



CONSTRUCCIÓN PARTICIPATIVA DE REDES BAYESIANAS COMO SISTEMA DE SOPORTE A LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

Realizado por:

CONSUELO VARELA ORTEGA (UPM)

GEMA CARMONA GARCÍA (UPM)

JOSÉ LUIS MOLINA GONZÁLEZ (IGME)

Con la colaboración de:

África de la Hera (IGME)

José Luis García Aróstegui (IGME)

John Bromley (Oxford University Centre for the Environment)

Hans J. Henriksen (GEUS: Geological Service of Denmark and Greenland)

Caroline Sullivan (Oxford University Centre for the Environment)

INDICE

RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN	13
CONTEXTO DEL TRABAJO.....	13
HERRAMIENTAS DE APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA	14
ESQUEMA METODOLÓGICO	14
 PARTE I: ELABORACIÓN DE UN SSD BASADO EN UNA RED BAYESIANA PARA LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DEL ALTO GUADIANA	
1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	17
CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO	18
2.1. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
2.2. PROBLEMÁTICA	20
3. ESTUDIO AGROECONÓMICO	24
3.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	24
3.1.1. Selección de las Comunidades de Regantes representativas.....	24
3.1.2. Selección de las explotaciones representativas	31
3.2. ANÁLISIS DEL TRABAJO DE CAMPO.....	32

3.2.1. Representatividad de la muestra.....	33
3.2.2. Datos generales: explotaciones tipo y precios de la tierra.....	34
3.2.3. Análisis de la información sobre las explotaciones.....	36
3.2.4. Condicionalidad.....	48
3.2.5. Datos de cultivos a partir de las encuestas (valores medios indicados por los agricultores).....	52
3.2.6. Conflictos por el uso del agua.....	53
3.3. ELABORACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO.....	56
4. CONSTRUCCIÓN DEL SSD.....	58
4.1. ELECCIÓN DEL SSD.....	58
4.2. PARTICIPACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS.....	59
4.3. PASOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED BAYESIANA.....	60
4.4. SIMULACIONES.....	63
5. RESULTADOS.....	65
6. CONCLUSIONES.....	66
 PARTE II: CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO ECONÓMICO DE REDES BAYESIANAS ORIENTADAS A OBJETOS (OOBNs) PARA LA CUENCA DEL SEGURA: ANÁLISIS ECONÓMICO	
1.1 PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	68
1.2 GESTIÓN DEL AGUA EN LA AGRICULTURA DE REGADÍO.....	70
3.1 METODOLOGÍA.....	77

3.2 ORIGEN DE LAS EXTRACCIONES Y TIPOLOGÍA DE LAS DE ENTIDADES DE RIEGO	77
3.3 TIPOLOGÍA DE LAS EXPLOTACIONES	84
3.4 USOS Y DEMANDAS HÍDRICAS PARA LA AGRICULTURA. TIPOS DE CULTIVOS.	96
3.5 AGRUPACIÓN DE CULTIVOS	108
3.6 ANÁLISIS DE LOS COSTES DE LOS SERVICIOS DE AGUA. ANÁLISIS DE LOS COSTES DE EXTRACCIÓN DEL AGUA Y PRINCIPIO DE RECUPERACIÓN DE COSTES	109
3.7 CONTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	114
<i>3.7.1 Análisis de costes de producción agrícola.....</i>	<i>115</i>
<i>3.7.2 Análisis de ingresos.....</i>	<i>119</i>
<i>3.7.3 Análisis de la rentabilidad agrícola.....</i>	<i>122</i>
4.1 ELECCIÓN DEL SSD	125
4.2 ESTRUCTURA GENERAL DEL SSD.....	126
4.3 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL SSD	129
4.4 ESTRUCTURA DE LA PARTE SOCIOECONÓMICA DEL SSD	130
4.5 INCORPORACIÓN DE LOS ASPECTOS AGROS ECONÓMICOS AL SSD.....	132
<i>4.5.1 Análisis de la tipología y clasificación de cultivos</i>	<i>133</i>
<i>4.5.2 Distribución de cultivos. Requerimiento hídrico.....</i>	<i>135</i>
<i>4.5.3 Distribución de cultivos. Beneficio Neto</i>	<i>137</i>
<i>4.5.4 Distribución de cultivos. Número de empleos directos agrícolas.....</i>	<i>139</i>
<i>4.5.5 Discretización de las CPT's</i>	<i>140</i>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema metodológico general de la investigación	15
Figura 2: Distribución de la Cuenca del Alto Guadiana por provincias.....	18
Figura 3: Unidades Hidrogeológicas del Alto Guadiana.....	19
Figura 4: Superficies por cultivo para el año 2005, estimadas por teledetección, en el ámbito del Alto Guadiana y en los perímetros sobreexplotados (Mancha Occidental y Campo de Montiel)	20
Figura 5: Presupuesto del Plan Especial del Alto Guadiana, desglosado por medidas.	22
Figura 6: Selección de las Comunidades de Regantes representativas del acuífero Mancha Occidental.....	25
Figura 7: Características de las Comunidades de Regantes del acuífero Mancha Occidental	26
Figura 8: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Alcázar de San Juan.....	27
Figura 9: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Daimiel.	27
Figura 10: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Herencia.....	28
Figura 11: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Manzanares.....	28
Figura 12: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Tomelloso.....	28
Figura 13: Evolución de la superficie de riego por cultivo en el acuífero Mancha Occidental	29
Figura 14: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Alcázar de San Juan.....	29
Figura 15: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Daimiel.....	30
Figura 16: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Herencia.....	30
Figura 17: Superficie de los principales cultivos en la Com. Regantes Manzanares	30
Figura 18: Superficie de los principales cultivos en la Com. Regantes Tomelloso	31
Figura 19: Clasificación de las explotaciones encuestadas por estratos de tamaño	34
Figura 20: Red Bayesiana definida para el Alto Guadiana	61
Figura 21. Área de estudio.....	76
Figura 22. Obras del Plan Nacional de Modernización de regadíos en la comunidad de regantes de Casablanca.....	83

Figura 23. Comarcas del Nordeste y Río Segura (Región de Murcia).....	85
Figura 24. Tipología de las explotaciones en la comarca del Nordeste.	87
Figura 25. Tipología de las explotaciones en la comarca del Río Segura.....	90
Figura 26. Unidades de Demanda agraria regadas con agua procedente de los 4 acuíferos del estudio.....	98
Figura 27. Superficie neta de cultivos (ha).....	102
Figura 28. Demanda neta de agua para cada cultivo ($\text{hm}^3/\text{año}$).....	103
Figura 29. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cultivos herbáceos en los municipios del estudio.....	104
Figura 30. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cultivos leñosos en los municipios del estudio.....	105
Figura 31. Evolución comparativa de la superficie de regadío del almendro en los municipios del estudio.....	106
Figura 32. Evolución comparativa de la superficie de regadío del viñedo en los municipios del estudio.....	106
Figura 33. Evolución comparativa de la superficie de regadío del olivar en los municipios del estudio.....	107
Figura 34. Evolución comparativa de la superficie de regadío de trigo en los municipios del estudio.....	107
Figura 35. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cebada en los municipios del estudio.....	108
Figura 36. Fuente: WATECO (2003): The implementation challenge of the Water Framework Directive. Annex IV. I.15.....	109
Figura 37. Costes de los servicios de extracción de aguas subterráneas por cuenca. Máximos, mínimos y medias ponderadas por m^3 . Fuente: (MIMAM, 2007).....	111
Figura 38. Proporción de costes variables y costes fijos de los grupos de cultivos analizados. Fuente: AMOPA y elaboración propia.....	116
Figura 39. Análisis de costes de producción agrícola de los grupos de cultivo analizados. Fuente: AMOPA y elaboración propia.....	117
Figura 40. Análisis de costes de producción agrícola. Fuente: MAPA y elaboración propia.....	118
Figura 41. Rendimiento medio de los grupos de cultivos estudiados.....	120
Figura 42. Ingreso medio de los grupos de cultivos analizados (periodo 2002-2006). Fuente: CARM y elaboración propia.....	121
Figura 43. Rentabilidad agrícola de los grupos de cultivos, expresada como Margen Neto y Beneficio Neto. Fuente: elaboración propia.....	123

Figura 44. Overall OOBN definida para el modelo.....	127
Figura 45. OOBN para cada masa de agua. (Versión Completa).....	128
Figura 46. Parte socioeconómica de cada subnetwork.	132

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Explotaciones tipo en las Com. Regantes de la Mancha Occidental.	31
Tabla 2: Representatividad de la muestra seleccionada respecto del total del acuífero	33
Tabla 3: Explotaciones tipo según los agricultores de Alcázar de San Juan.....	34
Tabla 4: Explotaciones tipo según los agricultores de Daimiel	35
Tabla 5: Explotaciones tipo según los agricultores de Herencia.....	35
Tabla 6: Explotaciones tipo según los agricultores de Manzanares	35
Tabla 7: Explotaciones tipo según los agricultores de Tomelloso	35
Tabla 8: Precio de la tierra, indicado por los agricultores	35
Tabla 9: Información sobre la estructura de las explotaciones encuestadas.....	37
Tabla 10: Superficie total (en ha y en %) de cada cultivo indicado en el trabajo de campo. 38	
Tabla 11: Rotaciones de cultivos expresadas en las encuestas.....	39
Tabla 12: Tamaño de explotación y distribución de cultivos por estrato de tamaño.	40
Tabla 13: Número y características de los pozos, tipo de bombeo y costes derivados del riego en las explotaciones encuestadas.....	41
Tabla 14: Superficie (en ha y %) de viña con cada tipo de conducción.....	45
Tabla 15: Tipos de viña cultivada en las explotaciones encuestadas	45
Tabla 16: Canales de comercialización usados por los agricultores encuestados	46
Tabla 17: Percepción de los agricultores sobre la aplicación de la normativa de condicionalidad.....	48
Tabla 18: Costes variables, ingresos y margen bruto por cultivo- media de los datos aportados en las encuestas	52
Tabla 19. Entidades de riego de la zona estudiada que extraen recursos de las masas del estudio.....	78
Tabla 20. Descripción comparativa de las comunidades de regantes encuestadas.	80
Tabla 21. Superficie y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Región de Murcia.....	84
Tabla 22. Superficie total, superficie agraria útil y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Comarca agraria del “Nordeste” de Murcia.	85
Tabla 23. Porcentaje de explotaciones, de superficie agraria útil por estratos de tamaño reducidos en la comarca agraria del Nordeste.	86
Tabla 24. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Abanilla y en la comarca del Nordeste.	86

Tabla 25. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Yecla y en la comarca del Nordeste.	87
Tabla 26. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Fortuna y en la comarca del Nordeste.	87
Tabla 27. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Jumilla y en la comarca del Nordeste.	87
Tabla 28. Explotaciones tipo seleccionadas en las CC.RR pertenecientes a la comarca del Nordeste.	88
Tabla 29. Superficie total, superficie agraria útil y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Comarca agraria del “Río Segura” de Murcia.	89
Tabla 30. Porcentaje de explotaciones, de superficie agraria útil por estratos de tamaño reducidos en la comarca agraria del Río Segura.	89
Tabla 31. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Abarán y en la comarca del Río Segura.	90
Tabla 32. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Cieza y en la comarca del Río Segura.	90
Tabla 33. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Molina de Segura y en la comarca del Río Segura.	90
Tabla 34. Explotaciones tipo seleccionadas en las CC.RR pertenecientes a la Comarca del Río Segura.	91
Tabla 35. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Jumilla.	92
Tabla 36. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Yecla.	92
Tabla 37. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Abanilla.	93
Tabla 38. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Abarán.	93
Tabla 39. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Cieza.	94
Tabla 40. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Fortuna.	94
Tabla 41. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Molina de Segura.	95
Tabla 42. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de Jumilla y Yecla.	95
Tabla 43. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de ..	96

Tabla 44. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de..	96
Tabla 45. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU del municipio de Molina de Segura	96
Tabla 46. Demanda agraria de las áreas de riego suplidas por las Masas de Agua Subterránea (M.A.S) del estudio. Nota: Cingla acuífer (C), Jumilla-Villena acuífer (J-V), Serral-Salinas acuífer (S-S), Ascoy-Sopalmo acuífer (A-S).	99
Tabla 47. Usos y demandas de cada M.A.S	99
Tabla 48. Análisis de cultivos y demandas hídricas para cada Unidad de Demanda Agraria (UDA) de la Cuenca del Segura, que es regada total o parcialmente con agua de las 4 de masas de agua estudiadas.	100
Tabla 49. Distribución de los cultivos en los municipios del Jumilla, Yecla, Abanilla y Fortuna.....	103
Tabla 50. Distribución de los cultivos en los municipios del Abarán, Cieza y Molina de Segura	104
Tabla 51. Características de las explotaciones tipo.	108
Tabla 52. Organización de riego, origen, concesión, consumo anual y precio del agua. Costes de los servicios de extracción del agua subterránea utilizada las entidades de riego encuestadas (€/m ³).....	112
Tabla 53. Rendimientos, costes y márgenes de los cultivos en euros por hectárea (Metodología de Costes del MAPA)	124
Tabla 54. Variables del modelo de OOBNs	129
Tabla 55. Estados de la variable “Agricultural Net profit”	131
Tabla 56. Estados de la variable “Variable Costs”	131
Tabla 57. Estados de la variable “Market Trend”	131
Tabla 58. Estados de la variable “Total Number of Agricultural Employments”	131
Tabla 59. Cultivos y grupos de cultivos considerados para el modelo.....	133
Tabla 60. Asociaciones de cultivos	134
Tabla 61. Estados de la variable “Crop Distribution” dentro del modelo de OOBNs	135
Tabla 62. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas.....	136
Tabla 63. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena	136
Tabla 64. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla	137
Tabla 65. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo	137

Tabla 66. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas	138
Tabla 67. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena.....	138
Tabla 68. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla	138
Tabla 69. . Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo.....	139
Tabla 70. Unidad de trabajo año por hectárea y año. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas.....	139
Tabla 71. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena.....	139
Tabla 72. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla.....	140
Tabla 73. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo	140
Tabla 74. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Variable Costs”	141
Tabla 75. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Market Trend”	141
Tabla 76. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Total Number of Agricultural Employments” (Subnetwork Serral-Salinas).....	141
Tabla 77. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Crop Distribution” (Subnetwork Serral-Salinas).....	141

RESUMEN:

La finalidad de este informe es presentar una metodología y dos aplicaciones prácticas para el desarrollo de instrumentos de soporte a la toma de decisiones (SSD) para la gestión del agua. En el contexto de la nueva política de agua de la UE recogida en la Directiva Marco del Agua (DMA), uno de los pilares de la implementación de dicha política, es la participación pública y la colaboración activa de los grupos de interés en la gestión del agua en cada una de las cuencas hidrológicas de la UE. Como respuesta a los requisitos de la DMA, este estudio se centra concretamente en la elaboración de Redes Bayesianas como uno de los instrumentos de modelización participativa más adecuados para abordar la problemática específica de la gestión de las aguas subterráneas dentro de la elaboración de los actuales planes de cuenca exigidos por la DMA. Asimismo, el instrumento de RB está considerado como un método de gestión participativa de gran utilidad en situaciones de conflicto por el uso del agua entre sectores (agricultura y protección de espacios naturales), escasez de recursos hídricos y complejidad del sistema hidrológico y del sistema socio-económico. Las dos zonas de estudio seleccionadas son la cuenca Alta del Guadiana y la región del Altiplano en la Cuenca del Segura.

El estudio está dividido en tres partes. (i) La primera parte está dedicada a la introducción. En ella se presenta el contexto del estudio, la problemática de la gestión de las aguas subterráneas, la revisión y análisis de los instrumentos de gestión participativa y finalmente la elección del instrumento de la RB y su adaptación al caso específico de la gestión de las aguas subterráneas en España. Finalmente se presenta el marco metodológico general del estudio en el que se detallan las distintas fases del trabajo. En éstas se especifican tanto las partes comunes de la metodología para las dos zonas de estudio (base de conocimiento, selección de una tipología de explotaciones agrarias, elaboración de las RB) como las partes específicas que se han desarrollado en cada una de ellas (modelo económico, simulaciones de políticas). (ii) la segunda parte comprende el desarrollo de la RB en la cuenca alta del Guadiana, específicamente en el Acuífero Mancha Occidental. Esta RB tiene como aportación metodológica la integración de la RB con un modelo económico de programación matemática que simula los efectos sobre las explotaciones agrarias de la zona de estudio de distintos escenarios de política de aguas y de política agraria. Esta metodología permite enriquecer sustancialmente el análisis de la gestión participativa de las RB con la incorporación de los efectos socio-económicos y agronómicos de las políticas de agua y agrarias sobre las explotaciones de la zona. (iii) la tercera parte presenta la aplicación de RB a la región del Altiplano de la Cuenca del Segura, y tiene como aportación metodológica específica la elaboración de una RB

orientada a objetos ('Object oriented BN') en la que se agregan distintos tipos de acuíferos interrelacionados y que permite realizar un análisis regional. La cuarta parte se dedica a las referencias bibliográficas y por último se presenta un anejo con las fotografías de las reuniones realizadas con los grupos de interés para la elaboración de las RB en las dos zonas de estudio.

INTRODUCCIÓN

Contexto del trabajo

El desarrollo de herramientas destinadas a mejorar las decisiones en la gestión de los recursos hídricos cobra especial relevancia en un contexto de escasez de agua, que se ve agravada en la actualidad por el aumento de la población y por el surgimiento de nuevas demandas. El problema de la disponibilidad de agua cobra especial importancia en los países mediterráneos, donde las precipitaciones son escasas e irregulares (Varela et al., 2006).

Puesto que la agricultura es el sector que consume la mayor parte del recurso, la gestión del agua en el sector agrario constituye un elemento clave en la búsqueda de la sostenibilidad del uso del agua. En nuestro país, donde el 80% de los recursos hídricos se destinan al riego, los problemas de escasez se han visto agravados en las últimas décadas por políticas europeas que han incentivado el desarrollo de producciones intensivas (Varela et al, 1998). Este desarrollo del riego también se ha visto favorecido, al igual que otros países áridos o semiáridos, por el abaratamiento de los costes de perforación y de extracción de aguas subterráneas (Llamas, 2005), lo cual ha posibilitado el desarrollo del riego a muchos pequeños agricultores. Esta expansión del uso de las aguas subterráneas se ha llevado a cabo gracias a la iniciativa privada, con una escasa intervención pública, llevando en algunos casos a la sobreexplotación del recurso (Fornés et al., 2005).

Frente a este tipo de situaciones, se ha abogado en los últimos años por el desarrollo de políticas integradas que buscan la gestión sostenible de los recursos. Entre dichas políticas, la Directiva Marco del Agua (EC, 2000) proporciona una serie de directrices obligatorias para los países miembros con el objeto de alcanzar una gestión sostenible de los recursos hídricos. El enfoque de esta política supone un cambio importante en los modelos de gestión, que pasan a enfocarse como gestión de la demanda, e incluyen la necesidad de evaluar el coste-eficacia de las medidas (Varela-Ortega, 2007). Este nuevo enfoque requiere el desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones y que sean capaces de responder a una visión integrada del uso del recurso.

Herramientas de apoyo a la gestión integrada del agua

Aunque existen numerosas definiciones del concepto de gestión integrada, todas ellas incluyen dos aspectos cruciales (Bromley et al., 2005):

(1) a la hora de tomar decisiones de gestión, se deben tomar en cuenta las implicaciones de las mismas en el conjunto del sistema, y no sólo en el propio recurso aisladamente

(2) en la toma de decisiones hay que incluir la participación de los grupos de interés que se van a ver afectados por las dichas decisiones. La inclusión de los grupos de interés en el proceso tiene diversas ventajas: asegura que las decisiones serán aceptadas por los afectados, aporta distintos criterios y puntos de vista, y fomenta el aprendizaje social (Ridder et al., 2005).

Si se pretende involucrar a los grupos de interés en la gestión, haciéndoles participar en la toma de decisiones, se requerirán herramientas de ayuda a la toma de decisiones que sean sencillas, transparentes y flexibles (Henriksen et al., 2007). Algunas de las herramientas que ya se han usado en el contexto de la gestión integrada son: el análisis multicriterio (Giupponi et al., 2004; Mysiak et al., 2005), que se basa en la búsqueda de la mejor opción de gestión a partir de la valoración de las opciones posibles en base a determinados indicadores, que se pueden definir también con la ayuda de los grupos de interés. Otra posibilidad es la utilización de redes Bayesianas, basadas en la teoría de la probabilidad (ley de Bayes), y que han sido ampliamente utilizadas en diversos campos, como la medicina, la informática, y en el área de la gestión de los recursos naturales (Cain 2001; Cain et al. 2003; Varis 1997). Tanto el análisis multicriterio como las redes Bayesianas permiten la integración de los diversos aspectos implicados en la gestión del agua. No obstante, la ventaja de las redes Bayesianas es que permite incluir la incertidumbre en la representación del sistema, capacidad interesante cuando tratamos con sistemas complejos en los que se combinan las incertidumbres relativas al sistema natural, a las políticas, al conocimiento... Esta característica de las redes Bayesianas, junto con su carácter gráfico, que facilita la interacción con los grupos de interés (Batchelor, 1999; Cain et al., 1999; Bacon, 2002), y la posibilidad de utilizarlas conjuntamente con otro tipo de modelos, nos han hecho preferir las redes Bayesianas como instrumento en nuestro estudio.

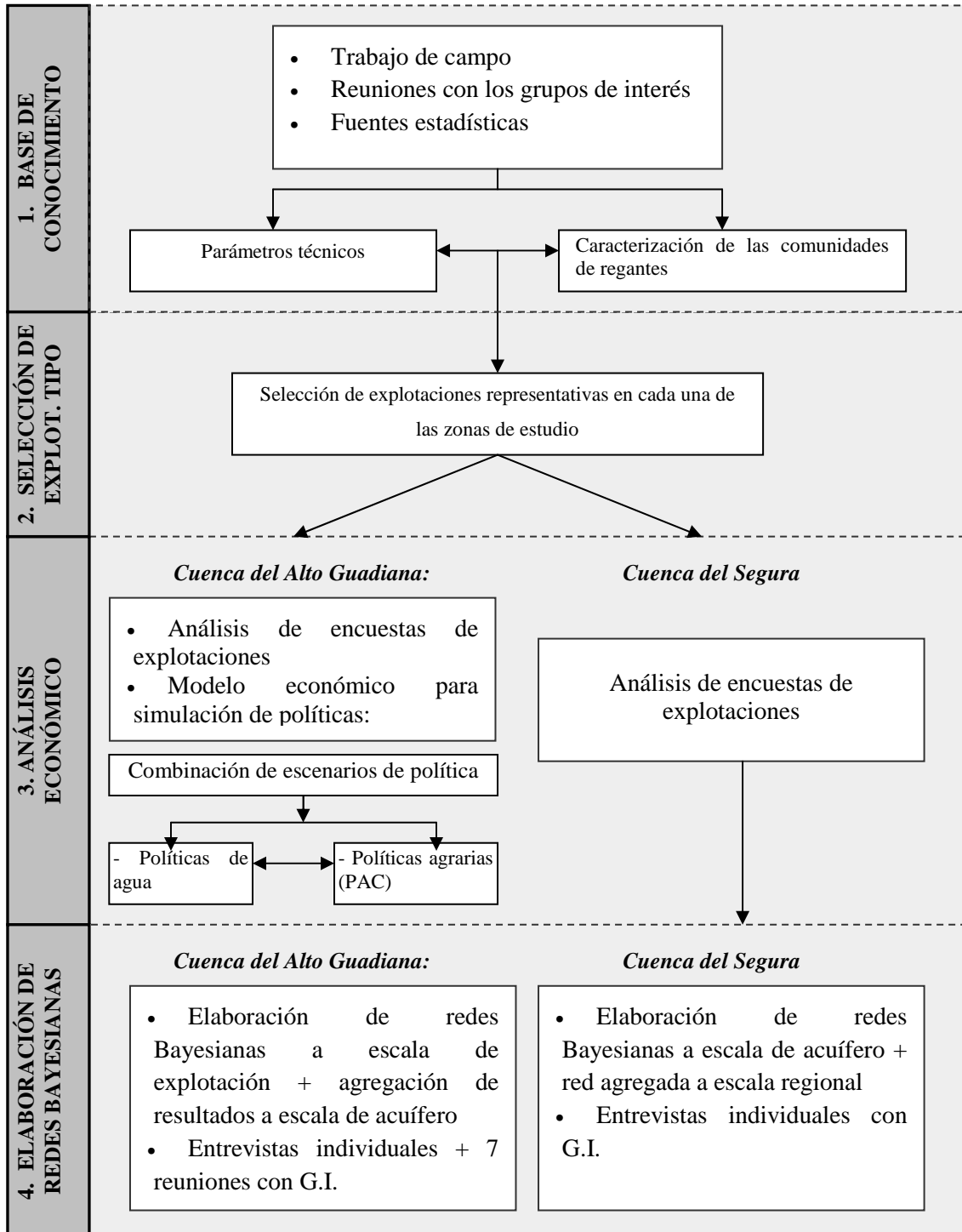
Esquema metodológico

La construcción de redes Bayesianas para el análisis de los efectos económicos y medioambientales del uso del agua se ha llevado a cabo en dos casos de estudio diferentes: el Alto Guadiana y la zona del Altiplano, en la cuenca del Segura. En ambas

regiones, los recursos subterráneos constituyen la principal fuente de agua, y ambos presentan problemas de sobreexplotación de sus acuíferos.

La siguiente figura muestra el esquema metodológico general seguido en la investigación:

Figura 1: Esquema metodológico general de la investigación



PARTE I:

ELABORACIÓN DE UN SSD BASADO EN UNA RED BAYESIANA PARA LA GESTIÓN DEL AGUA EN LA CUENCA DEL ALTO GUADIANA

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Contexto de la investigación

La investigación que ha dado lugar a este documento se ha desarrollado en el contexto del proyecto NeWater (“New Approaches to Adaptive Water Management under Uncertainty”, FP6-2003-GLOBAL-2-SUSTDEV-6.3.2-511179-2), dentro de las actividades llevadas a cabo por el equipo de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en el mismo. Este proyecto, perteneciente al Sexto Programa Marco de investigación, tiene como finalidad el análisis los modos de gestión de los recursos hídricos en diversos países de Europa, en la búsqueda de modos de gestión adaptativos, que respondan a la Directiva Marco del Agua. Uno de los casos de estudio del proyecto NeWater es la cuenca del Alto Guadiana, en el cual se propuso la utilización de redes Bayesianas como instrumento de ayuda a la toma de decisiones. Se ha elegido esta herramienta por su utilidad en la resolución de situaciones conflictivas relacionadas con la gestión de cuencas, porque es capaz de ligar los diferentes aspectos que conciernen a la gestión del recurso, en la búsqueda del balance entre la renta agraria y el bienestar medioambiental.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Objetivo de la investigación

El objetivo planteado en la investigación ha sido la construcción de un sistema de soporte a la toma de decisiones (SSD) para la gestión del agua en el Alto Guadiana. Dentro de las características de dicho SSD, se ha perseguido su carácter integrador y participativo, que permitiese responder a las directrices de la DMA.

Una vez construido, el SSD debe servir a los gestores para investigar las posibles consecuencias de distintas acciones de gestión planteadas en la cuenca, proporcionando el impacto de las medidas alternativas en la sostenibilidad ambiental y socio-económica de la zona.

2.2. Descripción del área de estudio

La cuenca del Guadiana ocupa un área de 67.133 km², de los cuales 18.900 km² corresponden al Alto Guadiana. Este se extiende desde la cabecera del río hasta el río Jabalón, entre las cuencas del Tajo, Júcar y Guadalquivir, y se extiende a lo largo de varias provincias (Figura 2).

Figura 2: Distribución de la Cuenca del Alto Guadiana por provincias

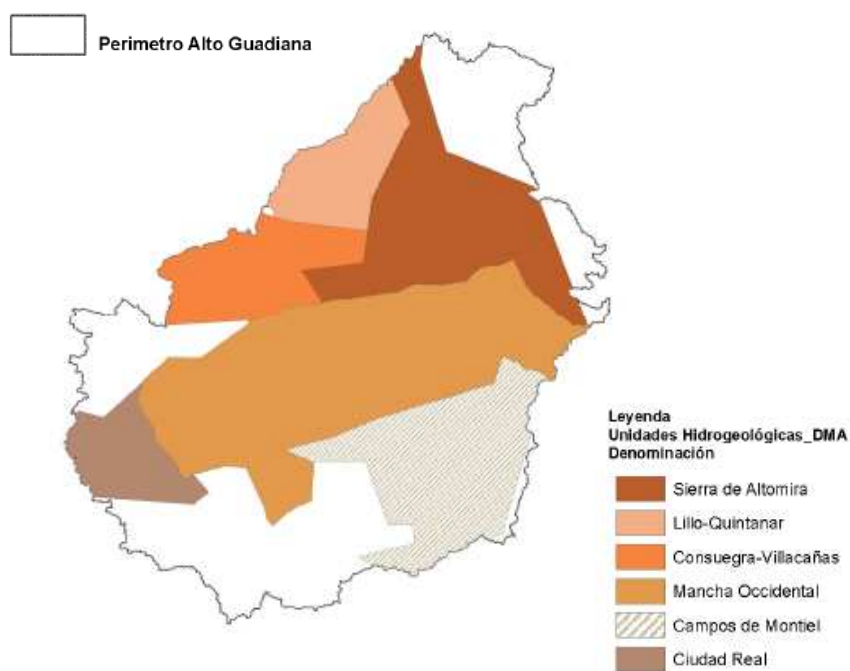
PROVINCIA	SUPERFICIE
Albacete	2.001,5
Ciudad Real	9.527,1
Cuenca	4.780,4
Toledo	2.578,2

Fuente: CHG, 2007a

La zona presenta un clima de tipo mediterráneo-continental, caracterizado por una gran oscilación térmica a lo largo del año y escasez de precipitaciones, con un período seco bien definido. La precipitación media anual es 510 mm, que junto con una ETP de 700 mm/año, determinan un régimen de humedad de tipo semiárido-subhúmedo (según clasificación de Thornthwaite).

En cuanto a las características hidrogeológicas del Alto Guadiana, presenta un relieve plano, con una red de drenaje mal definida y una presencia significativa de acuíferos. El volumen de recursos hídricos superficiales presenta una gran irregularidad temporal, tanto interanual como entre años distintos, con un período estival en que los cauces aparecen prácticamente secos. El régimen hídrico está caracterizado por una compleja interacción,

bajo condiciones naturales, entre aguas superficiales y subterráneas (Martínez-Cortina, 2005; Bromley et al, 2001). Comprende seis Unidades Hidrogeológicas (Figura 3), que presentan diferente importancia en cuanto al recurso que contienen y en cuanto a la explotación de los mismos. La principal, tanto desde el punto de vista hidrogeológico como desde el socioeconómico, es Mancha Occidental, de la que se extrae 2/3 del total de agua



subterránea bombeada en la región, y es en la que vamos a centrar nuestro estudio.

Figura 3: Unidades Hidrogeológicas del Alto Guadiana

Fuente: CHG, 2007a

Entre todas ellas, la U.H.04-04 (Mancha Occidental) y U.H.04-06 (Campo de Montiel) sufren una grave situación de sobreexplotación debido a los aprovechamientos masivos que han sufrido desde los años 70, fundamentalmente para regadíos. Como consecuencia de esta sobreexplotación, se ha producido un gran descenso de los niveles piezométricos, originando la rotura de conexión con los humedales superficiales.

Desde el punto de vista medioambiental, hay que destacar que en el Alto Guadiana existen 250 km² de humedales (Llamas y Martínez-Santos, 2006), algunos de ellos declarados reserva de biosfera por la UNESCO por la gran biodiversidad que presentan, especialmente importante en el caso de las aves. Algunos de estos humedales están actualmente protegidos por la convención de RAMSAR (de la Hera, 2002); los principales son las Tablas de Daimiel y las Lagunas de Ruidera.

Pero la expansión del riego ha logrado también un importante desarrollo socio-económico de la región, que ha estado basado en gran medida en el sector agrario, gracias al cual se ha conseguido una cierta fijación de la población. En la actualidad, existen aproximadamente 200.00 ha de regadío (existe gran disparidad de datos según las fuentes consultadas), que consumen 90-95% de los recursos hídricos totales. Las superficies de cada cultivo se recogen en la Figura 4:

Figura 4: Superficies por cultivo para el año 2005, estimadas por teledetección, en el ámbito del Alto Guadiana y en los perímetros sobreexplotados (Mancha Occidental y Campo de Montiel)

ÁMBITO DEL ALTO GUADIANA		PERÍMETROS SOBREEXPLOTADOS	
CULTIVOS	SUPERFICIE (HA)	CULTIVOS	SUPERFICIE (HA)
AJO	3.597,32	AJO	2.754,12
CEBOLLA	3.914,10	CEBOLLA	2.684,88
HUERTA	2.826,41	HUERTA	2.163,91
MAÍZ	4.951,82	MAÍZ	3.396,14
MELÓN	6.667,07	MELÓN	6.667,07
PATATA	1.108,71	PATATA	848,83
PIMIENTO	2.426,71	PIMIENTO	1.857,90
REMOLACHA	3.214,63	REMOLACHA	2.205,20
TOMATE	401,99	TOMATE	307,76
FORRAJE (ALFALFA)	1.181,58	FORRAJE (ALFALFA)	789,27
VIÑEDO (VASO)		VIÑEDO (VASO)	
VIÑEDO (ESPALDERA)	125.385,89	VIÑEDO (ESPALDERA)	84.592,48
HERB. PRIM. REGADÍO CON NDVI MUY ALTO	33.508,83	HERB. PRIM. REGADÍO CON NDVI MUY ALTO	18.833,12
HERB. PRIM. REGADÍO CON NDVI ALTO	13.889,08	HERB. PRIM. REGADÍO CON NDVI ALTO	10.593,07
TOTALES	203.074,14	TOTALES	137.693,75

FUENTE: CHG, 2007b

2.2. Problemática

A partir de los años 1970 se ha producido en la zona un gran desarrollo del regadío como consecuencia de una serie de factores (Iglesias, 2002): la introducción de nuevas técnicas que incrementaron la rentabilidad del regadío y que disminuyeron los costes de perforación; las políticas nacionales de desarrollo regional, que apoyaban el desarrollo del regadío como uno de los medios de aumento de riqueza y estabilización de la población

rural; la política agraria europea, que estimuló el establecimiento de cultivos con alto valor añadido y altos consumos de agua a través del acoplamiento de las ayudas a la producción (Varela-Ortega, 2007; Varela-Ortega et al., 2003). Estas políticas trajeron consigo un desarrollo socio-económico importante de la zona pero también importantes daños medioambientales, originando la desecación de cauces, la disminución del grado de humedad del suelo, la desaparición de un gran número de lagunas, el deterioro de la calidad de las aguas subterráneas (Rosell y Viladomiu 1997).

A partir de la ley de aguas de 1985, que supuso un cambio desde un modelo de gestión de aguas privadas a públicas, se produjo la declaración de sobreexplotación del acuífero Mancha Occidental. La declaración de sobreexplotación implicó el deber de constituir asociaciones de regantes y la prohibición de la perforación de nuevos pozos o de la reprofundización de los existentes, así como limitaciones en el volumen anual de extracciones (Planes de Ordenación de Extracciones), que se revisa anualmente (CHG, 2007c). Estas políticas restrictivas han sufrido de una fuerte oposición social, y los agricultores han continuado regando por encima de los volúmenes permitidos. Solamente con los planes agroambientales europeos implementados en los años 1993-1998, que ofrecían subsidios a los agricultores dispuestos a reducir sus volúmenes de agua, consiguieron una reducción de la superficie de riego en la zona, a cambio de un coste público importante.

Actualmente, la cuenca alta del Guadiana sigue constituyendo un ejemplo de conflicto grave entre el uso intensivo del agua subterránea y la sostenibilidad del ecosistema. El alto grado de incumplimiento de las restricciones de volumen y la perforación de nuevos pozos sin permiso, han desbordado durante años la capacidad de gestión de la Confederación, que tiene que hacer frente a grandes costes sociales administrativos y de control.

Como consecuencia de esta situación, existen varias fuentes de enfrentamiento entre los distintos grupos implicados en la gestión del agua de la cuenca: (1) entre regantes legales e ilegales, puesto que los primeros deben sufrir las consecuencias de la sobreexplotación ocasionada por los segundos; (2) entre regantes y Administración, por las fuertes limitaciones que sufren en los volúmenes de riego; (3) entre regantes y grupos ecologistas, debido al gran deterioro medioambiental del que los ecologistas culpan a los agricultores.

En los últimos años, desde la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua, la legislación europea produce una sinergia con las leyes nacionales, legitimando el Plan de Ordenación de Extracciones, lo que permite una disminución del coste social (Varela-Ortega, 2007). En este contexto ha sido aprobado recientemente (RD 13/2008, de 11 de enero) el Plan Especial del Alto Guadiana (PEAG), un plan de gestión de sub-cuenca que

pretende encontrar una solución a la problemática del agua en la zona. Persigue como objetivo la recuperación del acuífero y la restauración de los ecosistemas degradados, todo ello garantizando un nivel de renta sostenible a la población agraria. Para ello, el PEAG contempla una serie de medidas a las que se destina un presupuesto total de 5.350 millones de euros, y cuya finalidad es la reducción de las extracciones hasta niveles que puedan ser compensados por la recarga natural.

Las medidas que contempla el PEAG se dividen en un programa medidas generales, que considera la adquisición administrativa de derechos de uso del agua y de terrenos de regadío, y un programa de medidas de acompañamiento, gran parte de las cuales se destinan a la mejora del control de las extracciones y a la recuperación de los espacios naturales. La Figura 5 recoge el presupuesto desglosado por medidas; incluye la adquisición de derechos de riego, del programa de medidas generales, más el conjunto de medidas de acompañamiento:

Figura 5: Presupuesto del Plan Especial del Alto Guadiana, desglosado por medidas.

MEDIDAS	PRESUPUESTO (€)
Adquisición administrativa de derechos de riego	810.000.000
Instalación de caudalímetros	223.442.008
Desarrollo inventarios	12.796.073
Det. consumos por teledetección	4.382.210
Herramientas gestión	1.852.520
Apoyo de medios a la gestión	97.208.978
Actuaciones sobre el DPH	22.5517.940
Censo y control vertidos	36.170.776
Definición de los perímetros de protección	274.252
Funcionamiento del consorcio	31.500.000
Mejora del conocimiento del ámbito territorial	1.650.000
Programa apoyo a comunidades de usuarios	33.925.773
Programa ambiental	1.669.169.502
Programa de información y sensibilización ambiental	55.118.890
Programa medidas agrarias	939.400.000
Programa de reconversión socioeconómica	789.000.000
Programa de abastecimiento y depuración de aguas	819.000.000
TOTAL PEAG	3.000.000.000
TOTAL PEAG + OTRAS FUENTES DE FINANCIACIÓN	5.347.399.923

FUENTE: (C.H.G. 2007c)

En este contexto, se ha considerado adecuado el desarrollo de metodologías que ayuden a evaluar los efectos previsibles de las medidas del Plan Especial del Alto Guadiana, una

herramienta que sirva a los grupos de interés para anticipar el éxito o no de ese ambicioso plan de gestión.

3. ESTUDIO AGROECONÓMICO

La información que se recoge en este apartado es el resultado del trabajo de campo que se realizó como parte de las actividades del proyecto NeWater (Varela Ortega et al., 2006a). Dicho trabajo proporciona información cualitativa y cuantitativa importante, y se llevó a cabo en tres fases:

- La primera, en 2005, consistió en una serie de entrevistas a representantes de las Comunidades de Regantes seleccionadas, así como entrevistas a asistentes técnicos, asistentes legales y representantes de la Confederación Hidrográfica del Guadiana.
- La segunda fase, que tuvo lugar en 2006, y la tercera fase, en 2007, consistieron en entrevistas a 25 regantes de las Comunidades de Regantes seleccionadas.

