y el acuerdo del GATT, los correspondientes estudios de rentabilidad y las posibles alternativas a los mismos, así como las zonas a transformar en regadío por razones sociales.

El objetivo básico del PNR es el de dar cumplimiento a los puntos del citado acuerdo del Congreso por el que se insta a su realización.

Además, el PNR incluyó una serie de objetivos relacionados con el desarrollo rural, con el fin de posibilitar su cofinanciación mediante fondos de la Unión Europea destinados a este fin: propone mejorar el nivel de vida del agricultor, mantener la población en el medio rural, consolidar el sistema agroalimentario, mejorar el medio ambiente, evitar la desertización, racionalizar y optimizar el consumo de agua para los regadíos y aportar a la planificación hidrológica la información y criterios que procedan desde el punto de vista específico y sectorial de la agricultura.

1.5.2 Programas de actuación

El PNR contempla los siguientes programas de actuación:

- **Superficie de nuevos regadíos.** Se consideran en este apartado los regadíos en ejecución, es decir, aquellos con inversiones de cierta importancia, ya realizadas y pendientes de su terminación, y las nuevas superficies en regadío, que comprenden las zonas a transformar por razones de interés social y por iniciativa privada.

La terminación de regadíos en ejecución comprende aquellas zonas en transformación en las que ya se han realizado inversiones públicas de cierta importancia en obras (no en estudios), con independencia de su situación administrativa y de que la iniciativa sea de las Comunidades Autónomas o de la Administración General del Estado.

Respecto a las zonas a transformar en regadío por razones sociales, su objetivo debe ser mantener, o elevar, las rentas de determinados sectores rurales de manera que se asegure la permanencia de sus poblaciones en su entorno tradicional. En cuanto a los regadíos de iniciativa privada, el PNR determina que los que se adecuen a sus previsiones podrán acceder a la subvención que se establece para las actuaciones de consolidación y mejora de regadíos.

Se ha considerado que el ritmo de transformación de estas superficies podría ser de unas 4.000 ha/año. El PNR efectuó una recopilación exhaustiva de todas las áreas de regadío de iniciativa privada o pública que en el transcurso de los últimos años habían sido consideradas como potencialmente regables tanto por las Comunidades Autónomas como por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). La superficie total de estas zonas ascendió, aproximadamente, a un millón de hectáreas. En cada una de estas zonas se efectuaron los estudios de viabilidad técnica y socioeconómica para su transformación en riego, pero su inclusión en el PNR como regadío potencial no presupone su transformación. El desarrollo de estos regadíos estará condicionado por su rentabilidad económica, disponibilidad de recursos hidráulicos y financieros, demanda de los mercados, repercusiones ambientales y, en especial, por su interés social.

- **Superficie de regadío actual a mejorar.** EL PNR prevé actuar sobre superficies de regadío ya existentes pero que requieren actuaciones de mejora. Dentro de este capítulo se deben considerar tanto los regadíos existentes infradotados, como aquellos otros que precisan obras de modernización y mejora debido a que sus infraestructuras, bien por envejecimiento de las instalaciones, bien por su anticuado diseño, son incompatibles con la implantación de técnicas modernas capaces de mejorar sus condiciones de competitividad, y dificultan el manejo racional de los recursos hídricos.

Respecto a los regadíos infradotados y su consolidación, los estudios del MAPA estimaron que representan una superficie en torno a 1.130.000 ha. Las causas de este problema fueron las ya enumeradas: pérdidas en la red de conducciones, sistemas de riego anticuados, agotamiento de recursos, sobreexplotación de acuíferos, uso abusivo de los regantes de cabecera, etc.

En cuanto a la modernización y mejora de regadíos existentes, hace referencia a los regadíos que se hallan dotados de unas infraestructuras de riego, de drenaje, de comunicación, y de comercialización totalmente obsoletas, las cuales, por haber sido ejecutadas hace muchos años y, aún a pesar de los trabajos para mantenerlas en un estado aceptable de conservación y uso, responden a una tecnología muy anticuada y de imposible adaptación a las necesidades de una agricultura moderna y competitiva. Los estudios de caracterización y tipificación del PNR estimaron que la superficie afectada por estos problemas ascendía a 1.500.000 ha.

Este programa, denominado de consolidación y mejora, supone en términos económicos el 75% del PNR.

