

**PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL**

**ANÁLISIS DE  
ANTECEDENTES Y  
TRANSFERENCIAS  
PLANTEADAS**

**Madrid, septiembre de 2000**



## INDICE BÁSICO

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....</b>	<b>10</b>
2.1.	LA DOMINACIÓN ROMANA.....	11
2.2.	LOS PUEBLOS GERMÁNICOS: LA ÉPOCA VISIGODA (SIGLOS IV-VII) .....	16
2.3.	LA EDAD MEDIA: DOMINACIÓN MUSULMANA Y RECONQUISTA (SIGLO VIII-XIV) .....	16
2.4.	LOS REYES CATÓLICOS Y LA CASA DE AUSTRIA (SIGLOS XV-XVII) .....	19
2.5.	LA ÉPOCA BORBÓNICA. EL DESPOTISMO ILUSTRADO (SIGLO XVIII) .....	22
2.6.	EL SIGLO XIX.....	26
2.7.	EL SIGLO XX.....	31
2.8.	CONCLUSIONES.....	92
<b>3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS PLANTEADAS .....</b>	<b>96</b>
3.1.	INTRODUCCIÓN .....	96
3.2.	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS GRANDES TRANSFERENCIAS.....	98
3.3.	TRANSFERENCIA EBRO-JÚCAR-SEGURA .....	101
3.4.	TRANSFERENCIAS DUERO-TAJO .....	129
3.5.	TRANSFERENCIAS TAJO-ATS.....	140
3.6.	MODIFICACIONES DEL ATS .....	156
3.7.	DISTRIBUCIÓN AL SURESTE .....	164
3.8.	TRANSFERENCIA EBRO-CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA.....	192
3.9.	TRANSFERENCIA RÓDANO-BARCELONA .....	208
3.10.	ESQUEMA DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS .....	215
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>219</b>

# INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....</b>	<b>10</b>
2.1. <i>LA DOMINACIÓN ROMANA.....</i>	<i>11</i>
2.1.1. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO .....	12
2.1.2. CONDUCCIONES DE RIEGO.....	14
2.1.3. CONDUCCIONES DE EXPLOTACIONES MINERAS .....	15
2.2. <i>LOS PUEBLOS GERMÁNICOS: LA ÉPOCA VISIGODA (SIGLOS IV-VII) .....</i>	<i>16</i>
2.3. <i>LA EDAD MEDIA: DOMINACIÓN MUSULMANA Y RECONQUISTA (SIGLO VIII-XIV) .....</i>	<i>16</i>
2.3.1. CONDUCCIONES DE RIEGO.....	17
2.3.2. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO .....	18
2.4. <i>LOS REYES CATÓLICOS Y LA CASA DE AUSTRIA (SIGLOS XV-XVII) .....</i>	<i>19</i>
2.4.1. CONDUCCIONES DESTINADAS A RIEGO.....	19
2.4.2. CONDUCCIONES DESTINADAS AL ABASTECIMIENTO.....	21
2.5. <i>LA ÉPOCA BORBÓNICA. EL DESPOTISMO ILUSTRADO (SIGLO XVIII) .....</i>	<i>22</i>
2.5.1. CANALES DE NAVEGACIÓN .....	22
2.5.2. CONDUCCIONES DE RIEGO.....	23
2.5.3. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO .....	25
2.6. <i>EL SIGLO XIX.....</i>	<i>26</i>
2.6.1. CONDUCCIONES DESTINADAS A RIEGO Y/O NAVEGACIÓN .....	27
2.6.2. CONDUCCIONES DESTINADAS A ABASTECIMIENTO .....	30
2.7. <i>EL SIGLO XX.....</i>	<i>31</i>
2.7.1. EL PLAN NACIONAL DE OBRAS HIDRÁULICAS DE 1902 Y SUS ACTUALIZACIONES HASTA 1922.....	31
2.7.2. EL PLAN NACIONAL DE OBRAS HIDRÁULICAS DE 1933.....	35
2.7.3. PLAN NACIONAL DE OBRAS PÚBLICAS DE 1940 .....	38
2.7.4. LOS PLANES DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL.....	45
2.7.4.1. TRASVASE TAJO-SEGURA.....	48
2.7.4.2. ESQUEMA DEL EBRO.....	50
2.7.4.2.1. ESQUEMA EBRO-JÚCAR-SEGURA .....	50
2.7.4.2.2. ESQUEMA EBRO-PIRINEO ORIENTAL .....	52
2.7.4.2.3. EL PLAN DEL BAJO EBRO.....	53
2.7.5. ANTEPROYECTO DE LEY DE PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL DE 1993 .....	57
2.7.5.1. DETERMINACIONES BÁSICAS.....	57
2.7.5.2. INFORME DEL CONSEJO NACIONAL DEL AGUA .....	61
2.7.5.3. ESTUDIOS DERIVADOS DEL INFORME DEL CONSEJO NACIONAL DEL AGUA DE 1994 .....	62
2.7.5.3.1. PROPUESTAS ANTERIORES A LOS ESTUDIOS PREVIOS DE VIABILIDAD DE 1996 .....	63
2.7.5.3.2. ESTUDIOS PREVIOS DE VIABILIDAD DE DETERMINADOS APROVECHAMIENTOS A CONSIDERAR EN EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL .....	65
2.7.5.3.2.1. Transferencias múltiples.....	66
2.7.5.3.2.1.1. Esquema Norte-Duero .....	66
2.7.5.3.2.1.2. Esquema del Ebro .....	69
2.7.5.3.2.2. Transferencias zonales .....	72
2.7.5.3.2.2.1. Transferencia Guadiana II-Guadalquivir.....	72
2.7.6. PROPUESTAS DE TRASVASES INTERCUENCA POSTERIORES A 1996.....	78
2.7.6.1. EL TRASVASE DESDE EL RÓDANO.....	78
2.7.6.2. TRASVASE DESDE EL TAJO MEDIO AL SURESTE.....	79
2.7.7. EL PROCESO DE APROBACIÓN DE LOS PLANES DE CUENCA.....	80
2.7.8. EL LIBRO BLANCO DEL AGUA EN ESPAÑA.....	82
2.7.9. OTROS TRASVASES REALIZADOS A LO LARGO DEL SIGLO XX .....	84
2.7.9.1. DISTINTOS TRASVASES Y CONDUCCIONES INTERCUENCAS .....	86
2.7.9.2. TRASVASES DE PEQUEÑA CUANTÍA ENTRE ÁMBITOS DE PLANIFICACIÓN LÍMITROFES .....	91
2.8. <i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>92</i>
<b>3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS PLANTEADAS .....</b>	<b>96</b>
3.1. <i>INTRODUCCIÓN .....</i>	<i>96</i>

3.2.	<i>CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS GRANDES TRANSFERENCIAS</i> .....	98
3.3.	<i>TRANSFERENCIA EBRO-JÚCAR-SEGURA</i> .....	101
3.3.1.	PLANTEAMIENTO GENERAL.....	101
3.3.2.	ANÁLISIS DE PUNTOS DE TOMA.....	102
3.3.3.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	104
3.3.3.1.	TRAMO CERTA-TOUS.....	105
3.3.3.1.1.	CANAL ALTO DESDE CERTA.....	105
3.3.3.1.2.	DOS CANALES DESDE CERTA.....	109
3.3.3.2.	TRAMO TOUS- SEGURA.....	112
3.3.3.2.1.	SOLUCIONES CONTINUAS DESDE EL EBRO.....	113
3.3.3.2.1.1.	Solución interior.....	113
3.3.3.2.1.2.	Solución costa.....	115
3.3.3.2.1.3.	Solución mixta.....	117
3.3.3.2.2.	SOLUCIONES JÚCAR.....	120
3.4.	<i>TRANSFERENCIAS DUERO-TAJO</i> .....	129
3.4.1.	ALTO DUERO-BOLARQUE.....	129
3.4.2.	DUERO NORTE-BOLARQUE.....	132
3.4.3.	BAJO DUERO-BOLARQUE.....	134
3.4.3.1.	POSIBLES PUNTOS DE TOMA.....	135
3.4.3.2.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	136
3.5.	<i>TRANSFERENCIAS TAJO-ATS</i> .....	140
3.5.1.	JARAMA-ATS.....	140
3.5.1.1.	CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA.....	141
3.5.1.2.	JARAMA-BOLARQUE.....	142
3.5.1.3.	JARAMA-LA BUJEDA.....	143
3.5.2.	TRANSFERENCIAS DESDE EL TAJO MEDIO.....	146
3.5.2.1.	TIÉTAR-LA RODA.....	146
3.5.2.1.1.	POSIBLES PUNTOS DE TOMA.....	147
3.5.2.1.2.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	147
3.5.2.2.	TRANSFERENCIAS CON ORIGEN EN EL PROPIO RÍO TAJO.....	151
3.5.2.2.1.	EMBALSE DE AZUTÁN.....	151
3.5.2.2.2.	RÍO TAJO EN TOLEDO.....	153
3.6.	<i>MODIFICACIONES DEL ATS</i> .....	156
3.6.1.	TÚNEL DE TÉBAR.....	159
3.6.2.	TÚNEL TALAVE-CENAJO.....	161
3.6.3.	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS.....	163
3.6.4.	DIVISIÓN DEL ATS EN TRAMOS.....	164
3.7.	<i>DISTRIBUCIÓN AL SURESTE</i> .....	164
3.7.1.	JÚCAR-VINALOPÓ.....	165
3.7.2.	CONDUCCIONES DEL ALTIPLANO MURCIANO.....	170
3.7.2.1.	VILLENA-ALTIPLANO.....	172
3.7.2.2.	TALAVE-ALTIPLANO.....	174
3.7.3.	CANAL ALTO DE LA MARGEN DERECHA.....	175
3.7.3.1.	POSIBLES PUNTOS DE TOMA.....	176
3.7.3.2.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	177
3.7.4.	POSTRAVASE MARGEN IZQUIERDA.....	182
3.7.5.	CAMPO DE CARTAGENA.....	183
3.7.6.	CARTAGENA-ALMANZORA.....	184
3.7.7.	POSTRASVASE MARGEN DERECHA.....	187
3.7.8.	ALMANZORA-ALMERÍA.....	189
3.8.	<i>TRANSFERENCIA EBRO-CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA</i> .....	192
3.8.1.	TRASVASE DESDE EL BAJO EBRO AL LLOBREGAT.....	192
3.8.1.1.	POSIBLES PUNTOS DE TOMA.....	192
3.8.1.2.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	194
3.8.2.	TRASVASE DESDE EL NOGUERA PALLARES A AL LLOBREGAT.....	200
3.8.2.1.	SOLUCIONES DE TRAZADO.....	201
3.9.	<i>TRANSFERENCIA RÓDANO-BARCELONA</i> .....	208
3.10.	<i>ESQUEMA DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS</i> .....	215
4.	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>219</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de situación de algunas conducciones de origen romano .....	12
Figura 2. Tramo final del Real Canal de Carlos III (Murcia) .....	25
Figura 3. Plano de situación de algunos trasvases ejecutados entre los siglos VIII y XIX.....	31
Figura 4. Esquema de trasvases del Plan de 1933 .....	37
Figura 5. Esquema de trasvases propuesto por Félix de los Ríos.....	39
Figura 6. Esquema de trasvases propuesto por FET y de las JONS.....	41
Figura 7. Esquema de trasvases propuesto por Sánchez Cuervo.....	43
Figura 8. Planta de los esquemas de aprovechamiento conjunto planteados en 1967.....	47
Figura 9. Perfil longitudinal del trasvase Tajo-Segura .....	48
Figura 10. Plano de situación del ATS y del Postrasvase .....	50
Figura 11. Perfil longitudinal del esquema Ebro-Júcar-Segura .....	51
Figura 12. Perfil longitudinal del trasvase Ebro-Pirineo Oriental.....	52
Figura 13. Traslase Segre-Francolí.....	53
Figura 14. Plan de Aprovechamiento del Bajo Ebro.....	54
Figura 15. Planta del trasvase Ebro-Tarragona o <i>minitraslase</i> del Ebro .....	56
Figura 16. Esquema de transferencias previsto en el Anteproyecto de Ley de PHN de 1993.....	59
Figura 17. Transferencia del Guadiana II al Guadalquivir.....	75
Figura 18. Propuestas de trasvase posteriores al Anteproyecto de Ley de PHN de 1993.....	83
Figura 19. Algunas conducciones y trasvases ejecutados a lo largo del siglo XX.....	85
Figura 20. Superposición de todos los esquemas de trasvase propuestos desde 1933.....	94
Figura 21. Soluciones analizadas .....	99
Figura 22. Plano de situación del trasvase Ebro-Júcar-Segura.....	101
Figura 23. Puntos de toma en el Ebro.....	104
Figura 24. Plano de situación del tramo Cherta-Tous.....	105
Figura 25. Solución óptima del tramo Cherta-Tous.....	110
Figura 26. Características de la solución óptima entre Cherta y Tous.....	111
Figura 27. Plano de situación el tramo Tous-Postraslase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro .....	113
Figura 28. Características de las soluciones continuas del tramo Tous-Postraslase Tajo Segura .....	117
Figura 29. Plano de situación de la solución mixta entre Tous y el Postraslase Tajo-Segura .....	118
Figura 30. Solución óptima del tramo Tous-Postraslase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro .....	119
Figura 31. Plano de situación de las soluciones Júcar .....	121
Figura 32. Características de la solución entre el Molinar y el Postraslase Tajo-Segura .....	122
Figura 33. Características de las soluciones entre Embarcaderos y el Postraslase Tajo-Segura.....	125
Figura 34. Solución óptima de las soluciones Júcar entre Tous y el Postraslase Tajo-Segura .....	126
Figura 35. Soluciones óptimas entre Cherta y el Postraslase Tajo-Segura.....	128
Figura 36. Plano de situación del trasvase Alto Duero-Bolarque.....	130
Figura 37. Características del trasvase Alto Duero-Bolarque .....	131
Figura 38. Plano de situación del trasvase Duero Norte-Bolarque .....	133
Figura 39. Plano de situación del trasvase Bajo Duero-Bolarque .....	137
Figura 40. Características del trasvase Bajo Duero-Bolarque.....	138
Figura 41. Solución óptima del trasvase Duero-Bolarque .....	139
Figura 42. Plano de situación del trasvase Jarama-ATS.....	141
Figura 43. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS .....	144
Figura 44. Solución óptima del trasvase Jarama-ATS .....	145
Figura 45. Plano de situación del trasvase Tiétar-La Roda.....	148
Figura 46. Características del trasvase Tiétar-La Roda .....	150
Figura 47. Plano de situación del trasvase Tajo en Toledo-La Roda.....	154
Figura 48. ATS en la situación actual .....	158
Figura 49. ATS con las modificaciones propuestas.....	159
Figura 50. Túnel de Tébar .....	161
Figura 51. Túnel Talave-Cenajo .....	162

Figura 52. Soluciones englobadas dentro de la distribución al Sureste.....	165
Figura 53. Plano de situación del trasvase Júcar-Vinalopó .....	167
Figura 54. Características del trasvase Júcar-Vinalopó .....	169
Figura 55. Plano de situación de las conducciones del Altiplano.....	171
Figura 56. Características de la conducción Villena-Altiplano .....	173
Figura 57. Características de la conducción Talave-Altiplano .....	175
Figura 58. Plano de situación del Canal Alto de la margen derecha del Segura .....	178
Figura 59. Características del Canal Alto de la margen derecha del Segura.....	180
Figura 60. Detalle del Canal Alto de la margen derecha (Aprovechamiento de Ricote).....	181
Figura 61. Plano de situación del Canal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura .....	182
Figura 62. Plano de situación del Canal del Campo de Cartagena.....	184
Figura 63. Plano de situación del trasvase Cartagena-Almanzora .....	185
Figura 64. Características del trasvase Cartagena-Almanzora .....	186
Figura 65. Plano de situación del Canal principal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura .....	188
Figura 66. Plano de situación del trasvase Almanzora-Almería .....	189
Figura 67. Características del trasvase Almanzora-Almería.....	190
Figura 68. Plano de situación del trasvase Bajo Ebro-Llobregat.....	194
Figura 69. Características de las solución 1 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat .....	195
Figura 70. Características de la solución 2 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat.....	197
Figura 71. Características de la solución 3 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat.....	198
Figura 72. Solución óptima del trasvase Bajo Ebro-Llobregat .....	199
Figura 73. Plano de situación del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat.....	201
Figura 74. Características de la solución 1 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat.....	202
Figura 75. Características de la solución 2 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat.....	204
Figura 76. Características de la solución 3 del trasvase Noguera Pallaresa Llobregat .....	205
Figura 77. Solución óptima del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat.....	207
Figura 78. Plano de situación del trasvase Ródano-Barcelona.....	210
Figura 79. Características de la solución Alta del trasvase Ródano-Barcelona.....	211
Figura 80. Carácterísticas de la solución Baja del trasvase Ródano-Barcelona.....	213
Figura 81. Solución óptima del trasvase Ródano-Barcelona .....	214
Figura 82. Soluciones óptimas .....	216

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Balance hidráulico previsto en 1967 para el 2000 .....	46
Tabla 2. Volúmenes transferidos en los esquemas de aprovechamiento conjunto de 1967 (horizonte año 2000) .....	48
Tabla 3. Balance de la situación actual (1992) del PHN 1993.....	58
Tabla 4. Balance del segundo horizonte (2012) del PHN 1993 .....	58
Tabla 5. Balance de transferencias PHN 1993.....	61
Tabla 6. Volúmenes máximos a recibir en cada cuenca (hm <sup>3</sup> /año) .....	62
Tabla 7. Volúmenes máximos a transferir desde cada cuenca.....	62
Tabla 8. Balance de transferencias máximas posibles .....	72
Tabla 9. Aportaciones del Guadiana II en el segundo horizonte .....	73
Tabla 10. Algunos aspectos básicos de la evolución conceptual sobre trasvases intercuenas.....	95
Tabla 11. Características de las soluciones entre Cherta y Tous.....	111
Tabla 12. Características de las soluciones continuas desde el Ebro entre Tous y el Segura.....	119
Tabla 13. Características de las soluciones Júcar .....	127
Tabla 14. Características de las combinaciones de tramos óptimos entre Cherta y el Postrasvase Tajo-Segura .....	128
Tabla 15. Características de las soluciones del Trasvase Duero-Bolarque.....	139
Tabla 16. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS .....	145
Tabla 17. Características de las soluciones del trasvase Bajo Ebro-Llobregat .....	199
Tabla 18. Características de las soluciones del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat .....	207
Tabla 19. Características de las soluciones del trasvase Ródano-Barcelona.....	215
Tabla 20. Características de las soluciones óptimas para cada tramo .....	218



## **1. INTRODUCCIÓN**

Este Documento de antecedentes y descripción de alternativas de las transferencias intercuenas se estructura en dos partes bien diferenciadas.

En la primera se presentan muy sucintamente, y de forma no exhaustiva, algunos antecedentes históricos en materia de transferencias de agua en España. Se trata de una recopilación de realizaciones y proyectos desde los tiempos prerromanos hasta el presente, que tiene por objeto conocer los esfuerzos y las soluciones que se han ido concibiendo a lo largo del tiempo, y mostrar como, lejos de ser una singularidad en el contexto de las infraestructuras hidráulicas, la ejecución de trasvases es algo tan antiguo como la necesidad de disponer de agua en zonas donde es escasa.

Tras este recorrido por las ideas y realizaciones históricas, una segunda parte se dedica a describir aquellas alternativas que, tras el paso del tiempo, se han propuesto como más interesantes para resolver los problemas planteados. Ello requiere que el juicio técnico histórico se vea ratificado en cuanto a su viabilidad hidrológica y ambiental por los análisis ofrecidos en otros documentos de este Plan Hidrológico.

Con el Documento estructurado en estas dos partes, se dispone a la vez de una perspectiva extensa de las propuestas más recientes y sus alternativas, junto con la visión diacrónica del proceso que las ha hecho cristalizar.

Como es obvio, tal revisión sistemática de las propuestas disponibles no excluye el que existan otras posibles soluciones técnicas no explicitadas hasta ahora y, en consecuencia, no plasmadas en este documento. No obstante, no parece probable que puedan darse tales opciones, al menos para las grandes soluciones básicas, dado el largo periodo de estudios y búsqueda de alternativas puesto de manifiesto en la revisión histórica. En cualquier caso, el proceso de discusión pública de este Plan Hidrológico es una ocasión propicia para la emergencia, en su caso, de tales alternativas.

Este Documento homogeneiza, analiza y filtra las variantes de diseño y alternativas de trazado de los distintos tramos de las transferencias, proponiendo para cada tramo, como consecuencia de tal análisis, una alternativa óptima seleccionada con criterios técnicos, económicos y medioambientales.

El Documento concluye con la formulación de esta selección inicial de conducciones preoptimizadas, y no prejuzga cuales han de ser, en su caso, las soluciones finales o tramos de flujo elegidos, ni los caudales de diseño que han de transportar esos tramos. Tal determinación corresponde a los análisis de optimización económica que se ofrecerán en otros documentos del Plan.

## **2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

En este capítulo se presentan algunos antecedentes históricos en materia de transferencias de agua en España.

Como se indicó, se trata de una muy somera recopilación de realizaciones y proyectos desde los tiempos prerromanos hasta el presente, que tiene por objeto conocer las soluciones que se han ido concibiendo a lo largo del tiempo, y mostrar como la ejecución de trasvases no es un fenómeno reciente sino tan antiguo como la necesidad de disponer de agua.

El destino del trasvase ha sido el regadío, el abastecimiento y posteriormente, aunque ya en época romana, otros usos de tipo minero, industrial o comercial. La magnitud de las obras ejecutadas ha estado condicionada fundamentalmente por la disponibilidad de medios técnicos y económicos, mientras que su proyecto y concepción ha ido en muchos casos con décadas -y frecuentemente siglos- de adelanto a su materialización.

Es también interesante comprobar cómo las tensiones sociales y políticas que ahora se plantean al abordar estas infraestructuras, en cuanto a la relación entre cedentes y receptores se refiere, han estado siempre presentes a lo largo de la historia, y son tan viejas como la aspiración por el uso de los recursos hídricos.

La mayor parte de las obras ejecutadas, sobre todo hasta el siglo XX, no responde al concepto jurídico de trasvase entre distintas cuencas, entendiendo éstas como los ámbitos de planificación hoy formalmente definidos. Ello es debido, por una parte, a que tal definición administrativa es, en cierto modo arbitraria, y por otra, y esencialmente, a la escasez de medios técnicos para concebirlas y abordar su construcción, aunque existe ya algún caso en tiempos romanos. Se trata, en general, de conducciones que o bien enlazan directamente cauces que discurren por cuencas adyacentes que confluyen o que, sin hacerlo, vierten al mismo cauce principal o bien de conducciones que captan el agua en una cuenca y la conducen a otra para su uso, sin comunicar físicamente dos cauces.

No se trata, por consiguiente, de una enumeración de obras hidráulicas notables o singulares, sino sólo de aquellas que estrictamente constituyan un trasvase, con las matizaciones indicadas en el párrafo anterior.

Se han recogido los antecedentes tanto de obras como de proyectos siempre que ha sido posible. Lógicamente la disponibilidad de documentación es mayor cuanto más próximo en el tiempo es el momento analizado. La mención de proyectos concebidos y no realizados por diferentes circunstancias, la mayor parte de las veces por falta de medios, presenta gran interés, pues muchos de ellos, convenientemente adaptados, mantiene su vigencia y se plantean de nuevo a lo largo del siglo XX.

Los últimos eslabones de este largo proceso los constituyen los estudios realizados con motivo del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993, los planes de cuenca aprobados en julio de 1998 y, más recientemente, los análisis efectuados en el Libro Blanco del Agua, cuyo borrador para la discusión pública se publicó en diciembre de 1998.

## 2.1. LA DOMINACIÓN ROMANA

La demanda de agua en esta época es motivada fundamental y casi exclusivamente por el riego y, sobre todo, por el abastecimiento de núcleos de población. Existen riegos y abastecimientos mediante conducciones anteriores a la época romana, si bien a mucha menor escala y no calificables como trasvases, sino exclusivamente como pequeñas conducciones de derivación (yacimiento de Los Millares en Almería del Neolítico o galerías de Gatas en la misma provincia correspondientes a la cultura del Argar en la Edad del Bronce).

El desarrollo de la agricultura durante la colonización de los fenicios y cartagineses hace pensar en un desarrollo hidráulico parejo, pero no se tienen evidencias del mismo.

Se llega así a la colonización romana. De lo expuesto se deduce que si bien no cabe atribuir a los romanos la introducción del regadío en la Península (Hispania) ni la de las conducciones de abastecimiento, sí fueron sus grandes impulsores, concretando su actividad en tres tipos de acciones:

- La construcción de importantes obras hidráulicas destinadas al abastecimiento y en menor medida al riego
- La ejecución de redes de distribución
- La implantación de procedimientos de reparto de agua que requerían unos elementos hidráulicos adecuados

En definitiva, pueden acometerse actuaciones de mayor envergadura debido al avance de la técnica constructiva y de los medios disponibles frente a otras épocas pretéritas, introduciéndose el concepto de regulación frente al de derivación. Ello posibilita afrontar mayores transformaciones que las dirigidas exclusivamente a las zonas inmediatamente adyacentes a los cauces de agua. El riego se realizaba probablemente mediante canales excavados en tierra, que no han perdurado hasta nuestros días. El abastecimiento, en cambio, se suministraba a través de conducciones revestidas, que se han conservado mejor, siendo más sencilla su localización, estudio y datación.

En la figura siguiente se recogen todas las conducciones de trasvase de este período que se detallan en los apartados posteriores. Las trazas son casi siempre meramente orientativas, puesto que con frecuencia el recorrido exacto es desconocido en todo su detalle.

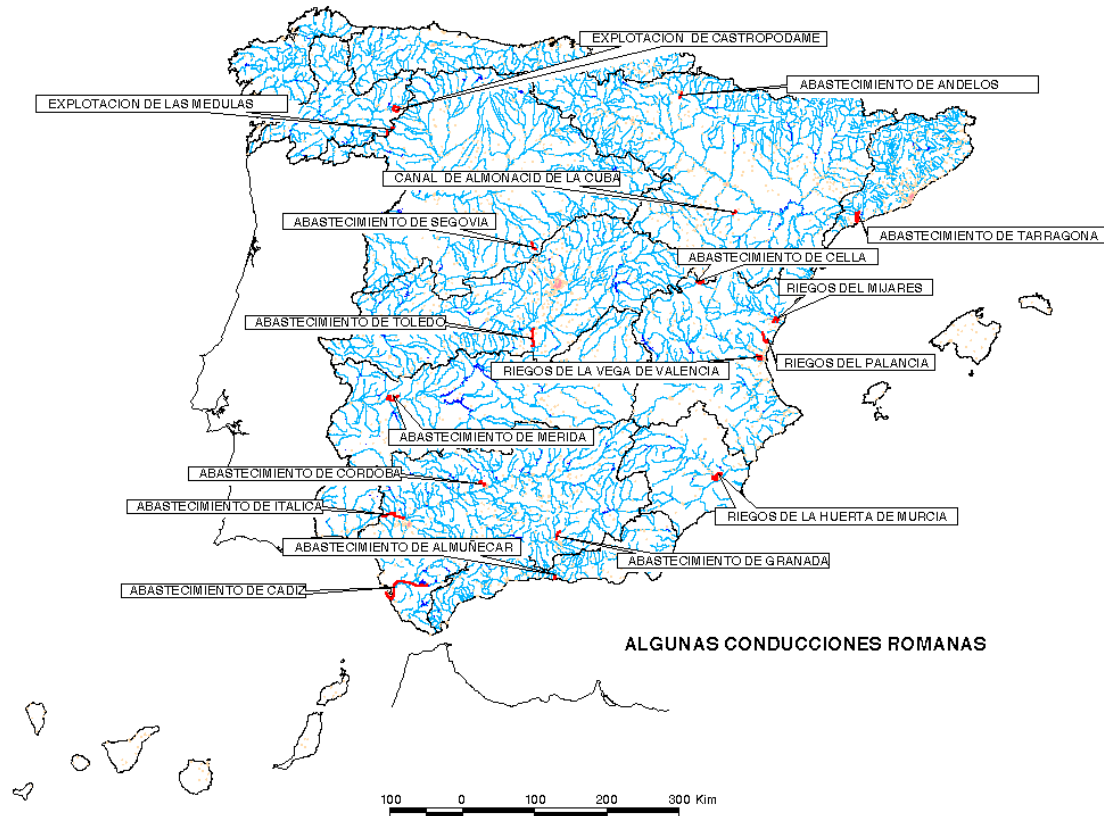


Figura 1. Plano de situación de algunas conducciones de origen romano

### 2.1.1. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO

Son numerosas y conocidas las conducciones romanas de abastecimiento que han llegado hasta nuestros días. La inmensa mayoría no constituyen un trasvase entre diferentes ámbitos de planificación tal como hoy se han definido. Sin embargo, suponen un trasvase entre cuencas de menor entidad, bien materializado por una conducción que enlaza dos ríos cuyos cauces discurren por cuencas adyacentes que confluyen aguas abajo en un cauce común o bien por una conducción que deriva las aguas de un cauce para utilizarlas en la cuenca de otro cauce vecino, tal como se ha señalado en la introducción. Evidentemente el factor diferenciador con los trasvases actuales es la escala tanto de la obra como de la demanda a satisfacer y, por tanto, del caudal derivado. A continuación se reseñan algunas de estas actuaciones.

La conducción de abastecimiento a Toledo tenía su origen en la presa de Alcantarilla en el río Guajaraz, afluente del Tajo por su margen izquierda aguas abajo de Toledo. Las aportaciones del Guajaraz se complementaban con las del arroyo San Martín, afluente del anterior por la margen izquierda. Para ello se construyó un azud de derivación en el arroyo y un canal de trasvase de 5 km que terminaba en la presa de Alcantarilla, enlazando ambos cauces.

A su vez, desde la presa de Alcantarilla partía un canal de 40 km de longitud aproximadamente que conducía el agua hasta Toledo, atravesando el río Tajo. Esta

conducción suponía también un trasvase entre la cuenca del Guajaraz y la del Tajo, puesto que el núcleo de Toledo se ubicaba en la margen de este último.

El abastecimiento de Mérida se realizaba mediante tres conducciones diferentes, dos de ellas con origen en sendas presas: Proserpina y Cornalvo. La primera recogía las aportaciones del Arroyo de la Albuera, sobre el que se ubica, así como las de su afluente el Arroyo Adelfas, mediante un pequeño canal de 3,5 km de longitud. A su vez, la conducción que partía de Cornalvo, presa situada sobre el Albarregas, incorporaba en su recorrido las aguas captadas en el vecino valle de Borbollón. Ambas presas llevaban asociados, por tanto, dos pequeños trasvases.

La conducción desde Proserpina a Mérida, de 10 km de longitud aproximadamente, puede considerarse también como un trasvase entre su cuenca y la del Albarregas, en la que está emplazada la ciudad.

En tiempos romanos Cádiz se abastecía del manantial de Tempul, en la cuenca del río Guadalete, a orillas del actual embalse de Guadalcacín, uno de los que suministra al área gaditana actualmente. El agua era conducida hasta la población a través de una tubería de 75 km que constituía un trasvase entre dos cuencas integradas dentro del ámbito del Guadalquivir, la del Guadalete y la de Costa Noroeste de Cádiz, a la que pertenece esta ciudad. Se trataba en este caso de un trasvase de aguas de origen subterráneo a través de la conducción más larga de origen romano en la Península.

Es probable que el abastecimiento de Granada se realizase con aguas procedentes de la fuente de Deifontes, en la cuenca del río Cubillas, en el que desembocan las aguas del manantial mencionado. La capital se encuentra en la cuenca del Darro, afluente del Genil, río al que entrega sus aguas el Cubillas bastante aguas abajo de Granada. Por tanto, se trataba de un trasvase con una longitud del orden de 10 km.

La ciudad de Itálica, muy próxima a la actual Sevilla, recibía el agua mediante una conducción que suponía un trasvase en el ámbito del Guadalquivir. El trazado inicial partía de manantiales próximos a las fuentes del Guadiamar y concluía en la ciudad, a orillas del Guadalquivir, donde se bifurcaba en dos ramales.

Esta primera conducción, del siglo I d JC. tuvo que ser reforzada con otra que incorporaba las aguas de las Fuentes de Tejada. La ampliación fue motivada por la construcción del barrio Norte de la ciudad en época de Trajano (siglo II d JC.). La longitud desde Fuentes de Tejada es de 37 km, salvando numerosos accidentes topográficos, como demuestran los 17 km de obra subterránea o los 4 km sobre arcadas. Destaca el cruce de los ríos Agrio, del Arroyo de los Frailes y del Guadiamar.

Un acueducto adicional, el de Baelo, alcanzaba la ciudad por el Este y aportaba un volumen de 6000 m<sup>3</sup>/día, volumen que hace suponer que no se destinaba en exclusiva a consumo humano, sino también a las industrias de salazón de pescado.

Otro trasvase abastecía a la capital cordobesa. Se trataba del acueducto de Valdepuentes, que conducía aguas captadas en fuentes de la Sierra que vertían naturalmente al arroyo Bejarano, que fluye hacia el Gaudiato, afluente del Guadalquivir por su margen derecha. Se trata, por tanto, de una transferencia entre la cuenca del Gaudiato y la asociada directamente al cauce principal del Guadalquivir, río que atraviesa la ciudad. La captación se efectuaba mediante un

pequeño azud. La conducción se completó con una segunda captación en la vertiente Sur de la Sierra, que vierte directamente al Guadalquivir. La longitud total era de aproximadamente 15 km, bifurcándose en dos ramales al acercarse a la capital.

Muy conocido por el acueducto de entrada a la ciudad es el abastecimiento de Segovia. Constaba de una conducción de unos 12 km de longitud. La captación se ubicaba en el arroyo de La Acebeda, que se transforma después en el Río Frío, afluente del Eresma, en cuyo margen se encuentra Segovia, y con el que confluye varios km aguas abajo de la capital. Se trataba, por tanto de un trasvase de la cuenca de un afluente a la del río principal.

Existen gran número de abastecimientos a otros núcleos urbanos cuya calificación como trasvase puede resultar menos clara pues derivan el agua en ríos a la vera de los cuales se encuentran los propios núcleos abastecidos, aguas arriba de los mismos. Tal puede ser el caso del abastecimiento a Almuñécar, Tarragona (el origen de la conducción está en discusión entre el Francolí y el Gaya. En este último caso se trataría de un trasvase entre las cuencas de los dos ríos de unos 30 km de longitud), Cuenca (Segóbriga), etc.

Cabe destacar también la presa de Iturrandiz, en el Barranco de San Pedro, afluente del Arga por su margen derecha, de la que partía una conducción que abastecía la ciudad romana de Andelos, a la vera del Arga, próxima a la actual Mendigorriá, con una longitud del orden de 3 km.

### **2.1.2. CONDUCCIONES DE RIEGO**

Básicamente los regadíos se organizaban a partir de flujos continuos poco voluminosos o de derivaciones de aguas de avenida de ramblas y barrancos en regiones muy secas.

Los restos de obras hidráulicas romanas relacionadas con el regadío han aparecido fundamentalmente en Calahorra, Tudela, Zaragoza y Belchite en la cuenca del Ebro; en Tarragona y Barcelona en Cataluña; en Levante, junto al río Mijares y al Palancia en Castellón y en la huerta de Valencia (vega del Turia); en Jumilla, Rambla del Moro, Rambla del Puerto del Garruchal y Guadalentín en Murcia, y en Jaén, Granada, la campiña de Córdoba, Carmona, Sevilla, Alcalá del Río y Bolonia en Andalucía.

En general, los regadíos se desarrollan en planas aluviales inmediatas a los cauces de los cuales se ha derivado el agua, por lo que no pueden calificarse como trasvases entre cuencas. Excepción notable a lo indicado anteriormente lo constituye, sobre todo, el canal de Cella. También se detallan el canal derivado de la presa de Almonacid de la Cuba y los regadíos del Mijares.

El canal de Cella discurría aproximadamente entre Albarracín en la cuenca del Júcar, y Cella, en la cuenca del Ebro. Se trataba, por tanto, de un trasvase entre diferentes ámbitos de planificación. Su finalidad era probablemente el riego, puesto que entonces no existía ningún núcleo de importancia próximo al final de la conducción.

El punto de derivación en el río Turia o Guadalaviar se encontraba unos tres km aguas abajo de Albarracín; desde el transcurría paralelamente a su cauce hasta llegar a Gea de Albarracín, donde se desviaba hacia el Norte, atravesando la divisoria entre Júcar y Ebro. Contaba con túneles excavados en roca caliza. Su longitud total es de 14 km aproximadamente.

La presa de Almonacid, cuyo origen medieval o romano ha sido muy discutido, defendiéndose recientemente este último, se ubica sobre el cauce del río Aguasvivas, afluente del Ebro por su margen izquierda, a la altura del pueblo del mismo nombre. De ella deriva un canal que hay que suponer construido para riego, debido a que no existía núcleo alguno de importancia en la era romana. Dicho canal, sobre el que se asienta hoy la Acequia Madre de Belchite, derivaba las aguas para su empleo en una zona regable inmediata a esta población, discurriendo paralelo al Aguasvivas hasta las cercanías de este municipio, momento en el que se desviaba hacia el Norte pasando a irrigar la vega de un arroyo afluente de dicho río por su margen izquierda.

La diferencia con los casos más frecuentes radica en que no se trataba de un canal de derivación en la plana aluvial, sino en una zona encajonada en la que no es posible el riego en el valle principal y se deriva entonces hacia una cuenca lateral, sentido en el cual puede considerarse como un trasvase, si bien esta calificación puede ser algo forzada. La longitud del canal es de 8 km aproximadamente.

Los regadíos del Mijares se extendían por los términos municipales de las actuales Villareal y Burriana, fundamentalmente. La derivación del agua se producía en el Mijares, aguas arriba de la confluencia con la Rambla de la Viuda. Desde allí partía perpendicularmente a su cauce una conducción que atravesaba el río Seco y continuaba después algunos kilómetros paralelamente a la costa. El agua se utilizaba tanto en la vega del Mijares como en la del río Seco, en toda la franja costera. En este sentido puede hablarse de un pequeño trasvase. Esta circunstancia se daría, probablemente, en numerosas conducciones de riego. Igualmente pudieron iniciarse en la dominación romana las redes de riego de la Huerta de Murcia. Se trataba de derivaciones dentro de la propia Vega del Segura, que no constituían trasvases, pero que merecen reseñarse por su importancia. Igual sucede con el regadío tradicional valenciano.

### **2.1.3. CONDUCCIONES DE EXPLOTACIONES MINERAS**

Se trata de conducciones, habitualmente canales a cielo abierto, que transportaban el agua que se empleaba para el arranque y arrastre del material a partir del cual se obtenía el mineral.

Los dos casos que se detallan correspondían a explotaciones auríferas en la comarca del Bierzo. El más significativo histórica y culturalmente es el de Las Médulas. Situada al Sur de Ponferrada, la explotación requería grandes cantidades de agua, que se utilizaba como agente erosivo. Se trazó una extensa red de canales (más de 100 km), algunos de los cuales alcanzaban la capacidad de 0,6 m<sup>3</sup>/s. El caudal se derivaba fundamentalmente del río Cabrera y de sus cauces afluentes, en la cuenca

del Sil. Sin embargo, también se aportaron caudales desde la cuenca del Duero, concretamente desde la cabecera del río Eria, afluente del Luna por su margen derecha. El sistema de las Médulas requirió la ejecución de túneles como el de Montefurado, de unos 100 m de longitud por 20 de altura y 14 de ancho.

Otro caso similar, pero de menor importancia son los canales de Castropodame. Se trataba de un sistema hidráulico situado al Norte de Ponferrada, que data del siglo I d JC. Su finalidad era la explotación de yacimientos de oro en Castropodame. Para ello los canales enlazaban cuencas de diferentes arroyos afluentes del río Boeza, que vierte al Sil por su margen izquierda. La longitud total de los canales que conducían el agua hasta la explotación era del orden de 45 km.

## **2.2. LOS PUEBLOS GERMÁNICOS: LA ÉPOCA VISIGODA (SIGLOS IV-VII)**

Este período, comprendido entre el fin de la dominación romana y la invasión de los musulmanes, se caracteriza, en consonancia con las costumbres de los pueblos del Norte y centro de Europa, por el auge del pastoreo y la regresión de la agricultura. Por tanto, se abandona la construcción de infraestructuras relevantes necesarias para el desarrollo de esta última. Igualmente, tampoco existen realizaciones reseñables en conducciones de abastecimiento. Nada hay destacable, por tanto, en materia de trasvases, limitándose a aprovechar la infraestructura recibida de los romanos.

## **2.3. LA EDAD MEDIA: DOMINACIÓN MUSULMANA Y RECONQUISTA (SIGLO VIII-XIV)**

Los ocho siglos de presencia musulmana se caracterizan fundamentalmente, en lo relativo a las obras hidráulicas, por el desarrollo de las técnicas de manejo del agua, el refinamiento en sus usos, y una significativa expansión de la superficie regada. Sin embargo, al contrario que en la época romana, esta expansión no es fruto de la ejecución de infraestructura de singular magnitud, como presas de derivación, conducciones de gran longitud, etc, sino, ante todo, de multitud de actuaciones locales de pequeña entidad. El objetivo prioritario de los romanos fue el almacenamiento para asegurar la disponibilidad de caudales artificialmente. Los árabes, en cambio, buscaron preferiblemente la permanencia de caudales en origen, aprovechándolos en su lugar natural sin realizar grandes obras de regulación o conducción, y perfeccionando extraordinariamente las redes de distribución de agua para riego, algunas de las cuales han llegado a nuestros días y se encuentran hoy con plena funcionalidad.

Los trasvases ejecutados en esta época detallados en los dos siguientes epígrafes se reflejan, junto con los correspondientes a centurias posteriores, en la figura incluida al final del apartado correspondiente al siglo XIX.



### 2.3.1. CONDUCCIONES DE RIEGO

Proliferan los azudes de derivación para riego de las zonas aledañas en las vegas de los ríos, pozos, galerías de captación, norias para elevar el agua, pequeños canales y acequias y, sobre todo, se perfeccionan las técnicas de riego desde el punto de vista agrícola. Los regadíos de origen netamente islámico son de pequeña escala, ubicados generalmente, en la periferia de los ya existentes.

El desarrollo se produce principalmente sobre zonas en las que el riego ya fue introducido por los romanos, aprovechando la misma infraestructura. De hecho, los árabes han sido habitualmente considerados como los creadores de los regadíos tradicionales españoles, prescindiendo del origen romano de buena parte de los mismos, y siendo tal discusión el objeto de una vieja polémica histórica. Se distribuyen por algunas comarcas de las cuencas del Tajo y del Guadiana, así como en numerosas áreas de las cuencas del Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar y Ebro, tal como había sucedido en la dominación romana. Se extiende también a lugares de Cataluña y Baleares.

En este sentido de la expansión y superposición, puede hablarse también de pequeños trasvases asociados al desarrollo de los riegos. Por ejemplo, en la construcción de nuevos canales transversales entre los ríos Mijares y Seco.

Lo mismo puede decirse en la vega del Turia. En ella, de época medieval, anterior a la conquista por Jaime I del reino levantino, data la acequia de Moncada, cuyo trazado es coincidente con el actual. Deriva del Turia aguas arriba de Paterna y sigue aproximadamente paralela a la costa hasta rebasar la población de Moncada, atravesando el barranco del Carraixet. Puede decirse, por tanto, que constituye un pequeño trasvase entre las cuencas de ambos cauces.

En la Huerta de Murcia se incrementa notablemente el desarrollo del regadío durante la dominación musulmana, construyéndose numerosas acequias, azarbes y elementos de derivación, entre los que destaca el azud de Contraparada en el propio río, del que derivan las acequias mayores de Aljufía y Barreras. La toponimia de la huerta resulta reveladora al respecto.

Cabe destacar también la existencia en el espacio comprendido entre Alfaro, Tarazona y Zaragoza de una red de canales y acequias creada por los musulmanes que recogían las aguas de arroyos y distribuían las de los ríos.

Durante la Reconquista, en los territorios que pasan a ser de dominio cristiano, en general, se mantienen las infraestructuras y costumbres árabes en lo que a actividad hidráulica se refiere, si bien habitualmente no se incrementa ésta. Es decir, o bien se conservan las infraestructuras existentes o bien se abandonan en algunos casos, como la vega murciana, pero, en general, no se construyen nuevas. El mantenimiento o abandono depende, esencialmente, de las relaciones establecidas entre la población musulmana y la cristiana en los territorios reconquistados.

Notables excepciones al estancamiento las constituyen el valle del Ebro y la vega valenciana. En el primero se acometen obras importantes, si bien todas ellas cabe englobarlas dentro del concepto de canales de derivación y no de trasvases, como es el caso de la Acequia de Piñana en Lérida, que deriva aguas del Noguera-

Ribagorzana, iniciada probablemente al final del dominio musulmán; la Acequia de la Camarera, que deriva del Gállego y data de 1263; el Canal de Tauste, concluido en 1444, el de Cherta, en 1461 o la iniciación de los estudios sobre el Canal de Urgel e incluso, al final del siglo XIV, se piensa ya en una fase incipiente del Canal de las Bardenas para regar tierras en la comarca de Ejea de los Caballeros. Igualmente son muy numerosas las referencias a azudes y canales.

Reinando Jaime I en Aragón y Valencia, se inician las obras de lo que sería siglos después el Canal Imperial de Aragón. Sobre todo es notoria la atención prestada por el monarca a la zona del Mijares y el Júcar, donde destaca la gran rehabilitación y ampliación del Canal de Alcira (a través del cual ya se regaba en tiempos de los árabes), que más tarde se transformaría en la Acequia Real del Júcar. Inicialmente llegó hasta el río Magro, partiendo del río Júcar en el azud de Antella, lo que suponía una longitud de 25 km. Por tanto, ya se trataba de un trasvase entre diferentes cuencas, puesto que el agua derivada en el Júcar se utilizaba en su propia vega y además en la del Verde y en la del Magro.

Dentro de la categoría de trasvase puede considerarse la acequia de Manresa, construida después de una fuerte sequía en 1347, que derivaba aguas del Llobregat para abastecimiento y riego. La ciudad está situada a orillas del río Cardoner, afluente del Llobregat, por lo que se trataba de una transferencia entre cuencas vecinas.

Cabe mencionar asimismo el intento de traída de aguas desde Caravaca para riego del Campo de Lorca. Con este fin en el siglo XIV se estableció un convenio entre ambas poblaciones por el cual Caravaca cedía los derechos sobre unas fuentes que no utilizaba a cambio de las tierras de las Cañadas de Tarragoya. Las fuentes consideradas eran las de Archivel, Barranda, Venablón, Navares, Canejas y Zingla.

### **2.3.2. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO**

En lo relativo al abastecimiento, cabe efectuar un comentario análogo al del riego. No hay aportaciones muy significativas en lo que a conducciones de trasvase con relación a la época romana.

Es conveniente señalar, sin embargo, el desarrollo de redes de canales subterráneos (“qanat”) de origen árabe o medieval (incluso romano) para abastecer las ciudades. Dentro de esta categoría se engloban tanto las conducciones subterráneas que transportaban las aguas de un manantial próximo o lejano, hasta las galerías o minas que drenaban el agua contenida en capas de arena permeable que descansan sobre otras impermeables, situadas en zonas de mayor altura que la ciudad. En éste último caso no puede decirse que se trate de trasvases, pues la fuente es habitualmente el subsuelo del propio núcleo o de sus inmediaciones. Por ejemplo, los viajes de agua del Bajo y Alto Albroñigal en Madrid, cuyas fuentes se encontraban en Canillejas y Canillas respectivamente.

Dentro de las conducciones subterráneas puede incluirse el abastecimiento de Andújar, probablemente posromano. El agua se derivaba del arroyo Martín Gordo, afluente del Guadalquivir por su margen derecha aguas arriba de Andújar y se

transportaba mediante una galería excavada como falso túnel. Se trataría de un pequeño trasvase, puesto que la población está fuera de la cuenca del arroyo del que se abastece. Su construcción se sitúa entre la Edad Media y la Edad Moderna.

Los trasvases existentes en este período coinciden básicamente con los de época romana, que son reutilizados y mejorados en algunos casos.

## **2.4. LOS REYES CATÓLICOS Y LA CASA DE AUSTRIA (SIGLOS XV-XVII)**

En este período se acometen numerosas obras hidráulicas muy significativas, fundamentalmente en Levante y la cuenca del Ebro. Se caracteriza la época, como signo novedoso frente a otras anteriores, porque la utilización de los ríos como vías de comunicación pasa a ser una preocupación que supera a la del desarrollo de los regadíos. Por primera vez se comienza a hablar de construir un canal navegable que comunique la Meseta con el Cantábrico, lo que sería el Canal de Castilla en siglos posteriores, o de abrir una vía de navegación por el Ebro a través del Canal Imperial de Aragón.

### **2.4.1. CONDUCCIONES DESTINADAS A RIEGO**

En la cuenca del Duero Isabel la Católica pretendió a principios del siglo XVI trasvasar agua del Adaja al Zapardiel para incrementar el caudal disponible en Medina del Campo. Sin embargo, los ataques nocturnos que sufría la presa de cabecera le hicieron desistir (provocaba que numerosos batanes y molinos se quedaran sin fuerza motriz).

En la cuenca del Tajo se ejecutaron canales destinados principalmente al suministro de los jardines y huertas reales, que derivaban del Tajo para regar en sus márgenes, por lo que no pueden considerarse como trasvases intercuenas. Entre ellas se encuentra la Real Acequia del Jarama o las acequias de las Aves y la Azúa en las proximidades de Aranjuez.

En Murcia se realizan durante el siglo XVI y XVII numerosas obras de infraestructura de riego –como muchas de las principales acequias de las vegas- que permiten una considerable expansión de la superficie regada.

Cabe destacar también el desarrollo de proyectos de trasvase que, debido a la magnitud de las obras no llegaron a realizarse, algunos con antecedentes en siglos anteriores, que constituyen el embrión de todo lo que se acometerá después y de lo que se plantea hoy en día. Se trata, por tanto, de ideas con medio milenio de antigüedad.

Por ejemplo, son continuos los intentos de mejorar el riego del campo de Lorca (Vega del Guadalentín), basados desde antiguo, como ya se ha indicado al hablar del siglo XIV, en el aprovechamiento de las fuentes debido a la irregularidad del río. En el siglo XVI se plantea incorporar a las fuentes ya aprovechables en virtud del

Convenio con Caravaca del siglo XIV, el manantial llamado Ojos de Luchena. Aún así no se cubrían todas las necesidades de Lorca, por lo que se conciben también los embalses de Puentes y Valdeinfierno y un trasvase desde los ríos Castril y Guardal, en la cuenca del Guadalquivir.

Se realizaron los estudios e informes pertinentes, quedando paralizado el proyecto de traída de agua desde Caravaca por la rebelión morisca primero y por la oposición de esta ciudad después, a pesar de haberse mancomunado para realizarlo las ciudades de Lorca, Murcia y Cartagena.

La idea del Embalse de Puentes comienza a tomar forma a principios del siglo XVII, proponiéndose en 1612 introducir en él tanto las aguas procedentes de Caravaca como las conducidas por el futuro trasvase desde el Castril y el Guardal. Finalmente, la presa se concluyó entre 1647 y 1648 sobre el Guadalentín, aguas arriba de Lorca, sin que hubieran llegado los incrementos de caudal previstos y fue destruida por una avenida el año siguiente.

En cuanto al trasvase desde los ríos mencionados, la iniciativa, planteada en 1537, no prosperó tanto por las dificultades técnicas como por la oposición del Duque de Alba, señor de Huéscar y Castril, que utilizaba los cauces para transportar la madera extraída de sus montes. La cuestión volvió a suscitarse en 1612, como se ha indicado ya. Se comenzaron los trabajos y se alcanzó la Sierra de Almorox, interrumpiéndose allí por dificultades económicas y errores técnicos.

La Huerta de Elche también fue objeto de proyectos de trasvase, cuyos primeros antecedentes se remontan a 1420. Ya bajo el reinado de los Reyes Católicos se practicaron nivelaciones para tratar de agregar caudales del río Cabriel al Guadalaviar y para derivar aguas del Júcar, hacia el Vinalopó, intentos que no conseguirían su objetivo final (es ahora cuando se está desarrollando esta idea), pero que constituyeron un antecedente de trasvases de mayor envergadura que los hasta entonces practicados.

A partir de 1528 se retomó seriamente la cuestión. A finales del siglo XVII se encargó la nivelación oportuna y se llegó a la conclusión de que sería muy difícil la ejecución. La conducción empezaba en el Júcar y terminaba en el embalse de Tibi. Se intentó también traer aguas de Villena y a finales del XVII se planteó definitivamente esta fuente ante las dificultades que planteaba el Júcar. Esta segunda posibilidad se consideró viable, pero fracasó ante la oposición de Elda y Sax.

Durante el reinado de los Austrias se construyó en Alicante la presa de Tibi y aguas abajo de ella los azudes de Muchamiel y San Juan, que constituyeron un destacadísimo conjunto hidráulico en su época para permitir el riego en la vega alicantina. También datan de esta época las presas de Elche y Relleu, con la misma finalidad principal. Constructivamente se trataba de innovaciones técnicas singulares.

Igualmente se firmó un contrato para la ejecución del trasvase del Júcar a la Vega de Valencia, planteado ya en los siglos XIV y XV, que tampoco esta vez se materializó.

En los riegos de la Plana de Castellón se reconstruyó el azud de Villareal, en el río Mijares y la Acequia común de Castellón y Almanzora. Parece que el municipio de Burriana ejecutó una obra en el Río Seco con objeto de aprovechar aguas derivadas

del Mijares, que rápidamente se aterró, provocando inundaciones en los campos de Bechi. Constituiría la parte final de un trasvase entre los ríos Mijares y Seco, que, por otra parte, podría estar total o parcialmente ejecutado como consecuencia de la infraestructura de riego de época romana. En la ribera alta del Júcar se construyeron nuevas acequias en Escalona, en Carcagente y Cogullada.

En la cuenca del Ebro se plantearon obras hidráulicas de gran importancia destinadas a ampliar la superficie de riego, aunque la mayor parte no se concluyeron. Se trataba de superar la dependencia de los regadíos respecto a los caudales fluviales, acometiéndose actuaciones de carácter más general que las puntuales de épocas anteriores. Se realizaron las presas de Arguis en Huesca y de Cascante en Navarra. Referente a la primera, que pretende aportar aguas a Huesca para riego y abastecimiento, cabe destacar que lo primero que expusieron los oscenses en el siglo XVII a Felipe IV fue derivar aguas del Gállego. El proyecto fue considerado factible por los ingenieros reales pero fracasó debido tanto a la escasez de medios económicos como a la oposición de Zaragoza, situada aguas abajo. Por ello, se acabó por acometer la presa de Arguis, ubicada en el Isueba, aguas arriba de Huesca, que no afectaba en absoluto a los zaragozanos. Ya existían dos acequias de origen árabe que llevaban agua a la ciudad desde este río.

Comenzaron las obras del Canal Imperial de Aragón, construyéndose la presa de cabecera en Fontelles, aguas abajo de Tudela e iniciándose el canal cuyas obras quedarían interrumpidas tras 53 km, al llegar al Jalón, sin que Zaragoza viera colmados sus deseos de aprovechar las aguas del Ebro. Tampoco se llevó a término la prolongación del Canal de Tauste. Igualmente se realizaron algunos trabajos previos para el Canal de Urgel, que continuará siendo aún un proyecto. Los problemas económicos dificultaron las obras y motivaron incluso su abandono. Carlos I autorizó la construcción de este último canal derivando agua del Segre. Felipe II intentó que el estado asumiera la construcción y bajo el reinado de Felipe III fueron los beneficiarios quienes se comprometieron a pagar 3/10 de los frutos producidos por las tierras regadas una vez construido el canal. A pesar de todo, las obras no llegaron a comenzarse.

Puede citarse también, como un trasvase subterráneo, a través de galerías de captación, el ejecutado en el siglo XVI en Gran Canaria, que desvía aguas de la cuenca de Tejeda a la de Tenteniguada.

Es curioso constatar que, como se deduce de lo expuesto, las zonas a las que se pretendía dirigir los trasvases en el siglo XVI e incluso en centurias anteriores son las mismas que se consideran actualmente, coincidentes con aquellas que han sido objeto de un mayor desarrollo agrícola -y por tanto urbano- en épocas precedentes. Algunas fuentes de aportación son idénticas a las consideradas hoy en día (Guadiana Menor o Júcar, por ejemplo).

#### **2.4.2. CONDUCCIONES DESTINADAS AL ABASTECIMIENTO**

El abastecimiento del Monasterio de El Escorial que constituía una pequeña transferencia, se realizaba mediante un canal de 9 km de longitud, la mayor parte en

conducción enterrada, que transportaba las aguas captadas en varios arroyos: básicamente del Tobar y del Romeral. El primero vierte al río Aceña, afluente del Alberche. En cambio, el arroyo del Romeral vierte al Aulencia, en cuya cuenca se ubica El Escorial, afluente del Gudarrama. Fue modificado en el siglo XVIII construyendo la presa vieja del Romeral por el incremento de demanda.

También merecen destacarse en las proximidades del real sitio, las presas de Granjilla I y II, construidas en el siglo XVI, que se alimentan mediante un pequeño trasvase con agua del río Aulencia, derivada mediante un azud y conducida primero en canal y luego en tubería.

En la figura incluida al final del epígrafe correspondiente al siglo XIX se recogen aquellas conducciones anteriormente descritas y finalmente ejecutadas que pueden considerarse como trasvases.

## **2.5. LA ÉPOCA BORBÓNICA. (SIGLO XVIII)**

En este período las obras hidráulicas reciben un renovado impulso, completándose además parte de las emprendidas en siglos anteriores.

### **2.5.1. CANALES DE NAVEGACIÓN**

Es la época en que los grandes proyectos estatales tiene como objetivo esencial la consecución de vías navegables de comunicación, a semejanza de lo que había ocurrido en otros países europeos. El ambicioso plan inicial pretendía construir caminos que desde Reinosa en Santander y El Espinar en Segovia, franquearan las cordilleras Cantábrica y Central y enlazar después estos dos puntos con las principales poblaciones de Castilla la Vieja a través de una red de canales navegables, que diera salida comercial a los productos del interior. Finalmente, tras varias vicisitudes se decidió utilizar los canales simultáneamente para navegación y riego. El ambicioso programa no se limitaba, sin embargo a la cuenca del Duero, sino que llegaba a incluir también a los ríos Ebro, Guadalquivir y Tajo.

En la cuenca del Duero se inició la construcción del Canal de Castilla destinado, en principio, a la navegación. La ejecución de las obras comenzó en Calahorra en 1753 con lo que sería el Ramal de Campos, por ser el más sencillo. En 1757 se interrumpieron, cuando se había concluido el tramo Calahorra-Paredes de Nava, de 30 km aproximadamente. Se reanudaron en 1759 por el Ramal del Norte, entre Alar del Rey y Calahorra, que se concluyó en 1791, con una longitud de unos 75 km, enlazándolo con la parte ya construida del Ramal de Campos. El Ramal del Norte constituye un trasvase entre los ríos Pisuerga y Carrión. Comienza en Alar del Rey, derivando aguas del Pisuerga y termina aguas abajo de Calahorra, punto en el que se dispone una presa para permitir cruzar el Carrión a nivel.

En 1792 se iniciaron las obras del Ramal del Sur, interrumpidas en 1804, cuando estaba ya ejecutado el tramo entre el Serrón y Soto Albúrez, de 15 km

aproximadamente. Las interrupciones fueron motivadas por cambios en el cuadro directivo y, sobre todo, por falta de recursos económicos. El Ramal de Campos y el del Sur, que concluyen en Medina de Rioseco y Valladolid respectivamente se terminarán en el siglo XIX.

Dentro del esquema antes indicado de vías navegables, el canal que comunicaba la Meseta con el Guadalquivir para llegar hasta el Atlántico, discurría siguiendo desde el Guadarrama, los valles del Manzanares, Jarama y Tajo, atravesaba La Mancha, cruzaba Sierra Morena por el nuevo camino de Despeñaperros y después continuaba con un canal navegable paralelo al Guadalquivir desde aguas arriba de Andújar hasta Sevilla, para alcanzar desde allí el Atlántico.

Se acometió la construcción de la primera parte, el Canal del Guadarrama, cuyo origen era la presa del Gasco en dicho río y su final, el Manzanares, a la altura del Puente de Toledo. Su finalidad inmediata era el transporte de piedra desde la Sierra madrileña con destino a las obras emprendidas por el rey Carlos III en la capital. Para ello, era necesaria la ejecución de la presa del Gasco, de 91 m de altura, colosal para aquellos tiempos, y de un canal de 37 km que salvara la diferencia de altura entre el embalse y el río Manzanares, mediante 17 esclusas. Se llegaron a ejecutar 27 km de canal entre 1786 y 1789. La ruina del muro de la presa cuando alcanzaba 50 m de los 91 previstos, originó el abandono de las obras, retrasándose mucho su reanudación en función de las circunstancias políticas.

### **2.5.2. CONDUCCIONES DE RIEGO**

En la cuenca del Tajo se amplió la Acequia del Jarama y el Canal del Manzanares. La finalidad inicial de este último era la navegación, enlazando el río Manzanares con el Tajo, pero acabó destinado al regadío.

En la del Guadiana se construye el Canal del Gran Prior en Ciudad Real (entre Argamasilla de Alba y el Cigüela) y se realiza el proyecto del Canal de María Cristina para drenaje de la zona cercana a Albacete.

En el Segura se amplía la Huerta de Murcia. Para ampliar el regadío en los campos de Lorca y en Cartagena, se retoma el proyecto de trasvase desde los ríos Castril y Guardal a Lorca. Sin embargo, a diferencia de siglos anteriores, se pretende construir un canal de navegación y riego para “hacer fecundos los campos de Lorca, Totana y demás del Reyno de Murcia”, que incorporara también los excedentes de las fuentes de Caravaca. El proyecto presentado en 1745 incluye los primeros aforos de los ríos cedentes efectuados en el año 1742, realizándose además la nivelación de 60 leguas (400 km). Es curioso notar que la realización de estos pioneros aforos obedecía a la necesidad de acreditar la existencia de recursos trasvasables en origen, lo que constituye un remoto y elemental antecedente de la misma moderna exigencia.

El plan perseguía el aprovechamiento integral de las cabeceras del Castril, Guardal, cuenca alta del Guadalentín y fuentes de Archivel, cerca de Calasparra. Las aguas de estas últimas se incorporaban a los embalses de Puentes y Valdeinfierno. Se trataba, por tanto, de un trasvase intercuenca. Para ello, se captaba las aguas del nacimiento

del Castril, que se unía al Guardal mediante una galería de diez km excavada en Sierra Seca. Ambas cabeceras quedarían reguladas por sendas presas, al igual que la fuente baja del Guardal. Dese allí el canal de riego y navegación habría de recorrer 287 km hasta Cartagena, en cuyo Campo se bifurcaba en dos: uno exclusivamente para riego que moría en el Mar Menor y otro navegable hasta el Cabo de Palos. Incluía la construcción de los embalses de Valdeinfierno, Agua Amarga y Puentes. Para atravesar la divisoria entre las cuencas del Guadalquivir y del Segura por la Sierra de Topares se preveía un túnel de 13,5 km de longitud. La superficie de riego afectada sería de 84.000 ha. El trazado era diferente al del siglo XVII, por lo que no se podían aprovechar los trabajos entonces realizados.

La construcción se le concede a final de siglo a la compañía del Canal de Murcia y, ante su fracaso, fue asumido directamente por el Estado, activándose definitivamente la iniciativa en 1777, en el reinado de Carlos III. El canal se denomina Canal de Murcia o Real Canal de Carlos III. En aquellos momentos los intereses de la Casa de Alba -y por tanto su oposición- habían desaparecido, pues los montes de las cuencas cedentes eran propiedad ahora del Arsenal de Cartagena, muy favorable al proyecto, puesto que resolvía el transporte de madera mediante el canal navegable hasta dicho arsenal. Por otra parte, la ciudad de Huéscar tampoco se veía afectada, porque no aprovechaba para uso agrícola las aguas derivadas.

En 1781 se paralizaron las obras y ante las dificultades de todo tipo que van surgiendo, incluyendo las derivadas de aforos más sistemáticos que advertían sobre la escasez de caudales, se pone en duda la viabilidad del canal. Después se modificó la finalidad, limitándose exclusivamente al riego ante las dificultades de ejecución, y finalmente se acabó desistiendo de la idea en 1785, optándose entonces exclusivamente por la construcción de los embalses de Valdeinfierno y Puentes.

Dentro de las obras ejecutadas se encuentra el trozo de canal que aprovecha una acequia de riego desde las Fuentes del Guardal hasta el Raigadas (utilizada para riego desde el primer momento), así como un tramo de canal abandonado que parte de la margen izquierda del Guardal y contornea las sierras de Jurena y La Encantada. En la figura incluida al final del epígrafe correspondiente al siglo XIX se ha reflejado la parte construida del canal. Sin embargo, dada la singularidad de esta obra, se incluye a continuación una figura correspondiente al tramo final, una vez salvada la divisoria entre las cuencas del Guadalquivir y el Segura. Procede de un plano de 1817, que coincide casi totalmente con lo previsto y comenzado a ejecutar en el siglo XVIII.





Figura 2. Tramo final del Real Canal de Carlos III (Murcia)

En la cuenca del Júcar se prolongó la Acequia Real bajo el reinado de Carlos III hasta Albal pasando así a ser un trasvase entre las cuencas de los ríos Júcar, Magro y Turia. También se construyó la Acequia nueva de Castellón a finales del siglo.

En la cuenca del Ebro se concluyen el Canal Imperial de Aragón y el Canal de Tauste y el de Cherta. A finales de siglo se reinician también los estudios del canal de Tamarite de Litera, hoy de Aragón y Cataluña, concebido en principio para navegación y riego, del de Bardenas y del de Urgel, si bien ninguno se comenzaría a construir hasta el siglo XIX.

Cabe señalar también la propuesta remitida a las Cortes de Aragón en 1702 proponiendo desviar el curso del río Aragón antes de su entrada en Navarra para su aprovechamiento íntegro en el reino aragonés. Se proponía desviarlo mediante un canal hasta el río Riquel, afluente del Ebro, a la altura de Sádaba. Así sería posible aprovechar sus aguas para el riego de la comarca de las cinco villas. Evidentemente no llegó a materializarse, pero constituye ya el primer antecedente próximo del canal de riego de Bardenas, que es un trasvase entre las cuencas del Aragón y el Gállego.

En Cataluña se construyeron también nuevos canales, aunque no estrictamente calificables como trasvases.

### 2.5.3. CONDUCCIONES DE ABASTECIMIENTO

En este campo cabe señalar que se siguen aprovechando en muchos casos las conducciones de época romana, mantenidas a lo largo de los siglos.

Como trasvase propuesto en este siglo cuya finalidad esencial era el abastecimiento, puede destacarse uno inconcluso, el abastecimiento a Málaga desde la fuente del

Rey. Se trataba de conducir las aguas de la fuente del Rey, en la desde la fuente del Rey. Se trataba de conducir las aguas de la fuente del Rey, en la cuenca del Guadalhorce hasta la ciudad de Málaga, en la cuenca del Guadalmedina, atravesando el cauce del primero. La longitud total ascendía a 31 km, de los cuales, debido a dificultades presupuestarias, solo se ejecutaron 5,5 km, suspendiéndose las obras en 1741. Finalmente sería realizada una nueva conducción a finales de siglo, el acueducto de San Telmo, que cumpliría la función del anterior, derivando del propio Guadalmedina aguas arriba de la ciudad.

Puede señalarse también el abastecimiento de Pamplona, realizado entre 1783 y 1790 por Ventura Rodríguez. La ciudad se encuentra a orillas del Arga, mientras que las aguas eran captadas en el valle del Barranco Errecaldea, al Sur de la ciudad, afluente del primero por la margen izquierda. Es en este sentido en el que puede calificarse como un trasvase.

En la figura incluida al final del epígrafe correspondiente al siglo XIX, se recogen las conducciones de trasvase antes enumeradas (solo las partes realmente ejecutadas).

## **2.6. EL SIGLO XIX**

El final del siglo XVIII así como los primeros años del XIX con la Guerra de la Independencia, supusieron un estancamiento de la actividad hidráulica, que una vez terminada la contienda experimenta un nuevo impulso. En este siglo se proyectaron y efectuaron concesiones para gran cantidad de canales, la mayor parte de los cuales no llegaron ni siquiera a comenzarse. La preocupación por el desarrollo de canales navegables desaparece, circunstancia totalmente lógica debido al desarrollo del ferrocarril en la segunda mitad del siglo como medio más importante para el transporte.

En la segunda mitad de la centuria fue importante la preocupación por el fomento agrícola, encargándose en 1864 al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, creado en 1799, la redacción de un programa nacional para el estudio hidrológico de las cuencas de los ríos con vistas a este fin. Fruto de todos los trabajos realizados es el Avance de un Plan general de pantanos y canales de riego redactado en 1899 por dicho Cuerpo, coincidiendo con su primer centenario.

Igualmente aparecieron las primeras legislaciones de aguas de ámbito nacional, las leyes de aguas de 1866 y 1879, así como la Ley de Canales y Pantanos de 1870 o la de 1889 de auxilios para la construcción de canales y pantanos de interés público. Todas estas regulaciones -que ya habían tenido antecedentes a principios de siglo y recogían disposiciones y normas muy anteriores- son, en gran parte, consecuencia de la mayor intensidad en la explotación del agua, de manera que empieza a ser necesario ordenar su uso coordinado a lo largo de un mismo cauce.

Las conducciones de trasvase que se describen en los dos apartados posteriores se recogen en la figura incluida al final de este epígrafe.

### **2.6.1. CONDUCCIONES DESTINADAS A RIEGO Y/O NAVEGACIÓN**

En la cuenca del Duero se concluyó en 1835 el Ramal Sur del Canal de Castilla, entre Soto Alburez y Valladolid con una longitud de 35 km aproximadamente, comenzándose la navegación entre Alar de Rey y la capital castellana. En 1849 sucedió lo mismo con el Ramal de Campos que finaliza en Medina de Rioseco, ejecutándose en este siglo los 50 km que restaban. Si bien en principio se mantuvo su uso exclusivo para navegación y aprovechamiento industrial mediante fábricas de harina, a finales de siglo van aumentando los partidarios de transformarlo en un canal de regadío ante la evidente decadencia de la navegación desde el nacimiento del ferrocarril.

Dentro de los proyectos utópicos destinados a la navegación puede señalarse el del ingeniero francés Felipe de Conrad en 1833, que denominó Canal Imperial Marítimo, que pretendía unir el Cantábrico con el Mediterráneo. El canal comenzaba en el puerto de San Sebastián, seguía la ribera izquierda del río Urumea y entraba en el valle del Oria, remontándolo por su margen derecha. Alcanzaba así la Divisoria entre las vertientes cantábrica y mediterránea, desde donde descendía hasta llegar al Ebro cerca de Milagro, aguas arriba de Castejón, por el valle del Arga. El Doctor Malo, que refleja la idea en un libro en 1850, añade además el enlace de esta obra con el Canal de Castilla a través de canalizaciones que atravesaban Navarra, Álava, Logroño y Burgos.

En la cuenca se proyectaron numerosos canales, la mayor parte de los cuales no llegaron a ejecutarse. Puede destacarse la excepción del Canal del Esla, entre otros, que permitía regar en la vega de este río. En cualquier caso, la mayoría no eran calificables como trasvases.

En la cuenca del Tajo se reactiva el proyecto del canal del Guadarrama, concebido ahora no como elemento utópico de navegación, sino de riego que comunicaría las vegas del Guadarrama y Manzanares, que tampoco llegaría a concluirse.

En el valle del Guadalquivir se elaboraron numerosos proyectos que pretendían la puesta en riego de zonas colindantes a las márgenes entre Sevilla y Córdoba fundamentalmente, tomando el agua del propio Guadalquivir o de embalses construidos en sus afluentes. No se llevaron a cabo, aunque de haberlo hecho, no habrían constituido trasvases.

En la cuenca del Sur, en la provincia de Almería, surgieron los primeros proyectos para regar en el Campo de Dalías a partir del río Benívar. Sin embargo, ninguno de ellos tuvo éxito.

Dentro del desarrollo de los riegos en esta cuenca se enmarca la construcción de la presa de Níjar, sobre el río Carrizal en Almería, para riego del Campo de Níjar, inaugurada en 1850, si bien las primeras referencias al proyecto aparecen a finales del siglo XVIII. Debido a la escasez de aportaciones tanto por lo reducido de la pluviometría como de la superficie aportadora, se proyectó un azud y un túnel de trasvase que recogiera las aguas de la cercana rambla Honda y las introdujera en el embalse. Las obras se acometieron, pero problemas geológicos impidieron la normal utilización del túnel, lo que junto con las cuantiosas aportaciones de sólidos, la mala explotación y no corrección de la deforestada cuenca acabaron con la utilidad de la presa hacia 1896.

En el Segura se retomó de nuevo la traida de aguas de los ríos Castril y Guardal para el regadío de Lorca, redactándose un nuevo proyecto, que incorporaba además las aguas del río Guadalentín (el afluente del Guadiana Menor). El destino era el futuro embalse de Puentes, ya que el primero había sido arruinado por una avenida, incorporándose antes las aguas de las fuentes de Caravaca, es decir, englobaba dos ideas barajadas ya en el siglo XV. Finalmente tampoco se llevó a cabo. El trazado era coincidente con el iniciado el siglo pasado, pues se trataba de aprovechar lo ya construido.

No se empezó la construcción, pero si se planteó seriamente una ejecución parcial más viable desde todos los puntos de vista: un ramal del proyecto inicial, el denominado de Archivel, que conducía hasta la vega de Lorca las aguas de las fuentes del mismo nombre. Se trata de un trasvase entre cuencas diferentes (Argos y Guadalentín) dentro de la del Segura. El proyecto correspondiente se terminó en 1859 y se sopesó su ejecución frente a la reconstrucción de la arruinada presa de Puentes. Contó con la oposición de Calasparra, Caravaca, Cehegín y Murcia.

Ante el rechazo de las dos iniciativas se planteó una tercera, el trasvase de aguas del río Segura al Sangonera (Guadalentín) antes de su llegada a Lorca. Esta idea no se realizaría, pero se trata del primer antecedente de lo que en el siglo XX se denominará el Canal Alto de la Margen derecha o bien del canal de la margen derecha del Postrasvase Tajo-Segura, ya construido, que cumplen la misma finalidad, abastecer con aguas del Segura o de otra fuente, el infradotado regadío lorquino.

En la cuenca del Júcar también se ejecutaron nuevas obras. Se plantea de nuevo el trasvase Júcar-Turía, quedando paralizado por problemas técnicos. También se proyectaron e iniciaron las obras de un trasvase del río Algar a Elche, en la cuenca del Vinalopó, que se limitaron finalmente a la construcción de la primera presa de derivación.

Cabe señalar también el proyecto de Peyronet (1857) para trasvasar aguas del Júcar al valle del Vinalopó. Al igual que en propuestas anteriores, el canal comenzaba entre La Roda y Villa Ves, siguiendo después por el entorno de Ayora hacia el Vinalopó. La longitud prevista era de 30 leguas (200 km aproximadamente). Contó siempre con la oposición de los usuarios de la Ribera del Júcar, pasándose por ello de proponer una captación permanente de caudales a considerar, a pesar de ser más costoso, la derivación de sobrantes en ciertas épocas del año, que serían almacenados en “el pantano de Alicante, que es el mayor, Almansa, Elda y algún otro que puede construirse” (Noticia sobre el Canal del Júcar, 1847).

En el Ebro dieron comienzo en 1817 las obras del Canal de Urgel. Este canal, en uso hoy día, fue construido mediante una concesión a sociedad anónima. Su objetivo era la puesta en riego de la comarca de los Llanos de Urgel, afectando a una superficie de 90.000 ha, si bien en 1878 sólo se regaban 20.000 ha. Deriva del Segre unos dos kilómetros aguas abajo de Pons y atraviesa las cuencas de varios de sus afluentes por la margen derecha (Sio, Cervera y Corb), reintegrándose después al Segre. En este sentido puede decirse que constituye una transferencia.

Las obras sufrieron numerosas paralizaciones y reconsideraciones causa de las dificultades que surgían, originadas tanto por la difícil orografía del terreno

atravesado como por los avatares políticos de la época (guerra carlista). La primera interrupción prolongada tuvo lugar en 1833. Se reemprendieron en 1853 y concluyeron en 1861, iniciándose los riegos en 1862. Cabe destacar la ejecución de un túnel de 4918 m y una anchura media de 7 m para salvar la Sierra de Monclar. La longitud total es de 144 km y su capacidad en origen de 33 m<sup>3</sup>/s.

También en la margen izquierda del Ebro se comenzaron las obras del Canal de Aragón y Cataluña (entonces denominado de Tamarite de Litera) con la concesión a una empresa privada, abandonándose la idea del siglo anterior de compartir navegación y riego, concibiéndose el canal para regar 104.000 ha con un caudal en cabecera de 35 m<sup>3</sup>/s. Tras sucesivos incumplimientos, en 1891 se declaró caducada la concesión y la iniciativa popular encabezada por Joaquín Costa motivó que el estado asumiese definitivamente las obras, que finalizarían en 1909. En 1896 se dicta la Ley para costear las obras del Canal de Aragón y Cataluña, de 124 km de longitud, que si bien se desarrollaba por completo en la cuenca del Segre, derivaba agua del río Esera, afluente del Cinca, que se utiliza para riego y abastecimiento tanto en la cuenca de éste como en la vecina del Noguera Ribagorzana, afluente del Segre, por lo que puede calificarse como de trasvase entre cuencas vecinas. Cuando el Estado asume las obras sólo estaban construidos 20 km del canal principal a cielo abierto y perforados varios túneles.

Igualmente en la margen izquierda del Ebro se otorga una concesión a una sociedad privada para la ejecución de la primera fase de lo que será después el canal de Bardenas. El canal concedido derivaría aguas del Aragón cerca de la desembocadura del Escá y terminaría en el Arba, regando a lo largo de cuencas diferentes a la de derivación, pero todas ellas vertientes al Ebro. Su destino era el riego de la comarca de las Cinco Villas. A pesar de estar redactado el proyecto no llegó a construirse, siendo el antecedente más directo y de mayor envergadura del canal de las Bardenas, que se construiría en el siglo XX entre el Aragón y el Gállego, incluido en el Plan Nacional de 1902.

También en la margen izquierda comienzan en este siglo los antecedentes del Plan de Riegos del Alto Aragón, entre los ríos Gállego, Cinca y Ebro. El primer intento lo constituye el canal de trasvase del río Ara, afluente del Cinca, al río Vero, en la zona de Barbastro para el regadío de su comarca. En 1855 fue otorgada la concesión del canal, denominado de la princesa de Asturias. La concesión fue modificada para incrementar la superficie regada. Sin embargo, no llegó a buen fin debido al fallecimiento de su promotor.

La siguiente iniciativa tuvo lugar en 1865, el llamado Canal de Sobrarbe, que pretendía derivar agua del río Ara, aguas arriba de Boltaña para conducirla a la cuenca vecina del Vero, Laclamor y Alcanadre. Las aguas derivadas del Ara eran conducidas mediante un canal de 54 km hasta el Vero. Discurrirían por su cauce hasta una presa de derivación de la que partirían dos canales, uno por cada margen. El de la derecha terminaría en el río Alcanadre y el de la izquierda en el Cinca. También se trataba, por tanto de un sistema que contemplaba trasvases entre varias cuencas adyacentes. No pasó de ser un proyecto, que sin embargo sería recogido por el Plan Nacional de 1902.