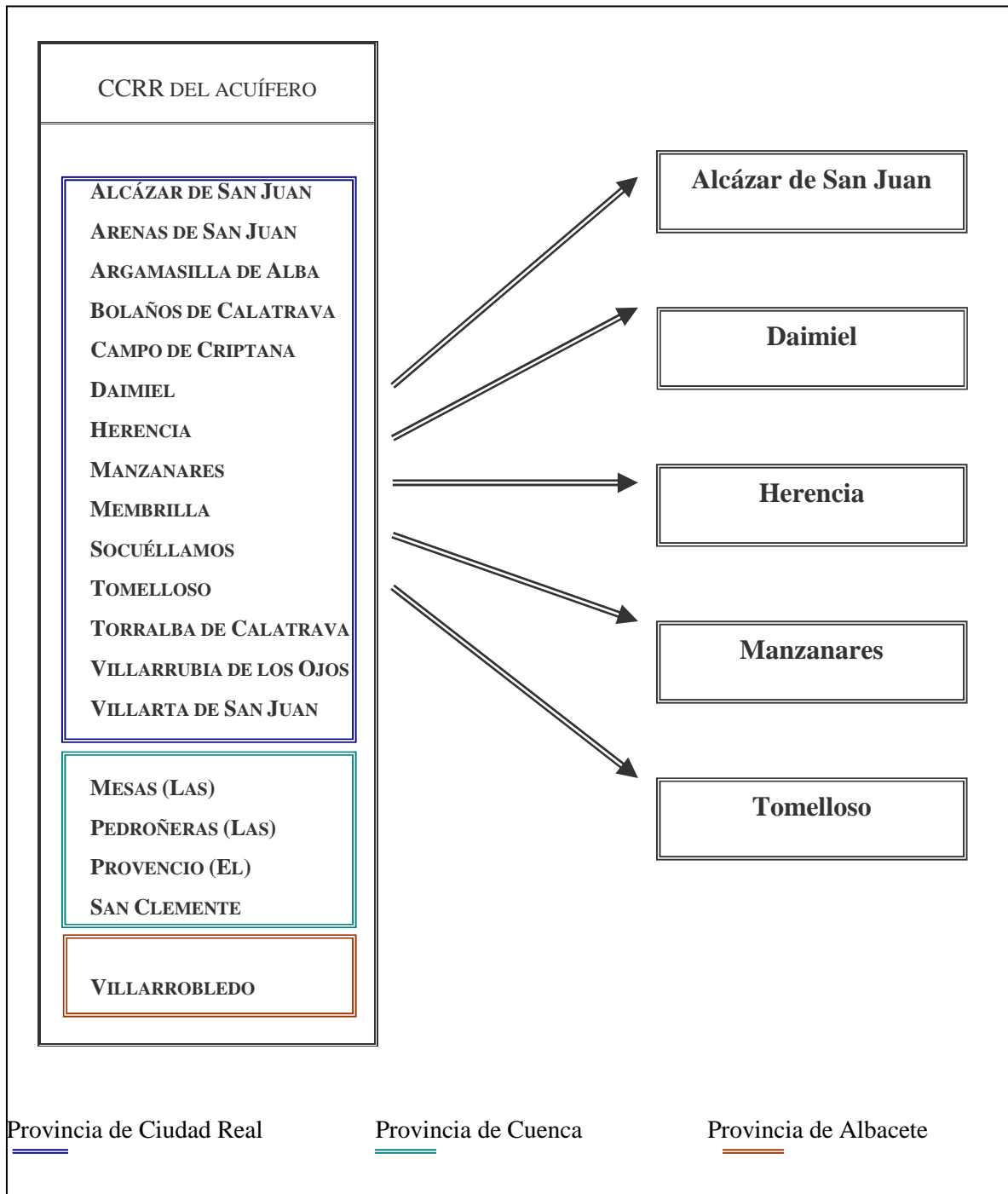
Los resultados de estas entrevistas comprenden información sobre la estructura de las explotaciones, sobre temas técnicos y económicos, así como la percepción de los agricultores sobre la problemática de la zona.

3.1. Análisis estadístico

3.1.1. Selección de las Comunidades de Regantes representativas

Para el desarrollo de la base de conocimientos necesaria, seleccionamos cinco Comunidades de Regantes representativas, en las cuales se llevaría a cabo posteriormente el trabajo de campo. Dicha selección se realizó intentando recoger una buena representación del sector agrícola del área de estudio. Con este propósito, seleccionamos cinco Comunidades de Regantes que cubren un alto porcentaje de la superficie de riego del acuífero.

Figura 6: Selección de las Comunidades de Regantes representativas del acuífero Mancha Occidental



La Figura 7 muestra la representatividad de las diferentes Comunidades de Regantes según superficie de riego, número de regantes y número de pozos:

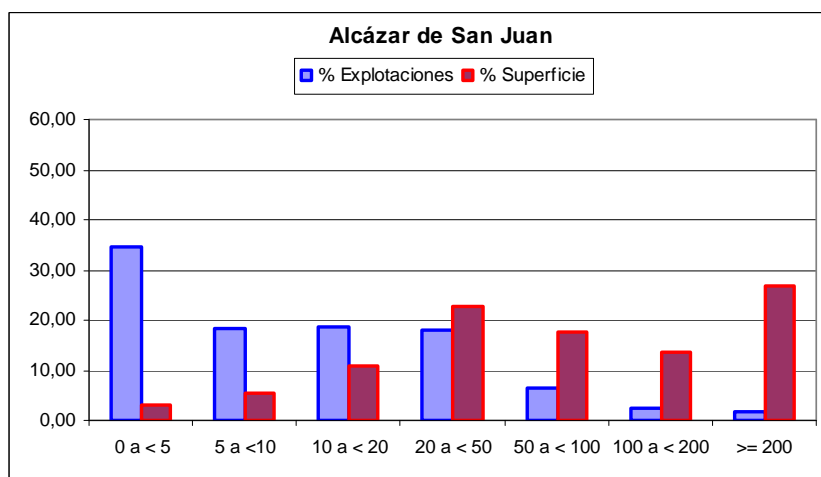
Figura 7: Características de las Comunidades de Regantes del acuífero Mancha Occidental

PROVINCIA	Com. Regantes	Superficie		Regantes		Tamaño medio explotac. (ha)	Pozos registrados		Hectáreas por pozo
		Superf. (ha)	% en acuífero	Número	% en acuífero		Número	% en acuífero	
Ciudad Real	Alcázar de San Juan	29380	22,2	912	10,8	32,2	1805	10,88	16,28
	Arenas de San Juan	2136	1,6	120	1,4	17,8	258	1,56	8,28
	Argamasilla de Alba	5000	3,8	189	2,2	26,5	339	2,04	14,75
	Bolaños de Calatrava	2323,3	1,8	342	4,1	6,8	635	3,83	3,66
	Campo de Criptana	8314	6,3	579	6,9	14,4	1170	7,05	7,11
	Daimiel	19920	15,0	1445	17,1	13,8	2859	17,24	6,97
	Herencia	3725	2,8	130	1,5	28,7	270	1,63	13,80
	Manzanares	17896	13,5	850	10,1	21,1	1786	10,77	10,02
	Membrilla	386	0,3	240	2,8	1,6	345	2,08	1,12
	Socuéllamos	8830	6,7	608	7,2	14,5	1480	8,92	5,97
	Tomelloso	4739	3,6	403	4,8	11,8	645	3,89	7,35
	Torralba de	4598	3,5	292	3,5	15,7	759	4,58	6,06
	Villarrubia de los	2956	2,2	336	4,0	8,8	1037	6,25	2,85
	Villarta de San Juan	3070	2,3	97	1,1	31,6	216	1,30	14,21
Cuenca	Mesas (Las)	2500	1,9	238	2,8	10,5	100	0,60	25,00
	Pedroñeras (Las)	2162	1,6	127	1,5	17,0	501	3,02	4,32
	Provencio (El)	3200	2,4	300	3,6	10,7	600	3,62	5,33
	San Clemente	2500,54	1,9	150	1,8	16,7	570	3,44	4,39
Albacete	Villarrobledo	8903	6,7	1078	12,8	8,3	1210	7,30	7,36
	TOTAL COM. REG. SELECCIONADAS	75660	57,1	3740	44,3	20,2	7365	44,41	10,27
	TOTAL EN EL ACUÍFERO	132.538,84	100,00	8.436	100,0	15,7	16.585	100,00	7,99

Fuente: JCCM, 2004

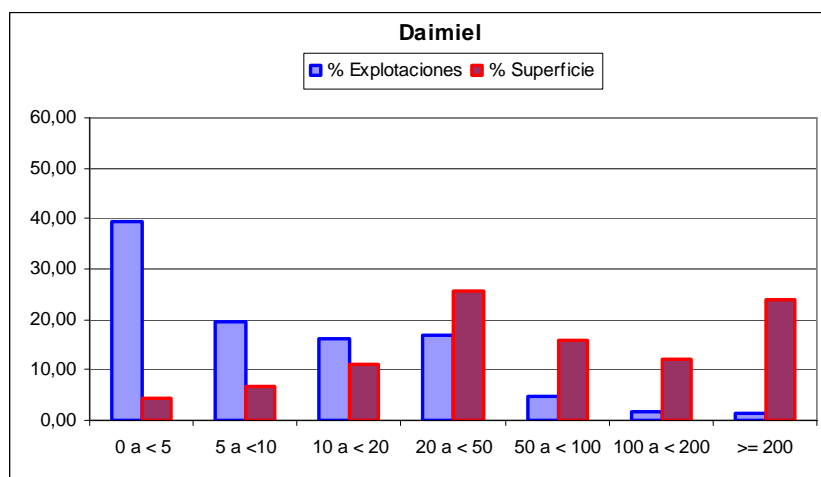
En las Comunidades de Regantes seleccionadas, se ha llevado a cabo el análisis correspondiente de superficie y número de explotaciones por estrato de tamaño, para seleccionar los tipos de explotación estadísticamente representativos. Las Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12 resumen el análisis estadístico realizado para la selección de las explotaciones representativas.

Figura 8: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Alcázar de San Juan.



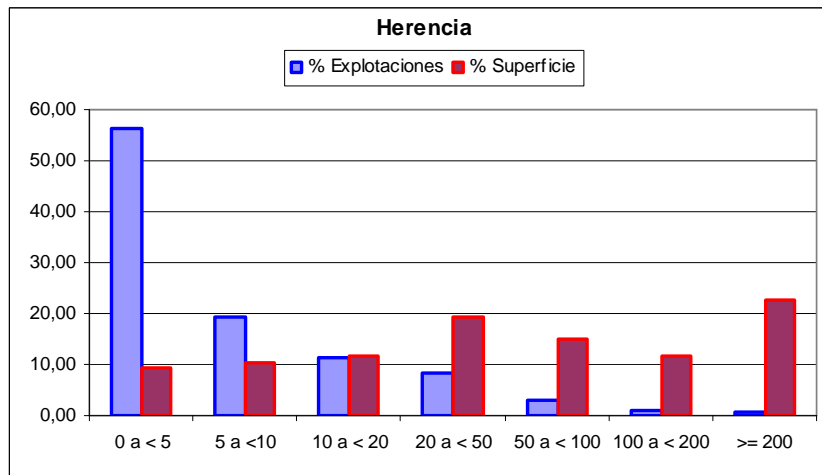
Fuente: INE, 1999

Figura 9: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Daimiel.



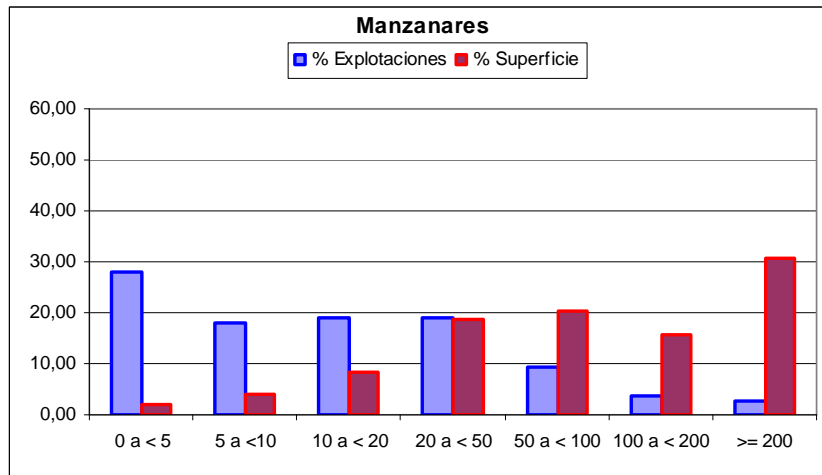
Fuente: INE, 1999

Figura 10: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Herencia.



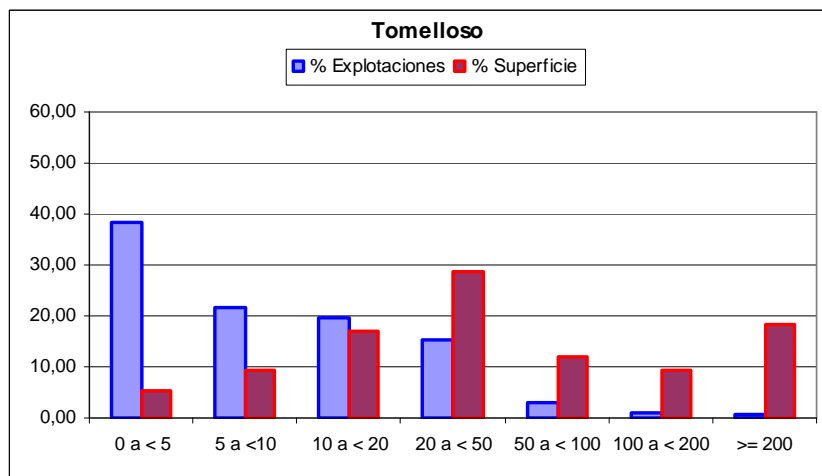
Fuente: INE, 1999

Figura 11: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Manzanares.



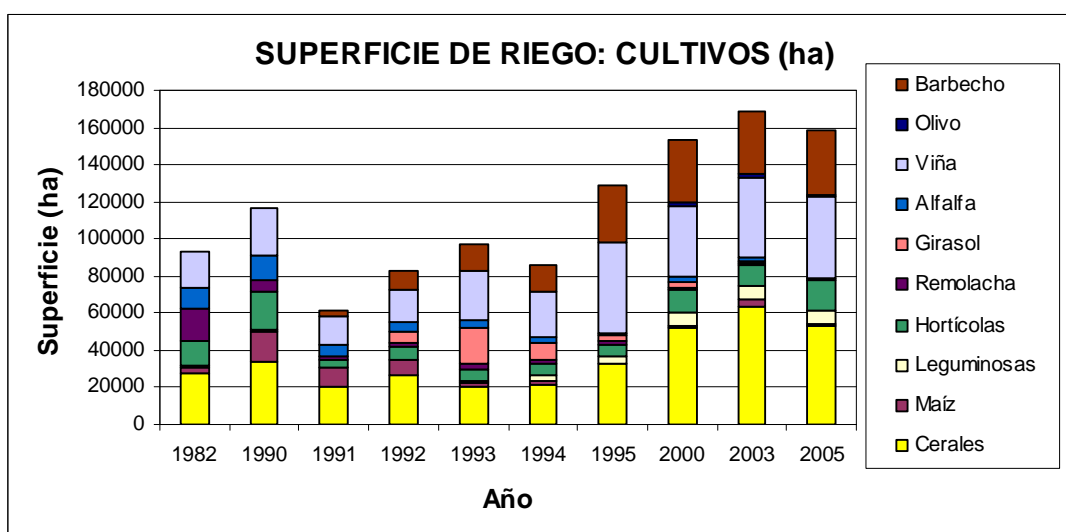
Fuente: INE, 1999

Figura 12: Distribución de explotaciones y superficie por estratos de tamaño en la C. R. de Tomelloso.



Fuente: INE, 1999

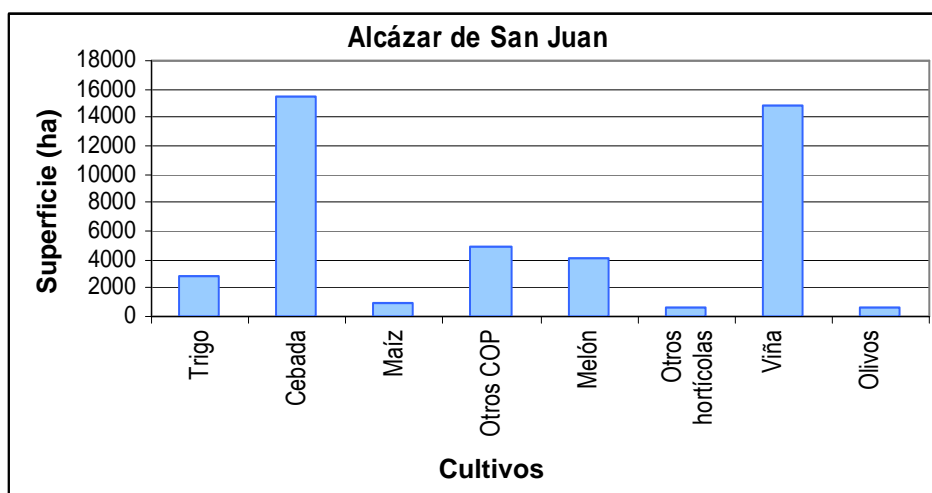
Figura 13: Evolución de la superficie de riego por cultivo en el acuífero Mancha Occidental



Fuente: JCCM, 2006

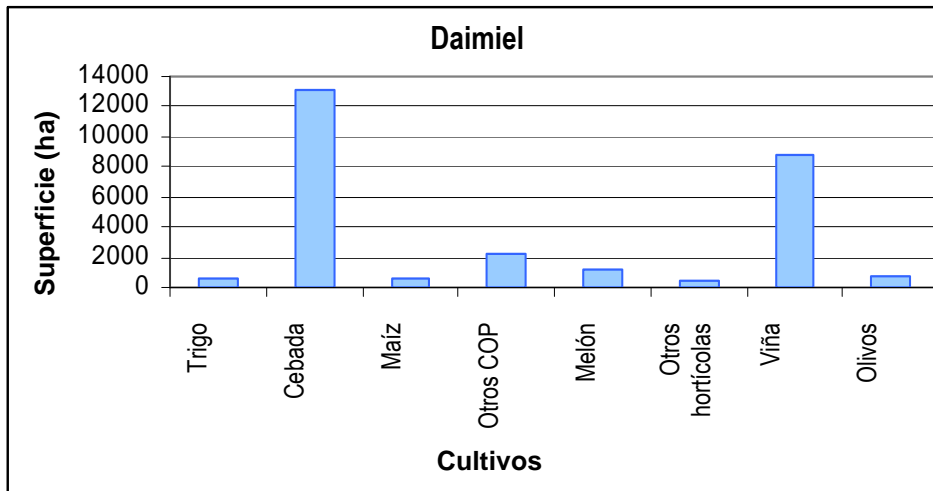
Según la JCCM (2006), los principales cultivos en el acuífero Mancha Occidental son los cereales de invierno, principalmente cebada y trigo, junto con el viñedo y los cultivos hortícolas. La Figura 13 muestra la evolución de la superficie de riego, mientras que las figuras Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17 y Figura 18 recogen la evolución de los cultivos más relevantes en las comunidades de regantes seleccionadas.

Figura 14: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Alcázar de San Juan



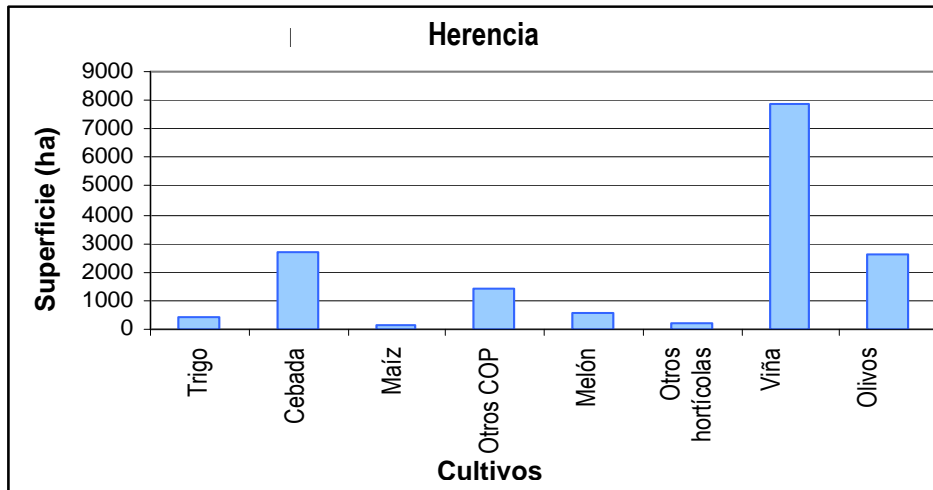
Fuente: JCCM 2005

Figura 15: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Daimiel



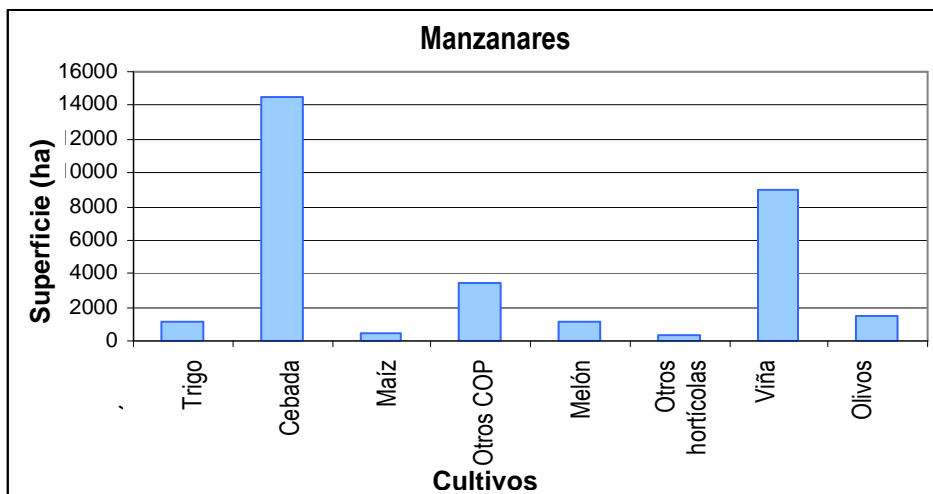
Fuente: JCCM, 2005

Figura 16: Superficie de los principales cultivos en la C. R. Herencia



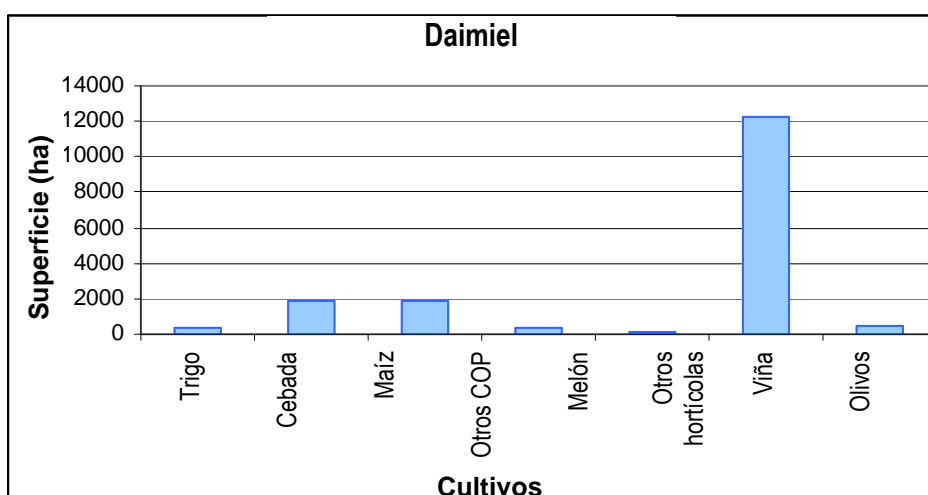
Fuente: JCCM, 2005

Figura 17: Superficie de los principales cultivos en la Com. Regantes Manzanares



Fuente: JCCM, 2005

Figura 18: Superficie de los principales cultivos en la Com. Regantes Tomelloso



Fuente: JCCM, 2005

3.1.2. Selección de las explotaciones representativas

Basándonos en los datos estadísticos relativos a los cultivos y a la estructura de las explotaciones en las Comunidades de Regantes seleccionadas, se elaboraron varias explotaciones tipo, tal y como se muestra a continuación (Tabla 1):

Tabla 1: Explotaciones tipo en las Com. Regantes de la Mancha Occidental.

Com. Regantes	Tipo explot.	Superficie (ha)	Superficie de riego (%)	Distribución de cultivos
Alcázar de San Juan	F1	15	100	10% seco / 53% horticolas / 37% cereales de invierno
	F2	35	100	3% seco / 60% viña / 13% horticolas / 24% cereales de invierno
	F3	150	90	57% seco / 20% horticolas / 33% cereales de invierno
Daimiel	F4	8	100	100% viña
	F5	24	60	15% retirada / 30% cereales de invierno / 5% maíz / 50% horticolas
	F6	30	90	15% retirada / % cereales de invierno / 5% maíz / 25% horticolas / 30% viña
	F7	70	100	10% retirada / 30% horticolas / 58% cereales de invierno / 2% maíz
Herencia	F8	3	100	77% seco / 33% horticolas
	F9	19	100	8% seco / 16% horticolas / 76% cereales de invierno
	F10	40	80	20% seco / 50% viña / 30% horticolas
Manzanares	F11	15	80	40% seco / 27% horticolas / 33% cereales de invierno
	F12	40	100	5% seco / 40% viña / 31,25% horticolas / 23,75% cereales de invierno

Com. Regantes	Tipo explot.	Superficie (ha)	Superficie de riego (%)	Distribución de cultivos
	F13	400	75	44% secano / 42,5% riego extensivo 11% hortícolas / 2,5% maíz
Tomelloso	F14	12	100	8% secano / 67% viña / 25% cereales de invierno
	F15	45	89	11% secano / 89% viña
	F16	200	75	25% secano / 45% viña / 7,5% hortícolas / 22,5% cereales de invierno

3.2. Análisis del trabajo de campo

Dentro de las Comunidades de Regantes del acuífero Mancha Occidental, se realizó una selección de agricultores, que fueron entrevistados basándose en un cuestionario que trataba las cuestiones más significativas en la producción agraria y en el uso del agua en la zona. El primer bloque de preguntas incluía temas técnicos (características de las explotaciones y de los cultivos, comercialización de los productos, financiación, sistema de riego), y el segundo bloque de preguntas trataba de identificar la percepción del agricultor respecto a dos temas clave: las regulaciones de la condicionalidad y los conflictos por el uso del agua.

En primer lugar, se preguntaba a los agricultores acerca de los tipos de explotación que existen en su comunidad de regantes, y también sobre los precios de la tierra (precios de compra y de arrendamiento). Seguidamente, se les preguntaba sobre los siguientes puntos:

- Superficie de explotación
- Alternativa de cultivos, rotaciones, cultivos asociados
- Técnicas de riego. Necesidades de riego por cultivos (comparado con datos del PEAG)
- Viña: costes de inversión, tiempo para entrada en producción
- Canal de mercado
- Seguros de cultivos
- Rendimientos de los cultivos, precios, subvenciones, costes de producción, ingresos (comparados con datos del PEAG)
- Financiación: tipo de préstamos (a corto y a largo plazo)
- Mano de obra: familiar y contratada. Número de horas, necesidades especiales, precio...

- Uso del agua: factores importantes en la cuenca del Alto Guadiana, disponibilidad de agua, número y características de los pozos, costes de extracción y pagos relacionados con el riego.
- Condicionalidad: nivel de cumplimiento con los requerimientos legales, impacto en los rendimientos / en los ingresos.

En la última parte de la entrevista, se preguntaba a los agricultores acerca de su opinión sobre las nuevas herramientas que contempla el PEAG para reducir las extracciones.

3.2.1. Representatividad de la muestra

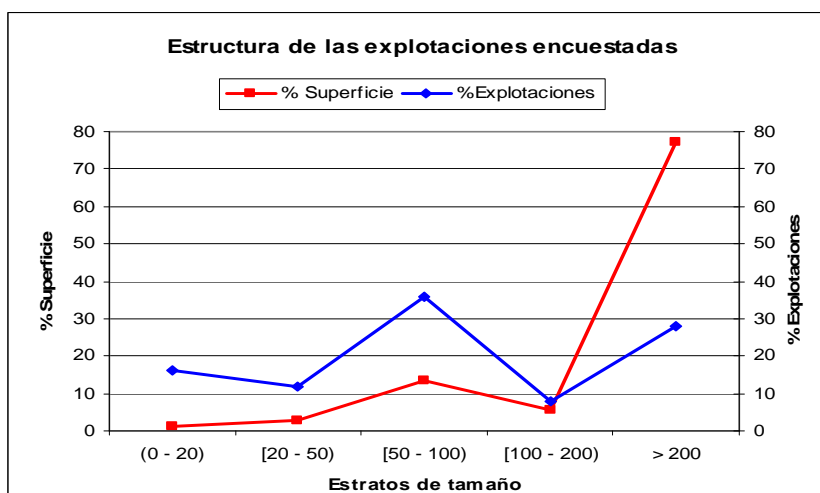
Se han entrevistado 25 explotaciones, todas ellas incluidas en la zona del acuífero Mancha Occidental, situadas en las comunidades de regantes seleccionadas para la investigación del proyecto NeWater: Alcázar de San Juan, Daimiel, Herencia, Manzanares y Tomelloso. La Tabla 2 recoge la representatividad de la muestra de explotaciones sobre el total del acuífero:

Tabla 2: Representatividad de la muestra seleccionada respecto del total del acuífero

		DATOS REALES				ENCUESTAS				
		Superficie en el acuífero (ha)	% Superficie del acuífero	Nº explotaciones	% explot. representadas sobre el total de la CR	Nº explot. encuestadas	% sobre total encuestadas	Superficie estudiada (ha)	% sup. de la CR sobre el total estudiada	% sup. representada sobre total del acuífero
<i>Total del acuífero</i>		132538,84	100			25	100	4567,5	100	
Comunidades de regantes	Alcázar de San Juan	29380	22,2	912	0,88	8	32	2968	64,98	2,24
	Daimiel	19920	15,0	1445	0,28	4	16	336,5	7,37	0,25
	Herencia	3725	2,8	130	3,08	4	16	159	3,48	0,12
	Manzanares	17896	13,5	850	0,47	4	16	585	12,81	0,44
	Tomelloso	4739	3,6	403	1,24	5	20	539	11,80	0,41

La Figura 19 muestra la clasificación de las explotaciones encuestadas por estratos de tamaño. La línea azul representa el porcentaje de las explotaciones encuestadas que pertenecen a cada estrato de tamaño, mientras que la línea roja refleja el porcentaje de superficie, del total de las explotaciones encuestadas, que pertenece a cada estrato de tamaño:

Figura 19: Clasificación de las explotaciones encuestadas por estratos de tamaño



El tamaño medio de las explotaciones encuestadas es 182,7 ha. Como podemos ver en la figura anterior, el mayor número de explotaciones pertenecen al estrato 50-100 ha, que comprende el 36% de las explotaciones. Dos de los estratos, 50-100 y >200 ha, representan juntos el 64% de las explotaciones. En cuanto a la superficie incluida en cada estrato, el 77% está situada en el de >200 ha, mientras que los dos estratos 50-200 y >200ha representan juntos más del 90% del total de la superficie.

3.2.2. Datos generales: explotaciones tipo y precios de la tierra

Durante las entrevistas, se pidió a los agricultores que especificaran las características de las explotaciones tipo de su comunidad de regantes. Los tipos de explotación recogidos a partir de las encuestas fueron los que aparecen en las tablas siguientes (Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7):

Tabla 3: Explotaciones tipo según los agricultores de Alcázar de San Juan

CÓDIGO ENCUESTA	TIPOS DE EXPLOTACIÓN DEFINIDOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
E4	- Tamaño mínimo de explotación para que sea viable: 40-50 ha - Tipo de explotación de la com. regantes: 50 - 150 ha. Cultivos: cebada, algo de trigo, melón, pimiento, tomate (hortícolas en suelos buenos), viña (en suelos malos)
E5	- Tamaño mínimo de explotación para que sea viable: 40-50 ha - Tipo de explotación de la com. regantes: cebada, algo de trigo, melón, pimiento, tomate. Las explotaciones pequeñas tienen 4-5 ha de melón (en el mejor suelo) y el resto cereal. En suelos pesados, viña.
E6	- Explotaciones en la com. regantes son heterogéneas y fundamentalmente de riego: · Explotaciones pequeñas → segunda actividad, trabajo media jornada · Explotaciones medianas → profesionales (1 ó 2 personas) · Explotaciones grandes → profesionales, con mano de obra contratada fija y temporal. Cultivos hortícolas y cucurbitáceas.
E7	- 9-10 ha cada parcela, con cereal (cebada y trigo), melón, pimiento, sandía, algo de cebolla; sin viña. 70% cereal, 30% hortícolas.
E8	- Tamaño medio de explotación = 40 ha. Agricultura como actividad principal. - Cultivos hortícolas (principalmente melon y sandía) y algo de cereales.

Tabla 4: Explotaciones tipo según los agricultores de Daimiel

CÓDIGO ENCUESTA	TIPOS DE EXPLOTACIÓN DEFINIDOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
E10	- Fundamentalmente de riego. Parcelas de 8-10-15 ha, aunque un agricultor puede tener varias parcelas.
E11	- Explotaciones de 200-300 ha, máximo 500 ha

Tabla 5: Explotaciones tipo según los agricultores de Herencia

CÓDIGO ENCUESTA	TIPOS DE EXPLOTACIÓN DEFINIDOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
E13	- Fundamentalmente, agricultores a tiempo parcial (50%). - Hay 200 has de hortelanos (2,5ha por explotación)

Tabla 6: Explotaciones tipo según los agricultores de Manzanares

CÓDIGO ENCUESTA	TIPOS DE EXPLOTACIÓN DEFINIDOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
E17	- Tamaño mínimo para una explotación viable: 40-50 ha - Tipos: una zona con cereales + cultivos hortícolas, con explotaciones de riego de 30 ha, y otra zona con explotaciones de viñedo de 4 – 5, hasta 20 ha.
E18	- Tamaño mínimo para una explotación viable: 30 ha. - Tipo de explotación: cereal-hortícolas o viña.
E19	- Tamaño mínimo para una explotación viable: 30 ha de riego. - Tipos de explotación en la com. regantes: cereal-hortícolas o viña.
E20	- Explotación tipo: 30 ha, ó 5 ha sólo de viña.

Tabla 7: Explotaciones tipo según los agricultores de Tomelloso

CÓDIGO ENCUESTA	TIPOS DE EXPLOTACIÓN DEFINIDOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
E22	- 80% agricultores a título principal. - Principalmente viña, también melón. Pequeñas explotaciones con 70 - 80 ha de viña y 5 - 8 ha de melón / cereal en rotación.
E23	Idem

En cuanto al precio de la tierra, para secano y para tierra con derechos de riego, los agricultores indicaron los precios que siguen (Tabla 8):

Tabla 8: Precio de la tierra, indicado por los agricultores

PRECIO DE COMPRA (€/ha)		PRECIO DE ARRENDAMIENTO (€/ha)	
Secano	Regadío	Secano	Regadío
3.000-6.000	9.000-21.000	50-300	420-1200

3.2.3. Análisis de la información sobre las explotaciones

Este apartado recoge la información proporcionada por los agricultores como respuesta a las preguntas de la encuesta relativas a la manera de gestionar su propia explotación.

Incluye los siguientes puntos:

- a. Estructura de la explotación: tamaño de explotación, régimen de propiedad, mano de obra y sistema de riego.
- b. Cultivos: cultivos implantados, rotaciones, análisis de los cultivos por estrato de tamaño.
- c. Características del riego: número y tamaño de pozos, tipo de bomba, costes de bombeo, y existencia de caudalímetros
- d. Datos económicos de la explotación: pago único, opciones de financiación
- e. Viña: variedades de uva, tipo de conducción e inversión requerida
- f. Mano de obra: tipo de mano de obra, cantidad y precio
- g. Comercialización: canales de comercialización de sus productos

a. Estructura de las explotaciones

La siguiente tabla (Tabla 9) muestra la información relativa a la estructura de las explotaciones encuestadas. Incluye tamaño de explotación, régimen de propiedad, tipo de mano de obra empleada en la explotación y sistema de riego.

Tabla 9: Información sobre la estructura de las explotaciones encuestadas.

CÓDIGO ENCUESTA	COMUNIDAD REGANTES	TAMAÑO EXPLOTACIÓN (ha)			RÉGIMEN PROPIEDAD		MANO DE OBRA			SISTEMA RIEGO
		Secano	Regadío	Total	propiedad (ha)	arrendam. (ha)	familiar	fija	temporal	
E1	Alcázar de San Juan	12	5	17	15	2	SI	-	SI	n.c.
E2				550	550	-	SI	-	SI	Pivot+cob.total
E3		10	105	115	106	19	SI	SI	-	Pivot+goteo
E4		0	500	500	500	-	2	-	9	Pivot+goteo
E5		0	242	242	242	-	-	1	2-3	aspersión+goteo
E6		520	680	1200	1200	-	N.C.	N.C.	N.C.	Pivot+goteo
E7		0	19	19	N.C.	N.C.	SI	-	SI	aspersión+goteo
E8		50	265	325	325	-	-	2	-	n.c.
E9	Daimiel	22	36	73	73	-	SI	-	SI	Pivot+enterrado
E10		0,5	68	68,5	68,5	-	SI	-	SI	Pivot+goteo
E11		0	130	130	130	-	SI	-	SI	aspersión+goteo
E12		0	65	65	N.C.	N.C.	SI	1	SI	aspersión+goteo
E13	Herencia		64	64	64	-	SI	-	SI	aspersión+goteo
E14			23	23	23	-	SI	-	SI	aspersión+goteo
E15		20	35	55	N.C.	N.C.	SI	-	SI	aspersión+goteo
E16		7	10	17	17	-	SI	-	SI	goteo
E17	Manzanares	100	300	400	400	-	2	-	5	Pivot+goteo
E18		0	40	40	40	-	SI	-	SI	cob.total+goteo
E19			68	68	68	-	SI	-	SI	Pivot+goteo
E20		7	70	77	77	-	SI	-	SI	n.c.
E21	Tomelloso	200	105	305	305	-	N.C.	N.C.	N.C.	goteo
E22		5	40	45	45	-	SI	-	2	goteo
E23		4	50	54	54	-	SI	-	SI	goteo
E24		0	50	50	50	-	N.C.	N.C.	N.C.	goteo
E25		0	85	85	85	-	SI	-	SI	Aspers.+ goteo

b. Cultivos

Cultivos por comunidad de regantes

Esta sección incluye el área total por cultivo expresada en las encuestas. Estas superficies se han sumado por comunidades de regantes (Tabla 10).

Tabla 10: Superficie total (en ha y en %) de cada cultivo indicado en el trabajo de campo

	CULTIVOS (ha)								
	Secano			Regadío					Retirada
	Cereales	Forrajes	Viña/leñosos	Cereales	Forrajes	Maíz	Hortícolas	Viña/leñosos	
Alcázar	0	0,5	0	174,5	0	30	436,0	31	0
Daimiel	20	7	0	41	36	0	203	7	0
Herencia	138	8	0	199,5	0	0	552,5	60	0
Manzanares	100	4	0	35	0	0	909	30	0
Tomelloso	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	CULTIVOS (%)								
	Secano			Regadío					Retirada
	Cereales	Forrajes	Viña/leñosos	Cereales	Forrajes	Maíz	Hortícolas	Viña/leñosos	
Alcázar	23,5	8,0	0,0	38,7	1,1	0,0	12,9	10,0	5,9
Daimiel	0,0	0,0	0,1	51,9	0,0	8,9	9,2	19,0	10,7
Herencia	12,7	0,0	4,5	26,1	22,9	0,0	4,5	29,3	0,0
Manzanares	28,8	0,0	1,7	41,6	0,0	0,0	12,5	6,3	9,1
Tomelloso	18,6	0,0	0,7	6,5	0,0	0,0	5,6	50,1	18,6

Rotaciones

Además de los cultivos implantados en el momento de realizar las encuestas, nos interesaban las rotaciones que los agricultores realizan en años consecutivos. Con este objetivo, se preguntó a los agricultores acerca de las rotaciones que llevaban a cabo en sus explotaciones. La Tabla 11 recoge los resultados:

Tabla 11: Rotaciones de cultivos expresadas en las encuestas

CÓDIGO ENCUESTA	ROTACIONES REALIZADAS EN LAS EXPLOTACIONES ENCUESTADAS
E4	Cereal / guisantes (secano) y girasol
E5	Cereal / retirada + cereales / melón
E6	Secano: cebada / cebada, veza+avena y una parte de retirada Regadío: cebada / melón
E7	Melón / cereal; retirada / cereal
E8	Barley / cebada y cebada / retirada
E11	Cereal (2 ó 3 años) / retirada, y cultivo de verano / cereal
E12	Cebolla o broccoli / cebada / retirada
E15	Cereal / retirada
E16	Rotaciones con horticolas: tomate, pimiento, cebolla, patata, melón
E17	Secano: cereal / retirada Regadío: cereal / retirada / cereal / cebolla+melón
E20	Cebada / retirada, cebada / trigo y cebada / guisantes

Análisis de cultivos por estrato de tamaño

La Tabla 12 muestra la información recogida sobre el tamaño y la alternativa de cultivo en cada una de las 25 explotaciones encuestadas, así como el total del conjunto de éstas.