- **Consumo y ahorro de agua.** Como se desprende de cuanto se acaba de exponer, el estudio del consumo de agua y las medidas para lograr su ahorro (modernización de las infraestructuras y mejor utilización del recurso) están implícitos en los estudios realizados en relación con la mejora y modernización de los regadíos existentes. Por lo que respecta a los nuevos regadíos, este tipo de actuaciones se contemplan desde el momento mismo en que se proyectan, mediante la adopción de una tecnología moderna y adecuada, y de las medidas para el correcto uso del agua en los estatutos de las nuevas Comunidades de Regantes.
- **Formación de los regantes y divulgación de las técnicas de regadío.** Considerando el gran esfuerzo económico que supone para el país el PNR, resulta obligado tratar de obtener los máximos rendimientos de las inversiones que se realicen mediante el mejor uso y manejo de las instalaciones, equipos y técnicas de cultivo y de aplicación del agua, lo que, a su vez, influirá favorablemente en las condiciones de vida del agricultor.

Esto lleva a la necesidad de formar adecuadamente a los regantes mediante el establecimiento, por una parte, de cursos de capacitación profesional y, por otra, de agencias o servicios de asesoría e información periódica sobre los parámetros de riego, complemento indispensable si se desea alcanzar en el campo el nivel técnico preciso para lograr la competitividad que garantice el éxito competitivo de la agricultura española.

En cuanto a los servicios de asesoramiento al regante debe pretenderse la implantación, a escala nacional, de centros que faciliten a los usuarios información en tiempo real, orientados a mejorar la aplicación del agua y a optimizar su aprovechamiento.

1.5.3 Estado de ejecución del PNR

La ejecución del PNR se concibió bajo los principios de coordinación y cooperación y dentro de la misma conviene destacar que:

- Las actuaciones se distribuyen genéricamente en la planificación y se concretan mediante convenios específicos entre la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas.
- El seguimiento de las actuaciones se realiza a través de Consejo Interterritorial para la Gestión del PNR.
- Las actuaciones correspondientes a la Administración General del Estado se realizan bien directamente, a través de sus medios propios, o por medio de las Sociedades Estatales de Infraestructuras Agrarias (SEIASA), en el caso del Programa de Consolidación y Mejora.

En enero de 2008, el MAPA y el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM) presentaron el informe “La nueva política del agua en los regadíos españoles”, en el que se presenta el último balance de ejecución del PNR. A grandes rasgos, los principales datos son que la inversión ejecutada en todos los programas ha ascendido a 2.039 M€, que supone un 142,58% de la inversión programada por el PNR. La superficie total de actuación es de 666.000 ha, que suponen un 100,50% de la superficie programada.

Respecto al Programa de Mejora y Consolidación, el más importante del PNR, la inversión ejecutada es de más de 1.500 M€, un 220% de la inversión programada por el PNR, afectando a 570.000 ha, un 104% de la superficie programada.

En total, el ahorro de agua estimado con las actuaciones de PNR ejecutadas hasta enero de 2008 asciende a 1.400 hm³·año⁻¹. El RD 1725/2007, de 21 de diciembre, supone el último esfuerzo fi-

nanciero para concluir las actuaciones del Programa de Mejora y Consolidación de regadíos del PNR Horizonte 2008. Para este cierre, el MAPA prevé ejecutar a través de las SEIASAs actuaciones de modernización de regadíos por una inversión total de 87,8 M€, afectando a una superficie de 57.636 ha y estimando un ahorro de agua adicional de 134,27 hm³·año⁻¹.

1.6 El Plan de Choque de Modernización de Regadíos

1.6.1 Justificación del Plan de Choque de Modernización de Regadíos

En el año 2004 se produce una reorientación de la política del agua en España, que se materializa a través del Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua). De este modo, el PHN se ha modificado introduciendo un conjunto de actuaciones en las cuencas mediterráneas basadas en el ahorro, la depuración, la reutilización y la desalación, estableciendo, simultáneamente, medidas para mejorar el control público en el uso y en la calidad del agua, así como para favorecer el cumplimiento de la normativa europea en lo que se refiere tanto a la sostenibilidad ambiental como a la racionalidad económica de la acción pública en la gestión del agua. Las nuevas directrices de esta nueva política se pueden resumir en tres ejes principales:

- La necesaria coordinación entre las Administraciones implicadas en la política del agua, y de aquí nace una colaboración entre los Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Medio Ambiente, en la que se ponen en común acciones a emprender en la distribución en alta junto a las de distribución en baja.
- La eficiencia en el consumo de agua, obteniendo el máximo rendimiento de las producciones a la vez que ahorrando porcentajes de utilización de recursos hídricos muy elevados.
- El impulso a la innovación tecnológica, obligando tanto al control exhaustivo del agua utilizada, como al manejo automatizado de las redes de riego por parte de las Comunidades de Regantes.