Dentro de la cuenca del río Arba, afluente del Ebro, cabe mencionar una pequeña actuación de trasvase destinadas a regadío. Se trata del embalse de San Bartolomé, en las proximidades de Ejea de los Caballeros, terminado en 1879 que se alimenta mediante un canal de dos km que deriva aguas del río Arba hacia una cuenca lateral en la que se ubica la presa.

A finales del siglo nació el regeneracionismo cuyos integrantes, entre los que se cuentan destacados políticos de la época, cuyo máximo exponente es Joaquín Costa, conciben el riego como el medio para despertar al país de su letargo y sacarlo de la profunda crisis política, económica y social en que se encontraba. Pasa a identificarse a partir de entonces política hidráulica con política agraria, siendo ésta la destinataria fundamental de la obra hidráulica. Todo ello debe realizarse con intervención estatal, puesto que la iniciativa privada no ha sido capaz de generar la actividad deseada en este campo. Esta concepción comenzaría a materializarse a principios del siglo XX con los planes nacionales de obras hidráulicas.

### **2.6.2. CONDUCCIONES DESTINADAS A ABASTECIMIENTO**

Este siglo es también el del nacimiento de un tejido industrial aún muy incipiente y como consecuencia de ello, del crecimiento de la demanda de los núcleos de población, requiriéndose nuevas fuentes de suministro que complementarían a las tradicionales, en general, en la segunda mitad del siglo.

El principal exponente de ello fue el nacimiento del Canal de Isabel II para el abastecimiento de Madrid con la construcción de la presa del Pontón de la Oliva en el río Lozoya, desde la que se derivaba agua por un canal de 70 km de longitud a la capital, ubicada en la cuenca del río Manzanares. Hasta entonces se había abastecido por medio de los viajes de agua, es decir, de galerías que captaban aguas del subsuelo de la ciudad, de época árabe.

Con anterioridad ya se habían estudiado otras alternativas a los viajes, derivando de algún río cercano. La elección solía recaer siempre en el Jarama. El primer proyecto de traída de aguas data de 1454. Se sucedieron después diversos proyectos que no se materializaron hasta llegar a 1851, en que se iniciaron las obras indicadas de acuerdo con un proyecto que derivaba aguas del Lozoya aguas arriba de su confluencia con el Jarama. La empresa tuvo que ser acometida por el estado, ante la imposibilidad de que se hiciera cargo el Ayuntamiento de la capital. Se trata de un trasvase entre las cuencas del Lozoya y Manzanares, ambos afluentes del Jarama, con capacidad para 2,5 m<sup>3</sup>/s. Desde entonces se han ido agregando nuevas infraestructuras a medida que la demanda lo ha requerido. La única que se incorporó en el XIX es la presa del Villar, en el río Lozoya, aguas arriba del Pónton, si bien ya en 1899 se propone la ejecución de otro canal, denominado canal alto.

Como trasvase podría considerarse también el proyecto, no ejecutado en este siglo, de abastecimiento a Badajoz desde el río Gévora, afluente del Zapaón que es a su vez afluente del Guadiana por la margen derecha aguas arriba de Badajoz. Finalmente se decidió ubicar la presa en el propio río Zapaón, pasando a ser entonces un canal de derivación, aunque se abandonaron las obras a final de siglo para concluirse en el XX.

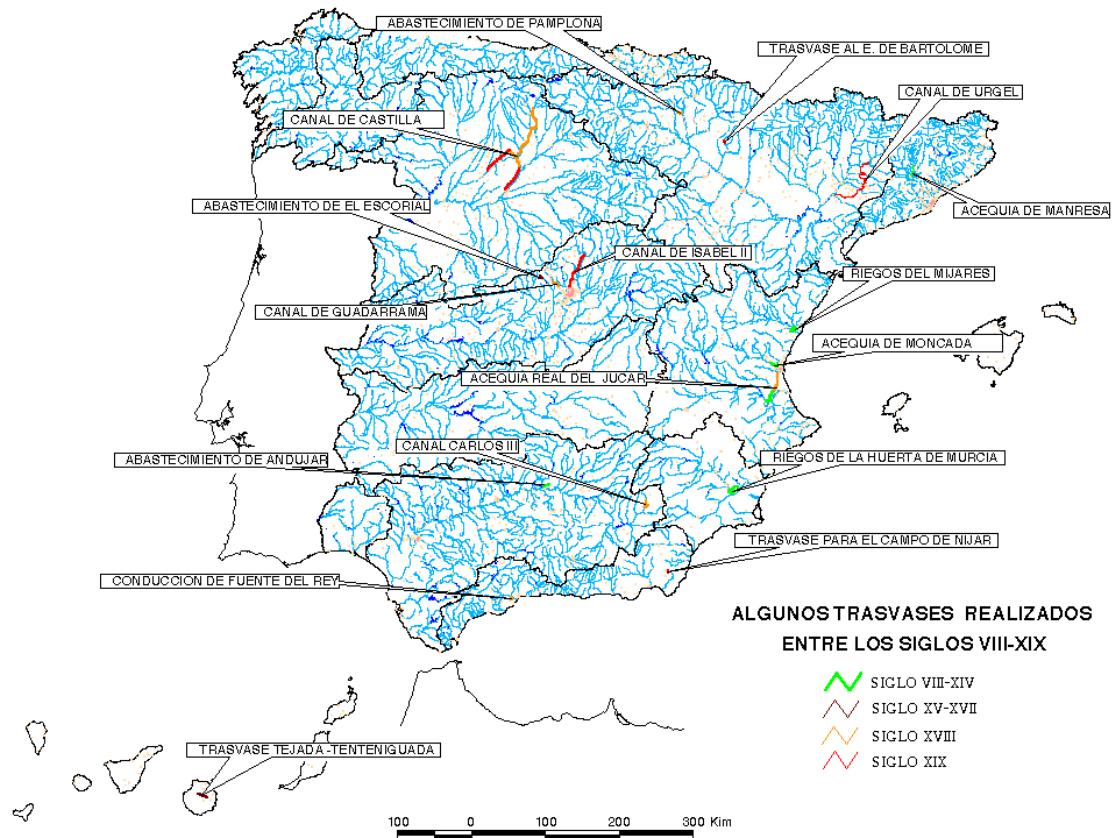


Figura 3. Plano de situación de algunos trasvases ejecutados entre los siglos VIII y XIX

## 2.7. EL SIGLO XX

Este siglo es el del gran desarrollo de las obras hidráulicas de todo tipo. Las corrientes regeneracionistas de finales del siglo XIX se prolongan a principios del XX (podría decirse que hasta 1936), si bien su espíritu impregna la actividad hidráulica hasta épocas muy recientes. El proceso seguido ha sido objeto de numerosos estudios, y se ha expuesto, en sus rasgos básicos, en el Libro Blanco del Agua en España. Seguidamente se exponen las principales ideas y realizaciones en relación con los trasvases intercuencas.

### 2.7.1. EL PLAN NACIONAL DE OBRAS HIDRÁULICAS DE 1902 Y SUS ACTUALIZACIONES HASTA 1922

Consecuencia de los estudios e inquietudes del final del siglo anterior es el Primer Plan General de Canales de Riego y Pantanos de 1902 (Plan Gasset). En él se contemplaba la construcción de un elevado número de embalses y canales en las diferentes cuencas dirigidos, casi exclusivamente, a la creación de nuevos regadíos. Comprendía 205 propuestas de obras, escalonadas en grupos de 40. Reflejaba en buena medida el Avance de 1899, ya mencionado en el siglo XIX.

La mayor parte de los embalses ya habían sido planteados tiempo atrás en los trabajos realizados por las divisiones hidrológicas. A este primer plan le suceden diversas actualizaciones en 1906, 1909, 1916, 1919 y 1922.

Todos fueron elaborados bajo el planteamiento de identificación entre política agraria y política hidráulica y preveían actuaciones desde un punto de vista esencialmente local y como diría Lorenzo Pardo en 1933, “sin relación alguna aún dentro de la propia cuenca, algunos francamente incompatibles entre sí”. Hay que señalar, no obstante, que estas carencias, así como el alcance concreto de las actuaciones previstas, ya había sido detallados en la memoria del propio Plan de 1902. Este primer período se extiende hasta 1933, fecha en que aparece el Plan de Lorenzo Pardo con un nuevo enfoque, como se comentará en el siguiente apartado.

Estos planes aportan los elementos que conducen a un incremento de la regulación y de los aprovechamientos tanto para riego, como para abastecimientos e incluso producción hidroeléctrica. Ello demanda unos planteamientos de cada vez mayor racionalidad e integración en las actuaciones relacionadas con los recursos hídricos. En parte como consecuencia de esa falta de coordinación y de directrices de priorización entre las actuaciones incluidas en el Plan de 1902, los resultados son muy lentos. Ello da lugar a la aprobación de planes parciales en 1909, 1916, 1919 y 1922 más reducidos, si bien inscritos dentro de lo contemplado en 1902, que pretenden concentrar los esfuerzos y mejorar la situación. Este objetivo no fue totalmente alcanzado, siendo los beneficios muy escasos hasta mediados de los años veinte. Se pone de manifiesto igualmente la incapacidad de la iniciativa privada para asumir la ejecución de las obras, por lo que a lo largo de este período el marco legal va evolucionando hacia un intervencionismo estatal creciente.

En este ambiente se produce la creación de las Confederaciones Hidrográficas en 1926, cuyo ámbito se circunscribe a una cuenca hidrográfica, en sustitución de las antiguas divisiones hidrológicas del siglo XIX, si bien la entrada en funcionamiento de todas ellas no se produciría hasta décadas más tarde. Suponen un intento de abordar de manera integral todo lo relacionado con los recursos hídricos.

Todas las conducciones descritas en este epígrafe se reflejan en la figura que recoge las conducciones y trasvases realizados a lo largo del siglo XX.

A principios de siglo Lorca y Cartagena reclaman nuevamente el trasvase desde el Castril y el Guardal. Sin embargo, han surgido ya las demandas locales, existiendo proyectos para su destino a riego y fuerza motriz de 1866 y 1902. Poco después aparecen los proyectos de los embalses de El Portillo y San Clemente para la regulación del Castril y el Guardal respectivamente. En 1914 Lorca concluye a sus expensas la redacción de un proyecto para llevar agua a sus regadíos comprometiéndose a entregar  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  sin coste alguno a los propietarios de Huéscar y Puebla de Don Fadrique. En 1917 desde Almería se pide un trasvase desde estos ríos al Almanzora, apareciendo así el primer antecedente del trasvase Negratín-Cuevas de Almanzora que se plantea actualmente. Puede verse, por tanto, como surgen nuevos usuarios que “complican” la ya de por sí comprometida viabilidad del viejísimo proyecto de trasvase a Lorca.



Es la División hidrológica del Sur la que toma la iniciativa, provocando la reacción de Lorca, que manifiesta ante el Ministerio de Fomento, que la concesión de las aguas a esta ciudad había sido ratificada por reales órdenes de 1913, 1914 y 1923.

Finalmente, el Ministerio ordenó la creación de una comisión conjunta del Guadalquivir, Segura y Sur a fin de realizar los estudios que permitieran materializar la regulación de 5 m<sup>3</sup>/s en la cabecera del Castril y el Guardal, de los cuales 2 m<sup>3</sup>/s se destinarían a la propia cuenca del Guadalquivir, 2 m<sup>3</sup>/s a la del Segura y 1 m<sup>3</sup>/s al Almanzora. Las actuaciones propuestas, básicamente, comprendían las obras de regulación de El Portillo y San Clemente, comunicadas por un túnel, así como una conducción que partiendo de San Clemente se bifurcaba en dos en el partididor de la Carrasca, una destinada a los usos locales en la cuenca cedente y otra a Lorca y Almanzora. Esta última se dividía nuevamente una vez cruzada la divisoria atlántico-mediterránea.

Tras muchas vicisitudes, el Consejo de Obras Públicas manifestó en 1932 que los estudios eran insuficientes para asegurar tanto la viabilidad del trazado como la disponibilidad de caudales y propuso continuar los estudios.

Otra importante realización de comienzos de siglo es el desarrollo por la Real Compañía de los Riegos de Levante, de su proyecto de trasvase de aguas desde el Segura hasta el Vinalopó, bajo una fórmula empresarial de venta de aguas. Las concesiones otorgadas para la margen izquierda permitían captar sobrantes del Segura y sus azarbes, y transportarlos hasta los secanos del campo de Elche. El sistema ha continuado funcionando hasta nuestros días, bien que ya transformada la primitiva empresa en comunidad de regantes.

Dentro de las realizaciones correspondientes a este período ocupa un lugar preponderante el desarrollo de los riegos en Aragón. Cabe destacar la finalización del Canal de Aragón y Cataluña- inicialmente de Tamarite- iniciado a finales del siglo XIX, inaugurado su primer tramo en 1906 por el rey Alfonso XIII y concluido en su totalidad prácticamente en 1909. Como ya se dijo al hablar del siglo XIX, constituye un trasvase entre las cuencas del Cinca y del Segre, cuyo antecedente más remoto data del siglo XVI y el más próximo del XVIII. El canal principal, que atraviesa la divisoria entre el Cinca y el Segre tiene una longitud de 124 km. Posteriormente se construiría la presa de Joaquín Costa o Barasona sobre el Esera para incrementar la garantía de suministro, así como el Canal de Enlace con el embalse de Santa Ana, en el Segre, con este mismo objetivo. La superficie regable asciende a 105.000 ha aproximadamente.

Otra actuación muy destacada es el Plan de Riegos del Alto Aragón, aún no completamente concluido, cuyo antecedente -el canal de Sobrarbe- ya se ha mencionado en el siglo XIX. El Plan de 1902 incluía su ejecución, que comprendía la derivación de aguas del río Ara, afluente del Cinca, para conducir las a la cuenca del Vero, afluente del mismo río aguas abajo del anterior, donde se construiría un embalse desde el que se distribuirían por canales entre las cuencas del Cinca y varios de sus afluentes. El coste resultaba muy elevado, por lo que llegó a dudarse de su viabilidad y aparecieron nuevas ideas para regar en la zona.

Entre estas últimas estaba el proyecto de los Riegos del Alto Aragón redactado en 1912, que comprendía un canal que derivaba aguas del Cinca destinadas tanto a

regar en su propia cuenca como a complementar las aportaciones derivadas del Gállego y del Sotón y poder irrigar así los Monegros a través del canal del mismo nombre. Se trataba, por tanto, de una infraestructura que permitía el aprovechamiento conjunto de las aguas del Cinca y del Gállego, que podían almacenarse en un nuevo embalse, el de la Sotonera, y desde allí llegar a Los Monegros. Era, por tanto, un trasvase entre ambos ríos. Requería la construcción del pantano de Mediano en el Cinca y del de Ardisa en el Gállego. La longitud de canal entre el Cinca y la Sotonera era de 144 km, la del Canal de Monegros, entre el embalse de la Sotonera y la zona de riego, de 146 km y la del canal del Gállego, entre Ardisa y la Sotonera, de 8 km. Por la Ley de 1915 el Estado asumía la ejecución de las obras, comenzando tal ejecución ese mismo año. El proyecto inicial contemplaba el riego de 300.000 ha.

Lo inicialmente proyectado sufrió modificaciones, incrementándose la regulación del Cinca mediante la presa de El Grado. Finalmente el canal del Cinca no ha llegado hasta la Sotonera, sino que entronca con el de Monegros aguas abajo de esta presa, a la altura de Tardienta. El conjunto sigue constituyendo, en todo caso, una obra de trasvase entre las cuencas de los ríos Gállego y Cinca, y uno de los mayores y principales sistemas hidráulicos de España. Actualmente aún se encuentra en desarrollo la zona de los Monegros. El Canal del Gállego se terminó en 1926, mientras que el del Cinca se concluyó en la década de los 80.

El canal de Bardenas constituye asimismo un trasvase entre las cuencas del Aragón, Arba y Gallego, todos afluentes del Ebro. Al igual que en los casos anteriores, sus antecedentes se remonta a siglos pasados, con el Canal de las Cinco Villas del siglo XIX e incluso al XVIII. En el Plan de 1902 se incluía la construcción del canal de las Bardenas, derivando del Aragón aguas arriba de la población de Yesa, donde se ubicaba el primer embalse y llegaba hasta Usún. Requería la construcción de otros tres embalses en los ríos Veral, Escá y Salazar. Se inició así un proceso que condujo al proyecto redactado en 1924 del pantano de Yesa y del Canal de las Bardenas. Como complemento se proponía enlazar este grupo de obras con las de los Riegos del Alto Aragón para complementar la escasa dotación de estas últimas. Para ello se trasvasaría agua al Gállego aguas arriba de la presa de Ardisa a través del canal de Bardenas. Esta conexión no se ha materializado finalmente. Así se podía abastecer también con agua potable de calidad a Zaragoza.

De esta manera quedaban enlazados los tres grandes afluentes del Ebro por la margen izquierda: Aragón, Gállego y Cinca. La presa de Yesa se culminó en 1959, entrando en servicio la parte ya construida del canal. La longitud total hasta la presa de Ardisa es de 139 km.

En la cuenca del Gállego medio, para sus riegos tradicionales en la zona de Ayerbe, se construyó en 1931 un pequeño sistema hidráulico que consta de un azud de derivación en el río Astón, desde el que se trasvasan aguas mediante un túnel a un valle lateral en el que se ubica el embalse de Las Navas.

### **2.7.2. EL PLAN NACIONAL DE OBRAS HIDRÁULICAS DE 1933**

Este Plan es el primer reflejo de un planteamiento a nivel nacional, integral, de los recursos hídricos. Fue dirigido por Manuel Lorenzo Pardo y elaborado en el Centro de Estudios Hidrográficos, organismo de la Administración del Estado creado específicamente para este fin. En este Plan, nunca finalmente aprobado, se abordan de manera conjunta los problemas hidrológicos nacionales, basándose en las diferentes realidades de las cuencas hidrográficas y tomando en consideración cuestiones no solamente hidrológicas, sino también otras de tipo geográfico, climático, económico, etc. Podría calificarse este Plan como la cristalización, tras un período de estudio técnico, racional y eficaz, del afán regeneracionista y la superación del Plan Gasset (1902) y sus actualizaciones, que podrían calificarse como la primera consecuencia de ese mismo espíritu.

Como resultado de este enfoque general se plantean por primera vez los grandes trasvases intercuenca a escalas similares a los actualmente planteados en este Plan Hidrológico Nacional.

A partir de entonces se han producido los mayores debates en torno a lo que podría denominarse grandes trasvases intercuenca, de manera que, como se verá, a lo largo de más de 60 años se han venido repitiendo planteamientos similares para resolver el mismo problema: la escasez de agua en determinadas zonas peninsulares para alcanzar un suministro estable y suficiente, y el desequilibrio entre la disponibilidad y el requerimiento hídrico.

En 1933 el objetivo es garantizar las dotaciones de los regadíos existentes en el litoral mediterráneo y desarrollar otros nuevos. Para ello se propone aprovechar las aguas sobrantes de los ríos Mijares, Turia, Júcar y Segura, requiriéndose además la aportación de las cabeceras del Júcar y del Tajo. Para el desarrollo de los regadíos del Norte de Castellón se contempla un pequeño trasvase, que derivando el agua del Ebro en Cherta llegue hasta Peñíscola. Los riegos del Mijares y Valencia se atienden con sus propios caudales incrementando la regulación.

La idea más novedosa es la ejecución de un trasvase que con origen en la cabecera del Tajo finalice en la cuenca del Segura. Hay que destacar que dicha propuesta va acompañada de un incremento de regulación muy significativo tanto en la cuenca cedente como en las receptoras. Se llegan a proyectar doce embalses en la cabecera del Tajo para regular el volumen a transferir, y se prevé también la posible captación de caudales en los ríos Záncara y Cigüela en la cabecera del Guadiana. Se trata de la primera idea del trasvase Tajo-Segura como elemento esencial, aunque no único, para resolver el desarrollo agrícola del Levante y Sureste.

Las aguas procedentes de las cabeceras del Tajo, Guadiana y del propio Júcar se reunirían en el embalse de Alarcón. Desde allí a través de una nueva conducción llegarían al embalse del Talave, desde el que se distribuirían por la cuenca del Segura a través de dos canales. El primero, por la margen derecha, incorporaría aguas del Segura en el embalse del Cenajo y se bifurcaría al llegar al valle del Guadalentín en dos ramales, uno que concluiría en Cartagena y otro en el valle del Almanzora. El segundo, por la margen izquierda, llegaría hasta Alicante y la Marina

Alta. Entre los embalses de Alarcón y Talave se preveía la ejecución de un ramal a Albacete.

Como puede verse, la corrección del desequilibrio de recursos a nivel peninsular se efectuaba mediante la aportación del Tajo fundamental, aunque no exclusivamente, a través del trasvase Tajo-Segura, con un esquema muy similar al que finalmente se ejecutaría 40 años más tarde.

En la figura siguiente se recogen las conducciones de trasvase previstas en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933. Puede verse como también se anticipan obras como la conexión de Talave y Cenajo, el canal Júcar-Turía, el Canal Alto de la Margen Derecha del Segura, o el canal de Lorca-Almanzora, ejecutadas o proyectadas muchos años después.

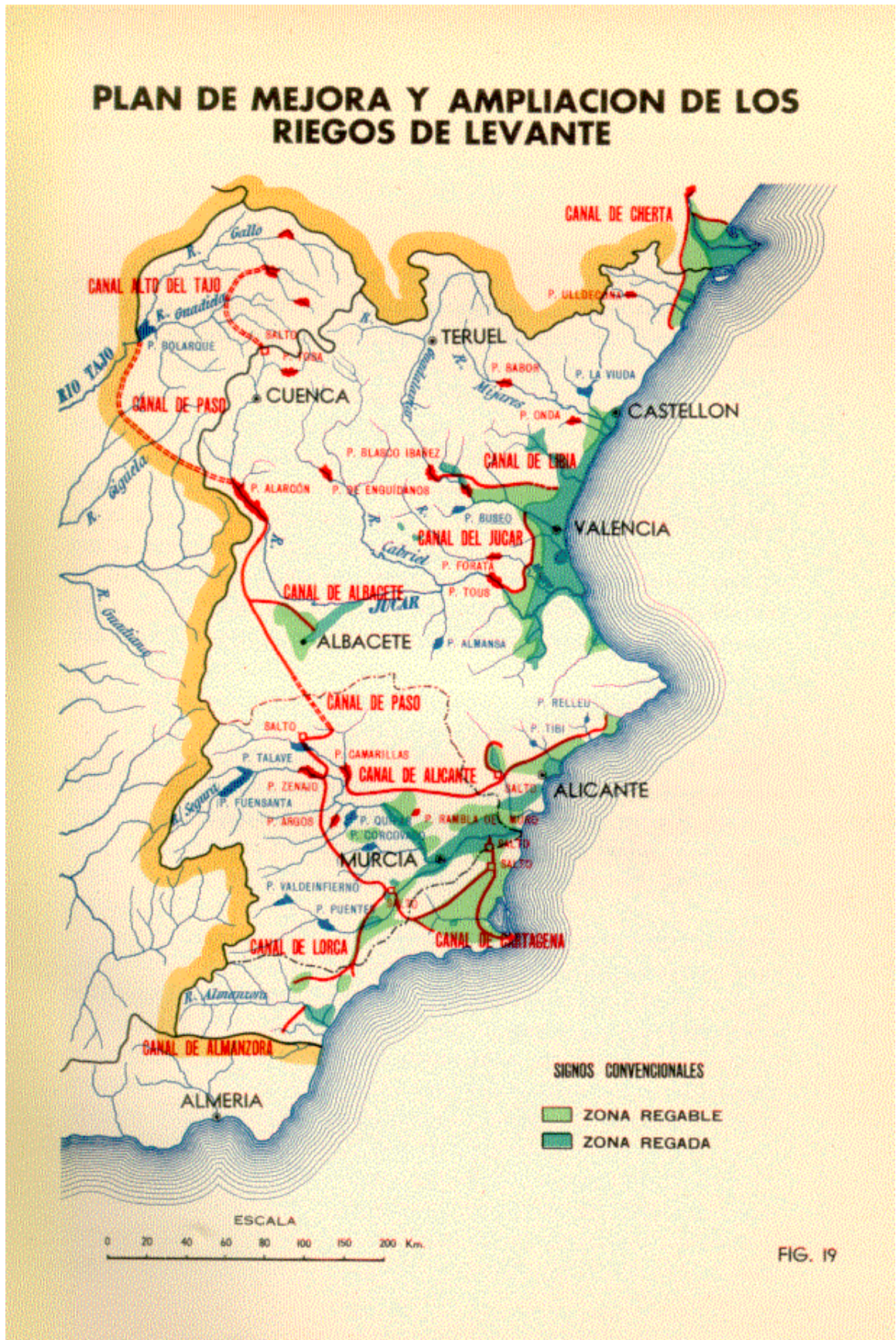


Figura 4. Esquema de trasvases del Plan de 1933

La finalidad del trasvase previsto es permitir la adecuada dotación de los regadíos existentes en el Levante y el Sureste así como la puesta en riego de nuevas superficies en las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Para ello se estiman necesarios 1712 hm<sup>3</sup>/año en la cuenca del Segura y Sur y 585 hm<sup>3</sup>/año en la del Júcar, es decir, un volumen total de 2297 hm<sup>3</sup>. Esta cantidad debe alcanzarse mediante las aguas sobrantes del Mijares, Turia, Júcar y Segura, complementadas con las cabeceras del Tajo y del Guadiana. El volumen que se propone derivar del Tajo asciende al 12% de los sobrantes totales estimados en la cuenca, lo que representa 730 hm<sup>3</sup> aproximadamente. De la cabecera del Guadiana se prevé derivar el 1,8% de los sobrantes estimados, que supone unos 40 hm<sup>3</sup>. El resto del volumen necesario para el Segura no habría otra manera de obtenerlo, además de con sus propias aportaciones, que derivándolo del Júcar en Alarcón.

Para asegurar la disponibilidad de recursos en las zonas ya existentes y en otras nuevas entre Valencia y Castellón, estima insuficientes las aportaciones del Turia y el Palancia, aún incrementado la regulación del Turia al máximo, por lo que propone la conexión con el Júcar a través de la Acequia Real y de la de Moncada.

El plan de 1933 no fue finalmente aprobado pero motivó un interesante debate sobre la cuestión de los trasvases, que fue recogido y analizado en el Plan General de Obras Públicas de 1940 en la parte dedicada a las obras hidráulicas, tal como se refleja en el siguiente epígrafe.

### **2.7.3. PLAN NACIONAL DE OBRAS PÚBLICAS DE 1940**

Dentro de la parte de este Plan dedicada a obras hidráulicas se analiza tanto la propuesta de Lorenzo Pardo como las alternativas propuestas en el debate por él suscitado, que se recogen a continuación. El principio inspirador de las actuaciones sigue siendo el desarrollo de los regadíos. Los incrementos de producción estaban justificados de antemano y eran absorbidos por el mercado interior de la nación. Al informar en 1937 el Plan de 1933, el ingeniero Félix de los Ríos, director de la Confederación del Ebro, propuso una nueva idea, como consecuencia de la cual el papel de cedente principal pasaba a ser desarrollado por el Ebro. Es curioso constatar como la primera iniciativa de un gran trasvase desde el Ebro surge precisamente desde esa cuenca y por alguien tan autorizado como el director de su Confederación Hidrográfica. Ello revela que no siempre la visión de los trasvases ha estado condicionada por la defensa a ultranza de intereses locales, sino que han existido visiones nacionales, de largo alcance, que han buscado la compatibilidad de todos los intereses –locales y globales- en aras a lo que se suponía el beneficio general del país.

El objetivo de la propuesta de Félix de los Ríos seguía siendo la aportación de recursos para garantizar tanto la consolidación como el desarrollo agrícola en el Levante y Sureste, para lo que proponía la derivación desde Cherta de tres canales. Uno, a cota 140 aproximadamente, va del Ebro al Júcar, mientras que otros dos a cota 70 permiten la puesta en riego de nuevas zonas en ambas márgenes del río cedente. El de la margen izquierda, que llegaría prácticamente hasta Tarragona, constituye un trasvase entre la cuenca del Ebro y las Cuencas Internas de Cataluña. En la figura siguiente (tomada de Torres, 1961) puede verse el esquema completo.



Figura 5. Esquema de trasvases propuesto por Félix de los Ríos.

El trasvase intercuenca más significativo corresponde al canal más alto, entre el Ebro y el Júcar. Este canal tiene una doble misión: por un parte aporta recursos del Ebro a Levante y por otra, va efectuando un intercambio de agua, incorporando a su paso los sobrantes del Mijares y transportándolos hacia el Turia y el Júcar, al que también aporta caudal.

A su vez, desde el embalse de Benageber o Blasco Ibáñez en el río Turia, se efectúa una nueva derivación mediante un canal que enlaza con el cauce del Júcar. Aguas abajo de la incorporación de este canal al Júcar, se deriva un canal que, paralelo a la costa, transporta el volumen derivado del Turia en Benageber más el recibido por el Júcar desde el Ebro hasta la cuenca del Segura, abasteciendo parte de los regadíos de la vega baja del de este río y llegando hasta Cartagena. Esto permitiría liberar recursos de la cabecera del Segura utilizados en la Vega, que transporta mediante un canal que parte de la presa del Cenajo y termina en el valle del Almanzora, pasando previamente por los regadíos de Lorca. Este canal cumpliría prácticamente la misma finalidad que el de la margen derecha de Lorenzo Pardo. También se incluye un canal desde el embalse de Alarcón hasta Albacete.

Realmente lo que se plantea son dos tramos aparentemente independientes: uno con origen en el Ebro, en Cherta, y final en el Júcar y otro entre el Júcar y el Segura. En el primer tramo, a lo largo del recorrido se incorporan caudales liberados del Mijares y del Turia, en cantidad equivalente a los aportados a dichas cuencas desde el Ebro. Del Júcar hacia el Sur solo continúan los recursos liberados en el Turia y en el Júcar, cuyo origen está a una cota muy superior a la de partida en el Ebro. Así se reduce sustancialmente la altura de bombeo necesaria en el caso de utilizar exclusivamente este último río.

En definitiva, el objetivo y las evaluaciones de las que se parte son prácticamente coincidentes con el plan de 1933, pero varía la forma de resolver los problemas, tomando como fuente básica en este caso el Ebro y sustituyendo recursos a lo largo del recorrido del trasvase, con el fin de reducir las elevaciones que serían necesarias en el caso de conectar directamente el Ebro con el Segura.

Del Ebro hacia el sur se propone derivar 1260 hm<sup>3</sup>/año en Cherta. Cuenta con un incremento de regulación en las cuencas receptoras (Júcar y Segura) de 900 hm<sup>3</sup>. El volumen transportado desde el río Júcar hacia el sur asciende a 630 hm<sup>3</sup>/año, procedente a partes iguales del Júcar y del Turia.

Por otra parte, la Delegación nacional de servicios técnicos de Falange Española Tradicionalista y de las J.O.N.S. aporta también una propuesta, que coincide esencialmente con la de Félix de los Ríos en lo que se refiere a esquema de trasvase, variando las cotas de las conducciones y, por tanto, el esquema de elevaciones. Supone un incremento notable de las superficies que se pretenden poner en riego con respecto a la propuesta anterior y, por consiguiente, del volumen transferido. El esquema puede verse en la figura siguiente (tomada de Torres, 1961).





Figura 6. Esquema de trasvases propuesto por FET y de las JONS

En este caso, el volumen cedido por el Ebro destinado hacia el Levante y Sureste asciende a 1.925 hm<sup>3</sup>/año. De ellos, en la cuenca del Júcar (considerando dentro de ella todos los nuevos regadíos previstos en la provincia de Alicante), se consumen 1.505 hm<sup>3</sup>. A su vez, el trasvase recoge 788 hm<sup>3</sup> procedentes del Mijares, Turia y Júcar. Por consiguiente, la cuenca del Júcar recibe un total de 717 hm<sup>3</sup>/año de origen externo. La cuenca del Segura recibe un total de 1138 hm<sup>3</sup> y no aporta nada, y la del Sur se beneficia de un total de 79 hm<sup>3</sup>.

Por último, el ingeniero Sánchez Cuervo, defendiendo los intereses de la Acequia Real del Júcar, propone a su vez una modificación en el trasvase del Tajo respecto al esquema de Lorenzo Pardo. Consiste en evitar toda participación del Júcar y, por tanto, del embalse de Alarcón en dicho esquema, conectando de forma directa las cuencas del Tajo y Segura. Para incrementar las aportaciones desde el propio Júcar propone como alternativa que se capten aguas abajo de todos los aprovechamientos posibles, por medio de un canal que tuviera su origen en las compuertas de Perelló – en desembocadura del Júcar- y llegase hasta la vega murciana a la altura de la Contraparada, mediante las correspondientes elevaciones. El conjunto se representa en la figura siguiente (tomada de Torres, 1961).

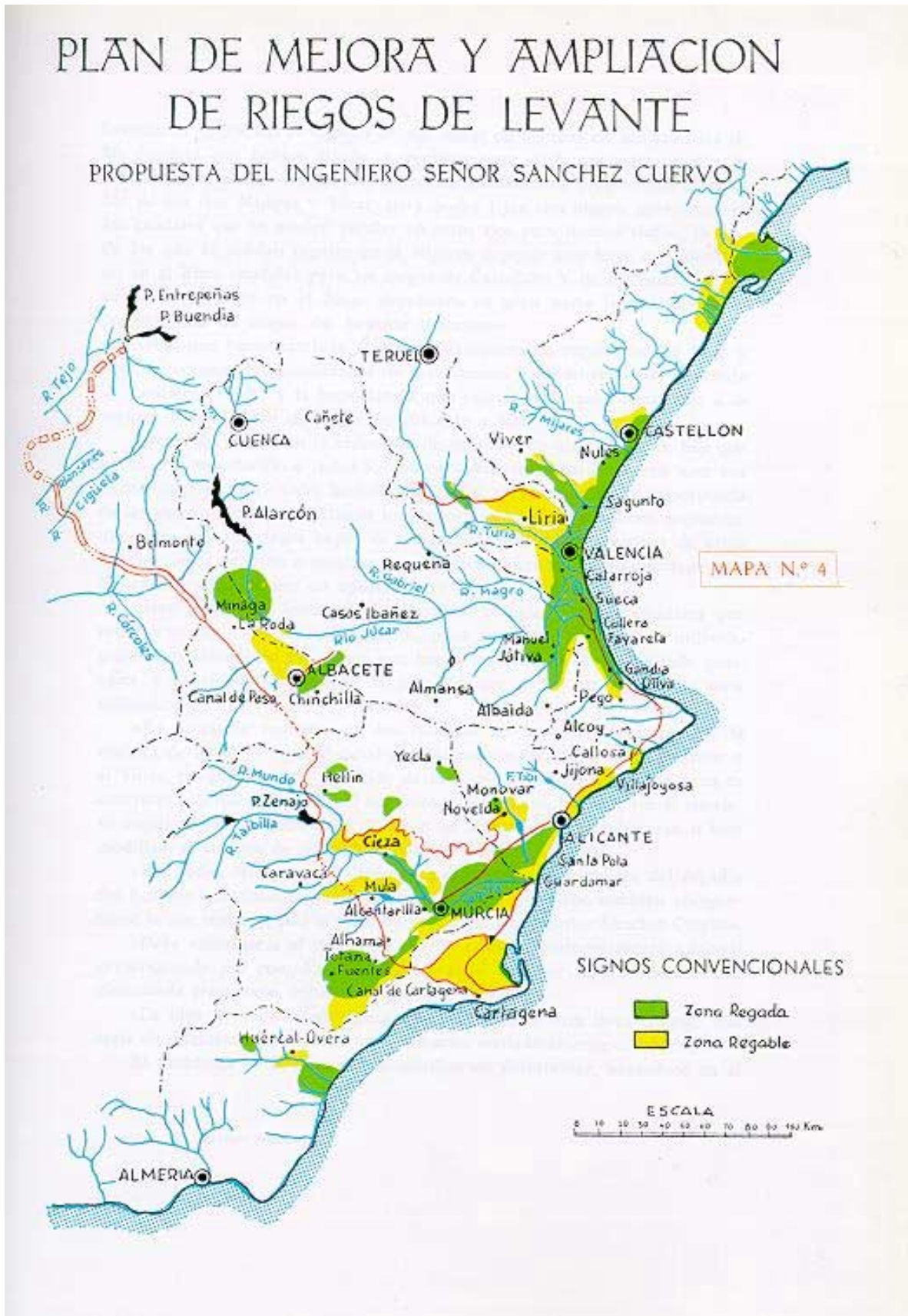


Figura 7. Esquema de trasvases propuesto por Sánchez Cuervo

Finalmente, el Plan de 1940, tras revisar estas propuestas, asume los objetivos perseguidos con las transferencias, pero exige estudios más detallados, centrándose mientras tanto en la ejecución de las obras de regulación, que permitirán resolver el desequilibrio temporal y son básicas para poder asegurar la disponibilidad de recursos para resolver el espacial. Se centra, en definitiva, en aprovechar los recursos de cada cuenca dentro de su propio ámbito, y relega los trasvases a fases posteriores, una vez desarrolladas estas regulaciones internas.

Es de destacar cómo este Plan señala que todos los planes anteriores han partido del establecimiento de una superficie de riego a transformar y han acudido después a buscar los recursos hídricos necesarios. Es decir, se partía de que la oferta de agua estaba asegurada y se adaptaría a la demanda predeterminedada. Con gran clarividencia, el Plan de 1940 propone un importante cambio de enfoque: *“El problema de la ampliación y mejora de los riegos de Levante hay que plantearlo tomando como punto fundamental los caudales sobrantes que puede haber en otras cuencas y que, económicamente sean de posible trasvase, dejando como cuestión secundaria el fijar la extensión de la superficie de posible riego, ya que estas superficies son enormes y todos los caudales que llevemos encontrarían, con el tiempo, su aplicación al riego”*. Nótese la importante ruptura que supone esta perspectiva en el camino hasta el planteamiento actual de las transferencias, en el que no se trata ya ni siquiera de evaluar sobrantes susceptibles de trasvase, sino de computar las necesidades actualmente existentes y no atendidas, y verificar la posibilidad de su satisfacción mediante cualquier fuente de recursos, incluidas las transferencias.

El plan de 1940 recoge los antecedentes previos a 1933 señalados en anteriores epígrafes, relativos al trasvase a Lorca y Almanzora desde el Castril y el Guardal, en la cuenca del Guadalquivir, así como una orden ministerial de 1935 en la que se establecen nuevas prescripciones relativas a la redacción de anteproyectos, quedando interrumpidos los trabajos por la Guerra Civil. Este Plan concluye que con la información disponible no es posible decidir sobre la viabilidad de las obras, juzgando del máximo interés que se reanuden los estudios.

En 1941 se publica una orden ministerial que enfoca el trasvase como transferencia de sobrantes de avenidas, desconfiando de la disponibilidad de caudales. Se creó una nueva comisión que propuso la ejecución de los embalses de El Portillo y San Clemente, comunicados por un túnel, para regular las cabeceras de los ríos cedentes. El volumen trasvasable a Lorca y Almería se cifraba en 47 hm<sup>3</sup>/año, garantizando con ello el desarrollo de la cuenca origen.

Con el tiempo la idea del trasvase perdió fuerza a favor del desarrollo del riego en la comarca de origen, abandonándose la idea de plantearse el postrasvase Tajo-Segura.

Con posterioridad a 1940 se fueron aprobando diversos planes correspondientes a actuaciones específicas, entre los que destacan el de Badajoz, el de Jaén y el de Tierra de Campos, así como nuevas actuaciones no previstas en el Plan de 1940 que se incorporaron mediante leyes específicas. El Plan de 1940 constituyó, con las adiciones que se han indicado, el marco vigente de la política de obras hidráulicas durante más de 20 años. Igualmente se van ejecutando conducciones que comunican diferentes subcuencas dentro de un mismo ámbito de planificación e incluso algunos trasvases entre diferentes ámbitos, destinados al abastecimiento urbano e

industrial. Los más significativos se recogen en el último epígrafe de los dedicados al siglo XX.

Cabe señalar, entre otros planes parciales, el Plan de Aprovechamiento Integral de la Cuenca Alta del Segura de 1941 (PAICAS), redactado por Rafael Couchoud, que persigue básicamente aprovechar el máximo de energía hidroeléctrica compatible con la modulación de riegos de las Vegas del Segura.

En lo que a trasvases se refiere, plantea el denominado Canal Alto de la Margen derecha. Este canal derivaría del Segura, aguas arriba de su confluencia con el Mundo con cuatro objetivos fundamentales: eliminar las numerosas elevaciones desde el río Segura para regar en la margen derecha, al circular a cota superior a los terrenos regados; aumentar el grado de regulación de la cuenca al permitir almacenar en el embalse ya existente de Quípar los sobrantes no regulados del Segura aguas arriba de la derivación del canal; aumentar las disponibilidades del río Mula, para lo cual, basta con una elevación de 35 m, puesto que se pasaría al pie del embalse del Corcovado (La Cierva) ubicado sobre él, redotando los riegos de Mula y, por último, alimentar las áreas de Lorca y Cartagena mediante los ramales correspondientes si el canal se prolongara hasta el Guadalentín.

Se trata de una conducción dentro del ámbito del Segura que permite su uso en cuencas afluentes; es una alternativa en principio interesante por las posibilidades que ofrece tanto dentro de su propio ámbito como posible enlace entre cuencas en un esquema general. En el documento correspondiente se analiza con más detalle.

#### **2.7.4. LOS PLANES DE DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL**

Al alcanzar la década de los sesenta ya estaban construidos o iniciados los embalses implicados en los diferentes esquemas de trasvases propuestos treinta años antes, por lo que vuelve a plantearse la reflexión sobre posibles transferencias intercuenas que pudiesen paliar el desequilibrio espacial de los recursos hídricos, una vez resuelto –en mayor o menor medida– el desequilibrio temporal. En esta década se culminó, por el recreado Centro de Estudios Hidrográficos, el Inventario de Recursos Hidráulicos, que permitió cuantificar con rigor, de acuerdo con los datos entonces disponibles, las disponibilidades hídricas en todo el territorio nacional. Igualmente se abordó el estudio de las necesidades de usos consuntivos actuales y potenciales. De este manera se iba avanzando en la línea marcada por el Plan de 1940: profundizar en los estudios previos antes de acometer cualquier actuación de trasvase.

Es la época del II Plan de Desarrollo Económico y Social. Se crea la Comisión de recursos hídricos que ahonda en los estudios tal como se indicaba en 1940. Su trabajo se orientó a la redacción de un plan de recursos preliminar, que, junto con los estudios antes mencionados, permitieron confeccionar los primeros balances hidráulicos a nivel nacional a corto y medio plazo (horizontes de 1967, 1972 y 2000). Se incluye el balance efectuado a largo plazo (año 2000), que contempla una población de 52 millones de habitantes, 3.800.000 ha de regadío. Los recursos no incluyen retornos y corresponden a una capacidad de embalse de 62.680 hm<sup>3</sup>.

Cuenca	Recurso disponible	Demanda	Balance
Norte	22.800	1.610	21.190
Duero	10.850	6.780	4.070
Tajo	8.150	4.630	3.520
Guadiana	3.480	2.200	1.280
Guadalquivir	5.000	5.370	-370
Sur	1.320	1.530	-210
Segura	820	3.120	-2.300
Júcar	2.690	3.850	-1.160
Ebro	14.990	9.770	5.220
Pirineo	1.410	2.760	-1.350
Total	71.510	41.620	29.890

Tabla 1. Balance hidráulico previsto en 1967 para el 2000

Con estos estudios se llegó, entre otras, a una fundamental conclusión, la de que de que la utilización de las aguas del Tajo y el Ebro no son alternativas, tal como se habían planteado en la discusión del Plan de Lorenzo Pardo, sino concurrentes y necesarias para resolver racionalmente los problemas de escasez a largo plazo. Como consecuencia de ello se plantea un plan maestro de corrección del desequilibrio hidráulico nacional.

En dicho plan maestro, recogido en el Anteproyecto General de Aprovechamiento Conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España - Complejo Tajo-Segura de 1967, una vez cuantificados los recursos y las demandas en cada una de las cuencas, se llega a la conclusión de que existen los déficit señalados en el balance anterior a largo plazo (año 2000). Es decir, a largo plazo son deficitarias el Pirineo Oriental (hoy Cuencas Internas de Cataluña), Júcar, Segura, zona oriental de la cuenca del Sur y Guadalquivir. Sin embargo, respecto a esta última se indica que debido a sus características, que obligan a que los retornos se incorporen al cauce principal y la pequeña magnitud del déficit, su corrección resultaría automática sin más precauciones que vigilar las características de los vertidos para no degradar la calidad de las aguas. En la situación actual (1967) solo resultaban deficitarias las Cuencas Internas, Segura y Sur.

Frente a estas existen excedentes en las del Norte, Ebro, Duero y Tajo. Por razones de proximidad a las áreas deficitarias se consideran más adecuadas como fuentes las del Tajo y el Ebro.

Se concluye que la zona que requiere una solución urgente es el Levante y Sureste para poner remedio a su "*actualmente inevitable estancamiento en el desarrollo y para evitar que la regresión en el desarrollo de sus regadíos, ya iniciada, llegue a adquirir gravísima importancia*". Se pospone la corrección del déficit de las Cuencas Internas de Cataluña, pues se estima entonces que, de acuerdo con las previsiones de crecimiento, la regulación superficial integral del Llobregat y su coordinación con los embalses subterráneos del Delta del Ebro podrían resolver el problema hasta 1980, sin causar regresión alguna.

El objetivo de los trasvases es diferente según la cuenca de destino. Así, en las Cuencas Internas de Cataluña se pretende satisfacer una demanda esencialmente industrial y urbana, por tanto, uniforme a lo largo del año. Las necesidades de

abastecimiento previstas en el horizonte del 2000 duplicaban a las demandas del potencial de regadíos evaluado en la Cuenca. Por el contrario, en el Júcar, Segura y Sur el fin mayoritario continua siendo el desarrollo del regadío y la consolidación del existente.

En definitiva, aparece un elemento nuevo en las consideraciones justificativas de los trasvases frente a la planificación anterior a 1967: la demanda urbana e industrial.

Se plantean tres esquemas de actuación, que de mayor a menor prioridad son los siguientes: Tajo-Segura; Ebro-Júcar-Segura y Ebro-Cuencas Internas de Cataluña, señalándose la posibilidad de que el primero de ellos podría transformarse en Duero-Tajo-Segura, si bien, de momento no se contempla. La razón de este orden de actuación deriva de la urgencia de satisfacción de las necesidades, inmediata en el Levante y Sureste y que no admite soluciones con recursos propios, mientras que en las Cuencas Internas de Cataluña es abordable en una primera fase con recursos propios. Es mucho más factible alcanzar con un menor coste la zona de Levante y Sureste desde el Tajo en un plazo razonable que desde el Ebro, por lo que la ejecución de este esquema quedaría para una fase posterior. En la figura que se incluye a continuación (tomada de CEH, 1967) se representa el conjunto de todos los sistemas propuestos, que se describen en epígrafes posteriores.



Figura 8. Planta de los esquemas de aprovechamiento conjunto planteados en 1967

Los volúmenes que se pretendía movilizar en el año 2000 son los indicados en la figura, que se recogen también en la tabla adjunta.

CUENCA HIDROGRÁFICA	RECURSOS HIDRÁULICOS (hm <sup>3</sup> /año)		
	IMPORTADOS	EXPORTADOS	BALANCE
Tajo	0	1000	-1000
Segura+Sur	1300	0	1300
Júcar	1400	300	1100
Ebro	0	2800	-2800
C. Internas Cataluña	1400	0	1400
<b>TOTALES</b>	<b>4100</b>	<b>4100</b>	<b>0</b>

Tabla 2. Volúmenes transferidos en los esquemas de aprovechamiento conjunto de 1967 (horizonte año 2000)

### 2.7.4.1. TRASVASE TAJO-SEGURA

Como ya se ha señalado, en 1967 fue redactado por la Dirección General de Obras Hidráulicas el anteproyecto del trasvase Tajo-Segura, autorizado en 1968 y único llevado a cabo de los indicados en el plan maestro antes mencionado. En la figura siguiente (CEH, 1967) se refleja el perfil longitudinal, que coincide esencialmente con lo finalmente realizado (prescindiendo de los aprovechamientos hidroeléctricos y del túnel de Tébar).

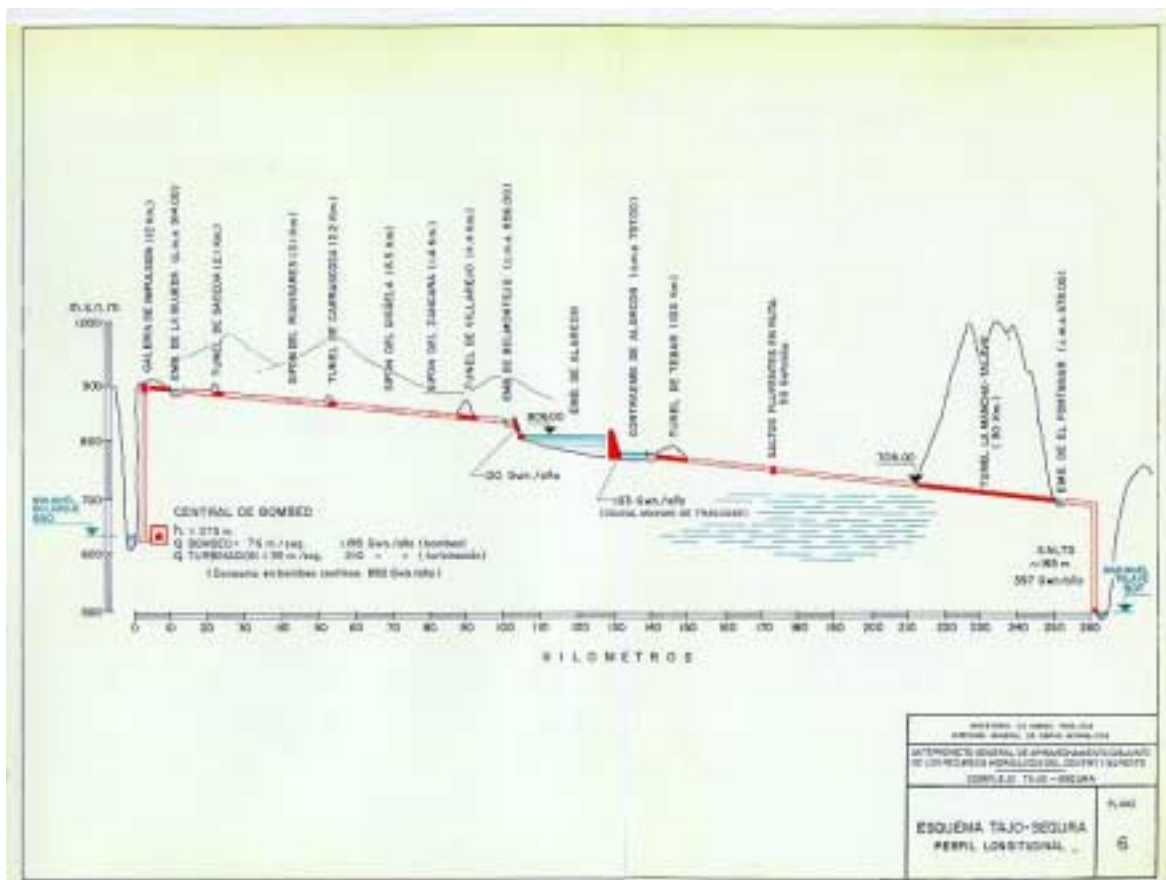


Figura 9. Perfil longitudinal del trasvase Tajo-Segura



En 1968 se hizo el estudio económico y en 1969 el de explotación. La ley 21/1971 determinó las obras y estudios a realizar como compensación en la cuenca del Tajo, definió dos fases de trasvase (600 hm<sup>3</sup>/año y 1000 hm<sup>3</sup>/año) y estableció que sólo se podrán trasvasar excedentes, reconociendo con ello implícitamente un cierto derecho de los ribereños.

La ejecución de las obras comenzó en la década de los 70 para entrar en explotación en 1978. En 1980 se dictó la Ley 52/1980 de 16 de octubre de Regulación del Régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura, en la que se determina el procedimiento de fijación de tarifas, diferente del general para las obras hidráulicas al no prever amortización de las obras, y se introduce la restricción de caudal ecológico de 6 m<sup>3</sup>/s del Tajo a su paso por Aranjuez.

Esta obra constituye la primera gran actuación en lo que se refiere a transferencias entre diferentes ámbitos de planificación. Tiene una longitud total de 300 km entre el embalse de Bolarque y el del Talave, origen y destino de las aguas respectivamente. En principio se concibió para transportar 1000 hm<sup>3</sup>/año, si bien el escalonamiento en dos fases (600 hm<sup>3</sup>/año y 1000 hm<sup>3</sup>/año) motivó que por economía de la obra existan algunos estrangulamientos que no permiten alcanzar en su estado actual la capacidad máxima.

En la Cuenca del Segura se ha construido el Postrasvase, que permite la distribución por esta cuenca, así como alcanzar la cuenca del Sur. Esta red se abordará con más detalle en el documento correspondiente.

Cabe destacar la utilización del ATS para suministrar agua al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, ante el alarmante descenso del nivel en el acuífero de la Mancha Occidental, que deja por ello de aportar agua a los Ojos del Guadiana, poniendo en peligro la permanencia del humedal. La ley 13/1987 autoriza la derivación, con carácter experimental, de un máximo de 60 hm<sup>3</sup> a lo largo de tres años a partir de su entrada en vigor. Dicho volumen es independiente del derivado hacia el Segura, regulado por la ley 52/1980. La derivación se realiza al atravesar el cauce del Cigüela. Se trata de la primera utilización estrictamente medioambiental de una infraestructura de trasvase.

Esta disposición fue prorrogada por otros reales decretos de 1990 y 1993 y consagrada por el RD Ley 8/1995, por el que se adoptan medidas urgentes de mejora del aprovechamiento del ATS.

En este último se extiende la autorización de derivación del ATS al abastecimiento de la Cuenca Alta del Guadiana, con un volumen medio anual no superior a 50 hm<sup>3</sup> calculado sobre un período máximo de diez años. Dentro de este volumen queda englobado el destinado a Las Tablas de Daimiel, que pasa a tener carácter permanente.

Así, se ha transformado el trasvase Tajo-Segura, en cuanto a ubicación de los destinatarios, en el Tajo-Guadiana-Segura. Finalmente, en 1999, se ha modificado por el R.D. 8/1999 de 7 de mayo el artículo décimo de la Ley 52/1980 de regulación del régimen económico del ATS. Esta modificación permite el uso del ATS para la distribución y el transporte de recursos hídricos propios de las cuencas del Júcar, Segura y Sur entre dos puntos del mismo ámbito territorial de planificación hidrológica, sin alterar las asignaciones y reservas existentes ni crear nuevos derechos de uso. Para ello deberá abonarse la tarifa de conducción de agua establecida en el artículo 7 de la Ley 52/1980.

Esta posibilidad se ha limitado hasta ahora a permitir el uso de las infraestructuras del acueducto para transportar recursos sobrantes de la cuenca del río Júcar hasta la Marina Baja para paliar el déficit de abastecimientos y sobreexplotación de acuíferos, así como para conducir de forma inminente el caudal reservado de 1 m<sup>3</sup>/s para el abastecimiento urbano e industrial de Albacete y las sustituciones de bombeos, todo ello de acuerdo con lo dispuesto en el Plan Hidrológico de la cuenca del Júcar.

Por tanto, en el momento presente, el ATS supone de hecho un trasvase que vertebra hidráulicamente y proporciona utilidad a todas las cuencas atravesadas: Tajo, Guadiana, Júcar y Segura, en un claro ejemplo de cómo deben ser concebidas estas actuaciones en el futuro. En la figura siguiente se recoge la traza actual del ATS y de los canales del Postrasvase margen derecha y margen izquierda.

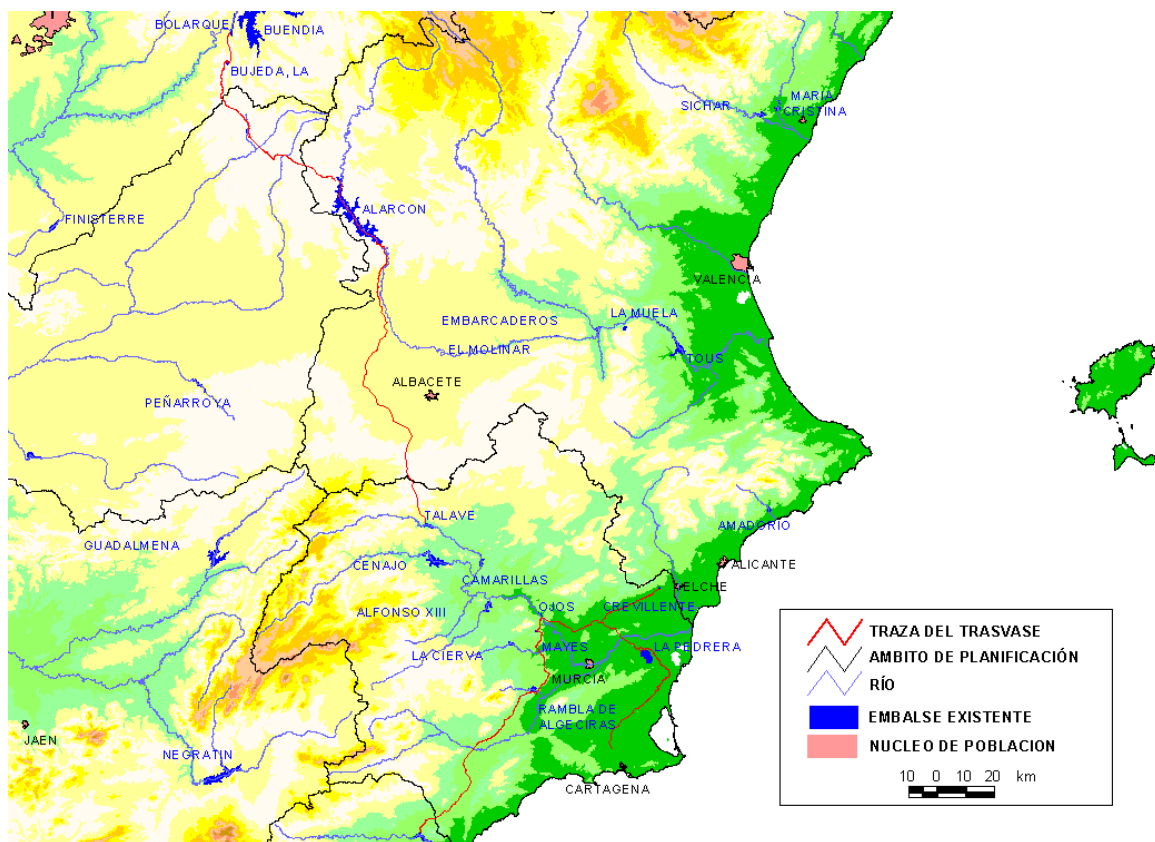


Figura 10. Plano de situación del ATS y del Postrasvase

## 2.7.4.2. ESQUEMA DEL EBRO

### 2.7.4.2.1. ESQUEMA EBRO-JÚCAR-SEGURA

El esquema propuesto para el trasvase Ebro-Júcar-Segura era similar al concebido por Félix de los Ríos. Realmente era la suma de dos trasvases. Uno entre el Ebro y el Júcar y otro entre el Júcar y el Segura. En las derivaciones se preveían embalses para adecuar el suministro a la demanda de riego. En la figura siguiente (CEH, 1967) puede verse el perfil longitudinal.

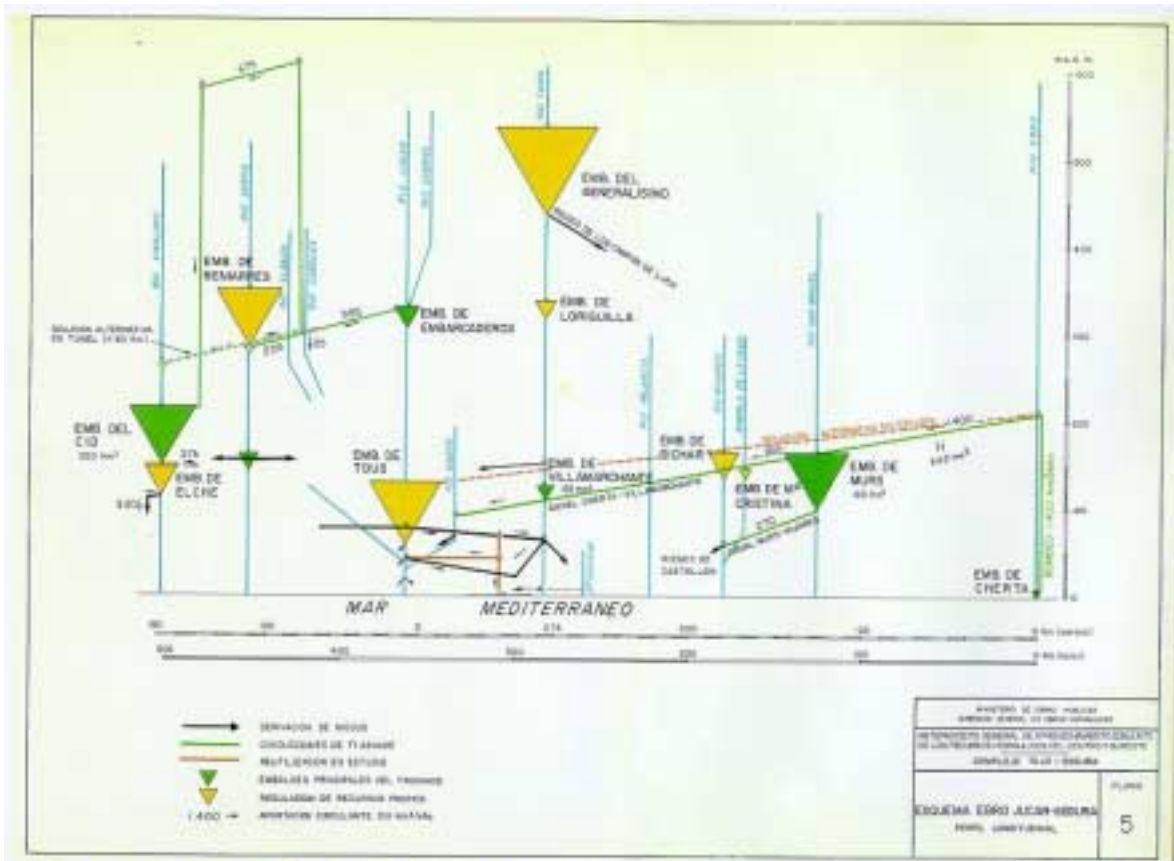


Figura 11. Perfil longitudinal del esquema Ebro-Júcar-Segura

Se preveía una captación del Ebro en Cherta desde la que se bombeaba el agua hasta un canal a la cota 200 aproximadamente que llegaba hasta el río Magro. Este canal transportaba agua del Ebro hasta la zona de Cenia-Maestrazago, donde la entregaba en el embalse de Alcalá o Murs desde el cual se dominan los regadíos y zona de demanda del Mijares. Continuaba hacia el propio Mijares y allí recogía los recursos antes utilizados en su zona, sustituidos por los del Ebro, y junto con los derivados del Ebro los conducía hacia el Turia, utilizándolos en la zona de Valencia. Estos recursos junto con lo regulado en el embalse de Villamarchante, de nueva construcción sobre el Turia, permitía liberar recursos de la cabecera del Júcar y conducirlos mediante el correspondiente canal hacia la cuenca del Segura.

El punto de derivación en el Júcar era el embalse de Embarcaderos, justo aguas abajo de la confluencia con el Cabriel, y desde allí se distribuían hacia el Vinalopó y la Marina Baja. Desde el Vinalopó se enlazaba a su vez con la cuenca del Segura. La ubicación del punto de derivación en el Júcar venía condicionada por la disponibilidad de recursos y la mayor reducción posible de la altura de bombeo necesaria para cruzar la divisoria con el Vinalopó.

Lo que se proponía era, por tanto, un trasvase a base de sustituciones de caudales, con objeto de minimizar los gastos de infraestructuras y explotación (reducción de los costes de bombeo). El balance global entre lo recibido del Ebro y lo derivado hacia el Segura arrojaba un saldo positivo para la cuenca del Júcar de 1100 hm<sup>3</sup>/año.

### 2.7.4.2.2. ESQUEMA EBRO-PIRINEO ORIENTAL

El esquema Ebro-Pirineo Oriental constituye una novedad respecto a los planteamientos anteriores. El perfil longitudinal se incluye a continuación (CEH, 1967).

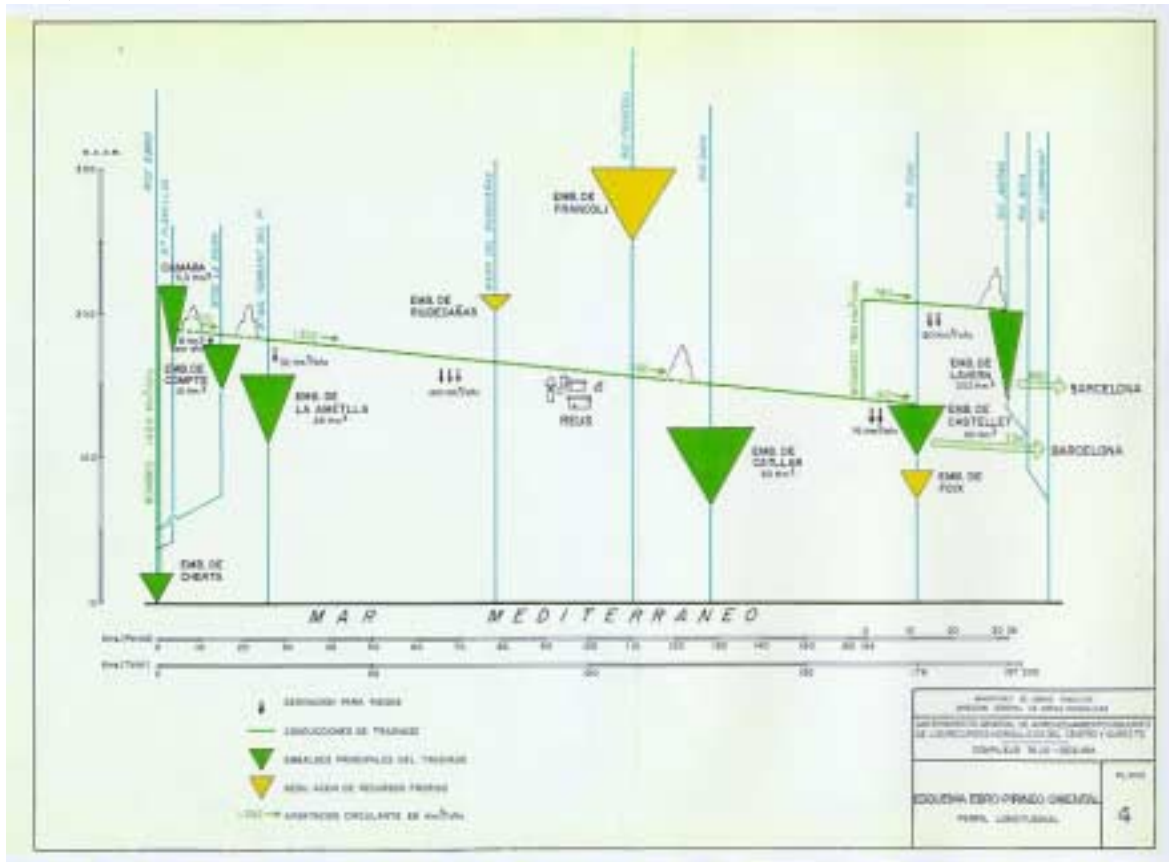


Figura 12. Perfil longitudinal del trasvase Ebro-Pirineo Oriental

La captación se realizaba mediante un bombeo desde Cherta hasta la cota 200 aproximadamente, donde arrancaba una canal que termina en el embalse de Castellet, en el río Foix. En el recorrido, distintos embalses permitían regular el caudal destinado a los regadíos del campo de Tarragona. Desde el embalse de Castellet se podían llevar los recursos a Barcelona bien por pie de presa o bien mediante un bombeo para situar el agua a cota más alta, lo que permitía alcanzar también los regadíos de Villafranca del Penedes. El volumen total previsto en el horizonte del año 2000 era de 1400 hm<sup>3</sup>/año.

Con independencia del plan maestro propuesto, cabe señalar la redacción en 1967 del anteproyecto de un trasvase entre el río Segre y el Francolí con destino a regadíos. Es fruto del estudio de aprovechamiento total del Segre para los riegos de Las Segarras y Las Garrigas y su coordinación con los aprovechamientos hidroeléctricos existentes y concedidos, informado en 1963 por el Centro de Estudios Hidrográficos.

Se trata de una solución que capta recursos del Alto Segre y a través del canal de Las Segarras y Las Garrigas, desde el que se prevén regar tierras de Lérida, llega a un túnel de trasvase que cruza la divisoria entre la cuenca del Ebro y las internas de Cataluña, saliendo a la altura de la población de Montblanch, y vertiendo al

Francolí, desde el que se derivan canales de riego para el campo de Tarragona. Su uso es exclusivamente agrícola, si bien se contemplan varios aprovechamientos hidroeléctricos para abaratar la explotación.

No se planteó la alternativa de utilizar el Segre como fuente para la satisfacción de la demandas de la zona de Barcelona y su área metropolitana, pues su magnitud entonces estimada a largo plazo (1400 hm<sup>3</sup>/año) sobrepasaba con creces las disponibilidades no comprometidas en la propia cuenca del Segre. En la figura siguiente se recoge el trazado propuesto (tomado de DGOH, 1967).

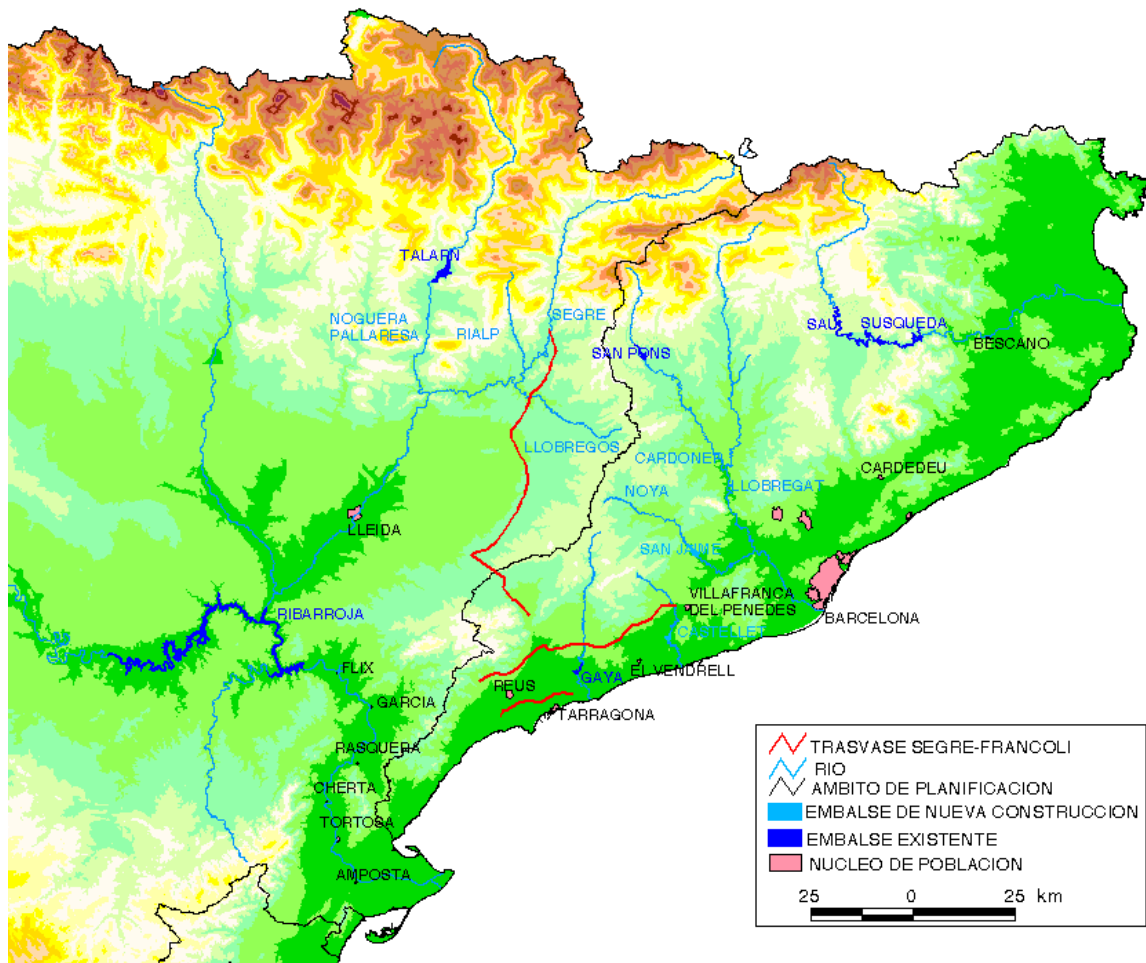


Figura 13. Trasvase Segre-Francolí

A su vez, en otro estudio de los recursos de las Cuencas Internas de Cataluña realizado en 1968, se señalaban como posibles soluciones al déficit existente, además de los dos esquemas indicados, otras dos posibilidades de conexión con el río Segre. Una entre el embalse de Oliana y el río Cardener (embalse de San Pons) y otra entre el entonces previsto embalse de Puigcerdá en la cabecera del Segre y el Llobregat (embalse de La Baells).

### 2.7.4.2.3. EL PLAN DEL BAJO EBRO

A raíz de la propuesta de la Comisión de Recursos Hídricos en 1967 respecto al orden de las actuaciones para la corrección del desequilibrio hídrico, en 1970 se

ordena la formulación de un Plan General Hidráulico del Bajo Ebro, destinado a compensar la escasez de agua de las regiones levantina y del Pirineo Oriental.

En los estudios se propone (1972) resolver la situación de escasez mediante tres actuaciones:

- Esquema Ebro-Pirineo Oriental, para transferir 1400 hm<sup>3</sup>/año a la zona de Tarragona y área metropolitana de Barcelona. Esta actuación coincide con la ya descrita, propuesta por la Comisión de Recursos Hídricos en 1967.
- Esquema Ebro-Mijares, para transferir 600 hm<sup>3</sup>/año a las provincias de Tarragona (en la margen derecha del Ebro) y Castellón, incluyendo la demanda de la planta siderúrgica de Sagunto (unos 400 hm<sup>3</sup>/año).
- Esquema Ebro-Júcar-Segura, para transferir 1200 hm<sup>3</sup>/año hacia la provincia de Valencia, con objeto de realizar una sustitución escalonada de caudales que permitieran derivar recursos del Júcar hacia el Sureste (Alicante-Murcia-Almería).

En la figura siguiente (CEH, 1972) puede verse el esquema completo.

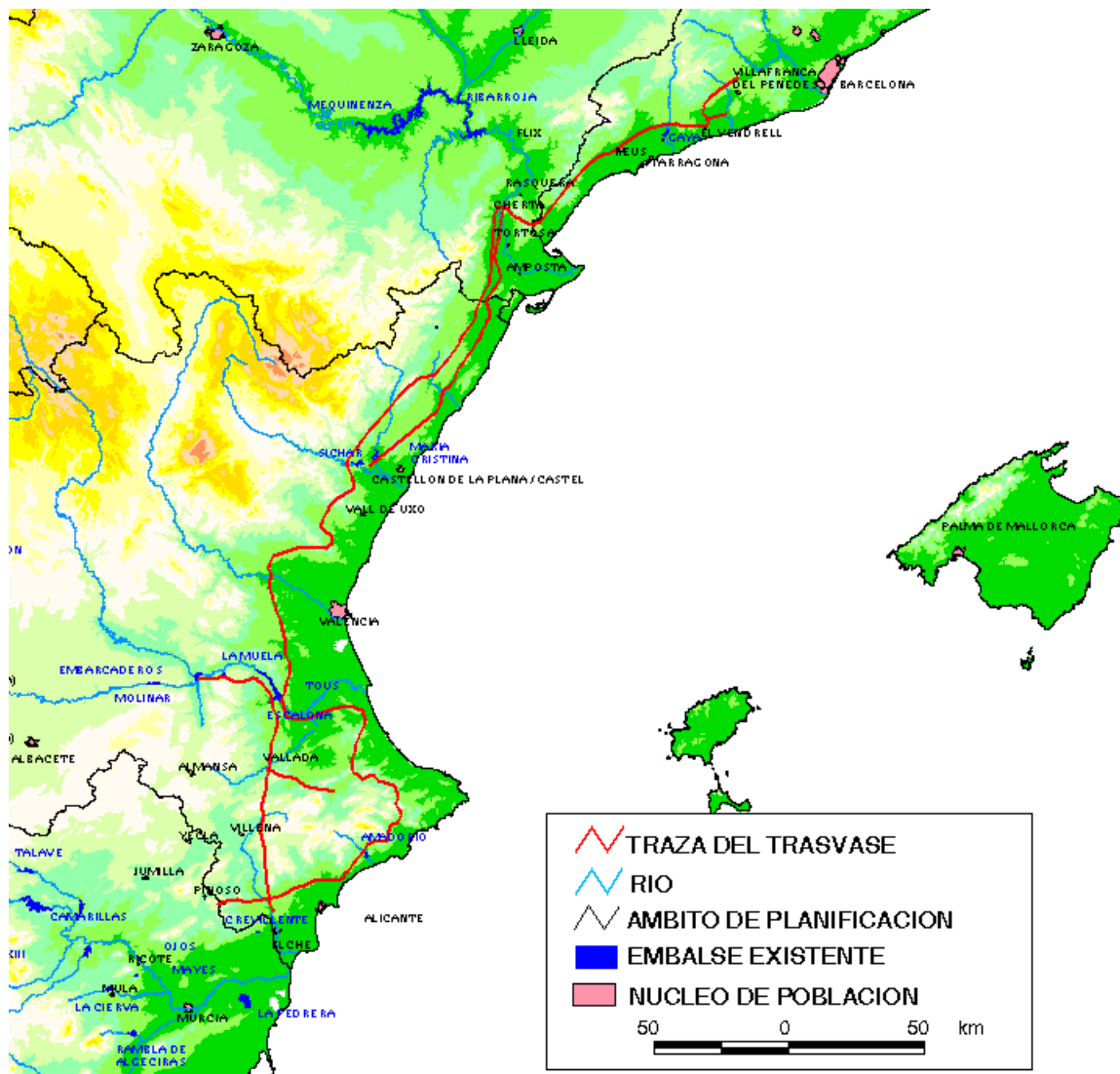


Figura 14. Plan de Aprovechamiento del Bajo Ebro

Como puede verse, el trasvase destinado al Pirineo Oriental coincide con lo ya descrito. Sin embargo, el esquema Ebro-Júcar-Segura sufre modificaciones sustanciales respecto a lo previsto en 1967. Desde la elevación de Cherta se prevén dos canales. Uno a cota más baja que el anteriormente proyectado que llegaría sólo hasta el Mijares y constituiría la primera fase del conjunto (esquema Ebro-Mijares). Permitiría poner en riego zonas de la margen derecha del Ebro, así como de Cenia Maestrazgo y del Mijares, en un plazo relativamente corto y más breve, en todo caso, que el correspondiente a la ejecución del ramal completo hasta el Júcar.

El Canal Alto desde Cherta se mantiene, pero finaliza en el embalse de Tous, en el río Júcar. La conducción desde Embarcaderos al Vinalopó y al Segura se mantiene igual que en el esquema anterior. La variación esencial es, por tanto, la división en dos fases de todo el eje Ebro-Júcar-Segura.

Se estimó que Cataluña era la zona que después del Sureste podría plantear problemas de escasez a corto plazo, siendo necesario prever la incorporación de agua del Ebro para resolverla al comienzo de la década de los ochenta.