Tabla 12: Tamaño de explotación y distribución de cultivos por estrato de tamaño.

	SUPERFICIE ENCUESTADA			CULTIVOS											TOTAL REGISTRADO	
	Superf. secoano	Superf. regadío	Total ha	SECANO				REGADÍO							Secano	Regadío
				Cereales	Retirada	Olivos	Viña	Retirada	Cereales	Maíz	Hortícolas	Viña	Olivos	Altramuz		
TOTAL (ha)	1.392,5	3.168,0	4.585,1	1.340,5	450,5	11,5	0,0	198,2	1.057,3	29,0	693,5	623,0	101,0	71,0	1.802,5	2.773,0
TOTAL (%)	30,4	69,1		29,2	9,8	0,3	0,0	4,3	23,1	0,6	15,1	13,6	2,2	1,5	39,3	60,5

ESTRATOS (TAMAÑO)	CODIGO ENCUESTA	SUPERFICIE ENCUESTADA			CULTIVOS											TOTAL SUPERFICIE ENCUESTADA	
		Secano (ha)	Regadío (ha)	Total ha	SECANO				REGADÍO							Tot. Secano	Tot. Regadío
					Cereales	Retirada	Olivos	Viña	Retirada	Cereales	Maíz	Hortícolas	Viña	Olivos	Altramuz		
ESTRATO 1:	E1	12	5	17	5	7						3	2			12	5
	E7	0	19	19					2	7		10				0	19
	E16	7	10	17			7					4	6			7	10
	Total (ha)	19	34	53	5	7	7	0	2	7	0	17	8	0	0	19	34
	Total (%)	35,8	64,2		9,4	13,2	13,2	0,0	3,8	13,2	0,0	32,1	15,1	0,0	0,0	35,8	64,2
ESTRATO 2:	E14	0	21	21						18,06		2,94				0	21
	E18	0	40	40					1,2	9,6		5,2	24			0	40
	E22	5	40	45									45			0	45
	E24	0	50	50									50			0	50
	Total (ha)	5	151	156	0	0	0	0	1,2	27,66	0	8,14	119	0	0	0	156
Total (%)	3,2	96,8		0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	17,7	0,0	5,2	76,3	0,0	0,0	0,0	100,0	
ESTRATO 3:	E9	22	36	73					22	36	15					0	73
	E10	0,5	68	68,05			0,5		14	42			12			0,5	68
	E12	0	65	65						7,15		18,85	39			0	65
	E13	0	64	64						23			15	8	18	0	64
	E15	20	35	55	20								11	6	18	20	35
	E19	0	68	68					4	40		10	14			0	68
	E20	7	70	77	38,5	38,5										77	0
	E23	4	50	54			4						50			4	50
	E25	0	85	85						35		25	25			0	85
	Total (ha)	53,5	541	609,05	58,5	38,5	4,5	0	40	183,15	15	53,85	166	14	36	101,5	508
Total (%)	8,8	88,8		9,6	6,3	0,7	0,0	6,6	30,1	2,5	8,8	27,3	2,3	5,9	16,7	83,4	
ESTRATO 4:	E2	275	275	550	275							275				275	275
	E3	10	105	115	5	5			47	45		13				10	105
	E4	0	500	500						162,5		162,5	125	50		0	500
	E5	0	242	242					106	106		30				0	242
	E6	680	520	1200	724	287						25	92	37	35	1011	189
	E8	50	265	325	37	13				235		30				50	265
	E11	0	130	130					2	87	14	14	13			0	130
	E17	100	300	400	136					204		60				136	264
	E21	200	105	305	100	100						5	100			200	105
	Total (ha)	1315	2442	3767	1277	405	0	0	155	839,5	14	614,5	330	87	35	1682	2075
Total (%)	34,9	64,8		33,9	10,8	0,0	0,0	4,1	22,3	0,4	16,3	8,8	2,3	0,9	44,7	55,1	

Características del riego

La Tabla 13 muestra el número de pozos, tipo de bombeo y costes de riego indicados en las entrevistas. Asimismo, muestra si la explotación tiene instalado o no un caudalímetro.

Tabla 13: Número y características de los pozos, tipo de bombeo y costes derivados del riego en las explotaciones encuestadas.

CÓDIGO ENCUESTA	COMUNIDAD REGANTES	Nº POZOS		POZOS		TIPO DE BOMBA		CAUDALÍMETRO	COSTES DEL RIEGO			
		legales	ilegales	profund.(m)	diám.(cm)	eléctrica	diésel		Bombeo (€/m3)	Tasas (€/ha)	Tasas (€/pao)	
E1	Alcázar de San Juan	2	0	90	45	1	1	sí (2)	0,132 - 0,138			
E2		2	0	n.c.	45	sí	-	sí	7,2 - 9,5 €/h	3		
E3		n.c.		n.c.		n.c.	n.c.	sí				
E4		19	0	90	50	sí	-	sí		3	0	
E5		7	0	90-120	50	sí	1	sí		3	0	
E6		n.c.		n.c.		n.c.	n.c.	n.c.				
E7		pozos comunit.			100-120		sí	-	no		4 - 5	
E8		5	0	88	60	-	sí	sí				
E9	Daimiel	3	0	100	40	sí	-	sí	0,6	2,5	12	
E10		4	0	100	40	-	sí	sí	0,12 - 0,13	2,4	12	
E11		6	1	100	50	2	5	sí				
E12		4	0	80-100	35	2	5	sí	0,09 - 0,15	10		
E13	Herencia	5	1	80-100	50	n.c.	n.c.	sí (sólo 1)				
E14		4	0	100	25	sí	-	sí				
E15		3	1	180-106-130-100	40- 50- 50- 20	sí	-	sí	0,054	0	0	
E16		2	0	60-70	40-25	sí	-			0	0	
E17	Manzanares	7	0	3 de 300 + 4 de 80-90	50	-	sí	sí		5		
E18		3	0	148-90-88	40	2	1	sí	0,09	5	0	
E19		3	0	80	40	2	-	sí	0,09	5	0	
E20		7	0	40-60	40	2	1	sí		5		
E21	Tomelloso	4-5	2	100 - 150	20-22	sí	-	n.c.				
E22		3	0	80 - 90	40	sí	-	n.c.				
E23		2	0	90	40	sí	-	n.c.	0,066	2	6	
E24		1	1	150 - 200	40 - 20	sí	-	n.c.	0,066 €/m3·kWh	2	6	
E25		4	0	100		-	sí	n.c.	0,69-0,72 €/l			

Sistema de riego

De acuerdo con los resultados de las encuestas realizadas para el trabajo de campo, el 100% de las explotaciones tienen sistemas de riego modernos: aspersión para los cereales y forrajes, y goteo para los hortalizas, viña y frutales. Entre las 25 explotaciones encuestadas, había un total de 96 pozos legales y 6 ilegales (3 en Tomelloso, 2 en Herencia y 1 en Daimiel), donde la proporción de viña es mayor (50%, 20% y 18% respectivamente). A partir de los datos de las encuestas, podemos deducir que la superficie regada por pozo varía entre 3,24 y 200 ha. La superficie media es 32,2 ha, y la mediana es 25 ha, con una desviación estándar de 36 ha.

Una parte de las encuestas contenía preguntas acerca de los costes de riego. Los resultados se resumen a continuación:

➤ Costes de extracción

Los costes medios expresados por los agricultores en las entrevistas son:

- * Perforación (incluyendo tubería):
 - Con tuberías de PVC (lo más habitual): 36 – 48 €/m. Con tuberías de hierro cuesta 60 €/m.
 - Total: 6.000 – 9.000 €
- * Bomba (con el motor):
 - Entre 6.000 – 18.000 €
- * Línea eléctrica:
 - Línea enterrada: 18.000 €/km a 28.000 €/km
 - Aérea: 12.000 €/km
 - Coste por explotación: de 9.000 a 42.000 €; media: 19.000 €
- * Coste de la electricidad (por Kwh) y coste del gasoil. Cuántos Kwh se necesitan para bombear 1 m³?
 - El precio del gasoil es 0,69 – 0,72 €/l. Los costes de bombeo 0,12 - 0,15 €/m³
 - El precio medio de la electricidad es 0,084 € (varía según el momento del día, desde 0,75 a 0,90 €/kWh). Costes de bombeo 0,054 - 0,090 €/m³.
- * Vida útil del equipo de riego:
 - 20 to 30 años

➤ Tarifas pagadas por el agua

Las tarifas dependen del municipio en el que se encuentre la explotación, ya que las establecen las Asociaciones de Usuarios.

- Alcázar de San Juan: 3 €/ha. Sólo las explotaciones mayores de 7 ha pagan una tarifa por pozo.
- Daimiel: 10-12 €/ha, 2,5 €/pozo
- Herencia: (sin respuesta)
- Manzanares: 5 €/ha
- Tomelloso: 6 €/pozo, 2,1 €/ha

➤ Costes fijos de la instalación del sistema de riego

* Aspersión

▪ Pivot

1.200 – 1.800 €/ha (42.000 € para un pivot de 5 cuerpos, de aprox. 300m)

Vida útil: 10 to 20 años máximo (dependiendo de la calidad del agua)

▪ Cobertura total

3.000 to 4.000 €/ha (12€/m tubería)

Vida útil: 10 años para los aspersores, 20-30 años para las tuberías

▪ Cobertura móvil

2.000 €/ha

Vida útil: 15-20 años

* Goteo

660 – 690 €/ha las líneas. Total: 1.500 – 1.800 €/ha.

Vida útil: 25 años para la parte enterrada de las líneas, 10 años para la parte aérea de las líneas. Para los goteros, 5-6 años.

d. Datos económicos de la explotación

Esta parte incluye información relativa al pago único recibido por los agricultores encuestados, tipo de financiación y precio de la tierra.

- En relación al pago único, 20 de 25 agricultores todavía no sabían qué cantidad iban a recibir. Sólo 5 de ellos indicaron el montante de su subvención de la PAC, que variaba entre 76 y 200 €/ha. En general, los agricultores dieron la impresión de

que no ganarían ni perderían ingresos tras la desvinculación de los pagos a la producción.

- En relación a la financiación:
 - o Créditos a corto plazo: la mayoría de los agricultores no piden préstamos a corto plazo, sólo 2 de los 25 lo hacían. Más del 50% de los agricultores se servían del pago aplazado, especialmente aquellos que compraban sus insumos a cooperativas. A otros, sus proveedores les permitían pagar a final de año con un 1% de intereses. Algunos de los agricultores mencionaron la posibilidad de pedir un adelanto de los pagos de la PAC.
 - o Por el contrario, la mayor parte de los agricultores (52%) tenían préstamos a largo plazo, algunos de ellos obtuvieron condiciones especiales a través de planes de desarrollo rural. Sólo 6 de los 25 agricultores dijeron no haber pedido ningún crédito a largo plazo. Estos créditos se usan en algunos casos (30%) para la compra de tierras o para comenzar el negocio agrícola. No obstante, la mayoría de ellos (70%) son usados para la instalación del sistema de riego o para la introducción de mejoras tecnológicas. La primera modalidad es, generalmente, un préstamo de mayor cuantía (25.000 - 50.000 €) a reembolsar en 10-12 años. El segundo tipo suele ser de menor cuantía, a reembolsar en 5-8 años.
 - o El precio de la tierra varía, según los agricultores encuestados, entre 3.000 y 5.000 €/ha en secano, y entre 9000 - 20000 €/ha para tierras con derechos de riego. Los mayores precios en secano se dan en la comunidad de regantes de Herencia, mientras que los mayores precios en regadío corresponden a Manzanares y Tomelloso.
 - o El arrendamiento varía entre 0 - 300 €/ha para campos de secano; la mayor parte de los agricultores afirma que no hay demanda de este tipo de tierra. En el caso de los terrenos de riego, los precios de arrendamiento varían entre 450 - 1200 €/ha.

e. Viña

El cuestionario utilizado en las entrevistas incluía algunas cuestiones relativas a la viña, debido a la importancia de este cultivo en la región y a la complejidad del mismo.

- Costes de plantación:

Los costes dependen del sistema de conducción utilizado.

* Espaldera

1.900 a 3.050 plantas/ha, con un marco de plantación 3 x 1, altura 80-90 cm.

Tiempo de entrada en producción: 3 años.

Costes de plantación: 10.000 – 12.000 – 15.000 €/ha.

Vida útil: 25-30 años.

* Vaso

1.500 plantas/ha.

Costes de plantación: 7.200 €/ha.

Tiempo de entrada en producción: 5 años.

Vida útil: 40-50-60 años.

➤ Tipos y variedades de viña:

La mayor parte de las viñas son en espaldera y utilizan técnicas modernas:

	S (ha)	%
Espaldera	306	78,7
Vaso	83	21,3

Tabla 14: Superficie (en ha y %) de viña con cada tipo de conducción

Las variedades de uva son el 60% tintas y el 40% blancas. Existe un alto porcentaje de variedades de calidad:

Tabla 15: Tipos de viña cultivada en las explotaciones encuestadas

	S (ha)	%
Tinta	333	60,2
Blanca	220	39,8
Var.calidad	395,5	71,5

f. Mano de obra

Todas las explotaciones encuestadas utilizan mano de obra familiar y contratan trabajadores temporales en períodos pico. Sólo dos de las 25 explotaciones tienen además trabajadores contratados permanentes.

➤ Coste de la mano de obra contratada permanente:

De acuerdo con las encuestas, los salarios pagados a los trabajadores fijos varían entre 1.000 y 1.500 €/mes (con 14 pagas al año), dependiendo del grado de especialización.

- Coste de la mano de obra contratada temporal:

Los agricultores indicaron un precio que variaba entre 45 – 60 €/jornada (la mayoría dijeron 50 €/jornada)

Muchos agricultores contratan trabajadores ilegales. La diferencia entre los legales y los ilegales es el pago a la Seguridad Social, que cuesta 11-12 €/día: 50 € salario + 12 € SS = 62 € /día

- Actividades con mayor necesidades de mano de obra (par alas cuales se contrata a los trabajadores temporales):
 - 50% agricultores consideran que la viña es el cultivo más demandante de mano de obra, en especial la poda y la vendimia.
 - El siguiente cultivo en necesidades de trabajo es el melón, indicado por el 35% de los agricultores encuestados, en concreto la plantación y la recolección.
 - 21% de los agricultores señalaron la recolección de los hortícolas (melón, pimiento, sandía), durante el período Julio-Septiembre.
 - 14% agricultores consideraban también el olivo (poda) y el 14% la cebolla (recolección)
 - 7% indicó también la siembra de los cereales (1 semana en Noviembre)

g. Comercialización

Se preguntó a los agricultores acerca de los canales de comercialización que usaban para sus productos. Sus respuestas están recogidas en la Tabla 16:

Tabla 16: Canales de comercialización usados por los agricultores encuestados

	A TRAVÉS DE COOPERATIVAS	MERCADO CENTRAL	VENTA DIRECTA A MINORISTAS	VENTA DIRECTA A CONSUMIDORES
E4		x (cereal, uva, melón, aceituna)		
E5			x (melon y cebada)	
E6	x (uva)		x (uva)	x (vino de calidad)
E7	x (cereal)		x (cereal y melón)	
E8			x (cebada)	
E11	x (uva y aceituna)			
E12			x (cebada, uva y broccoli)	
E13	x (uva, aceituna y altramuz)		x (avena y cebada)	
E15	x (uva)		x (cereal, aceituna y altramuz)	

	A TRAVÉS DE COOPERATIVAS	MERCADO CENTRAL	VENTA DIRECTA A MINORISTAS	VENTA DIRECTA A CONSUMIDORES
E16	x (uva)		x (hortícolas)	
E17		x (cebada y melón)	x (cebolla, para exportación)	
E18	x (uva)	x (cebada y melón)		
E19	x (uva)	x (cereal y melón)		
E20	x (cebada)		x (cebada)	
E22	x (90% uva y 60% melón en la CR)			
E23	x (uva)			
E25		x (melón, uva para alcohol)		

3.2.4. Condicionalidad

Una parte de la encuesta realizada a los agricultores se refería a la aplicación de las medidas de condicionalidad en la zona y en su explotación. La Tabla 17 muestra la percepción que tienen los agricultores sobre la aplicación de estas medidas.

Tabla 17: Percepción de los agricultores sobre la aplicación de la normativa de condicionalidad

	Nivel de información	Percepción sobre el riesgo de control	Grado de cumplimiento según tipo de agricultura		Percepción sobre el coste del cumplimiento
			Producción de cereales	Producción mixta (cereal-olivo-hortícolas-viña)	
Anejo III: Requisitos legales de gestión - Medioambiente					
Directiva de Aves	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Los agricultores tienen conocimiento escaso de estas directivas; los agricultores no contemplan prácticas específicas para cumplirlas 		Los agricultores no perciben ningún coste del cumplimiento, ya que piensan que no tienen que cambiar ninguna práctica para cumplir con estas directivas.
Directiva de Hábitats	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Se requiere mayor información 		Los agricultores no perciben ningún coste del cumplimiento, ya que piensan que no tienen que cambiar ninguna práctica para cumplir con estas directivas.
Directiva de Protección de Aguas Subterráneas	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Los elementos controlados por la Administración son muy difíciles de controlar y es difícil medir la falta de cumplimiento cuando se dan requerimientos negativos (p.ej. no se deben destruir nidos y huevos) 		
Lodos de depuradora	Medio	Bajo	N.C.		N.C.
Directiva de Nitratos					
<ul style="list-style-type: none"> Cuadernos de explotación 	Alto	Medio	<ul style="list-style-type: none"> La condicionalidad está contribuyendo al cumplimiento con la Directiva de Nitratos, ya que los pagos directos son muy importantes en la producción de cereales. 	<ul style="list-style-type: none"> Para producciones mixtas, la condicionalidad no es tan relevante, ya que el cumplimiento con la Directiva de Nitratos ya existía, puesto que la escasez de agua evitaba el sobre-uso de fertilizantes 	<ul style="list-style-type: none"> La disminución de rendimientos debido al cumplimiento de la Directiva de Nitratos es alrededor del 15%.
<ul style="list-style-type: none"> Depósitos de ensilado 	Bajo	Medio			<ul style="list-style-type: none"> La disminución del
<ul style="list-style-type: none"> Períodos de aplicación de los fertilizantes 	Alto	Medio	<ul style="list-style-type: none"> La Directiva de Nitratos se 		

	Nivel de información	Percepción sobre el riesgo de control	Grado de cumplimiento según tipo de agricultura		Percepción sobre el coste del cumplimiento
			Producción de cereales	Producción mixta (cereal-olivo-hortícolas-viña)	
Máxima cantidad de estiércol aplicado	Alto	Medio	conoce bien, pero el cumplimiento es bajo. Con la condicionalidad, los agricultores perciben un alto riesgo de sufrir controles, que son más estrictos y las penalizaciones son claras.	en agricultura de regadío, por tanto no se han observado diferencias importantes en el cumplimiento.	margen bruto es aproximadamente el 10%.
Prohibición de aplicación de fertilizantes en una banda semillada a lo largo de los cursos de agua.	Medio (no es relevante en el caso del Alto Guadiana)	Medio	<ul style="list-style-type: none"> La principal causa de la disminución del uso de nitratos no es la condicionalidad, sino el aumento de los precios de los fertilizantes. Los agricultores opinan que el cumplimiento con la Directiva de Nitratos no es posible al 100%, porque es demasiado estricta. 	<ul style="list-style-type: none"> Ya nos se cultiva remolacha azucarera debido a la nueva OCM, y está disminuyendo el uso de nitratos. Para viña y olivo, el nivel de cumplimiento es muy alto. 	<ul style="list-style-type: none"> Para agricultores con producciones mixtas, el coste del cumplimiento no es alto, ya que piensan que ya cumplen con esta directiva.
			Producción de cereales	Producción mixta (cereal-olivo-hortícolas-viña)	

Annex IV: GAECs

Control de la erosión: Labores en zonas de pendiente	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> La mayor parte de los agricultores no lo siguen estrictamente. Hay falta de información, puesto que esta práctica es requerida sobre todo en olivar, y este cultivo no fue introducido en el esquema de la condicionalidad hasta el año 2006. Los agricultores no creen que haya problemas de erosión en sus explotaciones. No hay grandes pendientes, por lo que el problema de control de la erosión no es muy importante. En la viña, el cumplimiento es difícil. Las viñas en espaldera tienen que crecer en una dirección determinada que depende del sol, y esto puede ser incompatible con los requerimientos según la pendiente. 	N.C.
---	------	------	---	------

	Nivel de información	Percepción sobre el riesgo de control	Grado de cumplimiento según tipo de agricultura		Percepción sobre el coste del cumplimiento
			Producción de cereales	Producción mixta (cereal-olivo-hortícolas-viña)	
Estándar relacionado con mínima cobertura vegetal	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Se permite un mínimo laboreo con una profundidad máxima de 20 cm. La falta de cumplimiento con estas medidas es alta, puesto que la profundidad del laboreo es difícil de controlar. La siembra directa está aumentando, aunque las operaciones de laboreo se están reduciendo y el cumplimiento con las medidas de control de la erosión es mayor. 		
Mantenimiento de terrazas	Bajo	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> La cubierta vegetal mínima no se respeta en el barbecho, en la viña ni en el olivar. 		
Materia orgánica del suelo	Bajo	Bajo		N.C.	Coste de retirar los plásticos: 150-200 €/ha
Estructura del suelo	Medio	Bajo		N.C.	N.C.
Mantenimiento de hábitats naturales (Regiones de acuíferos sobreexplotados según la legislación española de condicionalidad)	Medio	Medio			<ul style="list-style-type: none"> El coste del depósito de almacenamiento para purines es demasiado alto, 72-78€/m², por lo que el cumplimiento es muy difícil.
Obligación de instalar caudalímetros	Muy alto	Muy alto (ahora las políticas de agua y agraria controlan estos requerim.)	<ul style="list-style-type: none"> El control del agua, tal y como se regula la condicionalidad en la legislación española, está ayudando a controlar indirectamente las limitaciones del Plan de Explotación de la cuenca del Alto Guadiana (para acuíferos sobre-explotados) y la aplicación de la DMA. La condicionalidad es una nueva manera de controlar los bombeos ilegales sin concesión administrativa de uso del agua. Esto puede considerarse como un beneficio importante de la condicionalidad para regiones con estrés hídrico, acuíferos sobre-explotados y recuperación de humedales (Directiva de Hábitats y Anejo 		Los agricultores piensan que las nuevas medidas de condicionalidad relativas al uso del agua refuerzan los instrumentos legales (caudalímetros y concesiones). No obstante, los costes dependen de las asignaciones de agua y el
Obligación de tener una concesión administrativa legal para el uso de agua	Muy alto				

	Nivel de información	Percepción sobre el riesgo de control	Grado de cumplimiento según tipo de agricultura		Percepción sobre el coste del cumplimiento
			Producción de cereales	Producción mixta (cereal-olivo-hortícolas-viña)	
			IV)		cumplimiento con las cuotas de extracción siempre reduce los rendimientos y el margen de explotación.
CONCLUSIONES GENERALES	Medio	Medio	<ul style="list-style-type: none"> • El riesgo de control no se percibe como muy alto, aunque las penalizaciones se consideran muy altas. Los agricultores tratan de cumplir la normativa para mantener los pagos. • Los agricultores tienen mucha información sobre la Directiva de Nitratos, muy poca sobre la Directiva de Hábitats, tienen conocimientos medios sobre el control de la erosión-GAEC, conocimientos crecientes sobre control del uso de agua-GAEC. • Los agricultores consideran que la Administración debería proporcionar mejor información y medios para la adecuada eliminación de residuos de la explotación (plásticos, recipientes, aceite de maquinaria, residuos de la cosecha y de la poda, etc.) para mejorar el cumplimiento. • Los agricultores piensan que algunos de los requerimientos de la condicionalidad son contradictorios entre sí, dificultando el cumplimiento (p.ej. control de plagas y quema de rastrojos) 		<ul style="list-style-type: none"> • Los costes totales del cumplimiento dependen en gran medida de la superficie y tipo de explotación, aunque se puede considerar que los ingresos de un agricultor tradicional disminuyen alrededor de un 15%. • El coste del cumplimiento es más alto para producción ganadera que agrícola.

3.2.5. Datos de cultivos a partir de las encuestas (valores medios indicados por los agricultores)

En este apartado se muestra un resumen de los datos económicos para cada cultivo que se produce en las explotaciones encuestadas (costes de producción e ingresos):

Tabla 18: Costes variables, ingresos y margen bruto por cultivo- media de los datos aportados en las encuestas

CULTIVOS	SISTEMA DE RIEGO	Rendim. kg/ha	Precio (€/kg)	Agua (m3/ha)	Semilla (€/ha)	Fertiliz. (€/ha)	Pesticida (€/ha)	Laboreo (€/ha)	Siembra (€/ha)	Poda (€/ha)	Recolecc. (€/ha)	Costes tot. (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Margen bruto (€/ha)
Cebada	--	1814	0,150									370		56,7
	Aspersión ext.	3975	0,146	1408			6		48		42			360
	Aspersión int.	5333	0,1214	2050		105	9	162	48		43,5			240
Trigo	--	1500	0,125											
	Aspersión ext.	4200		2125										
	Aspersión int.			2500										
Veza-avena		11000	0,073	1000										
Maíz	Aspersión ext.	9380	0,14	4800	220	30	36	72	42		72			
	Aspersión int.	10000	0,14	4800	230	30	36	72	42		72			
Guisantes	Regadío	4500	0,14	1500										
Melón	Goteo	36675	0,1586	4333								3650		500
Pimiento	Goteo	45000	0,615	7000								6000		
Cebolla	Goteo	83750	0,165	4500										144
Ajo	Aspersión int.	7250	0,4431	2750										
Viña	--	3646	0,171			63,19	90,00	276,00		162,00	198,00	789,19	660	65
	Goteo	13692	0,336	1475		167	8,4	110		104,2	282,9	1628,1	1296,0	347,6

3.2.6. Conflictos por el uso del agua

a. Aspectos importantes a considerar respecto a la gestión del agua en el Alto Guadiana

Durante la entrevista, se pidió a los agricultores encuestados que clasificasen los siguientes aspectos relacionados con la gestión del agua en la cuenca del Alto Guadiana en función de su importancia en la gestión del agua de la zona:

- Disponibilidad del recurso
- Acceso al recurso
- Capacidad de gestión
- Eficiencia de uso del agua
- Impacto ambiental debido al uso actual del agua

El 100% de los encuestados coincidió en señalar la capacidad de gestión como el principal problema relativo al uso del agua en la cuenca del Alto Guadiana; el 47% de ellos piensa que es el único problema.

El 26% de los agricultores señaló además la eficiencia de uso del agua como un problema importante, aunque siempre en un segundo lugar, después de una buena capacidad de gestión.

El 20% de los agricultores eran conscientes de los problemas medioambientales debidos al actual uso del recurso, pero siempre después de la gestión. Uno de los agricultores pensaba que se está dando demasiada importancia al medioambiente en el conflicto.

Finalmente, el 10% de los agricultores consideraba la disponibilidad del recurso como un factor a tener en cuenta.

b. Conflicto en torno a los pozos ilegales

➤ Pozos ilegales:

- Los usuarios ilegales están compitiendo con los usuarios legales del agua de diferentes maneras:

- A través de los precios de mercado: están haciendo que los precios bajen debido a un exceso en la producción.

- A través de los planes de explotación: ellos contribuyen al descenso en el nivel del acuífero, ocasionando mayores restricciones cada año.
- A través de los costes de bombeo: debido al descenso en el nivel del agua, los costes de bombeo aumentan.

- En cuanto a la solución que podría darse a los pozos ilegales, las opiniones de los agricultores se dividen en dos posiciones distintas: el 28% de los entrevistados estaría de acuerdo con dar a los regantes ilegales la posibilidad de legalizarse, con una cuota baja de agua, y de comprar derechos de agua. El 12% de los encuestados están en contra de la legalización y quieren que los pozos ilegales sean cerrados.

➤ Compra de derechos de riego

- Algunos agricultores no están de acuerdo con los diferentes precios establecidos en función de la zona (la zona circundante al parque nacional Tablas de Daimiel es preferencial en la actualidad)

- Todos los agricultores afirman que el precio ofertado por los derechos de riego es demasiado bajo. Piensan que el precio mínimo para los derechos de riego en cultivos herbáceos debería ser 14.000 €/ha. Debería corresponderse con el precio de la tierra.

- Todos los agricultores creen que no es posible vivir de la agricultura en secano. Piensan que sólo aquellos que se van a retirar pronto estarían dispuestos a vender sus derechos.

- Muchos agricultores piensan que el precio debería ser establecido por el mercado.

- Muchos de los encuestados opinan que es necesario hacer una distinción entre agricultores a título principal y como segunda actividad.

- Los intervalos de precios favorecen a los agricultores pequeños, que desarrollan la agricultura menos rentable.

➤ Causas del conflicto

- Inversión privada en lugar de pública

- Falta de cumplimiento de la legislación

- Falta de capacidad de la administración para hacer cumplir la normativa

➤ Posibles soluciones propuestas por los agricultores

- La administración del agua debería retirar todos los derechos de riego y ofrecer a todos los agricultores de solicitar nuevas concesiones.

- El 24% de los encuestados propuso mercado libre de derechos de riego como una buena solución.
- Algunos agricultores afirman que los agricultores con segunda actividad deberían ser penalizados, dando prioridad a aquéllos que viven de la agricultura.
- El fomento de actividades alternativas, tales como la forestación, la agricultura ecológica, el biodiesel.

c. Tipología de regantes ilegales

Se encuentran fundamentalmente en Alcázar de San Juan y Tomelloso, donde la viña ocupa una mayor superficie.

➤ En Alcázar de San Juan:

Explotaciones pequeñas o medianas (10-30 ha) de viña en monocultivo, y algunas con melón. Generalmente riegan con bombas de 4.000 ó 5.000l/h, en lugares con poco agua. Suele tratarse de agricultores con pozos ilegales exclusivamente (sin pozos legales). Uno de los encuestados afirma que las explotaciones ilegales son de gran tamaño (40 ha), con parte de secano y parte de riego, con cultivos hortícolas; los pozos ilegales se perforan en la zona de secano.

➤ En Daimiel:

Explotaciones pequeñas (10 ha), principalmente de viña. Las características de los pozos son similares a las legales.

➤ En Herencia:

Más del 50% de las extracciones son ilegales. Los pozos ilegales tienen las mismas características que los legales y se perforan sobre todo en fincas pequeñas.

➤ En Manzanares:

Generalmente, los pozos ilegales son de menores dimensiones que los legales (15-20cm de diámetro, tuberías de PVC), ya que se perforan con máquinas más pequeñas que se pueden esconder. Suelen proporcionar un caudal más pequeño, y normalmente se construyen en pequeñas explotaciones (10 ha), en zonas de viña y olivar, con frecuencia para agricultura de segunda actividad. Se suelen perforar en

zonas con poco agua, por lo que proporcionan caudales pequeños; el problema es que hay un número muy alto de ellos.

➤ En Tomelloso:

La mayor parte de los pozos ilegales están en explotaciones pequeñas, de 30-40 ha. Además, la mayoría de los pozos legales han sido también reprofundizados, o bien riegan una superficie mayor de la que tienen asignada. Los pozos ilegales suelen ser menores que los legales (170-180 m de profundidad, y menor diámetro).

3.3. Elaboración del modelo económico

Como parte del análisis económico en el Alto Guadiana, se ha llevado a cabo la elaboración del un modelo económico de programación matemática. Se trata de un modelo no lineal, que se ha elaborado a escala de explotación y reproduce el comportamiento del agricultor cuando se enfrenta a distintas políticas. El modelo maximiza una función de utilidad (U), sujeto a determinadas restricciones (g) técnicas, económicas y de políticas. Incluye un componente de riesgo que considera las incertidumbres climáticas y de mercado a través de su efecto en la variabilidad de la producción y de los precios de los productos, respectivamente. La función de utilidad está definida por un componente que es el margen bruto (Z) y un vector de riesgo (R) que incluye la variabilidad de los precios y del mercado.

El modelo económico se puede resumir en las siguientes ecuaciones:

Maximización $U = f(x)$, $f(x) = Z - R$

Sujeto a las siguientes restricciones: $g(x) \in S_1$,

$x \in S_2$

Donde “x” es el vector de variables de decisión o vector de actividades, definido por una superficie de cultivo dada y unas técnicas de producción asociadas, método de riego y un tipo de suelo (S). El modelo se ha construido en lenguaje GAMS (General Algebraic Modeling System). Los coeficientes técnicos y parámetros del modelo se obtuvieron del trabajo de campo descrito. Tras construirlo, el modelo fue calibrado y validado usando el coeficiente de aversión al riesgo como parámetro de calibración, y

comparando con los datos históricos sobre distribución de cultivos, tierra y trabajo en la zona.

Los resultados del modelo económico (margen, alternativas de cultivos, consumo de agua para cada opción de política) se han utilizado como datos para las redes Bayesianas, junto con los datos de campo y los resultados de las reuniones con los grupos de interés.

4. CONSTRUCCIÓN DEL SSD

4.1. Elección del SSD

El modelo que se ha elegido en el caso de estudio del Alto Guadiana para apoyar la toma de decisiones sobre la gestión del agua es una red Bayesiana, que se ha construido de manera participativa con los grupos de interés y que recibe, a su vez, información de un modelo económico.

Como vimos en el apartado 1.2, las redes Bayesianas son una herramienta bien adaptada a la resolución de problemas de gestión que incluyen aspectos de diferente naturaleza (económicos, sociales, físicos) y donde existen incertidumbres. Asimismo, permiten fomentar la participación de los grupos de interés, lo cual constituye otro de los elementos importantes de la DMA.

Las redes Bayesianas son gráficos acíclicos dirigidos, que se fundamentan en la teoría de la probabilidad. Requiere, en primer lugar, la identificación de las variables (nodos) que definen el sistema, cada una de ellas caracterizada por los posibles estados que puede adoptar, y que pueden definirse como valores numéricos, intervalos, valoraciones cualitativas o valoraciones booleanas. A continuación hay que establecer las relaciones causales entre las variables, especificando las relaciones de probabilidad condicionada: a cada variable se le asocia una tabla que expresa la probabilidad de que esa variable esté en un determinado estado, dados los estados posibles de las variables de las que depende (padres). El fundamento matemático son las leyes de probabilidad de Bayes: cuando A depende de B, entonces:

$$P(A/B) \cdot P(B) = P(A, B) \quad (1)$$

$$P(a_i / b_j) \cdot P(b_j) = P(a_i, b_j); \quad P(a_i) = \sum_{j=1}^J P(a_i, b_j) \quad (2)$$

Así definidas, las redes Bayesianas pueden usarse para contestar a cuestiones probabilísticas sobre ellas. La transmisión de nuevas evidencias a través de la red se efectúa en un proceso denominado "inferencia causal". Este proceso nos permite introducir valores para las variables que representan las acciones o medidas de gestión posibles y evaluar las consecuencias que estas acciones tendrían en las variables elegidas como indicadores de la idoneidad de las políticas. En nuestro caso, nos interesan las consecuencias que tendrían las posibles medidas de gestión en el

medioambiente y en la socio-economía de la región, reflejada a través de los márgenes de las explotaciones agrarias.

4.2. Participación de los grupos de interés

Todo el proceso de construcción de la red Bayesiana del Alto Guadiana se ha llevado a cabo con la participación de grupos de interés, entre los cuales se ha contado con todos los implicados en la gestión del agua de la zona: representantes de la Administración Central (Ministerio de Medioambiente, Confederación Hidrográfica del Guadiana), Administración regional (Consejería de Agricultura de la Junta de Castilla la Mancha, Consejería de Medioambiente de la Junta de Castilla la Mancha), asociaciones de regantes (comunidad general de usuarios del acuífero 23, comunidades de regantes de los distintos municipios de la zona, asociación española de usuarios de aguas subterráneas), asociaciones de agricultores (ASAJA, COAG), grupos ecologistas (Adena, asociación Nueva Cultura del Agua, Ecologistas en Acción, SEO Birdlife, asociación Ojos del Guadiana Vivos), expertos (IGME, UCM, UPM).

El proceso participativo se ha desarrollado en forma de reuniones, dentro de las actividades del proyecto NeWater. Estas reuniones, organizadas conjuntamente por los equipos de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), se han estructurado en dos bloques:

- Un primer bloque de 5 reuniones temáticas, cuyo objetivo era dar a conocer el proyecto y discutir los puntos de vista de los distintos grupos respecto a la situación de la cuenca (Martínez Santos et al., 2007; Varela-Ortega et al., 2006). El formato de las reuniones se basó en discusiones dirigidas mediante cuestionarios que se repartían previamente a los participantes, distribuidos en grupos heterogéneos (con integrantes de distintos grupos de interés). En ellas se trataron los problemas generales de la cuenca y, específicamente, los aspectos socio-económicos, institucionales e hidrológicos más relevantes en la gestión del agua del Alto Guadiana.
- Un segundo bloque de reuniones y entrevistas, desarrolladas específicamente para la construcción de las redes Bayesianas (Zorrilla et al., 2007; Zorrilla et al., en revisión), desde la definición de las variables de la red hasta la validación de la misma. Los detalles sobre los pasos seguidos en la construcción de la red vienen especificados en el apartado siguiente.

4.3. Pasos en la construcción de la red Bayesiana

Según las guías elaboradas en el proyecto MERIT (Bromley, 2005), el proceso de construcción de la red Bayesiana debe seguir las siguientes etapas:

- a. Definición del problema y selección del enfoque espacial y temporal apropiado

Esta fase fue la primera de todas, que se realizó durante el primer bloque de reuniones con los grupos de interés.