Todo ello ha llevado a la revisión del PNR, materializada en el Real Decreto 287/2006, de 10 de marzo, conocido como Plan de Choque de Modernización de Regadíos (PCMR), en el que se establece una prioridad de las obras en función de su sostenibilidad económico, social y medioambiental. En ningún caso, la inversión pública prevista en este Plan, 2.049 M€, se destinará a nuevos regadíos.

Además, por primera vez en la historia del regadío español, se publica en el anejo correspondiente para cada proyecto, junto a la inversión prevista, el ahorro de agua que se pretende y que permitirá atender necesidades de abastecimiento así como el resto de usos, incluidos los ambientales. También, del listado de obras previstas se desprende tanto la utilización por el regadío proveniente del reciclado de aguas residuales de núcleos urbanos, como la puesta en marcha de agua procedente de la desalación. Con ello se abarca una amplia gama de posibilidades que permiten, simultáneamente, un ahorro muy considerable, cifrado en más de 1.162 hm³, así como la mejora del potencial productivo. Además, todos los agricultores que se benefician del Plan se comprometen a adoptar, a través de un riguroso programa de vigilancia ambiental, medidas para reducir la contaminación.

1.6.2 Objetivos

Uno de los principales objetivos del PCMR es promover el ahorro de agua, hasta 1.162 hm³·año⁻¹, cambiando la imagen del regadío, de derrochador y contaminador, a gestor eficiente del agua y garante del medio ambiente. También pretende paliar los daños producidos por la sequía actual y mejorar la posibilidad de respuesta ante futuros eventos de este tipo.

Para ello se pretende optimizar el uso de agua disponible mediante actuaciones como son la modernización de los sistemas de transporte, distribución y aplicación del agua en parcela, la

elección de cultivos con variedades menos exigentes en agua, o el empleo de recursos hídricos alternativos a los convencionales, como son las aguas desaladas y las aguas regeneradas.

El objetivo de estas acciones no sólo se reduce a obtener un ahorro de agua en la zona objeto de actuación. Se considera necesario dar un paso más en la modernización de nuestros regadíos, incorporando a los regantes a la sociedad de la información a través de la implantación de modernas tecnologías de comunicaciones en el medio rural, para alcanzar una mayor eficiencia hídrica y económica del regadío.

Se pretende así superar la dualidad existente entre el regadío moderno y altamente tecnificado de las explotaciones más competitivas y el regadío obsoleto y de baja eficiencia hídrica que provoca enormes pérdidas de un recurso escaso como es el agua.

Por otro lado, la modernización del regadío implica la creación de empleo de calidad, capaz de gestionar de otra manera el agua de riego, y el desarrollo de un potente sector de servicios ligado al sistema agroindustrial asociado al regadío. La diversificación de las características de empleo posibilita la participación de todo tipo de trabajadores, hombres y mujeres, lo que, sin duda, contribuye a fijar población y mejorar la calidad de vida en todas las zonas de influencia.

En total se invertirán 2.344 M€ que afectarán a 866.898 ha y 291.024 regantes. La financiación máxima que se realizará con cargo a los dos Ministerios implicados, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y el Ministerio de Medio Ambiente, será de 1.873 M€, aportando los usuarios la diferencia hasta completar el total de la inversión proyectada.

Todos estos esfuerzos son coherentes con el enfoque de gestión de aguas asumido por la nueva Directiva Marco del Agua, base esencial del ordenamiento legal europeo en materia de gestión de aguas y cuyo objetivo central no es otro que recuperar y conservar el buen estado ecológico de los ecosistemas hídricos.

1.6.3 Estado de ejecución del PCMR

Según se recoge en el informe “La nueva política del agua en los regadíos españoles”, en febrero de 2008 el MAPA había adjudicado obras por valor de 560 M€, que afectan a una superficie de 253.035 ha, 113.555 regantes y producirán un ahorro de agua anual estimado en 503 hm³·año⁻¹. El 80% de este presupuesto se ha destinado a actuaciones para sustituir los sistemas de gravedad por presión (goteo).

Además, la inversión del MAPA genera a su vez una inversión privada equivalente, con lo que se estima que la inversión final del Plan supere ampliamente los 1.000 M€.

La figura 1.8 muestra la evolución desde la puesta en marcha del PNR de la superficie regada mediante riego localizado y mediante gravedad. Se observa cómo el ritmo de modernización se ha incrementado en los últimos años, y en especial a partir de 2006, como consecuencia de la puesta en marcha del PCMR.