El esquema Ebro-Mijares debería concluirse en fecha análoga con objeto de que no se planteasen conflictos de escasez en la zona de Valencia debido a la necesidad de abastecimiento de la Planta de Sagunto, cuya ejecución se preveía próxima y constituía la principal razón de esta propuesta. Se acentúa la importancia de la demanda industrial, hasta el punto de justificar la realización prioritaria de este trasvase.

Por último, se consideró que el inicio del esquema Ebro-Júcar-Segura podía aplazarse hasta que se hubiesen utilizado totalmente los recursos del Tajo en el Sureste y la zona valenciana aprovechara de forma integral sus propias disponibilidades.

Por ello, en 1972 se acuerda que se redacten los proyectos del esquema Ebro-Cuencas Internas de Cataluña y Ebro-Mijares dentro del Plan de Aprovechamiento del Bajo Ebro, enmarcado dentro del III Plan de Desarrollo.

En cumplimiento de lo anterior, se redactaron los proyectos de los tramos de canal comprendidos entre Cherta y Alcalá de Chivert y se construyó el tramo comprendido entre Cherta y Calig, con capacidad para 600 hm<sup>3</sup>/año. El tramo construido termina aguas arriba de la Sierra de Ulldecona, antes de entrar en la cuenca del Júcar. Se terminó en el 1974 y no ha llegado a entrar en explotación. No se construyó la estación elevadora en Cherta que constituiría el origen del trasvase.

Por otra parte, en 1974 se sometió a información pública mediante anuncio en el boletín oficial de la provincia de Tarragona el Anteproyecto del Acueducto Ebro-Cuencas Internas. Sufrió muy numerosas objeciones, entre las que cabe destacar las dudas sobre la existencia de sobrantes ante las previsiones de desarrollo en la cuenca del Ebro, la prioridad de las obras en la cuenca cedente antes de acometer el trasvase, así como la acusación de agravar el desequilibrio regional. Ante estas objeciones y la evolución real de la demanda urbana e industrial en Cataluña, cuyo crecimiento fue mucho menor del pronosticado, el proyecto quedó paralizado. Las incidencias de este trasvase, que nunca llegó a realizarse, han sido descritas en el Libro Blanco del Agua como antecedente del denominado *minitransvase* a Tarragona.

En efecto, en la zona de Tarragona se constataban ya entonces serios problemas de abastecimiento urbano e industrial. Por ello se promulgó la ley 18/1981 que autoriza el “minitransvase” con el planteamiento de ceder recursos que se ahorrarían en los riegos del Delta como consecuencia de la mejora de la infraestructura. Capta aguas en Amposta, justo aguas arriba del Delta del Ebro procedentes de la recuperación de parte de las pérdidas en los canales de regadío del Delta y las conduce hasta Tarragona, con un límite máximo de 4 m<sup>3</sup>/s. El concesionario fue el Consorcio de Aguas para los Ayuntamientos e industrias de Tarragona.

Se trata de un trasvase entre distintos ámbitos de planificación con una longitud total de 102 km, que entró en servicio a finales de la década de los 80. Básicamente discurre paralelo a la costa, siempre en tubería, con un diámetro decreciente en función de la demanda. Su trazado puede verse en la figura siguiente.

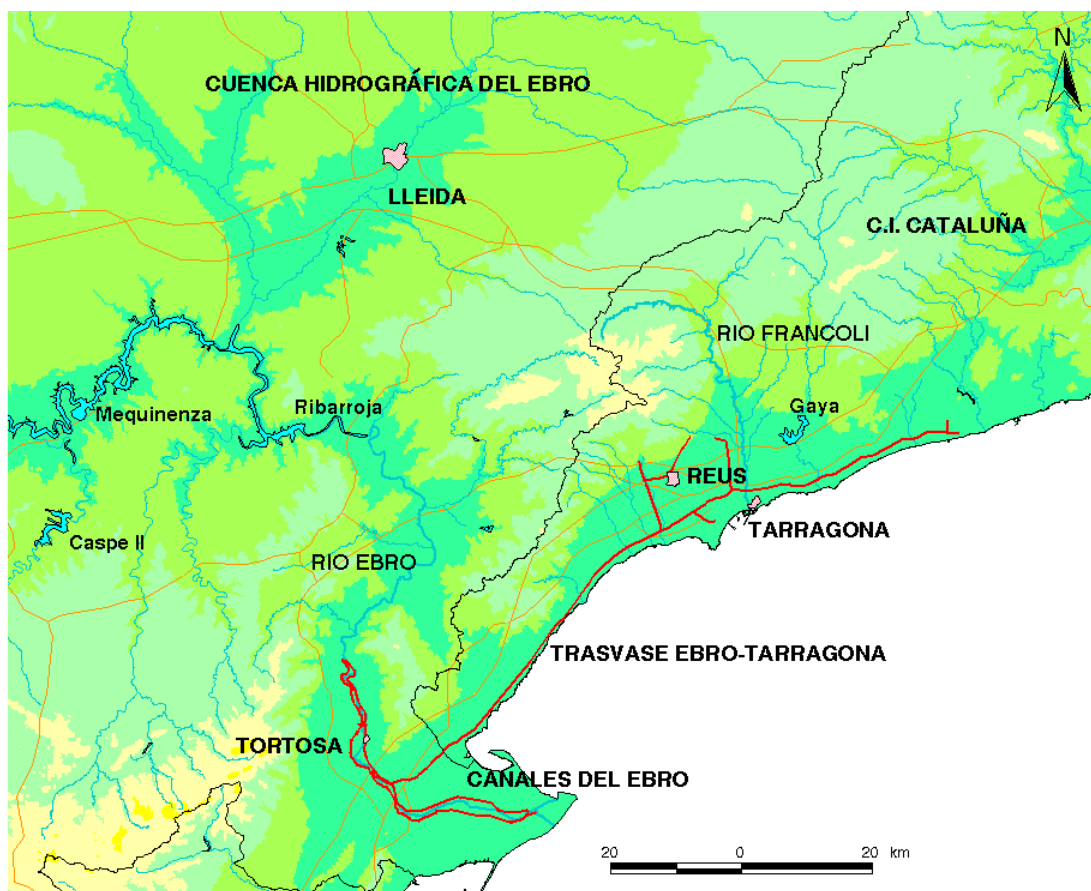


Figura 15. Planta del trasvase Ebro-Tarragona o *minitransvase* del Ebro



## **2.7.5. ANTEPROYECTO DE LEY DE PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL DE 1993**

### **2.7.5.1. DETERMINACIONES BÁSICAS**

El siguiente paso significativo en la evolución de los trasvases lo constituye el esquema planteado en el Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993. La pieza básica en él contemplada para corregir los desequilibrios hídricos es el Sistema Integrado de Equilibrio Hidráulico Nacional (SIEHNA). Su objetivo coincide con el de planes anteriores en cuanto a resolver el déficit de las Cuencas Internas de Cataluña, del Levante y del Sureste, incorporando además otras zonas calificadas como deficitarias. Estas últimas son la cabecera del Guadiana, las marismas del Guadalquivir, y la cuenca del Guadalete-Barbate.

En cuanto a las causas que originan los trasvases, si el esquema propuesto en 1967 y el Plan de Aprovechamiento del Bajo Ebro de 1972 suponen la incorporación como elemento esencial de la demanda industrial, la propuesta de 1993 representa por vez primera la incorporación explícita de los objetivos ambientales en la planificación nacional desde el punto de vista de la cantidad, asignando volúmenes de agua trasvasada a usos ambientales. Estos cobran protagonismo tanto en la transferencia a la cabecera del Guadiana, uno de cuyos fines primordiales es la recuperación de los niveles del acuífero Mancha Occidental, como en la transferencia de las Marismas del Guadalquivir, destinada a mejorar las disponibilidades del Bajo Guadalquivir y, en consecuencia, del Parque Nacional de Doñana.

El elemento más novedoso que introduce es la incorporación, como pieza clave del sistema, de la cuenca del Duero como cedente. El motivo determinante de ello es que supone que sólo existen 50 hm<sup>3</sup>/año de excedentes en la cabecera del Tajo susceptibles de ser transferidos por el ATS. Ello exige liberar casi completamente la cabecera del Tajo, y captar el volumen necesario para completar lo que inicialmente se preveía derivar por el ATS (600 hm<sup>3</sup>/año o 1000 hm<sup>3</sup>/año) en la cuenca del Duero y transportarlo hasta la del Tajo para conducirlo por la infraestructura existente hasta el Sureste.

Cabe señalar que esta evaluación de excedentes transferibles no resiste ningún análisis técnico, y solo puede explicarse en un contexto de extrema tensión territorial y política como el vivido en aquellos años, que llevó a procurar por cualquier medio la *huida* de las derivaciones del Tajo. El Plan de cuenca del Tajo, aprobado posteriormente, no recoge estas determinaciones y mantiene las cuantías máximas legales, definiendo con precisión lo que ha de entenderse por aguas excedentarias, susceptibles de ser trasvasadas.

En las dos tablas siguientes se recogen los balances correspondientes a la situación actual (1992) y al segundo horizonte (2012), incluidos en la Memoria del Anteproyecto.

Plan	Recursos	Demandas	Balance global	Déficit locales
Norte I	5619	829	+4790	47
Norte II	1550	682	+868	80
Norte III	733	548	+185	53
Duero	8623	4102	+4521	-
Tajo	7174	3447	+3727	30
Guadiana I	2953	2351	+602	454
Guadiana II	376	203	+173	-
Guadalquivir	3542	3644	-102	146
Guadalete-Barbate	342	372	-30	34
Sur	1119	1163	-44	151
Segura	1515	1861	-346	671
Júcar	3582	3547	+35	587
Ebro	14364	11451	+2913	470
Galicia Costa	1580	793	+787	-
C.I. Cataluña	1572	1302	+270	110
Baleares	372	380	-8	38
Canarias	449	417	+32	160
<b>Total</b>	<b>55465</b>	<b>37092</b>	<b>+18373</b>	<b>3031</b>

Tabla 3. Balance de la situación actual (1992) del PHN 1993

Plan	Recursos	Demandas	Balance global	Déficit locales
Norte I	5677	756	+4921	37
Norte II	2029	775	+1254	18
Norte III	827	557	+270	7
Duero	10214	4992	+5222	-
Tajo	7793	3953	+3840	-
Guadiana I	3451	2884	+567	185
Guadiana II	880	415	+465	-
Guadalquivir	4077	4121	-44	150
Guadalete-Barbate	507	617	-110	110
Sur	1236	1492	-256	256
Segura	1370	2145	-775	775
Júcar	3609	4282	-673	910
Ebro	17796	12937	+4589	570
Galicia Costa	1695	957	+738	-
C.I. Cataluña	1927	1877	+50	428
Baleares	367	400	-33	33
Canarias	533	518	+15	73
<b>Total</b>	<b>63988</b>	<b>43678</b>	<b>+20310</b>	<b>3552</b>

Tabla 4. Balance del segundo horizonte (2012) del PHN 1993

Se contemplan dos categorías básicas de transferencias. Las múltiples, integradas por el esquema Norte-Duero y el del Ebro (este último asimilable al Ebro-Júcar-Segura y Ebro-Cuencas Internas de Cataluña de epígrafes anteriores) y las zonales, entre cuencas limítrofes con origen y destino dentro de la misma comunidad autónoma. Todas ellas se reflejan en la figura siguiente, tomada de la Memoria del Anteproyecto (MOPT, 1993).



Figura 16. Esquema de transferencias previsto en el Anteproyecto de Ley de PHN de 1993

El esquema Norte-Duero pretende, por una parte, captar recursos de la cuenca del Norte II y conducirlos hasta la del Duero. Por otra, derivar recursos de la cuenca del Duero, bien recogiendo excedentes de la cabecera de sus afluentes por la margen derecha o bien desde el bajo Duero, conduciéndolos hasta su cabecera. Desde aquí, junto con los excedentes captados en la propia cabecera del Duero, la mayoría serían transferidos a Bolarque en el Tajo y una pequeña parte a la cuenca del Jalón, en el Ebro. Es decir, este esquema pretende enviar agua a las cuencas del Guadiana, Guadalquivir, Segura, Júcar y Sur a través del ATS. Asimismo, el Ebro recibiría recursos para satisfacer los déficit evaluados en su cabecera y en su margen derecha.

Se prevé reunir en el Alto Duero un total de 1050 hm<sup>3</sup>, procedentes tanto de su propia cuenca como del Norte II, de los cuales 850 hm<sup>3</sup> se transfieren a la Cabecera del Tajo y 200 hm<sup>3</sup> al Jalón. El Alto Ebro recibe también 200 hm<sup>3</sup>/año desde Norte II. Es decir, las cuencas del Norte y del Duero cederían un total de 1.250 hm<sup>3</sup>/año.

Desde la cabecera del Tajo, se derivaría el máximo admisible por el ATS de 900 hm<sup>3</sup>/año, 50 de los cuales procederían del propio Tajo. De los 900, 170 se destinarían a la cabecera del Guadiana para permitir la recuperación de sus acuíferos, 100 al Guadalquivir y 630 al Sureste. Esta última cantidad se repartiría en 470 hm<sup>3</sup> a emplear en el Segura, 105 hm<sup>3</sup> a transferir al Sur y 55 hm<sup>3</sup> al Vinalopó, en la cuenca del Júcar.

El esquema del Ebro contiene como elementos básicos un trasvase desde el Bajo Ebro a las Cuencas Internas de Cataluña de 350 hm<sup>3</sup>/año, amén del ya existente a Tarragona con 125 hm<sup>3</sup> de capacidad anual y otro desde el Bajo Ebro hacia el Levante y Sureste de 1380 hm<sup>3</sup>/año. Esta última cantidad se distribuye de la

siguiente forma: 1240 hm<sup>3</sup> se derivarían por un canal alto hacia el Júcar-Turia (325 hm<sup>3</sup>), Serpis-Vinalopó (340 hm<sup>3</sup>) y Segura (575 hm<sup>3</sup>); los 140 restantes se conducirían por un canal bajo hasta la zona de Cenia-Palancia-Mijares.

En definitiva, el Ebro cedería un total de 2012 hm<sup>3</sup>/año, que supone un volumen adicional al ya cedido hacia la cuenca del Norte III, a través del trasvase Zadorra-Arratia ya existente, de 1855 hm<sup>3</sup>. Recibiría, procedente del Norte II, 200 hm<sup>3</sup> y del Duero, otros 200 hm<sup>3</sup>. Dada la complejidad de ambos sistemas en el propio Anteproyecto se recomiendan estudios detallados posteriores y la ejecución en dos fases: la primera concluiría en el 2002 y la segunda en el 2012. En la primera se preveía la ejecución de la transferencia de 200 hm<sup>3</sup>/año del Norte II al Ebro y de 200 hm<sup>3</sup> del Duero a la cabecera del Tajo. En cuanto al esquema del Ebro, la primera fase suministraría 1090 hm<sup>3</sup> por el canal alto y 60 hm<sup>3</sup> por el canal bajo.

Las transferencias zonales previstas son las siguientes:

- Chanza-Piedras-Marismas: se trata de prolongar el trasvase intracuenca existente entre el Chanza y el Piedras para abastecimiento y riego hasta la cuenca del Guadalquivir. El objetivo es, además de los que ya cumple dentro de la cuenca del Guadiana II, garantizar la satisfacción de la demanda ecológica del Acuífero Almonte-Marismas (Doñana). El volumen previsto es de 100 hm<sup>3</sup>/año como máximo.
- Guadiaro-Guadalete: el volumen máximo a transferir previsto en el Anteproyecto asciende a 110 hm<sup>3</sup>/año. La cuenca del Sur transfiere así parte de sus recursos a la del Guadalquivir. Fue aprobada por Ley 17/1995 de 1 de junio con la cuantía máxima citada. Fundamentalmente se trata de derivar en avenidas, estableciéndose que el caudal del río, hasta 5 m<sup>3</sup>/s, se reserva para caudal ecológico. El origen es un azud de derivación existente en el Guadiaro y el destino el río Majaceite, aguas arriba de la cola del embalse de Los Hurones. La conducción es un túnel de 12 km de longitud con una capacidad máxima de 30 m<sup>3</sup>/s. Las aguas derivadas se destinan fundamentalmente a garantizar el abastecimiento de la zona gaditana, así como al suministro de zonas regables ya transformadas o con infraestructura preparada.
- Guadiana Menor-Almanzora: es un trasvase entre el embalse del Negratín, en el Guadiana Menor, perteneciente a la cuenca del Guadalquivir y el embalse de Cuevas de Almanzora en la cuenca del Sur. Se prevé aportar un máximo de 50 hm<sup>3</sup>/año que, junto con 105 hm<sup>3</sup> recibidos por el ATS satisfacen el déficit existente en la cuenca receptora.
- Oitaven-Louro: se trata de un pequeño trasvase de 16 hm<sup>3</sup>/año entre Galicia Costa y Norte I, ya ejecutado. Tiene por objeto el abastecimiento del polígono industrial de Vigo-Porriño y de otros municipios de la provincia de Pontevedra con aguas del río Oitaven, reguladas en el embalse de Eiras, perteneciente a Galicia Costa. El suministro se realiza a través de una conducción de 0,5 m<sup>3</sup>/s que deriva de la de abastecimiento a Vigo desde el embalse mencionado.

En la tabla siguiente, tomada de la Memoria del Anteproyecto de Ley de PHN de 1993 se indican los volúmenes movilizados, recibidos y cedidos por las diferentes cuencas.

ÁMBITO DE PLANIFICACIÓN	RECURSOS HIDRÁULICOS (hm <sup>3</sup> /año)		
	IMPORTADOS	EXPORTADOS	BALANCE
Norte-Duero	173	1250	-1077
Tajo	150	200	-50
Guadiana I	170		170
Guadiana II		100	-100
Guadalquivir	200	50	150
Guadalete-Barbate	110		110
Sur	155	110	45
Segura	1045	30	1015
Júcar	890		890
Ebro	400	2012	-1612
Galicia-Costa		16	-16
C. Internas Cataluña	475		475
Total:	3768	3768	0

Tabla 5. Balance de transferencias PHN 1993

### 2.7.5.2. INFORME DEL CONSEJO NACIONAL DEL AGUA

El Anteproyecto de Ley de PHN de 1993 fue presentado para informe del Consejo Nacional del Agua (CNA), tal como prescribe la Ley de Aguas, en abril de 1993. Fruto del examen de las numerosas alegaciones presentadas y del debate suscitado es la elaboración por parte de la Comisión Permanente del Consejo, en el periodo marzo-junio de 1994, de un informe sobre las propuestas de modificación del Anteproyecto de Ley, que fue elevado al Pleno del Consejo reunido el 27 de junio y el 20 de julio de 1994.

En dicho informe, en lo que a trasvases intercuenca se refiere, se introducen modificaciones en los volúmenes a trasvasar, reduciéndolos con respecto a lo inicialmente previsto. Ello es debido a las modificaciones propuestas sobre crecimiento de las demandas y objetivos de ahorro y reutilización (reducción del crecimiento de la demanda urbana frente a lo inicialmente previsto e incremento del ahorro de agua en abastecimiento y riego así como de los recursos no convencionales -reutilización de aguas residuales y desalación). En el Informe se señala que el incremento previsto de estos recursos por el CNA supone un aumento global del 57% respecto a lo inicialmente previsto en segundo horizonte de planificación (2012).

*Igualmente se da un plazo de dos años al gobierno para que presente a las Cortes, previo informe del Consejo Nacional del Agua, los estudios de detalle de los diversos trasvases globales, momento en que se procedería a la declaración, en uno o varios actos legislativos del interés general de las infraestructuras y a su simultánea aprobación "ex ante" a efectos ambientales, sin perjuicio de los posteriores estudios complementarios.*

Se señalan, entre otros problemas, los derivados de la falta de información con Portugal y de la inexistencia de justificación e información de costes económicos de los trasvases propuestos.

En las tablas siguientes se detallan los volúmenes máximos a recibir en cada una de las cuencas así como los volúmenes máximos a transferir desde cada una de ellas

según el Anteproyecto inicial de 1993 y según el informe de la Comisión permanente del Consejo Nacional del Agua de 1994. Las cifras totales aparecen desagregadas en sumandos correspondientes a volúmenes con origen o destino en diferentes cuencas.

Ámbito	PHN93	CNA94
Norte	157+16=173	157+16=173
Tajo	150	150
Guadiana I	170	220
Guadalquivir	100+110+100=310	200+110+100=410
Sur	105+50=155	105+50=155
Segura	575+470=1.045	560+275=835
Júcar	805+55+30=890	545+55+30=630
Ebro	200+200=400	200+200=400
C. Internas de Cataluña	475	380
Total	3.768	3.353

Tabla 6. Volúmenes máximos a recibir en cada cuenca (hm<sup>3</sup>/año)

Ámbito	PHN93	CNA94
Galicia-Costa	16	16
Norte-Duero	200+1.050=1.250	200+855=1.055
Tajo	200	250
Guadiana II	100	200
Guadalquivir	50	50
Sur	110	110
Segura	30	30
Ebro	157+475+1.380=2.012	157+380+1105=1.642
Total	3.768	3.353

Tabla 7. Volúmenes máximos a transferir desde cada cuenca

### 2.7.5.3. ESTUDIOS DERIVADOS DEL INFORME DEL CONSEJO NACIONAL DEL AGUA DE 1994

Con posterioridad a la presentación del Anteproyecto de Ley del PHN, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas realizó una serie de estudios destinados a precisar y determinar la viabilidad de lo propuesto en dicho Anteproyecto, dando cumplimiento a lo indicado por el CNA. Fundamentalmente se elaboraron dos estudios previos de viabilidad correspondientes a cada uno de los dos grandes esquemas de trasvase: el Norte-Duero y el del Ebro. Ambos se concluyeron en 1996.

En el período comprendido entre la presentación del Anteproyecto de Ley del PHN de 1993 y 1996 surgieron también nuevas ideas, que en parte son recogidas por los estudios antes mencionados. Por ser anteriores a la conclusión de dichos estudios, se presentan estas últimas en primer lugar.

### **2.7.5.3.1. PROPUESTAS ANTERIORES A LOS ESTUDIOS PREVIOS DE VIABILIDAD DE 1996**

Las transferencias aquí presentadas se recogen en la figura que refleja las propuestas de trasvase posteriores a la presentación del Anteproyecto de Ley de PHN en 1993. Cabe destacar la planteada en 1993 por José María Marín para una transferencia entre la cuenca del Tajo y la Cabecera del Guadiana, desarrollada con detalle en un proyecto contratado por la Dirección General de Obras Hidráulicas en 1995.

Persigue la recuperación del acuífero de la Mancha Occidental y como consecuencia de ello, mejorar la situación de Las Tablas de Daimiel. Este fin puede alcanzarse de dos maneras diferentes: bien aportando agua a la unidad hidrogeológica deficitaria para que se infiltre y se recargue o bien aportando recursos externos que permitan satisfacer las demandas que soporta el acuífero sobreexplotado, de manera que al reducirse las extracciones pueda recuperarse paulatinamente, es decir, se plantee una sustitución de recurso. Estas dos posibilidades de actuación dan lugar a las dos concepciones de trasvase planteadas por José María Marín.

Ambas toman el agua del Tajo en un azud unos 5 km aguas abajo de Toledo. La primera opción libera el volumen en el punto de cruce de la divisoria entre las cuencas del Tajo y del Guadiana, en un arroyo afluente del Cigüela, para que recargue la zona deficitaria. La segunda lo transporta hasta la zona situada al sur de Alcázar de San Juan. Esta última utiliza el embalse existente de Finisterre, sobre el río Algodor, como regulador de la demanda de riego de la zona de Alcázar de San Juan, a la que se destina el volumen trasvasado. El volumen a transferir se cifra en 150 hm<sup>3</sup>/año.

Otra transferencia entre las cuencas del Tajo y del Guadiana es planteada por Juan Benet y recogida con detalle en un estudio contratado por la Dirección General de Obras Hidráulicas en 1994.

Se basa en la favorable circunstancia que supone la proximidad geográfica de los ríos Tajo y Guadiana entre el embalse de Azután y el de Cijara, lo que posibilita la conexión entre ambos a un coste muy reducido debido a la corta longitud del tramo. Este hecho puede ser aún más ventajoso si se tiene en cuenta que a lo largo de buena parte del recorrido entre los dos embalses existe una plataforma para el ferrocarril Talavera-Villanueva de la Serena, con túneles y viaductos aprovechables, sobre la cual nunca llegó a tenderse la vía férrea. La plataforma se encuentra en buen estado y con gálibo suficiente para colocar sobre ella una tubería de 4 m de diámetro.

Hay que señalar que la zona donde se recibe el agua no presenta déficit, puesto que éste se produce en la cabecera, siendo necesario transportar el volumen transferido hasta ella.

La conducción comienza en el embalse de Azután, desde el que se deriva mediante una impulsión que termina en el embalse de Uso, de nueva construcción, sobre el río del mismo nombre, que desemboca en la margen izquierda del embalse de Azután. Dicho embalse tiene como finalidad tanto la regulación del río en el que se ubica, como la generación de energía suponiendo que la estación de bombeo sea reversible. Permite, además, mejorar la producción de los saltos existentes en el Tajo aguas abajo de Azután, puesto que efectúa una regulación lateral.

Desde el embalse de Uso la tubería continua por la traza del ferrocarril abandonado hasta la salida del túnel de Santa Quiteria que cruza la sierra de Altomira. Desde aquí se desvía para verter el volumen transferido al embalse de Guadarranque, de nueva construcción, sobre el río del mismo nombre, que vierte al embalse de García de Sola, aguas abajo de Cijara. Desde él puede o bien construirse un túnel hasta el de Cijara e instalar allí un aprovechamiento hidroeléctrico para aprovechar el importante desnivel entre el punto de cruce de la divisoria y el embalse, o bien disponer un aprovechamiento de pie de presa en Guadarranque. La construcción del túnel entre los dos embalses permite optimizar el funcionamiento de los saltos del Guadiana, mejorando la producción. Como puede verse, el esquema planteado no responde exclusivamente a la idea de una transferencia de caudales, para la cual no sería necesaria la construcción de los dos grandes embalses mencionados, sino también a una optimización de la explotación hidroeléctrica de la cuenca cedente y receptora. La longitud total de la conducción es de 55 km. El volumen transferible es variable y no queda definitivamente fijado en los estudios, con un máximo estimado de 400 hm<sup>3</sup>/año.

Otra alternativa para aportar caudales a la cuenca del Guadiana es la desarrollada en un proyecto de 1996 redactado de acuerdo con el RDL 8/1995 indicado al hablar del ATS, que autorizaba la derivación de recursos del trasvase para abastecimiento de la Cuenca Alta del Guadiana y suministro al Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. Se propone una conducción en tubería que toma del ATS aguas arriba del cruce con el Cigüela, transportando el agua por gravedad hasta los diferentes puntos de destino, entre los que se encuentran el embalse de Gasset (abastecimiento de Ciudad Real), las Tablas e incluso otros embalses como el de la Vega del Jabalón (abastecimiento de la Mancomunidad de Campos de Calatrava), la Cabezuela (abastecimiento de Valdepeñas y Manzanares), e incluso una derivación para Puertollano.

Se propuso una conducción en tubería prescindiendo de los cauces naturales que podrían utilizarse para el transporte debido tanto a la alta capacidad de infiltración del terreno atravesado como a los vertidos incontrolados que reciben dichos cauces. Además permite reducir la altura de bombeo para dominar los destinos considerados.

Dicha tubería a presión parte de un pequeño embalse regulador en cabecera, que recibe las aportaciones del ATS. La derivación se ubica unos 3 km aguas arriba del acueducto del Cigüela, aproximadamente a cota 870. La presa se sitúa en el cauce del arroyo Valdejudíos, afluente del río mencionado, con una capacidad útil de 4,7 hm<sup>3</sup>.

En la figura correspondiente solo se ha reflejado la conducción principal y el ramal que llega a Gasset, que constituye una prolongación de la misma. La tubería comienza paralela al cauce del arroyo de Valdejudíos para abandonarlo rápidamente cruzando un collado entre éste y el Cigüela, que es el punto más alto de la traza. Desde aquí desciende hasta este río. Continúa próxima a su cauce, hasta que el valle se ensancha, separándose entonces hacia el Sur, discurriendo por el borde norte del acuífero Mancha Occidental, hasta alcanzar el arroyo Becea, aguas arriba del embalse de Gasset, con una longitud de 172 km.



Por último, otra propuesta de interés es la incorporación de los sobrantes del tramo inferior del Jarama a la cabecera del Tajo. Se describe en un informe realizado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en 1994, con la colaboración de José María Martín Mendiluce.

En él se propone conectar el tramo inferior del Jarama con el tramo del Tajo comprendido entre Bolarque y Aranjuez. En dicho estudio se estiman los sobrantes trasvasables desde la cuenca del Jarama en un mínimo de 864 hm<sup>3</sup>/año. Hay que tener en cuenta que la garantía del recurso sería elevada, pues buena parte de él corresponde a los retornos del abastecimiento de Madrid.

La concepción a la que responde esta propuesta es satisfacer las demandas del tramo del Tajo comprendido entre Bolarque y Aranjuez con los recursos del Jarama incorporados a Bolarque, incrementando así el volumen que se puede derivar desde la cabecera del Tajo hacia el Sureste por el ATS. Las demandas esenciales correspondientes al Tajo atendidas desde Bolarque son la refrigeración en circuito abierto de la central nuclear de Zorita, los regadíos de Almoguera, Estremera y Valdajos y el caudal medioambiental del Tajo en Aranjuez.

En la propuesta se sugiere la ejecución por fases. En una primera podría liberarse a Bolarque de las servidumbres del caudal medioambiental de Aranjuez, de los regadíos alimentados desde la presa de Valdajos y de la refrigeración de la central nuclear mediante la sustitución del circuito abierto por otro cerrado. Ello se conseguiría bombeando el agua del Jarama, captada algo aguas arriba de su desembocadura en el Tajo hasta el azud de Valdajos. Se estimó así que el volumen liberado anualmente que podría incrementar, por tanto, el derivado al Sureste desde Bolarque, oscilaría entre 261 hm<sup>3</sup> y 313 hm<sup>3</sup>.

En la segunda fase, se liberarían todas las demandas del tramo mencionado del Tajo, de manera que el bombeo no terminaría en Valdajos, sino en el propio Bolarque o aguas arriba de la central de Zorita. Con el volumen liberado en esta segunda fase, unido a las disponibilidades trasvasables de la propia cabecera del Tajo, se estima en dicho estudio que podrían completarse los 1000 hm<sup>3</sup> de la segunda fase del ATS. Se requerirían bombes para salvar el desnivel entre la captación y Bolarque y una conducción del orden de 100 km paralela, básicamente, al cauce del Tajo.

#### **2.7.5.3.2. ESTUDIOS PREVIOS DE VIABILIDAD DE DETERMINADOS APROVECHAMIENTOS A CONSIDERAR EN EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL**

En 1996 se concluyeron los trabajos epigrafiados redactados por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas en cumplimiento de la petición del Consejo Nacional del Agua de estudios más detallados de las transferencias intercuenas propuestas. Como se ha indicado ya, básicamente se trata de dos estudios, correspondientes a cada uno de los dos grandes esquemas planteados en la Memoria del Anteproyecto de Ley del PHN de 1993: el Norte-Duero y el del Ebro.

La situación de partida es la definida en dicho Anteproyecto, incorporándose después a los estudios tanto las modificaciones derivadas del Informe del Consejo

Nacional del Agua, como otros condicionantes posteriores planteados en los planes de cuenca o en otros estudios complementarios desarrollados por la Dirección General.

Se describen primero los estudios correspondientes a las transferencias múltiples y después a las zonales.

### **2.7.5.3.2.1. Transferencias múltiples**

#### 2.7.5.3.2.1.1. Esquema Norte-Duero

El esquema Norte - Duero parte de las siguientes transferencias:

- 200 hm<sup>3</sup>/año del Norte II al Ebro en cabecera
- 200 hm<sup>3</sup>/año de la cabecera del Duero al Jalón
- 755 hm<sup>3</sup>/año a la cabecera del Tajo para ser transferidos por el ATS con los siguientes destinos: 220 hm<sup>3</sup> al Alto Guadiana, 100 hm<sup>3</sup> al Guadalquivir y 435 hm<sup>3</sup> al Sureste (55 hm<sup>3</sup> al Vinalopó, 275 hm<sup>3</sup> al Segura y 105 hm<sup>3</sup> al Sur).

Una de las posibilidades barajadas en el Anteproyecto de 1993 que consistía en la transferencia del Norte II al Duero de 150 hm<sup>3</sup>/año en el caso de que existieran dificultades en esta cuenca para obtener caudales excedentarios con garantía suficiente, se desecha por no ser necesaria, además de ser muy cara, ya que exige atravesar por diferentes puntos la Cordillera Cantábrica.

Igualmente, se analiza la posibilidad de aportar recursos desde el Tajo Medio a los diferentes destinos, lo que permitiría reducir el volumen a derivar desde el Duero. Por ello, se estudia la transferencia de 150 hm<sup>3</sup>/año desde el Tajo aguas abajo de Toledo a la Cabecera del Guadiana, con un esquema muy similar al de José María Marín antes indicado. Igualmente se considera la posibilidad de incorporar caudales excedentes del Jarama (150 hm<sup>3</sup>/año) a la cabecera del Tajo, garantizados por los retornos del abastecimiento de Madrid, recogiendo parcialmente la iniciativa de 1994 descrita en el apartado anterior.

Al analizar el volumen transferible desde el Norte II al Ebro, se llega a la conclusión de que el máximo derivable sin causar impactos ambientales inadmisibles y sin afectar al abastecimiento a Santander desde el río Pas, es de 110 hm<sup>3</sup>/año. Los otros 90 se propone captarlos en la propia cuenca del Ebro, derivándolos desde el río Nela y Trueba al embalse del Ebro.

Se pretende, por razones económicas, aprovechar al máximo la capacidad de transporte del ATS, que permite alcanzar los 900 hm<sup>3</sup>/año. Ello requiere un incremento de 145 hm<sup>3</sup> sobre los 755 hm<sup>3</sup>. De acuerdo con el informe del Consejo Nacional del Agua de junio de 1994 el volumen transferible desde el Tajo con origen en su propia cuenca destinado al Sureste se eleva a 250 hm<sup>3</sup>, que unidos a los 50 hm<sup>3</sup> derivados desde el ATS hacia el Guadiana de acuerdo con las disposiciones vigentes, supone una cesión desde la cabecera del Tajo de 300 hm<sup>3</sup>. Por ello, el volumen que debe aportarse a la cabecera del Tajo asciende a 600 hm<sup>3</sup>.

El déficit futuro del Sistema de Regulación General de la Cuenca del Guadalquivir cuantificado en su propio Plan asciende a 208 hm<sup>3</sup>/año. Puesto que solo estaba previsto transferirle 100 desde el ATS, si se utiliza éste al máximo se dispondría de

145 hm<sup>3</sup> adicionales, 100 de los cuales se destinarían al Guadalquivir (se verterían en el río Guadalmena, afluente por la margen derecha), enjugando así la totalidad del déficit. Ello podría permitir también reducir el elevado coste unitario del agua resultante para solo 100 hm<sup>3</sup>. Realizados los análisis pertinentes se juzgó que no se lograban reducir los costes suficientemente.

Esta circunstancia, unida a que según se señala en el estudio, *los avances realizados en el desarrollo del Plan Hidrológico del Guadiana elevan el déficit de su zona de cabecera a 300 hm<sup>3</sup>/año*, superando en 80 hm<sup>3</sup> los 220 inicialmente previstos que deberían detraerse del volumen destinado al Sureste en caso de ser transportado por el ATS, condujo a plantear una nueva alternativa. En ella se limitaba el volumen a transferir al Guadalquivir desde el ATS a los 100 hm<sup>3</sup> iniciales y se maximiza el volumen a entregar por el ATS hacia el Sureste. Para ello se libera a esta infraestructura del transporte del volumen necesario para satisfacer el déficit del Alto Guadiana, suministrando con este fin 150 hm<sup>3</sup> desde el Tajo Medio, aguas abajo de Toledo con una alternativa muy similar a la de Jose María Marín, ya comentada.

Se realizan estudios complementarios, independientes de este esquema Norte-Duero, para tratar de completar los volúmenes demandados por el Guadalquivir y el Guadiana para resolver por completo los problemas apuntados. Para ello se propone una transferencia desde el Tajo Medio, con origen en el embalse de Azután y destinos en las dos cuencas deficitarias. En el Guadiana el destino es el río Bullaque, aguas arriba del embalse de Torre de Abraham (zona no deficitaria, si bien existe una conexión con el embalse de Gasset desde el que se abastece Ciudad Real), y en el Guadalquivir, los ríos Bembézar o Guadiato. El volumen máximo derivable en Azután se fija en 300 hm<sup>3</sup>/año.

El esquema básico finalmente propuesto es el siguiente:

- Traslase de 110 hm<sup>3</sup>/año del Norte II a la cabecera del Ebro: tiene su origen en diferentes cauces de las cuencas de los ríos Saja, Pas y Besaya. Los recursos se derivan mediante azudes y se conducen hasta una central de bombeo en el río Besaya, desde son elevados a cota suficiente para cruzar la divisoria y verter al embalse del Ebro.
- Traslase de 90 hm<sup>3</sup>/año del Nela al Ebro. Se trata de un traslase dentro del ámbito de planificación del Ebro. Capta recursos tanto del Nela como de sus afluentes, conduciéndolos mediante el bombeo correspondiente al embalse del Ebro.
- Traslase de 200 hm<sup>3</sup>/año del Alto Duero al Jalón, que pretende resolver el déficit existente en la margen derecha del Ebro. Cabe destacar que en el estudio se considera elevado el coste unitario resultante, al que hay que añadir el coste de distribución desde el punto de destino hasta los puntos reales de demanda. Por ello se recomienda analizar otras posibilidades desde la propia cuenca del Ebro. El punto de derivación sería el embalse de Velacha, de nueva construcción en el Alto Duero, desde el que las aguas son elevadas para cruzar la divisoria y se vierten en el embalse de Miñana, también de nueva construcción en el río Henar, afluente del Jalón por su margen izquierda. Cabe señalar que un esquema similar ya había sido analizado en un estudio realizado en 1975 por la Confederación Hidrográfica del Ebro (Plan de aprovechamiento integral del río Jalón, en el que

se preveía un trasvase de 150 hm<sup>3</sup>/año). La construcción de los embalses necesarios exige inundar diversos núcleos de población, lo que, unido a su coste, permite aventurar la no viabilidad de este trasvase.

- Trasvase de 460 hm<sup>3</sup>/año desde el Duero a la cabecera del Tajo (Bolarque). Su objetivo, es aportar los recursos necesarios para completar la capacidad del ATS hasta 900 hm<sup>3</sup>. Se analizan diferentes alternativas en cuanto a trazados y puntos de toma, como se analizará en capítulos posteriores. Básicamente se plantean dos, una que toma en Villalcampo, en el Bajo Duero y recorre la meseta por la margen izquierda del Duero hasta cruzar la divisoria por los Altos de Barona y alcanzar el Tajo aguas arriba de Entrepeñas. La segunda va recogiendo los excedentes en cabecera de diversos afluentes de la margen derecha del Duero. Discurre bordeando la Cordillera Cantábrica por el Sur y cruza la divisoria con el Tajo por el mismo punto que la anterior, coincidiendo con ella en el último tramo del recorrido. La selección recae finalmente en la primera, que, con un sobredimensionamiento adecuado (125 hm<sup>3</sup>), permitiría además en el futuro satisfacer déficit internos de la cuenca que aparecería en el caso de llevarse a cabo las zonas regables del Pirón y del embalse de Bernardos. Ambas posibilidades se analizan con detalle en el documento correspondiente.
- Trasvase de 300 hm<sup>3</sup> por el ATS con origen en la propia cabecera del Tajo (250 hm<sup>3</sup> destinados al Sureste y 50 hm<sup>3</sup> al Guadiana).
- Trasvase de 150 hm<sup>3</sup>/año desde el Jarama a Bolarque: su objetivo es completar las aportaciones de la cabecera del Tajo para alcanzar la máxima capacidad de transporte por el ATS, minimizando el volumen a aportar desde el Duero. La disponibilidad de recursos viene garantizada por los retornos del abastecimiento de Madrid. El punto de toma se sitúa aguas arriba de la confluencia del Jarama con el Tajo, en un azud de nueva construcción. Desde allí el agua es impulsada hasta la cabecera del Tajo siguiendo un camino paralelo a su cauce. Se manejan dos alternativas para el punto de destino: los embalses de Bolarque y la Bujeda, tal como se analizará en el documento correspondiente. El principal problema de este trasvase puede ser la calidad del recurso.
- Trasvase de 150 hm<sup>3</sup>/año desde el Tajo a la Cabecera del Guadiana: se trata de una transferencia independiente del ATS que capta recursos del Tajo aguas abajo de Toledo y los conduce hasta el cruce de la divisoria entre ambas cuencas, vertiéndolos en el Arroyo Cañada de Torrejón, desde el cual pueden llegar al Cigüela e infiltrarse recargando el acuífero sobreexplotado de la Mancha Occidental. Es prácticamente coincidente con una de las alternativas planteadas por José María Marín. Así no se resuelve el déficit indicado en el Plan de cuenca, que asciende a 300 hm<sup>3</sup>, por lo que estudiará después otras posibles aportaciones a esta cuenca desde el embalse de Azután.

Todos los volúmenes indicados se refieren a una explotación de las transferencias a caudal constante.

Para hacer posible el esquema propuesto es necesario adecuar el ATS existente, ampliando el uso actual del túnel del Picazo (lo que en la práctica conduciría a su expropiación), o sustituyéndolo por otro, denominado de Tébar, que permita transportar al menos los 900 hm<sup>3</sup>/año. Igualmente se considera recomendable

disponer los saltos hidroeléctricos inicialmente previstos que no fueron finalmente construidos (saltos de Belmontejo, Tebar, Villargordo y Talave). También se estimó conveniente construir un túnel que comuniqué los embalses de Talave y Cenajo, para incrementar la capacidad de regulación del volumen trasvasado, debido a la reducida capacidad del primer embalse (54 hm<sup>3</sup> totales). Ello permitiría además la instalación de un salto entre los dos embalses y mejorar la calidad del agua.

Todo lo anterior conduce a disponer de un total de 910 hm<sup>3</sup> en el embalse de Bolarque que pueden ser transportados por el ATS. De ellos, 50 hm<sup>3</sup> se destinan al Alto Gadiana (de acuerdo con las disposiciones vigentes), por lo que quedan 860 para emplear en el Sureste. Conforme a la distribución inicial, 55 corresponderían al Vinalopó, 105 al Sur y 700 al Segura.

Finalmente se prescinde de la transferencia desde el ATS hacia el Guadalquivir de 100 hm<sup>3</sup>/año debido a que se considera que el coste unitario es demasiado elevado para que puedan soportarlo los regadíos de la cuenca. En sustitución de ella se analiza la cesión de 200 hm<sup>3</sup> desde Azután de acuerdo con lo mencionado anteriormente. Estos esquemas complementarios destinados al Gadiana y Guadalquivir toman en Azután y siguen hacia el Gadiana remontado el río Uso, en un trazado similar al de alternativa de Benet antes descrita. Una vez cruzada la divisoria Tajo-Gadiana se prevé una derivación hacia el Este que vierte al río Bullaque, conduciendo hasta el embalse de Torre de Abraham los 100 hm<sup>3</sup> destinados a la cuenca del Gadiana, que unidos a los 50 hm<sup>3</sup> derivados del ATS y a los 150 hm<sup>3</sup> desde Toledo, completan los 300 hm<sup>3</sup> de déficit.

La conducción continuaría después de esta derivación hasta el embalse de Cijara, donde vertería los 200 hm<sup>3</sup> dirigidos al Guadalquivir. Desde este embalse continuarían por el cauce del Gadiana hasta el embalse de Orellana, desde el que son conducidos hasta el de Zújar por un túnel existente. Desde allí el agua es elevada hasta cruzar la divisoria entre Gadiana y Guadalquivir pudiendo verter al río Guadiato o el Bembézar, en función de los aprovechamientos hidroeléctricos que se desee instalar. El coste resultante de estas alternativas es superior a la de la transferencia desde el ATS, pero quedan planteadas como posibilidad técnica.

#### 2.7.5.3.2.1.2. Esquema del Ebro

El esquema del Ebro está compuesto por los dos ramales principales planteados en la Memoria del Anteproyecto de Ley de PHN de 1993: uno destinado a las Cuencas Internas de Cataluña y otro al Levante y Sureste. Los volúmenes de transferencias finalmente contemplados son inferiores a los establecidos por el Consejo Nacional del Agua en 1994. Ello obedece a las conclusiones de trabajos posteriores realizados por la Dirección General de Obras Hidráulicas.

En el Anteproyecto de 1993, el volumen destinado a las Cuencas Internas ascendía a 475 hm<sup>3</sup>. El Consejo Nacional del Agua lo redujo en su informe a 380 hm<sup>3</sup> (110 hm<sup>3</sup> del minitrasvase a Tarragona y 270 hm<sup>3</sup> en un nuevo trasvase) Como resultado del estudio mencionado, se redujo el volumen anual del nuevo trasvase a 225 hm<sup>3</sup>.

En cuanto al volumen destinado al Levante y Sureste, los 1380 hm<sup>3</sup> previstos en el Anteproyecto de ley de PHN de 1993 fueron reducidos a 1105 en el informe del

Consejo Nacional del Agua de 1994 y, de acuerdo con el estudio realizado posteriormente por la Dirección General de Obras Hidráulicas antes mencionado, se obtuvo que trasvasando 760 hm<sup>3</sup>/año al Levante y Sureste desde el Ebro, de los cuales 445 corresponden al Júcar y 315 al Segura, quedaban satisfechas las necesidades.

#### *2.7.5.3.2.1.2.1. Ebro-Cuencas Internas de Cataluña*

El trasvase de 225 hm<sup>3</sup>/año a las Cuencas Internas tiene por finalidad esencial garantizar la satisfacción de la demanda urbana e industrial de Barcelona y su área metropolitana. Para materializarlo se barajan diferentes alternativas que se desarrollan con detalle en el documento correspondiente.

Básicamente se consideran dos puntos de captación, el Bajo Ebro aguas abajo de Tortosa y el Noguera Pallaresa desde el embalse de Talarn. El punto de destino es el mismo en ambos casos, el embalse de San Jaime, de nueva construcción en el río Noya, afluente del Llobregat por su margen derecha. Desde él sería necesario conectar con la estación de tratamiento de Abrera, del sistema de Aguas del Ter-Llobregat, desde la que se realiza el suministro. Se trata de alternativas ligeramente diferentes a las planteadas en ocasiones anteriores. Cabe destacar que la mayor parte del trazado es similar al del Plan maestro de trasvases de los años 60, si bien se varía el punto de toma, que entonces se proponía aguas arriba de Cherta.

#### *2.7.5.3.2.1.2.2. Ebro-Levante y Sureste*

En cuanto al trasvase hacia el Júcar y el Segura, se han manejado gran cantidad de alternativas, llegándose finalmente a proponer cuatro. Todas ellas son analizadas con detalle en el documento correspondiente, esbozándose aquí solo sus rasgos principales. El trazado coincide básicamente con los que se han venido planteando desde Félix de los Ríos. Introduce sin embargo una modificación conceptual importante: desaparece el concepto generalizado de sustitución de recursos entre la cuenca cedente y las diferente cuencas que se van atravesando. Es decir, no se sustituyen recursos del Mijares por otros del Ebro y se transportan los del Mijares hacia aguas abajo, y así sucesivamente con el Turia y el Júcar. Desaparece también la duplicidad de canal alto y canal bajo, definiéndose una sola conducción.

Únicamente se considera inicialmente la posibilidad de intercambiar recursos en el Júcar con el objeto de abaratar los costes energéticos de la transferencia. Se derivaría del Júcar a la altura de Embarcaderos, una vez que se ha producido la confluencia con el Cabriel o incluso aguas arriba de ésta, y se compensaría en Tous con un volumen equivalente procedente del Ebro. Esta alternativa es finalmente desechada por la dificultad de garantizar la disponibilidad de excedentes suficientes en el punto de derivación del Júcar.

Sin embargo, sí se estima como solución óptima la aportación de recursos desde el embalse de Alarcón a la cuenca del Segura a través del ATS. Esta aportación, de 155 hm<sup>3</sup> o 60 hm<sup>3</sup>, sería solamente una fracción del volumen destinado hacia el Segura, que se compensaría en Tous, lo que supone un ahorro energético en bombeos.

A lo largo de su recorrido el trasvase va suministrando a diferentes zonas de demanda, que son las siguientes:

- Cenia-Maestrazgo, a la que se destinan 75 hm<sup>3</sup>, que se entregan en el embalse de Alcalá, de nueva construcción sobre el río San Miguel, destinados fundamentalmente a riego.
- Mijares-Palancia, a la que se destinan 75 hm<sup>3</sup>, que se entregan en los embalses de Sichar y María Cristina en el río Mijares, de los cuales 50 son para abastecimiento y 25 para regadío.
- Turia, donde se dejan 95 hm<sup>3</sup> para abastecimiento en el embalse de Villamarchante, de nueva construcción.
- Tous, donde no se deja nada para demanda propia, sino exclusivamente el volumen necesario para compensar el captado del Júcar en el embalse de Alarcón con destino al Segura (155 o 60 hm<sup>3</sup> según el volumen derivado de Alarcón hacia el ATS).
- Villena, donde se dejan 150 hm<sup>3</sup> procedentes del Ebro, que unidos a otros 100 hm<sup>3</sup> con origen en los ahorros de riego del Júcar totalizan 250 hm<sup>3</sup> destinados al Vinalopó.
- Marina Baja, en la que se entregan 50 hm<sup>3</sup>.
- Cuenca del Segura, en la que se entregan 315 hm<sup>3</sup>, que con las soluciones propuestas proceden parcialmente del Ebro y de Alarcón.

En el estudio se indica que el volumen derivado en origen debe superar en un 10% al demandado, debido a las pérdidas previsibles en el transporte.

La conducción propuesta en las soluciones definitivas tiene un primer tramo entre el azud de Cherta en el Ebro y el embalse de Tous, en el que se requieren dos elevaciones. Las entregas a lo largo del recorrido se realizan siempre mediante una derivación de la conducción principal y, si la cota lo permite, mediante un aprovechamiento hidroeléctrico. De esta manera el agua transportada por la conducción procede siempre del Ebro, no incorporando nunca aguas de los diferentes destinos que atraviesa.

A partir de Tous existen dos caminos para llegar al Segura, que dan lugar, junto con los dos volúmenes considerados desde Alarcón a las cuatro soluciones propuestas. Uno de ellos es por el interior, siguiendo el camino más directo desde Tous, pasando por Villena y atravesando la sierra de Crevillente para llegar al embalse del mismo nombre, ya en la cuenca del Segura y desde él enlazar mediante un canal con el ramal del postravase Tajo Segura que conduce a la Pedrera. La segunda posibilidad es discurrir paralelamente a la costa para llegar al mismo punto. Ambas soluciones quedan planteadas en el estudio. En el documento correspondiente se analizarán las ventajas e inconvenientes de cada una. Todas las soluciones terminan en el canal de la margen izquierda del postravase Tajo-Segura, aguas arriba del partidur, lo que permite que el agua llegue por la infraestructura existente hasta el Campo de Cartagena. En análisis de detalle este punto de entrega podría ser sustituido por el propio embalse de La Pedrera.

Los esquemas descritos pueden verse en la figura que recoge las propuestas de trasvase posteriores al Anteproyecto de Ley de PHN de 1993 y se analizan con detalle en el documento correspondiente.

En la tabla siguiente se reflejan los volúmenes que es posible movilizar entre las diferentes cuencas exclusivamente con las actuaciones propuestas en los esquemas Norte-Duero y Ebro de los estudios previos de viabilidad de 1996. No se incluyen las transferencias ya existentes del Guadiaro-Guadalete, Zadorra-Arratia (Ebro-Norte) y Ebro-Cuencas Internas de Cataluña.

CUENCA HIDROGRÁFICA	RECURSOS HIDRÁULICOS (hm <sup>3</sup> /año)		
	IMPORTADOS	EXPORTADOS	BALANCE
Norte	0	110	-110
Duero	0	460+200=660	-660
Tajo	460	150+150+300+460=1060	-600
Guadiana	200 <sup>1</sup>	0	200
Guadalquivir	0 <sup>2</sup>	0	0
Sur	105	0	105
Segura	860+315=1175	105+55=160	1015
Júcar	55+445=500	0	500
Ebro	110+200=310	760+225=985	-675
C. Internas de Cataluña	225	0	225
TOTALES	2975	2975	0

Tabla 8. Balance de transferencias máximas posibles

### 2.7.5.3.2.2. Transferencias zonales

De todas las planteadas en el PHN de 1993 solo se describe bajo este concepto la transferencia Guadiana II-Guadalquivir (Chanza-Piedras-Marismas). Es la única de las cuatro recogidas en el Anteproyecto de Ley de PHN de 1993 cuyas obras aún no han sido proyectadas o ejecutadas.

#### 2.7.5.3.2.2.1. Transferencia Guadiana II-Guadalquivir

En febrero de 1997 fue concluido el estudio previo de viabilidad de esta transferencia, del que a continuación se recogen sus principales características.

Se analiza la posibilidad de trasvasar 200 hm<sup>3</sup>/año, de acuerdo con lo indicado en el informe del CNA de 1994, sin realizar análisis específicos sobre esta cuantía. El agua se recibe en un embalse regulador, desde el que mediante un canal se alcanza el cauce del Guadalquivir, aguas abajo de Sevilla, a la altura de Coria del Río aproximadamente. Se domina así el Bajo Guadalquivir.

El estudio propone un aprovechamiento integral de las diferentes cuencas que integran el ámbito del Guadiana II (Guadiana y Chanza, Piedras, Odiel y Tinto) para satisfacer tanto las demandas propias como las del trasvase al Guadalquivir. En definitiva se efectúan tanto transferencias internas dentro del Guadiana II como una externa al Guadalquivir.

<sup>1</sup> Podría ampliarse en 100 hm<sup>3</sup> más derivados desde el Tajo en el embalse de Azután

<sup>2</sup> Podría recibir a un coste elevado 100 hm<sup>3</sup> desde el ATS o 200 hm<sup>3</sup> desde el embalse de Azután en el Tajo



Primero se analiza la existencia de excedentes en la cuenca de origen, teniendo en cuenta tanto la situación actual como el horizonte a diez y veinte años, atendiendo a las previsiones de demanda y de construcción de nuevas infraestructuras señaladas en el Plan Hidrológico de cuenca. En la situación actual se concluye que el sistema del Guadiana II presenta un balance equilibrado. En cambio, para lograr satisfacer las demandas propias en el primer y segundo horizonte es necesario completar la regulación del Guadiana II, lo que implica obras de singular entidad. Entre ellas destacan un total de diez presas, de las que se señalan seguidamente las más significativas, y un azud en el Guadiana.

El incremento de demanda previsto en el primer horizonte respecto a la situación actual es de 201 hm<sup>3</sup>/año. En el estudio se suponen construidas las presas de Ándevalo 1ª fase (600 hm<sup>3</sup>) en el Chanza, Alcolea (274 hm<sup>3</sup>) y La Coronada (867 hm<sup>3</sup>) en el Odiel, que actualmente carece de regulación, Sanlúcar en el Guadiana (94 hm<sup>3</sup>), así como otras de menor entidad en el río Tinto. Así el balance arroja un superávit de entre 250 y 300 hm<sup>3</sup> dependiendo del criterio de garantía adoptado. Cabe destacar que para alcanzar este superávit es esencial contar con la regulación completa del Odiel.

En el segundo horizonte, el incremento de demanda respecto a la situación actual es de 334 hm<sup>3</sup>. En el estudio, suponiendo completa la regulación de todas las cuencas del Guadiana II, se estima un superávit en el balance de entre 450 y 525 hm<sup>3</sup> dependiendo del criterio de garantía. Para ello es necesario construir, además de las obras antes indicadas, la presa del Blanco (520 hm<sup>3</sup>) en el río Tinto y la segunda fase del Andévalo (1025 hm<sup>3</sup>), así como un azud en el Guadiana, aguas arriba de Ayamonte.

En el estudio se señala que estos excedentes se verán reducidos en función de los caudales ecológicos que sean establecidos en las declaraciones de impacto ambiental correspondientes a cada uno de los nuevos embalses.

En definitiva, la regulación completa del Guadiana II, permite disponer de unos 1000 hm<sup>3</sup>/año aportados por las diferentes cuencas como se detalla seguidamente (las dos cifras corresponden a diferentes criterios de garantía):

Cuenca	Aportación (hm <sup>3</sup> /año)
Chanza	260-300 (actualmente 225-250)
Tramo internacional del Guadiana	275 (actualmente 75)
Piedras	19/20 (actualmente 15-16)
Odiel	245-265
Tinto	80-94

Tabla 9. Aportaciones del Guadiana II en el segundo horizonte

Como puede verse, el elemento decisivo tanto para hacer frente a las demandas propias como al trasvase es la regulación del Odiel. Este río tiene además la singularidad de dominar por gravedad todos los puntos de consumo, por lo que sus recursos deberían emplearse con preferencia.

La presa del Ándevalo está en construcción actualmente. Cabe señalar, sin embargo que en la declaración de impacto ambiental publicada en el BOE de 10 de septiembre de 1994 se reducía la altura máxima inicialmente prevista en 9 m, limitando el volumen máximo a 600 hm<sup>3</sup>. Por tanto, no puede garantizarse, en

principio, el incremento de recursos de entre 35 y 50 hm<sup>3</sup> supuesto en el estudio del primer al segundo horizonte en la cuenca del Chanza. La presa de Alcolea tiene ya declaración de impacto ambiental favorable, publicada en el BOE de 11 de febrero de 1999, con el volumen de 274 hm<sup>3</sup>. Atendiendo a estas consideraciones el excedente en el segundo horizonte debería rebajarse, en principio, hasta 415 o 475 hm<sup>3</sup>/año. Como ya se ha indicado, este volumen debe reducirse en función de los caudales ecológicos que sean fijados en cada caso.

Desde el punto de vista de la calidad, existen serios problemas en el Odiel y en el Tinto, especialmente en este último. Ello es debido a la contaminación de origen básicamente minero que soportan estos cauces, que da lugar a una conductividad muy alta, elevadas concentraciones de metales pesados y Ph de acidez extrema por la presencia de ácido sulfúrico, inadmisibles para cualquier uso.

En el Odiel se prevé una mejora rápida hasta alcanzar valores de prepotabilidad mediante el tratamiento de la principal fuente contaminante, así como con la dilución y decantación que se producirá en los embalses de Alcolea y La Coronada.

Los problemas del Tinto son más difícilmente resolubles y exigen como paso previo la construcción de la presa del Tinto de 10 hm<sup>3</sup>, aguas arriba de la del Blanco, de 520 hm<sup>3</sup>, para efectuar el tratamiento químico de las aguas de su cuenca receptora. Se trata de recoger en la primera presa los vertidos contaminados de cabecera y conducirlos aguas abajo de la segunda, para evitar la contaminación del resto de las aportaciones de la cuenca.

En definitiva, la construcción de los embalses es un requisito esencial no solo para la cantidad del agua sino también para su calidad. Teniendo en cuenta que el embalse en el que se reciben en el Guadalquivir, así como el punto de incorporación a este cauce están aguas arriba y próximos al Parque Nacional de Doñana, la mejora de la calidad en origen puede considerarse como un condicionante esencial.

En cuanto al impacto ambiental de la detracción de caudales, con objeto de garantizar el mantenimiento de las marismas, así como de evitar la sobreexplotación del acuífero Ayamonte-Huelva, a falta de estudios más detallados, en el estudio se recomienda no sobrepasar el 50% de los excedentes. Por tanto, en el segundo horizonte existiría un volumen transferible máximo de entre 200 y 250 hm<sup>3</sup>/año, sin afectar al desarrollo previsto en la cuenca cedente. Siempre que se construyan todas las infraestructuras de regulación mencionadas. Por otra parte, teniendo en cuenta la limitación a 600 hm<sup>3</sup> de la capacidad del embalse de Ánuevo, los excedentes se reducen a 207 hm<sup>3</sup> o 237 hm<sup>3</sup>, dependiendo del criterio de garantía adoptado, condicionado, además, al respeto de los demandas ecológicas que se establezcan en las declaraciones de impacto de las nuevas presas.

En el estudio se proponen dos alternativas de trazado para el trasvase al Guadalquivir. Ambas tienen una primera parte común, que corresponde a las obras de regulación y transporte necesarias para intercomunicar las diferentes fuentes y puntos de consumo del Guadiana II y permitir disponer de excedentes suficientes para trasvasar al Guadalquivir. En la figura siguiente se recogen –tomadas del estudio de viabilidad de 1997– todas las conducciones y obras de regulación necesarias tanto en el Guadiana II como en el Guadalquivir, que se detallan a continuación.



Figura 17. Transferencia del Guadiana II al Guadalquivir

Dentro del ámbito del Guadiana II se contempla:

- Construcción de la presa del Ándevalo en el Chanza (actualmente en ejecución), de manera que los recursos regulados en ella y en la del Chanza ya existente, pueden transportarse por el Canal del Granado hasta el río Piedras, recibándose bien en el embalse del mismo nombre, en explotación, o bien en otro de nueva construcción aguas arriba del mismo.
- Incremento del aprovechamiento de las aguas del tramo internacional del Guadiana. Actualmente pueden derivarse 75 hm<sup>3</sup> mediante la estación de bombeo de Bocachanza, que toma a pie de la presa de Chanza y eleva 130 m el agua hasta el Canal del Granado. En el estudio se plantea otra posibilidad más favorable desde el punto de vista energético. Consiste en construir un azud próximo a la desembocadura del Guadiana, aguas arriba de Ayamonte, desde el que se derivaría mediante un bombeo de 40 m al Canal de Ayamonte, de nueva construcción. Este canal de 26 km de longitud terminaría en el embalse de Los Machos, en la cuenca del río Piedras y permitiría abastecer a este embalse por gravedad, al canal del Piedras por bombeo y al by-pass de Gibrleón de ambas formas, tal como se explica posteriormente.

Sin embargo, desde el punto de vista ambiental el azud puede presentar serias dificultades. Su finalidad es evitar la penetración del refluo salino desde el estuario, de manera que se garantiza que las aguas derivadas son dulces. La repercusión sobre la comunidad biológica puede ser crítica. En el caso de no ser viable, debería incrementarse la capacidad de bombeo de Bocachanza o bien disponer un bombeo adicional hasta el embalse de Sanlúcar, para incrementar con respecto a la situación actual los volúmenes aportados desde este tramo internacional.

Hay que señalar también que, en principio, y de acuerdo con el convenio firmado con Portugal y publicado en el BOE de 12 de febrero del 2000, las actuaciones en el tramo internacional deben someterse a la evaluación de impacto transfronterizo por parte de la Comisión integrada por las dos Partes, España y Portugal (Anexo II, Impacto transfronterizo). Entre los proyectos o actividades que deben someterse a esta evaluación se mencionan explícitamente las detracciones de agua superficial cualquiera que sea su uso o destino, incluso fuera de la cuenca cuando el consumo efectivo excede de 40 hm<sup>3</sup>/año en el caso del Guadiana.

Aparece, por tanto, una incertidumbre adicional a todas la ya señaladas, que puede limitar el volumen a transferir desde el río Guadiana, incluso en el caso de que no se construya el azud, limitando al ampliación de Bocachanza y, por tanto, reduciendo con respecto a la cifra prevista los hipotéticos excedentes en el segundo horizonte.

- Canal del Piedras: actualmente en explotación. Deriva del el embalse del Piedras y distribuye el agua por las poblaciones de la costa y la zona regable del Chanza. Finaliza en el sifón del Odiel, desde el que se suministra el abastecimiento industrial y urbano de Huelva.
- By-pass de Gibrleón: es una nueva conducción reversible de 30 km de longitud que permite enlazar el pie de presa de Los Machos en la cuenca del Piedras con

el Canal de Trigueros, también de nueva construcción, que deriva de la presa de Alcolea en el Odiel. Es el elemento de comunicación entre las cuencas del Piedras y el Odiel en ambos sentidos, enlazando la infraestructura de la zona occidental (Guadiana, Chanza y Piedras) con la oriental (Odiel y Tinto). Permite elevar agua desde el Canal de Ayamonte al de Trigueros o bien, en sentido contrario, aportar desde el de Trigueros a la zona de Huelva a través del Canal del Piedras.

- Presas de Alcolea y La Coronada sobre el Odiel, para regular este río, permitiendo utilizar sus recursos en el sistema general.
- Canal de Trigueros: de nueva construcción, con 41 km de longitud es el enlace entre la cuenca del Odiel y del Tinto. Parte de la Presa de Alcolea conduciendo aguas para riego y abastecimiento en el Guadiana II y para trasvase al Guadalquivir. Finaliza en la balsa de Tortillo, desde la que arrancan las dos alternativas del canal de Trasvase hacia el Guadalquivir.
- Incremento de la regulación de la cuenca del Tinto, fundamentalmente mediante la presa del Blanco. Es imprescindible la construcción aguas arriba de la presa del Tinto, de 10 hm<sup>3</sup>, aguas arriba de la anterior, para efectuar el tratamiento químico de las aguas.
- Canal de Niebla: conducción de nueva construcción de 14 km de longitud, que toma las aguas del río Tinto aguas abajo de la presa del Blanco y las conduce hasta la balsa del Tortillo, desde donde comienzan las conducciones de trasvase al Guadalquivir.

Los elementos correspondientes estrictamente al trasvase al Guadalquivir son los siguientes:

- Balsa de Tortillo, en la que se reúnen las aguas de diferentes orígenes que van a ser trasvasadas.
- Conducción de trasvase entre la balsa anterior, cuyo MNN está a la cota 42 y el embalse de recepción en destino, cuyo MNN se prevé a la cota 100 aproximadamente. Desde él parte un canal hasta el cauce del Guadalquivir en Coria del Río. Se plantean dos posibilidades: el canal alto y el bajo.

El canal alto salva la divisoria entre el Guadiana y el Guadalquivir a la cota 120 aproximadamente, por el collado existente entre las cabeceras del arroyo Calabozo (cuenca del Tinto) y el arroyo Hondo (cuenca del Guadalquivir), en el término municipal de Paterna del Campo. Buena parte del recorrido total, que asciende a 92 km, discurre por el lado Norte de la A-49. Requiere un bombeo en cabecera de 85 m y permite dominar por gravedad el embalse de destino o bien recuperar energía mediante un salto del orden de 75 m, prescindiendo de dicho embalse. Permitiría redotar los riegos en precario de las zonas que atraviesa.

El canal bajo cruza la divisoria próximo a la costa, transportando el agua por gravedad hasta Coria del Río. El recorrido, de 112 km, es un 20% mayor que en la alternativa anterior. La alimentación al embalse de destino tendría que efectuarse mediante un bombeo reversible. Bordea el Parque Nacional de Doñana y cruza el Parque Natural del entorno de Doñana (Preparque Norte) a lo largo de 9 km, durante los cuales discurre en canal cubierto.

- Embalse de recepción en la cuenca del Guadalquivir. En principio se estima necesario par regular el volumen trasvasado. Su ubicación se propone en el término municipal de Hinojo, con una capacidad recomendada de 100 hm<sup>3</sup>.

En resumen, este trasvase, de acuerdo con el estudio mencionado requiere de la ejecución de grandes obras de regulación en el ámbito del Guadiana II para ser viable. Es esencial tanto la regulación del Odiel como el incremento de la aportación desde el tramo internacional del Guadiana. Lo primero requiere la ejecución de dos grandes presas, una de las cuales, la de mayor capacidad no ha sido sometida aún a evaluación de impacto ambiental. Lo segundo, en cualquiera de sus alternativas, requiere la evaluación de impacto transfronterizo de acuerdo con el convenio suscrito con Portugal en materia de aguas, siendo de dudosa viabilidad ambiental la construcción del azud de Sanlúcar. Por tanto la disponibilidad de recursos en cantidad suficiente para que existan excedentes transferibles presenta incertidumbres no despreciables.

Por otra parte, desde el punto de vista de la calidad son imprescindibles importantísimas mejoras en origen en el Odiel y el Tinto, cuyas aguas no son aptas ahora para uso alguno por la contaminación minera. Esta circunstancia cobra mayor importancia aún si se considera que la incorporación a la cuenca del Guadalquivir se encuentra próxima y aguas arriba del Parque Nacional de Doñana.

Como consecuencia de todas las incertidumbres señaladas y teniendo en cuenta que la incorporación del trasvase al sistema de regulación general del Guadalquivir se produce en cola del mismo, cabe replantearse la idoneidad de este trasvase como medio de resolver la escasez de dicho sistema.

## **2.7.6. PROPUESTAS DE TRASVASES INTERCUENCA POSTERIORES A 1996**

### **2.7.6.1. EL TRASVASE DESDE EL RÓDANO**

Otra alternativa que pretende resolver el déficit de las Cuencas Internas de Cataluña es el trasvase desde el Ródano. Esta posibilidad, que viene siendo apuntada desde principios de los 90, ha sido desarrollada con detalle en distintos estudios realizados entre 1995 y 1997. Pretende, básicamente, conectar el canal de Bajo Ródano Languedoc (BRL), en Francia, con el sistema de abastecimiento a Barcelona y su área metropolitana. Permitiría además otras conexiones con el sistema gestionado por Aguas del Ter Llobregat. Se ha constituido un grupo de interés económico entre la empresa pública Aguas del Ter Lobregat (ATLL) y la empresa de abastecimiento del BRL para promover, coordinar y llevar a cabo los estudios relativos a la viabilidad del acueducto Languedoc-Rosellón-Cataluña. La propuesta se analiza con detalle en el documento correspondiente, esbozándose aquí solo sus rasgos fundamentales.

En el estudio concluido en 1997 por las entidades mencionadas se proyecta una conducción, cuyo origen está en cola del canal BRL próximo a Montpellier, que discurre por territorio francés hasta los Pirineos, pasando después a territorio español hasta conectar con la planta de tratamiento de aguas del Ter, integrada

dentro del sistema de suministro a la capital catalana, en el término municipal de Cardedeu. La capacidad de transporte del BRL en el punto de derivación es de 30 m<sup>3</sup>/s, muy superior tanto al caudal que se pretende trasvasar como a las propias necesidades que debe atender, según se indica en el estudio, garantizándose de acuerdo con lo allí expuesto la existencia de excedentes.

Desde la toma, donde el agua sufre un filtrado primario, ya no vuelve a estar a cielo abierto, discurriendo siempre en conducción cerrada. Para el trazado en territorio español se manejan dos alternativas, denominadas alta y baja, que se describirán en el epígrafe correspondiente. La primera discurre en túnel a cota más elevada, mientras que la segunda está constituida mayoritariamente por una tubería a presión. Las dos permiten la conexión con el sistema Sau-Susqueda-El Pasteral, así como la derivación de ramales a las plantas de tratamiento que sirven a Costa Brava Norte y Gerona/Costa Brava Centro.

En función de consideraciones económicas, se prefiere la solución “baja”, en tubería a presión, cuyo trazado es similar al de las grandes infraestructuras de comunicación que siguen la costa.

#### **2.7.6.2. TRASVASE DESDE EL TAJO MEDIO AL SURESTE**

En 1997 la Comunidad Autónoma de Murcia planteó otro posible trasvase, cuyo fin fundamental es el aporte de 150 hm<sup>3</sup> desde el Tajo Medio al Sureste para abastecimiento. El motivo es la disponibilidad de excedentes, según ese estudio, de agua de excelente calidad para abastecimiento en los ríos Alberche y Tiétar. Se pretende trasvasar un total de 200 hm<sup>3</sup>/año. Los 50 hm<sup>3</sup> que no se destinan al Sureste se distribuyen entre las Tablas de Daimiel con 20 hm<sup>3</sup> y el abastecimiento de poblaciones del Alto Guadiana con 30 hm<sup>3</sup>. Con este complemento se pretende también colaborar en la recuperación del acuífero de la Mancha Occidental, al liberarlo de las extracciones para abastecimiento de varios núcleos importantes de la Mancha (Alcázar de San Juan, Las Pedroñeras, etc), a la vez que se asegura su abastecimiento con agua de mucha mejor calidad que la del acuífero actualmente.

Se plantean diferentes opciones que se detallarán en el epígrafe correspondiente. Todas tienen su origen en el Tajo Medio, siendo en principio la más factible la que deriva desde el Tiétar, aguas arriba de su confluencia con el río Navalcán. El punto final es siempre el ATS a la altura de la Roda, al que se incorporan los 150 hm<sup>3</sup>. Para atravesar la divisoria entre el Tajo y el Guadiana se remonta el río Uso, al igual que en otras alternativas presentadas en epígrafes precedentes. Después se gira hacia el Este para pasar muy próximo a las Tablas de Daimiel, contemplando la posibilidad de suministrar tanto a este Parque Nacional como a Ciudad Real, y se continua hacia la Roda por la Llanura manchega. En la elección del trazado juega un papel decisivo evitar la afección al Parque Nacional de Cabañeros. La longitud total es de 484 km. Su trazado puede verse en la figura que refleja las propuestas de trasvase posteriores a 1993.

### **2.7.7. EL PROCESO DE APROBACIÓN DE LOS PLANES DE CUENCA**

Dentro del proceso cronológico descrito cabe señalar también, por su repercusión en la determinación de las demandas a satisfacer en cada cuenca, la presentación a informe del Consejo Nacional del Agua de todos los planes de cuenca, por parte del Ministerio de Medio Ambiente, lo que tuvo lugar el 14 de octubre de 1997. El Consejo emitió su informe el 27 de abril de 1998, recomendando su aprobación por el Gobierno de la nación, hecho que se produjo por RD 1664/1998 de 24 de julio.

Como se ha indicado, el principal aporte en lo que a transferencias se refiere es el establecimiento de las demandas máximas previstas en cada cuenca en el primer y segundo horizonte. Igualmente cabe destacar, por lo especialmente significativo de cara al esquema de trasvases entre cuencas que puede resultar, el volumen trasvasable finalmente definido en el Plan de la cuenca del Tajo desde su cabecera. Dicho volumen, con un límite superior de 650 hm<sup>3</sup>, es en cada momento el resultado de restar 240 hm<sup>3</sup> a lo almacenado en el sistema Entrepeñas-Buendía, y se ha calculado con el criterio de garantizar plena y prioritariamente las demandas de la propia cuenca del Tajo. A su vez se establecen unas condiciones para la transferencia en el caso de circunstancias hidrológicas extremas.

En lo que a transferencias se refiere conviene destacar los siguientes contenidos de los planes de cuenca del Júcar, Segura y Sur.

Aunque se trate de un trasvase dentro del ámbito de planificación del Júcar exclusivamente, y por tanto no una transferencia en términos jurídicos, por su eventual relación con el esquema del Ebro, se reseña la conexión entre el Júcar y el Vinalopó prevista por el Plan Hidrológico del Júcar. El volumen máximo indicado en el Plan es de 80 hm<sup>3</sup>/año, destinado a paliar la sobreexplotación de acuíferos (Vinalopó fundamentalmente) y los déficit de abastecimiento de las zonas del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja. Esta obra fue declarada de interés general en 1988.

La sociedad Aguas del Júcar S.A. ha concluido en 1999 el proyecto de esta conducción, cuya captación mediante bombeo se ubica en el embalse de Cortes y cuyo destino es una presa de nueva construcción, en las inmediaciones de Villena. Se analiza con detalle en el apartado correspondiente y se ha incluido en la figura siguiente, por estar contemplado en el Plan de la Cuenca del Júcar, aprobado por su Consejo del Agua en agosto de 1997.

El Plan de la Cuenca del Segura (1997) retoma la vieja idea del Canal Alto de la margen derecha, planteada en el Plan de Aprovechamiento integral de la Cuenca Alta del Segura (1941), según se ha mencionado en el apartado correspondiente. Esta alternativa se analiza con detalle en capítulos posteriores, si bien su trazado se recoge en la figura siguiente. Propone derivar del Segura, aguas abajo del embalse del Cenajo, 74 hm<sup>3</sup>/año, destinados a Lorca, Cartagena, consolidación de riegos de Mula, sustitución de elevaciones desde el río en la margen derecha y regulación general de la cuenca alimentado el embalse de Quípar por gravedad.



El Plan de la Cuenca del Sur recoge una propuesta de transferencia desde el Guadiana Menor al Almanzora. Dicha propuesta debe entenderse como meramente indicativa, puesto que al afectar a dos ámbitos diferentes no es competencia del Plan Hidrológico del Sur.

Se basa en el estudio de viabilidad de 1989 ya mencionado, pero aumentado el volumen anual transferido a 50 hm<sup>3</sup>/año, al igual que en el PHN de 1993. Incorpora, además de las demandas de riego, la de abastecimiento de Purchena (7 hm<sup>3</sup>/año). La diferencia esencial con el estudio de 1989 es la variación del trazado una vez cruzada la divisoria entre cuencas para instalar dos aprovechamientos hidroeléctricos, así como utilizar el cauce del río Almanzora para la última fase del transporte hasta el embalse de Cuevas de Almanzora, en vez de conducirlo por tubería paralelamente al cauce, como se proponía en 1989.

Posteriormente, con fecha 28 de agosto de 1998 fueron declaradas de interés general (RD-ley 9/1998) las obras de la transferencia entre el embalse del Negratín y el de Cuevas de Almanzora. En noviembre de 1999 se suscribió un acuerdo entre las Confederaciones Hidrográficas del Sur y del Guadalquivir en el que se determinan las condiciones de dicha transferencia, limitando el volumen anual a 50 hm<sup>3</sup>. El correspondiente proyecto ha sido redactado en 1999 por Aguas de la Cuenca del Sur, S.A. (ACUSUR).

Este último proyecto contempla la instalación de dos centrales hidroeléctricas una vez cruzada la divisoria y toda la conducción discurre en tubería, finalizando en el canal del Postravase Tajo-Segura que vierte al embalse de Cuevas de Almanzora. En el trazado se intercalan ocho balsas de regulación. En la figura siguiente se ha reflejado el trazado correspondiente al estudio de 1989.

Por último, la disposición adicional vigésimo segunda de la Ley 50/1999 de 29 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y del orden social (B.O.E. 30 diciembre de 1999), autorizó la transferencia de recursos entre el Negratín y el Almanzora para las finalidades de riegos y abastecimiento a que se refiere el citado RD-ley 9/1998. El volumen máximo a transferir se limita a 50 hm<sup>3</sup>/año. Por tanto, existiendo la autorización legal pertinente, redactado ya el proyecto, y emitida la declaración de impacto ambiental favorable, solo queda pendiente la ejecución de las obras.

En la citada Ley se regulan también las condiciones que deben existir en la cuenca cedente para poder derivar recursos. Igualmente se señala que los usuarios del agua trasvasada soportarán en la parte que les corresponda el importe de las obras de regulación necesarias para equilibrar el déficit añadido que esta transferencia provoca en el sistema de regulación general del Guadalquivir.

Dentro del ámbito de la Cuenca del Sur, su Plan incluye también una conducción entre el embalse de Cuevas de Almanzora y el Poniente Almeriense. Si bien por su ubicación queda dentro de un solo ámbito de planificación, por la procedencia de los recursos podría tratarse de un trasvase entre diferentes ámbitos.

La conducción discurre desde el embalse de Cuevas, del que toma mediante una elevación, hasta el Campo de Dalías a la altura de Aguadulce. Está prevista para transportar 140 hm<sup>3</sup>/año con el fin de satisfacer las demandas del Campo de Níjar, Almería y Campo de Dalías. Se propone una conducción por gravedad en canal a

cielo abierto de 144 km de longitud, atravesando un terreno muy accidentado. En la figura siguiente se refleja el trazado de forma aproximada. Esta conducción será objeto de un análisis detallado en los epígrafes correspondientes.