- b. Identificación de variables implicadas, de acciones posibles y de indicadores capaces de evaluar la idoneidad de las alternativas de gestión propuestas

La identificación de variables se ha hecho basándose en la información obtenida durante las reuniones con los grupos de interés y en los conocimientos del equipo de investigación. El conjunto de variables (nodos) seleccionadas representa los elementos relevantes del sistema, y se pueden agrupar en varios bloques:

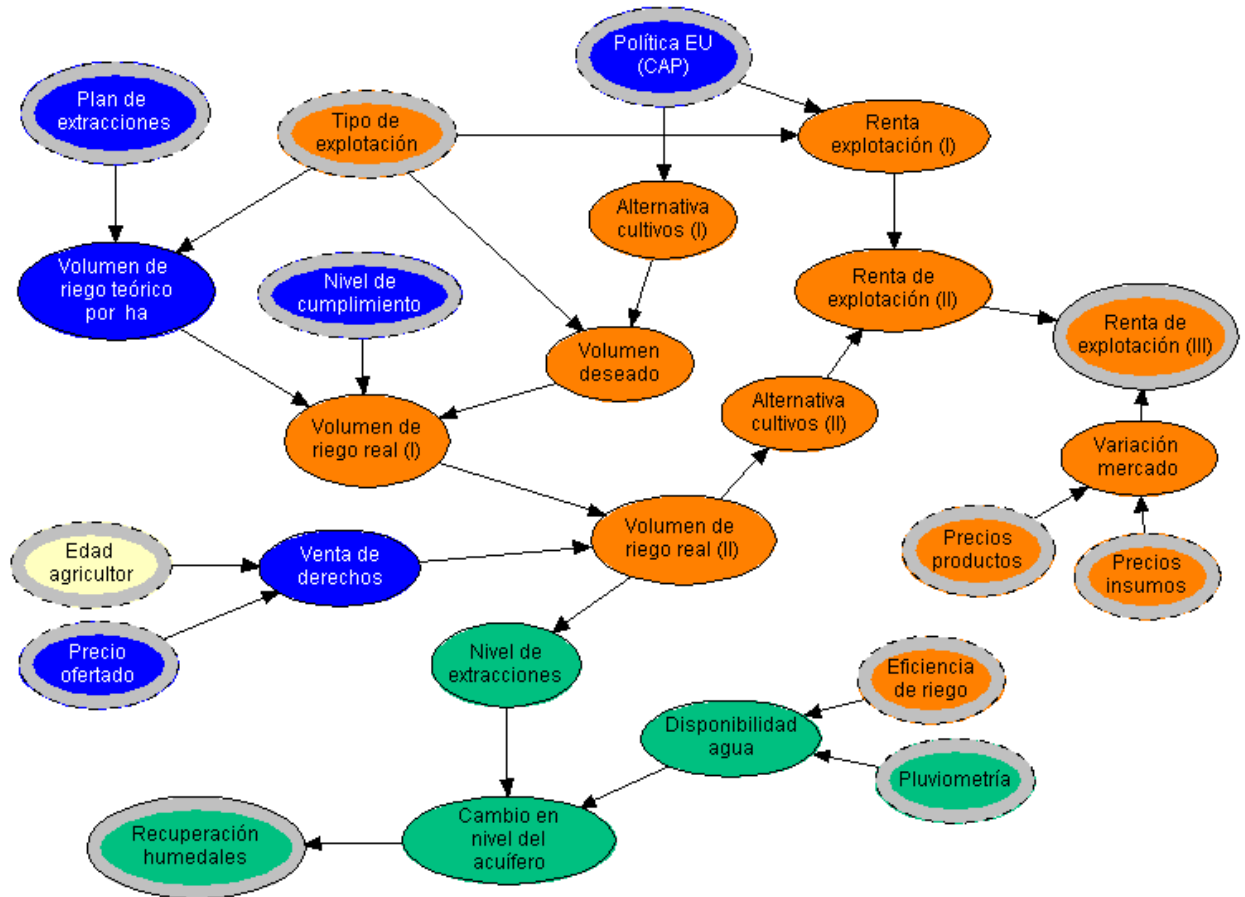
- Bloque institucional: incluye las variables relacionadas con las políticas cuya implementación afecta a la gestión del agua de la zona. Incluye las subvenciones de la PAC, el Plan de Ordenación de Extracciones, que limita el volumen de agua utilizable por explotación, y también la posibilidad de vender derechos de riego.
- Bloque agrario: recoge las variables relativas a la explotación agraria, fundamentalmente las alternativas de cultivo y la renta.
- Bloque medioambiental: contiene las variables que tienen que ver con el consumo derivado de la actividad agrícola y con la disponibilidad de agua en el acuífero (en función del consumo, de las técnicas de riego y de la pluviometría).

- c. Diseño de una red preliminar que sirva de base de discusión

Una vez más, el diseño de la red se llevó a cabo durante las reuniones con los grupos de interés, en las que se discutió entre todos acerca de las variables que debían aparecer y de los vínculos causales que las unían. La

Figura 20 muestra la red resultante.

Figura 20: Red Bayesiana definida para el Alto Guadiana



FUENTE: Modelo de red bayesiana elaborada para el Alto Guadiana con el programa Hugin.

- d. Recogida de datos a partir de las fuentes disponibles (estadísticas, modelos, opiniones de los expertos...)

Las fuentes de información utilizadas para la elaboración de la red pueden ser diversas: medidas directas, modelos matemáticos, opiniones de expertos, etc, aunque hay que tener en cuenta que, cuanto más fiable sea la fuente de información utilizada, mejores resultados podemos esperar de la red Bayesiana. En nuestro caso, además de datos estadísticos y del trabajo de campo, se ha utilizado información de las

reuniones temáticas de NeWater, así como los resultados de un modelo de programación lineal elaborado por el equipo de la UPM dentro de las actividades de NeWater (Varela-Ortega et al., 2006b). Dicho modelo trataba de evaluar el impacto de la aplicación conjunta de diversas políticas agrarias y políticas de agua en la cuenca del Alto Guadiana, proporcionando las variaciones de renta, de alternativas de cultivo y de consumos de agua para las distintas explotaciones tipo de la región cuando se aplican las distintas combinaciones de políticas. Dentro de las políticas agrarias, se consideraron dos modalidades de PAC: Agenda 2000 y reforma de 2003 (con desacoplamiento parcial de las ayudas). Cada una de estas se combinó con los siguientes escenarios de aguas: volumen igual a la concesión inicial previa a la aplicación de los actuales planes de explotación, volumen igual a la cuota establecida por el plan de explotación y política agroambiental con niveles de reducción de volumen de agua de 50 y 100% de la dotación concedida por el plan de extracciones.

e. Definición de los estados posibles para cada una de las variables

Los estados se pueden definir como: valores discretos, intervalos, valoraciones cualitativas o booleanas. En nuestro caso, existe una combinación de todos ellos, dependiendo de la variable tratada. Para ello, se ha considerado en primer lugar datos estadísticos, en segundo lugar las opiniones que los grupos interés han mostrado a lo largo de las reuniones que se han mantenido con ellos, así como las opiniones de los expertos (grupos de investigación y técnicos involucrados en la gestión del agua en la cuenca alta del Guadiana), y en tercer lugar los resultados del modelo de programación lineal para el Alto Guadiana.

f. Construcción de las tablas de probabilidad condicionada

Al igual que para los estados de las variable, para las tablas de probabilidad hemos utilizado diversas fuentes, entre ellas: fuentes estadísticas, estimaciones de los grupos de interés y de los expertos, así como datos procedentes de las simulaciones realizadas con el modelo de programación lineal elaborado por el equipo de la UPM para NeWater (Varela-Ortega et al., 2006b).

g. Validación de la red con los grupos de interés

Dentro de la serie de reuniones con los grupos de interés para la elaboración de las redes Bayesianas, la última de ellas fue una reunión de validación, en la cual se presentaron algunos resultados de las simulaciones de la red para ver la reacción de los grupos de interés. En general, estuvieron de acuerdo en que la red representaba

bien el sistema, aunque sugirieron algunas mejoras que se incorporaron posteriormente.

4.4. Simulaciones

Una vez construida la red (identificadas las variables, introducidas las tablas de valores posibles para cada una de ellas y las probabilidades condicionadas que las relacionan entre sí), esta se puede utilizar de varias maneras:

- Dando valores fijos a las variables de entrada (variables “padre”), a partir de los cuales se obtendrá una determinada distribución de probabilidad para las variables de salida.
- También es posible fijar los valores de salida que nos interesa obtener y calcular, a partir de estos, cuáles son las condiciones en las que deben encontrarse las variables padres para poder obtener esos resultados.

En nuestro caso, la alternativa seguida ha sido la primera. Nos interesa evaluar la variación de la renta agraria y de la recuperación de los niveles del acuífero en función de las variables que consideramos más significativas en el problema de la sobreexplotación de los recursos hídricos en la zona: las políticas implementadas y el grado de cumplimiento de las mismas por parte de los agricultores. Dentro de las políticas implementadas, hemos considerado la posibilidad de venta de derechos de agua por parte de los regantes, a distintos niveles de precios. En cuanto a la PAC, hemos realizado las simulaciones estableciendo un tipo de ayudas parcialmente desacopladas a la producción, que es la política europea vigente en la actualidad. Para las políticas de agua, las simulaciones se han hecho considerando el plan de explotación del último año.

La sistemática seguida para la elaboración de escenarios ha sido fijar los valores de las variables de entrada, haciendo que el modelo calcule los valores de las demás variables y observando el valor adoptado por las variables de salida: renta de la explotación y nivel de recuperación del ecosistema. Se han simulado distintos valores para las siguientes variables:

- I) Nivel de cumplimiento del plan de extracciones
- II) Precio ofertado para la compra de derechos de agua

5. RESULTADOS

Los resultados de estas primeras simulaciones muestran que el mayor nivel de recuperación del acuífero se da cuando los precios ofertados para la compra de derechos son altos y además el nivel de cumplimiento del plan de extracciones es alto. Si esta segunda condición no se da, aunque los agricultores sigan vendiendo derechos de riego y sí se produzca una recuperación del acuífero mayor que cuando los precios son bajos, los agricultores que quedan siguen consumiendo volúmenes mayores de los permitidos. Parece que, al final, es más decisivo para el nivel de recuperación del nivel de agua el grado de cumplimiento de la legislación por parte de los agricultores que el precio ofertado por los derechos de riego.

En cuanto a la renta agraria, el modelo muestra reducciones de entre el 10 y el 15% cuando el nivel de cumplimiento del plan de extracciones es alto, comparado con un nivel de cumplimiento medio-bajo. Comparando la renta para los escenarios con precios altos y con precios bajos de los derechos de riego, resulta que la subida de los precios tiene un efecto negativo en la distribución final de la renta. Esto se debe a que los precios altos hacen que un mayor porcentaje de agricultores decida vender derechos de riego, por lo que se supone que dejan de consumir volúmenes mayores de los permitidos. La venta de derechos resulta indirectamente en un aumento del cumplimiento de las restricciones.

6. CONCLUSIONES

- Las redes Bayesianas son una herramienta capaz de responder a las exigencias de la que la Directiva Marco del agua señala como necesarias en la gestión de los recursos hídricos, que son: (1) La consideración no sólo del sistema hidrológico, sino de todos los aspectos implicados en el uso del recurso. No se pueden olvidar las dimensiones socio-económica y medioambiental del uso del agua. (2) La necesidad de involucrar a los usuarios y, en general, a los grupos de interés en la gestión del recurso.
- La construcción participativa de la red Bayesiana supone la representación de una realidad compleja que, al ser analizada en conjunto por los grupos de interés, puede llegar a ser simplificada lo suficiente como para que su manejo sea fácil, pero al mismo tiempo se asegura que las variables consideradas importantes por los interesados serán tenidas en cuenta.
- En cuanto a los resultados de las simulaciones, aunque se trate aún de un modelo preliminar, se puede concluir que el grado de cumplimiento de las políticas es un elemento clave en la recuperación de los niveles de agua. Sin embargo, el cumplimiento de los límites en los volúmenes de agua disponibles conlleva pérdidas de renta importantes. Esta es la causa por la cual los regantes oponen una fuerte resistencia a las políticas de agua implementadas por la Confederación Hidrográfica, que hasta ahora no ha estado dispuesta a asumir el coste social que supone la obligación de cumplimiento de sus políticas. A este respecto, se espera que la Directiva Marco del Agua sirva de legitimación al Plan de Extracciones, permitiendo una disminución del coste social (Varela-Ortega, 2007).
- No resulta posible llegar a una reducción de las extracciones tal que consiga la recuperación de los niveles del acuífero y de los espacios naturales sin una pérdida de bienestar económico en el sector agrario. Las restricciones de agua suponen un descenso de la renta agraria de muchos agricultores que se verán empujados abandonar la actividad. Una posibilidad para paliar los efectos de este fenómeno podría ser la compra de derechos de riego por parte de la Administración, con lo que se conseguiría retirar derechos de riego y compensar por ellos a aquellos agricultores que decidan venderlos, aunque ello suponga el cese de la actividad agrícola. En ese caso, estarán dispuestos a vender sus derechos aquellos agricultores cuya edad se acerca a la edad de jubilación.

PARTE II:

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE REDES BAYESIANAS ORIENTADAS A OBJETOS (OOBNs) PARA LA CUENCA DEL SEGURA: ANÁLISIS AGROECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1 Presentación y justificación

La gestión del agua a nivel mundial presenta grandes desafíos debido a la presión continua y creciente a la que están sometidos los sistemas hídricos. A raíz del acuñamiento del concepto de sostenibilidad en la World Commission on Environment and Development (1987), con el llamado informe Brundtland, el agua ha sido reconocida como un componente esencial para el desarrollo presente y futuro de todos los seres vivos (Loukas et al., 2007). En Europa, la Directiva Marco del Agua adopta tal filosofía de sostenibilidad y obliga a todos los estados miembros a realizar Planes de Gestión de Cuenca antes de finales del año 2009, siguiendo los principios de la Gestión Integrada del Agua (IWRM) y con el requerimiento expreso de la participación pública activa en el proceso de planificación.

El concepto de IWRM emana de los principios de la buena gestión hídrica, abordados en numerosos congresos internacionales como United Nations Conference in Mar del Plata (UNDP, 1977), Internacional Conference on Water and Environment in Dublín (WMO, 1992), o The Earth Summit in Rio de Janeiro (UNDP, 1992). El desarrollo del IWRM implica la necesidad de la realización de estudios multidisciplinarios que aborden todos los ámbitos relacionados con la problemática hídrica, con el objetivo principal de reconducir la gestión de los sistemas hídricos por el camino de la sostenibilidad. La IWRM representa una excelente herramienta de análisis ya que incorpora la dimensión técnica, científica, política, legislativa y organizacional dentro de un sistema hídrico y, en definitiva, todos los aspectos involucrados en su gestión y funcionamiento.

Los sistemas hídricos basados parcialmente o exclusivamente en el uso de las aguas subterráneas, a menudo poco estudiados, no son una excepción a la hora de poder analizar su funcionamiento y gestión integradamente. En un reciente foro científico-técnico (ISGWAS, 2006), se definieron los principales aspectos que deberían contener los estudios de análisis integrado de la gestión del agua (Llamas et al., 2006), así como unos indicadores a tener en cuenta a la hora de evaluar esos aspectos en las aguas subterráneas (Vrba, 2006).

Un caso particular de los sistemas basados en el uso de las aguas subterráneas corresponde a aquellos casos en que se produce explotación intensiva de acuíferos, lo que suele ir asociado a áreas en las que la precipitación es escasa y además hay

condiciones favorables para el asentamiento y posterior desarrollo humano. Algunos ejemplos mundiales son la zona central y suroeste de Estados Unidos y México. Así, la explotación intensiva del agua subterránea en California fue estimada en unos $5 \cdot 10^9$ m³/año a mediados de la década de los 50; en la parte suroeste de Estados Unidos, más concretamente en Arizona, donde el agua subterránea representa el único recurso de agua significativo, la recarga ha sido estimada en menos de la mitad de la explotación del agua subterránea $0.4 \cdot 10^9$ m³/año (Charles, 1991). De este modo, la tasa media de descenso piezométrico ha sido de 1 m/año desde principios del siglo pasado (Custodio, 2002). En el caso de México DF se ha registrado una subsidencia del terreno de hasta 7 m debido a la explotación intensiva del agua subterránea; de este modo, la tasa de recarga es de unos 1.6 m³/s, para una explotación total de 40 m³/s (Downs et al. 2000). Existen también amplias zonas de China (Beijing) e India en las que existe un uso intensivo del agua subterránea con el agravante de tratarse de regiones muy pobres, con muy poca capacidad de gestión hídrica y que en la mayoría de las veces este recurso es el único disponible para la población. En el norte de África, países como Libia, los recursos de agua subterránea casi no renovables son trasvasados unos 500 km de distancia, desde la parte central y sur del país a la costa Mediterránea, a través de una red de canalizaciones de unos 1900. Más casos de explotación intensiva de acuíferos se dan en algunas zonas de Brasil y en zonas próximas al mar Mediterráneo como la Franja de Gaza, o la ciudad de Venecia, donde el exceso de bombeos produjo una gran subsidencia debido a la consolidación del terreno (Carbognin et al., 1977).

En el presente caso de estudio el uso intensivo del agua subterránea y, la consecuente explotación de recursos no renovables de los sistemas acuíferos involucrados, ha tenido en el pasado y tiene actualmente un uso mayoritario para regadío. Este escenario ha carecido de una planificación o gestión hídrica, dentro de la cual se enmarcara la situación y se estudiaran posibles escenarios alternativos. La gran rentabilidad agrícola que se obtiene gracias al concurso del agua subterránea, y los efectos sociales que esto genera, justifica el análisis de los aspectos agro económicos, que se tratan en este estudio.

Este estudio ha sido realizado por José Luis Molina González, becario de Tesis Doctoral del Instituto Geológico y Minero de España, bajo la supervisión de los siguientes investigadores pertenecientes a diferentes organismos de investigación:

- Dra. Consuelo Varela Ortega (Departamento de Economía y Ciencias Sociales Agrarias de la Universidad Politécnica de Madrid).

- Dr. José Luis García Aróstegui (Departamento de Recursos Geológicos del Instituto Geológico y Minero de España).
- Dra. Caroline Sullivan (Oxford University Centre for Water Research).
- Dr. John Bromley (Oxford University Centre for Water Research).

En aspectos parciales también se ha contado con la colaboración del Dr. Javier Calatrava Leyva (Departamento de Organización de Empresas y Comercialización de la Universidad Politécnica de Cartagena).

1.2 Gestión del agua en la agricultura de regadío

El segundo uso más importante del agua, tras el abastecimiento de agua potable a la población es el agrícola (WRI, 2004). La agricultura de regadío juega un papel decisivo en la mayoría de las sociedades, ya que garantiza la producción de alimentos, imprescindible para alcanzar la “seguridad alimentaria”, minimizando los efectos de las sequías y permitiendo el cultivo de especies vegetales en zonas del planeta donde la escasez de pluviometría o la distribución de ésta en el tiempo no lo permitirían.

Se puede definir seguridad alimentaria, como “aquella situación en la cual todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos, inocuos y nutritivos, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (FAO, 2004).

La agricultura es la mayor consumidora de agua de entre los diferentes usos que el hombre da a este recurso, con un consumo medio del orden del 71%. No obstante, existen grandes diferencias entre continentes para los usos agrícolas, industriales y urbanos. En estas diferencias influyen especialmente la climatología y el nivel de desarrollo de la zona.

La duplicación de la población mundial, de 3000 a 6000 millones de habitantes, en tan solo tres décadas, ha hecho que se necesitara un aumento espectacular de la producción agrícola, la cual se ha producido no gracias a un aumento de las superficie cultivada, sino a mejoras en la producción por unidad de área, es decir en la productividad agrícola. Esta mejora de la productividad se ha dado gracias al cultivo de nuevas variedades de cultivos y en la utilización de nuevas tecnologías en la agricultura (fertilización, mecanización agraria, lucha contra plagas, sistemas de información geográfica, imágenes de satélite...). De esta manera, se ha logrado disminuir la diferencia entre la cosecha potencial y la real, en aquellas zonas donde las condiciones de suelo y clima son favorables, y hay acceso a capital humano y

económico para el uso de estas nuevas tecnologías. Esta distancia ha disminuido hasta tal punto que las cosechas récord obtenidas por algunos agricultores en los últimos años se acercan a sus niveles potenciales (Evans y Fischer, 1999). Por el contrario, en zonas física y socialmente menos favorecidas para la producción agrícola estas diferencias continúan siendo muy importantes.

Entre los factores ambientales que alejan el rendimiento real del potencial, la falta de agua es el más importante. De esta forma, la producción en condiciones de escasez hídrica es a menudo una pequeña fracción de la producida en condiciones de ausencia de déficit hídrico. Por lo tanto, no es sorprendente que desde el comienzo de las prácticas agrícolas el hombre haya intentado eliminar las limitaciones del déficit hídrico, usando estrategias y tácticas de conservación de agua en la agricultura de secano (Loomis y Conor, 1992) o generando un abastecimiento artificial de agua y aplicándola a los cultivos, es decir, transformando las superficies de secano en regadío. De esta forma desde hace cuatro décadas el regadío contribuye decisivamente a la seguridad alimentaria.

Se espera que en el futuro, el riego tenga un papel incluso más importante que el actual en la producción mundial de alimentos. La mayor parte de la expansión del regadío tendría lugar en los países en vías de desarrollo (IFPRI, 1999). Considerando las limitaciones físicas y económicas de estas regiones, así como la pérdida de superficie regada debido a la urbanización y salinización, la mejora de la productividad de la agricultura de riego es el principal camino para dar respuesta al incremento futuro de la demanda de alimento en el mundo. Sin embargo, hay limitaciones para incrementar los rendimientos en muchos regadíos. El auge de la productividad ocurridos durante los años 60 y 70 ha dado paso a incrementos más modestos en los años 80 y 90. Existen dudas de que puedan mantenerse los aumentos de producción agrícola del pasado en los años venideros, salvo que se produzca un salto de gigante en el campo de la biotecnología (Fereris, 2001).

La utilización del agua para la producción agrícola de cosechas de mayor cantidad y calidad es un legítimo derecho del agricultor. Este derecho, sin embargo, no debe entrar en conflicto con los derechos del resto de ciudadanos que demandan nuevos usos y una gestión sostenible de este recurso. En países desarrollados con clima seco como España, este aspecto puede ser de suma importancia ya que, de esta manera, se puede lograr la permanencia de la población en el medio rural, hecho que implica el sostenimiento de ciertos ecosistemas que necesitan de la actividad humana (Martín de Santa Olalla, 2001). Como se ha visto en el capítulo 2, la capacidad asociativa para la

gestión del agua es un aspecto de extrema importancia, y la península Ibérica ha sido pionera en este sentido.

La gestión del agua, como la de cualquier recurso natural, comporta varias etapas (Aragonés et al., 1996). En primer lugar, es preciso evaluar la oferta y la demanda de agua existente en un determinado territorio, de las diferentes tipologías en que puede presentarse. Aunque todas ellas formen parte de un mismo ciclo integral, cada una de estas tipologías tiene características propias tanto de tipo social, económico, o medioambiental.

Un segundo paso es el de asignar el recurso, total o parcialmente, a unos usos y a unos usuarios concretos durante un tiempo determinado. Este reparto se realiza generalmente a través de los derechos de agua y con frecuencia no satisface a todas las partes, especialmente cuando el colectivo afectado se encuentra alejado del proceso de toma de decisiones sobre las prioridades a establecer, o cuando la cantidad de agua a repartir es muy escasa en comparación con los requerimientos hídricos de la zona. Por este motivo, la participación de las asociaciones de usuarios en la toma de decisiones se considera clave para que los acuerdos alcanzados se lleven a la práctica con la aprobación de los colectivos implicados.

La tercera y última etapa es el control en el cumplimiento de las asignaciones que cada uno de los usuarios tiene del recurso. Este control lo realiza el organismo de cuenca pertinente y no es sencillo en absoluto, especialmente cuando se trata de agua subterránea, ya que actualmente los agricultores disponen de medios que les permiten obtenerla de forma autónoma, siendo muy fácil ocultar la extracción, así como el volumen de agua verdaderamente consumido. Los métodos de control más frecuentes se basan en la colocación de caudalímetros, la comprobación en campo y, la utilización de técnicas de seguimiento de los cultivos, como la teledetección, o la utilización de modelos de soporte a la decisión que permiten el control de su uso (Martín de Santa Olalla et al., 2003).

Existe un mal concepto de una parte de la sociedad acerca de la agricultura tradicional, y especialmente de la de regadío, en muchas ocasiones justificado, al no tener unas conductas demasiado compatibles con el medio ambiente. No obstante, a parte de todo eso, la agricultura de regadío a nivel mundial debe optimizar la gestión en el uso del agua. En los países desarrollados esta optimización en el uso del recurso debe contribuir a la protección del medio ambiente, haciendo compatible la utilización

del agua con los nuevos usos que la sociedad demanda. (Martín de Santa Olalla, 2001).

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

La investigación realizada tiene como objetivo, en primer lugar, realizar un análisis de los aspectos agro-económicos involucrados en la problemática hídrica de la zona de estudio. En segundo lugar, este trabajo debe poder integrarse con los demás estudios sectoriales, realizados en el marco de esta investigación y todo ello formar parte de un estudio de investigación más amplio de análisis integrado de la gestión del agua, aplicado en sistemas hídricos abastecidos por aguas subterráneas, en regiones con un clima semiárido, donde existe un déficit hídrico muy elevado y por tanto, las extracciones superan ampliamente a la recarga. Finalmente, este estudio ha sido diseñado para su correcta incorporación a un sistema de soporte a la decisión (SSD) estocástico, basado en la utilización de Redes Bayesianas orientadas a Objetos (OOBNs), diseñado como herramienta para evaluar los impactos generados por varias alternativas o intervenciones de gestión hídrica, propuestas de antemano.

El sureste español comprende un extenso ámbito geográfico caracterizado por un clima mediterráneo suave donde se han asentado diversas civilizaciones a lo largo de la historia, que han basado buena parte de su desarrollo en la agricultura, que compite actualmente con el turismo. Las mayores necesidades de agua para ambas actividades coinciden en época estival cuando las disponibilidades son escasas, lo que ha derivado en una intensa regulación de cuencas superficiales y en la explotación de las aguas subterráneas. A nivel general, las demandas existentes exceden ampliamente a los recursos disponibles, y el problema del agua constituye un ítem de primer orden.

La agricultura constituye el uso de agua mayoritario, con más del 80 % del consumo total. Además, el PIB agrícola de la región de Murcia es de unos 1500 millones de euros, lo que supone un 6.63 % del PIB total de la región (INE, 2006). Esta cifra representa más del doble de la importancia relativa del PIB agrícola en el PIB nacional, pero muy alejado del 58% de peso regional, que tiene el sector servicios.

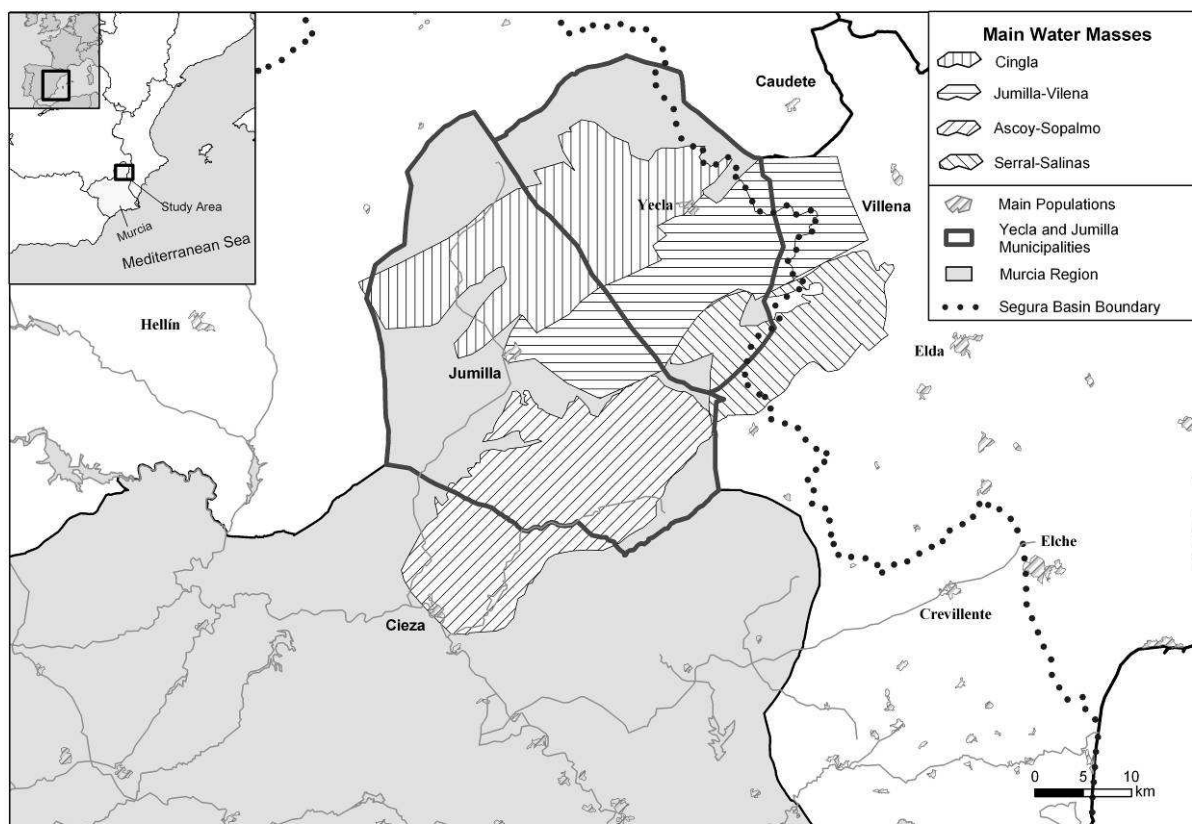
La investigación realizada se ha centrado de forma particular en el sistema hídrico del "Altiplano", localizado mayoritariamente en la comarca del mismo nombre, "Altiplano" (Región de Murcia). Esta comarca está formada por los términos municipales de Jumilla y Yecla, cuya población conjunta asciende a unos 58.000 habitantes repartidos en un área de 1.579 km², lo que significa una densidad de población relativamente

baja. Esta zona constituye un ejemplo paradigmático en cuanto al uso intensivo de aguas subterráneas ya que es el único recurso a disposición de la población para el desarrollo de todas sus actividades, entre las cuales, la principal consumidora de agua es la agricultura.

La principal actividad económica de la zona es la agricultura, que se caracteriza por su alta rentabilidad, en parte, debida a la buena comercialización de los productos con la singularidad de la obtención de la denominación origen de los cultivos de la vid. Otros cultivos leñosos mayoritarios de la zona son el almendro, el olivar y los frutales no cítricos. La comarca del Altiplano limita, por el este, con las comarcas del Alto y el Medio Vinalopó (provincia de Alicante), al sur con la comarcas Oriental y de la Vega Alta del Segura (Región de Murcia), y al norte y al oeste, con la provincia de Albacete.

Desde el punto de vista hidrológico, la zona no dispone de cursos de aguas superficiales permanentes y los únicos recursos hídricos disponibles proceden de la explotación de las masas de agua subterránea (MAS) "Ascoy-Sopalmo", "Cingla", "Jumilla-Villena" y "Serral-Salinas", que exceden los límites de la comarca y de la demarcación hidrográfica. Administrativamente, sólo la primera "MAS" pertenece exclusivamente a la demarcación hidrográfica del Segura y queda dentro de la Comunidad Autónoma de Murcia; las restantes están compartidas con Demarcación del Júcar y además comprenden parte de las comarcas alicantinas del Alto y el Medio Vinalopó, pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Valencia (Figura 21). Finalmente, cabe señalar que la comarca del Altiplano ha quedado aislada de las grandes infraestructuras hidráulicas del sureste español constituidas por el Trasvase Tajo-Segura y la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, organismo éste último encargado exclusivamente del abastecimiento humano.

Figura 21. Área de estudio



3. ESTUDIO AGROECONÓMICO

3.1 Metodología

El estudio se ha iniciado con una búsqueda bibliográfica exhaustiva en las diferentes bases de datos estadísticas relacionadas con los aspectos agro-económicos, a todos los niveles (Región, Comarca y Municipio). Posteriormente, se ha realizado un trabajo de campo que ha consistido, principalmente, en la identificación de las entidades explotadoras de agua para cada acuífero y en la obtención de datos, mediante rellenado in situ, de una serie de encuestas y formularios dirigidos a los responsables de las principales explotaciones y entidades de riego. Por último, se ha contrastado la información tomada en campo, con la información recopilada y tratada para comprobar su coherencia y su ajuste.

3.2 Origen de las extracciones y tipología de las de entidades de riego

Las primeras actuaciones de captación del agua subterránea en la zona se remontan a finales del siglo XIX y se trataba de excavaciones realizadas a mano de escasa profundidad. La explotación a gran escala de las aguas subterráneas se inicia a mediados del siglo XX a raíz de las actuaciones conjuntas de diversos organismos públicos creados en la década de los 40, con el objetivo de colonizar zonas de alto interés agrícola. En aquella fecha la iniciativa privada era reducida debido a las necesidades de fuertes inversiones y al desconocimiento sobre los recursos hídricos disponibles. Se fueron creando grupos sindicales de colonización que fueron los encargados en última instancia de poner en regadío y gestionar los recursos hídricos de las diferentes zonas agrícolas. A principios de los años 70 se dio un nuevo impulso público en el uso de las aguas subterráneas en la zona, coincidente con el incremento de la demanda agrícola y de abastecimiento en la zona litoral. Por otro lado, durante los años setenta la iniciativa privada experimentó un gran auge y, de esta forma, diversas empresas pusieron en riego grandes superficies ligadas a la explotación de los acuíferos. Algunos usuarios de las aguas subterráneas se empezaron a asociar, y los pioneros grupos sindicales de colonización fueron el germen de donde nacieron las Sociedad Agrarias de Transformación (SAT), todo ello al amparo de la situación legal establecida en la antigua Ley de Aguas de 1879 que les permitía apropiarse de las aguas a quien las alumbrase. A partir de la nueva ley de aguas de 1985, las entidades de riego pudieron escoger entre la opción de convertir sus derechos privados de agua, a públicos o continuar como aguas privadas. Además, algunas entidades pasaron a convertirse en Comunidades de Regantes para poder optar a otros beneficios por

parte del organismo de cuenca. Posteriormente, todas las captaciones pertenecientes al IRYDA pasaron a ser propiedad de las Consejerías tanto en la Comunidad Autónoma de Valencia como en la Región de Murcia. Durante la década de los 90, la mayoría de estas captaciones han sido traspasadas a las entidades de riego de la zona con el objetivo de convertirse en autónomas en cuanto a recursos hídricos se refiere. En la actualidad, existen dos tipos mayoritarios de entidades de riego, las comunidades de regantes y las sociedades agrarias de transformación. A su vez, las entidades de riego que están adscritas a la Demarcación hidrográfica del Júcar están asociadas en una comunidad general de usuarios. Existen otros tipos minoritarios de entidades de riego como son las comunidades de bienes, las sociedades limitadas y anónimas y por último, las entidades públicas (Tabla 19).

Tabla 19. Entidades de riego de la zona estudiada que extraen recursos de las masas del estudio

Nombre de la entidad	Tipología	Masa de agua explotada	
C.R Hoya Mollidar	Comunidad de regantes	Serral-Salinas	
S.A.T Pinoso	Sociedad agraria de transformación		
S.A.T Sta. Barbara	Sociedad agraria de transformación		
Batería nº 8 (CAPA)	Entidad pública		
CGUAV-C.R. Salinas Batería nº 3	Comunidad general de Usuarios		
C.R Aguas de Sta María de la Cabeza	Comunidad de regantes	Cingla	
Hidráulica San Pascual S.A	Sociedad Anónima		
S.A.T Nº 1385 Pozo Pajonares	Sociedad agraria de transformación		
S.A.T Nº 4895 Casa los Molina	Sociedad agraria de transformación		
S.A.T Nº 1832 Casa del Rico	Sociedad agraria de transformación		
S.A.T Nº 1591 San José	Sociedad agraria de transformación		
C.R Decarada	Comunidad de Regantes		
C.R Miraflores	Comunidad de Regantes		
C.R Pozo de la Aragona	Comunidad de Regantes		
C.R Santa Clara	Comunidad de Regantes		
C.R Omblancas	Comunidad de Regantes		
C.R Lentiscar	Comunidad de Regantes		
S.A.T Atalayas	Sociedad agraria de transformación		
Bodegas Castaño	Sociedad limitada		
Finca el Pulpillo	Sociedad agraria de transformación		
C.R Pozo Santiago	Comunidad de regantes		Jumilla-Villena
C.R Pozo Segura	Comunidad de regantes		
C.B Francisco Yago y otros	Comunidad de regantes		
Jumsal, S.A	Sociedad anónima		
C. R Hoya Carche-Ermita	Comunidad de regantes		
S.A.T Nº 3788 Umbría de la Pava	Sociedad agraria de transformación		
S.A.T Las Gamellejas	Sociedad agraria de transformación		
Bodegas Castaño	Sociedad limitada		
Hortícolas Conesa	Sociedad limitada		
Luis García Núñez y Otros	Sociedad limitada		
C.R Raja, Zarza, Curiosa	Comunidad de regantes		

C.R Pozo el Carche	Comunidad de regantes	
C.R Carche-Raspay	Comunidad de regantes	
S.A.T Nº 1281 Las Cabezuelas	Sociedad agraria de transformación	
C.R Cañada del Judío	Comunidad de regantes	
Agrícolas New Rock	Sociedad limitada	
Bodegas Enrique Mendoza	Sociedad limitada	
C R Novelda	Comunidad de regantes	
Explotaciones Hortofrutícolas	Sociedad limitada	
Invercon Agrícola	Sociedad limitada	
Sdad. Canal de la Huerta de Alicante	Sociedad Anónima	
CGUAV Batería nº 2	Comunidad general de Usuarios	
CGUAV Batería nº 5	Comunidad general de Usuarios	
C.R ABC	Comunidad de regantes	
C.R Albares-Serrana	Comunidad de regantes	
C.B Pozo Lázaro	Comunidad de bienes	
SAT El Boquerón	Sociedad agraria de transformación	
SAT Casablanca	Sociedad agraria de transformación	
SAT El Cuartel o Blancasol	Sociedad agraria de transformación	
SAT El Aljuzarejo	Sociedad agraria de transformación	
SAT El Hornillo	Sociedad agraria de transformación	
C.R Román	Comunidad de regantes	Ascoy-Sopalmo
C.R Casablanca	Comunidad de regantes	
SAT Cristo de la Columna	Sociedad agraria de transformación	
SAT Los Dones	Sociedad agraria de transformación	
C.R El Romeral	Comunidad de regantes	
Bodega Viña Elena	Sociedad limitada	
C. R Fortuna	Comunidad de regantes	
C.R Fuente del Peral	Comunidad de regantes	

Fuente: elaboración propia

Debido a la gran cantidad de entidades de riego existentes, se seleccionaron las más representativas para encuestarlas. Lo primero que resalta, al observar la tabla 20, es la diversidad de factores técnicos, institucionales y de dotación de recursos hídricos existentes entre todas las comunidades de regantes. Por eso, se han analizado las principales características comunes que las relacionan, así como los principales elementos diferenciadores.

Tabla 20. Descripción comparativa de las comunidades de regantes encuestadas.

Nombre de la entidad	C.R Hoya Mollidar	S.A.T Sta. Barbara	CGUAV-C.R. Salinas Bateria nº 3	Hidráulica San Pascual S.A	C.R Decarada	C.R Pozo Santiago	S.A.T Las Gabellejas	C.R Cañada del Judío	SAT El Boquerón	C.R Román	C.R Casablanca
Tipología	CR	SAT	CGUAV	SA	CR	CR	SAT	CR	SAT	CR	CR
Año Creación	1969		1988	1914	1969	1995	1970	1970	1969	1991	1986
Nº Socios o Comuneros	300	203	400	1268	1000	265	146	460	100	80	390
Provincia	Murcia	Alicante	Alicante	Murcia	Murcia	Murcia	Murcia	Murcia	Murcia	Murcia	Murcia
Comarca Agraria	Nordeste	Vinalopó	Vinalopó	Nordeste	Nordeste	Nordeste	Nordeste	Nordeste	Rio Segura	Nordeste	Rio Segura
Municipio más característico	Yecla	Pinoso	Salinas	Yecla	Yecla	Yecla	Jumilla	Jumilla	Abarán	Jumilla	Abarán
Superficie regadío bruta (ha)	2700	1500	1250	2200	1000	1350	1600	2361	1100	409	838
Superficie regadío neta (ha)	1500	1200	1000	1480	800	1147,5	550	2100	600	400	800
Dotación utilizada (m3/ha)	600	1333	1000	2534,00	2500	2615	1454	3566,54	3000	4500	5775
Bombeo Anual (m3/año)	900000	1600000	1000000	3750000	2000000	3000000	800000	8420600	1800000	1800000	4620000
Concesión (m3/año)	5500000	2000000	1500000	3750000	2400000	3000000	1600000	8420600	2430000	2000000	4500000
Coef. técnico de eficiencia (%)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Técnica de riego predominante	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo
Sistema Tarifario (€/ha) (sólo costes energéticos para los regantes)	78	200	115	254 (sin penalización)	550	418	218	606	660	405	721

Organización de los riegos	A la demanda (por acciones)	A la demanda	A la demanda	A la demanda (por acciones)	A la demanda	A la demanda (por acciones)	A la demanda (por acciones)	A la demanda	A la demanda (por acciones)	A la demanda	A la demanda
Nº Acciones	Variable	NS/NC	No hay	9000	NS/NC	NS/NC	2000	NS/NC	3062	NS/NC	NS/NC
Volumen por acción (m3/acción)	Variable	NS/NC	No hay	432	NS/NC	NS/NC	800	NS/NC	794	NS/NC	NS/NC
Acciones por superficie (nº acciones/ ha)	Variable	NS/NC	No hay	4	NS/NC	NS/NC	1,25	NS/NC	3	NS/NC	NS/NC
Ingresos (€/año)	333000	240000	140000	375000	440000	480000	120000	1768326	504000	234000	600600
Costes (O & M)	225000	192000	115000	360000	400000	420000	115000	1768326	396000	200000	503000
Obras de modernización	No	Si	Si	No	No	No	No	No	Si	No	Si
Costes de inversión (€)	108000	48000	25000						108000		Subvencionado (100%)
Masa de agua explotada	Serral-Salinas			Cingla		Jumilla-Villena			Ascoy-Sopalmo		

Régimen legal

Desde el punto de vista legal, todos los acuíferos estudiados tienen reconocidos unos derechos de explotación por un valor muy por encima de los recursos renovables naturales, lo que supone una sobreexplotación no sólo de hecho, sino también de derecho. Esta situación deriva de la actual Ley de Aguas del año 1985, de tal manera que la mayor parte de las entidades de riego y explotaciones están inscritas como “Aguas Temporalmente Privadas” (Registro C del organismo de cuenca competente), lo que significa protección administrativa durante 50 años y derecho preferente para la obtención de concesión administrativa (aguas públicas) al final de dicho periodo. Además, la mayor parte de los usuarios no llegan a consumir los caudales máximos concedidos porque suelen cubrir sus necesidades, por lo que podrían incrementar su explotación y seguir dentro de la legalidad. Por otro lado, estas masas de aguas han sido declaradas en riesgo seguro de no cumplir los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea respecto al buen estado cuantitativo y cualitativo.