1.7 El futuro Plan de Regadíos Sostenible 2008-2013 (PRS)

Finalizado el período de vigencia del PNR y el PCMR, a partir de 2008 se abre un nuevo periodo de planificación en los regadíos españoles. Según se deduce de los informes “El uso sostenible del agua en el sector agrario: situación actual y perspectivas de futuro” (MAPA, 2007) y “La nueva política del agua en los regadíos españoles” (MAPA, 2008), las directrices de la nueva política de regadíos deben ser acordes con las directrices del actual programa operativo de desarrollo rural 2007-2013, considerando los criterios definidos en el Plan Estratégico Nacional de Desarrollo Rural (MAPA, 2007) y en el Marco Nacional de Desarrollo Rural (MAPA, 2007).

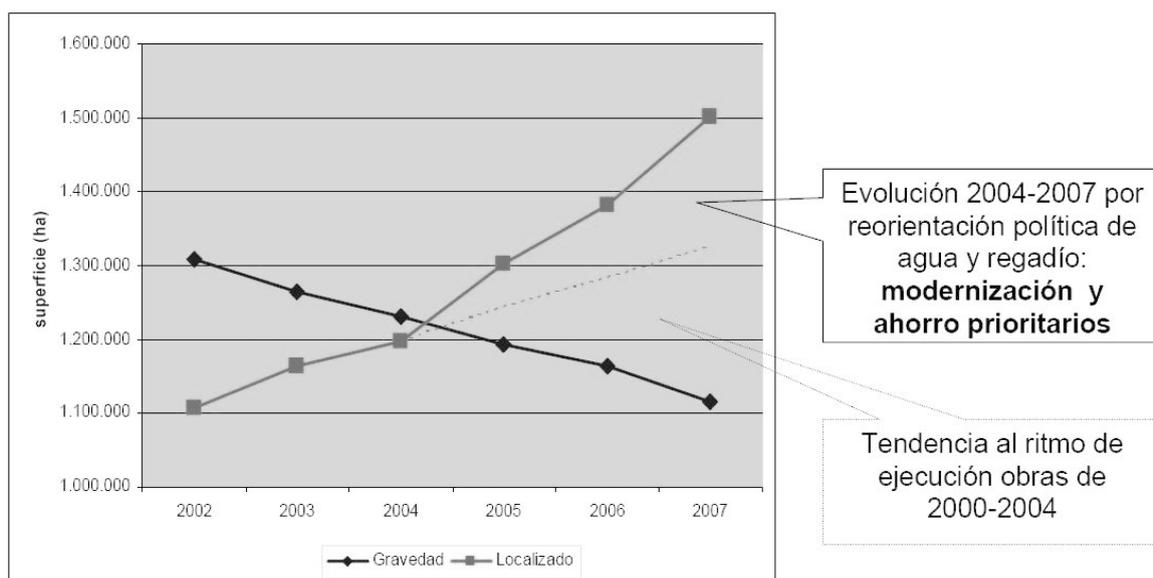


Figura 1.8. Evolución desde la puesta en marcha del PNR de la superficie regada mediante riego localizado y mediante gravedad. (Fuente: Informe “La nueva política del agua en los regadíos españoles”)

Las principales directrices de estos documentos, relativas a la planificación y gestión del agua en la agricultura, son las siguientes:

- **Medioambientales:**

- o Ahorro de Agua. El agua ahorrada se pone a disposición del Órgano de Cuenca para su utilización en usos prioritarios: caudal ecológico, uso urbano, etc.
- o Proyectos de utilización de fuentes de agua alternativas (desalación y depuración terciaria de aguas urbanas).
- o Mejora del paisaje, la flora y la fauna de las zonas regables (creación de setos vivos, zonas de lagunaje, etc.).
- o Utilización de Guías de Buenas Prácticas Agrarias: conservar calidad de aguas y suelos.
- o Evita la contaminación difusa.
- o Estrecha coordinación entre Departamentos: MMA y el MAPA.

- **Sociales:**

- o Adaptación a la evolución de los mercados globalizadores de productos agrarios: creciente demanda de alimentos y de energía.
- o Fijar población.
- o Las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión del agua racionaliza y mejora la creación de empleo de calidad.
- o Intensificación de la formación de los regantes en las nuevas tecnologías para un uso más eficiente de los inputs agrarios.

- **Económicas:**

- o Reforzar la capacidad de los agricultores para hacer frente a las fluctuaciones del mercado.
- o Promover producciones compatibles con la PAC.
- o Facilitar alimentos de calidad, seguros y en cantidad.