Posteriormente, con fecha 28 de agosto de 1998, en el mismo RD Ley antes indicado, fueron declaradas de interés general con objetivos de abastecimiento y riego, las obras de conexión entre el embalse de Cuevas y el Poniente Almeriense. El proyecto correspondiente a la fase I de estas obras ha sido redactado por la empresa pública ACUSUR. Comprende una conducción principal de 18 km, que parte de un depósito regulador de cabecera, que puede recibir tanto las aportaciones desde el embalse de Cuevas como las de la planta desaladora de Carboneras (con capacidad para 42 hm<sup>3</sup>/año en una primera fase y de 80 hm<sup>3</sup>/año en la segunda). Dicho depósito se ubica junto al río Alía, en el término municipal de Lucainena de las Torres y finaliza prácticamente al llegar al término municipal de Almería.

Se trata de una conducción enterrada. Contempla también los ramales y depósitos secundarios que se extienden por el Campo de Níjar. Por resolución de 27 de diciembre de 1999 de la Secretaría General de Medio Ambiente, se ha decidido que es innecesario someter esta fase al procedimiento reglado de evaluación de impacto ambiental.

En la figura siguiente se reflejan todas las propuestas de trasvase presentadas en los epígrafes anteriores, posteriores a la elaboración del Anteproyecto de Ley de PHN de 1993.

Cabe reseñar que el Real Decreto de aprobación de los planes de cuenca recomienda que el PHN adopte medidas de coordinación tendentes a la homogeneización en diferentes ámbitos, que son los siguientes:

- Establecimiento de un sistema de explotación único en cada plan, en el que queden incluidos los sistemas parciales de forma simplificada.
- Identificación y delimitación de las unidades hidrogeológicas compartidas entre dos o más cuencas.
- Metodología para homogeneizar los procedimientos y técnicas a aplicar para fijar las demandas consolidadas y los balances de recursos y demandas.

### **2.7.8. EL LIBRO BLANCO DEL AGUA EN ESPAÑA**

El paso más reciente en materia de estudio de posibles transferencias lo constituyen los estudios realizados con motivo de la elaboración del Libro Blanco del Agua en España, cuya primera versión sometida a debate público fue dada a conocer por el Ministerio de Medio Ambiente en diciembre de 1998.

En este Libro no se prevé la ejecución de trasvase alguno, sino que se realiza un balance hídrico entre recursos potenciales y demandas (actuales y futuras) en todo el territorio nacional, estableciendo a nivel de cada sistema de explotación y después de cada ámbito de planificación su carácter deficitario o excedentario conforme a



Figura 18. Propuestas de trasvase posteriores al Anteproyecto de Ley de PHN de 1993

unas definiciones convencionales formales explicadas en el Libro. El balance se ha efectuado empleando un procedimiento homogéneo en todo el territorio nacional, de acuerdo con las medidas reseñadas en el Real Decreto de aprobación de los planes de cuenca, lo que garantiza la ausencia de sesgo en los resultados obtenidos.

En el documento de análisis de los sistemas hidráulicos de este Plan Hidrológico Nacional, y como introducción a los estudios detallados, se resume el proceso seguido y los resultados básicos alcanzados.

### **2.7.9. OTROS TRASVASES REALIZADOS A LO LARGO DEL SIGLO XX**

Cabe señalar que si bien el estudio y discusión en torno a trasvases intercuenas de gran magnitud (en volumen y en infraestructura) solo ha dado lugar a la ejecución y puesta en servicio de uno de ellos, el Acueducto Tajo-Segura, no ha ocurrido lo mismo en lo que a trasvases de menor entidad se refiere, así como en cuanto a conducciones que comunican cuencas pertenecientes a un mismo ámbito, habiéndose construido un muy gran número de estas últimas.

En lo que sigue se presentan someramente obras llevadas a cabo a lo largo de este siglo, no descritas anteriormente. La mayor parte se desarrollan dentro de un mismo ámbito de planificación, enlazando cuencas de afluentes de los cursos principales, bien uniendo directamente cauces o bien derivando aguas de un río para utilizarlas en la cuenca de otro. Dentro de ellas ocupan un lugar destacado los abastecimientos de las grandes áreas urbanas: Madrid, el Gran Bilbao, Barcelona, Valencia, etc.

Todos los que se reseñan en este apartado se reflejan en la figura adjunta, en la que se representan en diferente color los trasvases -entre distintos ámbitos de planificación-, y las conducciones -que comunican cuencas dentro de un mismo ámbito-. Al final se incluye un apartado en el que se recogen trasvases de muy reducida cuantía, que no se han representado en la figura, pues constituyen, en general, redes de abastecimiento de mancomunidades de municipios ubicados en el entorno de la divisoria de ámbitos de planificación contiguos.



Figura 19. Algunas conducciones y trasvases ejecutados a lo largo del siglo XX

### 2.7.9.1. DISTINTOS TRASVASES Y CONDUCCIONES INTERCUENCAS

En la cuenca del Norte existen numerosas conducciones que enlazan cuencas vecinas dentro del mismo ámbito de planificación con fines hidroeléctricos.

En la cuenca del Duero se han concluido en la década de los 90 diversas conducciones que enlazan sus principales afluentes por la margen derecha. Se trata del Canal Alto de Payuelos, que trasvasa del Esla al Cea y de otro canal entre el Cea y el Ramal de Campos del Canal de Castilla. Por esta última conducción, el agua puede circular tanto en sentido normal como en contrapendiente, por lo que puede distribuirse tanto por el Ramal de Campos como por el Ramal Sur, alcanzado entonces la cuenca del Pisuerga. Igualmente permite aportar recursos al río Valderaduey. El Canal Alto de Payuelos tiene una longitud de 76 km y discurre aproximadamente entre el Esla a la altura de Sorriba y el Cea a la altura de Sahagún. Sus aguas son destinadas a diferentes usos, entre los que destaca el riego. El canal Cea-Campos tiene una longitud de 49 km. Permite transferir un caudal de 20 m<sup>3</sup>/s, destinados tanto a riego como a abastecimiento.

Podría incluirse también dentro de las conducciones que comunican distintas cuencas dentro de la del Duero, el aprovechamiento hidroeléctrico de Villarino, entre los ríos Tormes y Duero. Permite tanto turbinar caudales desde la presa de Almendra (Tormes) que se vierten al Duero como introducir aportaciones del Duero en el embalse de Almendra, que son posteriormente turbinadas y vertidas de nuevo.

En la cuenca del Tajo se amplía el abastecimiento de Madrid. A lo largo del primer tercio de siglo van entrando en servicio nuevas conducciones entre el Lozoya y la capital. Después de la Guerra Civil y hasta nuestros días el crecimiento no se detiene: se incorporan caudales de los ríos Manzanares y Sorbe, derivados en las presas de Santillana y en el Azud del Pozo de los Ramos, así como nuevas aportaciones del Lozoya desde el Atazar y del Jarama desde la presa de El Vado. Más recientemente se captan aguas también del Aulencia (embalse de Valmayor), afluente del Guadarrama e incluso del río Aceña (cuenca del Alberche), en la presa del mismo nombre, desde la que se deriva hacia la de la Jarosa (cuenca del Guadarrama). En la década de los 90 se recurre incluso directamente a la aportación del río Alberche mediante la conducción Picadas-Valmayor. Puede verse que se trata de un sistema complejo, constituido por múltiples conducciones que captan aguas de cuatro cuencas diferentes, todas ellas vertientes al Tajo, para abastecer a una ciudad ubicada en la cuenca de uno de ellos. El volumen total derivado por el Canal de Isabel II es del orden de 500 hm<sup>3</sup>/año.

Dentro de la cuenca del Tajo se encuentra también la conducción concluida en el año 2000 entre el embalse de Picadas y la provincia de Toledo, que enlaza dos cuencas vecinas, Alberche y Guadarrama, afluentes de la del Tajo. La conducción principal termina en el municipio de Valmojado, donde comienza la red de distribución secundaria para el abastecimiento de la comarca toledana de La Sagra.

Por último, en la cabecera del Tajo puede reseñarse el túnel de conexión entre los embalses de Entrepeñas y Buendía, de 3,5 km aproximadamente, que une los ríos Guadiela y Tajo antes de su confluencia. Su uso es fundamentalmente hidroeléctrico.

De la cabecera del Tajo parte el trasvase Tajo-Segura, del que ya se ha hablado con detalle en apartados anteriores.

En la cuenca del Guadiana pueden señalarse dos trasvases destinados a complementar los recursos del embalse de Gasset, en el arroyo Becea, desde el que se abastece Ciudad Real así como una pequeña zona regable. Para incrementar sus aportaciones se dispuso, en primer lugar, un canal de derivación de 8 km de longitud aproximadamente desde el río Bañuelos, que comienza en el azud de Malagón. El arroyo Becea es afluente del Bañuelos, con el que confluye aguas abajo del embalse.

De mayor longitud es la segunda conducción, que parte del embalse de la Torre de Abraham en el río Bullaque, afluente del Guadiana por la margen izquierda y finaliza en el de Gasset. Su construcción se acometió durante la gran sequía del primer quinquenio de los 90, que puso en grave peligro el abastecimiento de Ciudad Real. Se trata de una conducción entre dos ríos que vierten al Guadiana.

Cabe señalar también el sistema hidráulico de la zona centro de esta cuenca, que permite la intercomunicación y aprovechamiento conjunto de los recursos regulados en los embalses de Zújar, sobre el río del mismo nombre, Orellana, en el Guadiana, Rucas, Búrdalo, Gargáligas y Alcollarín, a través de los canales de Orellana, Las Dehesas y otros en proyecto, así como del túnel de trasvase ente los embalses de Zújar y Orellana, ya concluido. Se produce, por tanto, una comunicación entre las cuencas del Zújar y de otros afluentes del Guadiana por la margen izquierda.

En esta misma cuenca, en la provincia de Huelva, se encuentra el Canal del Granada, entre los ríos Chanza y Piedras, cuya finalidad es el abastecimiento urbano e industrial de Huelva así como el riego. Su ejecución es relativamente reciente y requiere de elevaciones importantes desde el Chanza.

En la cuenca del Guadalquivir existen pequeñas conducciones que comunican cuencas vecinas o confluentes. Por ejemplo, el sistema Cubillas-Colomera y el túnel de Bermejales.

El río Colomera es afluente del Cubillas. Cada uno cuenta con un embalse situado aguas arriba de la confluencia. Primero se construyó un túnel de trasvase de 3 km y 150 m<sup>3</sup>/s de capacidad que derivaba aguas del Cubillas en la cola del embalse conduciéndolas hasta el río Colomera. Su objetivo era proteger del aterramiento el embalse de Cubillas, derivando sobre todo en avenidas. Sin embargo, con posterioridad se construyó otro embalse sobre el río Colomera, con el objetivo fundamental de incrementar la garantía de los usos atendidos desde el embalse de Cubillas. Para ello se ha construido el Canal de Colomera, que permite aportar al embalse de Cubillas vertiendo al río aguas arriba del mismo. Igualmente el Canal de Colomera enlaza con el existente de Albolote, de manera que sus aguas se pueden emplear tanto en la cuenca del Cubillas como en la del Genil, con el que confluye. Se trata por tanto de dos conducciones entre cuencas vecinas cada una con un fin.

También puede calificarse como conducción entre cuencas dentro del ámbito del Guadalquivir el canal del Cacín, que deriva aguas de este río reguladas en el embalse de Bermejales para riego tanto en su cuenca como en las vecinas del Noniles y Salado y del propio Guadalquivir. El embalse de Bermejales es hiperanual,

disponiendo de un túnel de trasvase desde el río Alhama, afluente del Cacín por la margen izquierda. La longitud aproximada es de 10 km y su capacidad máxima teórica de 30 m<sup>3</sup>/s.

Un caso similar sería el del canal del Viar que aprovecha las aguas del río del mismo nombre reguladas en el embalse del Pintado, para utilizarlas tanto en su cuenca como en la del Guadalquivir y otros de sus afluentes por la margen izquierda.

Dentro de la cuenca del Sur se han dispuesto una serie de pequeños túneles que conducen las aportaciones de afluentes de la margen derecha e izquierda del río Guaro hasta el embalse de la Viñuela, ubicado sobre dicho río. El objetivo es conducir las aportaciones hasta el único vaso de almacenamiento posible. Se trata de túneles relativamente cortos que comunican las presas de derivación con la Viñuela. Cabe señalar también que el abastecimiento de Málaga recibe desde este embalse contribuciones complementarias a las del sistema del Guadalhorce. La ciudad está emplazada a orillas del Guadalmedina, una cuenca independiente tanto del Guadalhorce como del Guaro.

El abastecimiento de Murcia, Cartagena, Alicante y un gran número de municipios de la comunidad murciana así como de la provincia de Alicante corre a cargo de la Mancomunidad de Canales del Taibilla, que nace en 1927. El agua llegó a Cartagena desde el río Taibilla en 1945, extendiéndose después a otras capitales, como Murcia y Alicante en la década de los 50, de manera que actualmente sirve a una población de unos dos millones de habitantes.

Su sistema de abastecimiento constituye una conducción dentro del ámbito del Segura e incluso un trasvase entre la del Segura y la del Júcar, en el caso del abastecimiento de algunas poblaciones alicantinas. Cabe señalar que se trata de un sistema complejo que inicialmente tuvo su origen exclusivamente en aguas del río Taibilla, afluente del Segura en su cabecera. Sin embargo, desde la entrada en servicio de los canales del postravase Tajo Segura, la red de la Mancomunidad recibe parte del volumen trasvasado, transformándose en eslabón de un trasvase entre el Tajo, el Segura y el Júcar. El volumen total suministrado es del orden de los 200 hm<sup>3</sup>/año, de los que una parte se destina a la cuenca del Júcar para abastecimiento de población.

Dentro de la cuenca del Segura se desarrollan también los canales del Postravase Tajo-Segura, que permiten distribuir el agua procedente de la cuenca del Tajo por buena parte de las unidades de demanda de la cuenca, a los que ya se ha hecho referencia en apartados anteriores.

En este ámbito de planificación existe un canal de trasvase de avenidas entre dos cuencas vecinas, afluentes ambas del Segura: el Argos-Quípar, con un canal de 300 m<sup>3</sup>/s de capacidad, que pretende desviar las avenidas del Argos aguas arriba del pequeño embalse en él existente, hacia el embalse de Alfonso XIII, de mayor capacidad y sin poblaciones aguas abajo. La longitud de la conducción entre el Argos y la rambla en la que desagua, afluente del Quípar, es inferior a 10 km.

En la cuenca del Júcar la conducción más destacada es la destinada a completar los recursos necesarios para el abastecimiento y el riego de la vega valenciana: el canal Júcar-Turia. Toma aguas del río Júcar captadas en el embalse de Tous y las conduce hasta la cuenca del Turia, donde se aprovechan tanto para riego como para el abastecimiento de la capital. Su longitud es de 60 km y su capacidad máxima de 32



m<sup>3</sup>/s. La concesión actual de abastecimiento a Valencia con este origen es de 6 m<sup>3</sup>/s, previéndose en el Plan hidrológico de cuenca una reserva de otros 3 m<sup>3</sup>/s con objeto de garantizar el abastecimiento actual y futuro de la ciudad y su área metropolitana.

Como conducción entre cuencas, si bien de mucha menor entidad que la anterior, puede calificarse también el sistema de suministro de la Marina Baja en Alicante. El sistema debe facilitar recursos para abastecimiento (fundamentalmente demanda turística) y riego. Para ello cuenta con dos cuencas: la del río Algar (con este cauce y su afluente, el Guadalest) y la del río Amadorio. La de mayores recursos, que es la del Algar aguas arriba de la desembocadura del Guadalest, no tiene embalse de regulación, mientras que las otras dos sí. La regulación se consigue bombeando mediante dos elevaciones a los embalses de Guadalest y Amadorio aguas que, de otro modo, se verterían al mar. Igualmente el antiguo Canal del Algar, de 38 km aproximadamente, con origen en este río y final próximo al Amadorio, constituye también un enlace entre las mismas cuencas.

Dentro de la cuenca del Júcar debe mencionarse también el Canal del Campo del Turia, que desde el embalse de Benagéber, sobre este río, permite regar en varias cuencas afluentes por la margen izquierda, atravesándolas. Su longitud asciende a 62 km aproximadamente y su capacidad en origen es de 25 m<sup>3</sup>/s.

Dentro de la cuenca del Ebro, además de las conducciones señaladas en otros apartados, cabe señalar el abastecimiento de Huesca. Inicialmente se suministraba desde la presa de Arguis, en el río Isuela en cuya cuenca se encuentra enclavada la ciudad, pero ahora se sirve desde el embalse de Vadiello (1971), en el río Guatizalema. Constituye, por tanto, una conducción entre cuencas, si bien ambas acaban vertiendo en el Alcanadre.

Otro pequeño enlace entre cuencas confluentes, ejecutado en la segunda mitad del siglo XX, es una conducción desde el río Matarraña hasta su afluente, el Pena, aguas arriba de la confluencia, para complementar las aportaciones de este al embalse de Pena, mediante un canal de 6 km de longitud aproximadamente.

Motivado por el abastecimiento de Santander y Torrelavega, así como por la posibilidad de aprovechamiento hidroeléctrico se construyó el trasvase reversible Ebro-Besaya, entre las cuencas del Ebro y del Norte II. El agua es captada en el embalse del Ebro y conducida hasta el de Alsa-Torina, sobre el Torina, que vierte al Besaya. Entró en funcionamiento en 1982, con una capacidad máxima de 4,4 m<sup>3</sup>/s en sentido Ebro-Besaya y de 8 m<sup>3</sup>/s en sentido contrario. La longitud de la conducción es muy reducida, del orden de 10 km entre los dos embalses. Se trasvasan unos 22 hm<sup>3</sup>/año.

Otro trasvase intercuenca destinado al abastecimiento es el Zadorra-Arratia, entre los ámbitos del Ebro y del Norte III, que ha permitido resolver eficazmente los problemas de suministro del Gran Bilbao desde 1967, trasvasando unos 180 hm<sup>3</sup>/año, si bien su finalidad inicial era la producción de energía. Consta de dos embalses y un túnel de 12,5 km.

Con la misma finalidad anterior entró en servicio en 1961 el trasvase Cerneja-Ordunte, entre las mismas cuencas. El Cerneja es afluente del Trueba, en la cuenca del Ebro y el Ordunte, del Cadagua, en la del Norte III. El volumen transferido es de

10 hm<sup>3</sup>/año con una capacidad de trasvase de 0,6 m<sup>3</sup>/s, destinados al abastecimiento del Gran Bilbao. Consta de un azud de derivación, un embalse receptor en el Ordunte y una conducción de 18 km aproximadamente.

Existe otro pequeño trasvase hidroeléctrico en su concepción, aunque después se ha utilizado también para abastecimiento. Tiene lugar entre la cabecera del Alzania en la cuenca del Ebro y la del Oria en la del Norte III. La capacidad de la conducción de trasvase es tan sólo de 80 l/s, que se turbinan, junto con otras aportaciones de ríos de la cuenca del Norte. Parte del caudal acaba siendo empleado en una papelera y por otros usuarios aguas abajo en el Oria.

El trasvase Ciurana-Riudecañas, con un volumen anual medio derivado muy reducido enlaza dos ámbitos distintos, el del Ebro, cedente, con el las Cuencas Internas de Cataluña, receptor. Su finalidad es el riego y el abastecimiento. El trasvase, con una capacidad máxima de 4 m<sup>3</sup>/s y 10 km de longitud, comienza en un azud de derivación aguas abajo del embalse de Ciurana y termina en el barranco de los Masos, aguas arriba del embalse de Riudecañas. El trasvase entró en servicio en 1943 y el embalse de Ciurana se construyó en 1970 para optimizar el aprovechamiento del recurso.

Cabe señalar que tanto en las Cuencas Internas de Cataluña como en el Ebro, en las inmediaciones de los Pirineos existen un gran número de aprovechamientos hidroeléctricos reversibles que comunican pequeños ibones o lagos glaciares con embalses construidos específicamente para la generación de energía, mezclándose aguas de diferentes orígenes.

Puede señalarse también, a título anecdótico, el trasvase coyuntural efectuado mediante transporte en barco desde Tarragona a Palma de Mallorca durante la última sequía. Con él se pretendían resolver los problemas de abastecimiento de la bahía de Palma hasta que se concluyeran las obras destinadas a solucionarlo, entre las que se contaba la desaladora de la bahía. La ley 34/1994, de 19 de diciembre, autorizó hasta el 31 de diciembre de 1998, es decir, durante cuatro años, la derivación de un volumen máximo anual de 10 hm<sup>3</sup> desde el delta del Ebro a Mallorca. Los caudales derivados procederían de la recuperación en los sistemas de riego del Delta, según lo dispuesto en la Ley 18/1981 por la que se autorizó el “minitransvase” a Tarragona, que preveía la recuperación de hasta 4 m<sup>3</sup>/s. Los caudales ahora derivados serían parte de los aún no empleados por el Consorcio de Aguas de Tarragona, que una vez conducidos y potabilizados en las instalaciones de esta entidad serían transportados por vía marítima hasta la isla. En el período 1995-1997 se ha enviado una media de 5 hm<sup>3</sup>/año.

Igualmente puede reseñarse en las Islas Baleares el proyecto para llevar agua desde una fuente que vierte al mar en Sa Costera hasta Palma de Mallorca, con tramos de conducción parcialmente ejecutados. Cabe reseñar que incluye 9 km de tubería submarina.

En el ámbito de las Cuencas Internas de Cataluña, dentro del abastecimiento cabe destacar la importante conducción entre el Ter y el Llobregat con destino a Barcelona y su área metropolitana, con una capacidad de 8 m<sup>3</sup>/s, y un volumen anual transportado del orden de 210 hm<sup>3</sup>. Dicha conducción comienza en el Pasteral, aguas abajo del sistema de embalses de Sau-Susqueda, sobre el río Ter, y llega hasta

la E.T.A.P. de Cardedeu. Desde ella existen conducciones que enlazan con la E.T.A.P. de Abrera, en la que se tratan las aguas procedentes del Llobregat, así como con otros puntos de la red regional de abastecimiento.

### **2.7.9.2. TRASVASES DE PEQUEÑA CUANTÍA ENTRE ÁMBITOS DE PLANIFICACIÓN LIMÍTROFES**

Se incluyen en este apartado los trasvases existentes entre distintos ámbitos de planificación cuya cuantía sea inferior a 5 hm<sup>3</sup>/año. En general, se trata de conexiones con fines de abastecimiento a mancomunidades, alguno de cuyos municipios -o incluso en algunos casos exclusivamente parte de la superficie de un municipio- pertenece a un ámbito de planificación distinto al de origen del agua. Se trata, en definitiva, de satisfacer la demanda de una zona desde el lugar más próximo con recursos suficientes, y ello da lugar, podría decirse que accidentalmente, a la aparición de un trasvase en el que el punto de origen y de demanda están muy próximos.

Como podrá comprobarse seguidamente su origen y problemática es completamente diferente a la de los grandes trasvases intercuenca, en los cuales no existe proximidad geográfica entre el punto de origen y el de destino último de las aguas, por lo que deben tratarse desde el punto de vista técnico y jurídico de forma distinta de aquéllos.

Pueden señalarse los siguientes:

- Alzania-Oria: ya ha sido descrito anteriormente. Su finalidad es esencialmente hidroeléctrica y su capacidad de transporte anual es inferior a 3 hm<sup>3</sup>.
- Mancomunidad del Algodor: se abastece desde el embalse de Finisterre, en el río Algodor, afluente del Tajo por la margen derecha. Los municipios de esta entidad se distribuyen entre la cuenca del Tajo y la del Guadiana. De acuerdo con lo establecido en el Plan Hidrológico del Guadiana, la demanda correspondiente a esta cuenca dentro de la Mancomunidad en situación actual (1991) es de 3,9 hm<sup>3</sup>/año, manteniéndose constante para el 2002 y el 2012.
- Mancomunidad del Alcuéscar: se abastece desde la presa de Alcuéscar, en el río Ayuela, perteneciente a la cuenca del Tajo. La Mancomunidad comprende dos municipios: Montanchez y Arroyomolinos de Montanchez, ambos en la provincia de Cáceres. El primero parcialmente comprendido en la cuenca del Guadiana y el segundo, totalmente. De acuerdo con lo previsto en el Plan Hidrológico del Guadiana, la demanda en situación actual (año 1991) es de 0,256 hm<sup>3</sup>/año, 0,296 hm<sup>3</sup>/año en el 2002 y 0,341 hm<sup>3</sup>/año en el 2012.
- Mancomunidad de Sierra Boyera: se abastece desde el embalse de Sierra Boyera, en el Guadiato, afluente del Guadalquivir por la margen derecha. Comprende 14 municipios, todos ellos pertenecientes a la cuenca del Guadiana, ubicados en la comarca de Los Pedroches, en la zona norte de la provincia de Córdoba. La conducción principal del trasvase entre los dos ámbitos comienza en la presa del embalse indicado con un bombeo y termina en el núcleo de Alcaracejos, desde el

que realiza la distribución. De acuerdo con lo indicado en el Plan de cuenca del Guadiana, la demanda en situación actual (1991) asciende a 3,57 hm<sup>3</sup>/año, a 3,79 hm<sup>3</sup>/año en el 2002 y 3,956 hm<sup>3</sup>/año en el 2012.

- Mancomunidad de Valdepeñas: se abastece desde el embalse de Fresneda en la cuenca del Guadalquivir, próximo a la divisoria con el Guadiana. La Mancomunidad está integrada por dos municipios englobados por completo en la cuenca del Guadiana (Valdepeñas y Santa Cruz de Mudela) así como por varias pedanías de El Viso del Marqués, con superficie en las dos cuencas pero con el casco urbano en la del Guadiana. En el Plan Hidrológico de esta cuenca se establece una demanda en situación actual (1991) de 2,672 hm<sup>3</sup>/año, de 3,149 hm<sup>3</sup>/año en el 2002 y 3,260 hm<sup>3</sup>/año en el 2012.
- Mancomunidad de Llerena: se abastece desde el embalse de Llerena ubicado sobre un afluente del Matachel, en la cuenca del Guadiana. Comprende 15 núcleos urbanos de los cuales 4 se encuentran en la cuenca del Guadalquivir en las provincias de Badajoz y Sevilla. De acuerdo con lo dispuesto en el Plan de Cuenca del Guadiana, el volumen de trasvase en situación actual (1991) asciende a 0,188 hm<sup>3</sup>/año y a 0,218 hm<sup>3</sup>/año en el 2002.
- Mancomunidad de Tentudía: se abastece desde el embalse de Tentudía, en la cuenca del Guadiana, muy próximo a la divisoria con el Guadalquivir. Comprende nueve núcleos urbanos, de los cuales uno, Montemolín, se encuentra dentro de la cuenca del Guadalquivir. Según el Plan de Cuenca del Guadiana, el volumen trasvasado en situación actual (1991) es de 0,133 hm<sup>3</sup>/año, de 0,152 hm<sup>3</sup>/año en el 2002 y de 0,176 hm<sup>3</sup>/año en el 2012.
- Abastecimiento urbano e industrial de Puertollano: el núcleo urbano de Puertollano está a caballo entre las cuencas del Guadiana y Guadalquivir. La central térmica se considera ubicada en esta última cuenca. De acuerdo con el Plan del Guadiana, se asignan en situación actual 2,5 hm<sup>3</sup> del río Guadiana para la central, que se incrementan en un 10% en el horizonte 2002. Se tendría así un primer trasvase entre ámbitos, si bien el punto de destino es casi inmediato a la divisoria.

Por otra parte, el abastecimiento urbano se asigna a la Mancomunidad de Calatrava, cuyos núcleos están dentro del ámbito del Guadiana, salvo Puertollano. La demanda asignada en el horizonte 2002 es de 5,3 hm<sup>3</sup>/año que se mantiene casi totalmente estable para el 2012.

## 2.8. CONCLUSIONES

De todo lo expuesto hasta aquí, cabe extraer las siguientes conclusiones:

- Los trasvases entre distintas cuencas no son una idea reciente sino que se han venido realizando desde que se ha dispuesto de medios para ello, siendo el condicionante fundamental de su ejecución precisamente la disponibilidad de medios técnicos y económicos.

- Las zonas del país a las que se han dirigido preferentemente las transferencias de agua no han variado a lo largo de la historia, concentrándose siempre las iniciativas, ya con anterioridad al siglo XX, en el Levante y el Sureste.
- Los avances técnicos, tanto a nivel conceptual como de ejecución de obra, han permitido evolucionar hacia una concepción global del problema del desequilibrio hídrico peninsular, superando las actuaciones locales descoordinadas.
- Existen trasvases de magnitud considerable en cuanto al volumen transferido, que llevan décadas en explotación, y se han revelado como elementos imprescindibles para garantizar el abastecimiento de zonas urbanas. Varios de ellos son trasvases entre distintos ámbitos de planificación.
- El fin que ha motivado el planteamiento de los trasvases ha evolucionado a lo largo del tiempo. Los primeros esquemas a nivel nacional (1933) responden a un objetivo exclusivamente de desarrollo agrícola. Las propuestas de los sesenta y setenta incorporan como elemento esencial la demanda urbana e industrial. El Anteproyecto de Ley de PHN de 1993 añade la motivación ambiental como fundamento de determinadas transferencias. En todos los casos el planteamiento se ha hecho desde la cantidad del recurso. Parece inexcusable, dentro de esa evolución, que cualquier propuesta actual debe incorporar, además de todos los elementos anteriores, la componente ambiental desde el punto de vista de la calidad.
- Frente a las políticas de oferta y de fomento de los usos del agua, la evolución histórica tiende hacia la contención de demandas y la introducción de elementos de mayor racionalidad económica en el uso del recurso. Ello requiere que las posibles nuevas transferencias se sometan a evaluaciones económicas previas que ilustren sobre la racionalidad económica de la actuación.
- El examen de los esquemas de trasvase presentado a lo largo del siglo XX desde el año 1933, e incluso con anterioridad, presenta, tal como puede verse en la figura siguiente, un notable grado de coincidencia en las actuaciones propuestas.

La tabla adjunta ofrece asimismo algunos rasgos básicos reveladores de la evolución producida, deducidos de cuanto se ha expuesto en el análisis histórico.



Figura 20. Superposición de todos los esquemas de trasvase propuestos desde 1933

Aspecto	Lorenzo Pardo 1933	Peña 1940	Ap. Conj. ATS 1967	PHN 1993	PHN 2000
Usos contemplados	Regadío	Regadío	Abastecimiento, regadío	Abastecimiento, regadío, usos ambientales	Abastecimiento, regadío, usos ambientales
Consideración de caudales ecológicos	NO	NO	SI (caudal en Aranjuez)	SI (consideración indirecta mediante aceptación de resultados de los PHC)	SI (consideración expresa de todos los caudales fijados en los PHC)
Ampliación de regadíos	SI	SI	SI	SI	NO
Cuantificación de las ampliaciones de regadío	Superficies objetivo en las cuencas receptoras, obtenida por análisis económico-agronómicos	Determinación del sobrante y ajuste de las superficies a este volumen	Determinación por los Planes de Desarrollo	Datos de los PHC	No hay ampliaciones con cargo a las transferencias. Determinación del déficit actual
Cuantificación de las transferencias	Las necesarias para las superficies objetivo	Se posponen. En su caso, iguales al sobrante	Iguales a las previsiones de los Planes de desarrollo, verificando su disponibilidad	Iguales a las previsiones de los PHC, con correcciones	Iguales a la fracción del sobrante necesaria para paliar los déficit actuales. Evaluaciones propias homogéneas
Repercusión total o parcial de costes a los beneficiarios	NO	NO	SI	SI	SI
Evaluación económica explícita	SI	NO	SI	NO	SI
Análisis ambiental	NO	NO	NO	NO	SI (análisis específico de afecciones)

Tabla 10. Algunos aspectos básicos de la evolución conceptual sobre trasvases intercuenas

### **3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LAS TRANSFERENCIAS PLANTEADAS**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

Tras la consideración de los antecedentes existentes, y partiendo inicialmente de ellos, en este capítulo se presentan con detalle las transferencias entre diferentes ámbitos de planificación, planteadas para resolver los problemas de déficit detectados en el Libro Blanco del Agua en España, y cuya solución sea abordable mediante trasvases intercuenas de acuerdo con las conclusiones obtenidas al analizar la situación de los distintos sistemas hidráulicos.

En todas las soluciones se ha comprobado previamente, según consta en el análisis correspondiente, la existencia de recursos suficientes en los puntos de captación para no afectar a las demandas previstas en las cuencas cedentes en el segundo horizonte de sus planes.

Para cada una de las situaciones deficitarias a resolver se presentan asimismo diferentes soluciones, analizando las características de cada una en cuanto al trazado, las inversiones que implican y las afecciones de todo tipo que generan, fundamentalmente ambientales y energéticas. Como consecuencia de ese análisis se selecciona justificadamente la solución que se considera en principio más adecuada.

Las consideraciones ambientales, entendiéndose por tales tanto las relativas a la acción sobre el medio atravesado por el trasvase, como las que se refieren a la calidad del agua y otros efectos en origen y destino, quedan aquí simplemente esbozadas, remitiéndonos a su documento específico para un examen detallado. Así, en el presente análisis únicamente se tienen en cuenta consideraciones ambientales de tipo general, que actúan como grandes condicionantes para seleccionar una u otra solución o variante. En otro análisis posterior se analizará con mayor detalle, desde el punto de vista ambiental, la viabilidad de la solución aquí seleccionada, indicando las modificaciones que se estimen oportunas para mejorarla, en caso de ser necesario.

El procedimiento de determinación de las afecciones hidroeléctricas y su cuantificación también se detalla en otro documento específico de costes, por lo que únicamente se incluirán en éste indicaciones cualitativas suficientes para establecer comparaciones simples entre las diferentes soluciones. Las alturas que se indican, tanto para bombeos como para aprovechamientos hidroeléctricos son geométricas, no manométricas.

Una vez seleccionado el recorrido más idóneo para cada transferencia, ésta se divide en una serie de tramos bien identificados a efectos de su integración en una red global de posibles circulaciones de agua a nivel nacional. Se construye así una red de tramos optimizados, que en adelante se denominará *grafo*, a la que se aplicará, a su vez, un algoritmo para optimizar la circulación de caudales entre el conjunto de fuentes o puntos de derivación de agua en todas las cuencas cedentes, y los destinos



o puntos de demanda en las receptoras. Formalmente, ello equivale a resolver un problema de flujo de coste mínimo en redes, con costes no lineales en los tramos de transporte. Obtenidas así las circulaciones óptimas del agua, se tienen las conducciones cuya ejecución resulta idónea, junto con su predimensionado, pudiendo prescindirse de las restantes.

El planteamiento de las distintas posibles opciones resulta, fundamentalmente, del análisis de la gran cantidad de información disponible en esta materia, cuyos primeros antecedente modernos se remontan al muy conocido Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, ya comentado en epígrafes anteriores. Dentro de estos antecedentes, los más detallados son, generalmente, los contenidos en los estudios específicos ya aludidos, elaborados por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas con motivo del Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993. Cuando los antecedentes son otros, se indica en el apartado correspondiente. En cualquier caso, en muchas ocasiones se han introducido cambios respecto a la información disponible, y en otras se han desarrollado por completo, ex novo, las soluciones presentadas. La concepción de las posibilidades planteadas en este Plan Hidrológico es pues la síntesis e integración de los muy numerosos antecedentes previos, que arrancan -como se ha visto- desde muy antiguo.

Los costes en que se basan las consideraciones económicas para la preselección han sido obtenidos de acuerdo con el esquema y las dimensiones planteados en esos estudios previos, que no necesariamente coincide con la configuración resultante del presente análisis. Todos los costes son homogéneos, habiéndose estimado siguiendo la misma metodología, que es la expuesta en el documento dedicado al análisis económico, salvo lo relativo a la componente energética.

Para esta componente, en este documento se ha mantenido en todas las soluciones consideradas el marco tarifario regulado, tanto en cuanto a costes por consumo de energía como beneficios por producción en nuevos saltos, en vez del correspondiente a la liberalización del mercado eléctrico, descrito y aplicado en el Documento de Costes a las soluciones preseleccionadas como consecuencia del análisis efectuado en los siguientes epígrafes.

Conviene tener presente que la solución seleccionada para cada tramo lo ha sido con la información disponible actualmente, que corresponde a un nivel de planificación, no de proyecto. Existen, sin duda, una serie de condicionantes específicos en cada caso, cuya determinación corresponde a un análisis de detalle propio del nivel de proyecto, que pueden obligar a introducir modificaciones en los trazados propuestos para cada tramo. Entre ellos, juega un papel destacado la evaluación de impacto ambiental que en cada caso concreto habrá que realizarse, sin perjuicio de que las afecciones más significativas ya han sido tenidas en cuenta en la concepción de las alternativas del presente estudio.

### **3.2. CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS GRANDES TRANSFERENCIAS**

A continuación se presentan de forma muy resumida, para situar al lector, los grandes bloques o grupos de trasvases, que fueron aludidos anteriormente, al comentar los antecedentes básicos, y que se describen con detalle en los siguientes epígrafes, recogiéndose en la figura adjunta.

En primer lugar se analizarán las transferencias entre ámbitos de planificación diferentes que pretenden resolver los déficit estructurales, no eliminables con recursos de la propia cuenca, que son los que corresponden al Levante y Sureste (áreas de las cuencas del Júcar, Segura y Sur).

A continuación se considerará un conjunto de conducciones, englobadas bajo la dominación de *Distribución al Sureste*, que permiten la transferencia de recursos entre distintos puntos de una misma cuenca en el Júcar, Segura y Sur, o bien entre dos de estas cuencas. En definitiva, se trata del conjunto de conducciones que permiten distribuir por las zonas deficitarias meridionales de la cuenca del Júcar, el Segura y la parte oriental de la cuenca del Sur, el volumen aportado por las grandes transferencias.

Por último se incluyen las transferencias que pretenden resolver mediante aporte externo el déficit de las Cuencas Internas de Cataluña.



Figura 21. Soluciones analizadas

Dentro del primer grupo está la transferencia que capta agua en el Bajo Ebro y la transporta hasta las cuencas del Júcar y Segura, entregándola en diversos puntos para satisfacer demandas, tanto agrícolas como de abastecimiento urbano. Dentro de la cuenca del Júcar, y sobre todo del Segura, permite enlazar con una gran cantidad de conducciones, unas solo planteadas y otras ya en funcionamiento, para su distribución interna y su comunicación con la cuenca del Sur. Todas ellas serán objeto de análisis detallado dentro del apartado ya mencionado, de Distribución al Sureste.

Otra posibilidad para colaborar en la resolución del déficit estructural del Levante y del Sureste es incrementar el volumen trasvasable por el ATS. Para ello se plantean conducciones que captan recursos en el Duero y los transportan hasta la cabecera del Tajo, al embalse de Bolarque. En definitiva, pretende aprovechar al máximo una infraestructura ya existente, que sólo requiere de modificaciones puntuales para aumentar su capacidad de transporte hasta el máximo requerido. Existen distintas posibilidades iniciales para la captación en la cuenca del Duero, que son el Alto Duero, el Bajo Duero, próximo a la frontera con Portugal, y el Duero Norte, es decir diferentes afluentes de la margen derecha desde el Órbigo hasta el Arlanza y el propio Duero.

Otra opción que pretende incrementar las disponibilidades de la cabecera del Tajo de manera que pueda utilizarse el existente ATS, es trasladar hasta Bolarque recursos del propio Tajo procedentes del Jarama o bien del Tajo medio. El objetivo es nuevamente aportar recursos hacia el Levante y Sureste. La opción del Tajo medio capta recursos en el Tiétar o en el Alberche y los conduce hasta el ATS, no a su cabecera, sino a un punto intermedio del recorrido, en la provincia de Albacete, desde donde son conducidos hacia el Segura (se trata del esquema denominado Tiétar-La Roda).

Por último, dentro del capítulo encaminado a resolver el déficit estructural del Sureste existe una transferencia entre las cuencas del Guadalquivir y del Sur. Deriva recursos del embalse del Negratín, en el Guadiana Menor -cabecera del Guadalquivir- al de Cuevas de Almanzora, en el río del mismo nombre, dentro de la cuenca del Sur. Esta transferencia ya está autorizada por lo que no procede su consideración detallada en este Plan Hidrológico Nacional.

El déficit de las Cuencas Internas de Cataluña puede resolverse aportando recursos de la cuenca del Ebro a la zona de Barcelona, captándolos bien directamente en la parte baja de este río o en la cuenca de su afluente más próximo, el Segre. Su objetivo es garantizar la satisfacción de la demanda de abastecimiento urbano e industrial de Barcelona y su área metropolitana. Otra posibilidad planteada, y que también se analiza, es un aporte externo desde el Ródano.

### 3.3. TRANSFERENCIA EBRO-JÚCAR-SEGURA

#### 3.3.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

El objetivo perseguido por esta alternativa, planteada ya desde antiguo, es resolver los déficit estructurales existentes en el Levante y Sureste con recursos procedentes del Ebro. Permite suministrar recursos a las cuencas del Júcar, Segura e incluso podría llegar hasta el Sur a través de la infraestructura ya construida del Postravase Tajo Segura y/o de nuevas conducciones englobadas todas dentro del apartado distribución del Sureste, que se incluye más adelante. Por ello se tratarán en ese apartado exclusivamente las transferencias que permiten comunicar el Ebro con el Júcar y Segura.

Esta materia ha sido objeto desde los años 30 de numerosos análisis, habiéndose planteado gran cantidad de alternativas de trazado. En la figura siguiente se recogen todas las soluciones analizadas.

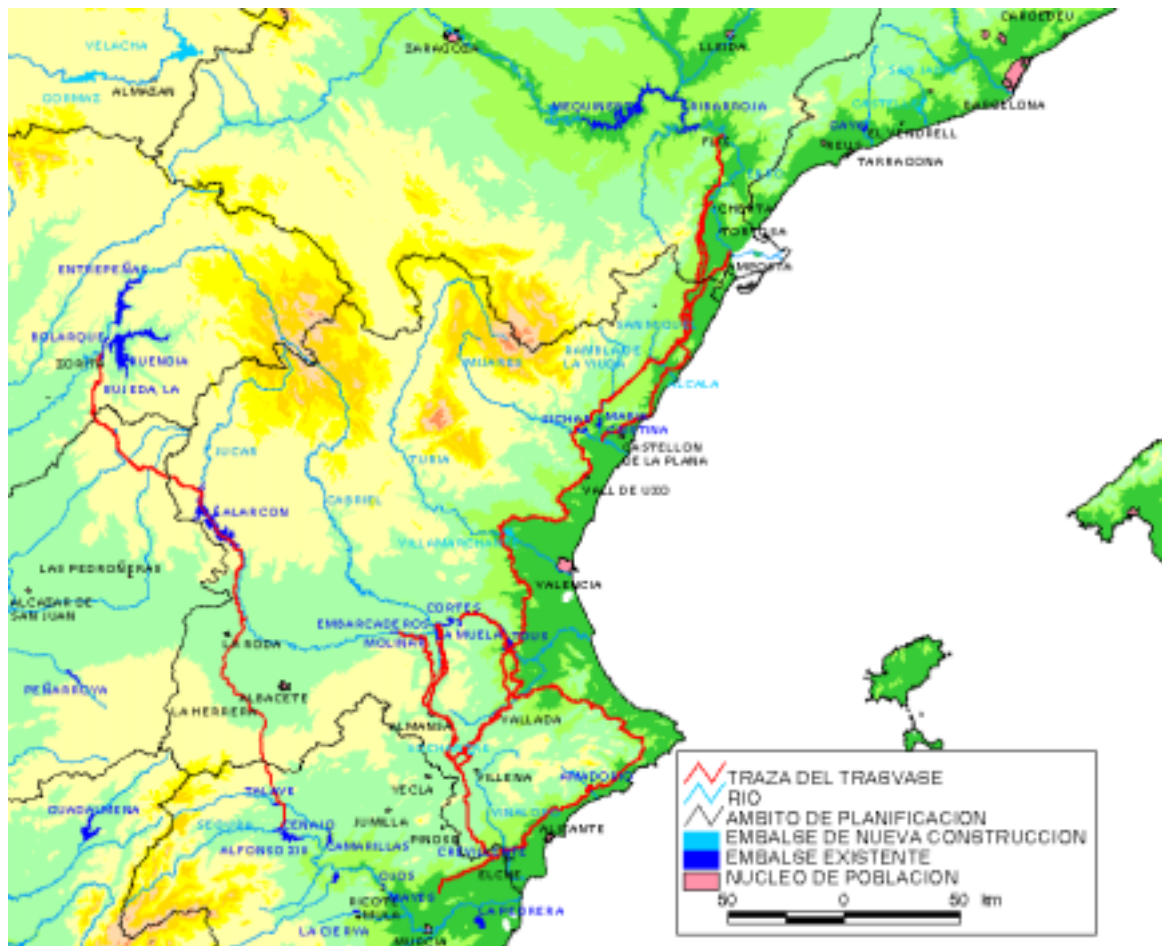


Figura 22. Plano de situación del trasvase Ebro-Júcar-Segura

La conducción va dejando el volumen correspondiente en un lugar apto para ser distribuido a las diferentes zonas de demanda. Debido al desfase temporal entre el momento en que se puede derivar el agua de la cuenca cedente y el momento en que

se consume en el punto receptor (puesto que una componente importante de la demanda es para garantía y redotación de riegos existentes), puede ser necesario disponer en cada punto de demanda cierta capacidad de regulación que permita corregir ese desfase o bien regular en origen. Para esto último se plantea utilizar parcialmente el embalse de Mequinenza, lo que permite reducir la capacidad de la conducción y la necesidad de regulación en destino.

Cuanto mayor sea la regulación en origen, menores dimensiones tendrá la conducción y los posibles embalses de regulación en destino, que incluso podrían llegar a suprimirse. Sin embargo, también es necesario afrontar un incremento de coste debido a la utilización del embalse hidroeléctrico de Mequinenza para otros fines. Se trata de buscar la relación óptima entre ambas componentes. En todo caso, siempre que sea posible, se aprovechan los embalses existentes para la regulación en destino. Igualmente se han estudiado las posibilidades de regulación intermedia para los volúmenes trasvasados, tal y como se indica en el correspondiente capítulo.

### **3.3.2. ANÁLISIS DE PUNTOS DE TOMA**

Se analizan tres posibles ubicaciones de la captación: justo aguas abajo del embalse de Flix, en el azud de Cherta y, por último, a la altura de Amposta, aguas arriba del Delta. Con ello se pretende optimizar la relación altura de bombeo-longitud de conducción.

En todos los casos la afección hidroeléctrica es nula, puesto que actualmente el último salto existente es el de Flix. Por esta razón, así como por los condicionantes topográficos, no tiene sentido plantearse otros puntos de toma aguas arriba.

Derivar inmediatamente aguas abajo de Flix significa captar el agua a cota 33. La cota a la que se toma en Cherta es la 10. Debido a la topografía, la única salida desde Flix es discurrir paralelamente al cauce del río a cota más alta, al igual que sucede al tomar en Cherta. El recorrido de canal ente Flix y Cherta es de 52 km. Por consiguiente, con la pendiente de la conducción y teniendo en cuenta que debido a lo accidentado del terreno es necesario disponer obras singulares a lo largo de 13 km, la pérdida de cota entre ambos puntos es de 20 m. Es decir, puesto que desde Cherta se requiere una elevación de 190 m de altura geométrica, hasta la cota 200, el desnivel a salvar en Flix es de 187 m, solo 3 m inferior al correspondiente a Cherta.

A cambio de esos 3 m de ahorro energético, se incrementa la longitud de conducción en 52 km a lo largo de un terreno difícil tanto desde el punto de vista topográfico como geológico (atraviesa arcillas rojas yesíferas y margas yesíferas). Además, introduce una afección adicional con respecto al trazado desde Cherta, al interferir con la Sierra de Pandols Cavals, espacio protegido de acuerdo con la legislación catalana. Por todo ello, se desestima este punto de captación frente a la opción de Cherta.

La toma próxima al Delta, aguas arriba de Amposta, pretende reducir la longitud de la conducción a costa de aumentar la altura de bombeo. La cota de toma es prácticamente coincidente con el nivel del mar. Debido a la topografía existente, para llegar hasta el Júcar, salvo que se admitan túneles de tal magnitud que casi

harían inviable la solución, es necesario llegar hasta la cota 200. Por tanto, puesto que prácticamente se deriva a nivel del mar, se incrementa en 10 m la altura de bombeo frente a Cherta. Además, se requiere construir un azud de derivación en el Bajo Ebro, próximo al Delta, lo que podría plantear problemas ambientales. La reducción de longitud frente a derivar en Cherta es de 21 km. Sin embargo, incluso la inversión es mayor que la correspondiente a tomar en Cherta debido tanto a la construcción del azud, como a la mayor longitud de sifones necesaria. Se origina por tanto, un ligero incremento tanto de la inversión como del coste unitario.

Desde el punto de vista ambiental, cabe destacar, como se ha dicho, las posibles afecciones de la construcción de un azud de derivación prácticamente en desembocadura del Ebro, con las dificultades que puede ocasionar al aporte de sedimentos y a los desplazamientos de especies acuáticas en el entorno del Delta. Asimismo, la traza, antes de confluir con la que deriva de Cherta, discurre prácticamente superpuesta al contorno del espacio natural de la Sierra de Montsia a lo largo de 3,5 km aproximadamente, atravesándolo en algunas ocasiones. Podría evitarse esta afección curzando a la ladera opuesta del valle aguas arriba del espacio en vez de hacerlo aguas abajo. Ello requiere, sin embargo, modificar el trazado añadiendo un sifón de unos 4,5 km o bien varios más pequeños, en sustitución del inicialmente previsto de 2 km aproximadamente, lo que supondría un incremento mayor de la inversión frente a la derivación de Cherta que en la solución inicial.

La derivación en Cherta requiere salvar un desnivel de 190 m hasta la cota 200 m y en el primer tramo de su recorrido, hasta que confluye con la solución que parte del Delta, atraviesa dos espacios naturales, calificados como tales por la legislación catalana: los barrancos de San Antonio Lloret y La Galera. Se trata de una interferencia puntual, puesto que los atraviesa con un recorrido mínimo, perpendicularmente a su cauce. Tal como se señala en el Documento de análisis ambientales, la tipología estructural inicialmente prevista en el cruce, sifón y canal a cielo abierto, puede variar adoptando la de acueducto o aquella que los estudios detallados indiquen como más conveniente desde el punto de vista ambiental.

En cuanto a la calidad del agua, no existen grandes diferencias entre los tres puntos, si bien, cuanto más próximo se está a la confluencia del Segre y el Ebro, mejor es la calidad. En el documento correspondiente puede verse un análisis detallado de este importante aspecto.

En consecuencia, y ponderando los argumentos expuestos, el punto de toma finalmente propuesto es el azud de Cherta, por ser el que mejor combina la inversión y el consumo energético y no producir, en principio, afecciones ambientales que la invaliden. En el caso de que el estudio de impacto ambiental detallado de la solución determinara que es inviable atravesar los Barrancos con independencia de la tipología, cabría replantearse la solución que bombea desde un azud aguas arriba de Amposta, discurriendo por la ladera opuesta a la Sierra de Montsia, analizando con especial detalle los impactos de la construcción de un azud en desembocadura del Ebro.

A continuación se incluye una figura en la que se muestran los tres puntos de toma y el trazado correspondiente, hasta la confluencia de las conducciones que parten de los tres orígenes para dirigirse hacia del Júcar y el Segura.

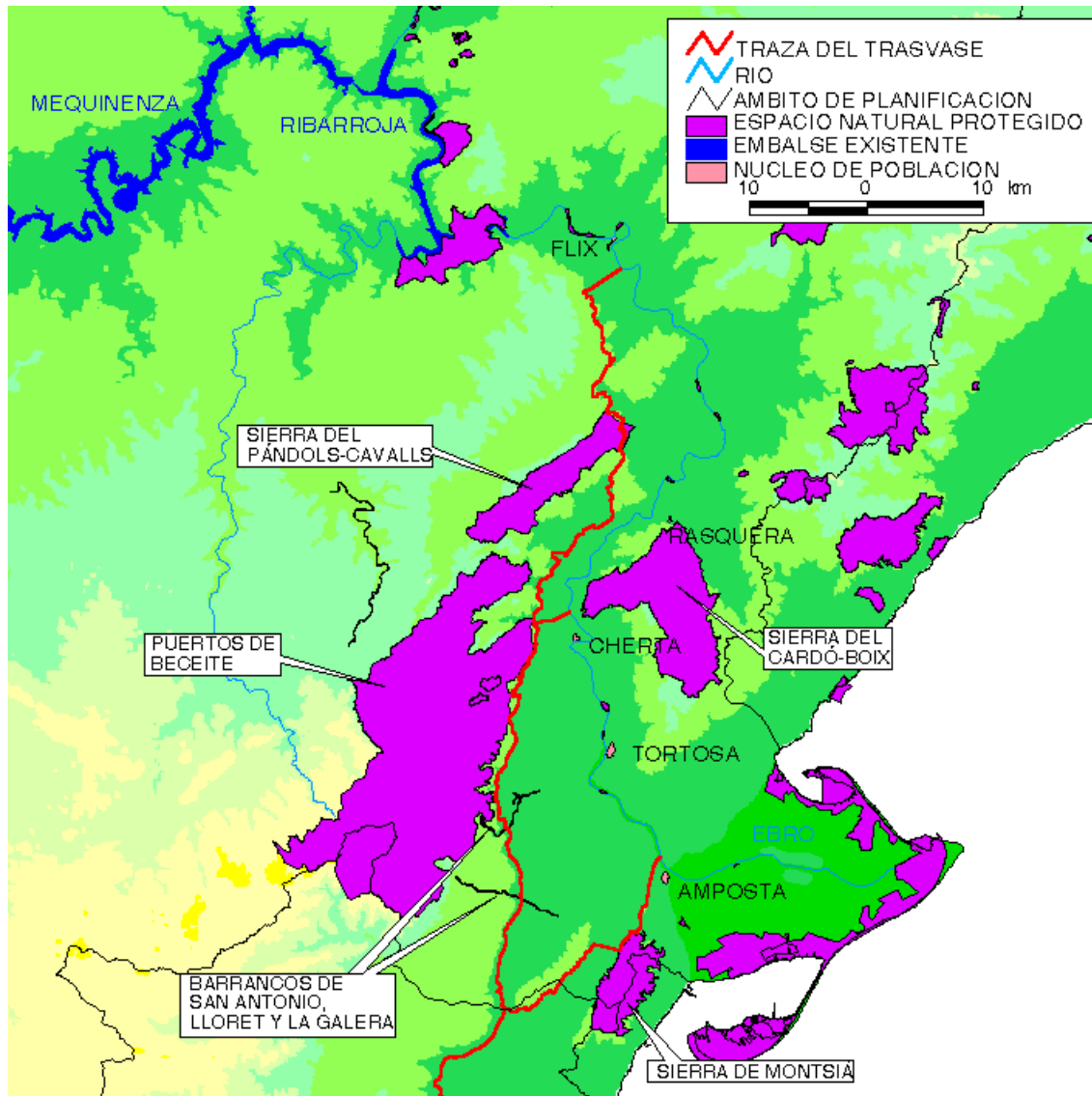


Figura 23. Puntos de toma en el Ebro

### 3.3.3. SOLUCIONES DE TRAZADO

Una vez que se ha optado por Cherta como punto de toma, el número de soluciones se reduce. Todas ellas comparten, básicamente, un primer tramo, entre el río Ebro y el embalse de Tous, en el Júcar. A continuación de éste existen tres grandes opciones. Se exponen primero las posibilidades barajadas para el tramo Cherta-Tous, para considerar después la continuación desde este embalse hacia la cuenca del Segura.



### 3.3.3.1. TRAMO CHERTA-TOUS

Puede construirse un único canal que enlace Cherta con Tous, a lo largo del cual se producirán las derivaciones que seguidamente se detallan, o bien construir dos canales, uno a cota alta que llegará hasta el Turia y el Júcar en Tous y otro a cota más baja, que sería la prolongación de los primeros 40 km ya existentes del canal Cherta-Calig, que permitiría atender las demandas de las provincia de Castellón exclusivamente.

La consideración de las dos soluciones, cuyo trazado puede verse en la figura siguiente, pretende comprobar si es interesante aprovechar los 40 km de canal ya construidos con capacidad para 20 m<sup>3</sup>/s.

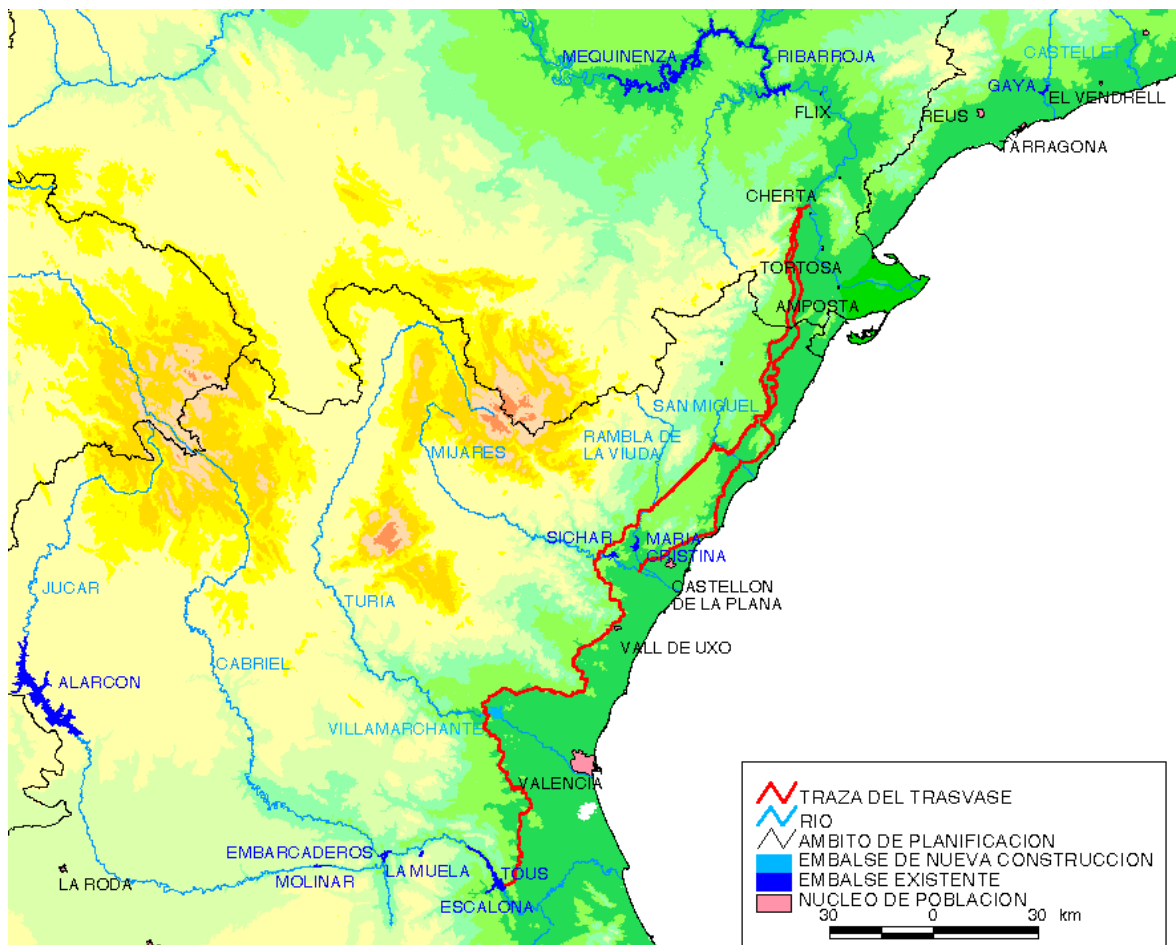


Figura 24. Plano de situación del tramo Cherta-Tous

#### 3.3.3.1.1. CANAL ALTO DESDE CHERTA

El primer punto de demanda identificado en los análisis de los sistemas es la zona de Cenia Maestrazgo, al Norte de Castellón. En los estudios consultados se prevé la construcción del embalse de Alcalá en el río San Miguel, próximo a Alcalá de Chivert, para regular el volumen trasvasado. Sin embargo, en la actualidad, debido a la reconsideración de los objetivos de las transferencias, que son fundamentalmente el abastecimiento y la consolidación o redotación de regadíos

existentes, no se considera en principio imprescindible esta regulación adicional a la propia de las obras implicadas en el trasvase. No obstante, debería incluirse si estudios detallados posteriores así lo aconsejaran.

A continuación se aportan recursos a la zona de Mijares-Palancia, vertiéndolos en el embalse de Sichar, ya existente, con una capacidad de 49 hm<sup>3</sup> y cota de lámina 164 m. La conducción puede abastecer después la zona del Sur de Castellón (Vall de Uxó), esencialmente para corregir sobreexplotación de acuíferos. Sigue hacia la zona del Turia, que constituye otro posible punto de demanda, en cuyo cauce se construye el embalse de Villarmarchante, de unos 40 hm<sup>3</sup> de capacidad de acuerdo con los estudios realizados por la Confederación Hidrográfica del Júcar, que recibe el volumen suministrado, y cuyo máximo nivel normal (MNN) estaría a la cota 130 aproximadamente. La construcción de esta presa es independiente del trasvase y está prevista por la Confederación del Júcar para regulación del Turia, tal como se señala en el capítulo sobre las posibilidades de regulación intermedia en el tramo Cherta-Tous, incluido en el documento de análisis de los sistemas.

Por último, se llega al embalse de Tous, ya existente, que puede ser un punto de demanda o un punto de compensación de caudales, como se verá más adelante en las denominadas soluciones Júcar. El MNN de este embalse está a la cota 130 (labio del aliviadero).

La entrega del volumen demandado se ha previsto siempre mediante ramales de derivación desde la conducción principal. Es decir, el canal principal no entra nunca en embalse alguno, salvo en el caso de Tous en las denominadas soluciones Júcar, como se verá en otro apartado posterior. Este efecto es importante de cara a la calidad del agua y a sus consecuencias ambientales. En todos los puntos abastecidos en este tramo se está introduciendo agua con las mismas características, las del Ebro en el punto de toma, sin mezclas intermedias. Únicamente se vería alterado este principio en el caso de utilizar alguno de los embalses mencionados para regulación intermedia del propio trasvase.

Si se construye un único canal, es necesaria una elevación en origen que salva un desnivel de 190 m, entre la cota 10 y la cota 200. Al final de la tubería de impulsión se dispone un depósito de regulación diaria para optimizar el número de horas de funcionamiento. Desde allí el agua discurre por un canal a cielo abierto, con numerosos tramos de sifón y tras entregar la demanda de Cenia-Maestrazgo mediante una derivación, tiene una reimpulsión de 103 m de altura geométrica, entre las cotas 161 y 264, denominada de Cuevas de Vinromá, que requiere depósitos de regulación diaria aguas arriba y aguas abajo.

La longitud del tramo comprendido entre Cherta y la derivación a Cenia-Maestrazgo asciende a 109 km, distribuidos en 3,5 km de impulsión, 10 km de sifón, 0,5 km de túnel y 95 km de canal.

Desde la impulsión de Cuevas de Vinromá la conducción discurre por gravedad hasta el embalse de Tous. Esta impulsión le permite salvar la cordillera litoral costera e interceptar al río Mijares a cota suficiente para que el volumen destinado a este río y a Castellón Sur (Vall de Uxó) pueda distribuirse por gravedad en el área de demanda. Para ello es necesario disponer un túnel de 15 km aproximadamente que atraviesa la divisoria entre la cuenca del río San Miguel y la del Mijares. Para

reducir su magnitud sería necesario incrementar la altura de bombeo en Cuevas de Vinromá. En principio, en cuanto al coste unitario, esta última opción es más desfavorable. Sin embargo, en el estudio detallado para el proyecto de la obra, debería analizarse qué sucedería si se incrementara ligeramente la altura para reducir esta longitud. La demanda se entrega a través de una derivación que conecta el canal principal con el embalse de Sichar, en la que se dispone un salto de 60 m de altura geométrica.

La longitud del tramo entre la derivación a Cenia-Maestrazgo (Castellón Norte) y la derivación a Mijares es de 63 km, de los que 1,5 km son de impulsión, 14,5 km de sifón, 15 km de túnel y 32 km de canal.

La cota de partida y la elevación de Vinromá hacen que la zona por la que discurre el trazado esté suficientemente alejada de la costa para que su interferencia con zonas densamente pobladas sea mínima. Por ejemplo, toda la zona de Castellón y de Valencia es atravesada a cota superior a 150 m.

Desde el embalse de Sichar la conducción cruza la divisoria entre Mijares y Palancia y permite suministrar la demanda de la zona de Vall de Uxó. La longitud de la conducción entre las derivaciones de Sichar y Vall de Uxó (Castellón Sur) es de 33 km, de los cuales 7 km corresponden a sifón, 3 km a acueducto, 3 km a túnel y 20 km a canal.

A continuación se cruza la divisoria con el Turia para alcanzar el embalse de Villamarchante, sobre este río, en el que se libera el volumen correspondiente mediante una derivación en la que se instala un nuevo salto de 30 m de altura geométrica. Este embalse puede utilizarse también como regulación intermedia del trasvase, tal como se indica en el apartado correspondiente. La longitud entre Vall de Uxó y Villamarchante es de 77 km, de los cuales 10 km discurren en sifón, 8 km en acueducto, 4 km en túnel y 55 km en canal.

Por fin, tras salvar la divisoria Turia-Júcar, el canal alcanza el embalse de Tous, dónde tanto si se trata de un punto de demanda como de compensación o simplemente de regulación intermedia del trasvase sin demanda asociada, el volumen liberado puede ser turbinado a través de un salto.

La cota a la que se alcanza la derivación a este embalse es la 147 aproximadamente. La cota de MNN en Tous es la 130, como ya se ha indicado. Por tanto, la altura máxima del salto es de 15 m aproximadamente. Ahora bien, la de coronación de presa es la 162, por lo que tanto el salto como la llegada del canal quedarían en zona de posible inundación en caso de crecida, dependiendo de las normas de explotación del embalse de la presa. Por ello, en función del nivel máximo de la lámina de agua fijado en ellas cuando se redacte, en su caso, el proyecto de las obras del trasvase, puede ser necesario revisar tanto la cota de llegada como la viabilidad del aprovechamiento hidroeléctrico. Asimismo, cabe estudiar, en este nivel de detalle, la posible intervención en el esquema del embalse de Escalona, ya construido.

Este último tramo entre Villamarchante y Tous tiene una longitud de 79 km, distribuidos en 9 km de sifón, 5 km de acueducto, 8 km de túnel y 57 km de canal.

Conviene destacar la complicada geología del terreno atravesado entre los ríos Mijares y Júcar, en especial entre el Mijares y el Turia, debido a la presencia del Keuper con abundancia de margas rojas yesíferas.

La longitud total del recorrido Cherta-Tous es, por tanto, de 362 km, de los cuales 4 km son de impulsión, 51 km de sifón, 16 km de acueducto, 31 km de túnel y 259 km de canal. La altura geométrica total de bombeo es de 293 m y la de turbinación de 105 m. Hay que tener en cuenta que en las impulsiones se bombea todo el caudal, mientras que en los saltos sólo se turбина el correspondiente a cada derivación.

Si se utilizan para regulación intermedia de la conducción principal los embalses en los que se ha previsto el suministro, sería necesario disponer en cada uno de ellos un bombeo que reintrodujera el agua en el trasvase. En el caso de Schar, la elevación adicional debería salvar un desnivel de 105 m aproximadamente; en el de Villamarchante, de 77 m y en el de Tous, de 66 m. Por tanto, por razones de coste, las posibilidades más adecuadas serían Villamarchante y Tous.

Estas alturas no se han considerado en las cifras de la tabla de características de las soluciones entre Cherta y Tous y tampoco se han valorado las inversiones ni los costes unitarios derivados en el documento correspondiente. Esto es razonable, pues hay que tener presente que la utilización de estos bombeos no sería permanente. Solo tendría lugar en aquellos momentos en que hay desfase entre la demanda y el volumen suministrado, pudiendo prescindirse de ellos el resto del tiempo, es decir, no tendrán que elevar todo el volumen trasvasado, sino una fracción del mismo, que no puede conocerse sin estudios detallados específicos. Por ello, no es comparable su consumo energético al del resto de las elevaciones de la conducción principal. Es claro, por tanto, que su definición y valoración requiere conocer el régimen de explotación de la transferencia con un detalle mayor que el correspondiente a la presente fase y que, en ningún caso, condicionará su viabilidad.

La conducción no interfiere con espacio natural protegido alguno actualmente, salvo con el ya mencionado de los Barrancos de San Antonio, Lloret y la Galera. Sin embargo, cabe destacar que puede afectar a la Sierra Calderona, cuya declaración se encuentra en trámite, desconociéndose aún cual será el perímetro finalmente adoptado, por lo que no pueden evaluarse las afecciones con certeza.

Evitar toda afección, con el perímetro provisional disponible, es complicado debido a la compleja geología de la zona, con abundante presencia de margas y arcillas rojas yesíferas. No obstante, podría minimizarse, una vez delimitada la zona definitivamente, bordeándola por el este hasta encontrar una zona geológicamente favorable (dolomías) para atravesarla en túnel. Ello supondría un túnel de unos 4 km aproximadamente no contemplado en el trazado actual y un ligero incremento de longitud debido a la necesidad de bordear parcialmente este espacio. No se trataría por tanto, de obstáculos insalvables, sino que supondrían un ligero incremento de la inversión. Todo ello se contempla más detalladamente en el documento de afecciones ambientales.

### 3.3.3.1.2. DOS CANALES DESDE CHERTA

La construcción de dos canales desde Cherta, uno alto con origen a la cota 200, ya descrito, y otro bajo con origen a cota 150, pretende, como ya se ha dicho, aprovechar el tramo de canal Cherta-Calig existente, de 35 km de longitud.

El canal bajo, con una longitud total de 163 km, suministraría la demanda correspondiente a Castellón Norte (Cenia-Maestrazgo) y Mijares exclusivamente, pues no dispone de cota, salvo que se disponga una elevación intermedia para dominar más puntos. El canal Alto encontraría su primer punto de demanda en Castellón Sur.

Esta solución permite reducir el volumen a elevar en Cherta hasta la cota 200 y en Cuevas de Vinromá a la 264, lo que permite disminuir la potencia de las instalaciones y, por tanto, su coste, así como las dimensiones del Canal Alto. A cambio se precisa construir una nueva elevación de 140 m de altura geométrica, y 128 km del canal bajo, que suministrará a Cenia-Maestrazgo (Castellón Norte) y a la zona de Mijares-Castellón.

El trazado de esta conducción es complejo. Aguas arriba del río San Miguel no dispone de cota para bordear por el Norte la Sierra de Hirta. Ello requiere atravesarla con un túnel de 5 km a añadir al del Canal Alto aguas abajo de la impulsión de Cuevas de Vinromá, obligando a discurrir desde este punto muy próximo a la costa, atravesando zonas de gran densidad de población y aprovechamiento turístico (Torreblanca, Oropesa, Benicasim, etc) en las que resulta francamente complicado introducir una conducción en canal. Es decir, el impacto sobre el medio socioeconómico sería considerable, comprometiendo la viabilidad de la solución. Esta circunstancia no se da en el Canal Alto.

Además, debido a que no dispone de cota, el volumen correspondiente a la demanda de Mijares-Castellón debería dejarlo prácticamente en desembocadura, aguas abajo de la ciudad de Castellón. El área de demanda, en cambio, se encuentra aguas arriba, lo que encarece sobremanera la distribución. También desaparecería el salto de Sichar.

Respecto al coste, la inversión es mayor, puesto que por economía de escala es siempre superior el coste correspondiente a fraccionar el caudal total entre dos canales que a construir uno más grande. Además implica sin duda mayores costes de distribución, que pueden llegar a ser importantes. El incremento de inversión, incluyendo la elevación adicional de cabecera, no se ve compensado por el ahorro que suponen los 35 km existentes.

Desde el punto de vista de afección al medio natural ambas soluciones tienen los mismos problemas, puesto que el canal alto es común a las dos y el canal bajo (el nuevo tramo) no interfiere con espacios naturales actualmente declarados como tales, si bien discurre muy próximo al espacio protegido del Desierto de las Palmas y atraviesa la Sierra de Hirta, espacio en vías de declaración, aunque la afección es mínima puesto que la mayor parte discurre en túnel.

Por todo lo expuesto, y teniendo en cuenta fundamentalmente consideraciones económicas, se desecha la solución de los dos canales y se opta en principio por un

solo canal entre Cherta y Tous como solución óptima, tal como se refleja en la figura siguiente.

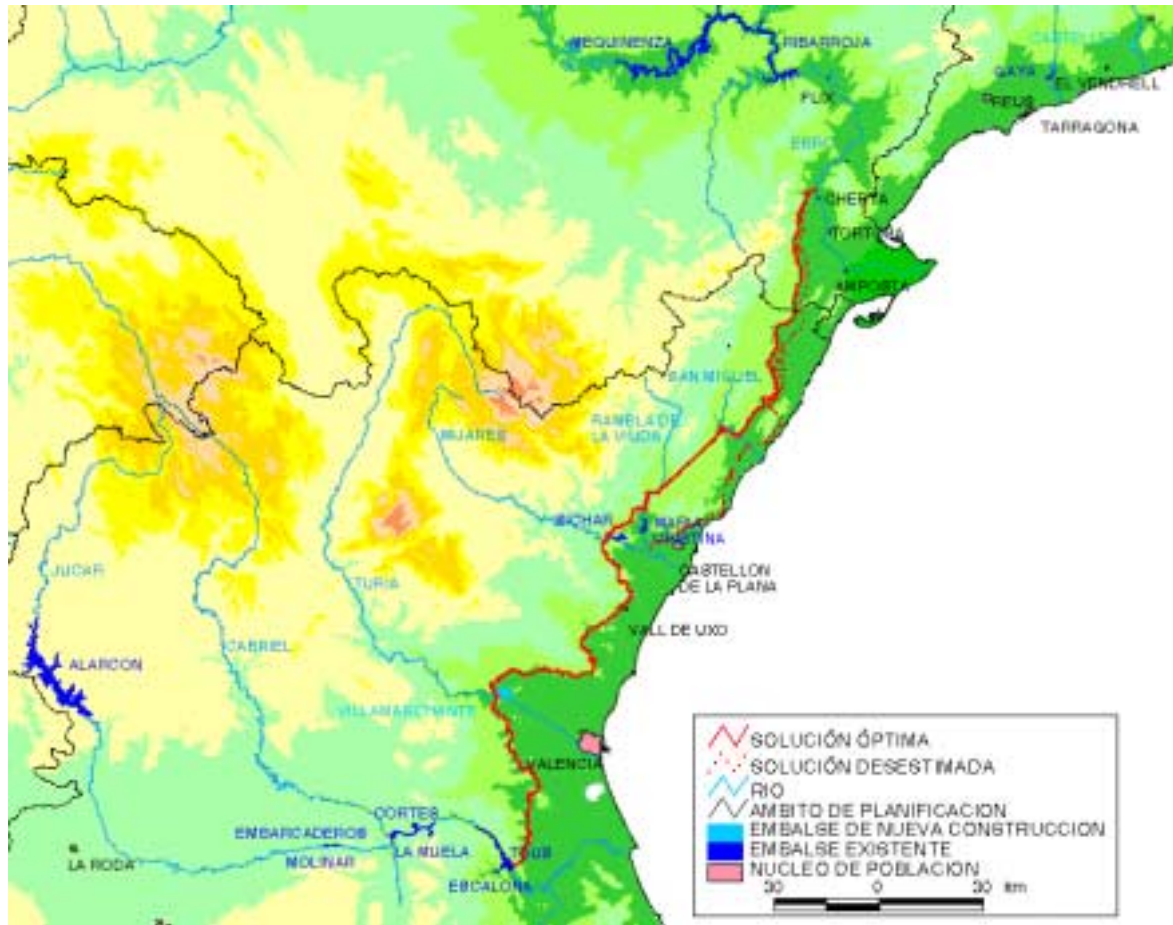


Figura 25. Solución óptima del tramo Cherta-Tous

En la figura siguiente pueden verse las características básicas de la solución elegida.

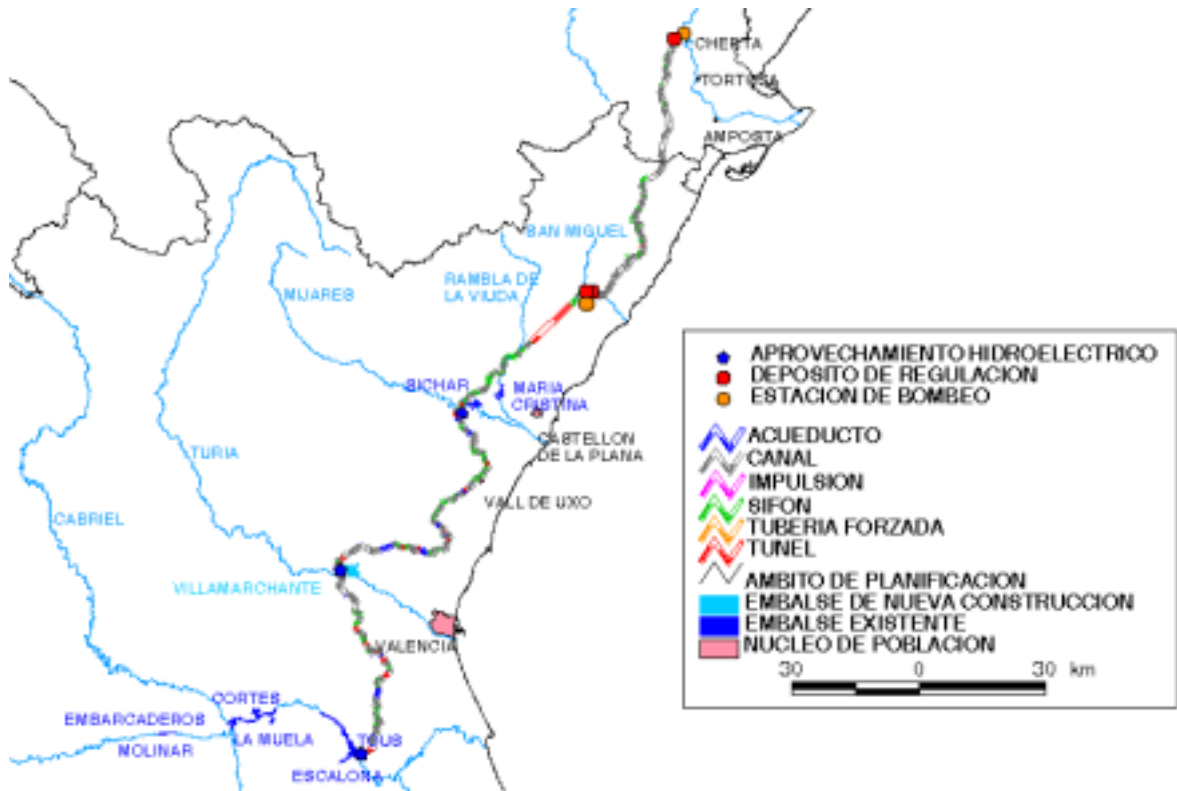


Figura 26. Características de la solución óptima entre Cherta y Tous

En la tabla siguiente pueden verse las características de las dos opciones.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M) <sup>1</sup>	NUEVOS EMBALSES
CANAL ALTO	362	293	105	VILLAMARCHANTE
DOS CANALES	525 <sup>2</sup>	443 <sup>3</sup>	45	VILLARMACHANTE

Tabla 11. Características de las soluciones entre Cherta y Tous

A efectos de su integración en el grafo de optimización global, esta solución se subdivide en los siguientes tramos, limitados por los puntos de posibles demandas:

- Ebro-Castellón Norte, cuyo origen está marcado por el bombeo de Cherta y cuyo final es la derivación al río San Miguel para suministrar a Cenia-Maestrazgo.
- Castellón Norte-Mijares Castellón: comienza en la derivación anterior y termina en la derivación a Siches.
- Mijares-Castellón hasta Castellón-Sur: comienza en la derivación al embalse de Siches y finaliza a la altura de Vall de Uxó.
- Castellón Sur- Turia: Se inicia en Vall de Uxó y concluye en la derivación al embalse de Villamarchante, en el río Turia.