Régimen económico-financiero

El tipo de sistema tarifario utilizado en todas las entidades de riego consultadas está basado en el pago en función del volumen de agua consumida para riego. En muchas de las entidades de riego se establecen penalizaciones si se produce un riego mayor del que viene establecido en el valor oficial de dotación. En este pago sólo están imputado el gasto de energía de la extracción del agua. Por otro lado, en la mayoría de los casos, los gastos fijos de la entidad como el gasto de personal, de mantenimiento, de luz de las instalaciones, etc, se sufragan con una derrame fija anual que deben pagar todos los comuneros o socios, independientemente de que rieguen o no ese año. Por último, los gastos puntuales de cierta entidad y que no están previstos en la planificación de gastos anual (roturas, perforación de sondeos, etc) se sufragan mediante derramas extraordinarias que también deben ser abonadas por todos los comuneros. Las entidades o asociaciones de riego encuestadas no se lucran con el agua; esto implica que el coste de extracción del agua y el resto de costes de operación y mantenimiento, es más o menos el mismo coste que se les repercute a sus socios o comuneros. En las explotaciones encuestadas los costes de agua se imputan como costes de producción y los ingresos proceden de la comercialización agrícola, es por esa razón que en la tabla 2 no vienen recogidos los ingresos de esas explotaciones, ya que esto es analizado en el capítulo “Contabilidad de la producción agrícola”.

Técnicas y organización del riego

La gran mayoría de las entidades de riego han modernizado sus regadíos y están bastante desarrolladas tecnológicamente; por tanto, realizan el riego mediante goteo y disponen de contadores volumétricos de agua a la entrada de cada explotación. Existe una minoría de entidades que aún riegan a manta pero, en la actualidad, están realizando actuaciones de modernización de regadíos acogidas al Plan Nacional de Modernización de regadíos, articulado a través de la sociedad estatal de infraestructuras agrarias del sur y este S.A (SEIASA). A través de esta sociedad, reciben subvenciones por parte de los fondos FEOGA Orientación, hasta del 75 % del coste de inversión en mejoras de regadío.

Figura 22. Obras del Plan Nacional de Modernización de regadíos en la comunidad de regantes de Casablanca.



La mayoría de las entidades de riego organizan el riego basándose en acciones de riego. Cada acción representa un volumen mensual de extracción de agua que está estrechamente ligado a la superficie de tierra de cultivo de regadío de la que se dispone y a la dotación permitida por el organismo de cuenca, para los tipos de cultivos existentes. No obstante, debido a la enorme variabilidad en la asignación de las acciones entre las diferentes de riego y además, al tratarse de una asignación cambiante y dinámica para cada mes del año, no es posible establecer una pauta común de asignación de acciones. En algunas entidades de riego, para poder obtener derechos de riego, es obligatorio que esta superficie esté dentro del perímetro de la propia entidad de riego del que se extrae el agua. Con esta medida las entidades de riego pretenden que no se produzca especulación de derechos de agua y evitar que

salgan recursos fuera de los límites del municipio. Las entidades que no tienen implantado el sistema de acciones de riego, se basan en consumo directo de agua. De esta forma, se concede un volumen de riego mensual variable que está en función de la superficie, del tipo de cultivo que haya en cada explotación y de la disponibilidad de agua existente durante ese mes.

3.3 Tipología de las explotaciones

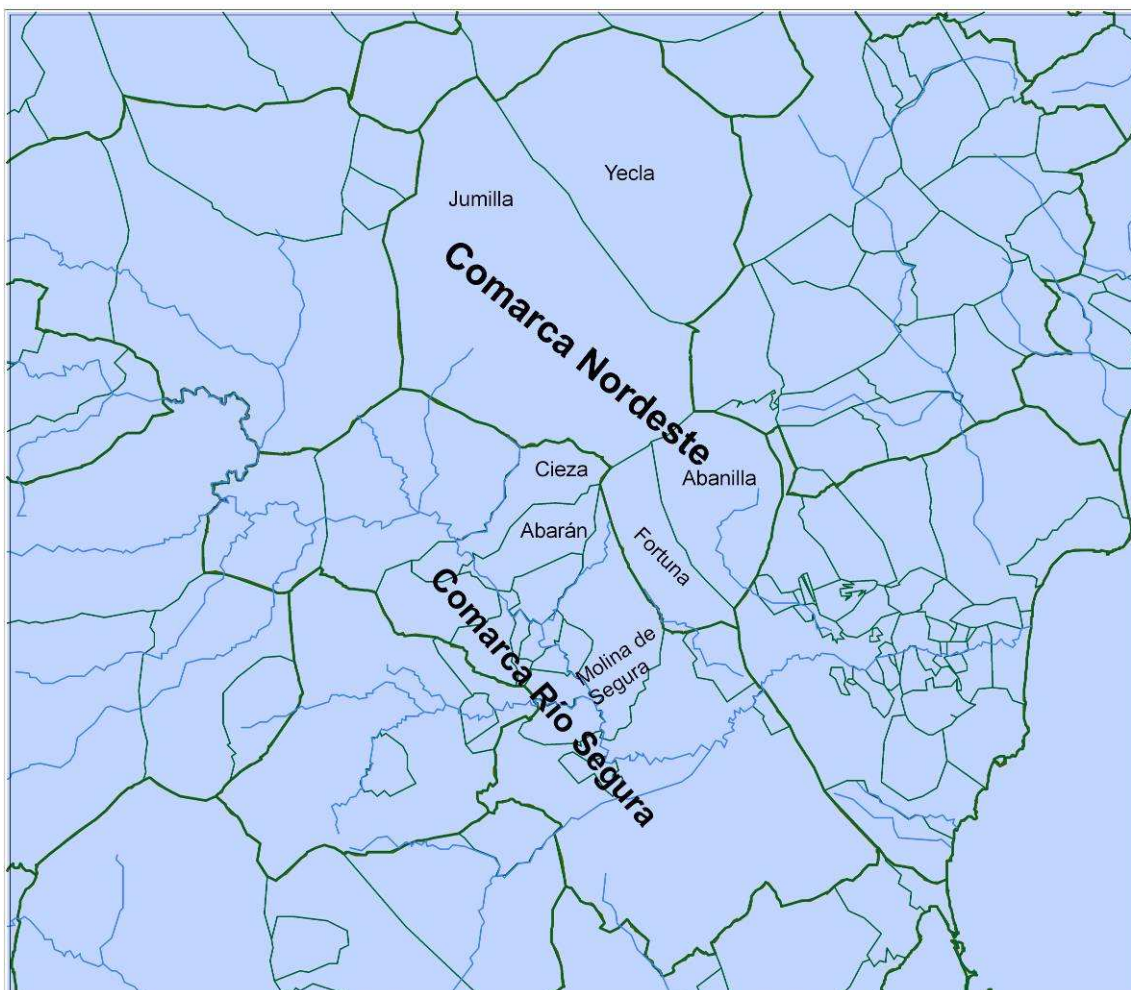
Se ha hecho un estudio de la tipología de las explotaciones que integran las comunidades de regantes de la zona de estudio, identificándolas con sus respectivas provincias, comarcas agrarias e incluso municipios. Para ello, nos basaremos en los datos estadísticos del censo agrario de 1999 donde el número de explotaciones y de hectáreas de superficie se encuentra representado por estratos de tamaño. Se calculará el porcentaje de explotaciones y de superficie comprendida entre dichos estratos de tamaño. Tal y como se observa en la tabla 21, la mayoría de las explotaciones de la región de Murcia son de pequeña-mediana dimensión oscilando entre las 0,01 y 20 ha. Sin embargo, aunque sean minoritarias, también se observan explotaciones de más de 50 ha, las cuales ocupan una superficie agraria útil importante.

Tabla 21. Superficie y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Región de Murcia.

	Nº Explotaciones	Explotaciones (%)	ST (ha)	ST (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Explotaciones totales	59974	100	855648	100	457032	100
Explot. sin tierras	572	0.95	0	0	0	0
Explot. con tierras	59402	99.05	855648	100	457032	100
0.1-1	23925	39.89	10141	1.19	8787	1.92
1 < X < 5	19906	33.19	45794	5.35	38752	8.48
5 < X < 10	6007	10.02	41862	4.89	34782	7.61
10 < X < 20	4083	6.81	56277	6.58	45747	10.01
20 < X < 50	3123	5.21	94328	11.02	75186	16.45
50 < X < 100	1142	1.90	78469	9.17	57919	12.67
100 < X < 200	655	1.09	88646	10.36	61694	13.50
> 200	561	0.94	440131	51.44	134166	29.36

El análisis se ha aplicado a las comarcas agrarias del “Nordeste” y “Rio Segura” porque integran a los municipios en los que las comunidades de regantes, que extraen agua de los 4 acuíferos del estudio, tienen sus áreas regables.

Figura 23. Comarcas del Nordeste y Río Segura (Región de Murcia)



Comarca agraria del Nordeste

La comarca agraria del Nordeste incluye a los municipios de Abanilla, Fortuna, Jumilla y Yecla y no se corresponde exactamente con la comarca administrativa del “Altiplano”, a la que sólo pertenecen los municipios de Jumilla y Yecla. No obstante, este punto no lo hemos considerado importante a la hora de realizar el análisis.

Tabla 22. Superficie total, superficie agraria útil y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Comarca agraria del “Nordeste” de Murcia.

	nº explotaciones	Explotaciones (%)	ST (ha)	ST (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Explotaciones con tierras	7160	100,00	156742	100,00	89688	100,00
Explot. sin SAU	404	5,64	35987	22,96	0	0,00
Explot. con SAU	6756	94,36	120754	77,04	89688	100,00
0.0 ≤ X < 1	1453	20,29	1926	1,23	746	0,83

$1 \leq X < 5$	2502	34,94	9266	5,91	6040	6,73
$5 \leq X < 10$	1081	15,10	9562	6,10	7668	8,55
$10 \leq X < 20$	785	10,96	13976	8,92	11027	12,29
$20 \leq X < 50$	623	8,70	22989	14,67	18830	21,00
$50 \leq X < 100$	186	2,60	18335	11,70	12391	13,82
$100 \leq X < 200$	70	0,98	11028	7,04	9481	10,57
$200 \leq X$	56	0,78	33673	21,48	23505	26,21

La tabla 22 muestra la tipología de las explotaciones a nivel de la comarca agraria del Nordeste. Destaca que más del 25 % de la superficie agraria útil pertenece a explotaciones con más de 200 ha. En la tabla 23 se ha analizado la información reduciendo los rangos en el tamaño de las explotaciones e introduciendo, además, el valor medio de superficie por explotación de cada estrato para comprobar que nos encontramos dentro del rango observado. Esta es una práctica conveniente de realizar puesto que las estadísticas muchas veces no son las correctas. Además, tiene utilidad para la simplificación de la elección de las explotaciones tipo y la construcción del gráfico de la figura 24, donde se representa al mismo tiempo los porcentajes de explotaciones y el porcentaje de tierra agraria útil (SAU) para cada uno de los rangos de superficie definidos.

Tabla 23. Porcentaje de explotaciones, de superficie agraria útil por estratos de tamaño reducidos en la comarca agraria del Nordeste.

Tamaño de la explotación	Explotaciones (%)	SAU (%)	Superficie Media (ha/explotación)
$1 \leq X < 5$	58,54	7,57	1,72
$5 \leq X \leq 20$	27,62	20,84	10,02
$20 \leq X < 50$	9,22	21,00	30,22
$50 \leq X < 100$	2,75	13,82	66,62
$100 \leq X < 200$	1,04	10,57	135,44
$200 \leq X$	0,83	26,21	419,73

Tabla 24. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Abanilla y en la comarca del Nordeste.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Abanilla (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Municipio (%)	Comarca-
$1 \leq X < 5$	73.94	58.54	-15.40	
$5 \leq X \leq 20$	21.13	27.62	6.49	
$20 \leq X < 50$	4.16	9.22	5.07	
$50 \leq X$	0.78	4.62	3.84	

Tabla 25. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Yecla y en la comarca del Nordeste.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Yecla (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Municipio (%)	Comarca-
$1 \leq X < 5$	63.66	58.54		-5.11
$5 \leq X \leq 20$	24.08	27.62		3.54
$20 \leq X < 50$	7.92	9.22		1.31
$50 \leq X$	4.35	4.62		0.27

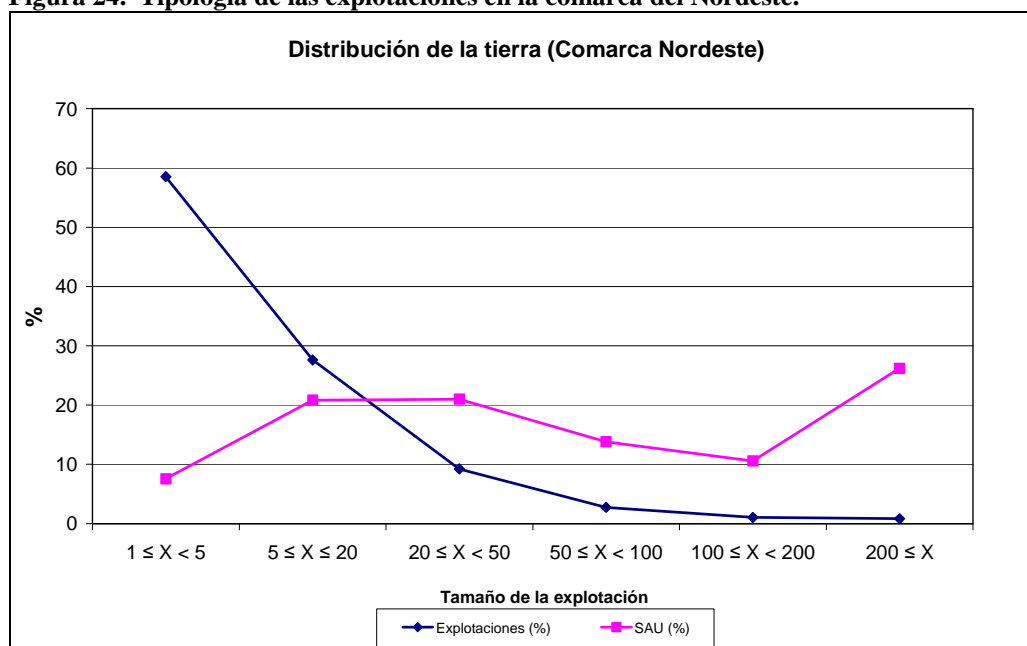
Tabla 26. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Fortuna y en la comarca del Nordeste.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Fortuna (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Municipio (%)	Comarca-
$1 \leq X < 5$	83.05	58.54		-24.51
$5 \leq X \leq 20$	13.94	27.62		13.68
$20 \leq X < 50$	2.40	9.22		6.82
$50 \leq X$	0.60	4.62		4.02

Tabla 27. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Jumilla y en la comarca del Nordeste.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Jumilla (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Municipio (%)	Comarca-
$1 \leq X < 5$	37.10	58.54		21.44
$5 \leq X \leq 20$	39.26	27.62		-11.64
$20 \leq X < 50$	15.45	9.22		-6.23
$50 \leq X$	8.19	4.62		-3.57

Figura 24. Tipología de las explotaciones en la comarca del Nordeste.



El gráfico de la figura 24 muestra la relación inversa entre las explotaciones pequeñas (con un bajo porcentaje representativo de superficie pero con un alto porcentaje de explotaciones) y las explotaciones grandes (con mucha superficie agraria útil pero pocas explotaciones), de modo que para obtener una representatividad alta de la comunidad de regantes se intentará siempre seleccionar explotaciones tipo diferentes que cubran cada uno de esos rangos.

Tras observar la tabla 23, las tablas de la relación municipios-comarca y el gráfico de la figura 24, se han seleccionado tres explotaciones tipo para las asociaciones de regantes pertenecientes a la comarca agraria del Nordeste. Estas entidades, que han sido identificadas con la comarca agraria del Nordeste y con sus municipios correspondientes, estarán representadas por tres explotaciones, una de 5 ha a la que llamaremos explotación tipo 1 o E1, otra de 20 ha correspondiente con la explotación tipo 2 o E2 y otra de 300 ha correspondiente con la explotación tipo 3 o E3.

Los datos finales han sido tomados de la tabla 5 (nivel comarcal), puesto que no se disponen de datos de superficie con las características señaladas a nivel municipal. Sin embargo, podemos ver que las diferencias entre la comarca y el municipio no son tan acusadas salvo para algunos estratos concretos de tamaño (Tablas 24, 25, 26 Y 27). Considerando las cifras a nivel comarcal, estas dos explotaciones tipo representarán a la comunidad de regantes con un 86,99 % de las explotaciones y un 54,62 % de la SAU de la tabla 28.

Tabla 28. Explotaciones tipo seleccionadas en las CC.RR pertenecientes a la comarca del Nordeste

Explotaciones tipo	Superficie (ha)	% Explotaciones	% SAU	Superficie Media
E1	5	58.54	7.57	1.72
E2	20	27.62	20.84	10.02
E3	300	0.83	26.21	419.73
TOTAL		86.99	54.62	

Comarca agraria del “Rio Segura”

Este análisis se ha realizado de la misma forma que el anterior. En este caso, la comarca agraria del “Rio Segura” incluye numerosos municipios, entre los que están los municipios que tienen superficies regadas con aguas procedentes de los cuatro acuíferos del estudio. Estos municipios son Abarán, Cieza y Molina de Segura.

Tabla 29. Superficie total, superficie agraria útil y número de explotaciones por estratos de tamaño en la Comarca agraria del “Río Segura” de Murcia

	nº explotaciones	Explotaciones (%)	ST (ha)	ST (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Explotaciones con tierras	23010	100.00	158040	100.00	70180	100.00
Explotaciones sin SAU	1306	5.68	51426	32.54	0	0.00
Explotaciones con SAU	21704	94.32	106614	67.46	70180	100.00
0.0 ≤ X < 1	14064	61.12	9093	5.75	5128	7.31
1 ≤ X < 5	5531	24.04	24017	15.20	11496	16.38
5 ≤ X < 10	1011	4.39	8601	5.44	6891	9.82
10 ≤ X < 20	516	2.24	8467	5.36	7130	10.16
20 ≤ X < 50	367	1.59	14226	9.00	11517	16.41
50 ≤ X < 100	109	0.47	11234	7.11	7570	10.79
100 ≤ X < 200	78	0.34	15468	9.79	10169	14.49
200 ≤ X	28	0.12	15509	9.81	10280	14.65

La tabla 29 muestra la tipología de las explotaciones a nivel de la comarca agraria del “Río Segura”. Destaca que más la superficie agraria útil está bien repartida entre los diferentes estratos de tamaño de la tierra.

En la tabla 30 se ha analizado la información reduciendo los rangos en el tamaño de las explotaciones e introduciendo, además, el valor medio de superficie por explotación de cada estrato para comprobar que nos encontramos dentro del rango observado.

Tabla 30. Porcentaje de explotaciones, de superficie agraria útil por estratos de tamaño reducidos en la comarca agraria del Río Segura.

Tamaño de la explotación	Explotaciones (%)	SAU (%)	Superficie Media (ha/explotación)
1 ≤ X < 5	90.28	23.69	0.85
5 ≤ X ≤ 20	7.04	19.98	9.18
20 ≤ X < 50	1.69	16.41	31.38
50 ≤ X < 100	0.50	10.79	69.45
100 ≤ X < 200	0.36	14.49	130.37
200 ≤ X	0.13	14.65	367.14

Tabla 31. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Abarán y en la comarca del Río Segura.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Abarán (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Comarca-Municipio (%)
$1 \leq X < 5$	92.42	90.28	-2.14
$5 \leq X \leq 20$	6.37	7.04	0.67
$20 \leq X < 50$	0.86	1.69	0.83
$50 \leq X$	0.34	0.99	0.65

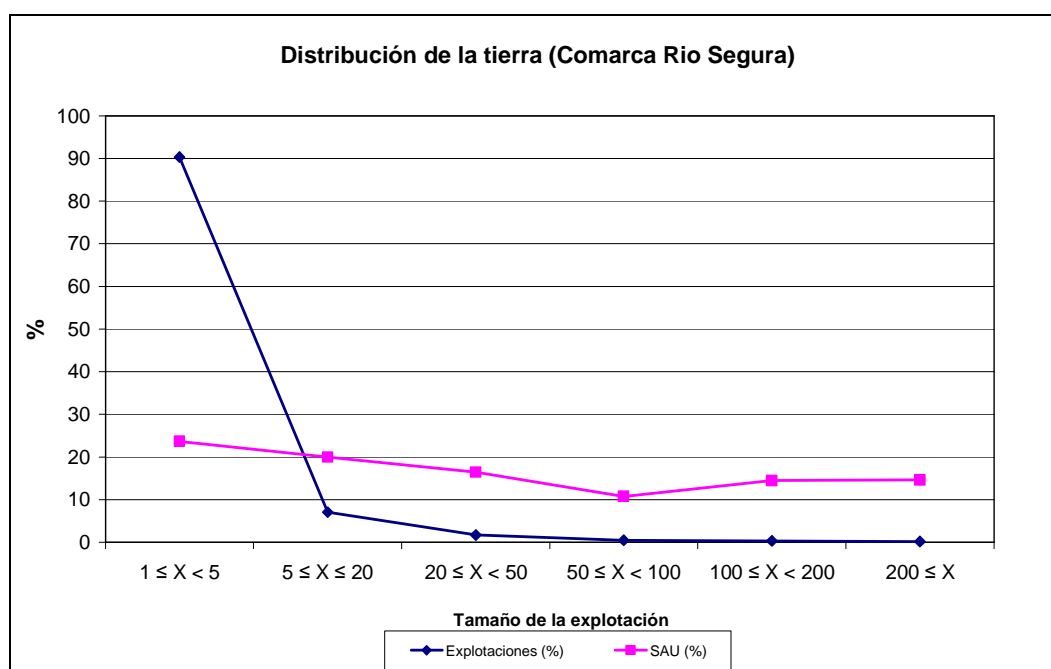
Tabla 32. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Cieza y en la comarca del Río Segura.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Cieza (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Comarca-Municipio (%)
$1 \leq X < 5$	90.52	90.28	-0.23
$5 \leq X \leq 20$	4.20	7.04	2.83
$20 \leq X < 50$	3.23	1.69	-1.54
$50 \leq X$	2.05	0.99	-1.06

Tabla 33. Porcentaje de explotaciones por estratos de tamaño reducidos en el municipio de Molina de Segura y en la comarca del Río Segura.

Tamaño de la explotación	Explotaciones Molina de Segura (%)	Explotaciones comarca (%)	Diferencia Comarca-Municipio (%)
$1 \leq X < 5$	93.34	90.28	-3.06
$5 \leq X \leq 20$	3.37	7.04	3.67
$20 \leq X < 50$	2.35	1.69	-0.66
$50 \leq X$	0.94	0.99	0.05

Figura 25. Tipología de las explotaciones en la comarca del Río Segura.



El gráfico de la figura 25 muestra que existe un altísimo porcentaje de explotaciones de muy pequeño tamaño y además, la superficie agraria útil se mantiene muy constante para los diferentes estratos de tamaño de las explotaciones. De esta forma, para obtener una representatividad alta de las comunidades de regantes se intentará siempre seleccionar explotaciones tipo diferentes que cubran cada uno de esos rangos.

Tras observar la tabla 30 las tablas de la relación municipios-comarca y el gráfico de la figura 25 se han seleccionado tres explotaciones tipo para las C.R. pertenecientes a la comarca agraria del Río Segura. Estas entidades, que pertenecen a la comarca agraria del Río Segura, estarán representadas por dos explotaciones, una de 5 ha a la que llamaremos explotación tipo 4 o E4, otra de 20 ha correspondiente con la explotación tipo 5 o E5 y por último, otra de 250 ha, que será la explotación tipo 6 o E6.

Los datos finales han sido tomados de la tabla 30 (nivel comarcal), puesto que no se disponen de datos de superficie con las características señaladas a nivel municipal. Sin embargo, podemos ver que las diferencias entre la comarca y el municipio no son tan acusadas salvo para algunos estratos concretos de tamaño (Tablas 31, 32 y 33). Considerando las cifras a nivel comarcal, estas dos explotaciones tipo representarán a la comunidad de regantes con un 97.45 % de las explotaciones y un 58.31 % de la SAU de la tabla 30.

Tabla 34. Explotaciones tipo seleccionadas en las CC.RR pertenecientes a la Comarca del Río Segura

Explotaciones tipo	Superficie (ha)	% Explotaciones	% SAU	Superficie Media
E4	5	90.28	23.69	0.85
E5	20	7.04	19.98	9.18
E6	250	0.13	14.65	367.14
TOTAL		97.45	58.31	

Se ha realizado un análisis de la situación a un nivel más desagregado. De esta forma, las tablas de la 35 a la 41 muestran la tipología de las explotaciones para los municipios de la región de Murcia, que tienen superficie dentro de las unidades de demanda agraria (UDA's), definidas por el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. El análisis a nivel de municipios sólo ha sido posible realizarlo para el número de explotaciones puesto que no se encuentran publicados datos relacionados con la superficie a este nivel. Se puede observar que en todos los municipios predominan claramente las explotaciones de pequeño tamaño, excepto en el municipio de Jumilla.

Este hecho indica que el único municipio en donde la actividad predominante es la agricultura es Jumilla. El resto de municipios están en un estadio productivo más avanzado y han desarrollado una industria alrededor de la misma agricultura o se han diversificado a otros sectores, como la industria del mueble en Yecla.

Tabla 35. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Jumilla.

	Jumilla					
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total exp	2.468	100	2356	100	17.641	2.192
Exp sin tierras	14	0,57				
Explotaciones con tierras	2.454	99,43				
>= 0,1 a < 5	832	33,71	874	37,10		
>= 5 a < 10	493	19,98	480	20,37		
>= 10 a < 20	491	19,89	445	18,89		
>= 20 a < 50	399	16,17	364	15,45		
>= 50	239	9,68	193	8,19		

Tabla 36. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Yecla.

	Yecla					
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	2.590	100	2413		14.419	994
Explotaciones sin tierras	1	0,04				
Explotaciones con tierras	2.589	99,96				
>= 0,1 a < 5	1.489	57,49	1536	63,66		
>= 5 a < 10	425	16,41	354	14,67		
>= 10 a < 20	303	11,70	227	9,41		
>= 20 a < 50	237	9,15	191	7,92		
>= 50	135	5,21	105	4,35		

Tabla 37. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Abanilla.

	Abanilla					
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	1229	100	1155	100	6423	493
Explotaciones sin tierras	1	0.08				
Explotaciones con tierras	1228	99.92				
>= 0,1 a < 5	805	65.50	854	73.94		
>= 5 a < 10	208	16.92	169	14.63		
>= 10 a < 20	106	8.62	75	6.49		
>= 20 a < 50	82	6.67	48	4.16		
>= 50	27	2.20	9	0.78		

Tabla 38. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Abarán.

	Abarán					
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	1321	100	1161	100	2590	568
Explotaciones sin tierras	7	0.53				
Explotaciones con tierras	1314	99.47				
>= 0,1 a < 5	1182	89.48	1073	92.42		
>= 5 a < 10	79	5.98	53	4.57		
>= 10 a < 20	30	2.27	21	1.81		
>= 20 a < 50	16	1.21	10	0.86		
>= 50	7	0.53	4	0.34		

Tabla 39. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Cieza.

		Cieza				
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	1995	100	1856	100	3609	2651
Explotaciones sin tierras	5	0.25				
Explotaciones con tierras	1990	99.75				
>= 0,1 a < 5	1615	80.95	1550	83.51		
>= 5 a < 10	152	7.62	130	7.00		
>= 10 a < 20	99	4.96	78	4.20		
>= 20 a < 50	71	3.56	60	3.23		
>= 50	53	2.66	38	2.05		

Tabla 40. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Fortuna.

		Fortuna				
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	891	100	832	100	2313	334
Explotaciones sin tierras	2	0.22				
Explotaciones con tierras	889	99.78				
>= 0,1 a < 5	681	76.43	691	83.05		
>= 5 a < 10	113	12.68	78	9.38		
>= 10 a < 20	55	6.17	38	4.57		
>= 20 a < 50	30	3.37	20	2.40		
>= 50	10	1.12	5	0.60		

Tabla 41. Número y porcentaje de explotaciones totales y de SAU, número de parcelas y UTA en el municipio de Molina de Segura.

Molina de Segura						
	Nº explotaciones	Explotaciones (%)	Nº explotaciones (SAU)	Explotaciones SAU (%)	Nº parcelas	UTA
Total de explotaciones	1370	100	1277	100	3397	835
Explotaciones sin tierras	10	0.73				
Explotaciones con tierras	1360	99.27				
>= 0,1 a < 5	1116	81.46	1100	86.14		
>= 5 a < 10	128	9.34	92	7.20		
>= 10 a < 20	52	3.80	43	3.37		
>= 20 a < 50	43	3.14	30	2.35		
>= 50	21	1.53	12	0.94		

Después de analizar la estructura de la tierra y modelizar las explotaciones tipo que representan a nuestra zona de estudio, se ha hecho un análisis del régimen de tenencia de la tierra a nivel municipal. Las tierras en propiedad representan más del 85 % de la superficie de las explotaciones para todos los municipios analizados; en cambio, el tanto por ciento de las tierras en propiedad para la Superficie Agraria Útil es algo menor (Tablas 42, 43, 44 y 45).

Tabla 42. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de Jumilla y Yecla

	Jumilla				Yecla			
	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Todos los regímenes	86814	100	47515	100	51137	100	31951	100
propiedad	73779	85	35599	74.92	44849	87.70	26489	82.91
arrendamiento	7031	8	6512	13.71	3585	7.01	3250	10.17
aparcería	3223	4	2850	6.00	1035	2.02	1004	3.14
en otros regímenes de tenencia	2781	3	2553	5.37	1668	3.26	1209	3.78

Tabla 43. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de Abanilla y Fortuna

	Abanilla				Fortuna			
	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Todos los regímenes	9726	100	5995	100	9065	100	4226	100
propiedad	9327	95.90	5608	93.54	8835	97.46	3998	94.60
arrendamiento	399	4.10	388	6.47	221	2.44	219	5.18
aparcería	0	0.00	0	0.00	9	0.10	9	0.21
en otros regímenes de tenencia	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00

Tabla 44. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU de los municipios de Abarán y Cieza

	Abarán				Cieza			
	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Todos los regímenes	10520	100	2541	100	30075	100	9905	100
propiedad	9988	94.94	2071.00	81.50	28464	94.64	8606.00	86.89
arrendamiento	524	4.98	461.00	18.14	1.346	0.00	1.04	0.01
aparcería	7	0.07	7.00	0.28	242	0.80	240.00	2.42
en otros regímenes de tenencia	2	0.02	2.00	0.08	23	0.08	19.00	0.19

Tabla 45. Regímenes de tenencia de la superficie total y de la SAU del municipio de Molina de Segura

	Molina de Segura			
	Superficie (ha)	Superficie (%)	SAU (ha)	SAU (%)
Todos los regímenes	6732	100	4773	100
propiedad	6322	93.91	4421	92.63
arrendamiento	392	5.82	334	6.99
aparcería	17	0.25	17	0.36
en otros regímenes de tenencia	0	0.00	0	0

3.4 Usos y demandas hídricas para la agricultura. Tipos de cultivos.

Una vez definidas las características estructurales propias de nuestras explotaciones tipo, debemos asociarlas con una distribución de cultivos determinada.

Debido a la escasez de información estadística publicada sobre distribución de cultivos técnicas empleadas por estratos de tamaño, tal y como habíamos hecho para calcular la estructura de nuestras explotaciones, los datos han sido obtenidos del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura (CHS, 1997) y del trabajo de campo, más concretamente de las encuestas realizadas a los propios agricultores.

Para las demandas de agua también se han tenido en cuenta los datos procedentes de los planes hidrológicos de las cuencas del Segura (CHS, 1997) y del Júcar (CHJ, 1997), donde se definen una serie de Unidades de Demanda Agraria (UDA's), que son las unidades básicas de estudio del regadío por parte de los organismos de dichas cuencas. En la figura 26 se muestra la distribución espacial de los cultivos de regadío, y en la tabla 46 se muestra la información de las unidades de demanda agraria, procedente del plan hidrológico de la cuenca del Segura y tratado para este estudio.

Las UDA's regadas total o parcialmente con agua subterránea procedente de los 4 acuíferos del estudio son las UDA's 1, 2, 3, 4, 5 y 45, en la cuenca del Segura y los "Regadíos del Alto Vinalopó", "Regadíos del Medio Vinalopó" y los "Regadíos del Alacantí", en la cuenca del Júcar (Figura 26).

Estas UDA's se extienden por las comarcas agrarias y municipios en los que, anteriormente, se ha modelizado la estructura de la tierra. De esta forma, las UDA's 1,2,5 y los regadíos en la cuenca del Júcar, se identifican en este estudio con la comarca agraria del Nordeste y, por otro lado, las UDA's 3,4 y 45 se identifican con la comarca agraria del Río Segura. La procedencia del agua de riego a estas UDAS es conocida, así como el volumen de agua utilizado. Esta cuantificación del volumen del recurso utilizado para regadío se ha realizado de dos formas diferentes. En primer lugar, dentro del trabajo de campo enfocado más a la parte hidrológica, se han realizado numerosas encuestas a la mayoría de las entidades explotadoras de agua de los cuatro acuíferos del estudio. De ese modo, se ha puesto mucho énfasis, no sólo en la cuantificación del volumen de bombeo actual, sino también en la reconstrucción histórica de ese bombeo, con el fin de analizar el comportamiento y evolución de los acuíferos en cuestión y su relación con la agricultura a lo largo de estos 50 años de explotación de las aguas subterráneas. En segundo lugar, se ha contrastado la información anterior con el análisis de las dotaciones hídricas por cultivos y su distribución espacial. Para esta tarea se ha tratado la información procedente del Plan hidrológico de la cuenca del Segura, en el que se hizo un estudio al respecto muy riguroso.

Tabla 46. Demanda agraria de las áreas de riego suplidas por las Masas de Agua Subterránea (M.A.S) del estudio. Nota: Cingla acuífer (C), Jumilla-Villena acuífer (J-V), Serral-Salinas acuífer (S-S), Ascoy-Sopalmo acuífer (A-S).

Cuenca hidrográfica	Unidad de Demanda	Demanda Bruta Total (hm ³ /año)	Parte de la demanda correspondiente a las M.A.S del estudio (hm ³ /year)	
Segura	Regadíos de Yecla-Corral Rubio	35	35,0	C (36%), J-V (64%),
Segura	Regadíos de Jumilla	20	18,6	C (65%), J-V (28%), Others (7%)
Segura	Regadíos sobre el acuífero Ascoy-Sopalmo	30,8	30,8	A-S (100%)
Segura	Regadíos del acuífero Ascoy-Sopalmo sobre el Sinclinal de Calasparra	18,7	18,7	A-S (100%)
Segura	Regadíos del acuífero Serral-Salinas	9,6	9,6	S-S (100%)
Segura	Regadíos del acuífero Ascoy-Sopalmo sobre Fortuna-Abanilla-Molina	22,1	22,1	A-S (100%)
Júcar	Regadío para Sistema de explotación Vinalopó -Alacantí	155	29,5	J-V (11%), S-S (8%)
TOTAL		291,2	164,3	

Elaboración propia (Año hidrológico 2007-2008)

Tabla 47. Usos y demandas de cada M.A.S

M.A.S	Demanda bruta riego (zona relacionada a cada M.A.S) (hm ³ /año)			Uso riego (hm ³ /año)			Uso abastecimiento (hm ³ /año)			Otros usos (hm ³ /año)	Total Usos (hm ³ /año)		
	Segura	Júcar	Total	Segura	Júcar	Total	Segura	Júcar	Total	Total	Segura	Júcar	Total
C	25.6	0	25.6	25.6	0	25.6	4.6	0	4.6	0.0	30.2	0	30.2
J-V	28.05	17	45.1	21.3	17.0	38.3	0.8	6.6	7.4	0.7	22.1	24.3	46.4
S-S	9.6	12.4	22.0	5	6.7	11.7	0	6.2	6.2	0.0	5	12.9	17.9
A-S	71.6	0	71.6	52.6	0	52.6	0	0	0	0.0	52.6	0	52.6
			164			128			18	0.7			147

Elaboración propia (Año hidrológico 2007-2008)

Tabla 48. Análisis de cultivos y demandas hídricas para cada Unidad de Demanda Agraria (UDA) de la Cuenca del Segura, que es regada total o parcialmente con agua de las 4 de masas de agua estudiadas.

U D A N°	UDAdenom	Sup. bruta (ha)	CPR (Coef. cultivos o de concentración parcelaria)	CRT (Coef. rotación o aprovechamiento)	Sup. Neta (ha)	Coef. eficiencia riego	Nº de cultivos	Cultivos	Sup. (% total UDA. Identico si es sup. bruta o neta)	Sup. bruta (ha)	Sup. neta (ha)	Dotación neta (m3/ha/año)	Dotación bruta (m3/ha/año)	Demanda neta (hm3/año)	Demanda bruta (hm3/año)	Nº riegos anuales	
3	Regadíos sobre Ascoy-Sopalmo	9350	0,85	0,60	4769	0,90	8	FRUTAL HUESO	60%	5608	2860	7000	7778	20,0	27,67	30,75	14
								FRUTAL PEPITA	10%	935	477	5800	6444	2,8			5
								CITRICOS	1%	96	49	5700	6333	0,3			9
								ALMENDRO	10%	937	478	2400	2667	1,1			4
								OLIVAR	2%	187	95	1800	2000	0,2			3
								VID MESA	15%	1400	714	4000	4444	2,9			4
								VID VINO	1%	94	48	1400	1556	0,1			2
								HORT FRUTO	1%	94	48	7700	8556	0,4			11
4	Regadíos del Ascoy-Sopalmo sobre el Sinclinal de Calasparr a	4077	0,85	0,75	2599	0,90	5	FRUTAL HUESO	80%	3262	2080	7000	7778	14,6	16,81	18,67	14
								FRUTAL PEPITA	10%	407	259	5800	6444	1,5			5
								ALMENDRO	3%	121	77	2400	2667	0,2			4
								OLIVAR	3%	123	78	1800	2000	0,1			3
								VID MESA	4%	164	104	4000	4444	0,4			4
45	Reg. Ascoy-Sopalmo, Fortuna-Abanilla-Molina	15083	0,85	0,30	3846	0,85	7	FRUTAL HUESO	22%	3318	846	7000	8235	5,9	18,75	22,05	14
								CITRICOS	21%	3167	808	5700	6706	4,6			9
								ALMENDRO	30%	4525	1154	2400	2824	2,8			4
								OLIVAR	8%	1207	308	1800	2118	0,6			3
								VID MESA	4%	603	154	4000	4706	0,6			4
								HORT FRUTO	12%	1810	462	7700	9059	3,6			11
								HORT FLOR	3%	452	115	6300	7412	0,7			9
1	Yecla-Corral Rubio	16376	0,85	0,50	6960	0,90	13	FRUTAL HUESO	10%	1706	725	5950	6611	4,3	22,30	24,77	7
								FRUTAL PEPITA	12%	1990	846	4250	4722	3,6			5
								OLIVAR	16%	2630	1118	900	1000	1,0			2

								VID VINO	31%	5080	2159	1100	1222	2,4		2,6		2
								FORRAJE	1%	213	90	7800	8667	0,7		0,8		13
								HORT TUBERCULO	2%	296	126	3600	4000	0,5		0,5		6
								HORT BULBO	2%	396	168	4800	5333	0,8		0,9		8
								HORT HOJA	1%	206	88	3600	4000	0,3		0,4		6
								HORT RAIZ	3%	429	182	3600	4000	0,7		0,7		6
								HORT FRUTO	2%	313	133	4200	4667	0,6		0,6		7
								LEGUMINOSAS	2%	313	133	3600	4000	0,5		0,5		6
								CER INVIERNO	3%	503	214	2700	3000	0,6		0,6		3
								CER PRIMAVERA	14%	2301	978	6600	7333	6,5		7,2		11
2	Jumilla	8303	0,85	0,65	4587	0,90	8	FRUTAL HUESO	16%	1304	720	5950	6611	4,3	13,19	4,8	14,65	7
								FRUTAL PEPITA	10%	830	459	4250	4722	1,9		2,2		5
								OLIVAR	10%	830	459	900	1000	0,4		0,5		2
								VID MESA	3%	250	138	3000	3333	0,4		0,5		4
								VID VINO	35%	2886	1595	1100	1222	1,8		1,9		2
								HORT BULBO	2%	165	91	4800	5333	0,4		0,5		8
								CER INVIERNO	20%	1622	896	2700	3000	2,4		2,7		3
								CER PRIMAVERA	5%	415	229	6600	7333	1,5		1,7		11
5	Acuífero de Serral-Salinas	10069	0,85	0,60	5135	0,90	6	FRUTAL HUESO	7%	715	365	5950	6611	2,2	8,50	2,4	9,45	7
								FRUTAL PEPITA	5%	470	240	4250	4722	1,0		1,1		5
								ALMENDRO	19%	1948	994	900	1000	0,9		1,0		2
								VID MESA	3%	315	161	3000	3333	0,5		0,5		4
								VID VINO	63%	6349	3238	1100	1222	3,6		4,0		2
								CER INVIERNO	3%	272	139	2700	3000	0,4		0,4		3
										63258	27896				107,2		120,4	

La superficie de regadío neta que se estimaba en el Plan hidrológico de la Cuenca del Segura era de unas 28000 hectáreas (Tabla 48). Los cultivos de regadío predominantes son los frutales no cítricos (albaricoque, melocotón, peral), que ocupan un 35% de la superficie pero consumen un 58% del agua (Figuras 27 y 28); resulta destacable que la uva de vinificación supone un 25% en superficie y sólo tiene una demanda de agua del 7%. Por otro lado, dentro del ámbito de la cuenca del Júcar se extienden amplias superficies de cultivos de regadío en el Alto y Medio Vinalopó, y el Campo de Alicante (más de 40.000 ha en total), que demandan unos 155 hm³/año atendidos parcialmente a partir de las masas de agua subterránea de Jumilla-Villena y Serral-Salinas (Tabla 46). De esta cantidad, la demanda hídrica perteneciente al área de regadío suplida por agua procedente de las M.A.S es de unos 29.5 hm³/año La mayor parte de los cultivos citados se encuentran fuera de los límites de la comarca del Altiplano (Jumilla-Yecla). De esta forma, la superficie de regadío perteneciente a la comarca del Altiplano es de unas 18.000 ha (Yecla 55%; Jumilla 45%).

Figura 27. Superficie neta de cultivos (ha)

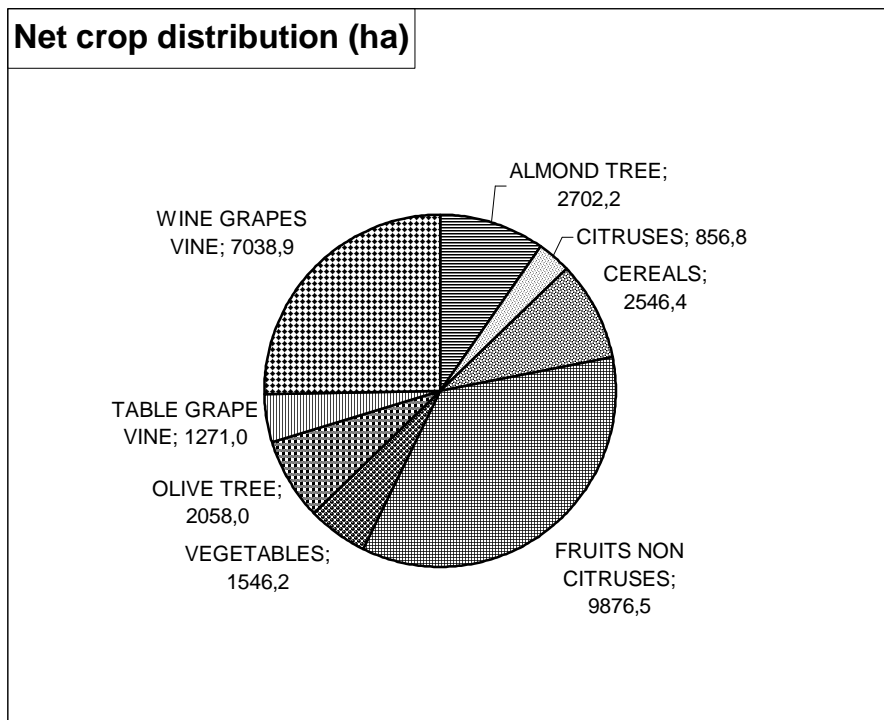
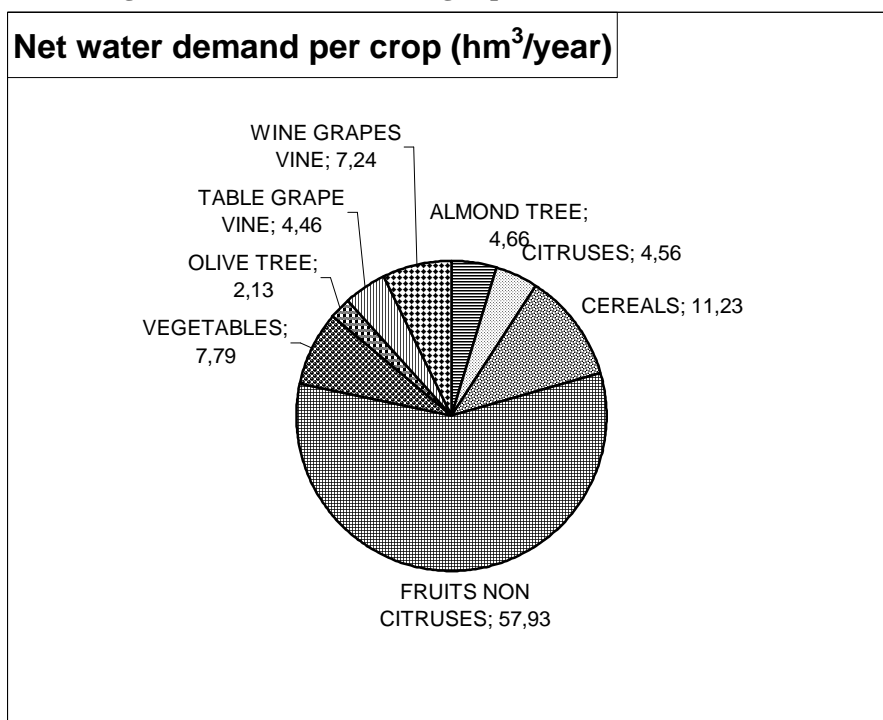


Figura 28. Demanda neta de agua para cada cultivo (hm³/año)



El análisis de la distribución de cultivos también se ha hecho con mayor grado de desagregación, es decir, a nivel municipal, que es la unidad mínima de estudio de las fuentes estadísticas. Se han incluido aquellos municipios de la región de Murcia, que tienen superficie dentro de las unidades de demanda agraria (UDA's), definidas por el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura. De esta forma, en las tablas 49 y 50 se muestra la distribución de cultivos en dichos municipios. Se aprecia una clara correlación entre la distribución de cultivos definidos en las Unidades de Demanda Agraria (Tabla 48) y la definida en las tablas detalladas por municipio (Tablas 49 y 50).

Tabla 49. Distribución de los cultivos en los municipios del Jumilla, Yecla, Abanilla y Fortuna

	Jumilla		Yecla		Abanilla		Fortuna	
	Superf. (ha)	Superf. (%)	Superf. (ha)	% Superf.	Superf. (ha)	Superf. (%)	Superf. (ha)	Superf. (%)
Total Superficie	46420	100	30303	100	5990	100	4177	100
Herbáceos (ha)	11718	25.24	11345	37.44	231	3.86	194	4.64
Frutales (ha)	12119	26.11	3930	12.97	3410	56.93	3383	80.99
Olivar (ha)	4042	8.71	3678	12.14	831	13.87	539	12.90
Viñedo (ha)	18519	39.89	11350	37.46	1505	25.13	60	1.44
Otras tierras labradas	22	0.05	0	0.00	13	0.22	1	0.02

Tabla 50. Distribución de los cultivos en los municipios del Abarán, Cieza y Molina de Segura

	Abarán		Cieza		Molina de Segura	
	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Total Superficie	2541	100	9876	100	4725	100
Herbáceos (ha)	192	7.56	1730	17.52	1000	21.16
Frutales (ha)	1659	65.29	6575	66.58	3116	65.95
Olivar (ha)	121	4.76	543	5.50	444	9.40
Viñedo (ha)	565	22.24	1026	10.39	129	2.73
Otras tierras labradas	4	0.16	2	0.02	36	0.76

Los datos de distribución de tipo de cultivos (Tabla 48), son referidos al año 1999, en el marco del estudio del Plan hidrológico de Cuenca. Debido a esto, se ha realizado un análisis de la evolución de la superficie de regadío, para comprobar si se han producido grandes cambios en ella. A la vista de la información obtenida del servicio estadístico de la Región de Murcia, no se han producido grandes modificaciones en la superficie de regadío en los cultivos predominantes (Figuras 29 y 30).

Figura 29. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cultivos herbáceos en los municipios del estudio.

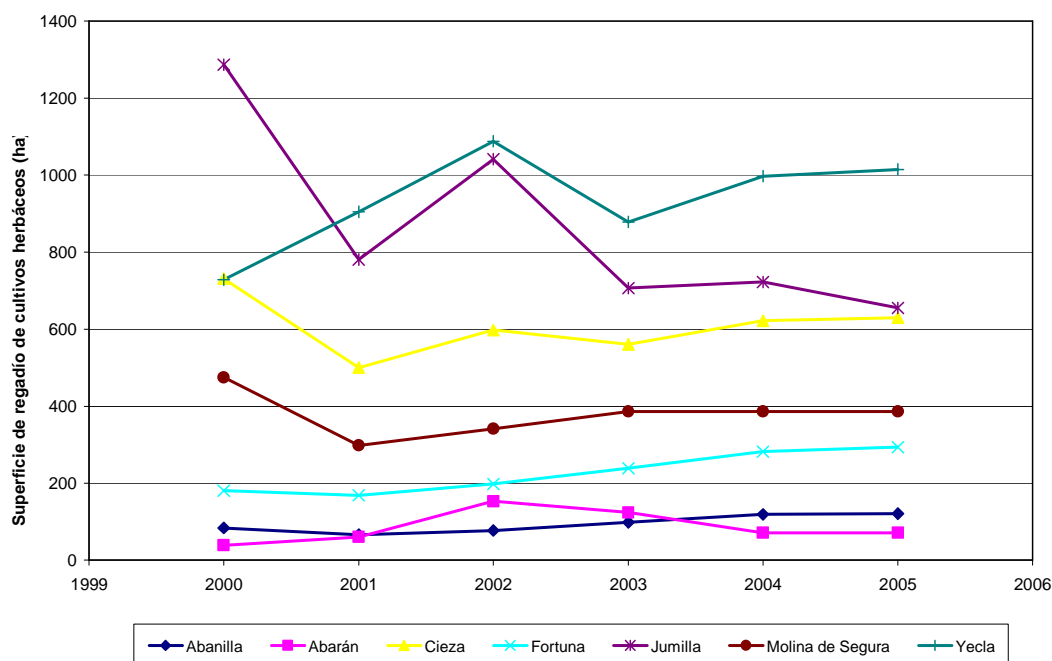
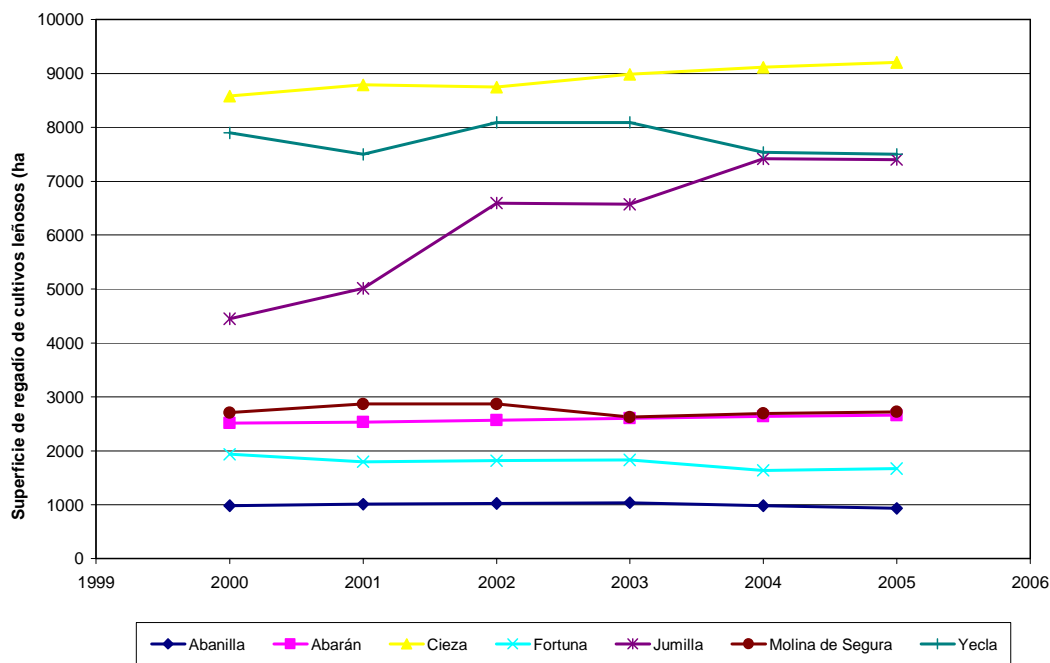


Figura 30. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cultivos leñosos en los municipios del estudio.



Atendiendo a la evolución de la superficie de regadío para los cultivos de almendro, viñedos, olivar, trigo y cebada en los municipios del estudio (Figuras 31, 32, 33 y 34), se observa que el único cultivo que ha visto modificada reducida su superficie de regadío es el almendro, con una ligera tendencia a la baja (Figura 31).

Figura 31. Evolución comparativa de la superficie de regadío del almendro en los municipios del estudio.

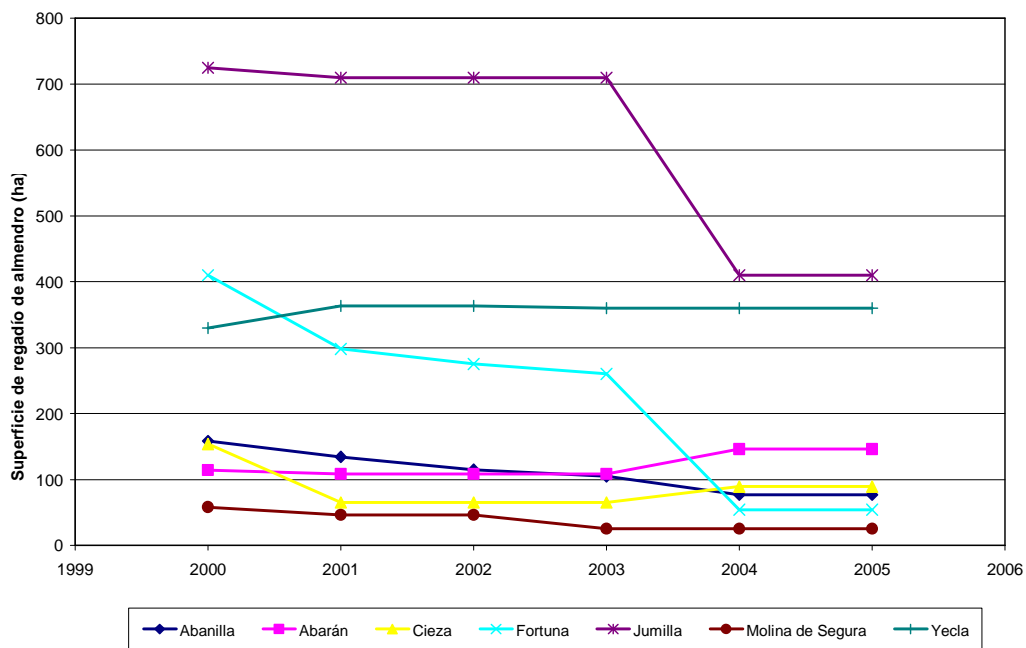


Figura 32. Evolución comparativa de la superficie de regadío del viñedo en los municipios del estudio.

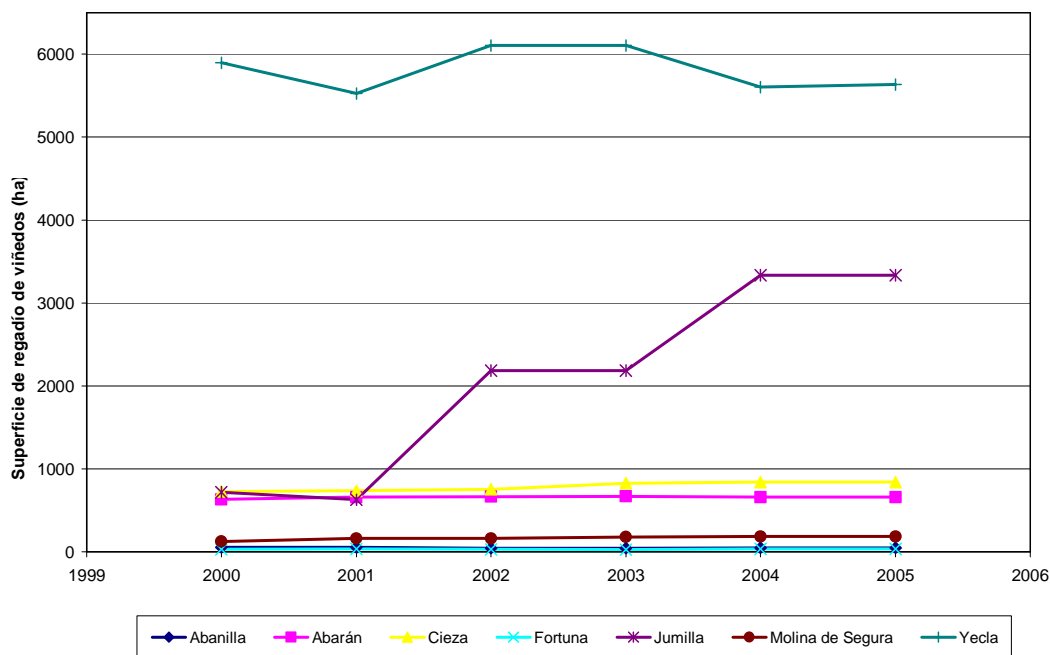


Figura 33. Evolución comparativa de la superficie de regadío del olivar en los municipios del estudio.

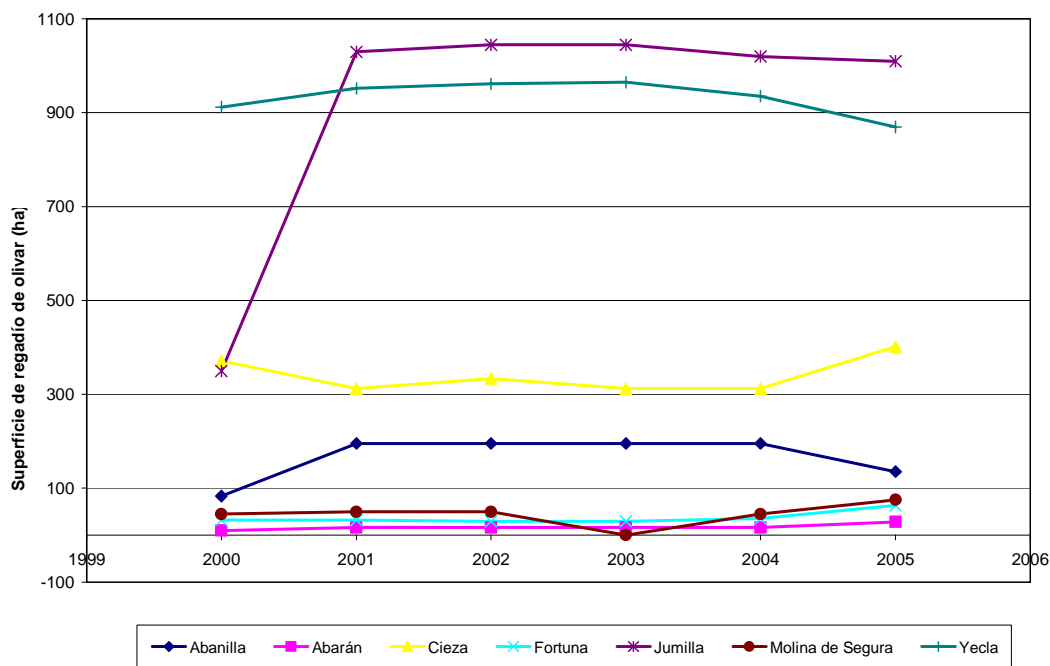


Figura 34. Evolución comparativa de la superficie de regadío de trigo en los municipios del estudio.

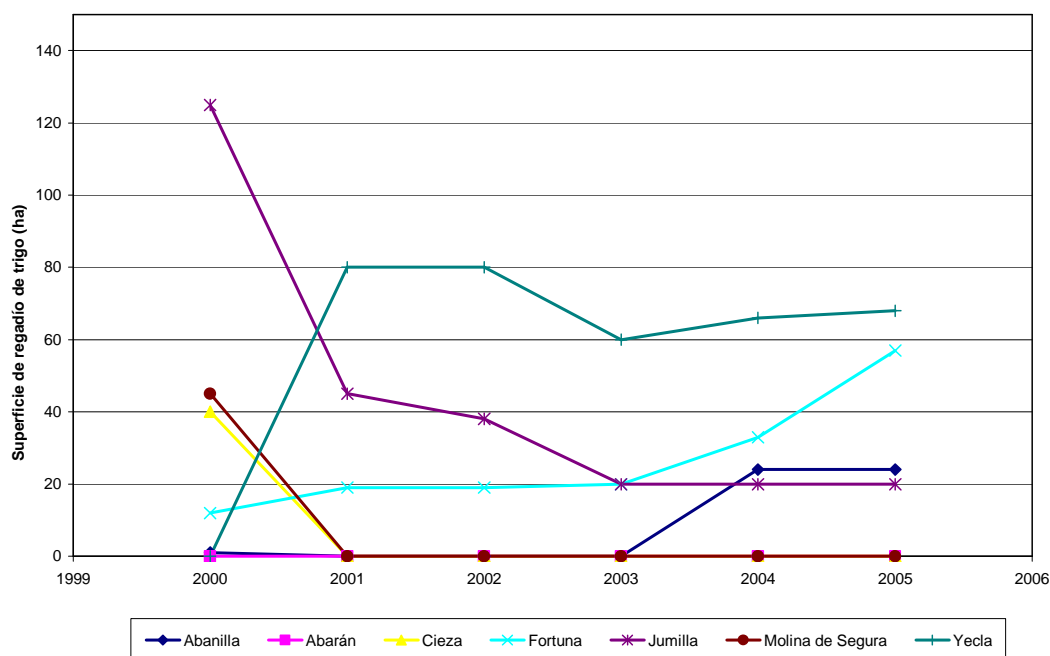
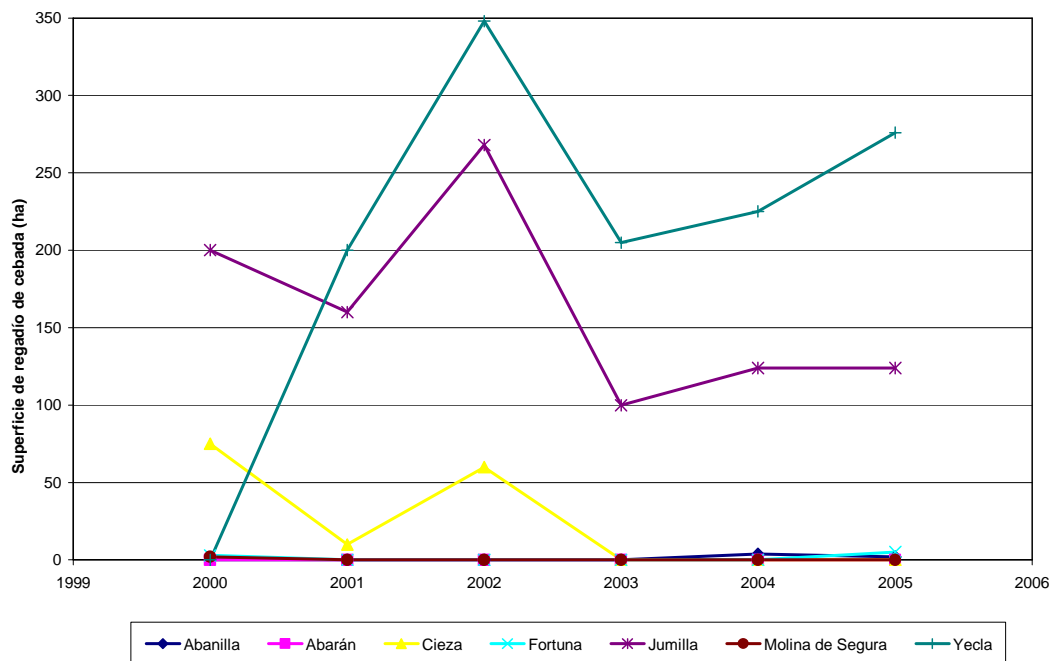


Figura 35. Evolución comparativa de la superficie de regadío de cebada en los municipios del estudio.



3.5 Agrupación de cultivos

Existe una clara disparidad en la información existente en cuanto a la agrupación de cultivos entre el análisis a nivel de Unidades de Demanda Agraria y el hecho a nivel municipal. Por tanto, se ha propuesto una agrupación de cultivos considerando la mejor aplicabilidad, a la hora de introducir la información en el sistema de soporte a la decisión propuesto. Por ello, esta selección y agrupación de cultivos se ha realizado según la importancia del cultivo a nivel del UDA, que es el nivel de desagregación que se considera más apropiado para estudiar la rentabilidad del agua procedente de los acuíferos estudiados. Las UDA's que pertenecen a una misma comarca agraria, estarán representadas por las mismas explotaciones tipo que se han calculado anteriormente. Además, a cada explotación tipo le corresponde una distribución de cultivos propia (Tabla 51).

Tabla 51. Características de las explotaciones tipo.

Comarca Agraria	Nordeste			Río Segura		
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Explotaciones tipo						
Superficie (ha)	5	20	300	5	20	250
Superficie en regadío (%)	60	35	15	95	80	70
ALMENDRO	16	14	4	21	10	0
CITRICOS	0	0	0	17	10	0
CEREALES	15	10	12	0	0	0
FRUTALES NO CÍTRICOS	15	20	21	44	62	80

HORTALIZAS	0	1	2	10	8	0
OLIVAR	3	9	15	3	4	5
VID MESA	1	3	6	5	6	15
VID VINO	50	43	40	0	0	0
Superficie Total (%)	100	100	100	100	100	100

3.6 Análisis de los Costes de los Servicios de Agua. Análisis de los costes de extracción del agua y principio de recuperación de costes

El análisis de los costes financieros de los servicios del agua realizada para este estudio se ha basado en las recomendaciones técnicas de la Guía WATECO (WATECO, 2003) y del Grupo de Trabajo ECO1 en la Hoja de Información de Recuperación de Costes. Para estos análisis se recomienda dividir en cuatro componentes los costes financieros: Costes operativos y de conservación, costes de capital, costes administrativos y otros costes directos.

Figura 36. Fuente: WATECO (2003): The implementation challenge of the Water Framework Directive. Annex IV. I.15.

Concepto	Definición
Costes operativos	Costes relativos a la provisión de los servicios, entre los que se incluyen los de mano de obra, energía, reactivos químicos, etc.
Costes de conservación	Son los costes inherentes a la conservación de los activos e instalaciones en condiciones de servicio de acuerdo a sus vidas útiles.
Costes de capital para nuevas inversiones	Coste de las nuevas inversiones y costes asociados (puesta en funcionamiento, tasas legales, etc.). Se recomienda utilizar el coste anual equivalente para su valoración
Costes del capital	Coste de oportunidad del capital, calculado como una tasa de retomo sobre inversiones alternativas.
Depreciación	Coste anual de reposición de los activos ¹ . Esta se calcula sobre la base del valor histórico, actual o de reposición de las inversiones ya realizadas
Costes administrativos	Costes asociados a la gestión de los servicios del agua como la gestión de concesiones, sistemas de control o la gestión de cobros.
Otros costes directos	Consisten, principalmente, en costes por pérdida de productividad debido a la aplicación de medidas.

La extracción de aguas subterráneas para la prestación de servicios de agua de distribución de agua urbana o de agua de riego contiene un coste fijo y un coste variable que está asociado principalmente a la escala de la operación y las características hidrogeológicas de los acuíferos. Las variables principales que determinan los costes financieros del uso de aguas subterráneas, son los costes de perforación y construcción de pozos, sistemas de bombeo, y los costes de consumo energético, pero sobre todas ellas destaca el caudal de bombeo (MIMAM, 2007).

Dada la dispersión de fuentes y datos, se ha realizado una estimación de los costes anuales totales calculados en base a las encuestas de campo realizadas y a los datos de la bibliografía consultada. Se han seguido una serie de variable técnicas que nos

permiten obtener el coste de extracción en lo que se refiere a los costes de capital, y costes de mantenimiento y explotación. Los costes computables considerados han sido los gastos anuales de mantenimiento, anualidades por amortización para los componentes de las inversiones, y por último, los costes energéticos. Para todos ellos se han analizado las medias por metro cúbico extraído y por hectárea para los usos de regadío. Anteriormente se explicó la forma en que se sufragan estos costes por parte de las entidades de riego encuestadas en la zona de estudio.

De esta forma, en las cuencas intercomunitarias los costes medios ponderados de extracción se sitúan en 0,08 €/m³ para los usos urbanos y 0,12 €/m³ para los usos de regadío (MIMAM, 2003). De acuerdo con estas estimaciones, los costes medios de extracción más reducidos se dan en la cuenca del Guadiana y los más elevados en la cuenca del Segura (MIMAM, 2007). En términos medios, los costes por cuenca ponderados para las extracciones en los diferentes acuíferos en función del bombeo, oscilan para la extracción de agua de riego entre 0,09 €/m³ de media en el Júcar y 0,21 €/m³ de media en el Segura (MIMAM, 2007).

En el área de estudio, a pesar de la gran profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, los costes de extracción en el área de estudio no superan el 15% de los costes totales de producción agraria, y, en el caso de los frutales se reduce este valor al 10%. El coste total medio de extracción es actualmente del 0,18 €/m³, (Tabla 52). Dicho coste se incrementa ligeramente con el descenso de niveles piezométricos, pero resulta difícil cuantificar el incremento dado que viene muy condicionado por el consumo eléctrico y éste se establece mediante negociación de cada usuario con la compañía eléctrica (0,06 a 0,10 €/kwh). Este valor de coste de extracción se ajusta bastante bien al valor medio estimado para las aguas subterráneas en la cuenca del Segura, (Figura 37, MIMAM, 2007).

Figura 37. Costes de los servicios de extracción de aguas subterráneas por cuenca. Máximos, mínimos y medias ponderadas por m³. Fuente: (MIMAM, 2007)

Cuenca	Abastecimiento (€/m ³)			Regadío (€/m ³)		
	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	Media
Norte y CI País Vasco	0,37	0,07	0,11	0,18	0,18	0,18
Duero	0,17	0,05	0,11	0,35	0,07	0,11
Tajo	0,22	0,08	0,09	0,29	0,14	0,14
Guadiana	0,16	0,03	0,06	0,47	0,04	0,10
Guadalquivir	0,20	0,03	0,08	0,51	0,04	0,13
CM Andaluzas	0,17	0,05	0,09	0,35	0,07	0,15
Segura	0,21	0,07	0,12	0,74	0,13	0,21
Júcar	0,32	0,04	0,06	0,34	0,06	0,09
Ebro	0,22	0,04	0,07	0,47	0,07	0,18
CI Cataluña*			0,06			0,11
Baleares**	0,3	0,03	0,11	0,31	0,01	0,12
Canarias	Sin datos					
Galicia Costa	Sin datos					

Tabla 52. Organización de riego, origen, concesión, consumo anual y precio del agua. Costes de los servicios de extracción del agua subterránea utilizada las entidades de riego encuestadas (€/m³)

Nombre Entidad riego/Explotación	Nº Socios o Comuneros	Nº Acciones	Nombre sondeo	Nº Sondeos	Concesión por resolución administrativa (m3/año)	Agua utilizada (m3/año)	Precio Kw (€/kw)	Coste TOTAL (a pie de parcela) (€/m3)	Precio Agua (€/m3)	Derrama anual (€/m3año)	Derramas extraordinarias (€/m3)	Coste del agua TOTAL (€/m3)	Se realiza optimización del consumo energético?
SAT El Hornillo	1	No hay	Pozo Los Caninos	2	2000000	1300000	0.09	0.12	0.12	0.04		0.16	Si
			La Hoya la Muela sondeo nº1										
C.R. Casablanca	390	NS/NC		2	4500000	4620000		0.125	0.125			0.125	Si
SAT El Boquerón	100	3062	Pedro Panza 2	2	2430000	1800000	0.0608	0.22	0.22		0.06	0.28	Si
			Corral del Torrao										
C.R La Decarada	1000	NS/NC	San Vicente	2	2400000	1700000		0.22	0.22	0	0	0.22	No
			San Isidro										
SAT Las Gamellejas	146	2000	"Las Gamellejas"	1	1600000	800000	0.068	0.149	0.149			0.15	Si
C.R Hoya del Mollidar	300	2407	Casa Valdes 1	3	5500000	900000		0.1	0.13	0.24		0.37	Si
			Casa Valdes 4										
			San Isidro 2										
Hidráulica San Pascual S.A	1268	9000	Pozo 1	4	3750000	3750000	0.08	0.1	0.1			0.1	Si
			Pozo 2										
			Pozo 3										
			Pozo 4										
C.R Cañada del Judío	460	NS/NC	Turia	6	9212000	9000000		0.17	0.17	0.04		0.21	Si
			Pisuerga										
			Nervión										
			Ebro										

			Zadorra										
			Guadalquivir										
SAT El Aljuzarejo	17	No hay	Pozo Santa Marta	4	4000000	2500000		0.11	0.11	0		0.11	Si
			Pozo Nº 1										
			Pozo Nº 2										
			Pozo Don Salvador										
C.R Pozo Santiago	265	NS/NC	Cañada Mortero	2	3000000	3000000		0.16	0.16			0.16	Si
			El Hoyo										
C.R Salinas	400	No hay	Boqueron I	4	1500000	1000000		0.1	0.115	0.02		0.135	Si
			Boqueron II										
			El Pinar										
			La Mina										
C.R Pozo Roman Nostrum III	80	NS/NC	Pozo Nostrum III	1	2000000	1800000	0.0608	0.09	0.09	0.04	0	0.13	Si
SAT Santa Bárbara	203	NS/NC	Santa Bárbara (Cabecicos)	1	2000000	1600000	0.0806	0.12	0.15			0.15	Si

Fuente: elaboración propia

A la vista de los resultados de este estudio, el coste del agua subterránea no es un factor limitante de la rentabilidad agraria en la zona, y el mayor problema realmente se centra en la decreciente disponibilidad de agua por la bajada generalizada de los niveles piezométricos.

El artículo 9 de la DMA dispone que los Estados miembros tendrán en cuenta el principio de recuperación de costes de los servicios relacionados con el agua; además exige una adecuada contribución a la recuperación de los costes del servicio del agua de los diferentes usos del agua, desglosados al menos en industriales, domésticos y agrarios, de acuerdo con un riguroso análisis económico. Este análisis debe tener en cuenta todos los costes que afectan a la provisión de servicios relacionados con el agua (Sierra, 2002). Estos costes son los financieros, los ambientales y los de oportunidad. Los pagos efectuados por los regantes de la zona de estudio se relacionan exclusivamente con los costes financieros, tal y como se ha comprobado anteriormente. De esta forma, los usuarios se hacen cargo de la mayoría de los costes de la extracción, distribución y aplicación del agua, pagando de forma íntegra todos los costes de explotación (consumo de factores variables como energía, mano de obra, suministros, etc) y buena parte de los costes de capital (derivados de los activos fijos: amortizaciones e intereses). Es sólo por este último concepto por el que se otorgan subvenciones públicas a los servicios del agua para el regadío, como se ha dicho anteriormente, a través de las actuaciones de modernización y mejora de las infraestructuras de riego en el marco del Plan Nacional de Regadíos.

3.7 Contabilidad de la producción agrícola

El trabajo de campo se ha basado en el encuestado de las entidades de riego más representativas, así como algunas de las principales explotaciones de cada masa de agua, con el principal objetivo de calcular en detalle la contabilidad de la producción agraria en la zona. Por otro lado, el trabajo de gabinete ha consistido en la búsqueda de información referente a contabilidad de la producción agrícola. Los resultados aquí presentados, son los valores medios obtenidos para toda el área de regadío, abastecida con agua procedente de las cuatro masas de agua subterránea estudiadas. Además, se ha realizado un análisis específico de cada superficie de regadío asociada a cada masa de agua subterránea (ver aptdo. 4.5).

3.7.1 Análisis de costes de producción agrícola

Se han analizado los costes de producción correspondientes a los principales cultivos de la zona, de dos formas diferentes. En primer lugar se han estudiado en campo con los propios agricultores de la zona de estudio. Por otro lado, la fuente de información de gabinete ha sido el anuario de costes de producción agrícola del ejercicio 2006-2007, que edita la Asociación Murciana de Organizaciones de Productores Agrarios, (AMOPA, 2007). Esta información se ha contrastado con los datos procedentes del antiguo Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), que a través de la Subdirección General de Análisis Económico y Evaluación de Programas, realizaba anualmente una serie de estudios sobre la economía de los sistemas de producción, analizando los costes y rentabilidad de múltiples cultivos y actividades ganaderas en las Comunidades Autónomas. Estos datos permiten comparar los resultados económicos para los diferentes cultivos.

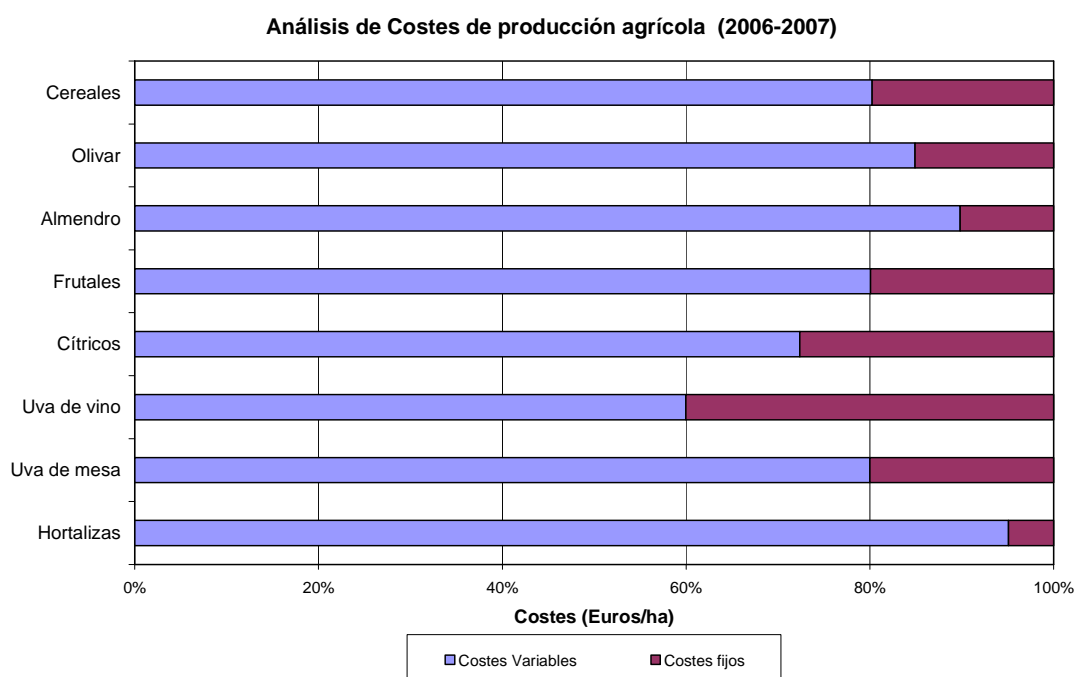
La integración de esta información a nivel comarcal, con el estudio de las explotaciones tipo realizado, permite estudiar las características estructurales de las explotaciones y la formación de sus costes de producción y rentabilidad. Con el objetivo de realizar un análisis más exhaustivo, se han considerado las partidas de costes de las publicaciones del MAPA (Tabla 53), y además las partidas de costes de AMOPA. Además, se ha analizado la equivalencia entre las dos metodologías de análisis de costes.