<sup>1</sup> Todos los saltos son en derivación.

<sup>2</sup> Incluye Canal Alto y Canal Bajo.

<sup>3</sup> Incluye Canal Alto y Canal Bajo

- Turia-Tous: su comienzo es la derivación al embalse de Villamarchante y su final, la derivación al embalse de Tous.

Las características detalladas de todos ellos pueden encontrarse en el documento de análisis económico.

Existe asimismo otra posibilidad, a considerar en una fase de detalle posterior, que incluso podría ser más interesante que la solución propuesta. Se trata de construir un solo canal que aproveche el trazado del canal Bajo ya existente y pase después a discurrir por el trazado previsto para el Canal Alto.

Esta nueva alternativa se compondría de los siguientes elementos: una elevación de 140 m de altura desde Cherta, que situaría el agua a cota 150 m en cabecera del Canal Bajo, por el que sería transportada, una vez recrecido o duplicado. Tendría la ventaja ambiental de discurrir más alejado del límite del espacio protegido de los Puertos de Tortosa y de Beceite que el Canal alto, así como de atravesar los barrancos de San Antonio Lloret y la Galera por un punto ya alterado por el canal bajo, por lo que cabría suponer, a falta de un análisis específico, que el impacto será menor.

Continuaría por el trazado previsto para el Canal bajo, atravesando la divisoria entre Ebro y Júcar por el túnel de Uldecona y siguiendo por un terreno topográficamente más favorable que el Canal alto, sin requerir prácticamente obra singular alguna, a diferencia del primero, que exige numerosos sifones. Tras 86 km de recorrido, en las inmediaciones de Santa Magdalena de Pulpis, se dispondría una elevación de 50 m (que sumados a los 140 de cabecera equivalen a los 190 de Cherta en el Canal alto) que enlazaría con el Canal alto y a partir de este punto la conducción continuaría por el trazado previsto para este último. Se evita así tener que atravesar la Sierra de Irta en túnel y luego ir bordeando por la costa, lo que implicaría un incremento de coste y una posible afección a un espacio en vías de declaración como protegido, que es lo que sucedía en la solución que contemplaba dos canales.

Es decir, se trata de combinar las partes más favorables del trazado bajo y el alto, dando lugar a una nueva solución que, a primera vista puede presentar ventajas ambientales e incluso económicas, que deberán ser estudiadas con detalle en fases posteriores. La solución inicialmente propuesta en este análisis resulta en todo caso conservadora con respecto a esta otra posibilidad sugerida.

### **3.3.3.2. TRAMO TOUS- SEGURA**

A continuación se describen las posibilidades existentes a partir de Tous. La primera y más evidente es seguir el camino más directo desde Tous al Vinalopó y al Segura (solución interior). Las restantes tienen como objetivo intentar mejorar el balance energético de esta solución. Para ello se puede discurrir por la costa mediterránea entre Tous y el Segura (solución costa), constituyendo, al igual que la anterior, una conducción continua desde el Ebro, o bien hacer intervenir los recursos del Júcar captados a cota más alta desde los embalses de Alarcón (conduciéndolos después por el ATS hasta el Segura), El Molinar o Embarcaderos (cola del embalse de Cortes)



y compensando con un volumen equivalente procedente del Ebro en el embalse de Tous, de manera que el Júcar no vea mermadas en ningún caso sus disponibilidades hídricas totales, y tenga un saldo neto positivo (conjunto de soluciones Júcar).

### 3.3.3.2.1. SOLUCIONES CONTINUAS DESDE EL EBRO

Como ya se ha dicho constituyen una única conducción que comienza en la derivación a Tous del tramo anterior y discurren sin aportaciones intermedias de recursos hasta la cuenca del Segura, conectando con el canal principal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura. En la figura siguiente se recogen las distintas posibilidades de trazado, denominadas solución interior, solución costa y una combinación de ambas, identificada como solución mixta.

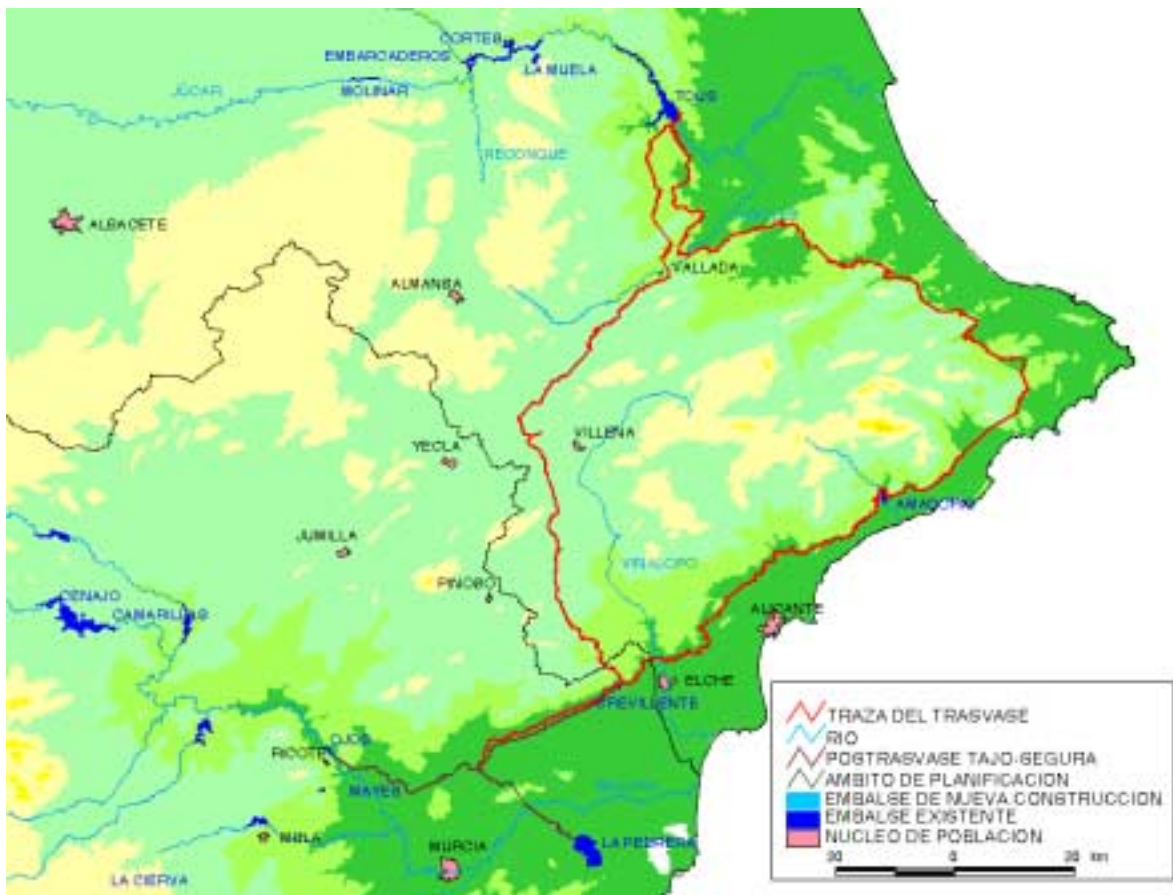


Figura 27. Plano de situación el tramo Tous-Postravase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro

#### 3.3.3.2.1.1. Solución interior

Consiste en seguir el camino más recto posible desde Tous hasta la cuenca del Segura. Los puntos de demanda que debe abastecer son la zona del Vinalopó y de la Marina Baja y la cuenca del Segura, desde la que, como se ha dicho ya, se puede llegar a la del Sur.

Pasa por el Vinalopó a la altura de Villena, cabecera de esta zona de demanda, desde donde se puede distribuir todo el volumen suministrado con la infraestructura ya

existente, tanto el destinado a regadío en el valle como el correspondiente a la Marina Baja, situada aguas abajo, próxima a la costa.

Para ello es necesario salvar la divisoria Júcar-Vinalopó, lo que requiere elevar el agua una altura de 400 m aproximadamente, con costes energéticos considerables. Esta altura se alcanzaría mediante dos elevaciones. La primera se ubica en la margen izquierda del río Júcar, justo aguas abajo de la presa de Tous. Tras derivar el volumen correspondiente a dicho embalse, caso de ser necesario, mediante un ramal en el que se dispone un salto de 15 m, la conducción principal continua y una vez cruzado con un sifón elevado el cauce del río Júcar aguas abajo de la presa, se dispone una elevación de 153 m de altura geométrica, que permite alcanzar la cota 300. Se precisa disponer un depósito de regulación aguas arriba y otro aguas abajo para optimizar el tiempo de bombeo.

Tras un recorrido de 36 km en los que el canal atraviesa un terreno que exige numerosas obras singulares, entre las que cabe señalar los 7 km de sifones entre los que destacan los de Navarrés y el río Cañoles, así como diversos túneles que suman unos 10 km, se llega a la elevación de Vallada, justo aguas abajo del sifón del río Cañoles. En ella el agua adquiere la cota necesaria para poder atravesar la divisoria entre el Júcar y el Vinalopó y continuar hacia la cuenca del Segura con una longitud razonable de túneles. Se requiere atravesar divisorias que alcanzan los 800 m (entre Júcar y Vinalopó en la Sierra Grossa, y entre Vinalopó y Segura en la Sierra de Crevillente). En esta elevación, con sus dos depósitos de regulación diaria, el agua pasa de la cota 279 a la 540, con un desnivel de 261 m.

Aguas abajo de la elevación, tras 44 km, se alcanzan las inmediaciones de Villena, donde se suministra la demanda correspondiente a todo el Vinalopó mediante la correspondiente derivación.

El tramo comprendido entre la derivación a Tous, en su caso, y la derivación a Villena es de 80 km, compuestos por 3 km de impulsión, 13 km de sifón, 0,5 km de acueducto, 16 km de túnel y 47,5 km de canal.

Desde Villena continúa hasta las cercanías del embalse de Crevillente, ya en la cuenca del Segura, donde puede dejar, caso de ser necesario, parte del volumen previsto para esta cuenca. A continuación prosigue el recorrido hasta conectar con el partididor del canal de la margen izquierda del postravase Tajo-Segura, punto funcionalmente adecuado pues conduce hasta la Pedrera, domina Crevillente, domina parcialmente la propia vega baja del Segura, y permite, en definitiva, enlazar correctamente con la red de distribución al Sureste. Entre Crevillente y el partididor el trazado sería paralelo al ramal del postravase de la margen izquierda que abastece el embalse de Crevillente, pero con pendiente contraria. Una posible variante, a estudiar en el futuro, es ir directamente a entregar a la Pedrera, aunque se perdería parte de la funcionalidad del punto previsto.

El desnivel existente entre Villena y Crevillente permite disponer 3 importantes saltos hidroeléctricos, con una altura total de 348 m, a lo largo de los cuales se turbinan el total del volumen transportado hacia el Segura. El mayor de los tres, de 149 m, se encuentra justo aguas arriba de la posible derivación al embalse de Crevillente, y aprovecha el desnivel existente una vez cruzada la Sierra del mismo nombre.

La conducción comprendida entre la derivación a Villena y la conexión con el canal de la margen izquierda del Postrasvase es de 87 km, integrados por 3 km de sifón, 1 km de acueducto, 9 km de túnel, 69,5 km de canal y 3,5 km de tubería forzada para turbinación.

Por consiguiente, la longitud total entre la derivación a Tous y la conexión con el postrasvase Tajo-Segura es de 167 km, de los cuales 3 km corresponden a impulsiones, 16 km a sifones, 1,5 km a acueductos, 25 km a túneles, 118 km a canal y 3,5 a tuberías forzadas de aprovechamientos hidroeléctricos intercalados en la propia conducción general. La altura geométrica total de bombeo es de 414m y la de turbinación de 348 m.

A lo largo de su recorrido no interfiere con espacio protegido alguno actualmente declarado como tal. Las afecciones ambientales se analizan con detalle en el documento correspondiente.

En la figura que se incluye en el epígrafe siguiente pueden verse las características básicas de esta solución.

#### **3.3.3.2.1.2. Solución costa**

Su objetivo es reducir la altura de bombeo necesaria a partir de Tous para alcanzar la zona del Vinalopó y la cuenca del Segura, disminuyendo así el consumo energético. Para ello el canal discurre próximo a la costa, a alturas mucho menores, de manera que sólo se requiere una elevación de 106 m en el embalse de Tous. Es decir, se reduce la altura de bombeo en 308 m frente a la solución interior antes descrita.

La demanda correspondiente al Vinalopó debe en este caso suministrarse en cola, siendo necesario elevarla hasta Villena, desde dónde puede efectuarse la distribución a través de la infraestructura ya existente. Esta demanda requiere, por tanto, una altura de bombeo equivalente a la que se precisaba en la solución interior desde Tous.

El trazado entre Tous y el postrasvase Tajo-Segura, se diferencia del anterior en el recorrido entre la derivación al embalse de Tous y el embalse de Crevillente. Cruza el cauce del río Jucar, aguas abajo de la presa de Tous, mediante un sifón elevado, a continuación del cual se dispone una elevación de sólo 106 m de altura, que sitúa el agua a cota 253. Desde el depósito de regulación aguas abajo de la impulsión, el agua discurre por gravedad hasta el embalse de Crevillente, donde llega a cota 150 aproximadamente. Desde allí sigue el mismo trazado que la solución interior hasta enlazar con el partidor del canal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura.

La traza va paralela a la costa, si bien a cota suficientemente elevada para no interferir con zonas turísticas densamente pobladas. Atraviesa el río Amadorio aguas arriba del embalse del mismo nombre, por lo que podría dejar en él la demanda correspondiente a la Marina Baja, con un aprovechamiento hidroeléctrico de 45 m de altura geométrica.

La longitud total entre Tous y el Postrasvase es de 289 km. Por tanto, se incrementa mucho con respecto a la solución interior (en 122 km) y el terreno atravesado tiene

mayores complicaciones geológicas y topográficas. Prueba de ello es que en todo el tramo la longitud de túnel es de 36 km frente a los 25 km de la solución interior. La suma de sifones y acueductos es, asimismo, de 33 km frente a los 17,5 km de la solución antes descrita. Además, no sólo se aumenta la longitud total, sino la longitud con mayores dimensiones del canal (más del doble en la solución costa). La altura de bombeo resultante en este tramo por la costa asciende a 106 m y la de turbinación, a 45 m correspondientes al salto de Amadorio.

La longitud total de la solución costa entre Tous y el Postrasvase es de 289 km, de los cuales 0,5 km son de impulsión, 33 km de sifón y acueducto, 36 km de túnel y 219,5 km de canal.

No interfiere con espacios naturales protegidos actualmente, si bien podría afectar a otros cuya protección está prevista por la comunidad valenciana. Con las mismas salvedades efectuadas al hablar de la Sierra Calderona, cabe señalar que con los perímetros provisionales disponibles no es sencillo minimizar las interferencias. Exigiría o bien recurrir a túneles de gran longitud para atravesarlas en un terreno geológicamente complicado, o bien incrementar considerablemente la longitud de obras singulares -sobre todo sifones y acueductos- para bordearlas.

El canal llega al embalse de Crevillente, al igual que en el trazado de la solución interior y a partir de aquí coincide con ella.

En la figura siguiente se reflejan las características de las dos soluciones, interior y costa.

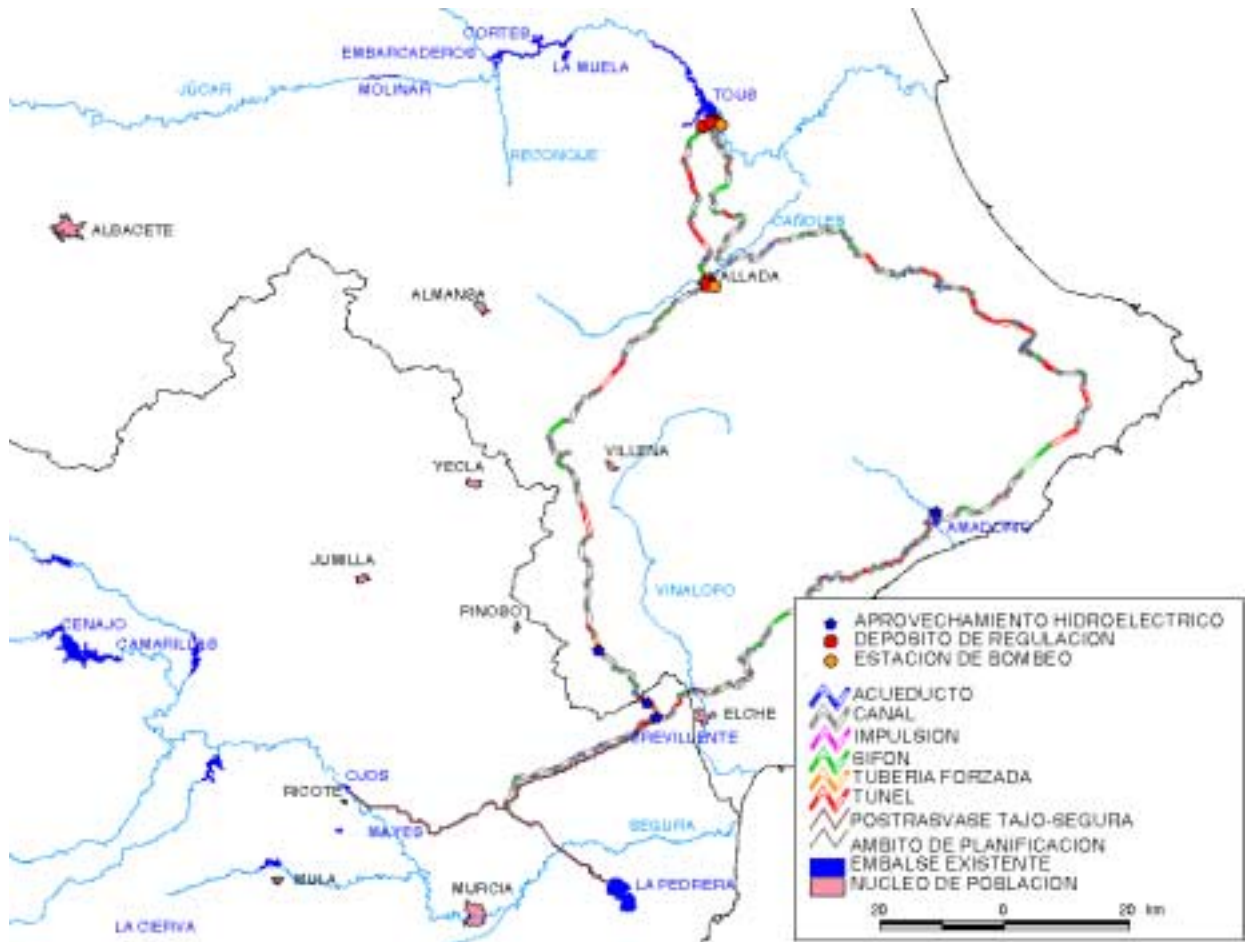


Figura 28. Características de las soluciones continuas del tramo Tous-Postrasvase Tajo Segura

### 3.3.3.2.1.3. Solución mixta

Una nueva posibilidad surge intentando combinar las ventajas de las dos anteriores. Consiste en construir dos ramales a partir de Tous: uno hasta Villena, por el trazado descrito en la solución interior, que transporta solo el caudal correspondiente al Vinalopó, dejándolo en cabecera de la zona. Otro por la costa que transporta exclusivamente la demanda correspondiente al Segura-Almería y llega hasta Crevillente. En este caso se minimiza el consumo en bombeo manteniendo la ubicación óptima de los puntos de entrega. Son de aplicación las mismas consideraciones efectuadas en cuanto al trazado por la costa y a la recuperación de energía mediante saltos hidroeléctricos, que se reduce al salto de 45 m en la derivación a Amadorio. En la figura siguiente puede verse el trazado correspondiente a esta solución mixta.

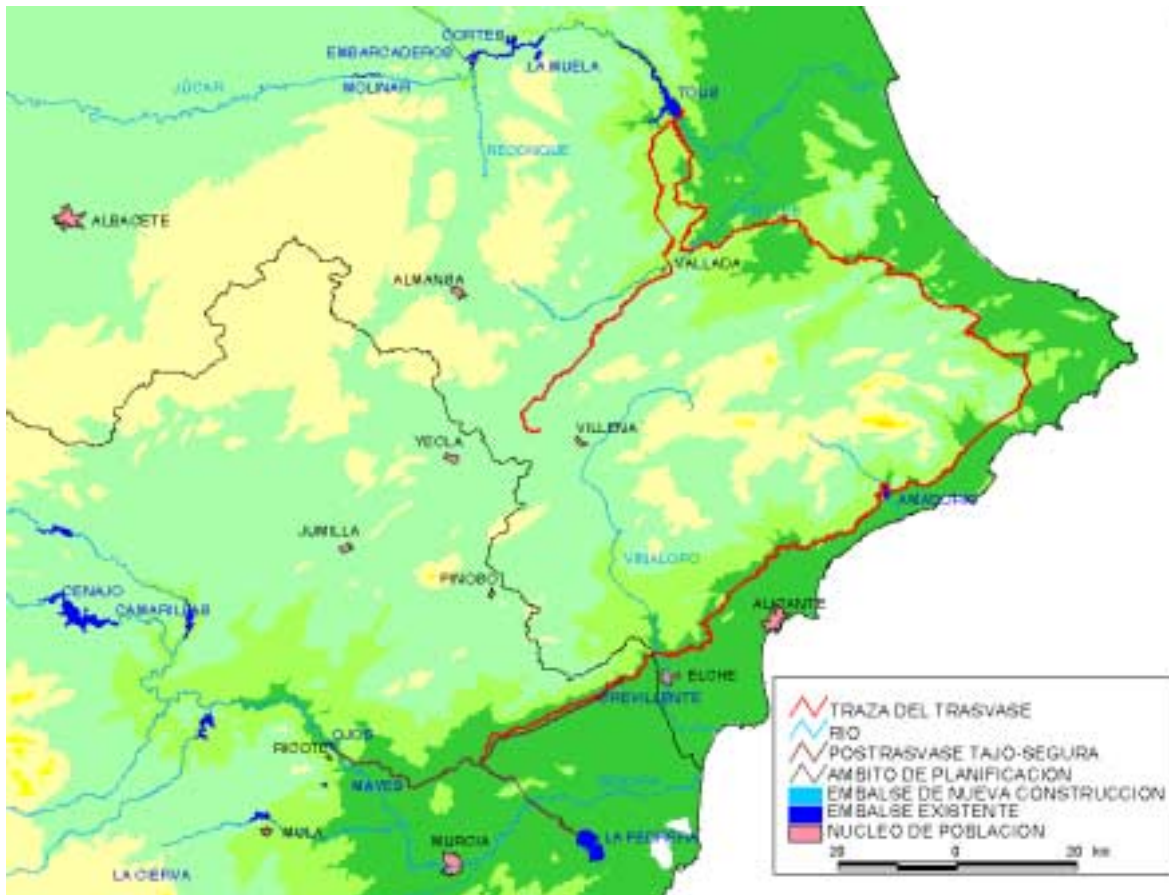


Figura 29. Plano de situación de la solución mixta entre Tous y el Postrasvase Tajo-Segura

La longitud de todos los ramales es de 369 km. Requiere una altura de bombeo total de 520 m (414 m para el volumen destinado al Vinalopó y la Marina Baja y 106 m para el destinado al Segura-Almería) y permite la recuperación de energía con una altura de 45 m en Amadorio. Atendiendo a consideraciones exclusivamente económicas, se comprueba que es más favorable la solución interior en solitario, tanto en cuanto a inversión como en cuanto a coste unitario.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto y atendiendo fundamentalmente a consideraciones económicas, tanto en cuanto a la construcción como a la facilidad de distribución posterior, y ambientales tratando de minimizar la afeción a espacios protegidos actuales así como a los previsiblemente declarables, se opta por la solución interior entre Tous y el canal de la margen izquierda del postrasvase Tajo-Segura. En la figura adjunta se recogen las posibilidades analizadas, señalando la óptima.

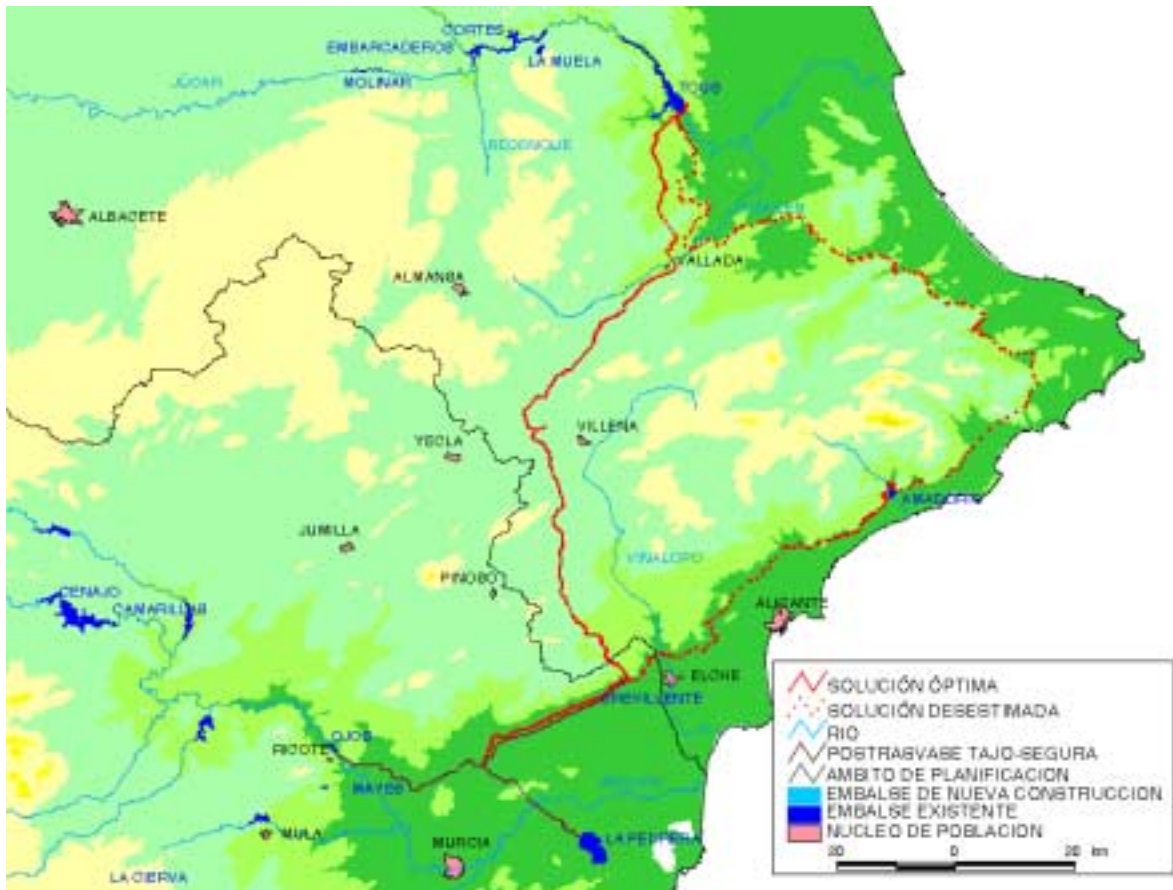


Figura 30. Solución óptima del tramo Tous-Postrasvase Tajo Segura en las soluciones continuas desde el Ebro

En la tabla adjunta se indican las características de las tres soluciones consideradas.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
INTERIOR	167	414	372 <sup>1</sup>	NINGUNO
COSTA	289	106	45 <sup>2</sup>	NINGUNO
MIXTA	369	520	45 <sup>3</sup>	NINGUNO

Tabla 12. Características de las soluciones continuas desde el Ebro entre Tous y el Segura

A efectos de su integración en el grafo, el recorrido seleccionado entre el embalse de Tous y el canal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura se supone dividido en los dos tramos siguientes:

- Tramo Tous-Villena: arranca de la derivación al embalse de Tous y siguiendo la conducción principal termina en el ramal de derivación al Vinalopó en Villena.
- Tramo Villena-Bajo Segura: comienza tras la derivación al Vinalopó y termina en la conexión con el postrasvase en el partidor de Crevillente.

<sup>1</sup> Todos los saltos están en la conducción principal

<sup>2</sup> El salto está en la derivación a Amadorio

<sup>3</sup> El salto está en la derivación a Amadorio

Las características detalladas de cada uno pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

### **3.3.3.2.2. SOLUCIONES JÚCAR**

Pretenden mejorar el balance energético a partir de Tous. Para ello hacen intervenir los recursos del río Júcar, captándolos aguas arriba de Tous, a una cota superior a la que llegan las aguas por el trasvase del Ebro a dicho embalse. Ello permite bien reducir la altura de bombeo a partir de Tous o bien una combinación bombeo-turbinación que permita optimizar la recuperación de energía.

Siguiendo el principio general enunciado en el análisis del ámbito del Júcar, de independencia de subsistemas equilibrados, el Júcar no sería en ningún caso cedente de agua a otras cuencas. Todo el volumen que se derive del río Júcar hacia el Vinalopó y el Segura aguas arriba de Tous es compensado en este embalse por un volumen equivalente aportado desde el Bajo Ebro. En definitiva, el Júcar conserva intactas sus disponibilidades actuales de agua en cuanto a cantidad, experimentando un cambio de origen en cuanto al agua que llega a Tous, que en vez de proceder en su totalidad del Júcar, procedería de este río y del Ebro. Sólo se produciría una reducción del volumen circulante anual en el tramo comprendido entre el punto de derivación del Júcar y el embalse de Tous.

Otra posibilidad es que el volumen derivado aguas arriba de Tous no proceda realmente del Júcar, sino de otras fuentes exteriores que se lo aportarían a través de la infraestructura del ATS. En este caso no se vería reducido el volumen circulante en ningún tramo del Júcar ni sería necesario compensar volumen alguno en Tous.

Los posibles puntos de toma considerados en el Júcar son los embalses de Molinar, Embarcaderos (cola del embalse de Cortes) y Cortes. Todos tienen el inconveniente, exclusivamente en el caso de que se opte por la compensación en Tous, de introducir un nuevo componente del coste unitario del m<sup>3</sup> debido a la afección hidroeléctrica que se produciría en los saltos existentes entre el punto de derivación y el embalse de Tous.

Desde los diferentes puntos de toma los distintos trazados confluyen en el entorno de Villena, y a partir de aquí siguen el trazado correspondiente a la solución interior antes descrita. En la figura siguiente se reflejan las cuatro opciones consideradas entre el Júcar aguas arriba de Tous y Villena.



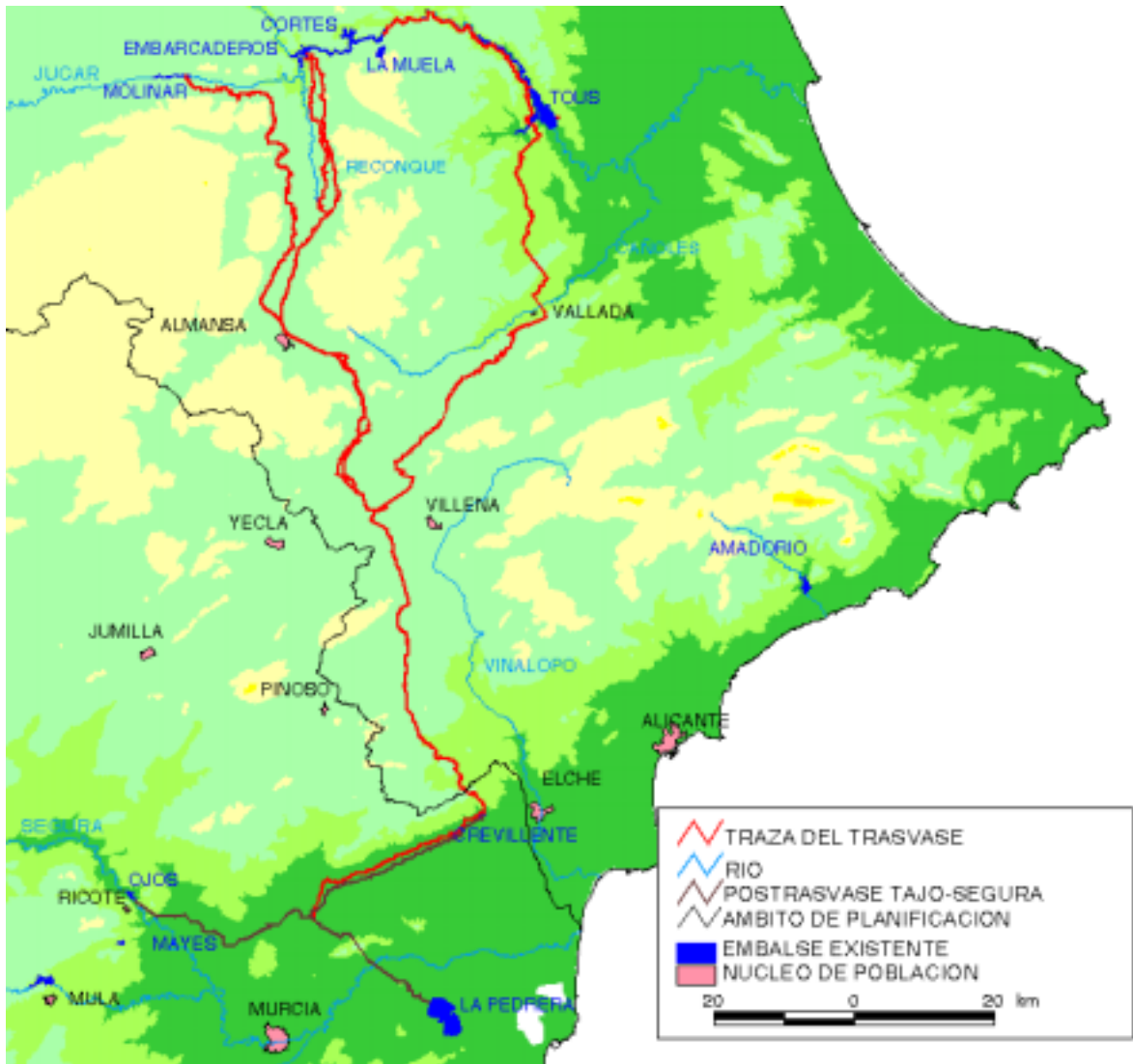


Figura 31. Plano de situación de las soluciones Júcar

La solución del Molinar comienza con una elevación que toma el agua en dicho azud a la cota 465 y la sitúa a la 718, salvando un desnivel de 253 m. Desde el depósito de regulación diaria situado al final de la impulsión el agua es conducida por gravedad hasta Villena, donde enlaza con la solución interior. A partir del depósito el canal sigue paralelo al cauce del río Júcar hasta alcanzar el curso del Reconque, afluente por la margen derecha. En ese momento se desvía y pasa a seguir el cauce de este río en dirección Sur, hacia Almansa, discurriendo a media ladera por un terreno complicado geológicamente, con afloramientos frecuentes del keuper yesífero. Una vez superada Almansa, se dispone un salto de 80 m de altura, al que sigue, antes de llegar a Villena, un nuevo salto de 90 m, aguas abajo del cual confluye con la solución interior. En la primera parte del recorrido a media ladera sobre el Júcar o el Reconque, las fuertes pendientes transversales en algún tramo podrían exigir la construcción de túneles.

El tramo Molinar-Villena tiene una longitud de 101 km, distribuidos de la siguiente forma: 0,5 km de impulsión, 9 km de sifón, 2 km de acueducto, 87 km de canal y 2 km de tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo es de 253 m y la de

turbinación, de 170 m. Por tanto, el tramo Molinar- Postrasvase tendría la siguiente composición: longitud total de 188 km, compuestos por 0,5 km de impulsión, 12 km de sifón, 3 km de acueducto, 9 km de túnel, 157 km de canal y 6 km de tubería forzada. La altura total de bombeo sería de 253 m y la de turbinación, de 518 m. En la figura siguiente se reflejan las características mencionadas.

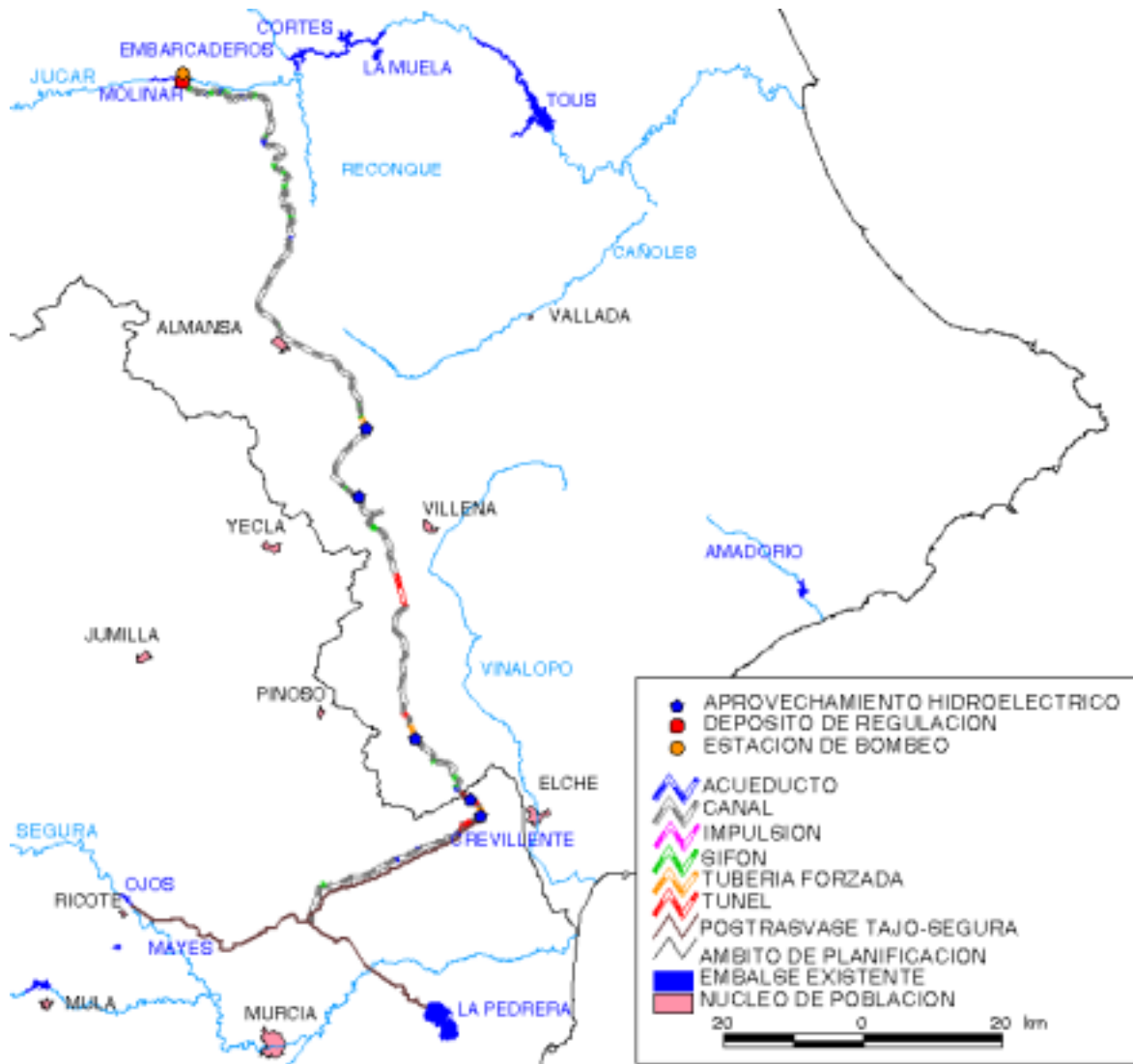


Figura 32. Características de la solución entre el Molinar y el Postrasvase Tajo-Segura

En un análisis de viabilidad de la transferencia de recursos hídricos del Júcar al Vinalopó estudiado por la Dirección General de Obras Hidráulicas y concluido en 1994, se estudió la posibilidad de conectar el embalse de El Molinar con la comarca del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja para transferir un total de 100 hm<sup>3</sup>/año. La transferencia propuesta terminaba enlazando con un colector distribuidor cuya construcción se preveía en otro estudio. Dicho colector comunicaba el embalse de Crevillente con el de Amadorio, permitiendo aportar a este último recursos procedentes del ATS. La cota de este colector en el punto de posible conexión, a la

altura de Elda aguas abajo de Villena, es la 416. Igualmente se preveía la construcción de un distribuidor en el Vinalopó.

Esta solución, anterior a la aprobación del Plan de cuenca, no parece tener visos de llevarse a la práctica, planteándose otros esquemas generales de trasvase. No obstante, la primera parte del trazado hasta Almansa es casi coincidente con el descrito en párrafos anteriores, si bien discurre a cota más alta, aumentando la elevación hasta la cota 790 (342 m de altura geométrica). Ello es debido a que el trazado resulta así más sencillo, al ser menos abrupto el terreno a esa cota.

Propone una conducción en tubería de 42 km en la zona más complicada topográficamente (valles del Júcar y del Reconque) y después un canal a cielo abierto. A partir de Almansa el trazado se separa del antes descrito, acercándose más al cauce del Vinalopó para conectar con el colector mencionado. Desde Almansa se disponen tres saltos, puesto que en vez de llegar al Valle del Vinalopó a cota 500 debe hacerlo a cota 400 para enlazar con el hipotético colector ya indicado. La diferencia esencial con la solución descrita es la forma de atravesar la Sierra de Salinas, al Sureste de Villena. En la solución ya descrita y recogida en la figura siguiente se salva mediante un túnel, evitando interferir con los terrenos yesíferos del Keuper, mientras que en el estudio de 1994 se rodea con un canal que atraviesa estos materiales.

Para el tramo Embarcaderos Villena se han contemplado tres posibilidades. La primera consiste en una única elevación que toma en el embalse a la cota 310 y eleva hasta la 715, lo que supone una altura geométrica de 405 m. La presa de Embarcaderos ha quedado inundada por el embalse creado por la presa de Cortes, recientemente construida, cuyo MNN está a la cota 326. Embarcaderos ha pasado así a constituir la cola del nuevo embalse. En consecuencia debe tomarse en consideración el régimen de explotación de éste para determinar la cota de la toma y su ubicación.

La cota de toma se ha fijado en el nivel mínimo extraordinario de explotación del embalse, que está a la 310. La ubicación deberá ser fijada definitivamente en el proyecto de la obra, en el cauce del Júcar o del Reconque, como se ha supuesto aquí, en función de que la probabilidad de que quede en seco o enlodada sea mínima. La altura de elevación es la misma en cualquier caso y la longitud de la impulsión totalmente comparable, de manera que la variación de presupuesto causada por un cambio de ubicación sería mínima.

Desde el depósito de regulación en el que termina la impulsión, el agua discurre por gravedad hasta la derivación al Vinalopó en Villena, a partir de la cual confluye con la solución interior. El trazado es paralelo al cauce del Reconque, que remonta hacia Almansa, siguiendo un trazado muy similar al del Molinar, pero por la margen opuesta, que es mucho más favorable geológicamente. Entre Almansa y Villena se disponen dos saltos, en ubicaciones muy próximas a los de la solución del Molinar, con un desnivel total de 170 m.

Con esta opción, la longitud del tramo Embarcaderos-Villena es de 85 km, de los cuales 2 km son de impulsión, 10 km de sifón, 2 km de acueducto, 69 km de canal y 2 km de turbinación. Por consiguiente, la longitud de conducción entre Embarcaderos y el Postrasvase asciende a 172 km. De ellos, 13 km son de sifón, 4 km

de acueducto, 9 km, de túnel, 140 km de canal y 6 km de turbinación. La altura total de bombeo es de 405 m y la de turbinación de 518 m.

La siguiente opción consiste en salvar el desnivel entre el embalse de Embarcaderos y la cabecera del Reconque mediante tres elevaciones en vez de disponer una sola. Se pretende así analizar si puede economizarse en las instalaciones e impulsiones, que trabajarán a una presión menor. También se varía la distribución de saltos antes de Villena, disponiendo tres con una altura geométrica total prácticamente coincidente con la anterior. Se produce una ligera reducción de la inversión, pero no suficientemente significativa para compensar el incremento de consumo que supone tener tres instalaciones en vez de una. Por ello, no es interesante desde el punto de vista del coste unitario frente a la alternativa de disponer una sola elevación. Esta solución se desecha en favor de la anterior, con una sola elevación.

La tercera opción analizada es tomar en la presa de Cortes, aguas abajo de Embarcaderos a cota 310 y seguir por gravedad paralelo al cauce del río Júcar hasta llegar al embalse de Tous. A partir de éste se adopta el trazado correspondiente a la solución interior, pero a cota ligeramente más baja, debido a que la pérdida de carga en el tramo Cortes-Tous, de 43 km de los cuales 7 km discurren en sifón y acueducto, solo permite alcanzar el embalse a cota 296 aproximadamente. Es decir, 4 m inferior a la cota 300 de salida de la elevación de Tous en la solución interior. Se habría ahorrado casi en su totalidad la elevación de la presa de Tous de 153 m. Hay que tener en cuenta que la gran pendiente transversal existente a lo largo del cauce del Júcar puede requerir la ejecución de túneles. Por ello, se aumenta la altura de bombeo en Vallada para llegar hasta la cota 600 con el fin de incrementar la altura de los saltos aguas abajo. Se dispone un salto de 65 m antes de la derivación al Vinalopó, a partir de la cual confluye con la solución interior. El único bombeo existente es el de Vallada, con un altura de 325 m.

En esta tercera opción, el tramo Embarcaderos-Postrasvase tiene una longitud total de 210 km, distribuidos en 1 km de impulsión, 23 km de sifón, 7 km de acueducto, 21 km de túnel, 153 km de canal y 5 km de turbinación. La altura de bombeo es de 325 m y la de turbinación de 413 m.

En la figura siguiente se recogen las características de todas las soluciones que parten de Embarcaderos y Cortes.

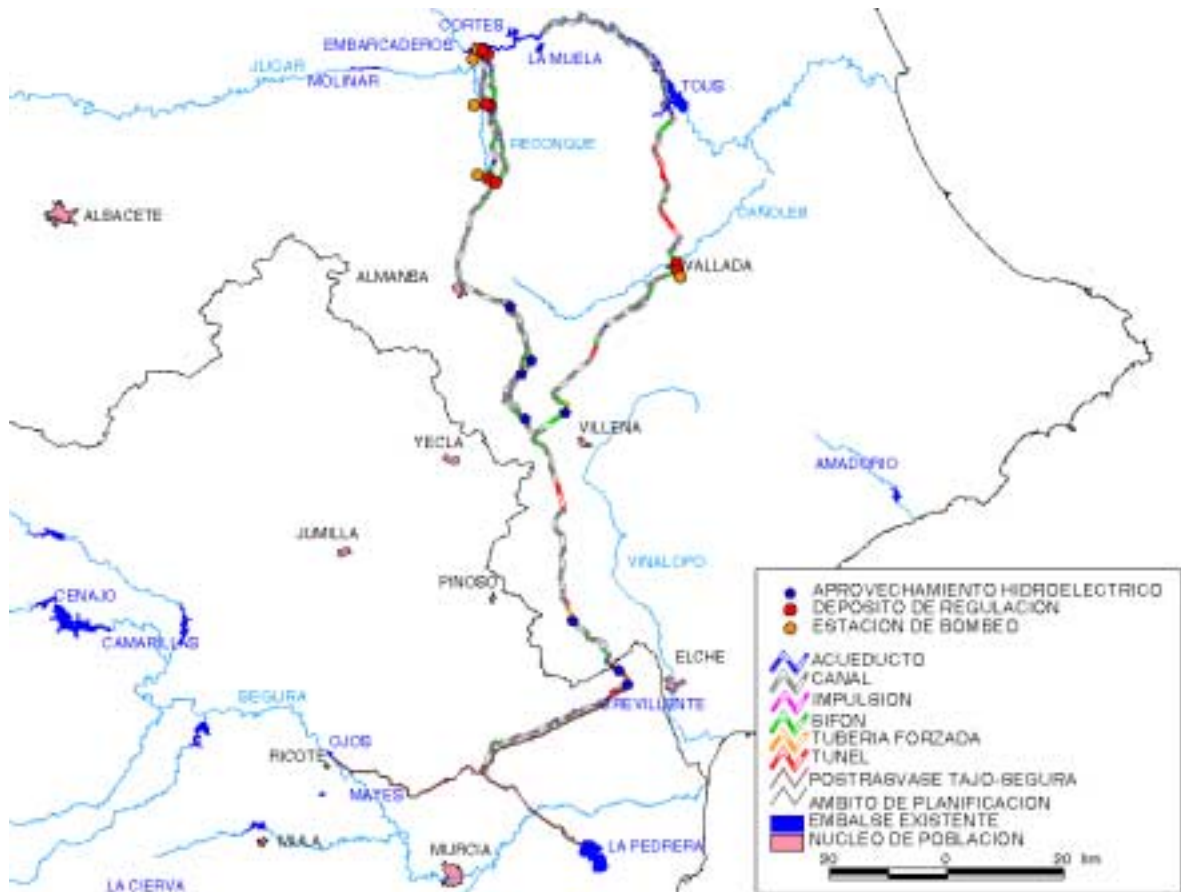


Figura 33. Características de las soluciones entre Embarcaderos y el Postravase Tajo-Segura

Todas las soluciones, con independencia de su origen, son equiparables en cuanto a impacto ambiental en lo relativo a espacios naturales actualmente declarados como tales, puesto que no los afectan.

Dentro de las dos soluciones de Embarcaderos, el mejor balance energético corresponde a la solución con una sola elevación de 405 m. Lo mismo sucede con la inversión inicial, debido a la mayor longitud de la que deriva por gravedad. Por ello se selecciona la de menor coste inicial, que es la opción descrita en primer lugar.

Comparando esta solución con la de Molinar, esta última se desecha, debido a su posible mayor coste inicial, derivado de su mayor longitud, de la mayor complicación geológica del terreno atravesado y de la mayor dificultad que presenta la topografía, con un recorrido más largo a media ladera, lo que podría incrementar el número de obras singulares inicialmente previstas. Estas dificultades añaden incertidumbre a la estimación de la inversión necesaria, incertidumbre mucho menor en el caso de Embarcaderos, pudiendo compensar o incluso superar el ahorro que representa la reducción de la altura de elevación.

Por otra parte, en el caso de que se opte por la compensación en Tous, se aumenta muy notablemente la afección hidroeléctrica, ya que se resulta afectado otro salto de 130 m. En el caso de que no existan afecciones hidroeléctricas el balance energético sería claramente favorable a la solución desde Molinar, por lo que cabría replantearse la selección.

Queda por tanto como solución óptima de las alternativas que toman recursos en el Júcar aguas arriba de Tous, compensándolos en dicho embalse con aportaciones del Ebro, la primera opción desde Embarcaderos, cuyas características se han indicado ya. Enlaza Embarcaderos con Villena utilizando una sola elevación y desde aquí sigue el trazado de la solución interior hasta el postravase Tajo Segura.

Todas estas soluciones incrementan la longitud total de conducción con respecto a la solución interior entre Tous y el postravase margen izquierda entre 5 y 43 km. Todas son, en cualquier caso, más cortas que la conducción de la costa. Todas mejoran el balance bombeo turbinación de la solución interior. Además los saltos son más favorables, puesto que es mayor la altura de aquellos en los que se turбина todo el volumen demandado aguas abajo de Tous.

En la figura siguiente pueden verse los trazados correspondientes a todas las soluciones “Júcar”, destacando el óptimo seleccionado.

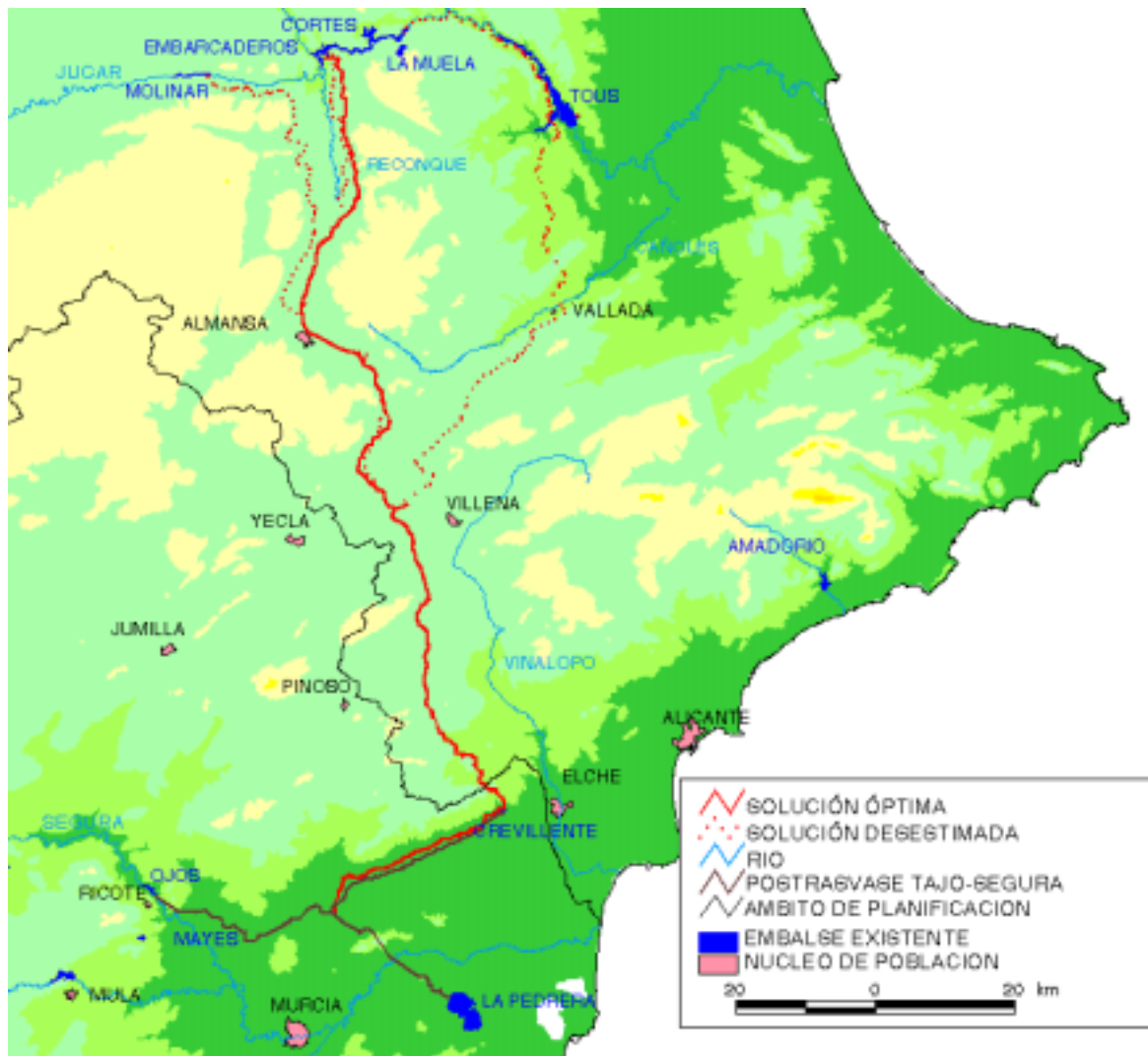


Figura 34. Solución óptima de las soluciones Júcar entre Tous y el Postravase Tajo-Segura

En la tabla adjunta se resumen las características de las soluciones desde El Molinar y Embarcaderos.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
MOLINAR	188	253	518	NINGUNO
EMBARCADEROS-1 ELEVACIÓN	172	405	518	NINGUNO
EMBARCADEROS-3 ELEVACIONES	171	405	518	NINGUNO
EMBARCADEROS- GRAVEDAD	210	325	413	NINGUNO

Tabla 13. Características de las soluciones Júcar

Esta solución se compone de dos tramos a efectos de su integración en el grafo de circulación, que son los siguientes:

- Tramo Embarcaderos-Villena: comprendido entre el embalse de Embarcaderos y la derivación al Vinalopó (Villena).
- Tramo Villena-Bajo Segura: coincide con el segundo de la solución interior. Está delimitado por la derivación al Vinalopó y la conexión con el canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura aguas abajo del partidador de Crevillente.

Cabe destacar que también podría derivarse el agua desde el embalse de Alarcón y transportarse hasta la cuenca del Segura por el ATS. Esta solución puede combinarse con cualquiera de los trazados indicados entre Cherta y el Postravase, mejorando el balance energético puesto que se reduce el volumen a elevar hacia el Segura aguas abajo de Tous.

También se considerará la opción de utilizar para el tramo Júcar-Villena una conducción que parta de la presa de Cortes y siga un trazado directo hacia el Sur hasta Villena. Estas posibilidades han sido estudiadas por la Sociedad Aguas del Júcar S.A. para materializar el transporte de 80 hm<sup>3</sup> desde el Júcar al Vinalopó, previsto en el Plan Hidrológico del Júcar. Dado que la conducción está planteada como intracuenca, se describirá al hablar de la red de distribución al Sureste, máxime si se tiene en cuenta que posiblemente, su ejecución sea rápida al estar ya aprobado el Plan de cuenca y autorizada la conducción

En definitiva, la suma de recorridos óptimos para enlazar el Ebro con el Segura da dos posibles combinaciones cuyo trazado entre Cherta y Tous es común. La primera continua a partir de Tous por Villena hasta el embalse de Crevillente y el partidador del canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura, y la segunda finaliza su primer tramo en Tous, para derivar después desde Embarcaderos y confluir con la anterior en Villena. En la figura y tabla adjunta se recogen la planta y las principales características de ambas soluciones.

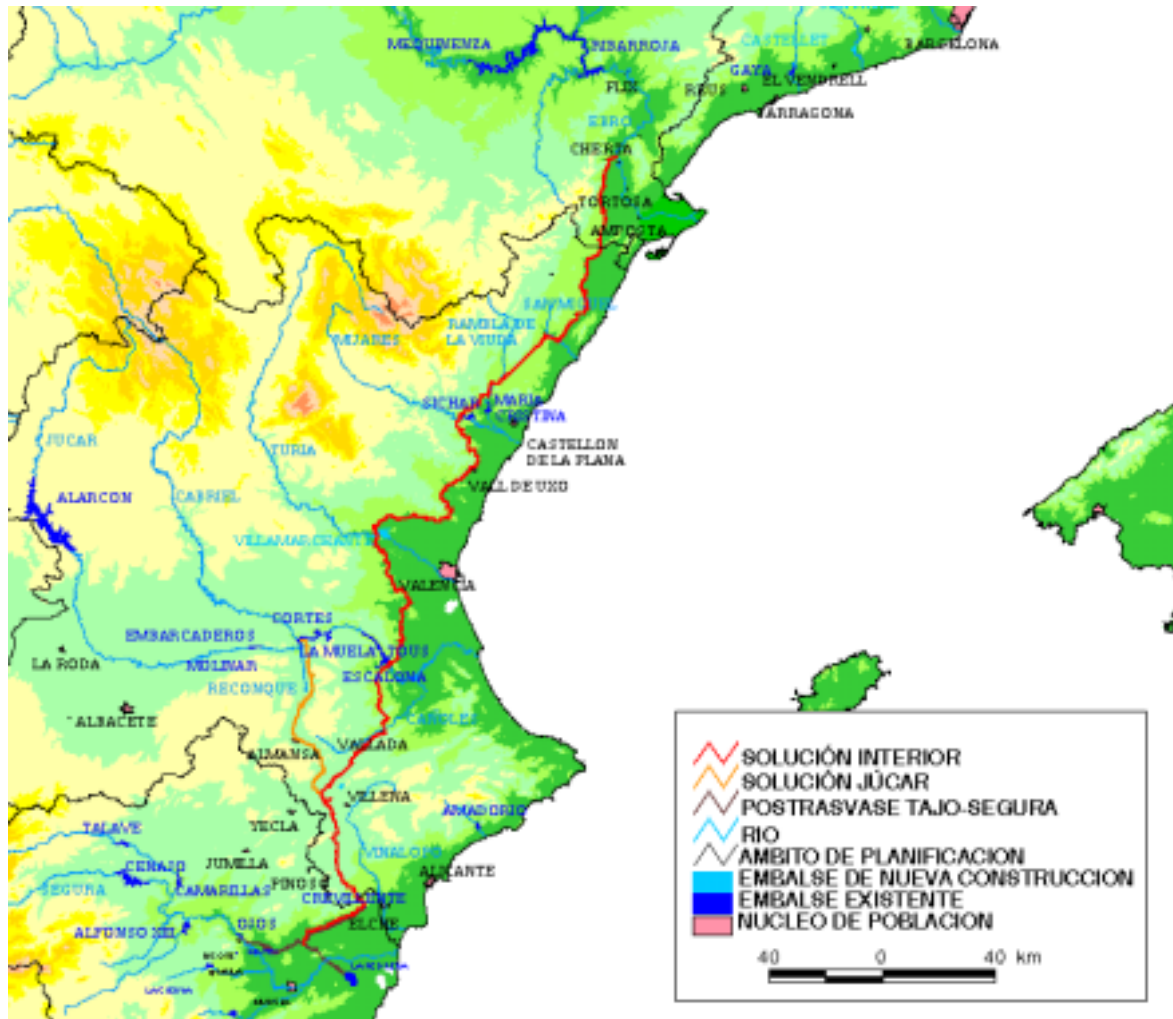


Figura 35. Soluciones óptimas entre Cherta y el Postrasvase Tajo-Segura

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
EBRO-SEGURA (SOLUCIÓN INTERIOR)	529	707	348	VILLAMARCHANTE
EBRO-SEGURA (SOLUCIÓN EMBARCADEROS)	534	698	518	VILLAMARCHANTE

Tabla 14. Características de las combinaciones de tramos óptimos entre Cherta y el Postrasvase Tajo-Segura



### **3.4. TRANSFERENCIAS DUERO-TAJO**

El objetivo de estas transferencias es colaborar en la resolución del déficit estructural de las cuencas del Júcar, Segura y Sur, pues, a diferencia de la opción Ebro, no pueden por si mismas resolverlo plenamente. Lo que persiguen en todos los casos es incrementar las disponibilidades de agua en Bolarque, cabecera del ATS, para que éste pueda transportar el máximo de su capacidad de proyecto, que es del orden de 1000 hm<sup>3</sup>/año. Como se comentará al hablar del ATS, ello requiere algunas actuaciones puntuales en esta conducción, cuyo coste ha sido evaluado en el epígrafe correspondiente. Para aportar recursos existen las tres posibilidades que se desarrollan a continuación: el Alto Duero, los afluentes del Duero por su margen derecha (Duero Norte) y el Bajo Duero.

En todas ellas es preciso considerar una componente nueva con respecto a las transferencias hasta ahora expuestas, y es la de las afecciones que puedan producirse a Portugal, siendo necesario garantizar que se respetan las exigencias establecidas en el convenio de Albufeira, y cumplir los requisitos en él establecidos en cuanto a procedimientos de tramitación.

#### **3.4.1. ALTO DUERO-BOLARQUE**

Su objetivo es transferir agua desde la cabecera del Duero hasta la del Tajo, en los embalses de Entrepeñas y Buendía. La traza del trasvase aparece en la figura siguiente. Sólo se contempla una alternativa debido a que su trazado ya ha sido optimizado como consecuencia del estudio de la opción desde el Bajo Duero.

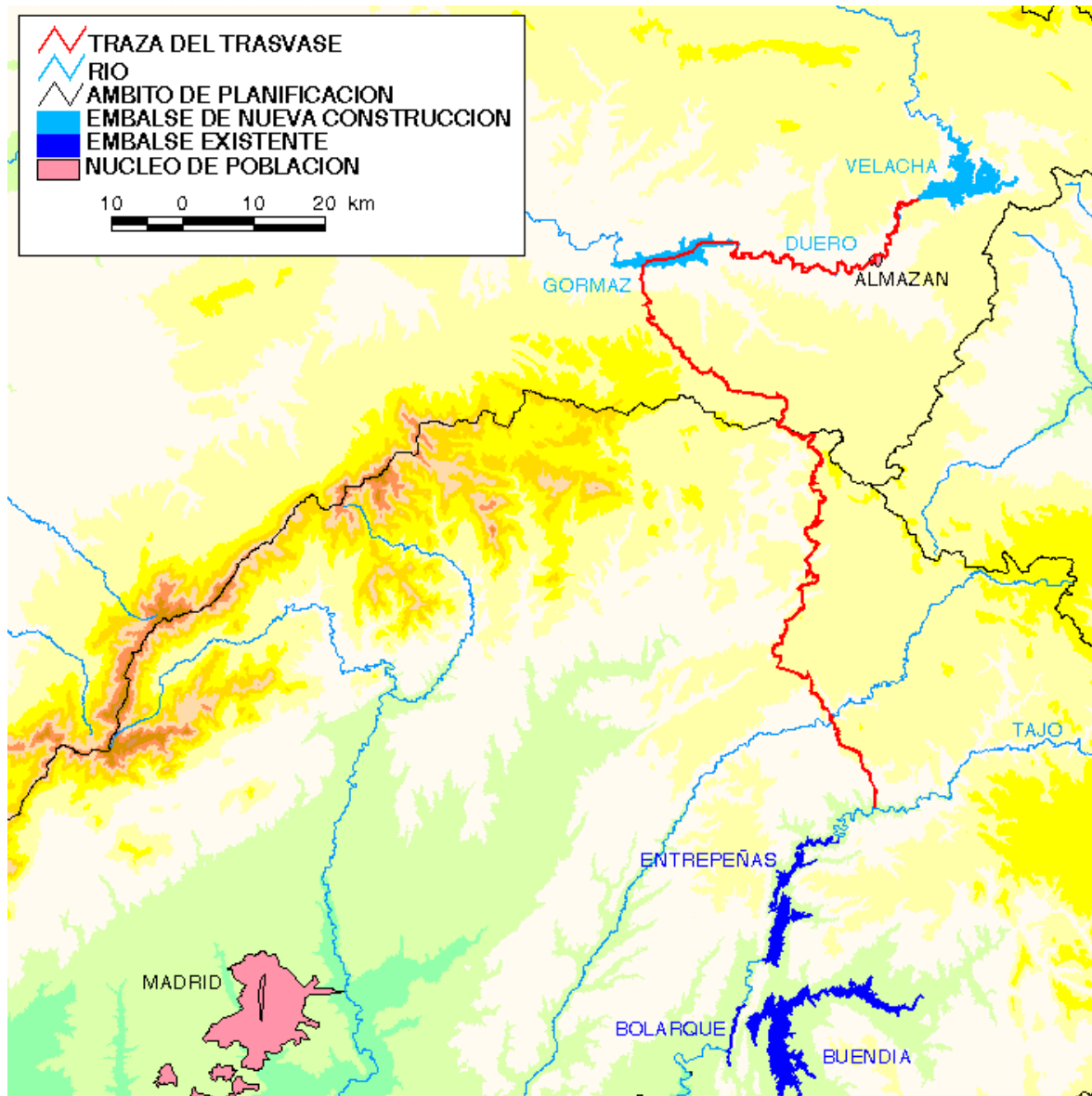


Figura 36. Plano de situación del trasvase Alto Duero-Bolarque

Para ello sería necesario construir un nuevo embalse en el Alto Duero, el de Gormaz a la altura del pueblo del mismo nombre, con una capacidad del orden de  $115 \text{ hm}^3$ , destinado exclusivamente al trasvase, y que no está previsto en el Plan de cuenca. Existe otro embalse previsto aguas arriba, el de Velacha, con  $340 \text{ hm}^3$  de capacidad, contemplado en el Plan Hidrológico de la cuenca del Duero por necesidades propias de regulación. Si se construyen los dos y éste último se destina parcialmente al trasvase, podría aumentarse el volumen derivable. Por ello, con objeto de quedar del lado de la seguridad, se ha incluido en el coste de esta alternativa, recogido en el epígrafe correspondiente, la construcción de Velacha. Como es obvio, tales estimaciones se realizan a efectos del análisis técnico-económico de las posibles transferencias, y sin perjuicio de la viabilidad final que pudieran tener estas actuaciones.

La derivación tendría lugar desde el embalse de Gormaz, en el Duero, cuyo MNN está a la cota 890. La cota de entrega en el Tajo es la 745. La conducción comienza

con una estación de bombeo donde las aguas son elevadas una altura geométrica de 251 m hasta un canal a cielo abierto que cruza la divisoria Duero-Tajo por los Altos de Barahona mediante un túnel a la cota 1100 aproximadamente. Tras atravesar el túnel se vierte a través de cuatro saltos hidroeléctricos al embalse de la Ermita, justo aguas arriba del Embalse de Entrepeñas, con un salto total de 319m. Por tanto, el balance energético es positivo. La longitud total de conducción es de 144 km (prescindiendo del tramo de río ente los embalses de Velacha y Gormaz).

El trazado desde el embalse de Gormaz es coincidente con el de la conducción desde el Bajo Duero que se describirá más adelante, diferenciándose exclusivamente en el tramo de 6 km que enlaza el embalse con la conducción indicada.

Los 144 km de longitud se componen de 2 km de impulsión, 6 km de sifón, 8 km de acueducto, 11 km de túnel, 114 km de canal y 3 km de tubería forzada para turbinación. Cabe destacar que se aprovechan para el transporte 53 km de río Duero entre Velacha y Gormaz. A continuación se incluye una figura en la que se reflejan estas características.

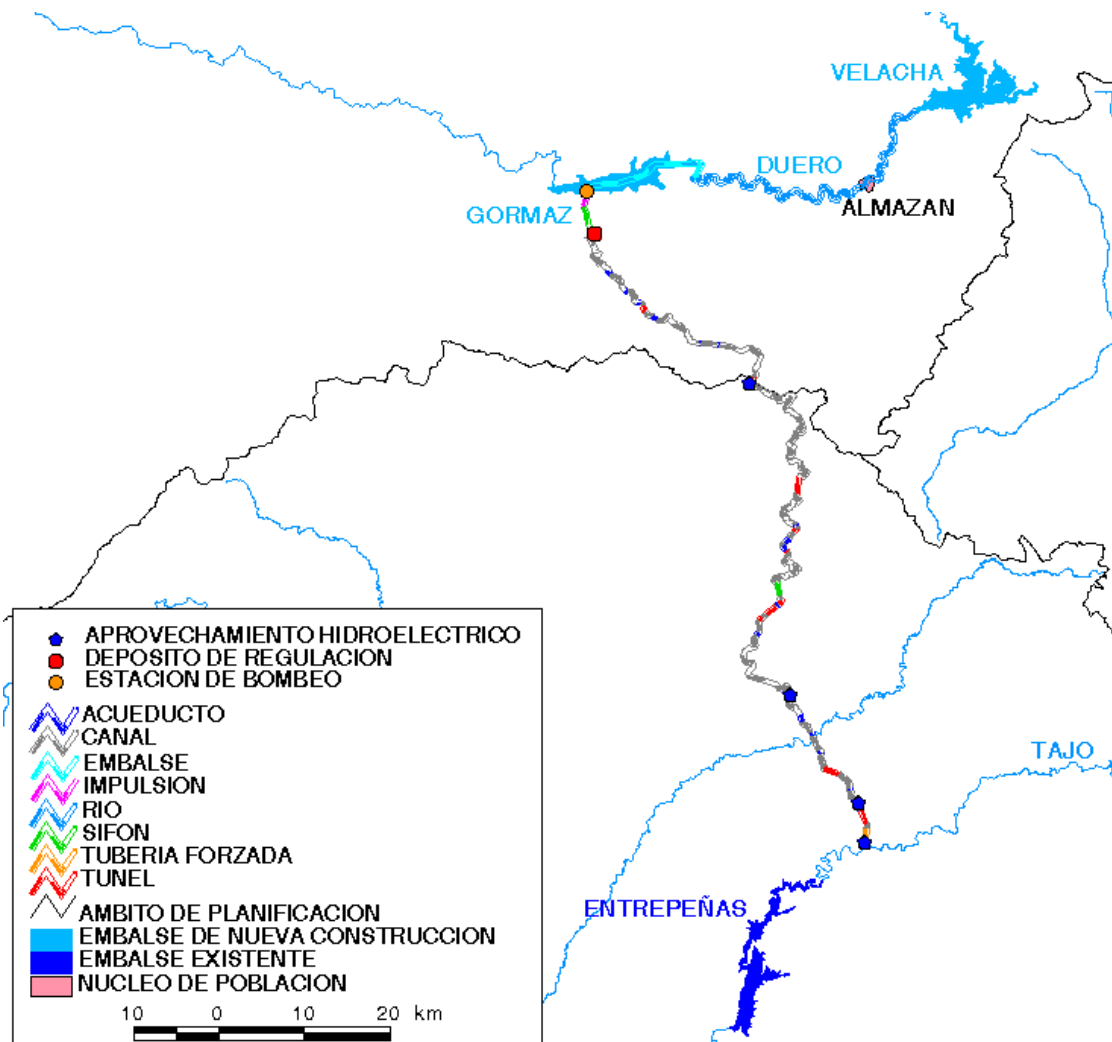


Figura 37. Características del trasvase Alto Duero-Bolarque

Esta solución produce afecciones hidroeléctricas muy significativas, puesto que la detracción tiene lugar aguas arriba de los grandes saltos del Duero. Ocasionaría, en cambio, un beneficio por incremento de las aportaciones en los aprovechamientos de Entrepeñas y Bolarque. La cuantificación de ambos puede encontrarse en el documento de costes básicos.

Asimismo, interacciona muy fuertemente con el medio socioeconómico, puesto que la construcción del embalse de Gormaz inundaría un núcleo urbano, además de 22 km de carreteras de diferente importancia. Velacha tendría también impactos significativos.

Solo se ha identificado una afección a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, la Zona de especial protección para las aves del Barranco del Dulce. Esta interferencia, así como otros posibles impactos, se analizan con detalle en el Documento correspondiente. Cabe señalar que el embalse de Gormaz inunda un tramo significativo de bosque de ribera.

En cuanto a la calidad del agua, según se recoge en el documento específicamente dedicado a ella, puede concluirse que es suficientemente buena en el punto de captación, Gormaz.

A efectos de su inclusión en el grafo se considera como un único tramo, Alto Duero-Bolarque, que comienza en el embalse de Velacha y termina justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas en el Tajo.

### **3.4.2. DUERO NORTE-BOLARQUE**

Esta alternativa va captando excedentes en cabecera de los afluentes del Duero por la margen izquierda de Oeste a Este, empezando en el Órbigo, en el embalse de Barrios de Luna, ya existente y concluyendo en el propio Duero en Gormaz. A lo largo de este recorrido puede tomar también en el río Esla mediante la construcción del embalse del Torío (no previsto en el Plan de cuenca); en el Porma, desde el embalse del mismo nombre, ya existente; en el Cea, lo que requiere la construcción de un nuevo embalse no previsto en el Plan de cuenca; en el Pisuerga, aprovechando los recursos del embalse de Requejada ya existente y, por último, en el Arlanza, utilizando el embalse de Castrovido, de futura construcción de acuerdo con lo previsto en el Plan de cuenca. La derivación del Pisuerga y del Arlanza requiere la construcción de sendos azudes, uno aguas abajo de Requejada y otro de Castrovido.

Cuanto menor sea el volumen requerido menor será el número de afluentes afectado, si bien hay que tener en cuenta que los que presentan mayores disponibilidades son los más occidentales, Esla y Porma. En la figura siguiente puede verse la traza de la conducción principal, a la que se conectan los ramales procedentes de los diferentes embalses de captación.

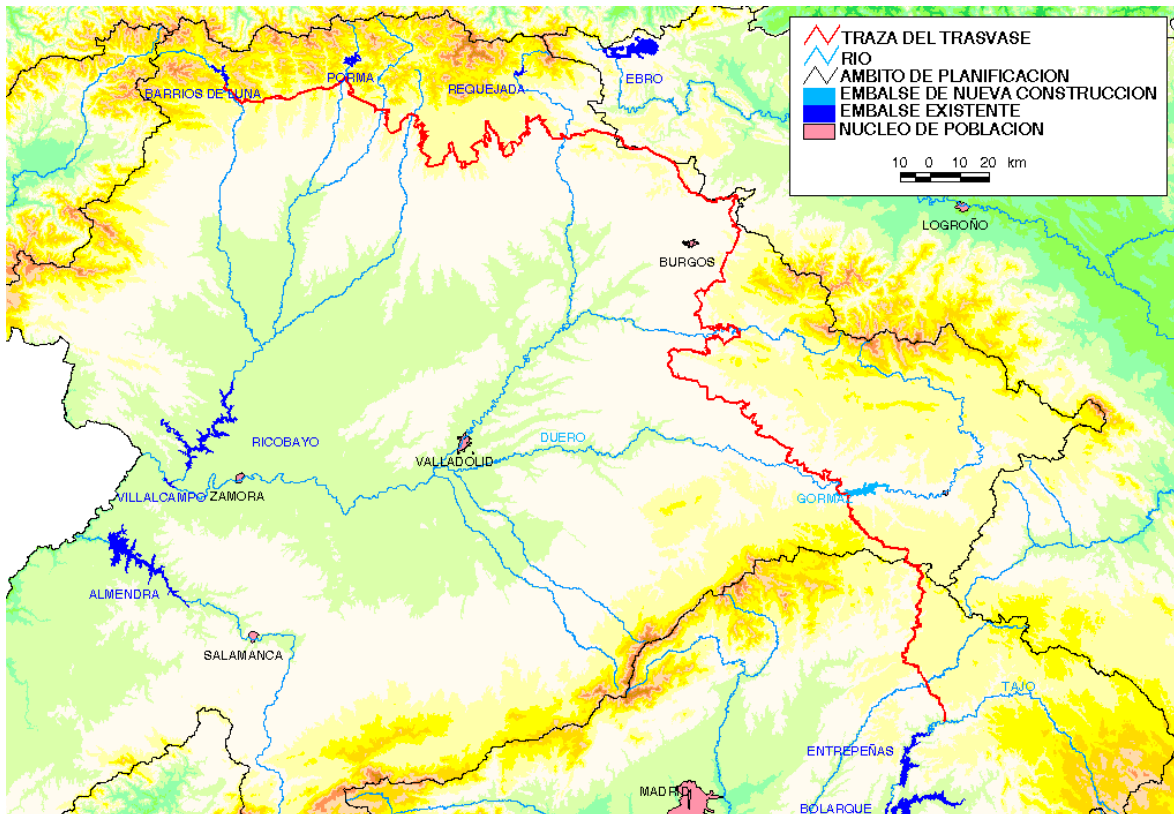


Figura 38. Plano de situación del trasvase Duero Norte-Bolarque

El motivo de plantear esta solución es que deriva recursos a cota elevada, por lo que la necesidad de bombeo es mínima, prácticamente inexistente hasta el embalse de Gormaz. A partir de éste sigue un trazado común al trasvase desde el Alto Duero al Tajo, cruzando la divisoria de ambas cuencas por los Altos de Barahona y vertiendo en el embalse de la Ermita, justo aguas arriba de Entrepeñas, mediante cuatro saltos hidroeléctricos. La cuantía y garantía de disponibilidad del recurso es evidentemente mayor que en el caso del Alto Duero.

De todos los embalses va derivando por gravedad, comenzando en el de Barrios de Luna a la cota 1100 aproximadamente. La cota de los Altos de Barahona es la 1060, por lo que puede apreciarse que la necesidad de bombeo es reducida, y motivada fundamentalmente por la gran longitud de la conducción, que llega al embalse de Gormaz a la cota 890.

Las dos únicas elevaciones son la del embalse del Cea, de 115 m de altura geométrica, necesaria para introducir en la conducción principal el volumen derivado del embalse, que se encuentra a cota más baja que ella, por no existir un emplazamiento adecuado a mayor altitud, y la de Gormaz, de 250 m de desnivel, que debe elevar el total del volumen transferido.