El análisis de de costes del antiguo MAPA incluye los conceptos de costes directos, los costes de maquinaria, los costes de mano de obra asalariada, los costes indirectos pagados y las amortizaciones. El coste directo incluye los costes relativos a semillas y plantas, fertilizantes, productos fitosanitarios y otros suministros. El coste de maquinaria es el coste de los trabajos contratados, carburantes y lubricantes, y reparaciones y repuestos. El coste de la mano de obra comprende la mano de obra asalariada específica y general. Los costes indirectos pagados recogen las cargas sociales, seguros, intereses y gastos financieros, canon de arrendamiento, contribuciones e impuestos, y otros gastos generales. Las amortizaciones incluyen la amortización de los cultivos permanentes y otras amortizaciones.

De esta forma, los frutales y la uva de mesa son los cultivos donde los costes en maquinaria y asalariados son los mayores. Sin embargo los costes directos son mayoritarios para hortalizas, almendros y cereales. (Figura 40)

Por otro lado, el análisis de costes de la AMOPA divide los costes en variables y fijos. En los costes variables del ciclo productivo, se incluyen las partidas de materias primas, riego, maquinaria propia, costes de mano de obra (propia y externa), costes de subcontratas, seguros agrarios y otros costes. En los costes fijos se incluyen los conceptos de capital territorial, y capital de la explotación, dentro de los cuales se detallan otras partidas que no se van a detallar más aquí. Así, los cultivos de hortalizas son los que tienen mayor proporción de costes variables (92 %), y la uva de vino es la que tiene mayor componente de costes fijos (40 %) (Figura 38).

Figura 38. Proporción de costes variables y costes fijos de los grupos de cultivos analizados.
Fuente: AMOPA y elaboración propia



En cuanto a los costes absolutos, el cultivo de la uva de mesa es el que tiene los costes de producción más elevados con más de 8000 euros/ha (Figura 39). Le siguen el cultivo de hortalizas con más de 6000 euros/ha. Por otro lado, los cultivos con menor coste de producción son los cereales, lo que no es muy representativo, debido a que son muy minoritarios, en cuanto a la superficie cultivada global.

Figura 39. Análisis de costes de producción agrícola de los grupos de cultivo analizados. Fuente: AMOPA y elaboración propia

Análisis de Costes de producción agrícola (2006-2007)

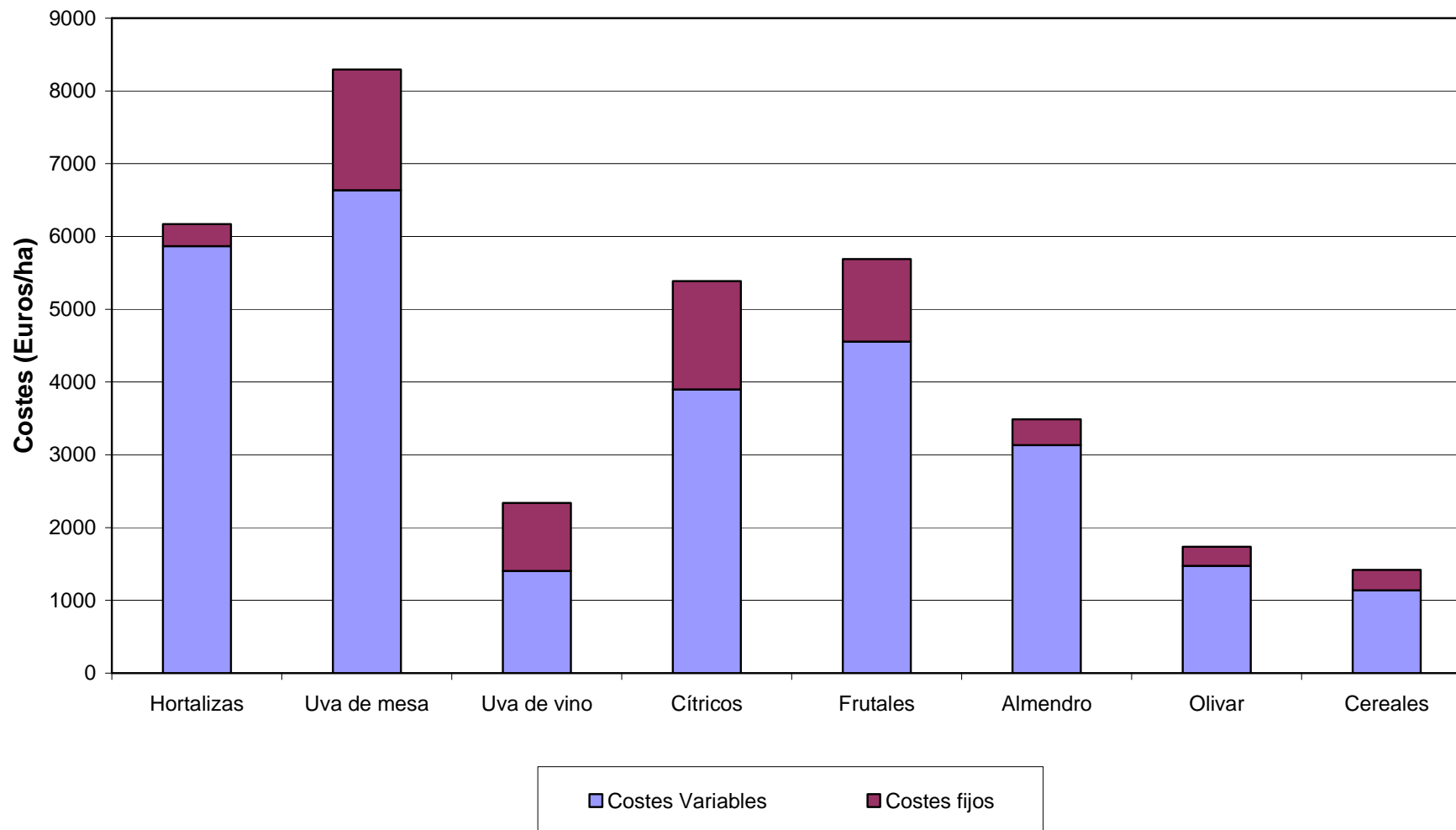
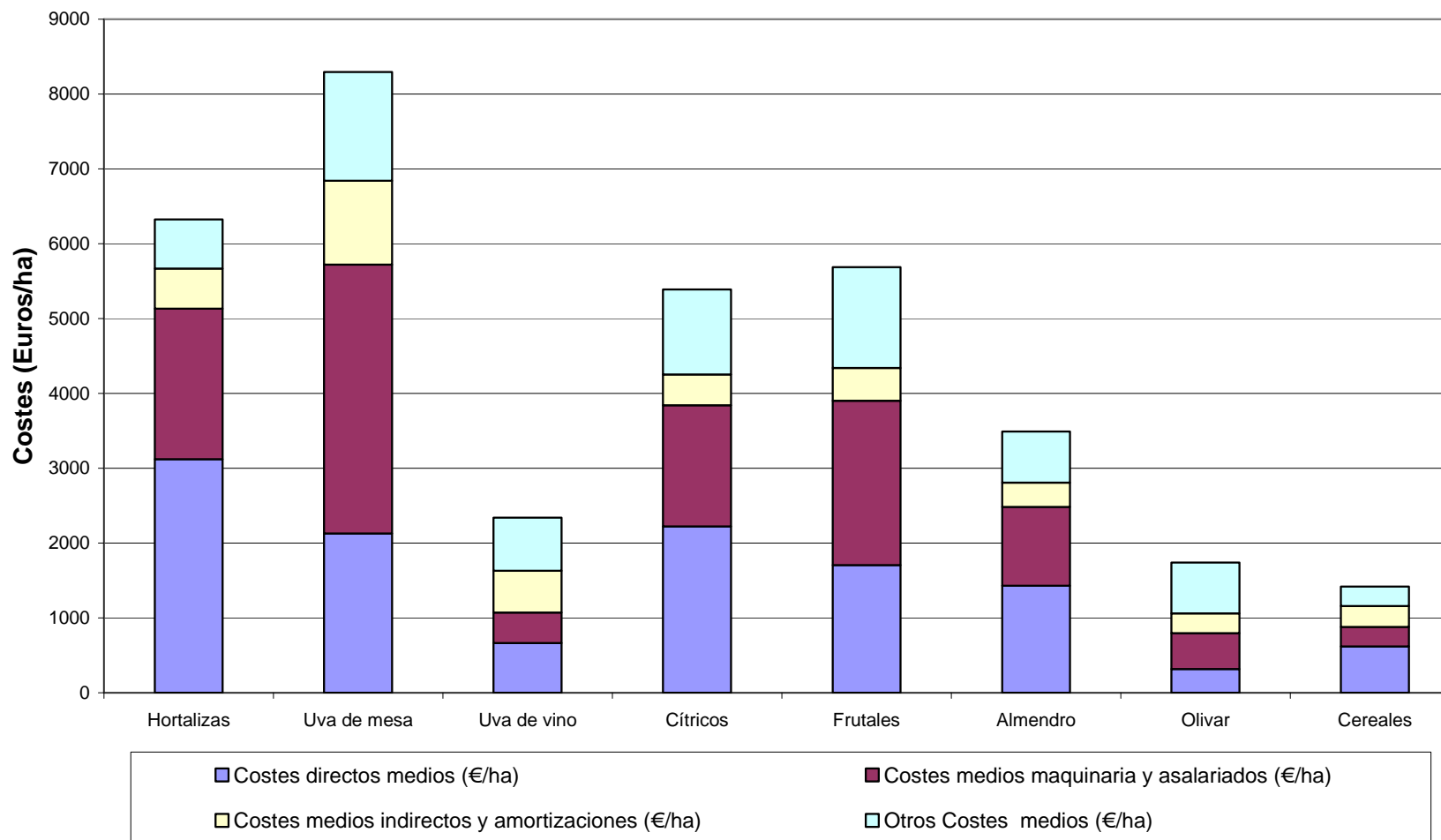


Figura 40. Análisis de costes de producción agrícola. Fuente: MAPA y elaboración propia

Análisis de Costes (2006-2007) (Metodología MAPA)



3.7.2 Análisis de ingresos.

Los ingresos han sido analizados contrastando la información que se ha obtenido en campo, mediante las encuestas, con la información de precios de mercado procedente de la Consejería de Agricultura de la Región de Murcia (CARM). Este organismo edita anualmente un anuario estadístico agro económico, del cual se ha extraído y tratado la información relativa a los precios para todos los cultivos del estudio. Para este estudio, se han considerado el precio medio de los cultivos seleccionados, pertenecientes al lustro 2002-2006. De esta forma se ha hecho un análisis de la tendencia del mercado para cada cultivo y esta información se ha introducido en el SSD diseñado. En cuanto a las subvenciones, debido al tipo de cultivo, no son muy importantes, limitándose a las escasas zonas de cereales de regadío y olivar; es por esa razón que no han sido incluidas en este análisis.

Por otro lado, se ha realizado una comparación entre los datos de rendimientos recopilados en campo y la información oficial disponible de la CARM. De este trabajo se extrae que existen tres grupos de cultivos que son hortalizas, uva de mesa y cítricos con valores de rendimiento muy altos, por encima de los 25000 kg/ha y seguidos de cerca de los frutales, con un rendimiento mayor de 20000 kg/ha (Figura 41). Estas tasas tan altas de producción son debidas a varias razones, entre las que destacan la alta mecanización de las explotaciones agrícolas, el sistema de regadío de goteo especializado y la benigna climatología de las áreas en donde se producen estos cultivos. En el caso contrario están los cultivos de almendro, olivar y cereales con menos de 5000 kg/ha.

De esta forma, se han calculado los ingresos medios que genera cada cultivo en el periodo 2002-2006 (Figura 42). Los cultivos que más ingresos generan son la uva de mesa con más de 14000 euros/ha y, después, los frutales con más de 12000 euros/ha. Por otro lado, el cultivo que menos ingresos genera son el olivar, con unos 3000 euros/ha.

Figura 41. Rendimiento medio de los grupos de cultivos estudiados

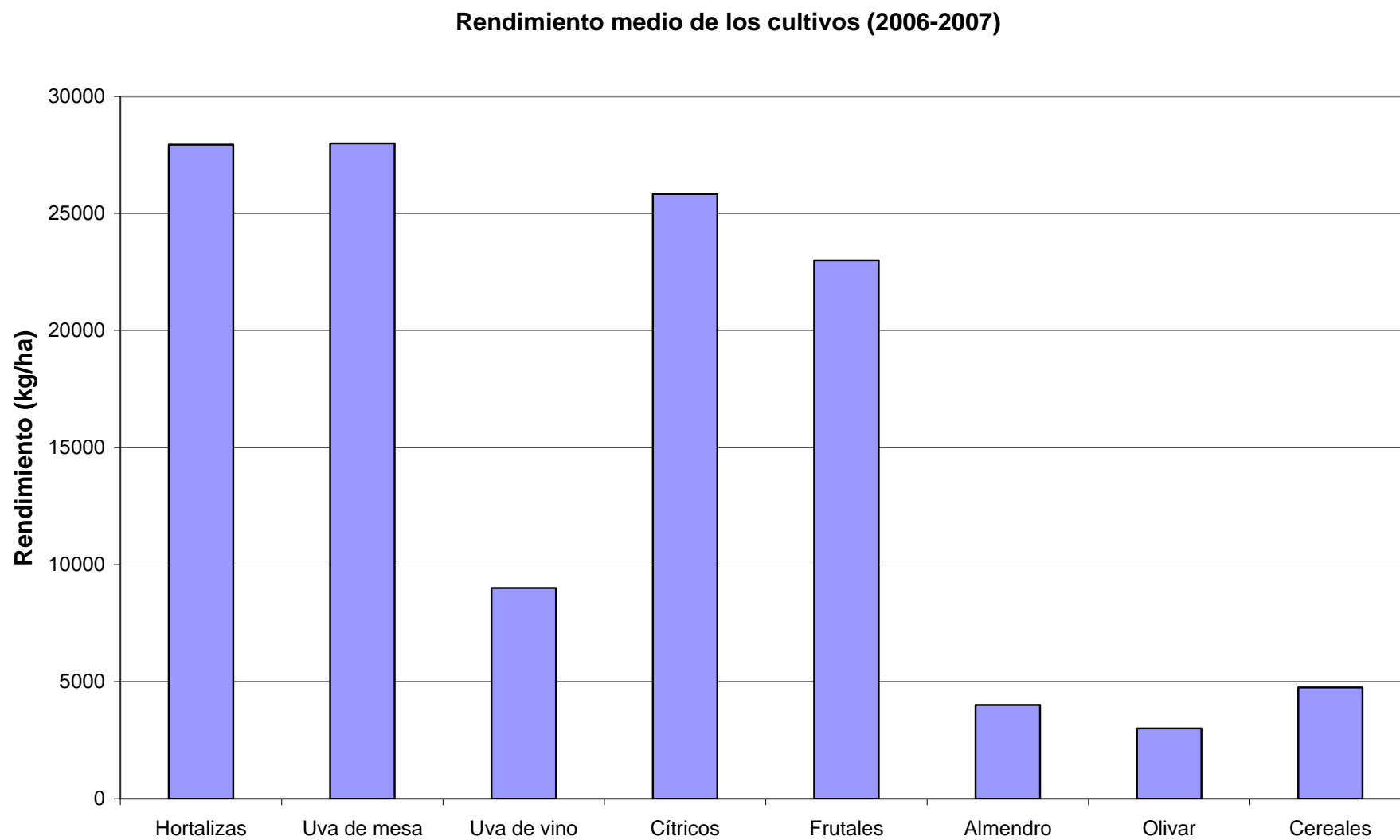
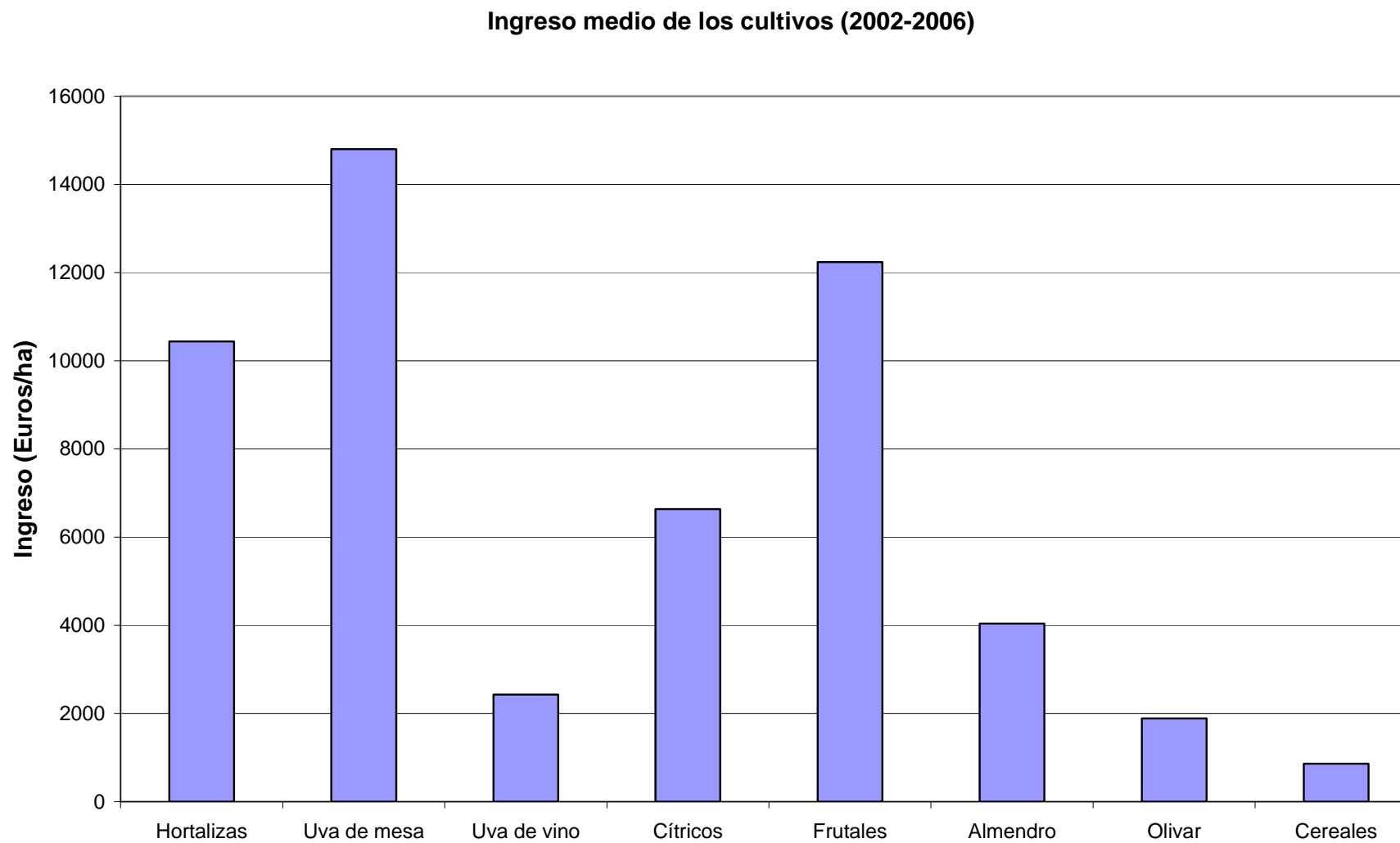


Figura 42. Ingreso medio de los grupos de cultivos analizados (periodo 2002-2006). Fuente: CARM y elaboración propia



3.7.3 Análisis de la rentabilidad agrícola

Este análisis se ha hecho con dos indicadores diferentes. En primer lugar se ha calculado el margen neto que tiene cada cultivo. Para ello, de los ingresos (incluidas subvenciones) se restan los costes directos, los costes de maquinaria y los costes de mano de obra asalariada, para obtener el margen bruto. Del margen bruto se restan los costes indirectos pagados y las amortizaciones y se obtienen el margen neto

Si del margen neto se resta otros costes como la renta de la tierra, los intereses de otros capitales propios y la mano de obra familiar, se obtiene el beneficio neto. Este concepto es muy importante, porque representa la rentabilidad agrícola pura, una vez descontados todos los costes de producción.

Como se ha visto anteriormente, los cultivos de frutales y uva de mesa son los que tienen mayor capacidad de transacción de dinero, ya que las tasas de productividad son muy altas, y a pesar de tener costes elevados, han sido bastante rentables en los últimos años, con la excepción del melocotón, el cual ha dado pérdidas significativas por su bajo valor de mercado. El margen neto medio para estos cultivos se ha cifrado en unos 8000 euros/ha y el beneficio neto en unos 6500 euros/ha (Figura 43). En el caso de la uva de vino los rendimientos son mucho menores (Figura 41), y además, el margen neto es muy reducido (800 €/ha), siendo el beneficio neto prácticamente nulo y por tanto, no están produciendo beneficio al productor primario, es decir al agricultor.

En definitiva, el factor que marca la rentabilidad de los cultivos, en general, es el valor de mercado, el cual es bastante fluctuante. Este hecho hace que la agricultura esté sometida a una incertidumbre anual constate, agravándose este hecho, al tratarse de cultivos leñosos con ciclos largos de amortización, en los que el riesgo a asumir por parte de los agricultores es mayor que en los cultivos herbáceos.

Figura 43. Rentabilidad agrícola de los grupos de cultivos, expresada como Margen Neto y Beneficio Neto. Fuente: elaboración propia

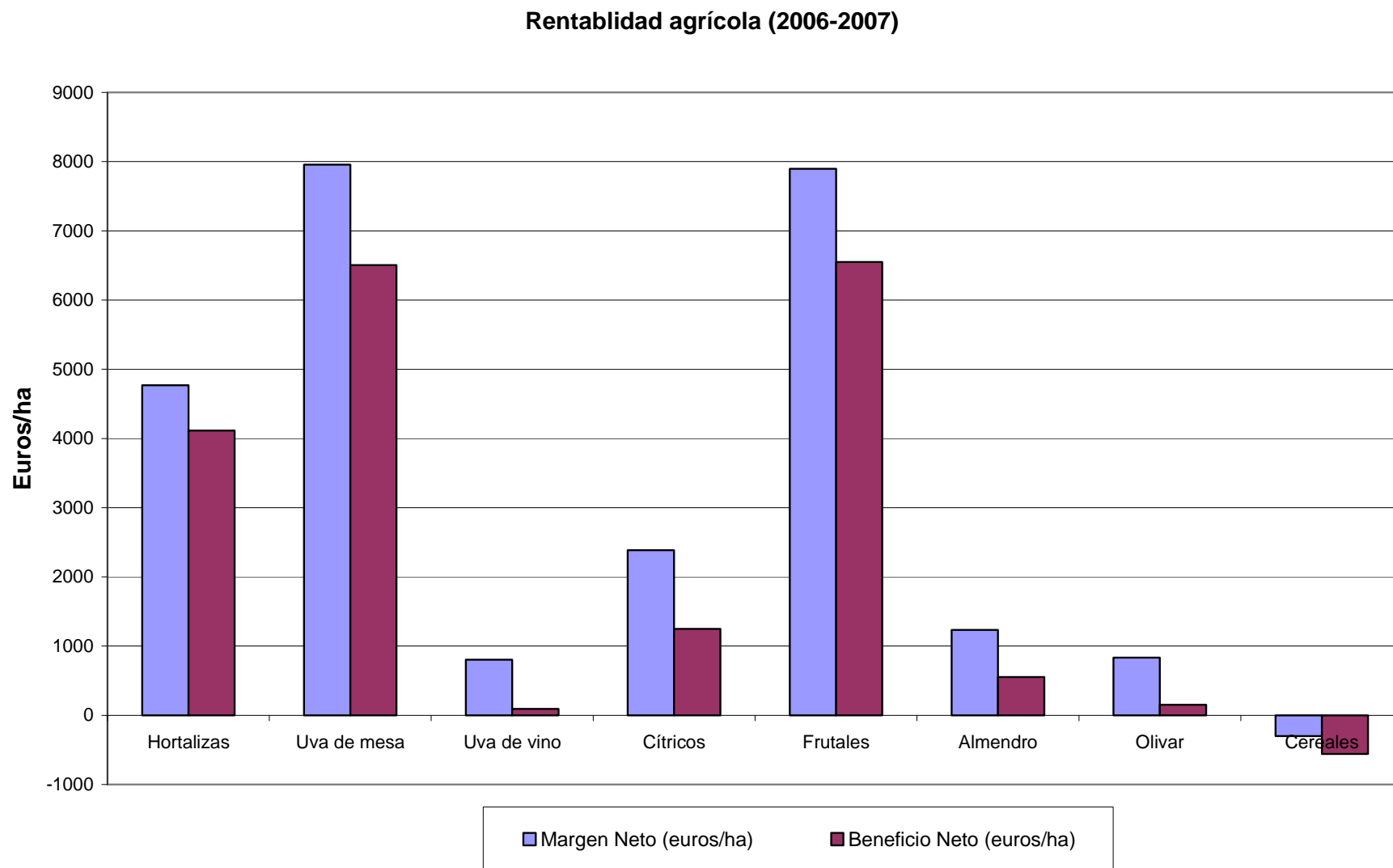


Tabla 53. Rendimientos, costes y márgenes de los cultivos en euros por hectárea (Metodología de Costes del MAPA)

Agrup. cultivos	Cultivo	Rend. (kg/ha)	Rend. medio (kg/ha)	Ingresos (€/ha)	Ingresos medios (€/ha)	C. directos (€/ha)	C. directos medios (€/ha)	C. maquinaria y asalariados (€/ha)	C. medios maquinaria y asalariados (€/ha)	C. indirectos y amortizac (€/ha)	C. medios indirectos y amortizac (€/ha)	Margen neto (€/ha)	Margen neto medio (€/ha)	Otros Costes (€/ha)	Otros Costes medios (€/ha)	Benef. neto (€/ha)	Benef. neto medio (€/ha)
Hortalizas	Alcachofa	18000	27938	12833	10437.83	4248.85	3119.31	1954.93	2009.70	511.15	539.53	6118.25	4769	744.31	657.01	5373.94	4112.28
	Lechuga	33500		13065		4416.48		3777.56		135.63		4735.34		203.00		4532.34	
	Brocoli	19000		9259		2211.62		1521.80		201.76		5323.52		850.78		4472.74	
	Cebolla	70000		11436		3663.31		2539.32		83.18		5150.03		2451.06		2698.97	
	Judía verde aire libre	12000		17667		1639.63		2255.65		2273.50		11498.62		0.00		11498.62	
	Melon aire libre	30000		8968		5053.75		2103.89		142.18		1667.68		534.20		1133.48	
	Alfalfa	16000		2880		1082.47		773.13		141.50		882.90		419.96		462.94	
	Patata	25000		7395		2638.40		1151.32		827.31		2777.97		52.74		2725.23	
Uva de mesa	Uva de mesa	28000	28000	14799	14799.22	2125.21	2125.21	3596.50	3596.50	1120.16	1120.16	7957.35	7957.35	1451.80	1451.80	6505.55	6505.55
Uva de vino	Uva vinificación	9000	9000	2430	2430.00	661.47	661.47	408.99	408.99	557.77	557.77	801.77	801.77	709.64	709.64	92.13	92.13
Cítricos	Limonero	21000	25833	5040	6634.88	1963.84	2222.29	2083.71	1619.81	405.53	408.34	586.93	2384	1442.44	1135.38	-855.51	1249.06
	Naranja	26000		6102		1757.96		1059.84		343.83		2940.58		881.88		2058.69	
	Mandarino	30500		8762		2945.08		1715.88		475.65		3625.83		1081.83		2544.00	
Frutales	Melocotonero	30000	23000	16094	12237.38	2000.59	1702.87	2558.25	2197.90	560.63	438.94	10974.24	7897.67	544.07	1346.76	10430.17	6550.91
	Ciruelo	14000		5955		1758.69		2246.17		317.61		1632.21		2020.68		-388.48	
	Albaricoquero	25000		14664		1349.33		1789.27		438.58		11086.57		1475.52		9611.05	
Almendro	Almendro (con cascara)	4000	4000	4040	4040.00	1430.45	1430.45	1052.83	1052.83	324.86	324.86	1231.86	1231.86	680.04	680.04	551.82	551.82
Olivar	Olivar (kg de aceituna)	3000	3000	1890	1890.00	315.51	315.51	480.00	480.00	261.97	261.97	832.52	832.52	680.04	680.04	152.48	152.48
Cereales	Cebada	4500	4750	725	856.21	248.41	618.29	108.50	260.39	177.03	279.89	190.67	-302.36	0.00	258.28	190.67	-560.63
	Maiz	7500		1425		858.84		613.17		759.05		-806.06		699.61		-1505.67	
	Avena	3000		546		616.67		117.76		45.26		-233.64		91.27		-324.91	
	Trigo	4000		729		749.23		202.14		138.23		-360.40		242.22		-602.62	

Fuente: elaboración propia

4. CONSTRUCCIÓN DEL SSD

4.1 Elección del SSD

La elección del SSD, se llevó a cabo atendiendo a diferentes razones directamente relacionadas con las peculiaridades del caso de estudio. La mayor característica es que, se trata de un sistema hídrico multiacuífero, en el que las variables hidrológicas son independientes para cada sistema acuífero y las variables socioeconómicas si están interrelacionadas y por tanto, se pueden estudiar desde un punto de vista general. Debido a esto, el diseño del SSD debe cumplir unos requisitos para adaptarse y poder reproducir el funcionamiento de un sistema hídrico complejo como este.

El uso de las Redes Bayesianas tiene una serie de ventajas respecto al uso de otros SDD. En primer lugar, una red Bayesiana es una representación de todo el conocimiento de un sistema, en cuanto a los aspectos relevantes que intervienen en su gestión. El proceso de participación activa de los Stakeholders hace que la estructura de la red, formada por las variables introducidas y las relaciones entre ellas, así como los datos que las alimentan, sea una reproducción fidedigna de lo que perciben los grupos de interés, sobre la realidad de la problemática hídrica.

En segundo lugar, el uso de BNs también tiene la ventaja de representar una forma simple de tratar la incertidumbre y eso es atractivo, ya que el uso de modelos matemáticos complicados desanima a los gestores a la hora de implantar estas políticas. Otra ventaja es que la aplicación de la metodología es flexible en cuanto al ámbito de estudio (cuenca, acuífero, etc.), y en cuanto a la estructura, aspecto que le confiere una gran utilidad en el tratamiento y modelización de problemas sin estructura clara, como son los medioambientales. La estructura modular de las BNs, permite que ésta se pueda contraer o expandir, con el fin de capturar aquellas variables relevantes en un determinado análisis concreto. Por último, la existencia de una estructura matemática detrás de una BN, permite que pueda realizarse un análisis de sensibilidad. Este tipo de análisis puede servir, por ejemplo, para evaluar que variables producen el mayor impacto en las variables objetivo, de salida del modelo. Aunque con otros SSD también se pueden realizar análisis de sensibilidad, las BNs permiten distinguir las incertidumbres del sistema desde las incertidumbres del modelo, comprobando las probabilidades estimadas para cada intervención, (Ames, 2002).

No obstante, debido a la complejidad de la estructura del sistema hídrico y al punto de vista hidrogeológico, desde el que ha sido diseñado, la utilización de las redes

bayesianas convencionales no era suficiente para modelizar y reproducir fidedignamente la estructura del sistema hídrico. Por ello, se ha recurrido a las Object Oriented Bayesian Networks (OOBNs). Esta técnica se ha utilizado tradicionalmente en áreas de conocimiento tan dispares como medicina o educación vial; no obstante, la aplicación de esta técnica para el análisis integrado de la gestión de los sistemas hídricos, es totalmente novedosa y abre un campo de actuación muy importante en la gestión de los recursos hídricos.

4.2 Estructura general del SSD

La estructura del modelo de OOBNs reproduce la estructura del sistema real. Teniendo en cuenta que el estudio se ha realizado desde el punto de vista hidrogeológico y, dicho sistema está formado por cuatro masas de agua subterránea independientes, no tiene sentido introducir variables hidrológicas medias; por tanto, se han construido cuatro OOBNs, una para cada acuífero involucrado y su superficie de regadío asociada (subnetworks) (Figura 45). Además, teniendo en cuenta que los aspectos socioeconómicos si están relacionados entre si, se ha construido una quinta OOBN (overall network) (Figura 44), que es capaz de calcular el valor medio de las variables que describen el comportamiento socioeconómico del sistema hídrico en cuestión.

Aunque las variables de las redes están interrelacionadas entre sí, se pueden distinguir dos partes principales en cada subnetwork, la parte hidrológica y la parte socioeconómica. Cada una de ellas está formada por una serie de variables que están afectadas por las intervenciones de gestión propuestas de antemano.

Figura 44. Overall OOBN definida para el modelo

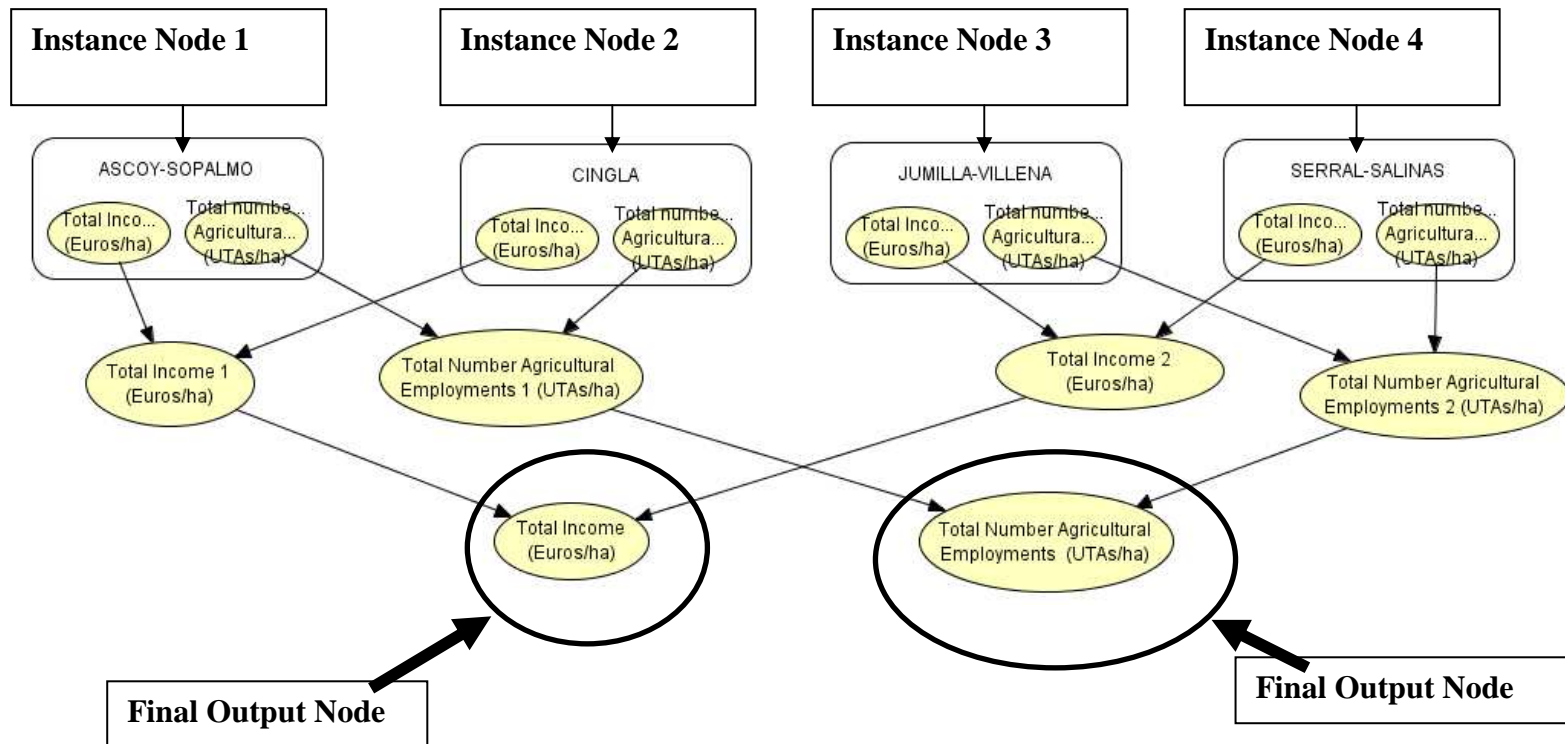
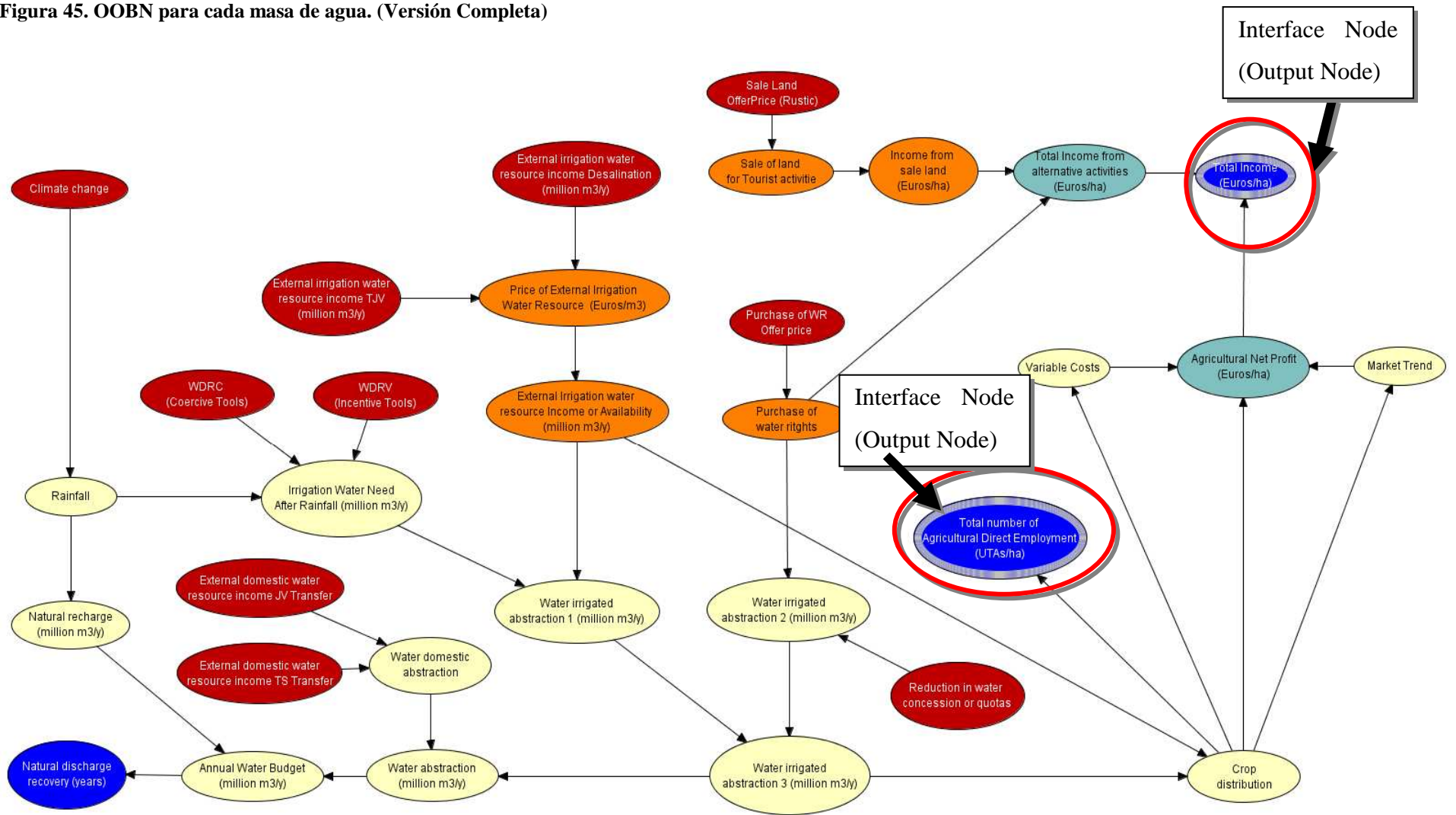


Figura 45. OOBN para cada masa de agua. (Versión Completa)



4.3 Descripción de variables introducidas en el SSD

Las variables introducidas al Sistema de Soporte a la Decisión son de diferente naturaleza y además, son lo suficientemente representativas para describir y articular el sistema hídrico real. Aunque se han utilizado las mismas variables para todas las redes, el número de ellas no es exactamente el mismo para todas ellas, debido a que cada sistema acuífero tiene unas características propias que le hacen diferente al resto.