Hasta el río Arlanza fundamentalmente el terreno es complicado, tanto desde el punto de vista topográfico, por lo que requiere una gran cantidad de obras singulares, en especial túneles, como geológico, con alto grado de tectonización y longitudes comparativamente mayores en zona no ripable que las soluciones desde el Alto o Bajo Duero. Hay que tener presente que buena parte del recorrido bordea por el Sur a cota elevada (1100) la Cordillera Cantábrica. Especial dificultad tienen

los ramales de conexión de los embalses con la conducción principal, puesto que discurren por un terreno aún más movido. La longitud total, considerando que el origen sea el embalse de Barrios de Luna e incluyendo los ramales de conexión, es de 850 km (783 km de conducción principal y 67 km de ramales). La inversión es muy elevada, sensiblemente mayor que en cualquiera de las otras alternativas con origen en el Duero.

Desde el embalse de Gormaz el recorrido es el mismo que desde el Alto Duero, disponiéndose los mismos saltos (cuatro) con un desnivel total de 319 m. El balance energético es favorable, debido a que todo el volumen transferido se turбина a lo largo de los 319 m, mientras que ese mismo volumen se eleva solo 251 en Gormaz. La elevación de 115 m en el Cea moviliza una fracción pequeña del conjunto, sólo la correspondiente a ese río. Por ello, el coste unitario del m<sup>3</sup> es ligeramente menor que en la solución desde el Bajo Duero.

Es la opción, dentro de las que captan recursos en el Duero, que origina mayores afecciones hidroeléctricas, puesto que la detracción se produce aguas arriba de todos los saltos significativos del Bajo Duero, incluyendo los del Esla, que no se ven afectados en ninguna otra. Permite por contra un incremento de producción en los saltos de Entrepeñas y Bolarque.

Desde el punto de vista de la interferencia con el medio natural, esta solución no intersecta espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, si bien conviene señalar que discurre por la vertiente Sur de la Cordillera Cantábrica, atravesando parajes prácticamente inalterados, muy próximo al parque de Picos de Europa, interfiere con el Valle de San Emiliano e intercepta totalmente lugares como el desfiladero de la Yecla (estos dos últimos son espacios naturales en protección preventiva), discurriendo 14 km a media ladera. Puede requerir la construcción de tres embalses no previstos en el plan de cuenca, uno de los cuales (Gormaz) inunda además, un núcleo de población y otro se ubica en las estribaciones de la Cordillera Cantábrica. Las restantes soluciones que derivan del Duero atraviesan parajes mucho más antropizados. Todo ello sugiere en principio la no idoneidad de esta solución frente a las otras alternativas planteadas.

En cuanto a la calidad del agua no es previsible que presente problema alguno, debido a los lugares en que se captan los recursos. El punto de peor calidad sería el del embalse de Gormaz y, según se ha comentado ya y se expone en el documento correspondiente, no presenta circunstancia alguna digna de mención.

### **3.4.3. BAJO DUERO-BOLARQUE**

Esta solución capta el volumen total a derivar en el Bajo Duero y lo conduce hasta el mismo punto de cruce de la divisoria Duero-Tajo que las soluciones anteriores, los Altos de Barahona. Su trazado coincide con ellas desde aguas abajo del embalse de Gormaz, disponiendo los mismos aprovechamientos hidroeléctricos, un total de cuatro, finalizando justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas.

Esta alternativa presenta una garantía de disponibilidad del recurso superior a las dos anteriores y permite analizar el interés que puede tener la combinación de una

altura de bombeo considerable, puesto que los recursos se captan a cota baja (del orden de 550 m) con un trazado mucho más sencillo desde el punto de vista de la obra civil que el de la solución Duero Norte.

### 3.4.3.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA

Los posibles puntos de toma en el Bajo Duero son el embalse de Almendra en el Tormes, el de Villalcampo en el Duero, aguas abajo de la desembocadura del Esla y el de Ricobayo en el propio Esla. De acuerdo con las consideraciones efectuadas en los estudios realizados con motivo del Anteproyecto de Ley del PHN de 1993, se selecciona Villalcampo.

En efecto, el punto geográficamente más favorable sería el embalse de Ricobayo o la cola del de Almendra, puesto que se acortaría la longitud de la conducción entre 15 y 20 km respecto a Villalcampo. Sin embargo, tomar en Ricobayo exige una obra compleja para cruzar el río Duero, un sifón elevado de unos 5 km de longitud. Por tanto, la ventaja en distancia es eliminada prácticamente por el coste derivado de las características del trazado, frente a Villalcampo, de cuya presa se parte ya por la margen izquierda del Duero, sin necesidad de atravesarlo en todo su recorrido.

En Almendra la captación puede realizarse en cola o en presa. Captar en cola tiene la ventaja de reducir la longitud. Sin embargo, como ya se ha comentado, la reducción frente a tomar en Villalcampo es escasa, 20 km como máximo. En cambio, se introduce una restricción muy importante a la explotación hidroeléctrica de Almendra, que funciona como un bombeo reversible entre el Duero y el Tormes. Sería necesario limitar la carrera de embalse entre la cota 730 (MNN) y la 700. La indemnización de esta afección podría anular la economía consecuencia del acortamiento de la longitud y de la reducción de la altura de bombeo.

Captar en Almendra en presa para no afectar a la explotación hidroeléctrica es a todas luces desfavorable, debido a que la cota sería inferior a cualquiera de los otros dos orígenes (la cota de captación sería la 500 aproximadamente) y prolongaría la conducción en 60 km, contorneado el embalse de Almendra por una zona complicada y de valor ambiental como son los Arribes del Duero.

Por tanto, se desestima Almendra -en cola o en presa- como punto de toma.

Para elegir entre Ricobayo y Villalcampo, se analiza a continuación la altura de bombeo y la afección hidroeléctrica en cada caso. El primer bombeo, en ambos casos, eleva el agua hasta la cota 760 aproximadamente. Bombear desde Ricobayo supone una altura menor que desde Villalcampo. En Villalcampo la cota de origen prevista es la correspondiente al salto medio (20 m aproximadamente), que es la 580. Sin embargo, este embalse habitualmente se encuentra lleno, por lo que la cota de lámina será habitualmente superior a la 590. El desnivel a salvar resulta entonces del orden de 180 m aproximadamente.

El MEE de Ricobayo está a la cota 684. Sin embargo, la oscilación de lámina es mayor que en Villalcampo, por lo que previsiblemente la altura de bombeo puede ser mayor (el salto bruto oscila entre 88 y 43 m). Tomando como cota de partida el nivel correspondiente a la semisuma de los saltos brutos anteriores, 65'5 m, el desnivel a

salvar entre la cota de toma (618'5) y de destino (760) es de 141'5 m. A este coste hay que añadirle la afección a Villalcampo y la propia de Ricobayo, al no poder turbinar el volumen trasvasado. Considerando los equivalentes energéticos el coste energético es comparable en ambos casos (1% más reducido en Villalcampo).

Puesto que el trazado es más sencillo desde Villalcampo y los costes energéticos son comparables, se opta por este punto como origen de la posible transferencia.

### **3.4.3.2. SOLUCIONES DE TRAZADO**

Como se ha indicado, la transferencia comienza en Villalcampo, desde donde el primer bombeo eleva el agua 180 m entre las cotas 580 y 760. Desde aquí se suceden nuevas elevaciones, hasta alcanzar un total de siete, que permiten cruzar la divisoria Duero-Tajo por los Altos de Barahona a cota 1116.

A grandes rasgos, el trazado es como sigue: desde Villalcampo atraviesa la Meseta, discurriendo por la comarca de Sáyago, continuando al Sur de Zamora y Medina del Campo por los materiales terciarios de la Cuenca del Duero, para llegar a las cercanías del Sistema Central, que bordea por el Norte, atravesando los ríos Eresma y Pirón, siguiendo después por una banda encajada de materiales terciarios al Norte del Sistema Central. Finalmente alcanza los Altos de Barahona y cruza la divisoria entre las cuencas para verter en el río Tajo, justo aguas arriba de Entrepeñas. Todas las estaciones de bombeo disponen de dos depósitos de regulación diaria, aguas arriba y aguas abajo, para optimizar las horas de funcionamiento, salvo la elevación de cabecera, que solo cuenta con el de aguas abajo. No requiere la construcción de nuevos embalses. Se trata de una conducción planteada sin derivaciones intermedias hasta la cabecera del ATS.

Se han barajado tres trazados básicamente entre la comarca de Sayago y el Sistema Central. Se diferencian tanto en la longitud y altura de bombeo como en la geología del terreno atravesado. Una primera opción discurre a cota baja, prácticamente en su totalidad a través de los materiales terciarios de la cuenca del Duero hasta alcanzar la divisoria por los Altos de Barahona.

La segunda, a cota algo más alta por la Meseta, acorta la longitud de la primera en 20 km aproximadamente. Las características geológicas del terreno atravesado son más desfavorables, pues se aproxima más al Sistema Central, si bien se trata de tramo de escasa longitud en la zona del río Eresma. Después pasa a discurrir por una banda de materiales terciarios encajada entre rocas metamórficas. La altura de elevación es ligeramente inferior a la opción anterior. Tiene la ventaja de que permite dominar fácilmente los futuros embalses previstos de Bernardos, en el Eresma, y de Torreiglesias, en el Pirón, desde los cuales se abastecerán zonas regables cuyo desarrollo está previsto en el Plan de cuenca.

La tercera opción discurre a cota más alta que las dos anteriores e interfiere significativamente con el Sistema Central, lo que por una parte dificulta la obra civil, tanto por la geología como por la topografía del terreno y por otra aumenta significativamente el impacto ambiental. Además la longitud crece unos 40 km con



respecto a la primera opción, así como la altura de bombeo. También permite dominar los embalses indicados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se elige la segunda opción para el recorrido entre la comarca de Sayago, al Sur de Zamora y la vertiente Norte del Sistema Central. El siguiente obstáculo a salvar es el Sistema Central. Para ello se contemplan dos posibilidades: por los Altos de Barahona, bordeándolo por el Norte, o bien seguir el camino más directo cruzando por el puerto de Somosierra. Esta última se desestima tanto por su elevado impacto ambiental, puesto que requeriría atravesar los valles del Lozoya y Jarama, como por su dificultad topográfica, ya que supone atravesar una sucesión de valles (con las obras singulares asociadas) hasta alcanzar el cauce del Tajo aguas arriba de Entrepeñas. Igualmente también es más complicado desde el punto de vista geológico y requiere una mayor altura de elevación para acortar razonablemente la longitud del túnel de Somosierra. A continuación se incluye una figura en la que se refleja la traza finalmente adoptada.

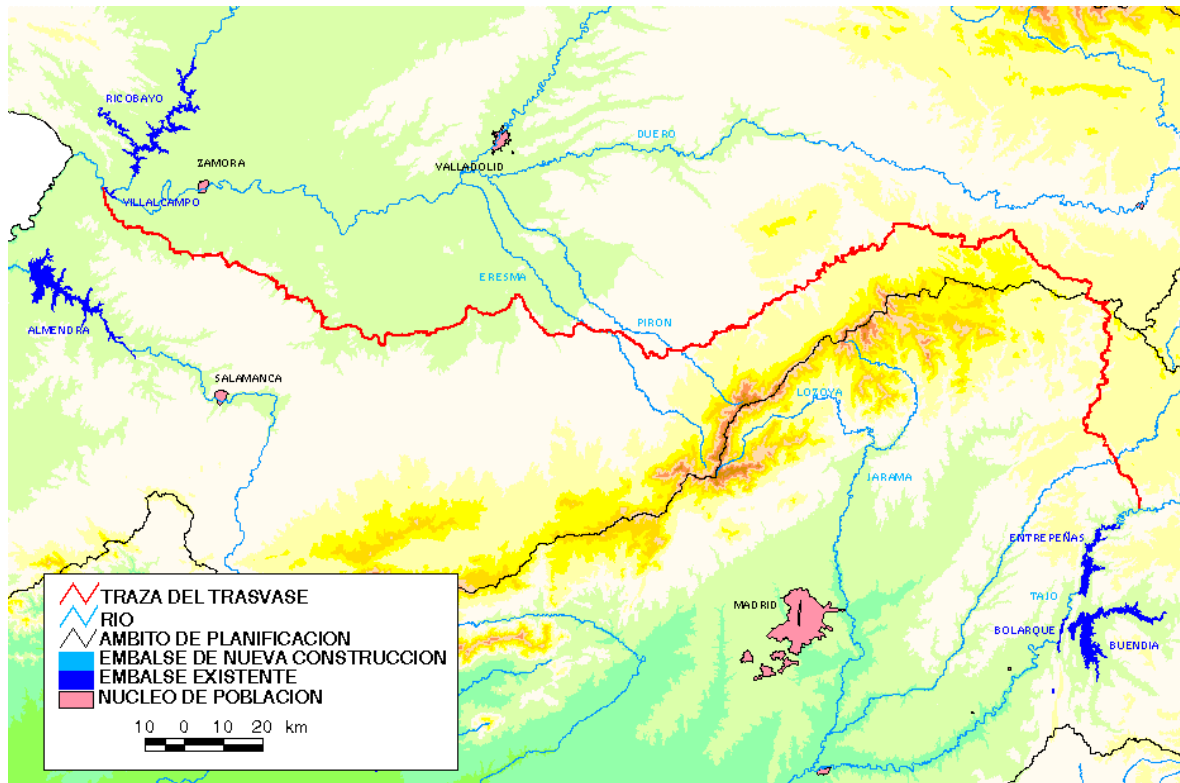


Figura 39. Plano de situación del trasvase Bajo Duero-Bolarque

La longitud total de la solución es de 538 km, de los cuales 7 km son de impulsión, 20 km de sifón, 27 km de acueducto, 42 km de túnel, 439 km de canal y 3 de turbinación. La altura geométrica total de bombeo es de 669 m. La altura total de turbinación es de 319 m, con los mismos saltos que las soluciones desde el Alto Duero y Duero Norte. Estas características se recogen en la figura adjunta.

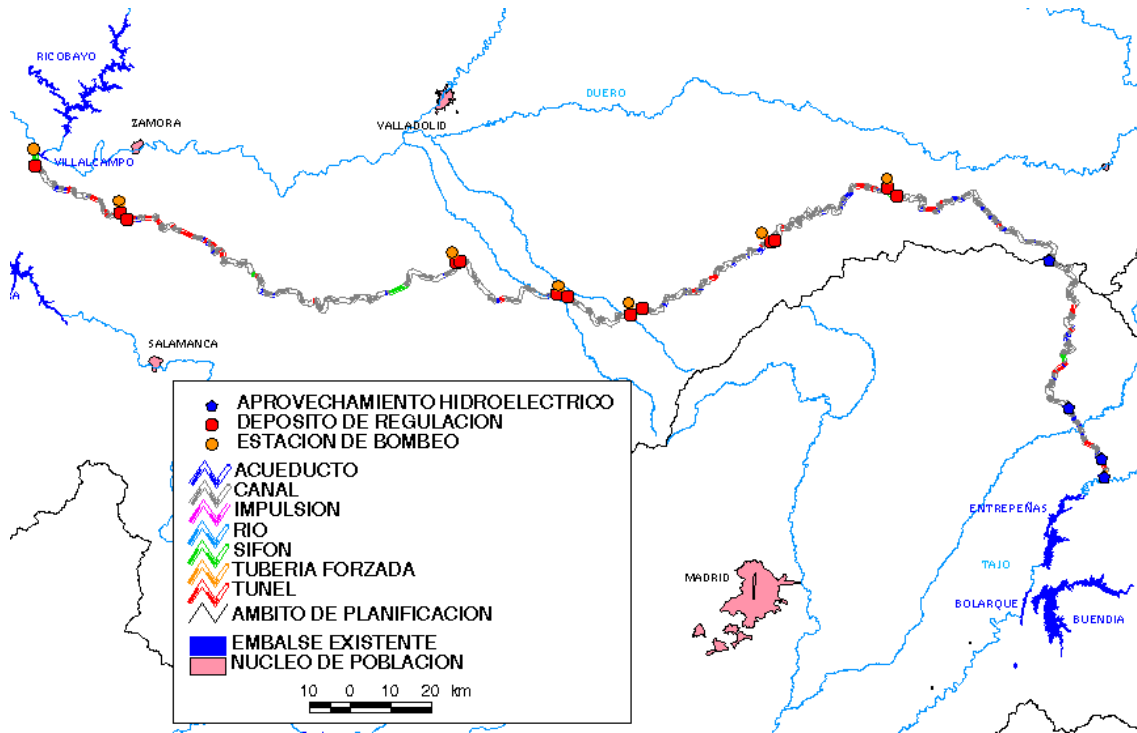


Figura 40. Características del trasvase Bajo Duero-Bolarque

La inversión inicial es inferior a la solución Norte, pero el coste unitario, debido al peor balance energético, es superior, aunque solo ligeramente.

Las afecciones hidroeléctricas que induce coinciden básicamente con la solución del Alto Duero, puesto que se ven afectados los mismo saltos importantes en el Bajo Duero y son inferiores a las de la solución Duero Norte, puesto que no se interfiere en la turbinación de Ricobayo. Da lugar a un incremento de producción en los saltos de Entrepeñas y Bolarque, al aumentar su aportación. Ambos componentes, afección y beneficio, se encuentran cuantificadas en el documento de costes básicos.

El impacto sobre el medio natural en lo que a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales coincide con las soluciones del Alto Duero y del Duero Norte, pues intersecta exclusivamente al Barranco del Dulce. Sin embargo, cabría estimar la afección al medio natural como inferior a la de la Solución Norte, puesto que la traza con origen en el Bajo Duero discurre por un terreno mucho más antropizado y, con frecuencia, a través de zonas cultivadas en secano. Cabe señalar que afecta significativamente al valle del río Riaza a lo largo de 14 km. Las afecciones ambientales de esta solución se analizan con detalle en el documento correspondiente.

La calidad del agua es inferior a la de la opción Norte, pero no es obstáculo para la viabilidad de la transferencia. Estos aspectos pueden verse con más detalle en el documento específico sobre esta materia.

Respecto al impacto sobre el medio socioeconómico conviene indicar que sobredimensionándose adecuadamente respecto a la necesidad de trasvase a la

cabecera del ATS, puede utilizarse para resolver déficits hídricos locales en la cuenca en un futuro. Esto es debido a que, como se indicó, el canal pasa próximo a los futuros embalses de Bernardos y Torreiglesias, desde los que se suministrará a dos zonas regables a desarrollar, que no pueden autoabastecerse con sus embalses reguladores. Esta solución, por tanto, puede presentar una utilidad futura para la propia cuenca.

Las soluciones Duero Norte y Bajo Duero son alternativas para conseguir un mismo objetivo: aportar recursos de la cuenca del Duero a la cabecera del ATS en mayor cuantía y con mayor garantía que desde el Alto Duero. Por tanto, de acuerdo con todo lo expuesto y atendiendo fundamentalmente a consideraciones medioambientales y económicas, se selecciona, entre la solución Duero Norte y el Bajo Duero, esta última. En la figura siguiente pueden verse las dos, destacándose la seleccionada. Se adjunta también una tabla resumen con las características de ambas.

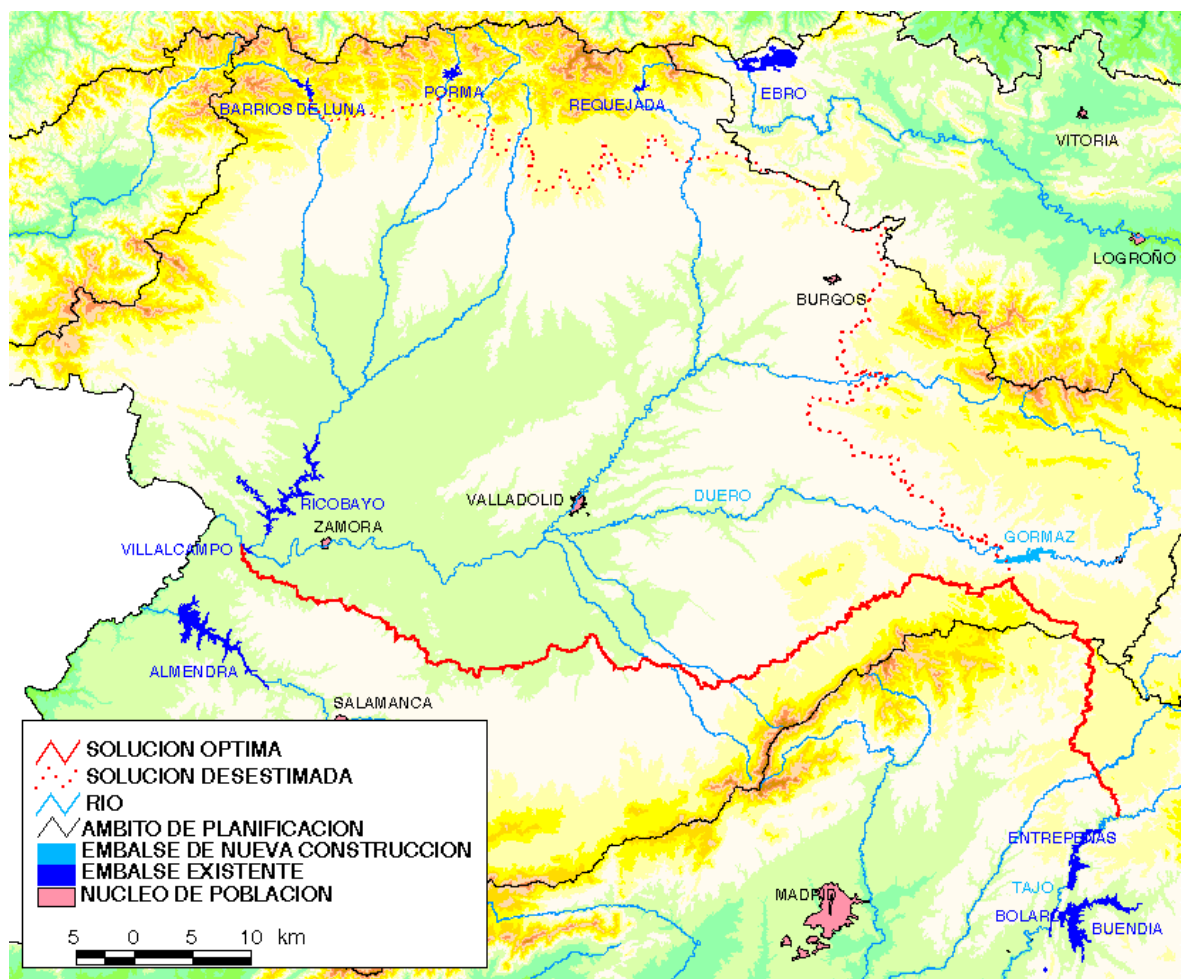


Figura 41. Solución óptima del trasvase Duero-Bolarque

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
DUERO-NORTE	850	366	319	TORÍO, CEA, CASTROVIDO,
BAJO DUERO	538	669	319	GORMAZ NINGUNO

Tabla 15. Características de las soluciones del Trasvase Duero-Bolarque

A efectos de su inclusión en el grafo global de circulación de agua, se considera como un único tramo, que comienza en el embalse de Villalcampo (nudo Bajo Duero) y termina justo aguas arriba del embalse de Entrepeñas, desde el cual llega a Bolarque (nudo Bolarque).

### **3.5. TRANSFERENCIAS TAJO-ATS**

Al igual que las transferencias Duero-Tajo, el objetivo de las transferencias Tajo-ATS es colaborar a la resolución del déficit estructural del Levante y Sureste aportando recursos complementarios al ATS para que este pueda alcanzar su máxima capacidad de proyecto, incrementando el volumen enviado hacia el Júcar, Segura y Sur. Incluso podría recrecerse ampliando su capacidad más allá de la de proyecto si esta opción fuese económicamente conveniente de acuerdo con los análisis de optimización descritos en el documento correspondiente.

En este caso los recursos pueden proceder del río Jarama, o bien de la cuenca media, en cuyo caso cabe diferenciar un posible origen en el Tiétar afluente del Tajo medio, o dos orígenes en el propio río Tajo, que son los de Toledo y Azután. En el caso del Jarama, la incorporación de recursos se produce en Bolarque o La Bujeda, mientras que en los otros casos la incorporación se produce en el ATS, a la altura de La Roda.

#### **3.5.1. JARAMA-ATS**

Su finalidad es aportar recursos del Jarama a la cabecera del ATS. Se plantean dos alternativas de trazado con el mismo origen pero destino diferente, el embalse de Bolarque en un caso y el de La Bujeda en el otro.

Los recursos se captan en el Jarama, aguas arriba de Aranjuez. En el punto de toma es seguro, en principio, que existirán caudales circulantes, debido a que se ubica aguas abajo de la incorporación al Jarama de las aguas residuales de Madrid. Diferente cuestión es la existencia de sobrantes derivables, tal y como se estudia en el correspondiente documento de análisis hidrológicos. A continuación se muestran las dos posibilidades mencionadas.

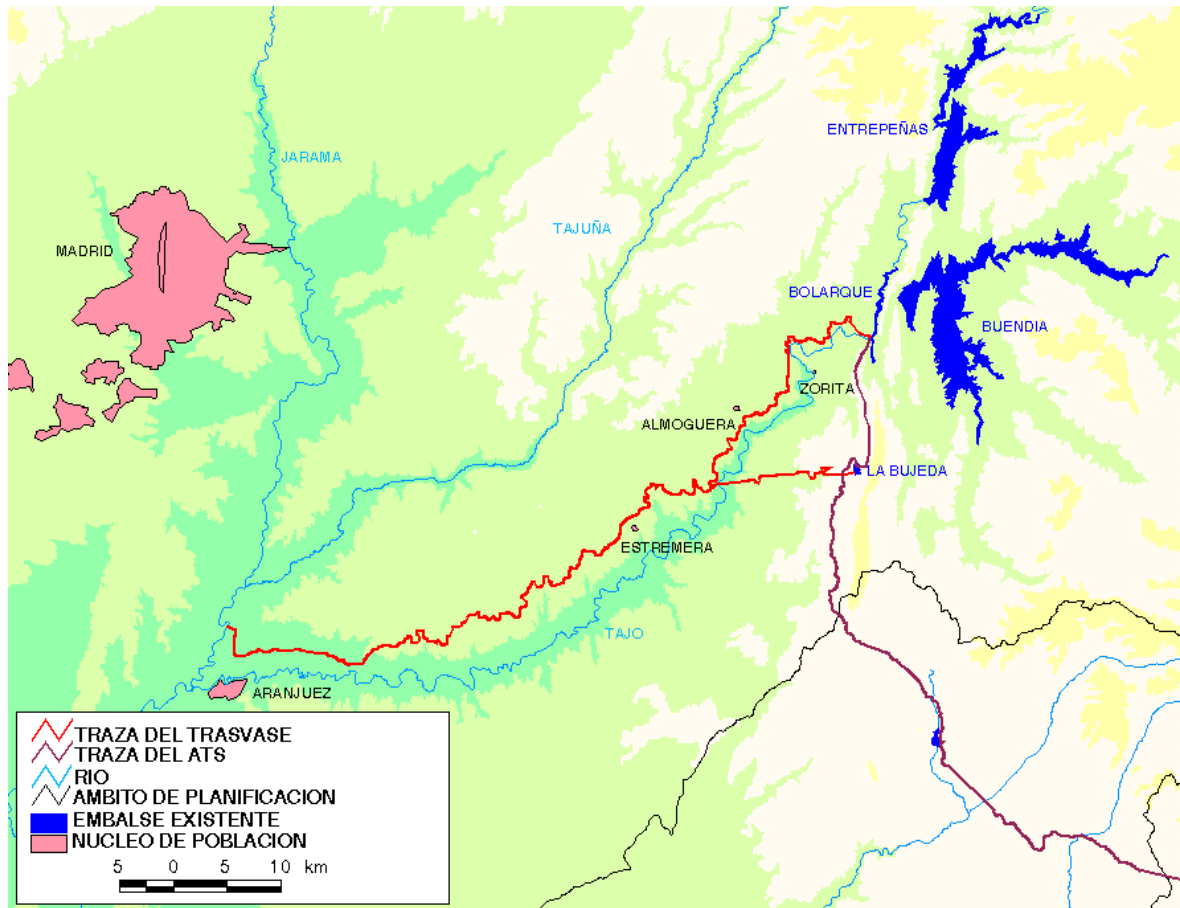


Figura 42. Plano de situación del trasvase Jarama-ATS

### 3.5.1.1. CONSIDERACIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

Merece especial comentario, común a las dos opciones puesto que comparten el origen, la calidad del agua. Se incluye una breve referencia, remitiendo al documento específico sobre esta materia para un análisis más detallado. La cuestión básica es que las aguas, aunque depuradas, requieren un tratamiento adicional en origen para mejorar su calidad. Ello representa un coste adicional tanto de primera inversión (exige la construcción de una planta de tratamiento) como, sobre todo, de explotación. Es de destacar también el efecto psicológico que esto puede suponer, considerando que una parte apreciable del agua se destinaría al abastecimiento de población. La calidad de este agua no tratada podría comprometer incluso la viabilidad de su empleo directo para riego.

Gráficamente el aspecto de la calidad puede resumirse diciendo que en el punto de derivación realmente no se tiene un río, sino un efluente de depuradora, que, pese a los muy importantes esfuerzos realizados en materia de depuración, acusa necesariamente en sus características las incidencias que ocurren en la explotación de las plantas que tiene aguas arriba.

La cabecera del Tajo, en cambio, dispone de agua de muy buena calidad, por lo que se estaría produciendo un empeoramiento considerable con la mezcla con el agua

trasvasada. Basta decir aquí que se trata, con diferencia, del origen más deficiente en cuanto a calidad de todos los considerados para las distintas transferencias, y que requeriría un tratamiento muy enérgico.

Se han barajado distintas soluciones consistentes en una sustitución de recursos, de manera que no se llegue a introducir agua de mala calidad en Bolarque. Esta interesante idea pretende básicamente liberar recursos de la cabecera del Tajo asociados al tramo de este río comprendido entre Bolarque y el Jarama, para que puedan ser derivados por el ATS, según se ha comentado ya en el capítulo de antecedentes.

En una primera fase propone suministrar con aguas del Bajo Jarama la demanda de refrigeración de la central nuclear de Zorita, en circuito abierto, que representa un volumen de 225 hm<sup>3</sup>/año, servido actualmente desde Bolarque. Ello permitiría garantizar también el caudal de 6 m<sup>3</sup>/s legalmente establecido para el Tajo a su paso por Aranjuez (equivalente a 190 hm<sup>3</sup>/año). Así es posible incrementar el volumen disponible para trasvasar por el ATS hacia el Sureste en 225 hm<sup>3</sup>/año. Los nuevos recursos serían de la misma calidad que los actuales, empeorándose a cambio la calidad del tramo de río Tajo comprendido entre Zorita y la desembocadura del Jarama, puesto que se estarían introduciendo parte de los retornos de las aguas residuales de Madrid en este tramo.

En definitiva el problema de la calidad persiste, pues así se evita trasladarlo a los usuarios del ATS, pero pasan a soportarlo los usuarios que antes disponían de buena calidad y que no reciben beneficio alguno, como es el caso de los riegos que derivan del Tajo en ese tramo, como por ejemplo, los regadíos de Estremera o Almoguera y el caudal legalmente establecido que debe mantenerse en Aranjuez.

Para materializar esta primera fase se requiere una elevación que tome aguas arriba de Aranjuez y que mediante el canal correspondiente vierta aguas arriba de Zorita. Aunque se apunta esta opción, no se desarrolla, pues no se considera aceptable que usuarios no beneficiados en principio por el trasvase vean empeorada la calidad de su recurso como consecuencia de él. En el caso de que se retomase esta solución sería conveniente arbitrar algún sistema de compensación para los usuarios del tramo Bolarque-Aranjuez.

### **3.5.1.2. JARAMA-BOLARQUE**

El punto de derivación es un azud de nueva construcción en el Jarama, próximo a su desembocadura en el Tajo y aguas abajo de la incorporación del Tajuña. Se capta a la cota 483 y es necesario llegar hasta la 642 de Bolarque.

Debido a la topografía y geología del terreno es preciso disponer dos elevaciones para ganar cota. Se evita así tanto una impulsión excesivamente larga como discurrir a lo largo del primer tramo por una zona de yesos terciarios. Tras derivar del azud se dispone una primera elevación que salva un desnivel de 47 m, cuya impulsión termina en un depósito de regulación.

A continuación sigue un tramo de canal que conduce a la elevación de Chirra, en la cual el agua es reimpulsada una altura geométrica de 147 m. Cuenta con depósito de

regulación a la entrada y a la salida para optimizar sus horas de funcionamiento. Desde ella se discurre por gravedad hasta el embalse de Bolarque, al que vierte a la salida de un túnel. El trazado discurre prácticamente paralelo al Tajo, a cota más elevada. No se requiere la construcción de embalse alguno.

La longitud de la solución es 117 km, de los cuales 3,5 km corresponden a impulsiones, 3 km a sifón, 2 km a acueducto, 1 km a túnel y 107,5 km a canal. La altura de bombeo hasta Bolarque es de 194 m y la de turbinación es nula, puesto que no es posible disponer salto alguno. Estas características se reflejan en la figura que se incluye en la primera figura del siguiente epígrafe.

A efectos comparativos con la solución que incorpora el agua a la Bujeda habría que considerar también la utilización del bombeo de Altomira, ya existente, en cabecera del ATS, lo que supondría aproximadamente salvar un desnivel adicional desde la llegada a Bolarque de 267 m.

Las afecciones hidroeléctricas no serían muy significativas siempre que no se superen un total de 600 hm<sup>3</sup>/año trasvasados aguas arriba de los saltos del Bajo Tajo, puesto que hasta esa cantidad ya fueron modificadas las concesiones por la construcción del ATS. No existe posibilidad de recuperación de energía. Si se supera esta cantidad, las afecciones, cuantificadas en el documento de costes básicos, tendría una repercusión apreciable, puesto que la detracción se produce aguas arriba de todos los saltos significativos del Tajo Medio y Bajo.

No interfiere sustancialmente con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales. Únicamente podría darse una afección mínima al Parque regional del Sureste de Madrid en el punto de ubicación del azud. Basta con desplazarlo ligeramente hacia aguas abajo para no caer dentro de los límites del Parque. Igualmente, parte del tramo final en túnel que vierte al embalse de Bolarque discurre bajo la ZEPA de la Sierra de Altomira. Las afecciones ambientales se analizan con detalle en el documento correspondiente.

Las consideraciones básicas sobre la calidad del agua ya se han efectuado en el apartado anterior. Cabe reiterar que los usuarios del tramo comprendido entre Bolarque y Aranjuez se verían perjudicados en mayor o menor medida sin recibir beneficio alguno. Ello es debido a que al incorporarse agua del Jarama a este embalse desde el que se suministran las demandas del tramo, inevitablemente se producirá un cierto grado de mezcla en función del tiempo de retención del agua en el embalse, reduciéndose la calidad del agua que reciben estos usuarios.

### **3.5.1.3. JARAMA-LA BUJEDA**

Esta opción comparte con la anterior los primeros 80 km. A partir de este punto acorta camino, cruzando el Tajo mediante un sifón elevado y vertiendo a La Bujeda. La longitud en este caso es de 99 km y la altura de elevación, de 460 m (en la solución anterior no se contabiliza la elevación de Altomira para llegar desde Bolarque a La Bujeda). Se parte de la cota 483 en Aranjuez y es necesario llegar a la 905 en La Bujeda.

Para ello, una vez cruzado el Tajo mediante acueducto o sifón elevado de 2.300 m de longitud, aguas arriba del azud de Estremera, en un punto en que la afección a los regadíos de la Vega es mínima, se disponen dos impulsiones de 149 m y 117 m respectivamente, que totalizan una altura adicional a la de la solución de Bolarque de 266 m. Es decir, el equivalente a la elevación de Altomira, con la diferencia de que aquella ya existe. En la primera de los dos nuevas elevaciones no se dispone depósito de regulación a la salida debido a que el tramo que la separa de la última estación de bombeo es muy corto y no compensa el coste de construcción de la balsa con el de sobredimensionamiento del canal respecto al caudal diario continuo.

La longitud total es de 98 km, reduciendo en 19 km la de la solución anterior. Está compuesta por 4 km de impulsión, 6 km de sifón, 5 km de acueducto, 1 km de túnel y 82 km de canal. La altura geométrica total de elevación es de 460 m y la de turbinación nula. En la figura adjunta pueden verse las características de las dos soluciones.

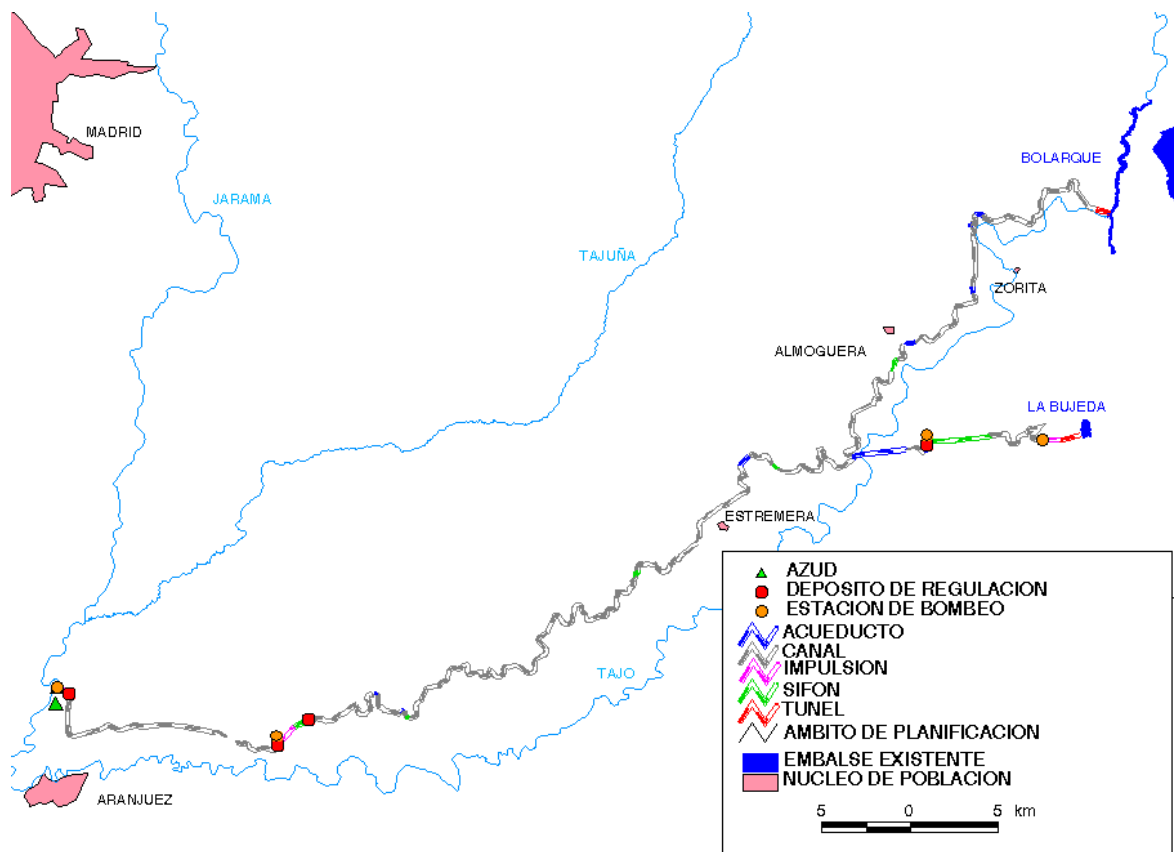


Figura 43. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS

A pesar de ser mas corta, debido a la magnitud de las dos elevaciones adicionales necesarias, la inversión inicial es más elevada que en la solución anterior.

Las afecciones hidroeléctricas son coincidentes con las de la solución anterior. En cuanto a las interferencias con espacios naturales protegidos actualmente declarados com tales, una vez cruzado el Tajo, la traza penetra una longitud considerable dentro de la ZEPA de la Sierra de Altomira, discurriendo tanto en tubería y túnel



com en canal a cielo abierto. Dentro del espacio se ubicaría también la cuarta elevación. Por tanto, la afección directa a este espacio sería mayor que con la opción anterior.

En cuanto a la calidad del agua, cabe destacar que esta solución es inocua para los usuarios del tramo del Tajo entre Bolarque y Aranjuez, puesto que las aguas del Jarama no tendrían contacto alguno con las de Bolarque si se cuida la explotación de la central reversible de Altomira. El detrimento de la calidad lo sufrirían los beneficiarios del trasvase y, en alguna medida, los usuarios del Júcar aguas abajo de Alarcón, embalse en el que nuevamente se produciría mezcla de aguas.

Teniendo en cuenta las consideraciones expuestas y atendiendo sobre todo a razones económicas se estima que la solución óptima entre ambas es la de Jarama-Bolarque. En la figura siguiente puede verse el trazado de las dos soluciones, con el primer tramo común, destacándose la óptima. En la tabla adjunta se resumen las principales características de ambas soluciones.

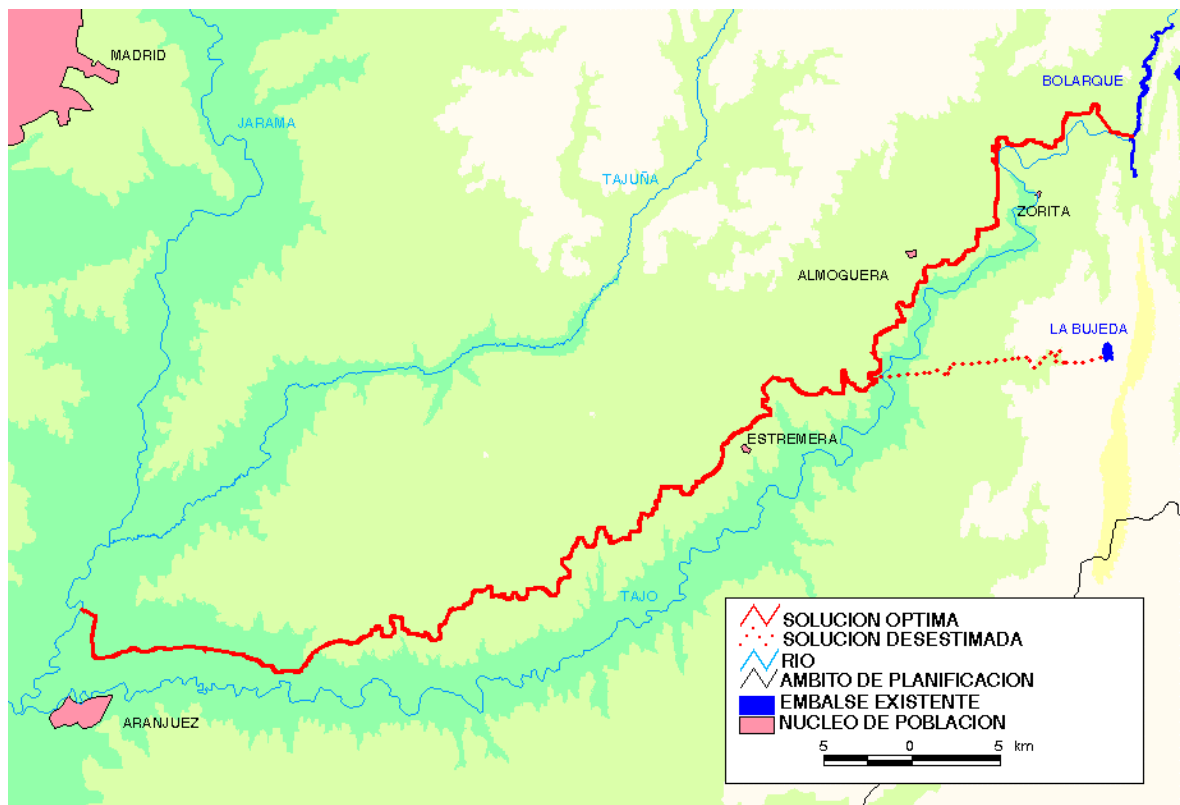


Figura 44. Solución óptima del trasvase Jarama-ATS

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
JARAMA-BOLARQUE	117	194	0	NINGUNO
JARAMA-BUJEDA	98	460	0	NINGUNO

Tabla 16. Características de las soluciones de trasvase Jarama-ATS

La solución óptima se considera integrada por un solo tramo a efectos de su inclusión en el grafo global de circulación de agua. Comienza en un azud en el río Jarama, aguas abajo de su confluencia con el Tajuña y termina en el embalse de Bolarque.

### **3.5.2. TRANSFERENCIAS DESDE EL TAJO MEDIO**

En este epígrafe se analizan las transferencias que tienen su origen en la zona media de la cuenca del Tajo, incluyendo dentro de ella tanto el sistema Tiétar, como los subsistemas Alberche y Tajo medio, de acuerdo con la terminología establecida en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo.

El objetivo de todas ellas es incorporar recursos al ATS. A diferencia de las analizadas en el epígrafe anterior, el punto de entrega más favorable en este caso, teniendo en cuenta la topografía, no es la cabecera del canal sino el entorno de La Roda.

Las posibles puntos de derivación son el Tiétar o el Alberche, que dan lugar a la alternativa Tiétar-la Roda que se analiza en primer lugar, o bien el propio Tajo aguas abajo de Toledo o en el embalse de Azután. Estas dos posibilidades, que derivan del cauce principal, se analizan en segundo lugar.

#### **3.5.2.1. TIÉTAR-LA RODA**

Como se indicó en los antecedentes, esta alternativa ha sido sugerida por la Comunidad Autónoma de Murcia. Su objetivo esencial inicial es garantizar el abastecimiento de las poblaciones del Sureste con agua de calidad, procedente de los ríos Tiétar o Alberche, afluentes del Tajo medio por la margen derecha. Se propone una conducción que transporte este agua hasta el ATS, al que se incorpora a la altura de La Roda.

En su concepción original, y tal y como se apuntó en los antecedentes, también permitía aportar caudales para la recuperación de las Tablas de Daimiel y para el abastecimiento de poblaciones de la llanura manchega, en la cabecera del Guadiana. Contribuía así a reducir la sobreexplotación del acuífero de la Mancha Occidental, fuente actual de suministro de estos núcleos. Estos usos representaban una pequeña parte del volumen trasvasado, proponiéndose destinar la mayoría al Sureste.

Sin embargo, de acuerdo con las conclusiones obtenidas al analizar el sistema del Alto Guadiana en el documento correspondiente, no se plantea ahora la ejecución de un trasvase desde el Tajo Medio con este fin, máxime teniendo en cuenta que está ya en desarrollo un proyecto para resolver el abastecimiento de los núcleos de la cabecera de esta cuenca con aguas derivadas del ATS. Por consiguiente, la única finalidad de esta transferencia pasaría a ser la aportación de recursos adicionales al ATS a la altura de La Roda para ser conducidos al Sureste.

La Comunidad Autónoma de Murcia concluyó en enero de 1997 un estudio del que, por su interés, se recogen a continuación las consideraciones más significativas en cuanto a trazado.

### **3.5.2.1.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA**

El punto de derivación propuesto es un azud de nueva construcción en el río Tiétar, aguas arriba del embalse de Rosarito, a la cota 375. En la elección del trazado juega un papel esencial no afectar directamente al Parque Nacional de Cabañeros, que se bordea por el Sur, como se verá después.

Se ha considerado también la captación en el embalse de Cazalegas en el río Alberche, a la cota 381, de manera que la conducción correspondiente confluiría con la del Tiétar justo antes de cruzar el Tajo a la altura del embalse de Azután, llegándose a la conclusión de que lo más ventajoso es derivar del Tiétar, debido tanto a las mayores disponibilidades como a la menor afección hidroeléctrica. Derivando del Alberche se detrae aguas arriba de los saltos de Azután, Valdecañas y Torrejón-Tajo, que no se ven perjudicados por la transferencia desde el Tiétar. Ello supone incrementar la afección en un 83%, lo que repercute negativamente en el coste unitario resultante.

### **3.5.2.1.2. SOLUCIONES DE TRAZADO**

Una vez fijado el punto de toma se han analizado tres posibilidades de trazado, que comparten los tramos inicial (hasta el embalse de Uso, de nueva construcción en el río del mismo nombre afluente del Tajo por su margen izquierda que desemboca en el embalse de Azután) y final (desde las Tablas de Daimiel a La Roda), diferenciándose en el tramo intermedio, que es el que puede afectar al Parque de Cabañeros.

La que discurre más al Norte es la de menor longitud. Desde el embalse de Uso se dirige hacia el río Bullaque, alcanzando a través de él el embalse de Torre de Abraham, que utiliza como elemento de regulación de todo el trasvase. Aguas abajo de este embalse continua hacia Ciudad Real y las Tablas de Daimiel. El tramo comprendido entre el embalse de Uso y el río Bullaque atraviesa Cabañeros a lo largo de 10 km. Es la alternativa de menor longitud, 444 km, pero de mayor altura geométrica de bombeo, 547 m, debido a que es preciso dominar la Torre de Abraham. Desde este embalse puede comunicarse con el de Gasset mediante una tubería ya construida y garantizar el suministro de Ciudad Real.

Otra posibilidad es discurrir algo más al Sur, prescindiendo de utilizar la Torre de Abraham como elemento de regulación de la conducción. Esto implica un aumento de la longitud de 68 km y una reducción de la altura de bombeo de 98 m frente a solución anterior, ya que la conducción principal no precisa dominar el embalse de Torre de Abraham. Por tanto, la primera inversión será superior, pero el coste unitario ligeramente inferior a la solución anterior. Sin embargo, se considera descartable por motivos ambientales, ya que supone atravesar Cabañeros a lo largo de 23,1 km.

Por último, se considera una alternativa que discurre aún más al Sur, bordeando por completo el Parque de Cabañeros. Esta solución prescinde por completo del Embalse de Torre de Abraham. El trazado resultante es 30 km más corto que el de la segunda opción, pero aumenta la altura de bombeo en 31 m. El trazado es más sencillo y no es necesario recurrir a tramos enterrados puesto que no se atraviesa Cabañeros, por lo que la reducción de inversión es considerable y, a pesar del pequeño aumento de la altura de bombeo, el coste unitario es ligeramente menor que el de la segunda opción. Con respecto a la primera opción, se produce un incremento de longitud de 38 km y una reducción de la altura de bombeo de 67m. Al igual que antes, el trazado es más sencillo, por lo que la primera inversión, a pesar del incremento de longitud es ligeramente inferior a la de la primera opción y el coste unitario, por tanto, también.

Por consiguiente, atendiendo a consideraciones ambientales y también económicas se elige la solución de trazado que bordea por completo el Parque de Cabañeros en el tramo intermedio de la conducción. A continuación se describe el trazado seleccionado, que se recoge en la figura siguiente.

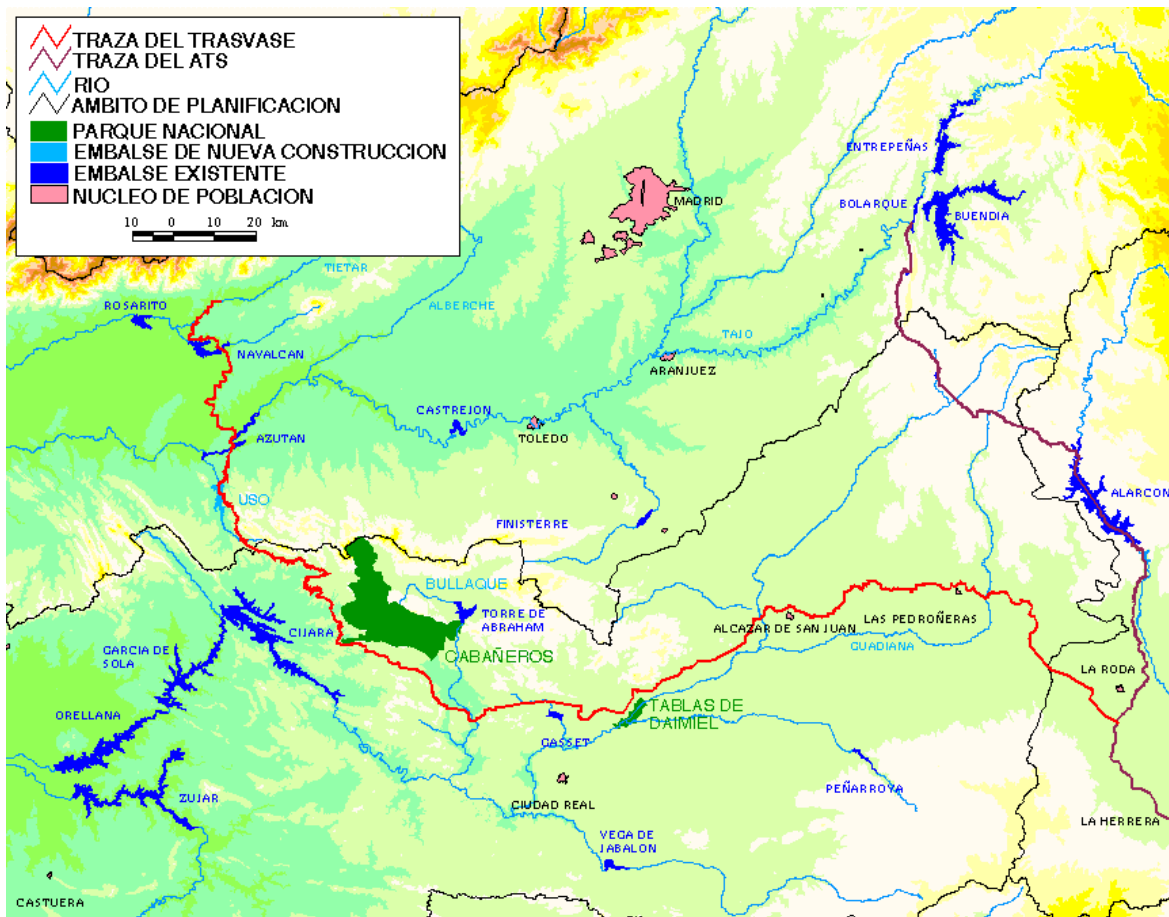


Figura 45. Plano de situación del trasvase Tiétar-La Roda

Una vez derivadas las aguas del Tiétar, son conducidas por gravedad hasta la elevación de Navalcán, primera de las ocho estaciones de bombeo, que distribuidas a lo largo de los 485 km de la conducción permiten la llegada de las aguas hasta el

ATS a la altura de La Roda, con una altura de elevación de 512 m y desde allí hasta el Sureste. La cota de captación es la 375 y la de llegada al ATS, la 710.

La conducción, en canal a cielo abierto, cruza el río Tajo a la altura del embalse de Azután, desembocando después en el embalse de Uso, de nueva construcción, en el río del mismo nombre, afluente del Tajo por la margen derecha. Nada más cruzar el Tajo el agua es bombeada en una elevación próxima al núcleo de Aldeanueva de Barbarroya. El cruce del embalse de Azután se realiza aprovechando un acueducto ya existente de la plataforma del ferrocarril Talavera-Villanueva de la Serena, sobre la que nunca llegaron a tenderse las vías.

Es importante aprovechar esta infraestructura por tratarse de un entorno protegido, minimizando así la afección ambiental. Ello implica cruzar a una cota más baja que con la que puede alcanzarse el embalse, impuesta por el cruce de la divisoria entre el Tiétar y el Guayervas. Así, a la margen derecha de Azután se llega a la cota 388 aproximadamente y el acueducto está a la cota 372,3. Por tanto, caso de ser finalmente elegida esta transferencia cabría analizar el interés de disponer un pequeño salto hidroeléctrico del orden de 10 m. Otra posibilidad es que el acueducto se sustituyera por un sifón elevado soportado por la estructura existente, de manera que la elevación que se encuentra una vez salvado el embalse pudiera tomar en carga, ahorrándose así unos 15 m de altura manométrica. En el trazado valorado se ha dispuesto una rápida para la disipación de la energía, tal como figura en el estudio preliminar indicado.

Desde el embalse de Uso, rodeando Cabañeros por el Sur, la traza continua atravesando la llanura manchega por el Norte del embalse de Gasset, Las Tablas de Daimiel, Alcázar de San Juan y Las Pedroñeras, para enlazar con el ATS a la altura de la Roda. Los puntos señalados corresponden aproximadamente con la ubicación de las estaciones elevadoras.

La capacidad del embalse de Uso, concebido como regulación de la derivación desde el Tiétar, depende del volumen que se derive. Tal como se indica en el documento donde se analiza la Cuenca del Tajo, para volúmenes transferidos iguales o inferiores a 100 hm<sup>3</sup>/año podría llegar a prescindirse de toda regulación, si bien ello implica un sobredimensionamiento de la conducción de varios órdenes de magnitud del caudal continuo correspondiente al volumen derivado. Por tanto, teniendo en cuenta que la longitud de la transferencia Tiétar-La Roda a partir del embalse de Uso es de 400 km aproximadamente -con lo que el coste de tal sobredimensionamiento superaría con creces el de la construcción de la presa-, se mantiene el embalse de Uso tal como se indica en el estudio anteriormente indicado. De este modo solo debe sobredimensionarse el tramo entre el Tiétar y dicho embalse.

Por otra parte, contar con esta presa permitiría regular recursos adicionales, los del propio río Uso. Así se reduciría el volumen que sería necesario derivar desde el Tiétar, siempre que la calidad del agua fuera comparable. En principio no parece probable que aguas arriba de la presa de Uso existan vertidos que alteren las condiciones naturales, puesto que los núcleos de población existentes en la cuenca vertiente son escasos y con poca población. Sería posible entonces disminuir el coste energético, puesto que parte del volumen conducido hasta el ATS prescindiría de las

elevaciones de Navalcán y Aldeanueva, que representan 186 m de altura geométrica. Cuantificar la repercusión económica de este ahorro requiere conocer con detalle la explotación de la transferencia (períodos y volúmenes de derivación), por lo que cae fuera del alcance de este Plan Hidrológico nacional y debe ser considerado en fases posteriores. Por ello, no se ha tenido en cuenta en la valoración económica efectuada en el documento correspondiente.

La longitud total de esta solución es de 484 km, de los cuales, 11 km corresponden a impulsiones, 10 km a sifones, 16 km a acueductos, 6 km a túneles y 441 km a canal. La altura total de elevación es de 512 m a lo largo de ocho elevaciones y la de turbinación, nula. La figura que se incluye a continuación refleja las características básicas de la conducción.

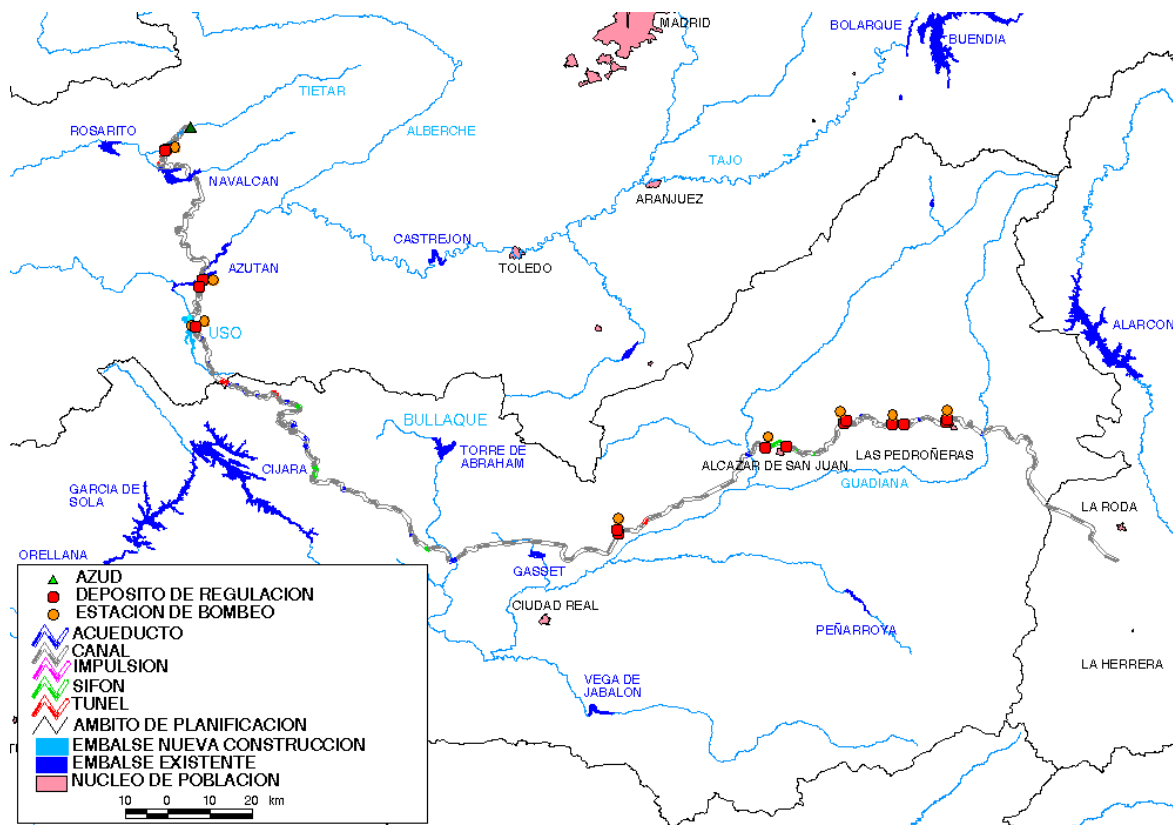


Figura 46. Características del trasvase Tiétar-La Roda

Las afecciones hidroeléctricas son menores que en las restantes derivaciones de la cuenca del Tago, puesto que aunque introducen nuevos puntos afectados, como son el embalse de Rosarito y el de Torrejón Tiétar, no se ven perjudicados otros saltos importantes, como los de Castrejón, Azután o Torrejón-Tago. Están cuantificadas en el documento de costes básicos. No existe posibilidad de recuperación de energía.

En cuanto a las afecciones al medio natural, la interferencia con espacios naturales protegidos se recoge en el documento correspondiente. Únicamente se señala aquí que se afecta a los espacios de Navalcán y Azután, al atravesarlos perpendicularmente en acueducto, así como la ZEPA del Valle del Tiétar, embalse de Rosarito y Navalcán, que se contornea a lo largo de 11 km y se atraviesa a lo largo de 21 aproximadamente. Esta afección es, en principio, inevitable manteniendo

el punto de captación. Igualmente se atraviesa a lo largo de 7 km las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas, que constituyen otro espacio protegido. Estas dos interferencias se producen antes de atravesar en acueducto el embalse de Azután. Asimismo, como ya se ha señalado, se discurre muy próximo al Parque de Cabañeros (350 m desde su perímetro), aunque sin atravesarlo.

Para su integración en el grafo de flujos globales, esta solución se ha dividido en cuatro tramos (los tres últimos coincidentes con las derivaciones previstas en el proyecto inicialmente elaborado por la Comunidad Autónoma de Murcia), que son los siguientes y cuyas características detalladas pueden encontrarse en el documento de costes básicos:

- Tiétar-Aldeanueva: comienza en el azud de derivación en el Tiétar y termina en la elevación aguas abajo del acueducto mediante el que se cruza el embalse de Azután.
- Aldeanueva-Daimiel: comienza en la elevación aguas abajo del acueducto de Azután y termina en la elevación de las Tablas de Daimiel. Incluye como regulación intermedia el embalse de Uso.
- Daimiel-Mancha Occidental: se inicia en la elevación de las Tablas de Daimiel y concluye en la de Alcázar de San Juan.
- Mancha Occidental- La Roda:: parte de la elevación de Alcázar de San Juan para terminar en la incorporación al ATS en La Roda.

### **3.5.2.2. TRANSFERENCIAS CON ORIGEN EN EL PROPIO RÍO TAJO**

Existen dos puntos posibles de derivación, como ya se ha señalado anteriormente, el embalse de Azután y el río Tajo a la altura de Toledo.

#### **3.5.2.2.1. EMBALSE DE AZUTÁN**

Como se ha descrito en los Antecedentes, este embalse, situado en el Tajo aguas abajo de la confluencia del Alberche, ha sido propuesto como origen de transferencias destinadas al Guadalquivir y al Guadiana. Sin embargo, presenta interés igualmente, una vez abandonados estos destinos, como fuente de una transferencia destinada a completar los recursos del ATS, al que podría incorporarse a la altura de la Roda, siguiendo el trazado Tiétar-La Roda antes descrito.

También podría estudiarse un recorrido alternativo, puesto que se abandona la idea de suministrar agua a Ciudad Real y a las Tablas de Daimiel, que en vez de atravesar la divisoria Tajo-Guadiana remontado el río Uso, siguiera primero paralela al cauce del Tajo por la falda Norte de los Montes de Toledo, para atravesarlos después a cota algo más baja que al traza Tiétar-La Roda y por un terreno menos movido en el entorno del municipio de Turleque.

La alternativa que se plantea aquí derivando desde Azután consiste en aprovechar el trazado Tiétar-La Roda antes descrito. Dicha traza atraviesa el embalse de Azután

en acueducto a la cota 372 y nada más hacerlo dispone una elevación de 150 m de altura geométrica desde la cual se llega al embalse de Uso.

Por tanto, lo único que es necesario añadir es una elevación que tenga en cuenta la carrera del embalse y la altura del acueducto sobre el máximo nivel normal del embalse (cota 354). La cota de toma del bombeo sería la 343, por debajo de la cual el volumen almacenado es muy reducido. Esto supone incrementar la altura de bombeo en 29 m.

Por tanto, las únicas modificaciones que implica derivar directamente desde Azután frente a hacerlo desde el Tiétar son la supresión de la conducción entre el Tiétar y este embalse (tramo Tiétar-Aldeanueva de 76 km de longitud), así como la incorporación de un pequeño tramo constituido por la estación de bombeo y la impulsión que salva el desnivel de 29 m entre la cota de captación del embalse de Azután y la de entrada a la elevación de Aldeanueva, en la que comienza el tramo siguiente Aldeanueva-Daimiel. Esta tramificación se realiza a efectos de coste y de esquema de optimización. En caso de resultar elegida esta alternativa, se dispondría una sola elevación de 180 m de altura geométrica desde el embalse de Azután.

Al igual que en la derivación desde el Tiétar es necesario contar con el embalse de Uso para regular la derivación, de manera que el sobredimensionamiento corresponda exclusivamente a la conducción entre el embalse de Azután y el de Uso. La capacidad necesaria de esta conducción es del orden del triple del caudal continuo, al igual que en el caso de derivar desde el Tiétar, según se indica en el documento dedicado al análisis del sistema de explotación de la cuenca del Tajo.

Captar el agua en Azután tiene sustanciales ventajas desde el punto de vista de las afecciones a espacios naturales protegidos frente a derivar del Tiétar. Ello obedece a que se evita intersectar tanto la ZEPA del Valle del Tiétar y embalses de Rosarito y Navalcán, como las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas. Se mantiene el resto de afecciones, que no son tan directas como las mencionadas. Estos aspectos se analizan con más detalle en el documento específico dedicado a esta materia.

En cambio, en lo que a la calidad del agua se refiere, derivar desde Azután es claramente más desfavorable, hasta el punto que, según se indica en el documento específico, sería necesario un tratamiento en origen para, como mínimo, reducir el contenido de fósforo, lo que aumenta considerablemente el coste unitario.

Al igual que en el caso del Tiétar-La Roda, contar con el embalse de Uso permite reducir el coste energético, puesto que podría contarse con sus aportaciones propias, prescindiendo de 180 m de elevación desde Azután. En esta ocasión, a esta ventaja se le añade que la mezcla del agua derivada desde Azután con la del río Uso en el embalse puede suponer una mejora que reduzca la intensidad del tratamiento necesario en origen (según se justifica en el documento específico sobre esta materia), abaratando el coste del proceso. Esta mejora debe ser objeto de estudio en fases posteriores, puesto que requiere conocer con detalle la forma de explotación de la transferencias (períodos y volúmenes de derivación). Por ello, no se ha tenido en cuenta en la valoración económica de la alternativa.

Las afecciones hidroeléctricas también son mayores que en el caso de derivar desde el Tiétar, aunque menores que en el caso de captar desde el Jarama o desde el Tajo en



Toledo, puesto que el volumen derivado no podría turbinarse en la central de Azután. La valoración correspondiente se encuentra en el Documento de costes.

Para su integración en el grafo global, esta solución se ha dividido en los cuatro tramos siguientes, que, salvo el primero coinciden con los de la alternativa Tiétar-La Roda:

- Azután-Aldeanueva: corresponde a la elevación de 29 m de altura geométrica que toma del embalse de Azután y conecta con la elevación del Tajo de la alternativa Tiétar-La Roda (situada nada más cruzar el embalse en acueducto), para seguir a partir de aquí el mismo trazado que ésta.
- Aldeanueva-Daimiel: comienza en la elevación aguas abajo del acueducto de Azután y termina en la elevación situada a la altura de Las Tablas de Daimiel. Incluye el embalse de Uso como elemento de regulación intermedia.
- Daimiel-Mancha Occidental: se inicia en la elevación de las Tablas de Daimiel y concluye en la de Alcázar de San Juan.
- Mancha Occidental- La Roda: parte de la elevación de Alcázar de San Juan para terminar en la incorporación al ATS en La Roda.

#### **3.5.2.2.2. RÍO TAJO EN TOLEDO**

El Tajo aguas abajo de Toledo fue propuesto como origen de una transferencia destinada a la cabecera del Guadiana, tal como se expuso en los Antecedentes. Una de las posibilidades presentadas por Marín, contemplaba el transporte de los recursos captados hasta la zona de Alcázar de San Juan para ser empleados para riego, sustituyendo así a los extraídos del Acuífero de la Mancha Occidental y contribuyendo de esta manera a su recuperación. El volumen derivado se regulaba en el embalse de Finisterre, sobre el Algodor, ya existente y con capacidad disponible, dando mayor flexibilidad al funcionamiento del trasvase.

De acuerdo con lo indicado en el análisis del Alto Guadiana ahora no se estima necesario un trasvase con la finalidad anterior. Sin embargo, puesto que existen recursos disponibles, la idea propuesta mantiene su interés, pero siendo ahora el destino del volumen derivado aportar recursos adicionales al ATS a la altura de La Roda.

Para ello, se construiría un trasvase entre el Tajo aguas abajo de Toledo y Alcázar de San Juan, prolongando la traza propuesta por Marín hasta enlazar con la alternativa Tiétar-La Roda en la balsa de regulación de salida del bombeo de la elevación de Alcázar de San Juan prevista en este último trazado. A continuación se describe el recorrido desde la derivación del Tajo, que puede verse en la figura siguiente.

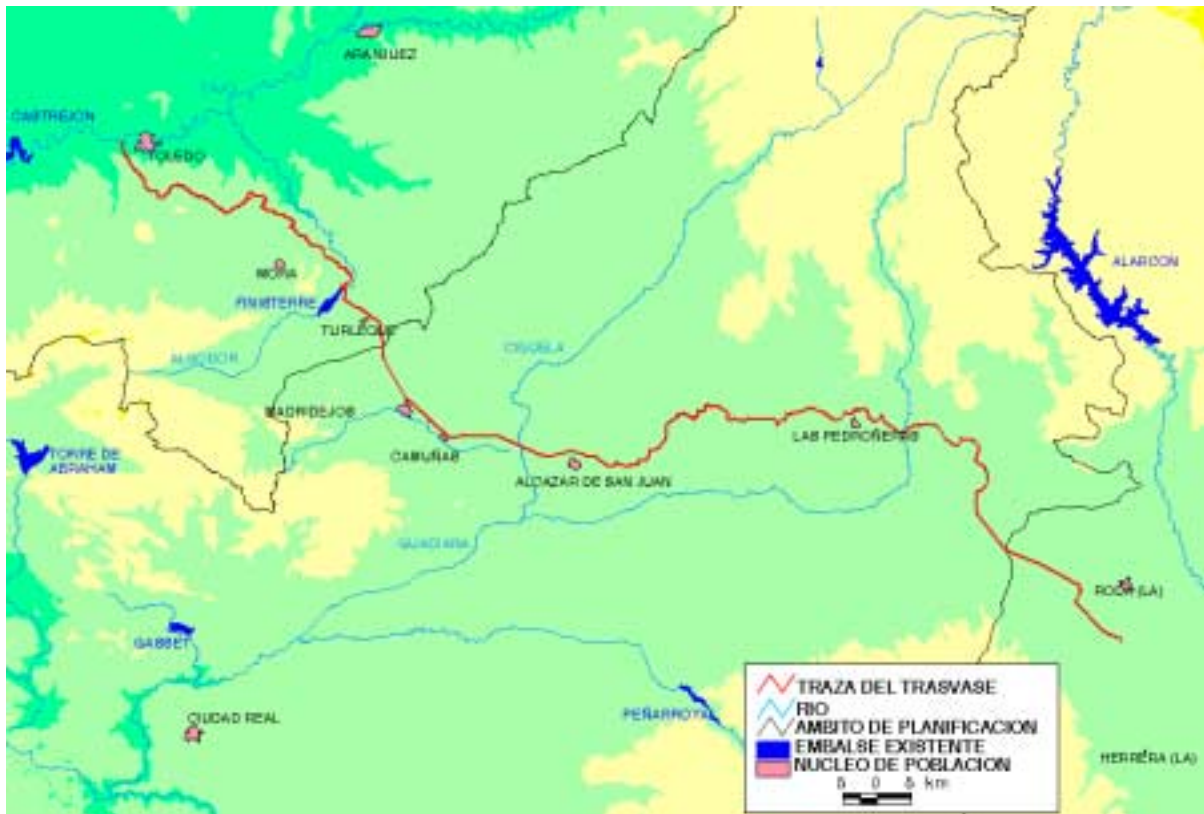


Figura 47. Plano de situación del trasvase Tajo en Toledo-La Roda

La captación tiene lugar desde un azud existente en el Tajo, unos 5 km aguas abajo de su paso por Toledo. Tras el azud, a la cota 437, la altura inicial de elevación total se consigue con dos bombeos dispuestos uno a continuación del otro. Se fracciona la elevación para reducir a límites razonables la longitud de la impulsión que sería necesaria si se dispusiera un solo bombeo debido a la topografía del terreno. Puesto que ambas están muy próximas, no se ha previsto un depósito de regulación aguas arriba de la segunda, construyéndose una balsa de modulación diaria a la salida.

La primera elevación salva un desnivel de 183 m y la segunda, dispuesta casi inmediatamente aguas abajo, de 67 m, alcanzando la cota 687, desde donde discurre por gravedad hasta el embalse de Finisterre, al que vierte el volumen trasvasado a la cota 679. La utilización de este embalse es factible sin interferir con la regulación de sus propias aportaciones porque estas son muy reducidas en comparación con su capacidad (133 hm<sup>3</sup>). La longitud de la conducción hasta el embalse de Finisterre es de 62 km. Este embalse permite regular la derivación en Toledo, de manera que el sobredimensionamiento de capacidad de transporte frente al caudal continuo correspondiente al volumen derivado que puede exigir la irregularidad del Tajo en Toledo, según se indica en el Documento dedicado al análisis de la cuenca del Tajo, desaparece a partir de él.

El volumen regulado en este embalse continua hacia aguas abajo mediante un bombeo que salva un desnivel de 41 m, entre la cota 662 y la 703, necesaria para cruzar la divisoria Tajo-Guadiana. La cota 662 se elige por ser muy reducido el volumen embalsado por debajo de ella.

Desde la elevación se sigue el trazado propuesto por Marín hasta el PK 90 aproximadamente. Allí, justo aguas arriba del sifón que cruza el río Amarguillo, se abandona, dirigiéndose hacia Alcázar de San Juan siguiendo prácticamente el trazado de la carretera entre este núcleo y Madridejos.

Primero discurre en canal a cielo abierto 6 km, sobrepasando el pueblo de Camuñas, transformándose después en un sifón de 20 km que enlaza con la traza de la transferencia Tiétar-La Roda a la altura de la balsa de salida de la elevación de Alcázar de San Juan prevista en esta última. El tramo comprendido entre Finisterre y la conexión con el trazado Tiétar-La Roda tiene una longitud de 56 km.

La longitud total entre Toledo y Alcázar de San Juan es de 117 km, de los cuales 4 km son de impulsión, 85 km de canal a cielo abierto y 28 km de sifón. La altura total de bombeo en este tramo es de 291 m. No existe posibilidad de recuperar energía mediante aprovechamientos hidroeléctricos.

El resto de la conducción hasta enlazar con el ATS en La Roda coincide con el tramo Mancha Occidental-La Roda de la alternativa que partiendo del Tiétar enlaza con el ATS. Esta coincidencia no es completa, puesto que en la alternativa que parte del Tiétar, el tramo Mancha Occidental-La Roda empieza en la toma de la elevación de Alcázar de San Juan y termina en La Roda. En cambio, en el presente caso, la elevación de Alcázar no es necesaria, disponiéndose de cota suficiente desde el bombeo de Finisterre para enlazar directamente con la balsa de salida de Alcázar (cota 681,5).

La altura geométrica de la elevación de Alcázar es de 41 m, que coincide con la del bombeo de Finisterre. El caudal también es el mismo en ambos casos. Por ello, exclusivamente a efectos de la valoración incluida en el Documento de Costes y con la finalidad de mantener un único tramo Mancha Occidental-La Roda, no se considera la elevación de Finisterre en el tramo Toledo-Alcázar de San Juan. Esta elevación, a efectos de coste exclusivamente es sustituida por la de Alcázar, con la misma altura geométrica y el mismo caudal. En todo caso así se está del lado de la seguridad en cuanto a costes, puesto que la impulsión de Alcázar es más larga que la de Finisterre y requiera balsa a la entrada y a la salida, mientras que la de Finisterre solo lo hace a la salida.

Desde la balsa de salida de Alcázar de San Juan hasta la conexión con el ATS, la longitud total es de 134 km, de los cuales 5 km corresponden a impulsiones, 1 km a sifones, 1 km a acueductos y 127 km a canal. La altura total de elevación es de 68m, distribuida en las tres elevaciones siguientes: el Toboso, Mota del Cuervo y Las Pedroñeras, cuyas características detalladas pueden encontrarse en el documento de costes.

Por tanto, la longitud total entre Toledo y La Roda asciende a 251 km, de los cuales 9 km corresponden a impulsión, 29 km a sifón, 1 km a acueducto y 212 a sifón. La altura geométrica total de elevación es de 359 m.

La detracción de caudales afecta a todos los saltos del Tajo Medio y Bajo, al igual que la transferencia Jarama-Bolarque, ocasionando las mismas afecciones hidroeléctricas que ella, cuantificadas en el documento correspondiente.

El trazado entre Toledo y Alcázar de San Juan no interfiere con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales. Desde Alcázar de San Juan presenta los mismos problemas ambientales que la alternativa Tiétar-La Roda, puesto que coincide con ella. Este extremo se analiza con detalle en el Documento correspondiente. Cabe destacar que elimina todos los problemas ambientales originados por esta alternativa relativos a la ZEPA del Valle del Tiétar y embalses de Rosarito y Navalcán, al espacio protegido de las Llanuras de Oropesa, Lagartera, Calera y Chozas, así como a los Parque Nacionales de Cabañeros y Las Tablas deDaimiel.

La calidad en origen es deficiente, puesto que aún está muy próxima la incorporación del Jarama con los vertidos de las aguas residuales de Madrid y más próxima aún la incorporación de los vertidos de Toledo. La contaminación orgánica es por tanto elevada por lo que es necesario estudiar con detalle el riesgo de contaminación de los medios que atraviese y disponer el tratamiento adecuado en origen, que, como mínimo, deberá eliminar fósforo. Este aspecto se analiza con más detalle en el Documento dedicado a la calidad del agua.

Para su integración en el grafo de circulación general se supondrá que está constituida por los dos tramos siguientes:

- Toledo-Mancha Occidental: realmente discurre entre el azud de derivación en el Tajo en Toledo y la balsa de salida de la elevación de Alcázar de San Juan de la alternativa Tiétar la Roda y requiere tres elevaciones, dos en origen y una en el embalse de Finisterre. Como ya se ha indicado, a efectos de su integración en el grafo y de análisis de costes, se prescinde de la elevación de Finisterre, sustituyéndola por la de Alcázar de San Juan en el tramo siguiente. Se considerará que termina en la balsa de toma de la elevación de Alcázar del tramo Mancha Occidental-La Roda.
- Mancha Occidental- La Roda: coincidente con el mismo tramo de la transferencia Tiétar-La Roda, entre la elevación de Alcázar de San Juan y el ATS.

### **3.6. MODIFICACIONES DEL ATS**

En este apartado se describen las modificaciones que se considera conveniente introducir en el ATS, tanto con la necesidad de transporte máximo actual como en el caso de la ampliación hasta el máximo de proyecto, que asciende a unos 900 hm<sup>3</sup>/año, suponiendo siempre que se dejan libres 1'5 meses para labores de mantenimiento y conservación. Algunas de las modificaciones son imprescindibles si se pretende que se alcance dicha capacidad máxima.

Dentro de las modificaciones posibles, en el documento correspondiente se ha analizado el coste que supondría incrementar la capacidad del ATS por encima del máximo de proyecto, bien recreciendo la conducción existente o incluso haciendo una nueva, de acuerdo con los criterios allí expuestos.

La actuación imprescindible para superar los límites actuales es la eliminación del estrangulamiento del túnel del Picazo (modificando su régimen o procediendo a su expropiación), o la construcción del nuevo túnel de Tébar.

Asimismo, con vistas a una mejora en las posibilidades de regulación en el Segura se ha propuesto como conveniente la ejecución del túnel de conexión entre los embalses de Talave y Cenajo, lo que puede considerarse una extensión del ATS o una obra propia de la cuenca del Segura. Sin perjuicio de su posible utilidad en este sentido se podría además generar energía con un salto en la entrega, y mejorar la calidad del agua impidiendo su paso por terrenos salinos en el río Mundo, muy ricos en sulfatos. Esta obra ha sido objeto de numerosos estudios y se encuentra programada entre las actuaciones a desarrollar por la Sociedad de aguas de la cuenca del Segura.

Dentro de las obras convenientes, aunque no imprescindibles, se incluyen también las centrales hidroeléctricas, cuya ejecución ya se previó en su día, pero que no llegó a materializarse. Se trata de cinco saltos. En los apartados que siguen se detallan cada una de las actuaciones mencionadas. A continuación se incluyen dos figuras en las que puede verse la situación actual del ATS, y una vez realizadas las modificaciones indicadas.

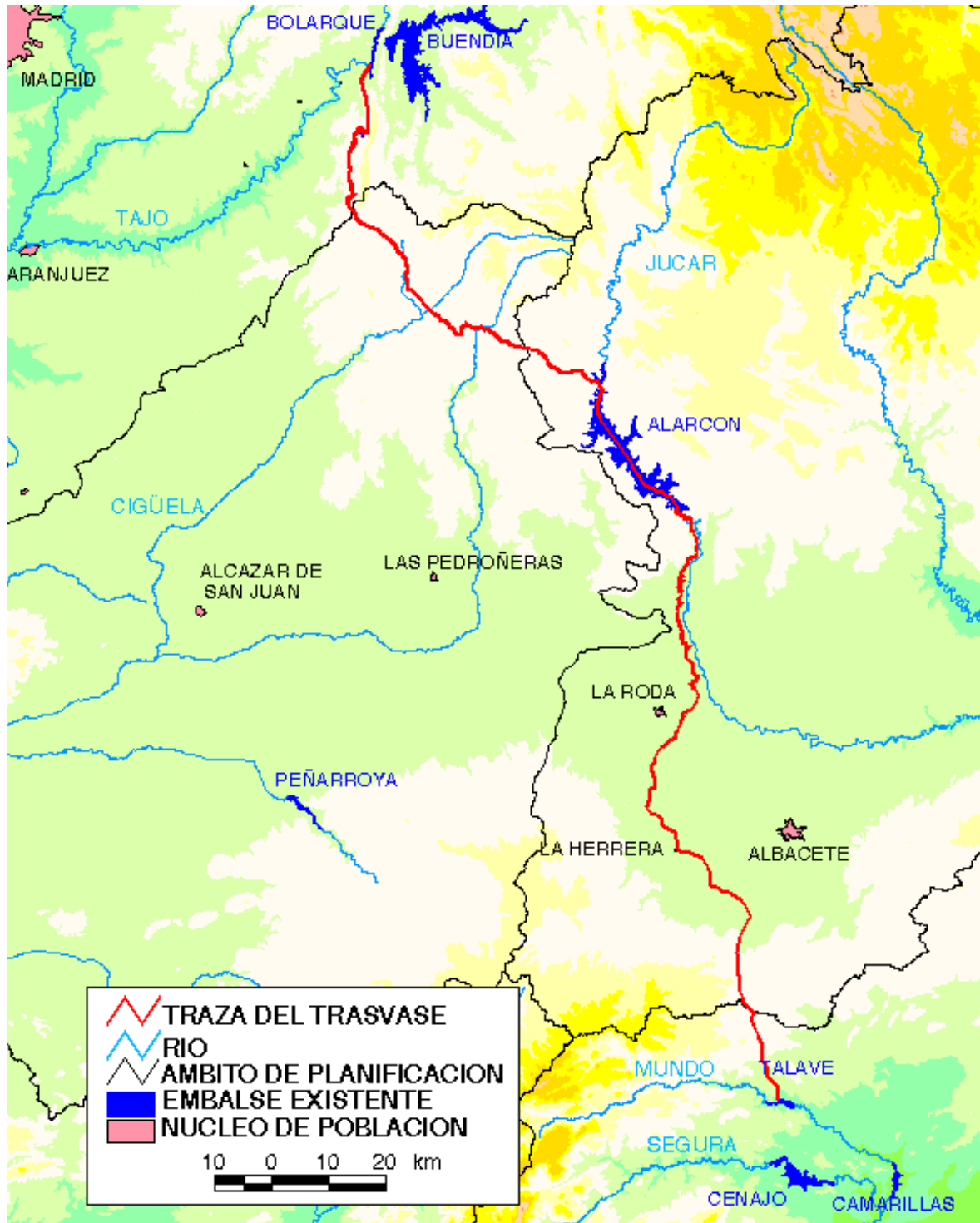


Figura 48. ATS en la situación actual

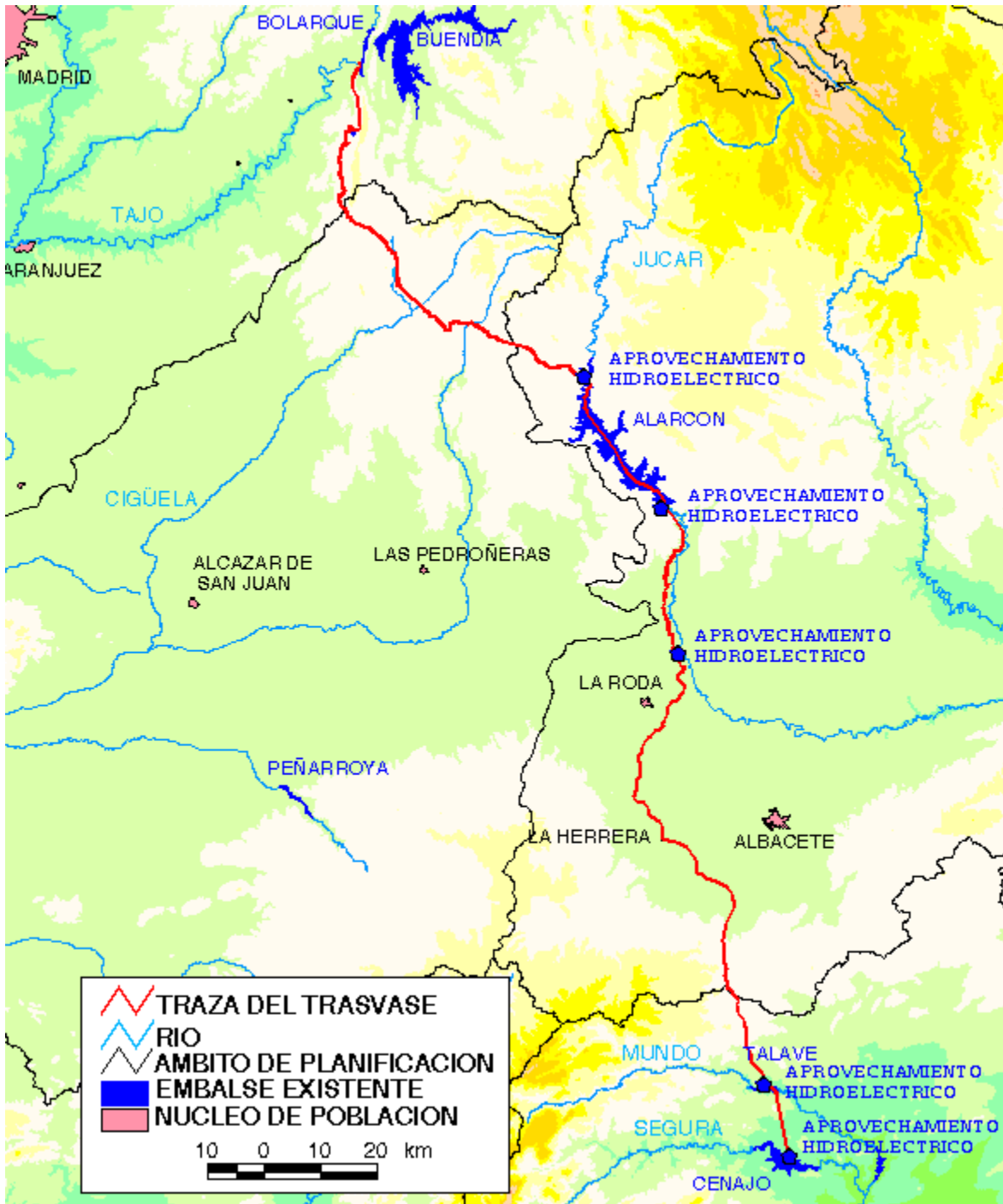


Figura 49. ATS con las modificaciones propuestas

### 3.6.1. TÚNEL DE TÉBAR

Como es sabido, el ATS utiliza en la actualidad el embalse de Alarcón exclusivamente como elemento de paso, con un régimen estricto de entradas por salidas exigido por ley. Desde Alarcón, el caudal correspondiente al trasvase se vierte al Júcar y discurre por su cauce hasta al azud del Picazo. En ese punto las aguas son derivadas por el túnel del mismo nombre, propiedad de Iberdrola, que

termina en la cámara de carga donde se inicia la tubería forzada que conduce a la central emplazada próxima al cauce del río Júcar. De dicha cámara parte también la continuación del ATS.

El túnel del Picazo es preexistente al ATS y está destinado a la producción de energía. Su capacidad es de 37 m<sup>3</sup>/s.

Debido a la elevada inversión necesaria para acometer un nuevo túnel, al construir el ATS se decidió aprovechar el existente mediante acuerdo con la empresa hidroeléctrica, puesto que permitía transportar importantes caudales sin interferir, en principio, con el aprovechamiento existente. En caso de requerirse su capacidad de transporte para las aguas del trasvase, la merma de producción de energía se compensaría económicamente a la empresa propietaria. Todo ello quedó recogido en el correspondiente acuerdo. Las razones para prescindir del nuevo túnel fueron pues exclusivamente económicas, teniendo en cuenta que no era técnicamente imprescindible para la primera fase.

El nuevo túnel, denominado de Tébar por estar en las inmediaciones del pueblo del mismo nombre, tiene una longitud de 11 km. Arrancaría, en carga, de la margen derecha del embalse de Alarcón, unos 300 m aguas arriba de la presa, y termina en el mismo punto que el del Picazo (en la cámara de carga de la central del mismo nombre), enlazando con el tramo del ATS a cielo abierto existente. Tiene un primer tramo en carga, de 1 km de longitud aproximadamente, a la salida del cual se encuentra un cuenco amortiguador desde el cual puede verter a un arroyo que confluye con el río Júcar aguas abajo de la Presa de Alarcón.

Coincidiendo con el final del tramo en carga, aguas arriba del cuenco se instala un nuevo salto, que aprovecha un desnivel máximo de 56 m. Justo aguas abajo del cuenco comienza un túnel en lámina libre que conduce hasta la cámara de carga del Picazo. Cabe destacar que las condiciones geológicas no parecen, en principio, desfavorables.

La construcción del nuevo túnel sólo se ha considerado en aquellos casos en que la capacidad supera los 680 hm<sup>3</sup>/año, cifra fijada como umbral tentativo, aunque ambas posibilidades técnicas (modificación o expropiación del Picazo, y nuevo túnel de Tébar) podrían plantearse en principio para cualquier gama de caudales. La precisión final de estas cuestiones requerirá, en su caso, de posteriores estudios de detalle.

En la figura siguiente puede verse la traza del ATS actualmente existente en este tramo así como la correspondiente al nuevo túnel de Tébar.



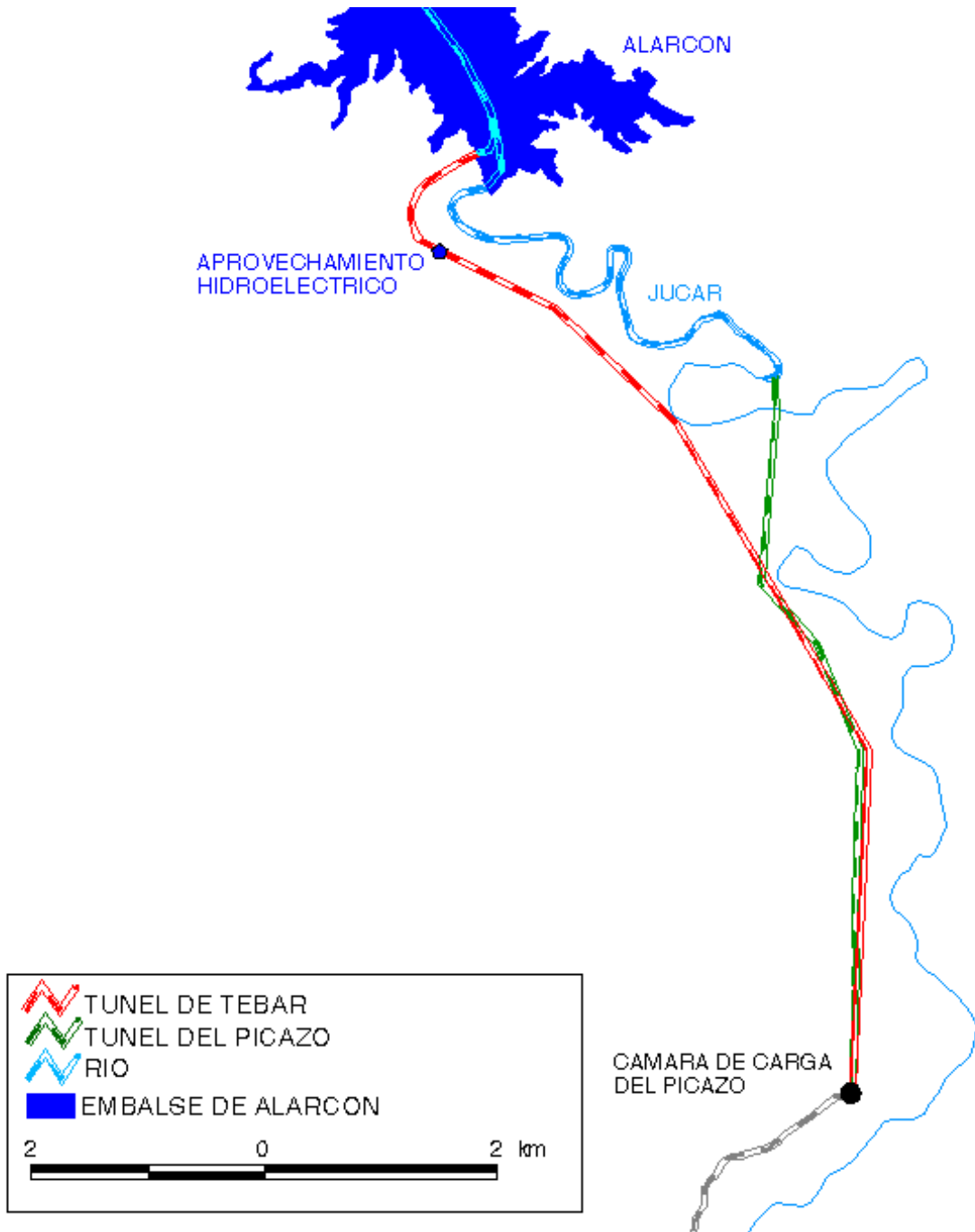


Figura 50. Túnel de Tébar

### 3.6.2. TÚNEL TALAVE-CENAJO

Como ya se ha indicado, la finalidad esencial de este túnel sería disponer de mayor capacidad de regulación en destino y generar energía, además de mejorar la calidad del agua.

La cota de MNN del Talave es la 507 y la del Cenajo la 430. Por tanto, además del interés que pueda presentar la regulación, la construcción del túnel puede justificarse para aprovechar la energía producible disponiendo un aprovechamiento

en la incorporación del caudal trasvasado al embalse del Cenajo. El salto bruto máximo sería de 70 m.

La longitud del túnel es de 13 km. No son previsibles grandes problemas geológicos teniendo en cuenta la naturaleza del terreno atravesado (básicamente calizas masivas), aunque podrían darse problemas locales y afectarse acuíferos. Su construcción se ha considerado, a efectos de valoración económica, en todos los casos, con independencia de la capacidad de transporte del ATS, y para analizar el efecto de la central. En la figura siguiente puede verse una planta del conjunto descrito.

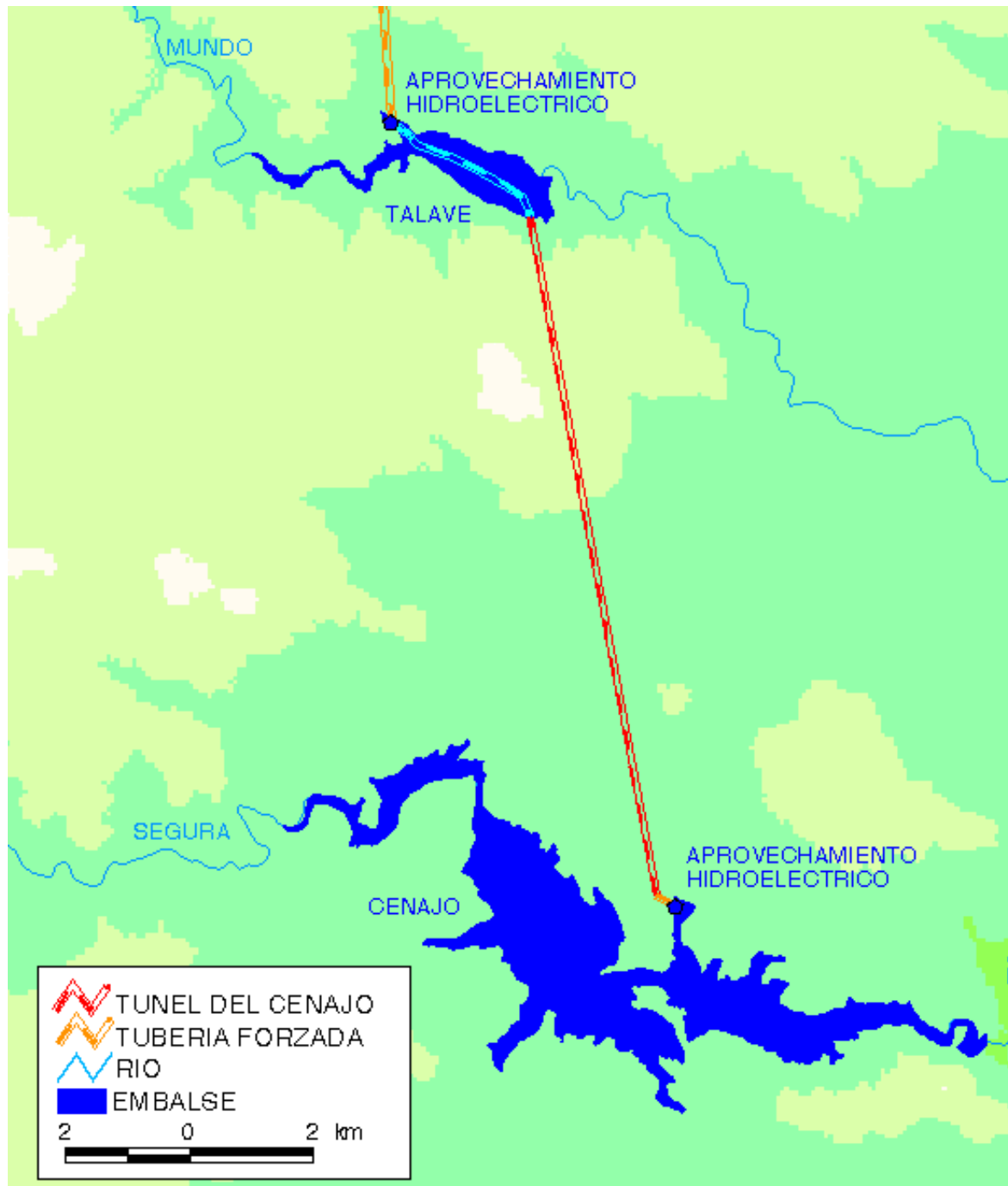


Figura 51. Túnel Talave-Cenajo

Este túnel y la central integran un tramo del grafo de circulación general, cuyas características detalladas pueden verse en el documento de costes básicos.

Cabe señalar que, como se indicó, se prevé que la conexión de estos dos embalses sea acometida en breve, promovida por la Sociedad estatal Aguas de la Cuenca del Segura y la Mancomunidad de Canales del Taibilla, interesada en la mejora de la calidad del agua.

### **3.6.3. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

Se trata de construir, además de las ya indicadas, las centrales que en su día se previeron, pero que finalmente no se materializaron, colocando en su lugar las rápidas correspondientes. Su interés económico, máxime en el caso de funcionamiento del ATS con una circulación en torno a los 600 hm<sup>3</sup>/año o superior, es indudable. Todas ellas requieren la construcción tanto de la central como de las tuberías forzadas correspondientes.

No se consideran en este análisis las distintas situaciones administrativas de estos expedientes, atendiéndose únicamente a su funcionalidad hidráulica y su evaluación económica.

La primera de ellas, denominada central de Belmontejo, se encuentra en la descarga al embalse de Alarcón. Aprovecha básicamente el desnivel correspondiente a la rápida terminal de descarga en el embalse, entre las cotas 846 y 806 de MNN de Alarcón. El salto bruto es, por tanto, de 40 m.

La segunda es la ya indicada del túnel de Tébar, con un salto bruto máximo de 56m.

La tercera aprovecha el desnivel correspondiente a la rápida de Villalgordo, en el tramo Alarcón-La Roda, a la altura del pueblo del mismo nombre. El desnivel y, por tanto el salto bruto, es de 22 m, entre las cotas 737 y 715.

La cuarta se ubica antes de la descarga al embalse del Talave. Utiliza el desnivel existente, 149 m, entre la boca de salida del túnel, cota 656, y el MNN del embalse, cota 507 m. Para ello es necesario, en principio, disponer una tubería forzada de 5 km de longitud que reemplace a las actuales rápidas de Fontanar. En estudios más detallados cabe analizar otras posibilidades que permitan acortar esta longitud, modular o agrupar los saltos, etc.

La quinta y última es la ya descrita a la salida del túnel entre los embalses de Talave y Cenajo, con un desnivel máximo de 70 m.

En síntesis, la altura geométrica máxima con las cinco centrales asciende a 334 m, mientras que la elevación entre pie de presa de Bolarque y la conducción del ATS en la Bujeda es de 279.

Se ha supuesto que se construyen las centrales para cualquier capacidad de transporte del ATS, puesto que su efecto es siempre beneficioso, como puede comprobarse en el Documento de costes básicos.

La ubicación de las centrales propuestas sobre la traza del ATS puede verse en la figura inicial, donde se recogen todas las modificaciones.

### 3.6.4. DIVISIÓN DEL ATS EN TRAMOS

A efectos de su inclusión en el grafo de circulación general, el ATS se ha dividido en los siguientes tramos, cuyas características detalladas se recogen en el documento de costes básicos:

- Tramo Bolarque Cigüela: comienza en el embalse de Bolarque y termina en el inicio del acueducto del Cigüela, coincidiendo con la derivación a las Tablas de Daimiel y Mancha occidental.
- Tramo Cigüela-Alarcón: comienza en el inicio del acueducto del Cigüela y termina en el embalse de Alarcón, incluyendo la turbinación de Belmontejo, a través de la cual vierte a dicho embalse.
- Tramo Alarcón-La Roda: comienza en el embalse de Alarcón y termina coincidiendo con la incorporación del trasvase Tiétar-La Roda, ya descrito (aproximadamente a la altura de La Roda). Si no se amplía el transporte por encima de 680 hm<sup>3</sup>/año, se mantiene el túnel del Picazo y, en caso contrario, se incluye el túnel de Tébar. Siempre considera la central de Villalgordo.
- Tramo La Roda-La Herrera: está delimitado por la incorporación del trasvase Tiétar-La Roda al ATS y el punto en el que se ha considerado, en los estudios derivados del Anteproyecto de Ley de PHN de 1993, una derivación al Guadalquivir, según se ha reflejado en el capítulo de antecedentes.
- Tramo La Herrera-Talave: comienza al final del tramo anterior y termina en el embalse de Talave. Incluye la central de Fontanar o Talave, mediante la cual vierte al embalse.
- Tramo Talave-Cenajo: se trata de un tramo en túnel que enlaza los dos embalses e incluye la central de Cenajo, a través de la cual entrega el agua en este último.

### 3.7. DISTRIBUCIÓN AL SURESTE

Como se indicó anteriormente, bajo este epígrafe se engloban una serie de conducciones, algunas ya existentes, que permiten la comunicación hidráulica entre las cuencas del Júcar, Segura y Sur. Muchas de ellas no constituyen un trasvase entre distintos ámbitos de planificación, discurriendo en su totalidad dentro de una misma cuenca. Sin embargo, permiten la distribución de los volúmenes destinados al Sureste procedentes bien del Ebro o bien los conducidos por el ATS, con origen en las cuencas del Duero, del Tajo o incluso, del propio Júcar. La combinación de estas conducciones permite comunicar la cuenca del Ebro o las que alimenten el ATS con la cuenca del Sur.

En la figura siguiente puede verse una planta general con todas las conducciones englobadas en este epígrafe.

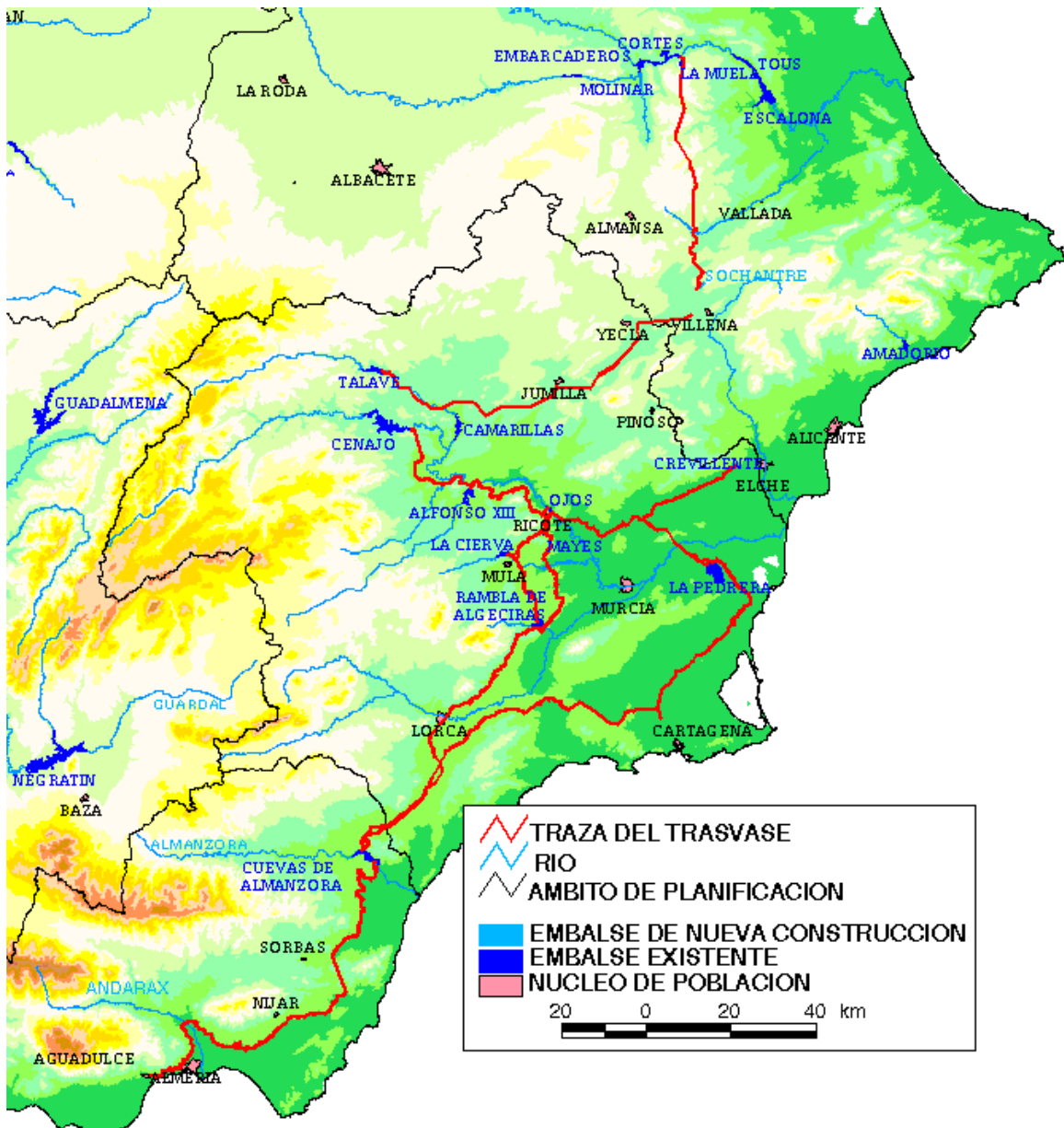


Figura 52. Soluciones englobadas dentro de la distribución al Sureste

### 3.7.1. JÚCAR-VINALOPÓ

Se trata de una conducción que materializa una transferencia prevista en el Plan Hidrológico del Júcar, dentro de su propio ámbito, y, por tanto, no constitutiva de un trasvase en los términos jurídicos previstos por la Ley de Aguas. Su objetivo es paliar el déficit estructural del área del Vinalopó, Alacantí y Marina Baja (sobrexplotación de acuíferos y déficit de abastecimientos) con sobrantes del Júcar, cuando los haya, y hasta un máximo de 80 hm<sup>3</sup>/año.

En el R.D.L. 9/1988, de 28 de agosto, se declaró como obra de interés general esta transferencia, indicando que las obras necesarias consisten en una conducción con origen en el río Júcar y entrega en el entorno de Villena, donde se encuentran

algunos de los acuíferos sobreexplotados, y desde donde parten las infraestructuras ya existentes para conducir los recursos a los centros de consumo.

La empresa pública Aguas del Júcar ha contratado la redacción del proyecto de las obras indicadas, habiéndose concluido en octubre de 1999. El interés de su consideración en el presente estudio reside en que puede ser una solución alternativa o complementaria a las ya planteadas como tramos del trasvase desde el Ebro, puesto que comunica dos puntos neurálgicos dentro de dicho esquema, como ya se indicó en el apartado correspondiente. El proyecto realizado responde exclusivamente al transporte de 80 hm<sup>3</sup>. Seguidamente se reflejan las principales consideraciones planteadas en dicho proyecto.

Tras estudiar diversas alternativas, la solución que se propone para el trasvase intracuenca es tomar del embalse de Cortes, entre Embarcaderos y Tous, mediante un bombeo que eleva el agua hasta la meseta de La Muela, donde se dispone un depósito cuya cota máxima es la 828. La cota alcanzada en cabecera permitiría la disposición de saltos para generar energía (la cota del depósito es la 828 m y la de Villena, la 550). Las afecciones energéticas coinciden con las ocasionadas por la toma desde Embarcaderos.

Se han analizado otras soluciones que toman aguas abajo de Tous para eliminar la afección hidroeléctrica correspondiente al volumen derivado, que no se turbinaría en Cortes, así como las retenciones de los usuarios aguas abajo. Han sido desechadas por su elevado consumo en bombeo, que origina un coste unitario muy considerable (la cota del cauce en Tous es del orden de 50 m, lo que requiere salvar un desnivel de aproximadamente 500 m, sin posibilidad de recuperación energética, para llegar hasta Villena). Todas las soluciones estudiadas discurren exclusivamente por territorio de la comunidad valenciana.

La conducción tiene una longitud de 68 km, entre el embalse de Cortes y una presa de nueva construcción en las inmediaciones de Villena, en la que terminaría el trasvase propiamente dicho. Desde ella se deriva por pie de presa hasta un depósito de regulación al que se vierte a través de un aprovechamiento hidroeléctrico. Desde esta balsa se realiza la distribución final. En la figura siguiente puede verse el trazado del trasvase.

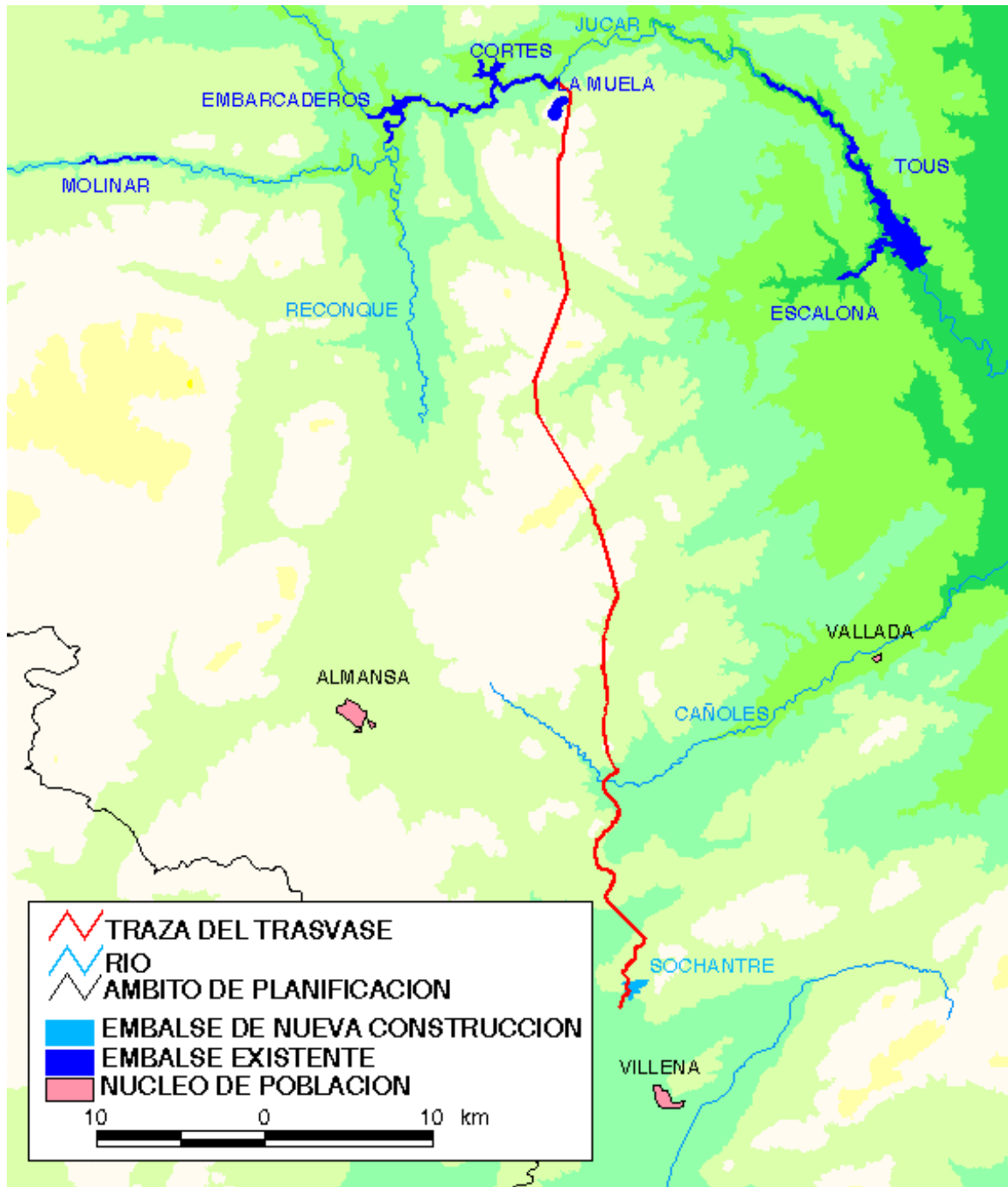


Figura 53. Plano de situación del trasvase Júcar-Vinalopó

El trazado discurre paralelo al de la solución propuesta como óptima dentro de las soluciones Júcar del trasvase del Ebro, pero a cota más elevada atravesando un terreno más accidentado, correspondiente a la Sierra del Caroche, hasta que las primeras abandonan el valle del Reconque a la altura de Almansa. A partir de entonces ambas se encuentran con similares dificultades orográficas: las divisorias entre Júcar y Cañoles y Cañoles y Vinalopó.

El trazado en su mayor parte transcurre en túnel (cabe destacar uno de longitud superior a 7 km) o sifón enterrado, minimizándose los tramos en canal, procurándose introducir las menores alteraciones posibles. Para ello se ha ajustado el trazado en lo posible a cortafuegos ya existentes en la Sierra del Caroch y, en la última parte, se aprovecha un trazado abandonado de ferrocarril, al Norte de Fuente La Higuera.

La traza discurre en dirección Norte-Sur. Desde el punto de vista geológico no son previsibles grandes dificultades, tratándose mayoritariamente de calizas y dolomías con tramos arenosos y margosos pertenecientes al jurásico y cretácico, apareciendo sedimentos del terciario y cuaternario a partir de Fuente La Higuera, entrando en el valle del Vinalopó. Únicamente son previsibles algunas complicaciones en algunos túneles por la presencia de fallas y niveles arenosos de la facies Utrillas que pueden originar inestabilidades y presencia de agua. Dada la cota de la conducción, no se prevé afección al acuífero del Caroch.

El bombeo de cabecera toma del embalse de Cortes, habiéndose previsto una cota mínima de 310, coincidente con el nivel mínimo de explotación del embalse y eleva hasta un depósito de regulación semienterrado de 600.000 m<sup>3</sup> de capacidad útil, cuya lámina oscila entre las cotas 815 y 828. El desnivel máximo a salvar es, por tanto, de 518 m. Desde el depósito el agua circula por gravedad hasta su destino.

Tras 48 km de recorrido, el volumen trasvasado se turbinan en la central de Ramblar, emplazada en el barranco del mismo nombre, que aprovecha un desnivel de 128 m entre las cotas 783 y 655. Funciona a caudal continuo. Se ubica tras cruzar la divisoria entre el río Júcar y el Cañoles, en el descenso hacia el cauce de este último que salva a través de un puente de la traza del ferrocarril abandonado, cerca de Fuente la Higuera. Una vez superado el valle del Cañoles, se alcanza la cuenca del Vinalopó mediante tramos en canal y sifón, llegando a la Presa de Sochantre mediante un pequeño túnel. La presa se ubica sobre el arroyo del mismo nombre, afluente del Vinalopó.

La prevista presa de Sochantre, de nueva construcción, con 78 m de altura, tiene el MNN a cota 639. Consta de un dique principal y otro lateral de 10 m de altura para cerrar un collado. Su capacidad es de 20 hm<sup>3</sup>. Es necesario impermeabilizar el vaso, para lo que se ha previsto un tapiz de arcillas o margas. Recibe el volumen trasvasado y permite la creación de un salto. La central de Sochantre se sitúa 1 km aguas abajo de la presa y aprovecha un desnivel de 83 m (entre las cotas 639 y 556). La toma de la central se realiza desde los desagües de fondo de la presa y vierte a una balsa de regulación, desde la cual se realiza la distribución.

La longitud de la conducción es, como se ha indicado, de 68 km de los cuales 27 km son en túnel, 11 km en sifón, 40 km en canal y 1 km en tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo máxima correspondiente a la elevación de toma es de 518 m y la mínima, de 489 m. La altura geométrica de turbinación prevista asciende a 211 m, superior a cualquiera de las soluciones Júcar del trasvase del Ebro, puesto que la cota de partida es mayor. En la figura que se incluye a continuación se reflejan estas características.



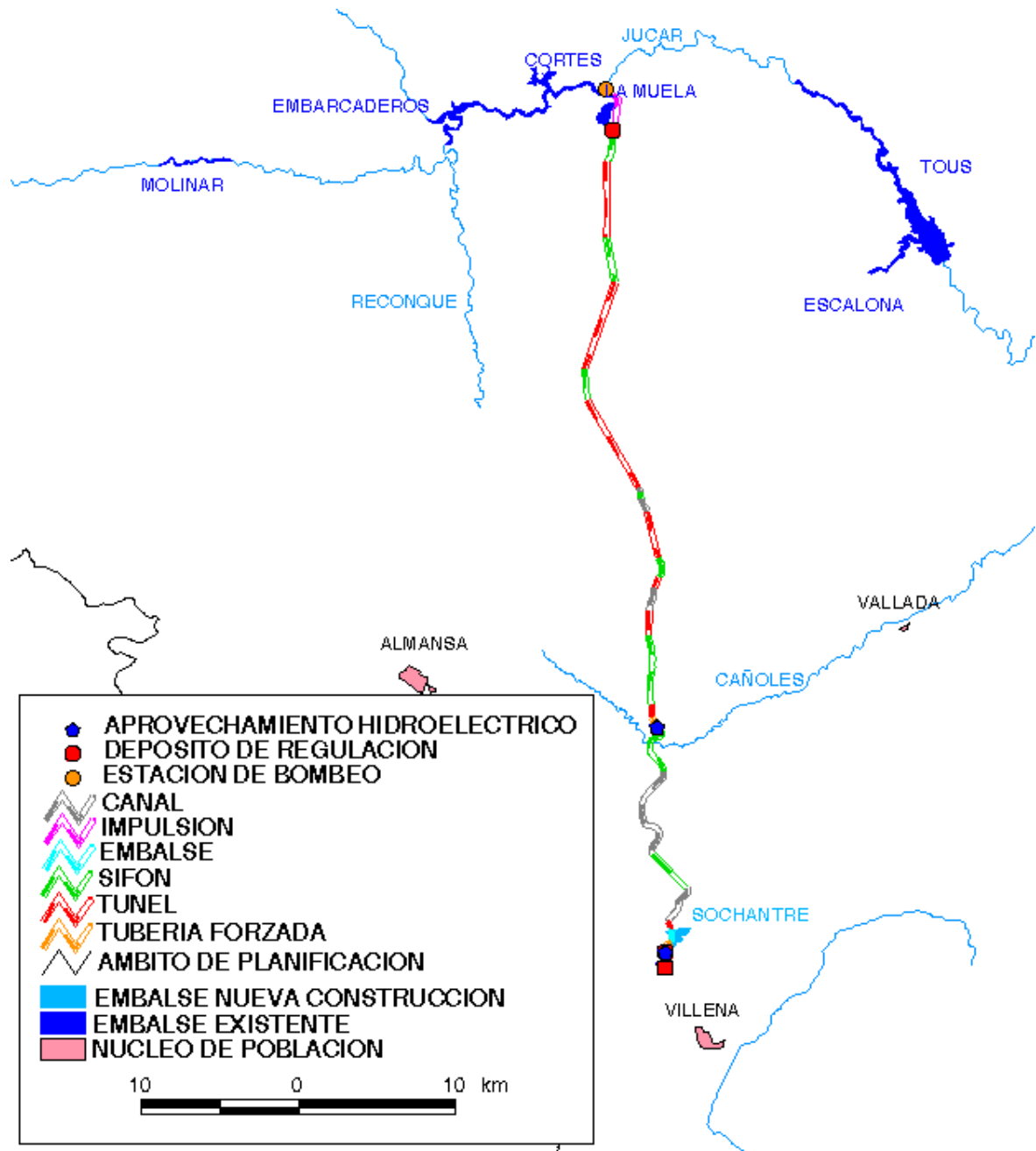


Figura 54. Características del trasvase Júcar-Vinalopó

Las afecciones hidroeléctricas se encuentran detalladas en el documento de costes básicos y coinciden con las originadas por la solución que parte de Embarcaderos en las soluciones Júcar en el trasvase desde el Ebro.

En el trazado descrito se han tenido en cuenta las consideraciones formuladas por la Consejería competente de la Comunidad valenciana, modificando la propuesta inicial. La traza no afecta a espacio protegido alguno actualmente declarado como tal. Estos aspectos se analizan con más detalle en el Documento de afecciones ambientales. En destino tendrá un importante efecto beneficioso desde el punto de vista ambiental como es la recuperación de acuíferos sobreexplotados y la disminución de su salinización.

La calidad del agua en el punto de captación no supone obstáculo alguno para el trasvase, según se detalla en el documento correspondiente.

Dentro del grafo de circulación general se considera como un único tramo que comienza en el embalse de Cortes en el río Júcar y termina en el aprovechamiento de Sochantre, 3 km al Norte de Villena. Este punto se toma coincidente con el final de uno de los tramos del trasvase del Ebro, puesto que aunque físicamente no lo sea, la posibilidad de conexión entre ambos es obvia. Como es obvio, la conducción proyectada lo es exclusivamente para las previsiones del Plan Hidrológico del Júcar. No obstante, se ha considerado oportuno incluir la solución en este epígrafe a los efectos del análisis funcional y económico de opciones contempladas por este Plan Nacional.

Cabe destacar que otra posible solución consistiría en aprovechar el bombeo existente en el aprovechamiento reversible de La Muela, propiedad de Iberdrola. Esta instalación salva un desnivel geométrico máximo de 582 m entre las cotas 250, de la toma en el embalse de Cortes y la 832, altura máxima de la lámina en el depósito superior. El nivel mínimo de explotación en La Muela es de 812 m. El MNN del embalse de Cortes está a la cota 326. La cota en origen del canal es la del desagüe de fondo del depósito, que está a la 804. Desde allí el agua circularía por gravedad hasta su destino.

Esta última opción requeriría llegar a un acuerdo con el titular de la instalación, de manera que el coste establecido para su uso permitiese un coste final unitario inferior al resultante de la solución antes descrita. La conducción a partir del depósito de La Muela sería muy similar a la descrita, por lo que el coste de alquiler tendría que ser inferior a la repercusión sobre el m<sup>3</sup> del coste energético de los 518 m de la nueva elevación así como a su construcción.

### **3.7.2. CONDUCCIONES DEL ALTIPLANO MURCIANO**

Las conducciones que se plantean a continuación tienen por objeto resolver el déficit existente en el altiplano murciano, cuyos principales municipios son Jumilla y Yecla, y a los que cabe añadir zonas adyacentes como la de Pinoso. La práctica totalidad de la comarca pertenece a la cuenca del Segura, y más concretamente a la cuenca endorreica de Yecla. Los recursos hídricos son de origen exclusivamente subterráneo, debido a la ausencia de cauces permanentes y a la desconexión de este área de las redes hidráulicas del Segura o Júcar, configurando una situación de completo aislamiento hidráulico.

El desarrollo basado en el regadío experimentado en las últimas décadas ha motivado una sobreexplotación generalizada de los acuíferos locales, que pone en peligro el mantenimiento de recursos subterráneos a medio plazo, único recurso con el que se cuenta tanto para regadío como para abastecimientos urbanos. Esta grave situación es la que se pretende resolver con la aportación de recursos externos.

La desproporción entre extracciones y recarga es tal, que si se pretende una recuperación mínima del acuífero sería necesario sustituir prácticamente todos los sondeos por aportes externos. Para ello existen dos puntos de suministro posibles

relativamente próximos: el embalse del Talave, con aguas procedentes del ATS, y la zona de Villena, con aguas recibidas desde el Ebro y/o desde el Júcar. Ambas se analizarán a continuación.

Los destinos fundamentales son las unidades de demanda ubicadas en torno a las poblaciones de Yecla, Jumilla y Pinoso. La conducción se plantea en tubería debido, fundamentalmente, al moderado volumen anual a transportar, lo que hace competitiva esta solución frente a soluciones en lámina libre.

Tales alternativas se plantearon en un estudio realizado por la Asociación de Comunidades de Regantes y Usuarios del Altiplano en marzo de 1999, que este Plan Hidrológico Nacional recoge y analiza. Las dos alternativas pueden verse en la figura siguiente, así como la posibilidad de conexión con otros trasvases. El trazado de ambas coincide en planta entre Jumilla y Yecla, por lo que a primera vista parece una única conducción que enlaza el embalse de Talave con Villena.

Hay que señalar que, dada la morfología del área, además de la conducción principal se requieren numerosas derivaciones de ramales y depósitos, por lo que existe una apreciable fracción de costes asociados, tal y como se muestra en el correspondiente documento de análisis económicos.

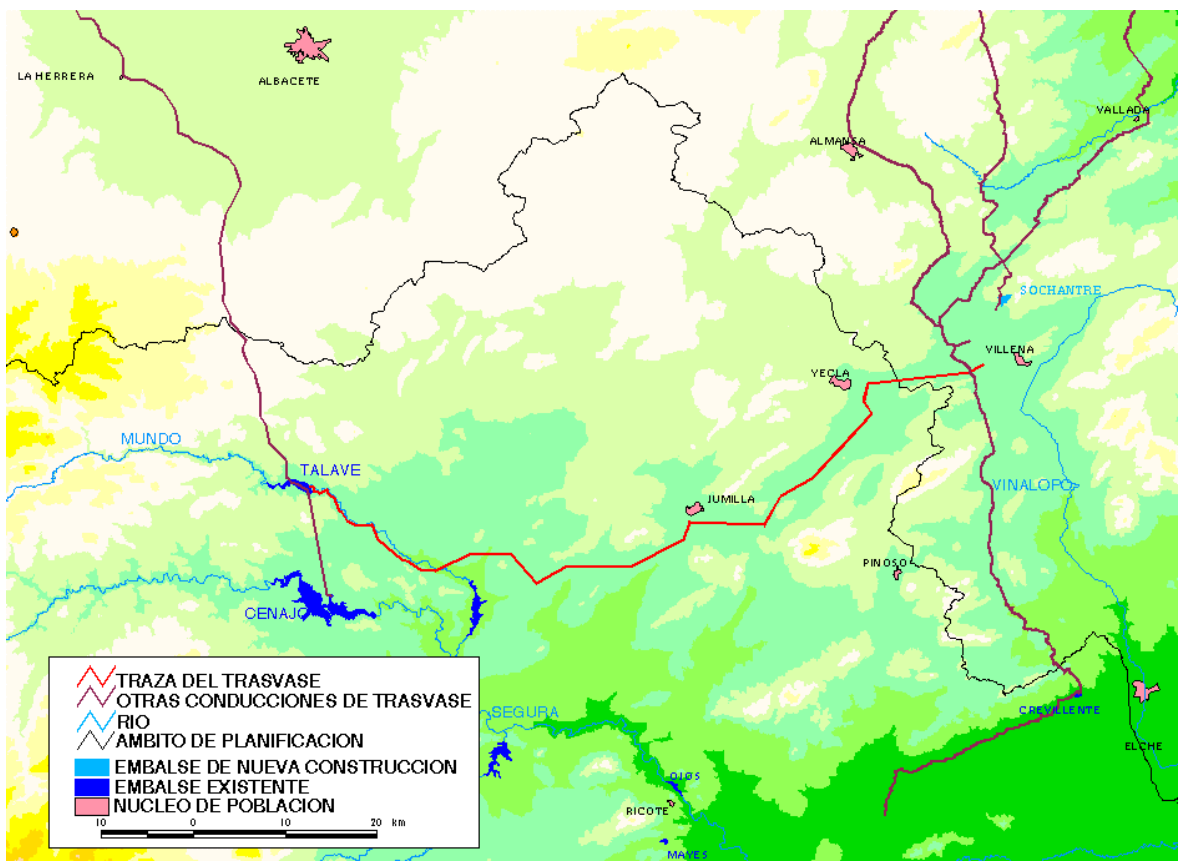


Figura 55. Plano de situación de las conducciones del Altiplano

### 3.7.2.1. VILLENA-ALTIPLANO

En este caso la conducción parte de Villena derivando recursos de origen externo a la cuenca del Júcar y transportados por una infraestructura de trasvase.

Esta conducción constituye, en cuanto a ámbito geográfico, un trasvase entre el Júcar y el Segura. Sin embargo, en cuanto a la procedencia de los recursos, éstos pueden provenir de la cuenca del Júcar, del Ebro o incluso de las que aportan al ATS (Duero o Tajo), puesto que Villena constituye un nudo con posibilidades de suministro desde diferentes fuentes. En el primer supuesto, habrían sido compensados previamente con un volumen equivalente, de manera que la cuenca del Júcar no viera mermados sus recursos.

El punto de derivación se sitúa, por tanto, aguas abajo de la incorporación del volumen procedente del trasvase del Ebro, en las inmediaciones de Villena. Allí comienza la conducción principal, de la que van derivando diferentes ramales hasta cada uno de los puntos de demanda. En cabecera se dispone una elevación que toma el agua a cota 500 y la impulsa a través de una tubería hasta un depósito de regulación en Yecla a cota 600, salvando un desnivel geométrico de 100 m.

Desde este depósito discurre por gravedad una tubería a presión hasta otro situado a cota 550, desde el que partirían, mediante las correspondientes elevaciones, diferentes ramales, uno de ellos con destino a Pinoso.

Por último, desde este segundo depósito, nuevamente se discurre por gravedad a través de una tubería en presión hasta una balsa situada en las inmediaciones de Jumilla a cota 520 aproximadamente. Este punto constituye el origen de dos ramales, uno de los cuales va al centro de gravedad de la unidad de demanda de Jumilla y otro hacia la zona de Azcoy-Sopalmo, de menor entidad.

La longitud total de la conducción es de 38 km, todos ellos en tubería, divididos en 14 km de impulsión y 24 km de tubería a presión, a lo largo de los cuales se transporta el agua por gravedad, adaptándose al terreno, sin requerir obra especial significativa alguna. La altura geométrica de bombeo es de 100 m y la de turbinación nula. En estudios posteriores más detallados cabría analizar la posible optimización energética considerando las cotas de destino de los ramales y las de la conducción principal. Puede ser conveniente variar la ubicación de los depósitos de regulación y la reducción de la longitud de impulsión.

En la figura siguiente pueden verse las características de esta solución, así como la posibilidad de incorporación a esta conducción de las aguas transportadas por el Júcar Vinalopó, bien por las soluciones Júcar, o por la solución interior del Trasvase del Ebro en la zona de Villena.

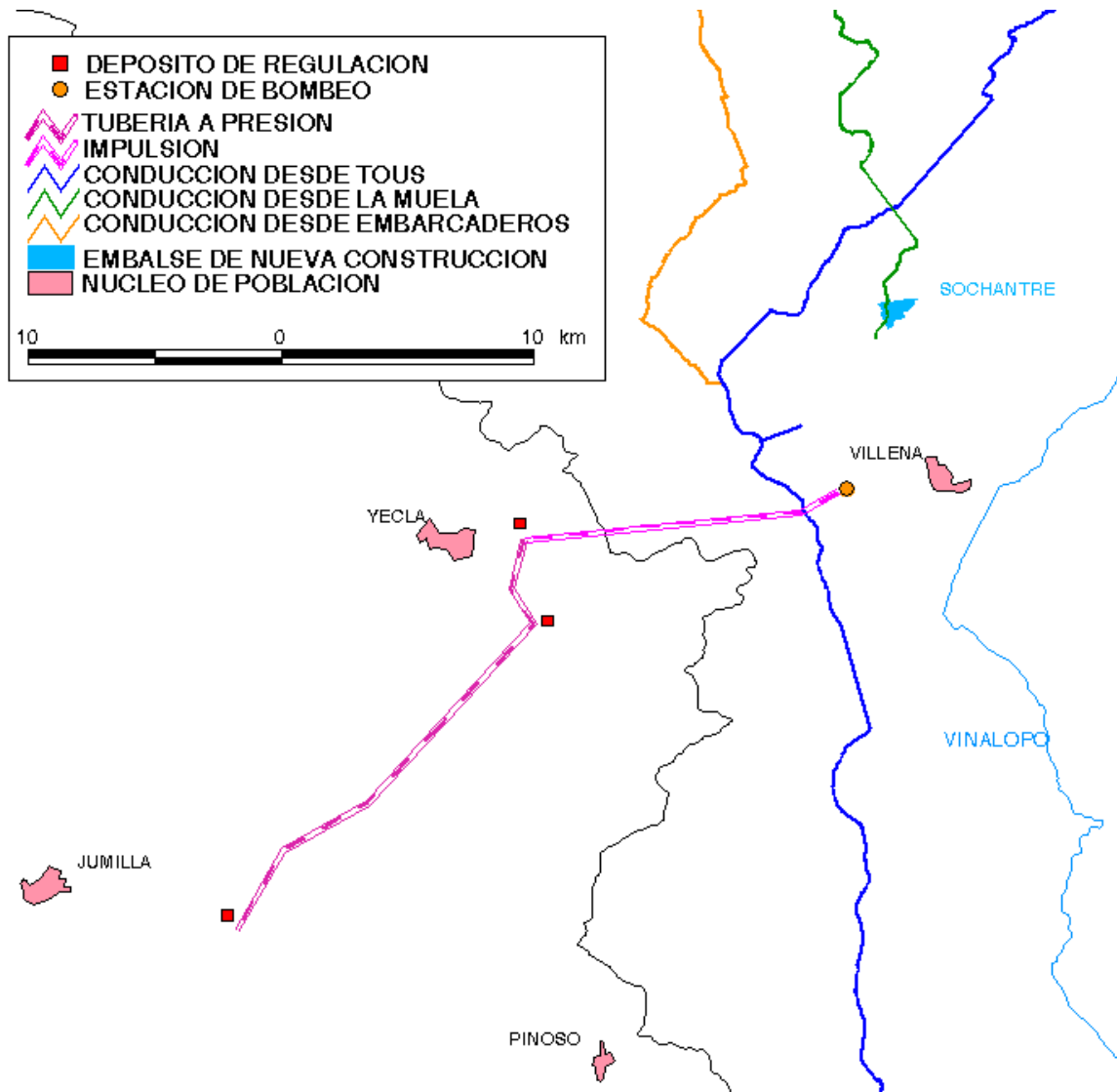


Figura 56. Características de la conducción Villena-Altiplano

Las afecciones hidroeléctricas que se originan son nulas, salvo en la cuenca de origen, puesto que se trata de agua ya trasvasada.

No interfiere con espacios naturales protegidos. Cabe destacar que, como se ha dicho, permitiría la recuperación de acuíferos sobreexplotados. Las consideraciones respecto a la calidad del agua son las mismas efectuadas para el trasvase del Ebro.

Para su incorporación a la circulación general en el grafo, esta solución se considera integrada por un solo tramo, con origen en Villena y final en el Altiplano, entendiéndose como tal en este caso, a efectos topológicos, Jumilla. Sus características más detalladas pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

### 3.7.2.2. TALAVE-ALTIPLANO

En este caso la conducción parte del embalse del Talave, transportando aguas procedentes del ATS que pueden tener su origen en el Tajo o el Duero. Entre la presa, de la que sale a cota 500 (MNN a la 507) hasta el primer depósito de regulación que se ubica, a cota 490, en las cercanías de Jumilla, se dispone una tubería a presión que transporta el agua por gravedad. A lo largo de este tramo de 57 km la conducción discurre de Oeste a Este, manteniéndose paralela al cauce del río Mundo hasta que éste cambia su trayectoria hacia el Sur para confluir con el Segura.

Desde el depósito derivan dos ramales a sendas unidades de demanda y la conducción principal continúa mediante una elevación que permite llegar a Yecla, último destino, donde se dispone un depósito de regulación. Ello requiere salvar un desnivel geométrico de 110 m (cota 490 a cota 600). Poco antes de llegar a Yecla existe una bifurcación que conduce el agua a Pinoso.

La longitud total de la conducción es de 89 km, de los cuales 57 km corresponden a tubería en presión que transporta el agua por gravedad y 32 km a impulsión. Va siempre adaptándose al terreno sin requerir obras especiales de entidad, tales como túneles o acueductos. La altura geométrica de bombeo es de 110 m. En estudios más detallados cabe analizar la posible optimización energética teniendo en cuenta las cotas de destino de los ramales. Igualmente puede ser conveniente reducir la longitud de impulsión aprovechando alguna altura próxima a Jumilla.

Las características geológicas del tramo entre Jumilla y Yecla son las mismas que en la conducción Villena-Altiplano. En cuanto al tramo Talave-Jumilla, mientras discurre paralelo al río Mundo, atraviesa materiales cuaternarios, pudiendo interceptar algunos afloramientos de calizas y dolomías masivas del Jurásico. Una vez abandonado el cauce de este río, se atraviesan materiales cuaternarios, del cretácico superior y, en menor proporción, terciarios. La mayor dificultad puede ser la excavación, debido a la competencia de las calizas en algunos tramos. Cabe señalar que en las proximidades de la rambla del Saltador, una vez cruzado el río Mundo, existen afloramientos del keuper próximos a la traza, por lo que puede ser necesario, en función de los resultados de los estudios de detalle, modificar ligeramente el recorrido.

En la figura siguiente pueden verse las características básicas de esta conducción.

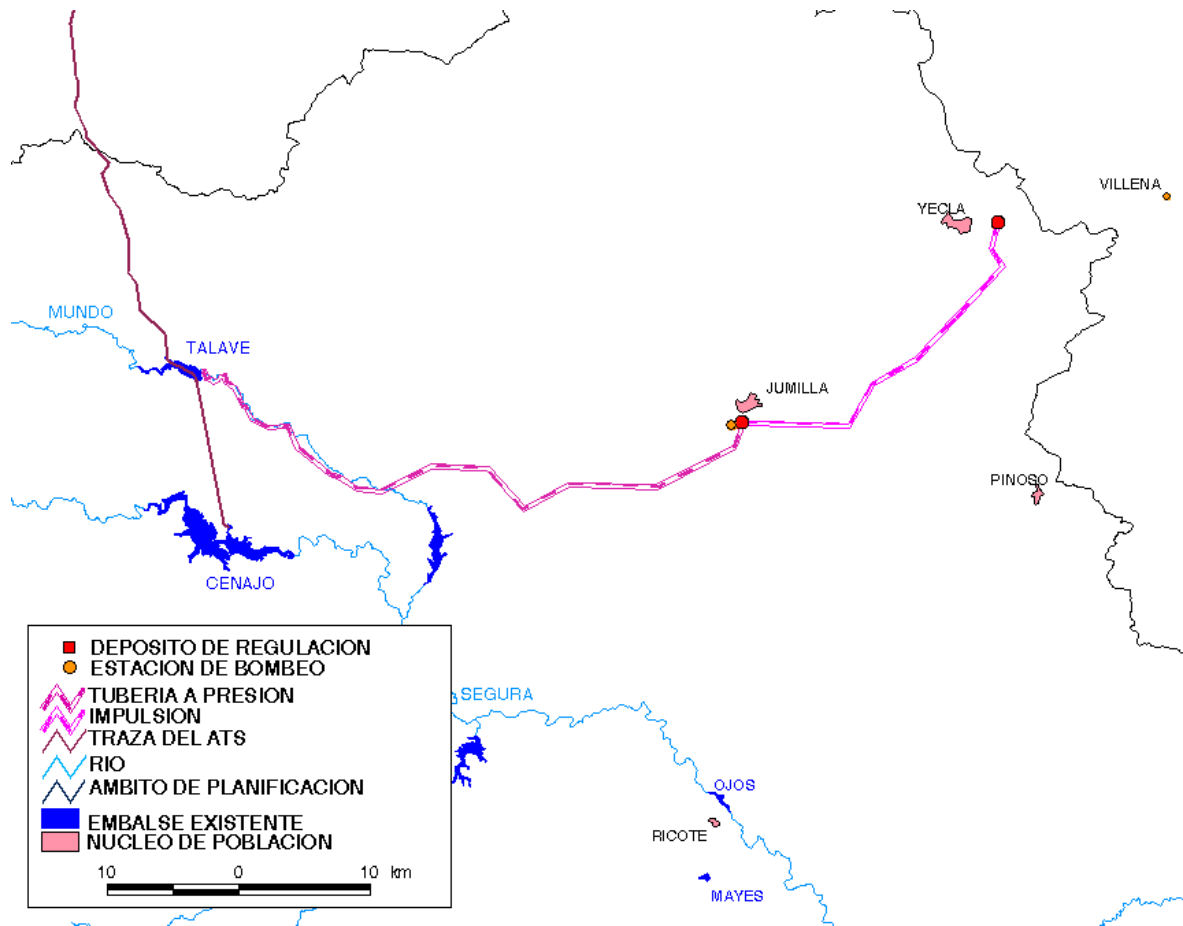


Figura 57. Características de la conducción Talave-Altiplano

Las afecciones hidroeléctricas que causa son nulas, puesto que se trata de agua ya trasvasada.

No afecta sustancialmente a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales, si bien este aspecto se analiza con detalle en el documento correspondiente. Desde el punto de vista ambiental cabe señalar que permite la recuperación de acuíferos sobreexplotados. En cuanto a la calidad del agua son de aplicación las mismas consideraciones efectuadas para el ATS.

Para su integración en el grafo de flujos globales se ha considerado compuesta por un solo tramo, con origen en la presa del Talave y destino en el Altiplano, tomando como punto final en este caso, a efectos topológicos, Yecla. Sus características pormenorizadas pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

### 3.7.3. CANAL ALTO DE LA MARGEN DERECHA

Esta conducción, no ejecutada aún, se plantea en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de Lorenzo Pardo y se desarrolla en 1941 por Rafael Couchoud. Su finalidad actual sería derivar recursos de la cuenca alta del Segura (bien del propio río Segura o bien recibidos a través del ATS y transportados al Cenajo mediante el

túnel desde el Talave) a cota suficiente para dominar por gravedad la mayor parte del regadío de la margen derecha del Segura, llegando hasta el Valle del Guadalentín con entrega en Algeciras. Por tanto, se trata, en cuanto a ámbito geográfico de la traza, de un trasvase intracuenca, mientras que por la procedencia de los recursos puede ser entre diferentes ámbitos de planificación.

Las demandas que puede satisfacer también podrían ser parcialmente atendidas desde el Canal de la margen derecha del Postrasvase Tajo Segura, pero con un coste unitario sin duda mayor, puesto que el Canal Alto prescinde de la elevación de Ojós, de 146 m de altura geométrica. Permite además dominar por gravedad las zonas actualmente abastecidas mediante elevaciones de la Vega Alta en la margen derecha del río, en algunos casos de gran envergadura, como son Cieza, Abarán, Blanca, Villanueva, Archena, Ceutí, Alguazas y Yéchar. Asimismo, permite alimentar el embalse de La Cierva, en el río Mula, con un bombeo reducido, redotando sus regadíos.

Actualmente se plantea como una conducción que empieza en la cabecera del Segura y termina en el embalse de la Rambla de Algeciras, cuyo MNN está a la cota 265.

### **3.7.3.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA**

Se han analizado tres posibles puntos de toma: el embalse del Cenajo, en el Segura y los azudes de Las Canas en el río Mundo, aguas arriba del embalse de Camarillas, y el de Las Minas en el mismo río, aguas abajo del embalse citado y unos 5 km aguas arriba de la confluencia con el Segura.

Los dos primeros permiten una cota en origen de 360 m, mientras que el tercero se sitúa a la cota 300. Este último tiene la ventaja de que acorta, aunque ligeramente, el recorrido y reduce la longitud de obras singulares. No permite, sin embargo, alimentar el embalse de Alfonso XIII o Quípar por gravedad, puesto que su cota de MNN es ligeramente superior a la 300. Este embalse actuaría como depósito de regulación general para la cuenca, sin tener una demanda específica asociada, al contrario de lo que sucede con el de La Cierva, que tiene su demanda específica ya asignada. La solución desde Las Minas posibilita exclusivamente, sin bombeo, la aportación de las avenidas del Quípar al canal, pero no la utilización del embalse como depósito regulador.

Esta última solución sólo permite llegar por gravedad hasta el Mayés, depósito de regulación del postrasvase Margen Derecha, cuya cota máxima es la 264, siendo necesario a partir de él continuar por el Postrasvase hacia Lorca. Es decir, se trata de una conducción que lo único que aporta es prescindir de la elevación de Ojós para las aguas trasvasadas hacia el Segura por el ATS, derivándolas aguas abajo del Talave a cota suficiente para ello. Es la más económica de las tres, por su menor recorrido. Sin embargo, se prescinde de ella, puesto que no puede cumplir los mismos objetivos funcionales que las dos restantes.

La cota de partida del Cenajo o de Las Canas permite utilizar el embalse de Quípar o Alfonso XIII como depósito regulador alimentándolo por gravedad, suministrar al postrasvase margen derecha en el embalse del Mayés, depósito de regulación de



dicho canal aguas abajo de la elevación de Ojós, prescindiendo completamente de ella o reduciendo su tiempo de funcionamiento. Igualmente permite turbinar parte del volumen transportado vertiendo al azud de Ojós. De esta forma, por ejemplo, el volumen destinado al canal del postravase de la margen izquierda, podría ser parcial o totalmente turbinado antes de derivarse en Ojós. El salto bruto sería de 185 m, mientras que la altura de bombeo desde Ojós para llegar a Mayés es de 146 m.

Igualmente posibilita la instalación de un salto en la llegada al embalse de la Rambla de Algeciras, puesto que el canal termina a la cota 303 y el MNN está a la 265, aprovechando un desnivel de 38 m.

La toma de Las Canas tiene la ventaja de que permite derivar las aportaciones del ATS en el estado actual, ya que se encuentra aguas abajo del embalse de Talave, mientras que la derivación desde el Cenajo, en el presente, solo permite contar con las aportaciones del río Segura, situación que cambiaría con la construcción del túnel Talave-Cenajo o, sin necesidad de ello, permutando los correspondientes caudales. La toma del Cenajo tiene, por otra parte, y desde el punto de vista de la ejecución de la obra, la ventaja de una menor longitud (unos 20 km menos). Por ello, atendiendo a razones económicas, se elige como punto de toma el embalse del Cenajo.

### **3.7.3.2. SOLUCIONES DE TRAZADO**

Una vez escogido el punto de toma, el trazado, que puede verse en la figura siguiente, no admite grandes variantes. Comienza en el embalse del Cenajo a cota lo más baja posible para aprovechar al máximo el volumen embalsado, o incluso con toma aguas abajo del pie de presa. No se aprovecha la altura de presa del Cenajo (MNN a la 430) debido a que dado su carácter hiperanual, suele mantener niveles bajos con frecuencia.

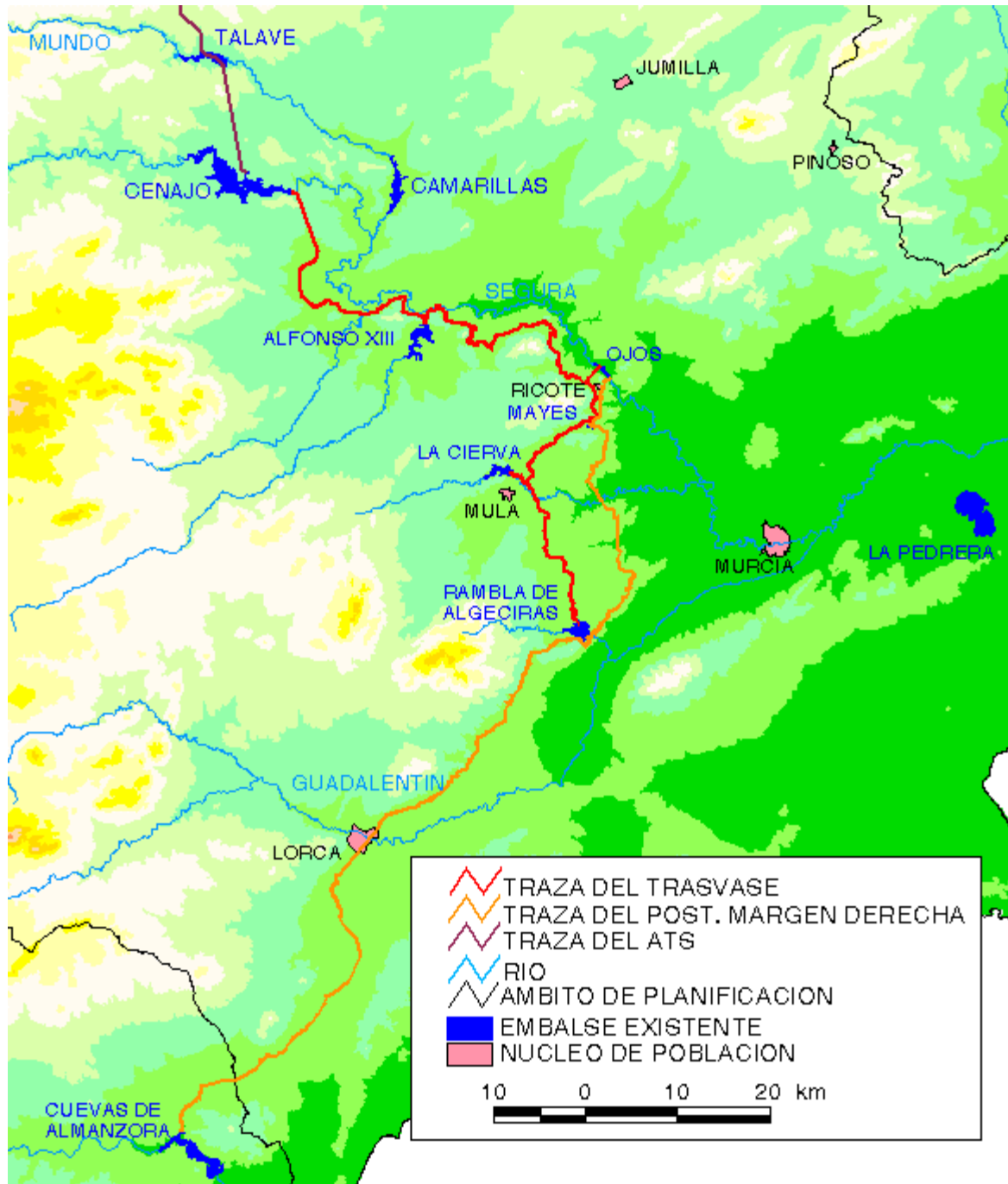


Figura 58. Plano de situación del Canal Alto de la margen derecha del Segura

El trazado, básicamente sigue el cauce del Segura a mayor cota, hasta llegar a la altura del Azud de Ojós. Sin embargo, inmediatamente aguas abajo de la presa de Cenajo se opta por construir el túnel de los Coloreros, principal obra singular del trazado, de 7 km de longitud, cuya boca de salida retoma el cauce del río Segura, pero ya aguas abajo de su confluencia con el Mundo, evitando 30 km de canal a media ladera por un recorrido topográficamente adverso. No son previsibles problemas geológicos en la ejecución del túnel, pues las características del terreno son similares a las del túnel Talave-Cenajo, básicamente, materiales calizos del Jurásico y Cretácico.

Tras el túnel, salva el río Argos mediante sifón para llegar al río Quípar, cuyo valle se atraviesa también en sifón, previéndose un ramal de conexión de 1 km de longitud con el embalse de Alfonso XIII o Quípar (en el km 58 aproximadamente).

Aguas abajo del ramal, justo antes del túnel de Ricote, y a la altura de esta población, se dispone un aprovechamiento hidroeléctrico entre el Canal y el Azud de Ojós, que salva el desnivel ya indicado de 185 m con una tubería forzada de 2,5km. Hasta la derivación del salto de Ricote, la longitud es de 70 km, distribuidos en 2 km de sifón, 7 km de túnel y 61 km de canal.

Una vez superado este punto existe la posibilidad de abastecer por gravedad el depósito del Mayés, regulador en cabecera del Postrasvase Margen Derecha.

El canal prosigue hasta cruzar en sifón el río Mula. Aguas arriba de esta obra singular puede disponerse una elevación hasta el embalse de La Cierva de 67 m de altura geométrica, redotando los regadíos de Mula.

Desde aquí el canal discurre sin complicaciones significativas hasta el embalse de La Rambla de Algeciras a la cota 303, al que vierte a través de un salto de 38 m de salto bruto. Entre la derivación a Ricote y el embalse de Algeciras existen 39 km de conducción, integrados por 2 km de sifón, 3 km de túnel, 33,5 km de canal y 0,5km de tubería forzada.

La longitud total de la conducción es de 110 km, de los que 4 km son de sifón, 10km de túnel, 96 km de canal y 0,5 km de tubería forzada en aprovechamientos hidroeléctricos. La altura geométrica de bombeo en la conducción principal es nula, mientras que la de turbinación es de 38 m. Desde la conducción principal es posible disponer un salto que vierte al azud de Ojós, aguas arriba de Ricote, de 185 m de altura. Igualmente puede abastecerse el embalse de La Cierva mediante una impulsión de 67 m y 3 km de longitud. En la figura adjunta pueden apreciarse estas características, así como las diferencias y posibilidades de conexión existentes con el Canal principal de la margen derecha del Postrasvase Tajo-Segura.

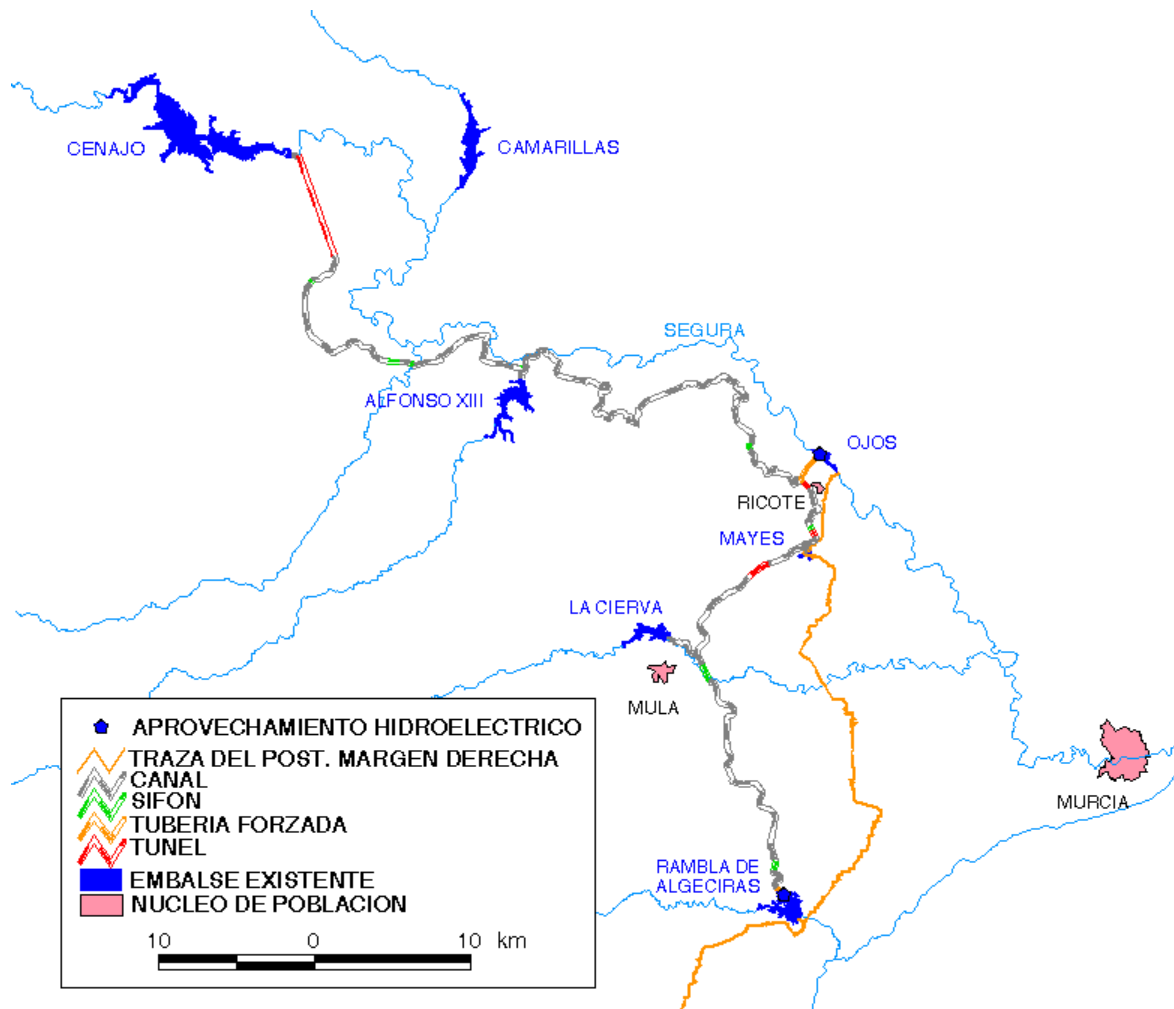


Figura 59. Características del Canal Alto de la margen derecha del Segura

Las afecciones energéticas que puede originar son las correspondientes a las centrales existentes en el Segura aguas abajo del Cenajo. Únicamente se vería afectada por la detracción la de Almadenes.