Las variables están divididas en cinco grupos atendiendo a la función que desempeñan en cada red (Tabla 54). En primer lugar, las variables padre no dependen de ninguna otra y muchas de ellas, además, son en sí mismas intervenciones de gestión propuestas en el estudio; posteriormente se han definido las variables que no son padres, pero que desarrollan también intervenciones de gestión. Por otro lado, se han definido objetivos parciales y finales para evaluar los impactos que se generan en ellas. El resto de variables son las llamadas “Intermediate Nodes”, que forman parte de la estructura de la red.

Por otro lado, se han definido un tipo de variables que son las llamadas “Interface Nodes”, que son “Total Income” y “Total Number of Agricultural Direct Employment”. Estas variables son las que forman las cuatro “Instance Nodes” de la quinta red, una para cada acuífero.

Las BNs permiten la introducción de variables cualitativas y cuantitativas. Las primeras son las que se refieren a aspectos incontables (Market Trend, Binaries, etc) y las segundas tratan aspectos cuantificables, es decir que se pueden medir numéricamente (precipitación, balance hídrico, etc).

Tabla 54. Variables del modelo de OOBNs

GROUP	NAME	EXPLANATION
1. Parents	Climate Change	% Annual Rainfall Reduction
	*WDRC (Coercive Tools)	% Reduction of Agriculture Water Demand Applying Coercive Tools
	*WDRV (Incentive Tools)	% Reduction of Agriculture Water Demand Applying Incentive Tools
	*External irrigation water resource income TJV	million m3/y
	*External irrigation water resource income Desalinitation	million m3/y

	*Purchase of WR Offer price	Euros/ha
	*External domestic water resource income JV Transfer	Boolean (Y/N)
	*External domestic water resource income TS Transfer	Boolean (Y/N)
	*Reduction in water concession or quotas	% Reduction in total water quotas assigned
	Sale Land Offer Price (Rustic)	Euros/ha
2. Interventions Developer	Price of External Irrigation Water Resource	Euros/m3
	External Irrigation water resource Income or Availability	million m3/y
	Purchase of water rights	% Water Rights sold by the farmers
	Sale of land for Tourist activities	% Irrigated Crop Area sold
	Income from sale land	Euros/ha
3. Intermediate Nodes	Rainfall	Annual Average Rainfall (mm/year)
	Natural recharge	million m3/y
	Irrigation Water Need After Rainfall	million m3/y
	Water irrigated abstraction 1	million m3/y
	Water irrigated abstraction 2	million m3/y
	Water irrigated abstraction 3	million m3/y
	Water domestic abstraction	Binary (Current Abstraction/None)
	Water abstraction	million m3/y
	Annual Water Budget	million m3/y
	Crop distribution	% Crop surface
	Market Trend	Trend of crops prices in the last 5 years
Variable Costs	% Increasing above Retail Price Index (RPI) RPI: 4,5 %	
4. Partial Objectives	Total Income from alternative activities	Euros/ha
	Agricultural Net Profit	Euros/ha
5. Final Objectives	Total Income	Euros/ha
	Natural discharge recovery	years
	Total number of Agricultural Direct Employment	Number of employments/ha

4.4 Estructura de la parte socioeconómica del SSD

La estructura de la parte socioeconómica (Figura 46), tiene dos partes claramente diferenciadas. En primer lugar, la parte agro económica que consta de cinco variables,

las cuales son “Crop Distribution”, “Variable Costs”, “Market Trend”, “Agricultural Net profit” y “Total Number of Agricultural Employments”. La variable “Crop Distribution” está descrita en el siguiente epígrafe (Tabla 61). Por otro lado, el nodo “Variable Costs” (Tabla 56) está referido a un incremento porcentual sobre el Índice de Precios al Consumo (IPC). Esta variable depende de la variable “Crop Distribution”. La variable “Market Trend” (Tabla 57), es cualitativa y refleja la tendencia de los precios del mercado en los últimos 5 años. Esta variable también depende de la variable “Crop Distribution”. A continuación, la variable “Agricultural Net Profit” (Tabla 55), indica el beneficio neto obtenido por cada distribución de cultivos. Este nodo representa un output del estudio agroeconómico y depende de las otras tres variables anteriores. Por último, la variable “Total Number of Agricultural Employments” (Tabla 58), representa el otro output del estudio y depende únicamente de la variable “Crop Distribution”.

Tabla 55. Estados de la variable “Agricultural Net profit”

VARIABLE	ESTADOS	Descripción del estado
Agricultural Net Profit (Euros/ha)	0-1000	Menor beneficio neto
	1000-5000	Intermedio
	5000-10000	Mayor beneficio neto

Tabla 56. Estados de la variable “Variable Costs”

VARIABLE	ESTADOS	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
Variable Costs	No Incremento	Incremento igual al IPC
	5%	Incremento del 5 % por encima del IPC
	10%	Incremento del 10 % por encima del IPC

Tabla 57. Estados de la variable “Market Trend”

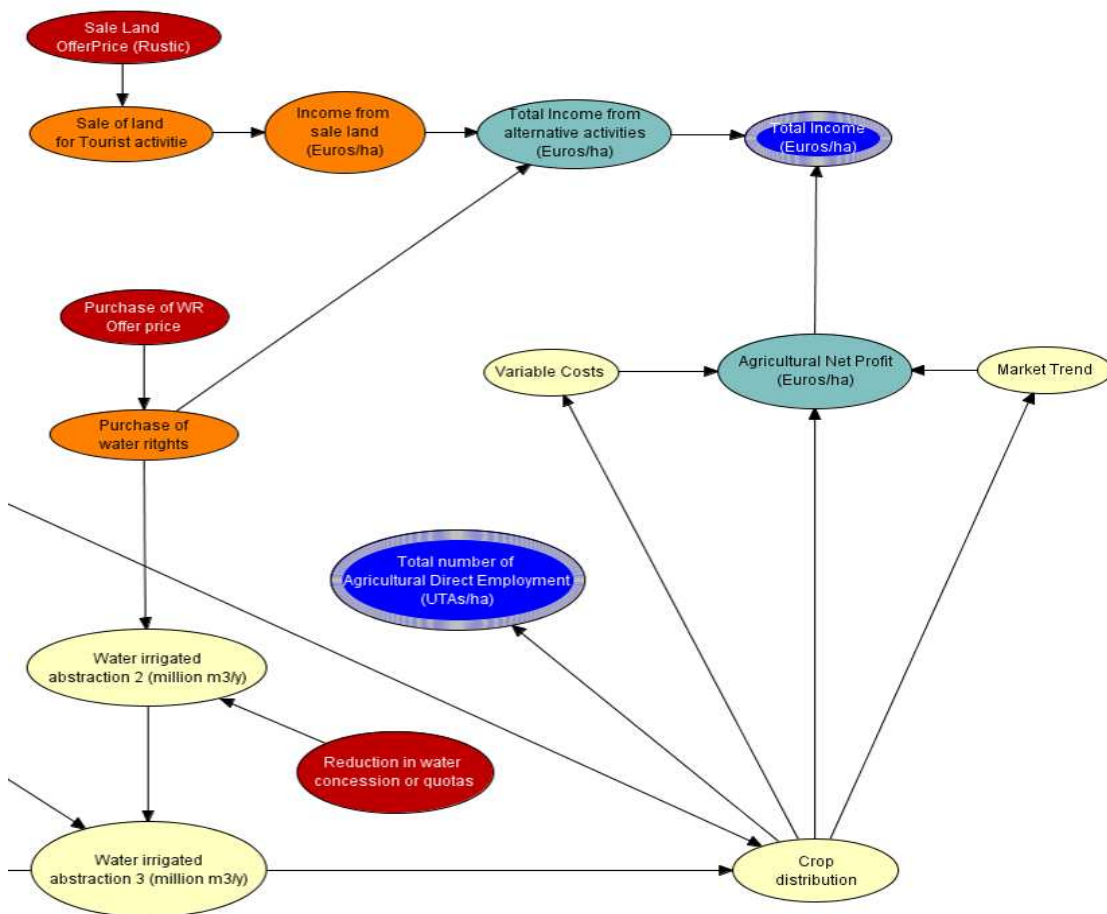
VARIABLE	ESTADOS	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
Market Trend	Strong Decrease Prices	Descenso acusado de precios
	Light Decrease Prices	Descenso suave de precios
	Steady	Estabilidad de precios
	Light Increase Prices	Ascenso suave de precios
	Strong Increase Prices	Ascenso acusado de precios

Tabla 58. Estados de la variable “Total Number of Agricultural Employments”

VARIABLE	ESTADOS	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO
Total Number of Agricultural Employments	0-0.1	De cero a 0.1 empleos por hectárea y año
	0.1-0.3	De 0.1 a 0.3 empleos por hectárea y año
	0.3-0.4	De 0.3 a 0.4 empleos por hectárea y año

En segundo lugar, se ha introducido la parte económica procedente de actividades no agrícolas. Para esto, se han analizado la renta procedente de la posible venta de terrenos y la venta de derechos del agua. Esta parte, por tanto, consta de cinco variables que son “Sale Land Offer Price (Rustic)”, “Income from sale land”, “Purchase of WR Offer price”, “Purchase of Water Rights” y, “Total Income from alternative activities”. Los estados de estas variables no son descritos en este informe. Por último, la variable output “Total Income” es la que resume la renta global, que consta de una parte agraria y otra parte no agraria.

Figura 46. Parte socioeconómica de cada subnetwork.



4.5 Incorporación de los aspectos agros económicos al SSD

Todo el estudio agro económico realizado ha sido diseñado con el objetivo de poder incorporarse al sistema de soporte a la decisión propuesto. Para ello, se ha realizado una estructuración y tratamiento de los datos, directamente dirigida a la incorporación de los aspectos ago económicos al SSD.

4.5.1 Análisis de la tipología y clasificación de cultivos

El estudio agro económico consta del análisis de 22 cultivos, que han sido agrupados en 8 grupos (Tabla 59). El cultivo mayoritario, en términos de superficie, es el frutal no cítrico (FNC), seguido de cerca por la uva de vino (Figura 27). Se realizó además un análisis de cultivos y de la estructura de la tierra en cada nivel de agregación (ver aptdo. anterior), desde escala regional a escala de explotación. No obstante, teniendo en cuenta que el Sistema de Soporte a la Decisión (SSD) diseñado trabaja a escala de acuífero, un reajuste de enfoque es necesario para ser más preciso en la modelación. Como se ha visto en otros apartados, el sistema hídrico consta de cuatro acuíferos con cuatro áreas de regadío asociadas a cada uno. Por esta razón, hay también una distribución de cultivos específica para cada área de riego. Estas zonas de riego están situadas en diferentes comarcas agrícolas y por eso, adoptan las distribuciones propias de cada comarca a la que pertenecen. No obstante, como los acuíferos Serral-Salinas (SS) y Jumilla Villena (JV) están compartidos entre la cuenca del Júcar y la del Segura, sus áreas de riego también son compartidas y su distribución de cultivos son una mezcla de varias comarcas agrarias. Por otro lado, las otras dos áreas de riego pertenecientes a los acuíferos Cingla y Ascoy-Sopalmo, tienen una distribución de cultivos equivalente con la de sus comarcas agrarias. (Noreste y Río Segura, respectivamente)

Tabla 59. Cultivos y grupos de cultivos considerados para el modelo

GRUPO DE CULTIVOS	CULTIVOS
Hortalizas (VEG)	Alcachofa
	Lechuga
	Brocoli
	Cebolla
	Judías verdes
	Melon
	Alfalfa
	Patatas
Uva de Mesa (TGV)	Uva de mesa
Uva de Mesa (WGV)	Uva de vino
Cítricos (CIT)	Limonero
	Naranja
	Mandarino
Frutales (FNC)	Melocotonero

	Ciruelo
	Albaricoquero
Almendo (ALM)	Almendra (con cáscara)
Olivar (OLV)	Olivar (kg oliva)
Cereales (CER)	Cebada
	Maíz
	Avena
	Trigo

Estos grupos de cultivos han sido agrupados, a su vez, en cuatro asociaciones de cultivos, atendiendo a los requerimientos hídricos de cada uno de ellos, a su rentabilidad y finalmente a su extensión (Tabla 60). De esta forma, se han asociado aquellos cultivos con un comportamiento similar, no solo para facilitar el desarrollo de este modelo agro económico sino también para la introducción efectiva en el SSD.

Tabla 60. Asociaciones de cultivos

ASOCIACIÓN DE CULTIVOS	COD_ASOCIACION
CITRICS, FRUITS NON CITRICS AND VEGETABLES	CIT+FNC+VEG
ALMOND, OLIVE Y WINE GRAPE VINE	ALM+OLV+WGV
TABLE GRAPE VINE	TGV
CEREALS	CER

Una vez que las asociaciones de cultivos habían sido bien establecidas, se definieron cuatro distribuciones de cultivos, (Tabla 61). La distribución D1 es la actual y es una mezcla de cada asociación de cultivos, únicamente cambiando los porcentajes de cada asociación dependiendo del área de regadío del que se trate. Las D2 y D3 han sido establecidas, no solo porque ambas representan situaciones extremas y opuestas en cuanto a requerimiento hídrico, sino también porque son situaciones reales que podrían llegar a darse gracias a las condiciones climáticas de la zona. De esta forma D2 representa la máxima rentabilidad y requerimiento hídrico, y por el contrario, D3 representa la situación mínima de ambos conceptos. Finalmente la distribución D4, que representa la agricultura de secano, se ha introducido con el objetivo de analizar esta posibilidad extrema de los cultivos que puedan adaptarse a estas condiciones.

Tabla 61. Estados de la variable “Crop Distribution” dentro del modelo de OOBNs

VARIABLE	CROP DISTRIBUTION (STATES)	SCENARIOS CD_DESCRIPTION
Crop Distribution	D1 Distribución actual	Mezcla de cultivos actual
	D2	100% CIT+FNC+VEG
	D3	100% ALM+OLV+WGV
	D4	Agricultura de secano

4.5.2 Distribución de cultivos. Requerimiento hídrico

En la parte del estudio perteneciente a la cuenca del Segura, la demanda bruta de agua para regadío de las áreas cultivadas suplidas por los cuatro acuíferos del estudio es unos $134,8 \cdot 10^6$ m³/año, para un total de unas 30.000 hectáreas. Los cultivos mayoritarios son los frutales no cítricos tales como melocotón, ciruela y albaricoque, que ocupan el 35% del total del área regada (ver Figura 27, aptdo 6.3.4), pero que suponen el 58% del total de demanda hídrica (ver Figura 28, aptdo 6.3.4)). Por el contrario, los viñedos para uva de vino ocupan el 25% de la superficie regada pero esto solamente supone el 7 % de los requerimientos hídricos. Por otro lado, la zona de estudio perteneciente a la cuenca del Júcar, contiene grandes zonas de cultivos de regadío en las comarcas del Alto y Medio Vinalopó, y in Campo de Alicante (unas 40,000 hectáreas, en total), con unos requerimientos hídricos de unos $155 \cdot 10^6$ m³/año. Esta cantidad está parcialmente suplida (unos $29 \cdot 10^6$ m³/año), por los acuíferos Jumilla-Villena y Serral-Salinas, pertenecientes a este estudio. Por tanto, el total de demanda hídrica bruta del sistema completa es de unos $164 \cdot 10^6$ m³/año.

En la actualidad, la demanda hídrica neta del sistema completo es de unos $148 \cdot 10^6$ m³/año, cantidad que es ligeramente mayor a la explotación por bombeo en los cuatro acuíferos estudiados usada para regadío ($128 \cdot 10^6$ m³/año).

La Confederación Hidrográfica del Segura ha realizado una serie de estudios en esta zona, para determinar la demanda óptima de cada cultivo, para cada área de regadío suplida por los acuíferos del estudio. La principal conclusión del estudio es que el consumo de agua por cultivo, en la actualidad, se sitúa muy cerca del óptimo e incluso algo por encima de él, en algunos casos. Por esta razón, hasta el momento se puede decir que los agricultores disponen de agua suficiente para satisfacer las necesidades hídricas de sus actuales producciones agrícolas, y por tanto no hay infradotación.

Como se ha mencionado anteriormente, las cuatro distribuciones, corresponden con situaciones preestablecidas de antemano. Cada área de regadío perteneciente a cada acuífero tiene un valor diferente de requerimiento hídrico, debido su diferente composición de cultivos (Tablas 66, 67, 68 y 69). La última distribución considerada (D4) no aparece en las tablas siguientes, debido a que se trata de agricultura de secano.

Como se puede observar en las tablas siguientes hay una gran variación en el requerimiento hídrico de las tres distribuciones. La distribución D3 implicaría una reducción de más de la mitad del actual requerimiento hídrico. Por el contrario, la existencia de una distribución D2 implicaría una demanda de agua de casi 220×10^6 m³/año, lo que representa una cantidad notablemente superior a la actual.

Tabla 62. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	AREA DE RIEGO (ha)	REQUERIMIENTO HÍDRICO (m3/y)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (17%) ALM+OLV+WGV (68%) TGV (15%) CER (0%)	5000	11,22 *10 ⁶
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	5000	24,25*10 ⁶
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	5000	5,36*10 ⁶

Tabla 63. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	AREA DE RIEGO (ha)	REQUERIMIENTO HÍDRICO (m3/y)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (40%) ALM+OLV+WGV (35%) TGV (25%) CER (0%)	8000	35,68*10 ⁶
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	8000	67,20*10 ⁶
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	8000	18,50*10 ⁶

Tabla 64. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	AREA DE RIEGO (ha)	REQUERIMIENTO HÍDRICO (m3/y)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (20%) ALM+OLV+WGV (66%) TGV (3%) CER (11%)	8000	24,6*10 ⁶
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	8000	53,36*10 ⁶
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	8000	12*10 ⁶

Tabla 65. Requerimiento hídrico neto para las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo

COD_CD	CROP DISTRIBUTIONS (SCENARIOS)	AREA DE RIEGO (ha)	REQUERIMIENTO HÍDRICO (m3/y)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (76%) ALM+OLV+WGV (14%) TGV (10%) CER (0%)	8000	45,66*10 ⁶
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	8000	73,65*10 ⁶
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	8000	20,78*10 ⁶

4.5.3 Distribución de cultivos. Beneficio Neto

En este análisis, se ha tenido en cuenta el concepto de Beneficio neto, el cual se obtiene de restarle al Margen Neto el coste de la mano de obra propia y el de la renta de la tierra. De esta forma, este beneficio representa el ingreso real que el agricultor percibe por la actividad de su tierra. El beneficio neto de cada distribución de cultivos y para cada superficie de regadío aparece en las tablas siguientes (Tablas 66, 67, 68 y 69). El área cultivada más rentable, en la actualidad, es la regada por el acuífero Ascoy-Sopalmo, debido a la predominancia de los cultivos de frutales. No obstante,

debido a esta misma razón, el impacto generado por un posible cambio a cultivos mucho menos consumidores de agua, hace que el impacto económico de este fuera mucho más grave y perjudicial en esta zona.

Tabla 66. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	BENEFICIO NETO (euros/ha)	PRODUCTIVIDAD DEL AGUA (euros/m3)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (17%) ALM+OLV+WGV (68%) TGV (15%) CER (0%)	2098,79	1,34
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	5986,50	1,48
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	156,00	0,80

Tabla 67. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	BENEFICIO NETO (euros/ha)	PRODUCTIVIDAD DEL AGUA (euros/m3)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (40%) ALM+OLV+WGV (35%) TGV (25%) CER (0%)	4014,35	1,14
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	6427,50	0,84
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	125,00	0,36

Tabla 68. Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	BENEFICIO NETO (euros/ha)	PRODUCTIVIDAD DEL AGUA (euros/m3)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (20%) ALM+OLV+WGV (66%) TGV (3%) CER (11%)	1365,45	0,69
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	5741,50	1,03
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	127,00	0,55

Tabla 69. . Beneficio neto de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo

COD_CD	DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS (ESCENARIOS)	BENEFICIO PRODUCTIVIDAD	
		NETO (euros/ha)	DEL AGUA (euros/m3)
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (76%) ALM+OLV+WGV (14%) TGV (10%) CER (0%)	4706,36	1,04
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	5257,00	0,71
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	436,00	0,43

4.5.4 Distribución de cultivos. Número de empleos directos agrícolas

Otra variable socioeconómica estudiada ha sido la del número de empleos agrícolas directos generados por cada distribución de cultivos propuesta y para cada área de regadío, en términos de Unidad de Trabajo Año (UTA/año) (Tablas 70, 71, 72 y 73). La superficie de regadío asociada con el acuífero Ascoy-Sopalmo es la que crea más empleo por unidad de superficie y la que menos potencialidad tiene de crecer, ya que se sitúa más cerca del máximo (Tabla 73). Por el contrario, el área cultivada perteneciente al acuífero Cingla es la que menos empleo genera, debido al tipo de cultivo predominante en la zona. Debido a esto, esta zona es la que menos impacto sufriría, en cuanto a la pérdida de empleos, en el caso de pasar a la distribución de cultivos 3 (D3).

Tabla 70. Unidad de trabajo año por hectárea y año. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Serral-Salinas

COD_CD	CROP DISTRIBUTIONS	UTA/ha año
D1 (Current)	CIT+FNC+VEG (17%) ALM+OLV+WGV (68%) TGV (15%) CER (0%)	0,17
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	0,41
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	0,05

Tabla 71. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Jumilla-Villena

COD_CD	CROP DISTRIBUTIONS	UTA/ha año
D1	CIT+FNC+VEG (40%) ALM+OLV+WGV (35%) TGV (25%) CER (0%)	0,29

(Current)		
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	0,41
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	0,05

Tabla 72. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Cingla

COD_CD	CROP DISTRIBUTIONS	UTA/ha año
D1		
(Current)	CIT+FNC+VEG (20%) ALM+OLV+WGV (66%) TGV (3%) CER (11%)	0,14
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	0,41
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	0,05

Tabla 73. Unidad de trabajo año por hectárea. Número de empleos agrícolas por hectárea de las distribuciones de cultivos para el área de regadío asociada a la M.A.S Ascoy-Sopalmo

COD_CD	CROP DISTRIBUTIONS	UTA/ha año
D1		
(Current)	CIT+FNC+VEG (76%) ALM+OLV+WGV (14%) TGV (10%) CER (0%)	0,42
D2	CIT+FNC+VEG (100%) ALM+OLV+WGV (0%) TGV (0%) CER (0%)	0,49
D3	CIT+FNC+VEG (0%) ALM+OLV+WGV (100%) TGV (0%) CER (0%)	0,05

4.5.5 Discretización de las CPT's

En base a estos resultados y a la información cualitativa obtenida en campo a través de encuestas y formularios, se ha realizado el proceso de discretización de las tablas de probabilidad condicionada, para todas las variables socioeconómicas. De este modo, se han discretizado las CPT's de las variables "Crop Distribution" (Tabla 77), "Variable Costs" (Tabla 74), "Market Trend" (Tabla 75), "Agricultural Net Profit", y "Total Number of Agricultural Employments" (Tabla 76). Evidentemente, las CPT's pertenecientes a cada subnetwork están discretizadas con unos valores de probabilidades diferentes, en función de los valores numéricos calculados de antemano.

Cada CPT perteneciente a una variable, es una función de probabilidad, que describe el comportamiento cambiante de dicha variable, bajo diferentes situaciones en las que se encuentren sus nodos predecesores.

Tabla 74. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Variable Costs”

Crop Distributions	D1 (Current)	D2 (Higuest irrigation Requirement)	D3 (Lowest Irrigation Requirment)	D4 (Dry Farming)
No Increasing	0.7	0.4	0.7	0.8
5%	0.2	0.4	0.3	0.2
10%	0.1	0.2	0	0

Tabla 75. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Market Trend”

Crop Distributions	D1 (Current)	D2 (Higuest irrigation Requirement)	D3 (Lowest Irrigation Requirment)	D4 (Dry Farming)
Strong Decreas Prices	0.1	0.1	0	0
Light Drecrease Prices	0.2	0.2	0.1	0.2
Steady	0.4	0.3	0.8	0.6
Light Increase Prices	0.2	0.2	0.1	0.2
Strong Increase Prices	0.1	0.2	0	0

Tabla 76. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Total Number of Agricultural Employments” (Subnetwork Serral-Salinas)

Crop Distributions	D1 (Current)	D2 (Higuest irrigation Requirement)	D3 (Lowest Irrigation Requirment)	D4 (Dry Farming)
0-0.1	0.3	0	1	1
0.1-0.3	0.7	0.05	0	0
0.3-0.4	0	0.95	0	0

Tabla 77. Estados y CPT (Tabla de probabilidad condicional) de la variable “Crop Distribution” (Subnetwork Serral-Salinas)

External Irrigation Water Resource Income	0				0-5				5-10			
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
Water Irrigated Abstraction												
D1 (Current)	0	0.8	1	0.5	0.4	0.8	0.9	0.3	1	1	0.7	0.1
D2 (Higuest irrigation Requirement)	0	0	0	0.5	0	0	0.1	0.7	0	0	0.3	0.9
D3 (Lowest Irrigation Requirment)	0.7	0.2	0	0	0.5	0.2	0	0	0	0	0	0
D4 (Dry Farming)	0.3	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0

5. CONCLUSIONES

Este estudio agroeconómico forma parte de un capítulo de estudios sectoriales, dentro de una metodología más amplia propuesta para abordar un análisis integrado de la gestión del agua subterránea. Además, este trabajo ha sido diseñado con el objetivo de facilitar su incorporación e integración en el SSD propio creado. De esta forma, para esta investigación se han realizado otros estudios sectoriales de detalle, como el hidrogeológico, básicos para comprender el funcionamiento integrado del sistema hídrico en cuestión.

La extremada presión a la que están sometidos los sistemas acuíferos de la zona de estudio es el fruto de una inadecuada gestión hídrica. La situación actual presenta tasas de explotación muy por encima de los recursos renovables disponibles, con un futuro a medio-largo plazo de agotamiento físico de los sistemas acuíferos.

La agricultura es la actividad productiva mayoritariamente responsable de esta situación, ya que consume el 90% de los recursos que se extraen de los acuíferos. Por tanto, su regulación y gestión es básica, si se quiere seguir conseguir una buena planificación hídrica tendente a la sostenibilidad. Por otro lado, también es cierto que la agricultura es la principal actividad productiva de la zona, y ha alcanzado altas cotas de rentabilidad (más de 8000 euros/ha para uva de mesa), además de generar más de 11000 empleos directos en la zona y una función social muy importante; a ello hay que añadirle los puestos indirectos relacionados con la industria agroalimentaria. Estas cifras dan una idea de la “revolución” que tendría que realizarse para revertir la situación. Además, cualquier intervención de gestión produciría unos impactos de diversa índole que hay que evaluar y cuantificar adecuadamente, para lo cual se está diseñando el SSD.

REFERENCIAS

- AMOPA (2007). Estudio General de la Estructura y Balance Agro económico de las explotaciones agrícolas de la región de Murcia. AMOPA (Asociación Murciana de organizaciones de productores agrarios) y CAAM (Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente). Murcia
- Aragonés, J.M., Codina, J., Llamas, M.R., (1996). Importancia de las Comunidades de Usuarios de Aguas Subterráneas (CUAS). *Revista de Obras Públicas*, 3355, 77-78.
- Bacon, P.J., J. Cain y D. C. Howard. 2002. Belief network models of land manager decisions and land use change. *Journal of Environmental Management*, vol. 65, pp. 1-23.
- Batchelor, C. y J. Cain. 1999. Application of belief networks to water management studies. *Agricultural Water Management*, vol. 40, pp. 51-57.
- Bromley, J., J. Cruces, M. Acreman, L. Martínez y M.R. Llamas. 2005. The use of Hugin to develop Bayesian networks as an aid to integrated water resource planning. *Environmental Modelling & Software*. Vol. 20, pp. 231-242.
- C.H.G. 2007a. Plan Especial del Alto Guadiana: Definición del Ámbito Territorial. Confederación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medioambiente, ed.
- C.H.G. 2007b. Plan Especial del Alto Guadiana: Documento de Síntesis. Confederación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medioambiente, ed.
- C.H.G. 2007c. Anuncio de la Confederación Hidrográfica del Guadiana sobre Régimen de Explotación para el año 2008 de la Unidad Hidrogeológica Mancha Occidental. Confederación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medioambiente edn.
- Cain, J., C. Batchelor y D. Waughray. 1999. Belief networks: a framework for the participatory development of natural resource management strategies. *Environment, Development and Sustainability*, vol. 1, pp. 123-133.
- Cain, J. 2001. *Planning improvements in natural resources management. Guidelines for using Bayesian networks to support the planning and management of development programmes in the water sector and beyond*. Centre for Ecology and Hydrology. Wallingford, UK.

- Cain, J., K. Jinapala, I. W. Makin, B. R. Somaratha, B. R. Ariyaratna y L. R. Perera. 2003. Participatory decision support for agricultural management. A case study from Sri Lanka. *Agricultural Systems*, vol. 76, pp. 457-482.
- Carbognin L, Gatto P, Mozzi G et al. (1977) Venice Subsidence Case History 9.3. In IAHS-AISH (eds) Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal p 161-174. Reprinted from IAHS-AISH Publication No. 121, 1977, p. 65-81, by permission.
- CEC (Commission of the European Communities). 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* L327, pp. 1–72.
- Charles D (1991) Squeezing the deserts dry. *New sci*, 14 september p 30-34
- Custodio, E. (2002). Aquifer Overexploitation: What does it mean?. *Hydrogeology Journal*, Vol. 10, pp. 254-277.
- Downs TJ, Mazari Hiriart M, Domínguez-Mora R, Buffet IH (2000) Sustainability of least cost policies for meeting Mexico City's future water demand. *Water Resource Res* 36(8): 2321-2329
- De la Hera, A. 2002. Caracterización de los humedales de la cuenca alta del Guadiana. En: C. Coletto, L. Martínez-Cortina & M.R. Llamas, eds. *Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales*, Fundación Marcelino Botín, ed. Mundiprensa, Madrid, pp. 165-196.
- Evans, L.T. and Fischer, R.A., (1999) Yield Potential: Its Definition, Measurement, and Significance. *Crop Sci.* 39, 1544-1551.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2004. <http://www.fao.org/es/ESA/fsecur-s.htm>.
- Fereres, E., 2001. El ahorro sistemático del agua en la agricultura de regadío. Actas del Symposium: Las nuevas tecnologías hacia la agricultura sostenible. XX Aniversario del ITAP. Servicio de publicaciones de la Diputación Provincial de Albacete. Albacete, España
- Giupponi, C., J. Mysiak, A. Fassio y V. Cogan. 2004. MULINO-DSS: a computer tool for sustainable use of water resources at the catchment scale. *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 64, no. 1, pp. 13-24.

- Henriksen, H.J., P. Rasmussen, G. D. Brandt, D. Von Bülow and F. V. Jensen. 2007. Public participation modelling using Bayesian networks in management of groundwater contamination. *Environmental Modelling & Software*, vol. 22, no. 8, pp. 1101-1113.
- IFPRI (International Food Policy Research Institute), 1999. World Food Prospects: Critical Issues for the Early Twenty First Century. Washington, DC. 49 pp.
- Iglesias, E. 2002. La gestión de las aguas subterráneas en el acuífero Mancha Occidental. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, vol. 2, no. 1, pp. 69-88.
- I.N.E. 1999. Censo Agrario. Instituto Nacional de Estadística, ed.
- JCCM (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha). 2006. Cifras del sector agrario. Superficies de cultivos por municipios. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Comunidad de Castilla-La Mancha, Toledo.
- JCCM (Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha). 2005. Cifras del sector agrario. Superficies de cultivos por municipios. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Comunidad de Castilla-La Mancha, Toledo.
- Loomis, R.S., Connor. D.J., 1992. Crop Ecology. Productivity and management in agricultural systems. pp. 538. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Loukas A, Mylopoulos N, Vasiliades L (2007) A modeling system for the evaluation of water resources management strategies. In Thessaly, Greece Water Resour Manage 21:1673–1702
- Fornés, J.M., A. de la Hera y M. R. Llamas. 2005. The silent revolution in groundwater intensive use and its influence in Spain. *Water Policy*, vol. 7, pp. 253-268.
- Llamas, M. R. 2005. *Lecciones aprendidas en tres décadas de gestión de las aguas subterráneas en España y su relación con los ecosistemas acuáticos*. Universidad Autónoma de Madrid ed., Spain.
- Llamas, M. R. y P. Martínez-Santos. 2006. Baseline Condition Report. Proyecto Newater (nº 511179-2)-DG Investigación, Comisión Europea. – Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Llamas MR, Martínez-Santos P, De la Hera A (2006) Dimensions of sustainability in regard to groundwater resources: an overview. Inaugural Lecture In: IGME (ed) abstract and proceedings of International Symposium on Groundwater Sustainability ISGWAS Alicante, Spain/24-27 January, 2006. IGME Madrid 2006 ISBN: 84-7840-617-4 p 5

- Martín de Santa Olalla, F., De Juan Valero, A., (2001). El uso del agua en una agricultura sostenible. En: F. Martín de Santa Olalla (coord.). Agricultura y Desertificación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Martín de Santa Olalla, F., Calera, A., Domínguez, A., (2003). Monitoring irrigation water use by combining irrigation advisory service, and remotely data with a geographic information system. *Agr. Water Manage.* 61, 111-124.
- Martínez-Santos P., C. Varela-Ortega y N. Hernández-Mora. 2007. Making inroads towards adaptive water management through stakeholder involvement, the NeWater experience in the Upper Guadiana basin, Spain. In: *Proceedings of the, International Conference on Adaptive and Integrated Water Management (CAIWA)*, 12-15 November 2007, Basel, Switzerland.
- Ministerio de Medio Ambiente (2003): Valoración del Coste de Uso del Agua Subterránea en España. Madrid
- Ministerio de Medio Ambiente (2007). Precios y Costes de los Servicios de Agua en España. Madrid.
- Mysiak, J., C. Giupponi y P. Rosato. 2005. Towards the development of a decision support system for water resource management. *Environmental Modelling & Software*, vol. 20, no. 2, pp. 203-214.
- Ridder, D., E. Mostert y H. A. Wolters. 2005. *Learning together to manage together-improving participation in water management. Handbook of the HarmoniCOP project.* ISBN 3-00-016970-9. 99 pp.
- Rosell, J. y L. Viladomiu. 1997. El Programa de Compensación de Rentas por reducción de regadíos en Mancha Occidental y Campo de Montiel. *Revista Española de Economía Agraria*, vol. 177
- UNDP (1977) Report of the United Nations Water Conference. Mar de Plata. United Nations New York USA
- UNDP (1992) Agenda 21 Chapter 18 protection of the quality and supply of freshwater resources; application of integrated approaches to the development, management and use of water resources. United Nation Conference on Environment and Development. UNDP New York, Rio de Janeiro
- Varela-Ortega, C., J. M. Sumpsi, A. Garrido, M. Blanco, y E. Iglesias. 1998. Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy. *Agricultural Economics*, vol. 19, no. 1-2, pp. 193-202.

- Varela-Ortega, C., J. M. Sumpsi y M. Blanco. 2003. Análisis económico de los conflictos entre el regadío y la conservación de humedales en el Alto Guadiana. En: C. Coletto, L. Martínez-Cortina y M.R. Llamas, eds. *Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales*, Fundación Marcelino Botín, Mundiprensa, Madrid, pp. 257-276.
- Varela-Ortega, C., I. Blanco, G. Carmona y P. Esteve. 2006a. Field work report in the Upper Guadiana Basin (Spain). Newater WP 1.7 Methods for transition to Adaptive Management. Proyecto Newater (nº 511179-2)-DG Investigación, Comisión Europea. – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid
- Varela-Ortega, C., I. Blanco y G. Carmona. 2006b. Agro-economic model for analyzing policy scenarios and cost-effectiveness of policy measures, linking water and agricultural policy. Development of a prototype model. General Report - Newater WP 1.7 Methods for transition to Adaptive Management. Proyecto Newater (nº 511179-2)-DG Investigación, Comisión Europea. – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Varela-Ortega, C. 2007. Policy-driven determinants of irrigation development and environmental sustainability: a case study in Spain. En: F. Molle and J. Berkoff, eds. *Irrigation Water Pricing Policy in Context: Exploring The Gap Between Theory and Practice. Comprehensive Assessment of Water Management*. CABI Press, Wallingford, UK, pp. 328-346.
- Varis, O. 1997. Bayesian decision analysis for environmental and resource management. *Environmental Software*, vol. 12, no. 2-3, pp. 177.
- Vrba J, Hirata R, Girman J et al. (2006) Groundwater resources sustainability indicators. In: IGME (ed) Abstract and proceedings of International Symposium on Groundwater Sustainability ISGWAS Alicante, Spain/24-27 January, 2006. IGME Madrid 2006 ISBN: 84-7840-617-4 p 6
- WMO (1992) Development issues for the 21st century. 26-31 January. The Dublin Statement and report of the International Conference on Water and the Environment. WMO Geneva Switzerland. Hydrology and Water Resources Department Dublin
- WRI (World Resources Institute), (2004). <http://earthtrends.wri.org/datatables/index.cfm>
- Zorrilla, P., G. Carmona, A. de la Hera, J. Bromley, H. J. Henriksen y P. Rasmussen. 2007. Application of Bayesian Belief Networks to the Upper Guadiana basin. In:

Proceedings of the, International Conference on Adaptive and Integrated Water Management (CAIWA), 12-15 November 2007, Basel, Switzerland.

Zorrilla, P.; G. Carmona, A. de la Hera, C. Varela Ortega y P. Martínez Santos, J. Bromley y H. J. Henriksen. Bayesian Networks as Tools for Participatory Water Resources Management: an Application to the Upper Guadiana Basin, Spain. *Ecology and Society*. Aceptado, en revisión.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Fotografía A1: Campo cultivado con cereal en la zona del Alto Guadiana



Fotografía A2: Explotación de viña en la zona del Alto Guadiana



Fotografía A3: Parque Nacional de las Tablas de Daimiel: a la izquierda, fotografía anterior a la declaración de sobreexplotación del acuífero Mancha Occidental; a la derecha, en la actualidad



Fotografía A4 Primera reunión plenaria con los grupos de interés para la elaboración de las redes Bayesianas del Alto Guadiana (Marzo de 2007)



Fotografía A5 Entrevista con un representante de la Consejería de Agricultura de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha (Enero de 2008)



Fotografía A6 Reunión plenaria con los grupos de interés para la validación de las redes Bayesianas (Febrero de 2008)



Fotografía A7 Reunión plenaria con los grupos de interés del Alto Guadiana para la presentación de resultados del proyecto NeWater, en que se incluyó una exposición de los principales resultados de las redes Bayesianas (Noviembre 2008)



Fotografía B1 Oficina comarcal Agraria del Altiplano



Fotografía B2. Captación de agua subterránea típica



Fotografía B3 Viñedo en regadío



Fotografía B4. Frutales sobre la masa de agua subterránea “Ascoy-Sopalmo. UDA n° 3



Fotografía B5. Entrevista al Presidente de la CR. Pozo Santiago



Fotografía B6. Entrevista al gestor de la SAT "El Aljuzarejo"



Fotografía B7. Entrevista al Presidente de la S.A “Hidráulica San Pascual”