En el tramo final atraviesa el perímetro del espacio natural protegido de los Barrancos de Gebar (la figura de protección es paisaje protegido). La interferencia es mínima y corresponde al tramo de turbinación a través del cual se vierte el agua al embalse de la Rambla de Algeciras. Dentro de dicho espacio natural se encuentra el embalse de la Rambla de Algeciras y es ligeramente afectado en su parte Sur por el canal del Postravase Margen Derecha. Ambas infraestructuras ya existían cuando se declaró la zona como espacio protegido. Este aspecto se analiza con más detalle en el documento correspondiente, donde se exponen las posibles dificultades ambientales de este trazado. No obstante, teniendo en cuenta la interferencia señalada, la valoración del tramo Ricote-Algeciras incluida en el Documento de costes, contempla la inversión necesaria para construir el salto, pero no el beneficio por turbinación, que minoraría el coste unitario del agua en destino, con el fin de quedar del lado de la seguridad en el caso de que finalmente no fuese posible realizar este aprovechamiento.

Respecto a la calidad del agua, si procede del ATS son de aplicación las consideraciones ya efectuada en el apartado correspondiente, que pueden verse con detalle en el documento . Si procede de la Cuenca Alta del Segura, la calidad es suficiente para los usos a los que se destina.

Por último, se incluye un detalle del Canal Alto y del Postrasvase en la zona de Ojós, dónde puede apreciarse el aprovechamiento hidroeléctrico de Ricote.

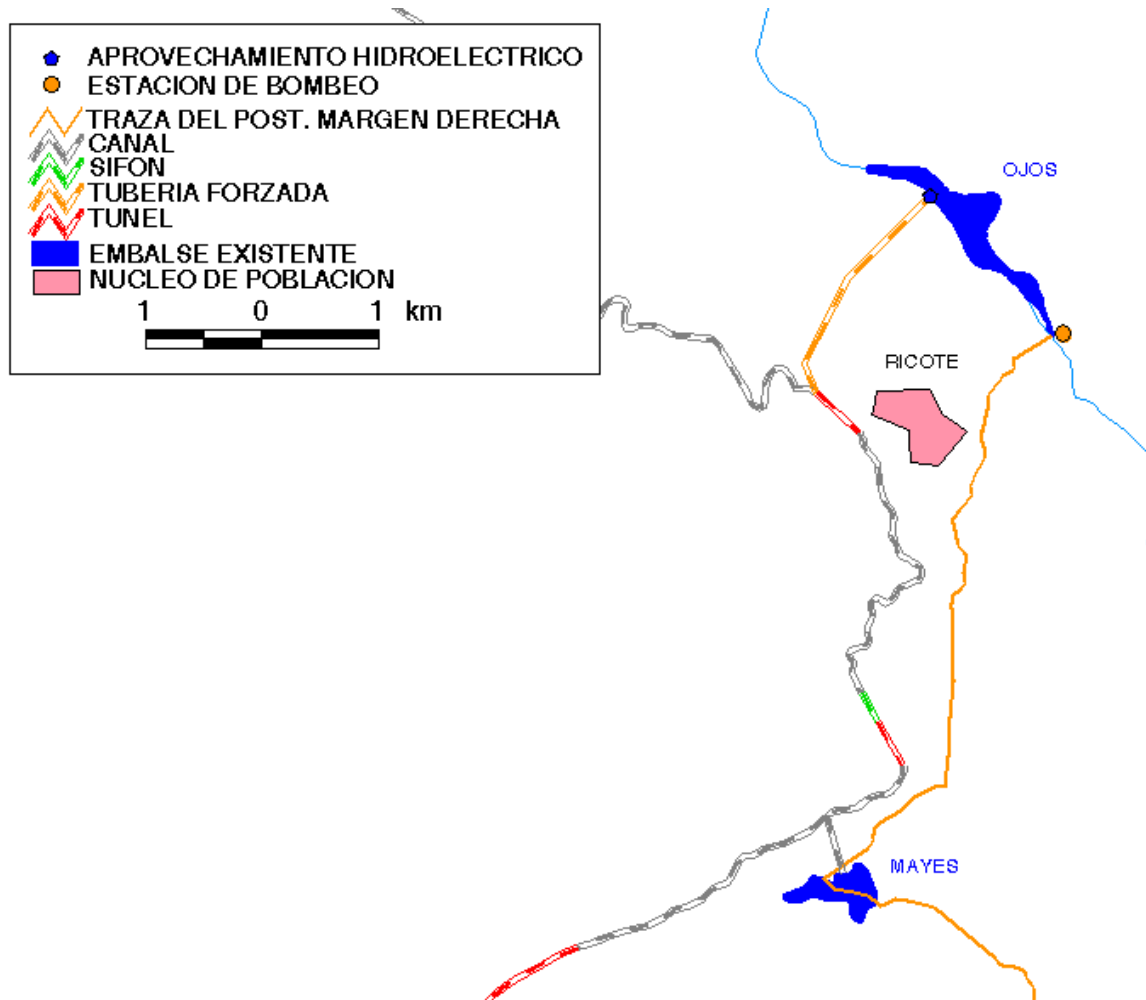


Figura 60. Detalle del Canal Alto de la margen derecha (Aprovechamiento de Ricote)

Para su reflejo en el grafo de circulación general, la conducción da lugar a los tres tramos siguientes, cuyo detalle puede examinarse en el documento de costes básicos:

- Tramo Cenajo-Ricote: comienza en la presa del Cenajo y termina en la derivación de la turbinación de Ricote, que vierte desde el Canal Alto al Azud de Ojós.
- Tramo Ricote-Algeciras: comienza aguas abajo de la derivación del salto de Ricote y termina en el salto que vierte a la Rambla de Algeciras.
- Tramo Ricote-Ojós: comprende exclusivamente la turbinación entre el Canal Alto y el Azud de Ojós.

### 3.7.4. POSTRAVASE MARGEN IZQUIERDA

Se trata de una conducción ya en servicio, que comienza en el azud de Ojós y discurre por gravedad hasta el embalse de La Pedrera. Previamente existe un partidor, denominado de Crevillente, desde el cual parte un ramal que enlaza, mediante una elevación, con el embalse del mismo nombre. Puesto que se trata de una obra existente, sus características son conocidas y no se detalla aquí nada sobre ella. Tan solo se indica la longitud de la conducción, que asciende a 54 km entre Ojós y La Pedrera y a 31 km para el ramal de Crevillente.

En la figura siguiente se incluye la traza de esta conducción, que puede recibir un trasvase del Ebro a la altura del partidor. Así la aportación externa a la cuenca, tanto del ATS como del Ebro, puede alcanzar el embalse de Crevillente, La Pedrera, y la vega baja del Segura mediante la conexión del sifón de Orihuela.

Posteriormente, a través de otras conducciones que se abordan en apartados siguientes podría llegar a la zona costera de Mazarrón-Águilas, al embalse de Cuevas de Almanzora y al Poniente de Almería, en la cuenca del Sur.

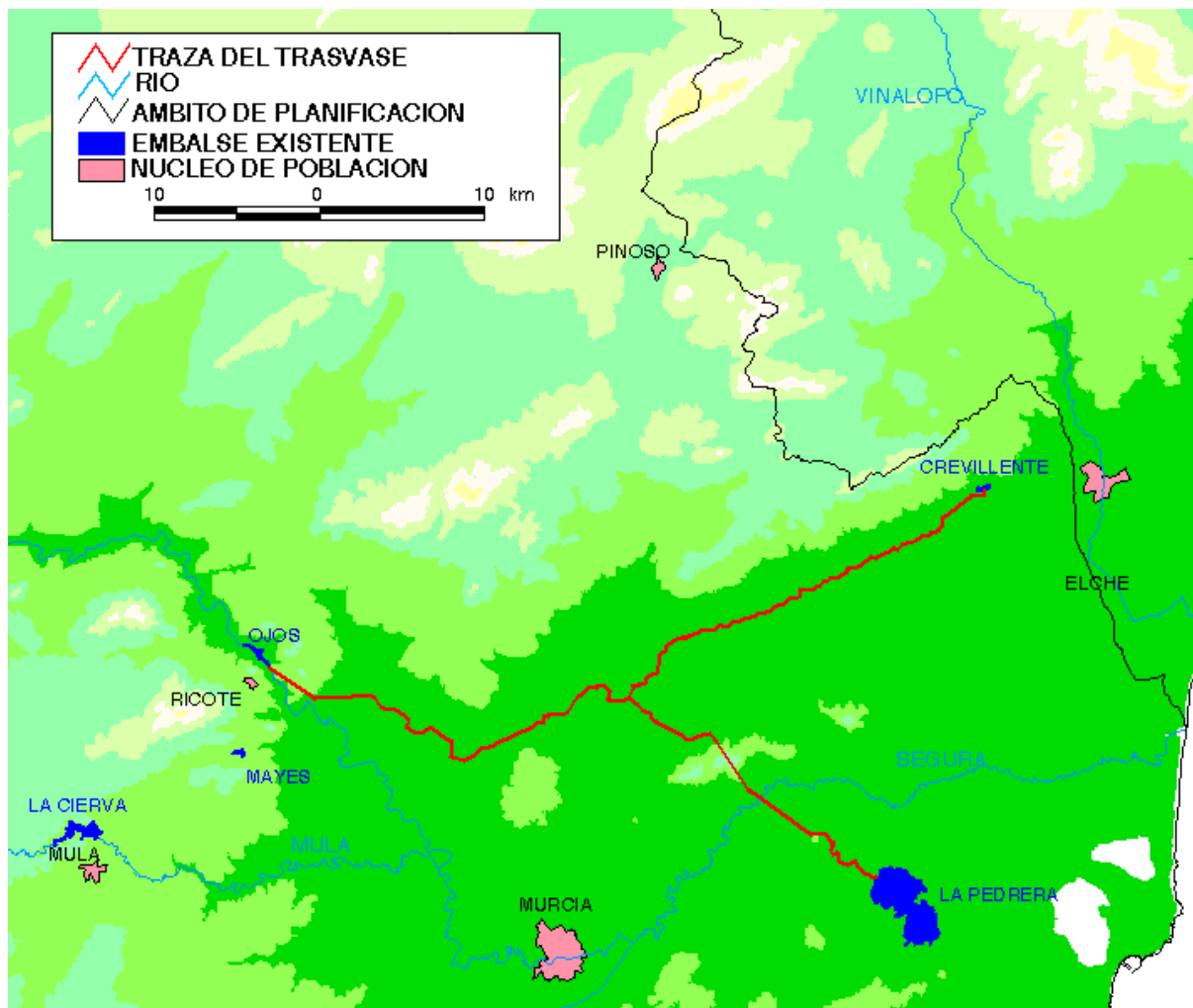


Figura 61. Plano de situación del Canal de la margen izquierda del Postravase Tajo-Segura

Para su integración en el grafo, esta conducción se ha considerado como un solo tramo, que comienza en el azud de Ojós y termina en el entorno del embalse de La Pedrera (nudo Bajo Segura). No se toma como parte integrante de ella el canal de Crevillente. Las características detalladas pueden verse en el Documento de costes básicos.

### **3.7.5. CAMPO DE CARTAGENA**

Al igual que en el caso anterior se trata de una conducción en servicio, por lo que resulta conocida y se elude su descripción. Discurre entre el embalse de La Pedrera y la zona regable del Campo de Cartagena, terminando al Norte de esta ciudad y próximo a ella. Se prescinde de la impulsión y área de Fuente Álamo, no relevante a los efectos de este análisis.

Cabe señalar que se ha analizado la posibilidad de ampliación de capacidad, caso de que fuese necesario, de acuerdo con los resultados de la simulación general. Las obras de ampliación, que consistirían en recrecimientos y ampliación de la capacidad de las obras singulares, se han evaluado de acuerdo con lo indicado en el Documento de costes básicos.

En la figura siguiente se incluye la traza de este canal. Puede apreciarse que tiene la posibilidad de abastecerse desde el embalse de la Pedrera o bien directamente desde el canal del postravase margen izquierda, sin utilizar el embalse. La longitud total es de 68 km comenzando en el canal del postravase margen izquierda.

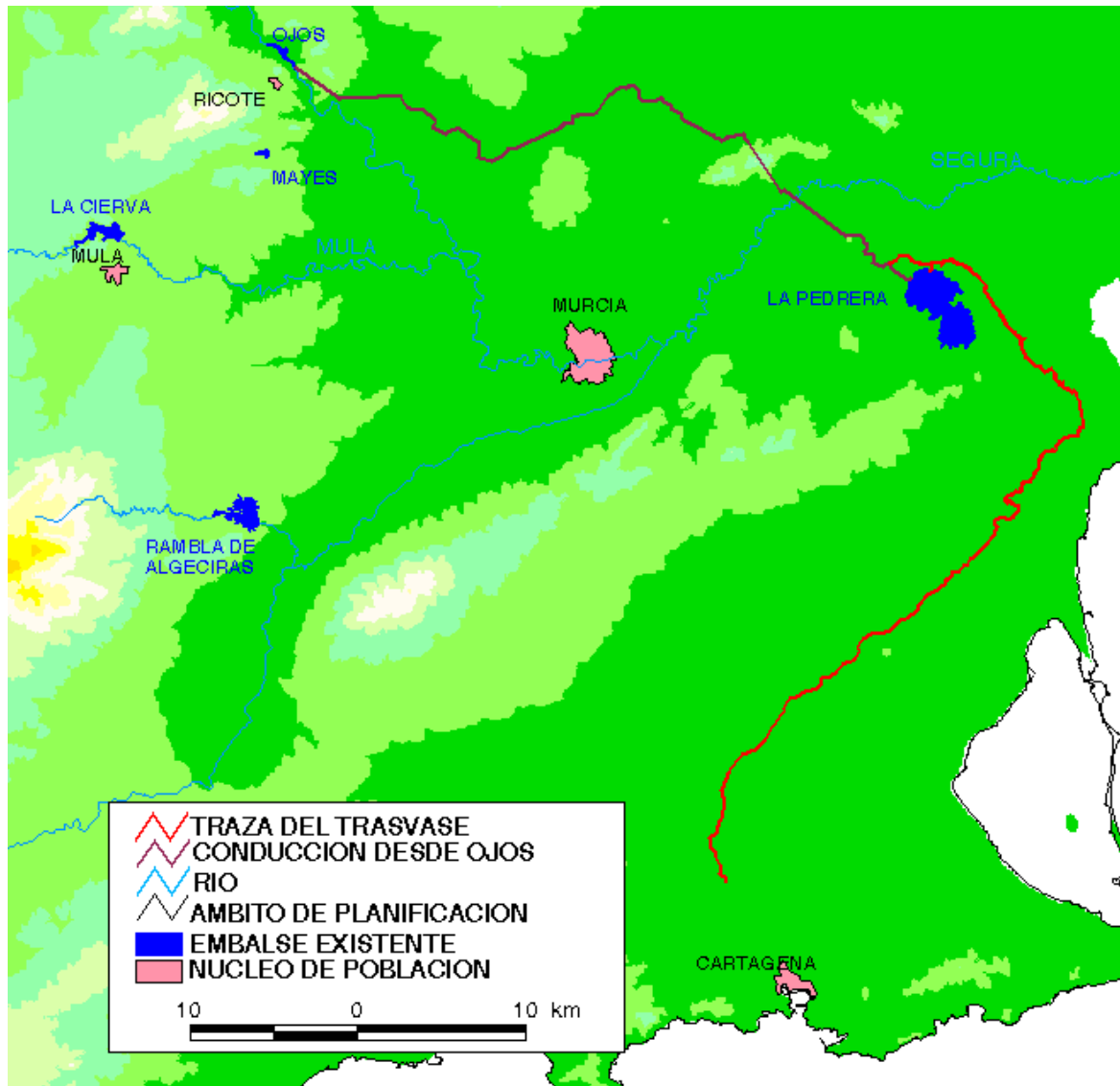


Figura 62. Plano de situación del Canal del Campo de Cartagena

En el grafo de circulación general se ha considerado como un único tramo, que empezaría bien en el embalse de la Pedrera o en el by-pass que enlaza directamente con el postrasvase margen izquierda (nudo Bajo Segura) y terminaría al Norte de Cartagena (nudo Cartagena-Litoral), que incluiría a efectos de cálculo las demandas litorales de Mazarrón y Águilas.

Sus características detalladas pueden verse en el documento de costes básicos.

### 3.7.6. CARTAGENA-ALMANZORA

Se trata de una nueva conducción que permite comunicar el final del canal del Campo de Cartagena con el embalse de Cuevas de Almanzora en la Cuenca del Sur, alimentando a su vez las importantes y muy deficitarias zonas litorales de Mazarrón y de Águilas. Constituye, por tanto, un trasvase entre diferentes ámbitos de



planificación, que desde el punto de vista geográfico son el Segura y el Sur. Desde el punto de vista de los recursos la identificación del cedente es mucho más compleja, puesto que el agua conducida puede haber sido aportada por el ATS (Tajo o Duero) o por las conducciones procedentes del Ebro o Júcar.

Su trazado se muestra en la figura siguiente.

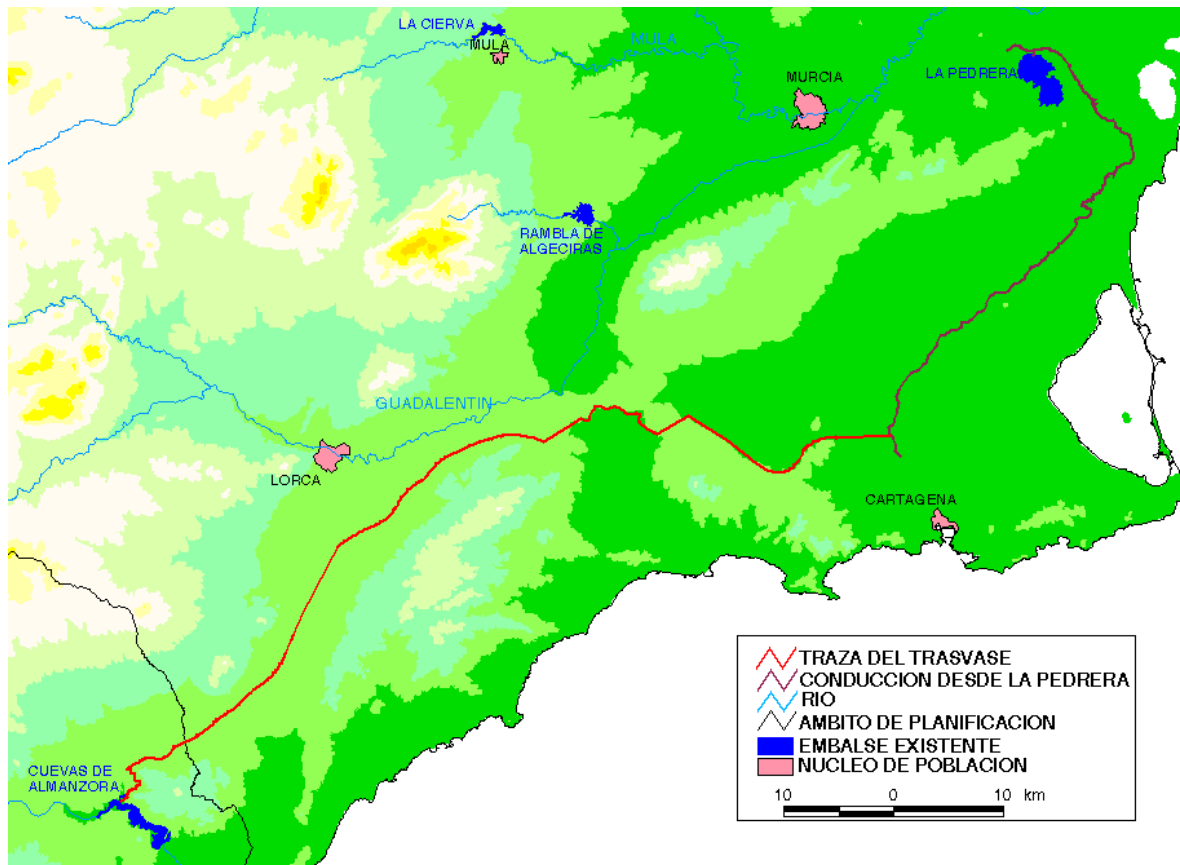


Figura 63. Plano de situación del trasvase Cartagena-Almanzora

La conducción discurre inicialmente en dirección Este-Oeste, hasta alcanzar la cuenca del río Guadalentín. Discurre por ella a cota relativamente elevada con el fin de interferir lo menos posible con los regadíos del valle, para dirigirse finalmente hacia el Sur, en las cercanías de Lorca, adoptando entonces un trazado muy similar al del canal Lorca-Almería del postrasvase de la margen derecha, ya existente. Desde el trazado por el Guadalentín se dispondrían las oportunas derivaciones para las tomas de Mazarrón y de Águilas.

Minimizar la afección a los regadíos existentes requiere dos elevaciones para alcanzar la cota 300, lo que supone un desnivel de 230 m desde la cota 70 de partida.

Una vez iniciado el giro hacia el Sur, se dispone una nueva elevación para adquirir la cota necesaria que permita salvar mediante un túnel razonable la divisoria entre el Segura y el Sur, por un punto próximo al que lo hace el canal mencionado ya construido. Esta tercera elevación es de 40 m de altura y permite alcanzar la cota 330. La traza no tiene, en general, complicaciones orográficas significativas.

Ya en la cuenca del Sur, el canal se prolonga a cielo abierto a media ladera por la rambla del Saltador, que desemboca en el embalse de Cuevas de Almanzora, finalizando a la cota 313, desde la que entrega el agua al embalse mediante un aprovechamiento de 130 m de desnivel. Las tres estaciones de bombeo cuentan con un depósito regulador aguas arriba y otro aguas abajo para optimizar las horas de funcionamiento.

La longitud total de la conducción es de 106 km, de los cuales 18 km son de impulsión, 12 km de sifón, 6 km de túnel, 69 km de canal y 1 km de tubería forzada para turbinación. La altura de bombeo geométrica total es de 270 m y la de turbinación, de 130 m. En la figura que se incluye a continuación se muestran estas características básicas.

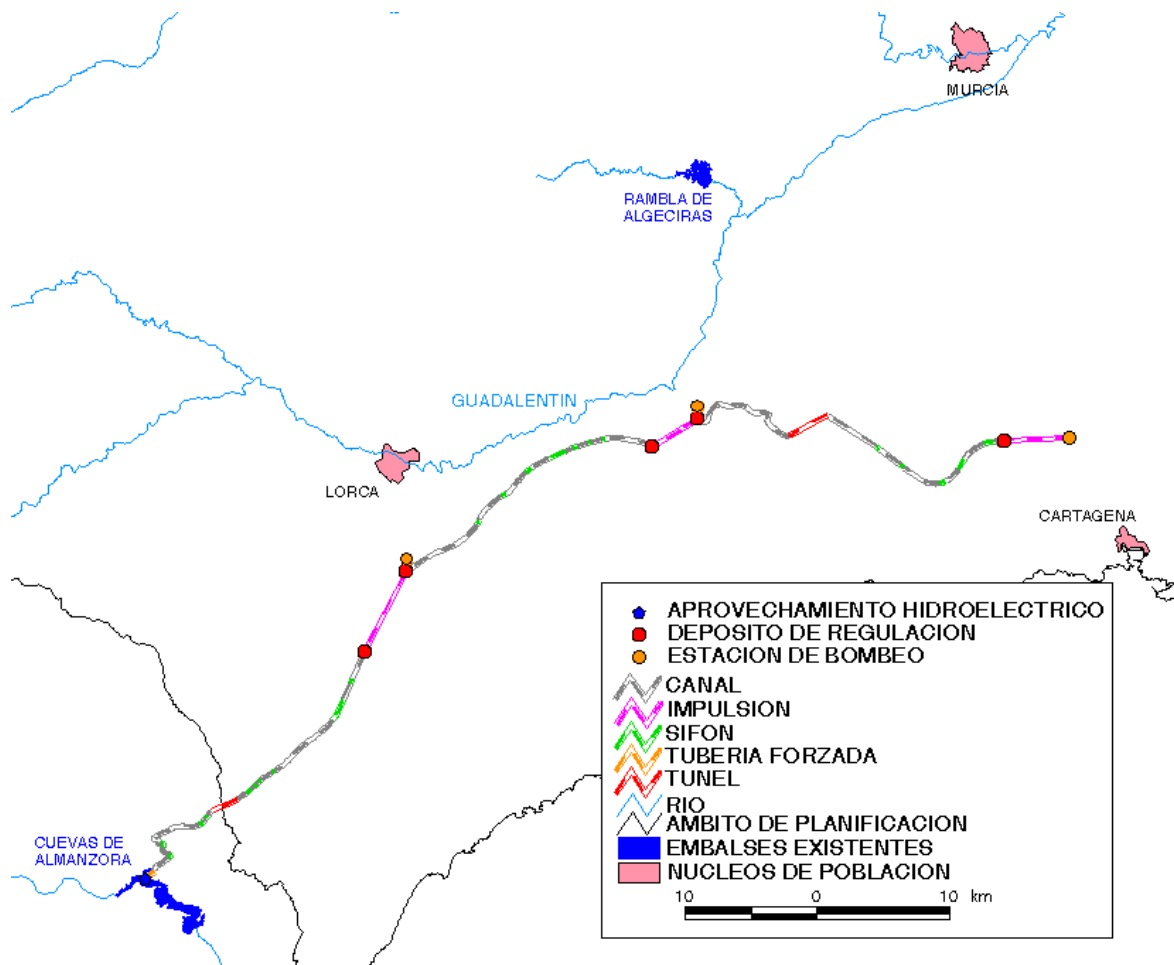


Figura 64. Características del trasvase Cartagena-Almanzora

Las afecciones hidroeléctricas son nulas, puesto que procede de otra conducción de trasvase.

La zona atravesada se encuentra totalmente antropizada y dedicada al regadío en su mayor parte. Las afecciones a espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales son inexistentes. Sí pueden ser significativas, en cambio, las interferencias con regadíos en explotación de alto valor económico, atendidos ya por el postrasvase Tajo-Segura y por pozos.

En cuanto a la calidad del agua, las consideraciones a aplicar son las correspondientes a las del origen del agua recibida, ATS y/o Ebro.

En el grafo de circulación general constituye un tramo único, que comienza en el final del Canal del Campo de Cartagena (nudo Cartagena-Litoral) con una elevación, y concluye en el aprovechamiento que vierte al embalse de Cuevas de Almanzora (nudo Almanzora). Sus características detalladas se recogen en el Documento de costes básicos.

### **3.7.7. POSTRASVASE MARGEN DERECHA**

Al igual que sucede con el postrasvase margen izquierda se trata de una conducción en servicio, por lo que no se describen expresamente sus características. Discurre entre el Azud de Ojós y el embalse de Cuevas de Almanzora, pasando por la Rambla de Algeciras, y permite la conexión entre las cuencas del Segura y del Sur.

Al igual que en los casos anteriores se ha analizado la posibilidad de ampliación de capacidad en caso necesario, si así lo requirieran los resultados de la simulación. La ampliación se ha evaluado, de acuerdo con los criterios expuestos en el Documento de costes básicos. En la figura siguiente puede verse la traza de esta conducción.

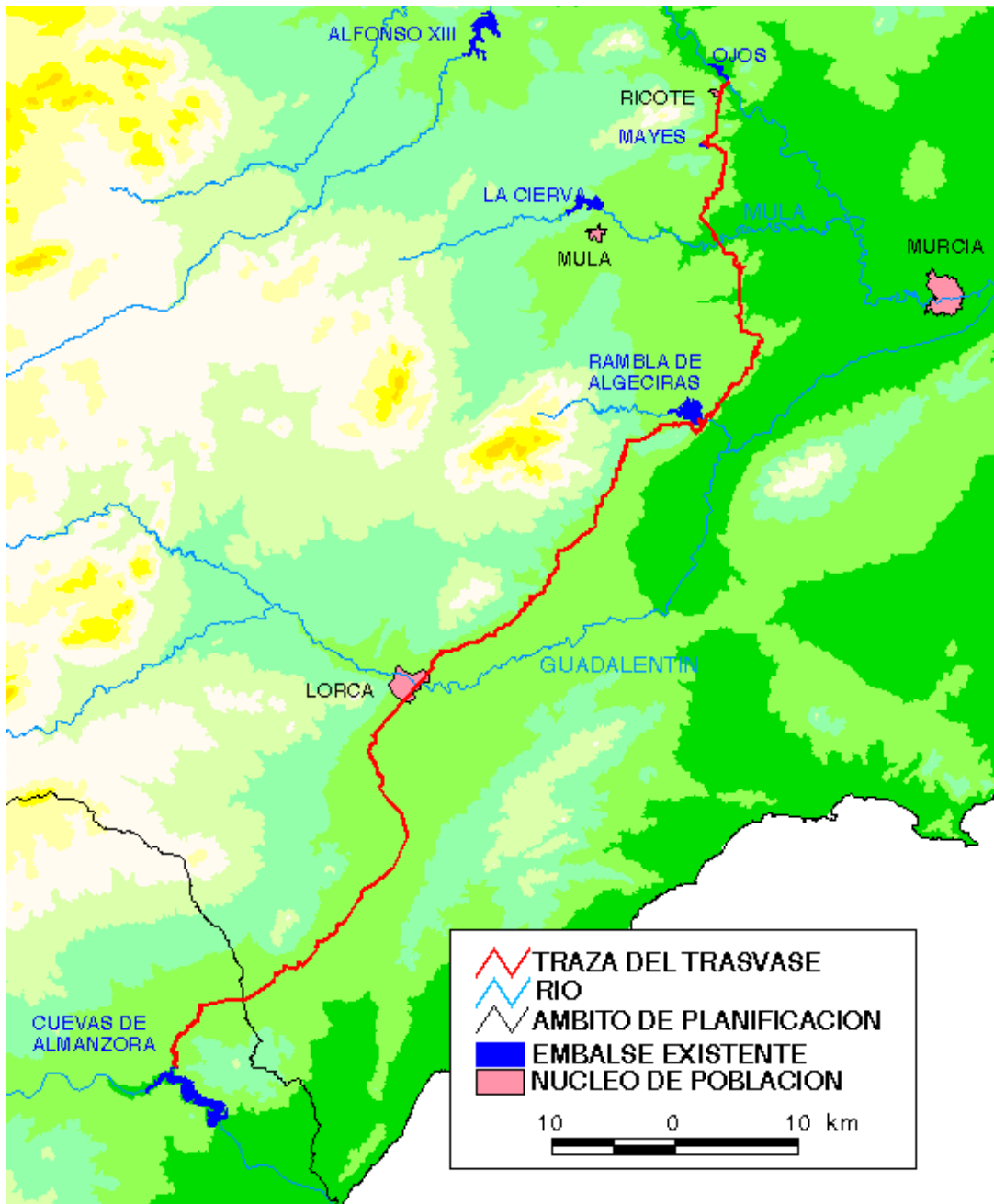


Figura 65. Plano de situación del Canal principal de la margen izquierda del Postrasvase Tajo-Segura

Para su inclusión en el grafo de flujos globales se ha dividido en los dos tramos siguientes, cuyas características detalladas se incluyen en el documento de costes básicos:

- Tramo Ojós-Algeciras: comienza en la elevación del azud de Ojós que constituye el origen del canal de la margen derecha del postrasvase y termina aguas arriba del depósito de regulación del que toma la elevación de Alhama, que se encuentra 1 km aguas abajo, aproximadamente, de la derivación del canal a la presa de la Rambla de Algeciras. Su longitud es de 40 km.

- Tramo Algeciras-Almanzora: comienza en el depósito de regulación de aguas arriba del bombeo de Alhama y termina en la rambla del Saltador, que vierte al embalse de Cuevas de Almanzora. La longitud asciende a 83 km.

### 3.7.8. ALMANZORA-ALMERÍA

Esta conducción enlaza dos puntos pertenecientes a la Cuenca del Sur. Desde el punto de vista geográfico se trata de una transferencia intracuenca. Sin embargo, desde el punto de vista del origen de los recursos no es así, puesto que el volumen almacenado en Cuevas de Almanzora procede fundamentalmente de aportaciones externas, cuyo origen último es el Ebro o el ATS (Tajo o Duero). Permite suministrar a dos de los tres sistemas con déficit estructural de la Cuenca del Sur: Andarax y Nijar (provincia de Almería) así como al del Río Verde, Guadalfeo, Benínar y Campo de Dalias (el tercero es suministrado por la transferencia entre el Guadalquivir-Negratín- y Sur-Cuevas de Almanzora).

La conducción discurre por las estribaciones orientales de las cordilleras béticas, fundamentalmente por el Este de la Sierra de los Filabres y por el Sur de las sierras de Alhamilla y Gador. En líneas generales cabe decir que se trata de un terreno complicado tanto topográficamente como geológicamente. El trazado, similar al de la carretera Lorca-Almería, puede verse en la figura siguiente.

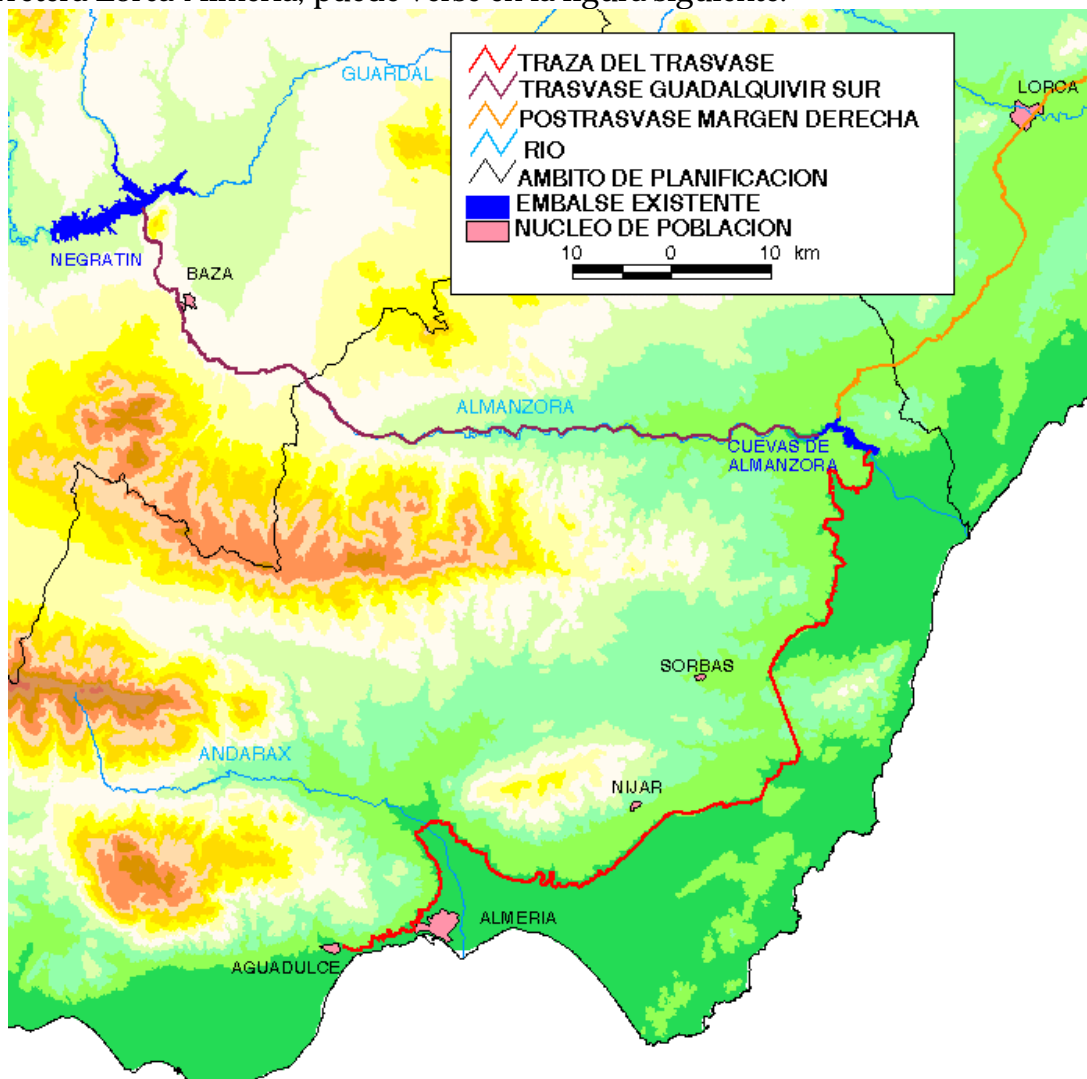


Figura 66. Plano de situación del trasvase Almanzora-Almería

El agua se transporta siempre por gravedad. El MNN del embalse de Cuevas de Almanzora se encuentra a la cota 183 y el cauce a la 105. La cota de partida se fija en torno a la 160. En primer lugar atraviesa la Sierra de Los Filabres para lo cual requiere numerosos sifones.

A continuación salva la Sierra de Alhamilla mediante un túnel de 10 km al este del municipio de Sorbas, con alturas de 600 m. La traza del túnel es paralela a la de la carretera mencionada, que salva la Sierra por un puerto más al oeste.

Seguidamente discurre por la vertiente sur de esta sierra a media ladera, dominando el Campo de Níjar, para dirigirse hacia Almería, cruzando el río Andarax varios kilómetros aguas arriba de la capital. Pasa entonces a bordear la Sierra de Gádor por su vertiente Sureste y finaliza en Aguadulce a la cota 80 aproximadamente. Este último tramo del recorrido es especialmente complicado en lo que a orografía se refiere.

La longitud total de la conducción es de 143 km, distribuidos en 47 km de sifón, 4 km de acueducto, 12 km de túnel y 80 km de canal. Puede apreciarse la complicación del trazado, pues el 45% del total corresponde a obras singulares. Cabe señalar que un estudio detallado podría revelar una peor situación, pues debido a lo movido del terreno es más difícil que en otros casos hacer una definición del trazado a la escala 1:50.000 empleada en este Plan Hidrológico. No existen bombeos ni turbinaciones ni ocasiona afecciones hidroeléctricas a saltos existentes.

Las características anteriores se reflejan en la figura siguiente::

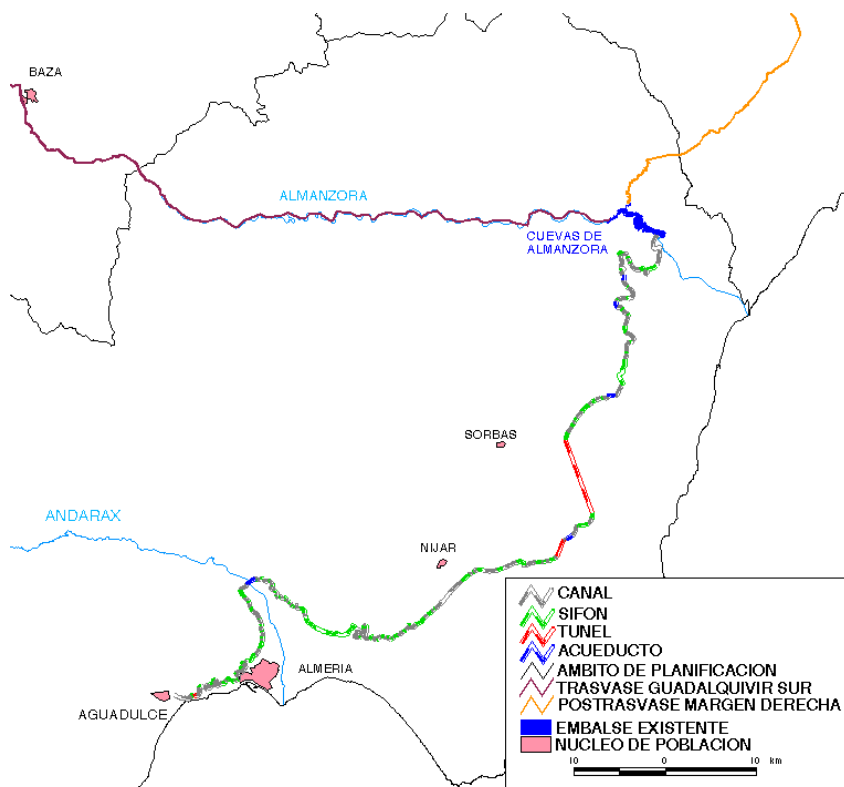


Figura 67. Características del trasvase Almanzora-Almería

Respecto a la geología cabe destacar que el tramo comprendido entre Cuevas de Almanzora y la salida del túnel de 10 km cercano a Sorbas puede presentar complicaciones. Ello es debido a la presencia de materiales del triás, que incluyen yesos, dentro del complejo Nevado Filabride de la Sierra de Filabres así como del complejo Alpujarride de la Sierra de Alhamilla. La mayor dificultad puede ser sin embargo, la dureza de los materiales para ejecutar la excavación (incluido el túnel), pues es mayoritaria la presencia del pérmico, cámbrico, devónico y precámbrico.

Tras abandonar el túnel atraviesa materiales cuaternarios y terciarios fundamentalmente, que no deben presentar grandes complicaciones, al Sur de la Sierra de Alhamilla, asentados entre el complejo alpujarride de dicha Sierra y los materiales volcánicos de la Sierra de Gata.

Los materiales competentes vuelven a aparecer una vez cruzado el río Andarax al discurrir por el Sureste de la Sierra de Gadir, interceptando dolomías oscuras y calizas.

Por tanto, de lo anterior se desprende que la ejecución de la excavación será complicada, exigiendo importantes medios en la mayor parte del recorrido. Puntualmente pueden surgir algunos problemas por aparición de yesos.

La interferencia con espacios naturales protegidos actualmente declarados como tales es mínima con la información disponible. Cabe señalar que discurre muy próximo al extremo oriental del Parque Natural del Karst de los yesos de Sorbas, sin atravesar nunca su perímetro. Igualmente el trazado pasa muy próximo al límite occidental del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, llegando casi a interceptarlo a la salida del túnel de Sorbas e interceptándolo a lo largo de 1,5 km. algo más al Sur (tramo en túnel, en sifón y en canal). La afección puede eliminarse desplazando el trazado hacia el oeste, lo cual es factible a costa de aumentar la longitud del segundo túnel y de las obras singulares comprendidas entre los dos túneles. Podría ser conveniente también en este caso aumentar la longitud del primer túnel, desplazándolo hacia el oeste. No se trata por tanto, de afecciones insalvables, sino que supondrían un ligero incremento de presupuesto. No ocurre lo mismo si se consideran los espacios cuya protección está prevista en el futuro. Estos aspectos se analizan con detalle en el documento correspondiente.

Las consideraciones relativas a la calidad del agua se incluyen asimismo en el documento correspondiente.

A efectos de su integración en el grafo de circulación general se considera que toda la conducción constituye un solo tramo con origen en el embalse de Cuevas de Almanzora y final en Aguadulce, en las inmediaciones de Almería, y dominando sus riegos del Poniente.

### **3.8. TRANSFERENCIA EBRO-CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA**

Se trata de resolver la situación de escasez detectada en algunos sistemas de explotación de las Cuencas Internas de Cataluña, en los términos previstos en el análisis del sistema de explotación incluido en este Plan Hidrológico.

Dado que el destino básico de las aguas es el abastecimiento urbano e industrial el consumo es continuo, no estacional, por lo que no son necesarias infraestructuras de regulación importantes en destino, salvo las impuestas por la longitud del período durante el que se pueda derivar en origen.

El origen de la transferencia se sitúa en la cuenca del Ebro, considerándose dos posibles puntos de captación de recursos: el Bajo Ebro, y el embalse de Talarn o San Antonio en el río Noguera-Pallaresa, afluente del Segre. La existencia de estas dos posibilidades de captación da lugar a dos familias de alternativas, que se describen a continuación.

#### **3.8.1. TRASVASE DESDE EL BAJO EBRO AL LLOBREGAT**

##### **3.8.1.1. POSIBLES PUNTOS DE TOMA**

Tras estudiar diferentes opciones para el nuevo punto de toma en el bajo Ebro, se estima que lo más conveniente, en principio, es ubicar la captación en un azud de nueva construcción, aguas abajo de Tortosa.

Los puntos de captación considerados y desestimados son los de Rasquera, Cherta y Delta del Ebro. Los dos primeros están situados aguas arriba de Tortosa, lo que permitiría reducir la altura de bombeo. Sin embargo, derivar en cualquiera de ellos requiere atravesar la Sierra del Boix para alcanzar la cuenca del Llobregat, con un coste adicional importante debido a lo accidentado del terreno. Sería necesario construir túneles, de manera que para acortar razonablemente su longitud es preciso incrementar la altura de bombeo, con lo que se anula la posible ventaja de esta solución. Partiendo de Cherta se incrementa la longitud frente a Rasquera.

A estas circunstancias se une el hecho determinante de que la Sierra del Cardó-Boix es un espacio natural, que se vería afectado por tramos de canal de trasvase si se optase por Rasquera o Cherta como punto de toma. El primer punto que permite concebir un trazado que no interfiere con este espacio natural es la derivación desde aguas debajo de Tortosa que, debido a las circunstancias señaladas, requiere una altura de bombeo menor, puesto que atraviesa la Sierra mencionada en sus estribaciones más próximas a la costa, sin requerir para ello túneles con una altura de bombeo moderada.

La tercera solución planteada, que parte del Delta, pretende aprovechar la infraestructura existente en esta zona. Así, sin afectar a los riegos del Bajo Ebro se podría derivar el volumen demandado desde Cherta, por el Canal de la margen izquierda del Ebro, que tiene una capacidad de 18 m<sup>3</sup>/s, mediante una elevación situada en las proximidades del Delta. En época de riego el suministro se podría



realizar aprovechando los retornos de riego del propio Delta. Actualmente la red de azarbes no puede verter directamente al mar debido a su baja cota por lo que es necesario elevar los retornos en tres estaciones de bombeo con un altura máxima del orden de 5 m, cada una de las cuales vierte a una balsa desde son evacuados al mar.

Esta disposición obligaría a construir un canal perimetral en el propio Delta que captara los volúmenes almacenados en las tres balsas y los condujese hasta una nueva estación de bombeo en la margen izquierda. Desde allí serían elevados para llegar hasta la cuenca del Llobregat.

Esta solución de captación en el Delta es claramente desechable por razones ambientales: en primer lugar se trata de un espacio natural en el que sería necesario construir el canal mencionado. En segundo lugar, el agua que se capta en la época de riego tiene una calidad deficiente, puesto que procede de retornos de riegos arrastrando fertilizantes y otras sustancias, lo que exigiría un tratamiento adicional intenso que, unido a la mayor altura de elevación necesaria, puesto que el recurso se toma a nivel inferior al mar, aumentaría también su coste. Por otra parte también sería necesario recrecer el canal de la margen izquierda, pues en el período de riego debe transportar tanto la dotación bruta como el complemento necesario a los retornos para satisfacer la demanda del trasvase.

Una vez elegido, pues, un azud aguas abajo de Tortosa como nuevo punto de derivación, caben distintas opciones para llegar hasta la cuenca del Llobregat, tal y como se describe en el siguiente epígrafe. Hay que señalar que esta ubicación no estaría exenta de afecciones ambientales, puesto que requiere la construcción de un azud cerca de la desembocadura del Ebro. Entre las posibles afecciones destacan el efecto barrera que puede suponer tanto para el transporte de sedimentos como para la movilidad de especies en el entorno del Delta.

Una forma ventajosa de superar los inconvenientes que plantea una toma nueva en el bajo Ebro es emplear las infraestructuras ya existentes del minitrasvase a Tarragona, descrito en epígrafes anteriores. Ello presenta la única limitación del máximo anual derivable, pero permite captar cantidades importantes sin necesidad de modificar la toma y disponiendo únicamente de la necesaria ampliación de las instalaciones existentes para extenderse más allá de la provincia de Tarragona y llegar hasta el Garraf y Baix Penedés, o incluso a la planta de Abrera.

En el análisis del sistema de las Cuencas Internas de Cataluña incluido en este Plan Hidrológico puede verse el régimen actual de derivaciones del Consorcio de Aguas de Tarragona, y la posibilidad cierta de captación de aguas, sobre todo invernales, sin ningún perjuicio.

La altura total de elevación sería similar a la de las soluciones ex novo, que se describen en los epígrafes siguientes.

Por último, cabe señalar que en las alternativas analizadas en el estudio del trasvase desde el Ródano, que se detallan en apartados posteriores, se considera otro punto de toma situado en la inmediaciones del núcleo de García, entre Flix y Mora de Ebro. Esta posibilidad sólo tiene sentido si se plantea un trasvase en tubería, pues de lo contrario, caso de realizarse en canal a cielo abierto, se incrementaría la longitud y

tendría, además, los mismos inconvenientes ambientales que las tomas en Cherta o Rasquera.

### 3.8.1.2. SOLUCIONES DE TRAZADO

Las tres soluciones alternativas de trazado consideradas para la nueva conducción desde el bajo Ebro al Llobregat pueden verse en la figura adjunta.

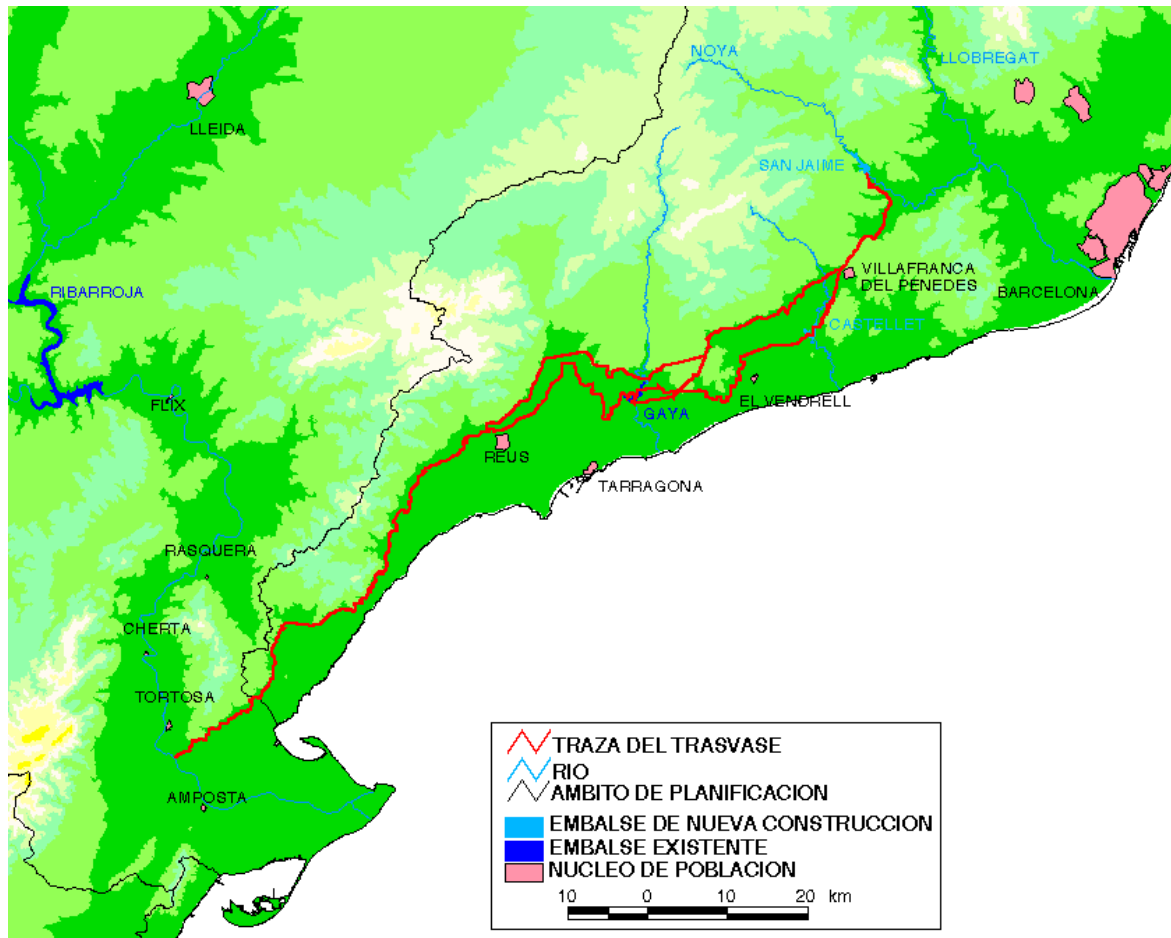


Figura 68. Plano de situación del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

En primer lugar se describe la denominada solución 1.

Desde el azud de Tortosa, de nueva construcción, situado entre la población del mismo nombre y Amposta, el agua sería elevada hasta un canal a cielo abierto que discurre, sin derivaciones intermedias, básicamente paralelo a la costa y próximo a Reus, hasta el embalse de Castellet, de nueva construcción en el río Foix.

La altura geométrica de la primera impulsión es de 175 m y vierte a un depósito regulador para evitar el funcionamiento de la instalación en las horas más desfavorables en cuanto al precio de la energía. La capacidad prevista para el embalse de Castellet es de 13 hm<sup>3</sup>.

Desde aquí el agua es reimpulsada, salvando un desnivel geométrico de 89 m hasta llegar, mediante el correspondiente canal al embalse de San Jaime, de 16 hm<sup>3</sup> en el río Anoia, afluente del Llobregat, destino final de las aguas. A continuación de la segunda impulsión se dispone otro depósito regulador que permite el funcionamiento de la instalación en el período más favorable para el precio de la energía consumida. Los dos embalses están previstos como posibles en el Plan Hidrológico de las Cuencas Internas de Cataluña. La cota de la captación en el Ebro es la 15 y la de MNN del embalse de San Jaime, la 180.

La longitud total de la conducción es de 196 km, distribuidos en 3 km de impulsión, 28 km de sifón, 11 km de túnel y 154 km de canal. La altura geométrica de bombeo total asciende a 264 m. La altura máxima de generación de energía posible, caso de instalarse, sería de 13 m e iría asociada a la presa de Castellet, como aprovechamiento de pie de presa, no asociado al trasvase, para verter al río Foix. En la figura siguiente se reflejan las características indicadas.

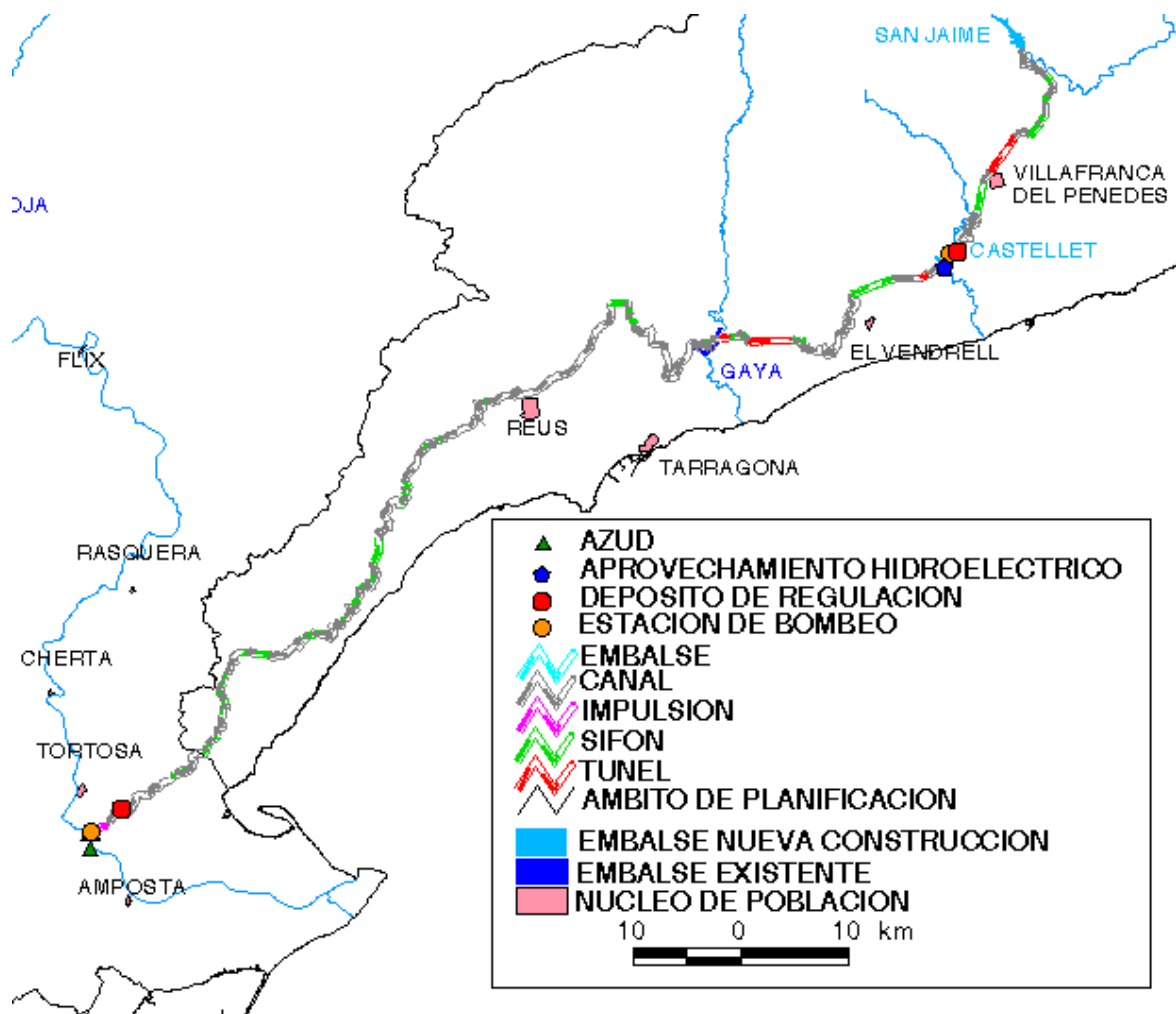


Figura 69. Características de las solución 1 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

Las afecciones hidroeléctricas que ocasiona a saltos existentes son nulas.

En cuanto al medio natural, el terreno atravesado está ya muy antropizado, discurriendo por zonas densamente pobladas (zonas de Reus y Vendrell), lo que ha motivado el estudio de otras soluciones que tratan de minimizar la afección a zonas urbanas entre Reus y Vilafranca del Penedés. Solo interfiere con un espacio natural protegido en la actualidad, Las Montañas de Tivissa y Vandellós, siendo fácilmente evitable la afección, tal como se expone más detalladamente en el documento específico.

La calidad del agua en el Bajo Ebro, como se detalla en el documento correspondiente, no constituye un obstáculo insalvable para destinar el agua a usos urbanos, como lo demuestra la existencia del minitransvase a Tarragona, aunque exigirá un tratamiento adecuado en destino.

La solución 2 se diferencia esencialmente de la 1 en que discurre a cota más elevada y no utiliza el embalse de Castellet. El objetivo perseguido con esta modificación es reducir la afección a zonas urbanas, sobre todo en la zona comprendida entre Reus y Vendrell, discurriendo por una zona con menor densidad de población.

El trazado es común con la solución 1 hasta las inmediaciones de Reus (PK 88,4). Allí se separan, pasando a discurrir más elevada la solución 2, disponiéndose una elevación en el punto de separación con la 1, con un desnivel geométrico de 71,5m y dos depósitos de regulación diaria, uno aguas arriba y otro aguas abajo de la elevación para optimizar el consumo energético. Ambas soluciones confluyen en Vilafranca del Penedés y coinciden a partir de entonces. La longitud del tramo de trazado diferente al de la solución 1 es de 71 km.

La longitud total de la solución 2 es ligeramente inferior a la de la 1, ascendiendo a 179 km, distribuidos en 3 km de impulsión, 33 km de sifón, 10 km de túnel y 133 km de canal. De la comparación con la solución anterior se deduce que si bien es más corta, el terreno atravesado es algo más complicado (longitud de túnel equivalente pero longitud de sifón un 18% superior). La altura de bombeo es ligeramente inferior a la solución 1, ascendiendo a 247 m. Las características indicadas se reflejan en la figura adjunta.

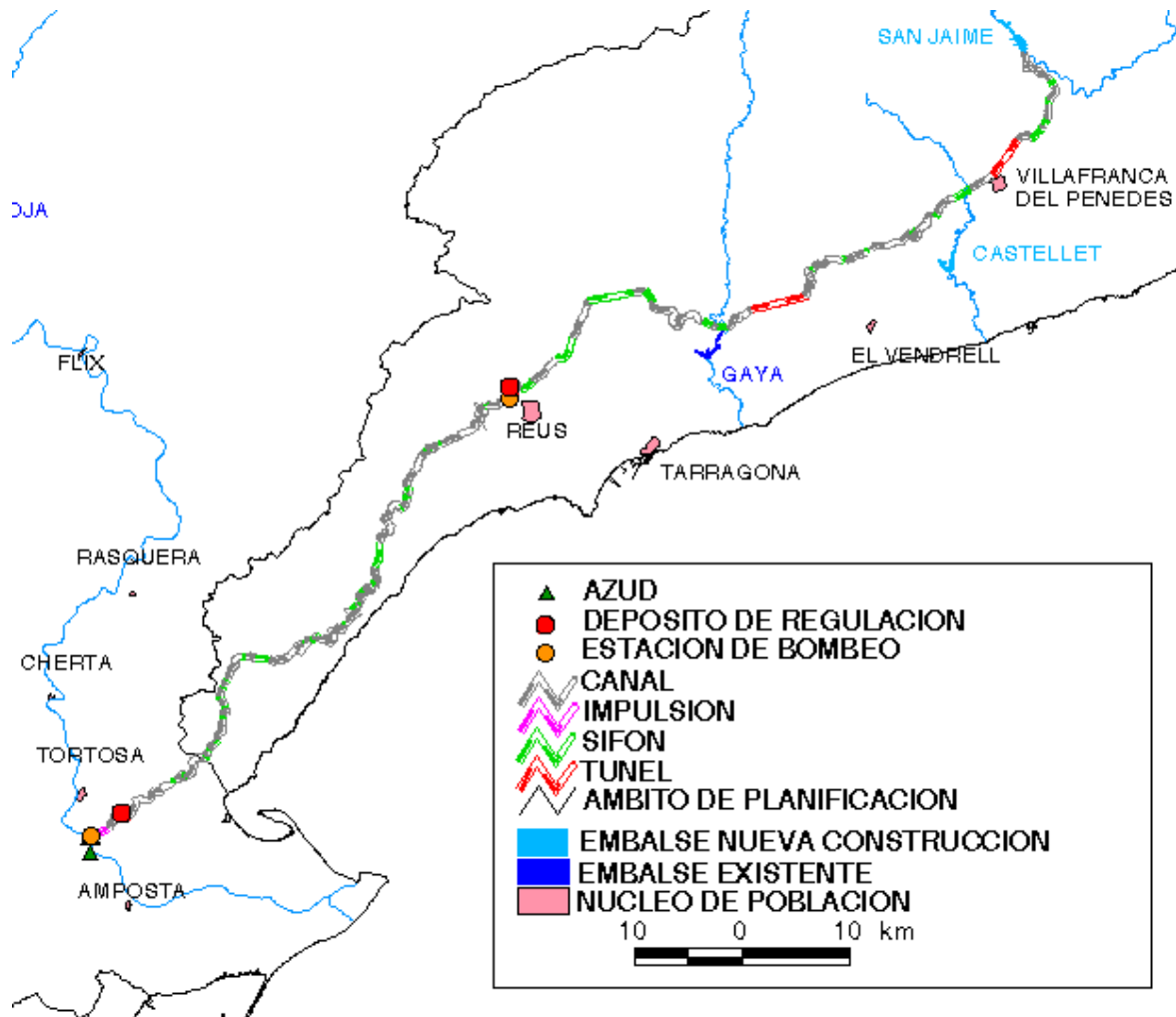


Figura 70. Características de la solución 2 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

En cuanto a afecciones hidroeléctricas, interferencias con espacios naturales y calidad del agua, son de aplicación las mismas consideraciones que para la solución 1. Respecto a las afecciones al medio socioeconómico, cabe señalar que si bien se reducen considerablemente frente a la solución 1 las interferencias con urbanizaciones, aunque no llegan a desaparecer por completo, se incrementan las afecciones a zonas cultivadas de gran valor económico, llegando a superar la afección económica de la solución 1 en zonas que, en principio, pueden no verse beneficiadas por el aporte de aguas del trasvase.

Cabe señalar también que la solución 2, al prescindir del embalse de Castellet presenta una ligeramente menor garantía de funcionamiento, puesto que no dispone de capacidad de regulación intermedia. Ello habrá de compensarse con la explotación del sistema de las Cuencas Internas.

Se ha planteado también una tercera solución que aprovecha como embalse intermedio el ya existente de Gaya, en el río del mismo nombre. Sus características son similares a las de la primera solución. Mientras que ésta atraviesa el cauce del río Gaya mediante un acueducto aguas arriba del embalse y continua hacia el embalse de Castellet, la solución que ahora se plantea comparte el mismo trazado hasta casi llegar al embalse de Gaya, permitiendo la instalación de un pequeño salto

de 10 m de altura aproximadamente a través del cual se vierte a su vaso. Desde allí el agua es elevada una altura geométrica de 132 m y sigue a partir de aquí un trazado similar al de la solución 2 hasta confluir con la 1 a la altura de Villafranca del Penedés, momento a partir del cual coincide con las dos soluciones anteriores.

La longitud de esta tercera solución es de 189 km, del mismo orden que la 1, con la que comparte 147 km. Sin embargo, la altura de bombeo es considerablemente mayor, de 307 m. Las consideraciones de afecciones de todo tipo son coincidentes con la solución 1. Cabe por tanto descartarla frente a esta debido al mayor coste unitario que resultaría al requerir un consumo de energía un 21% superior. La longitud total se compone de 4 km de impulsión, 26 km de sifón, 150 km de canal, 9 km de túnel y 45 m de tubería forzada para turbinación. En la figura siguiente se recogen las características de esta solución.



Figura 71. Características de la solución 3 del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

De lo expuesto se deduce que no existen argumentos económicos ni ambientales decisivos que diferencien las soluciones 1 y 2, puesto que el coste unitario es casi coincidente en ambas. Tampoco parecen definitivas las afecciones originadas por

una y otra, puesto que una minimiza las afecciones a zonas urbanas, pero otra ocasiona perjuicios superiores a regadíos de alto valor económico. Sin embargo, teniendo en cuenta que tanto la inversión inicial como el coste unitario son inferiores en la solución 2, y sin perjuicio de posteriores estudios de detalle, se seleccionará en principio ésta.

En la figura siguiente puede verse una planta de las tres alternativas de nuevo trazado, indicando cuál es la seleccionada. Tras ella se incluye una tabla con las características básicas de las tres soluciones.

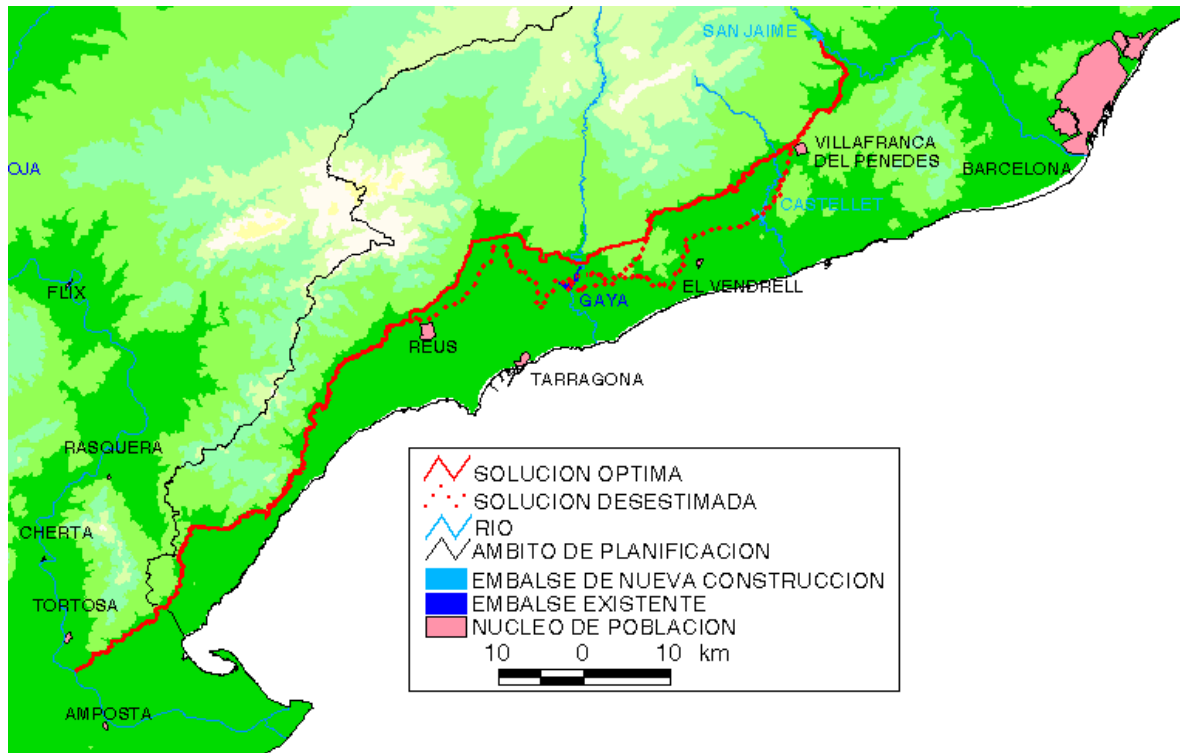


Figura 72. Solución óptima del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
SOLUCIÓN 1	196	264	13 <sup>1</sup>	CASTELLET Y SAN JAIME
SOLUCIÓN 2	179	247	0	SAN JAIME
SOLUCIÓN 3	189	307	10	SAN JAIME

Tabla 17. Características de las soluciones del trasvase Bajo Ebro-Llobregat

Se considera que toda la alternativa óptima constituye un solo tramo a efectos de su integración en el grafo de recorridos óptimos, con origen en el Bajo Ebro (Azud de Tortosa) y llegada en el embalse de San Jaime en el río Anoia, puesto que no existe demanda intermedia alguna. Las características detalladas con todos los elementos en planta, así como un esquema longitudinal pueden encontrarse en el documento de costes básicos.

<sup>1</sup> Se trata de un salto de pie de presa en Castellón que vierte al río, no a la conducción de trasvase.

Como se ha indicado, el embalse de San Jaime constituye el punto de llegada en los estudios derivados del anteproyecto de Ley de PHN de 1993. Desde él habría que conectar con la planta de tratamiento de aguas de Abrera, integrada en la red regional de abastecimiento. En la valoración de la alternativa contenida en el Documento de costes solo se ha incluido el embalse, considerando la conexión como un coste de distribución.

Debe señalarse, sin embargo, que los análisis del sistema de explotación de las Cuencas Internas de Cataluña realizados en este Plan Hidrológico permiten concluir que no es imprescindible disponer de regulación en destino. Por tanto, podría prescindirse de este embalse y sustituirlo por unos depósitos en cola o intermedios, y conectar directamente con la ETAP de Abrera. Esta última posibilidad eliminaría además la incertidumbre que en cuanto a calidad del agua puede suponer la mezcla del volumen trasvasado con el caudal del Anoia, que según se indica en el documento específico sobre esta materia, supondría en principio un empeoramiento.

Por último, debe reiterarse que estas alternativas expuestas lo son de un trazado ex novo, requerido para el trasvase de volúmenes importantes. Una alternativa recomendada es la de acometer en primera instancia la adecuación de las instalaciones del minitrasvase a Tarragona con objeto de permitir a corto plazo la llegada de caudales del bajo Ebro al Garraf, Baix Penedés o Abrera.

Ello permitiría resolver el problema inmediato, escalonar la inversión a las crecientes necesidades, y madurar la decisión sobre la opción final más conveniente para aportar todo el volumen de transferencia previsto a largo plazo.

### **3.8.2. TRASVASE DESDE EL NOGUERA PALLARESA AL LLOBREGAT**

El punto de toma en esta ocasión viene condicionado por las disponibilidades de agua en la cuenca cedente. La posibilidad que podría resultar más ventajosa debido a la proximidad geográfica entre la cuenca del Segre y la del Llobregat sería derivar del primero aguas arriba de su confluencia con el Noguera Pallaresa. Sin embargo no es posible, con las obras de regulación previstas, si se quiere garantizar los demandas de riego futuras, a satisfacer fundamentalmente desde el embalse de Rialp.

Debido a este condicionante el punto de toma más próximo factible es el embalse de Talarn o San Antonio en el río Noguera Pallaresa. Todas las soluciones parten del pie de presa del embalse de Talarn, a la cota 420. El punto de llegada, en la cuenca del Llobregat es, como antes, el embalse de San Jaime, de nueva construcción, cuyo MNN se encuentra a la cota 180. Sin embargo, no es posible discurrir por gravedad, debido a lo accidentado del terreno, que exige atravesar las divisorias entre el río Noguera Pallaresa y el Segre y entre éste y el Llobregat, con alturas superiores a los 1000 m, lo que requiere una longitud de túnel del orden de 40 km.

Estas circunstancias explican que se planteen tres soluciones de trazado, que obedecen fundamentalmente al intento de optimizar la relación entre la altura de elevación y la longitud en túnel. Cuanto mayor sea la primera menor es la inversión inicial, pero mayor el coste unitario debido al consumo energético, si bien éste puede



verse parcialmente compensado por la disposición de saltos hidroeléctricos de mayor altura. Se trata de encontrar la mejor combinación de estos factores. Las tres soluciones pueden verse en la figura siguiente.

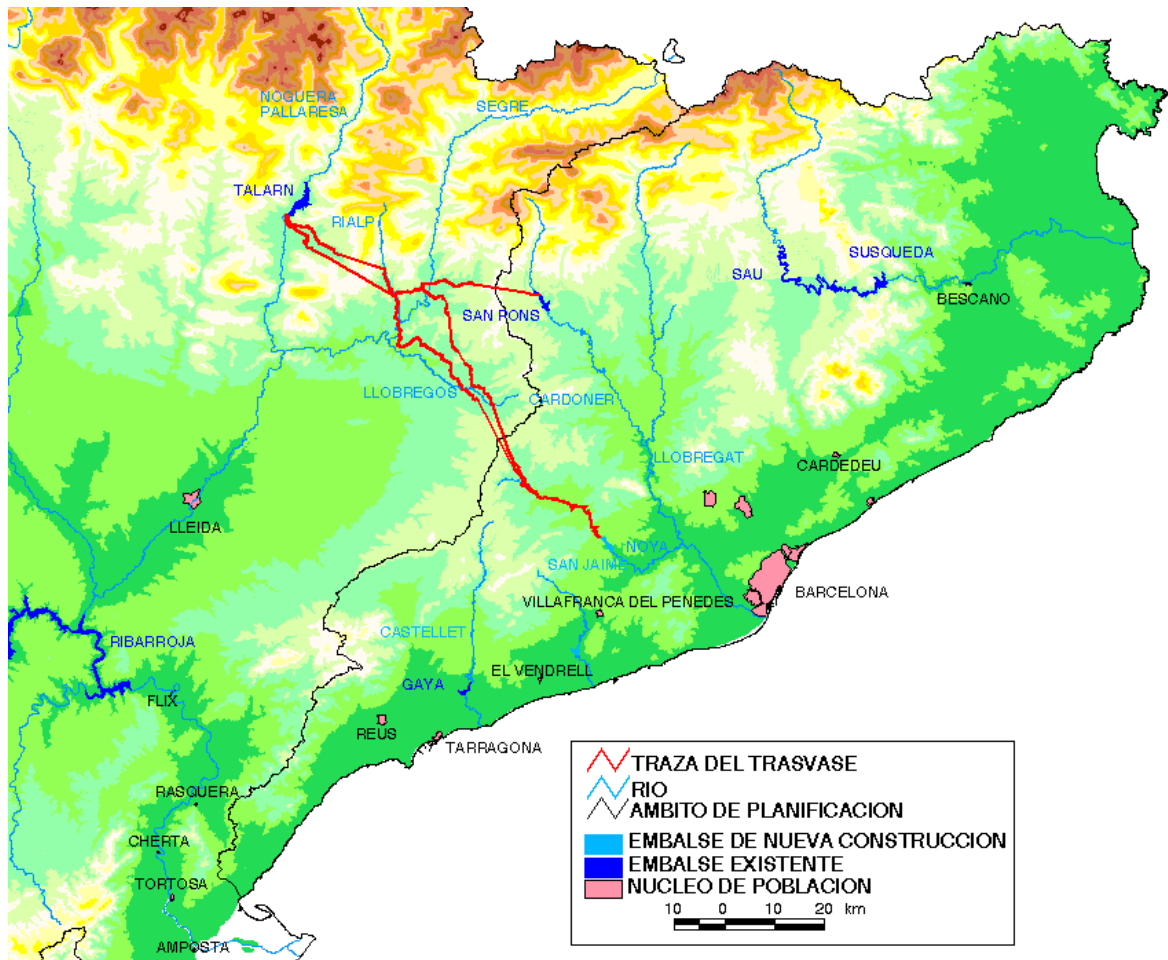


Figura 73. Plano de situación del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

### 3.8.2.1. SOLUCIONES DE TRAZADO

Todas las soluciones comienzan a pie de presa del embalse de Talarn, aguas abajo del aprovechamiento hidroeléctrico existente, de manera que este no se ve afectado en cuanto a energía producida, sino solamente en el período de producción, que vendría condicionado por el establecido para el bombeo.

En la solución 1 el agua es elevada desde allí una altura geométrica de 149 m hasta la cota 569, donde se dispone un depósito de regulación diario para optimizar las horas de funcionamiento, es decir, el consumo energético. A partir de aquí discurre siempre por gravedad en una sucesión de canal y túnel hasta llegar al río Anoya, afluente del Llobregat, aprovechando su cauce a lo largo de 26 km hasta llegar al embalse de San Jaime, cuyo MNN está a la cota 180, de 16 hm<sup>3</sup> de capacidad. El vertido al Anoya se realiza a través de un salto de 168 m entre las cotas 513 y 345.

La longitud de la solución 1 es de 104 km, distribuidos en 0,5 km de impulsión, 16 km de sifón, 38,5 km de túnel, 48 km de canal y 1 km de tubería forzada para turbinación. Cabe destacar que la longitud en túnel representa el 37% del total, superando dos de ellos los 10 km. Esto da una idea de lo difícil del terreno así como de lo complicado de efectuar cualquier estimación de coste, debido a la incertidumbre que inevitablemente lleva asociada la ejecución de obras de esta naturaleza. La altura geométrica total de bombeo es de 149 m y la de turbinación de 168. Esta distribución se recoge en la figura adjunta.

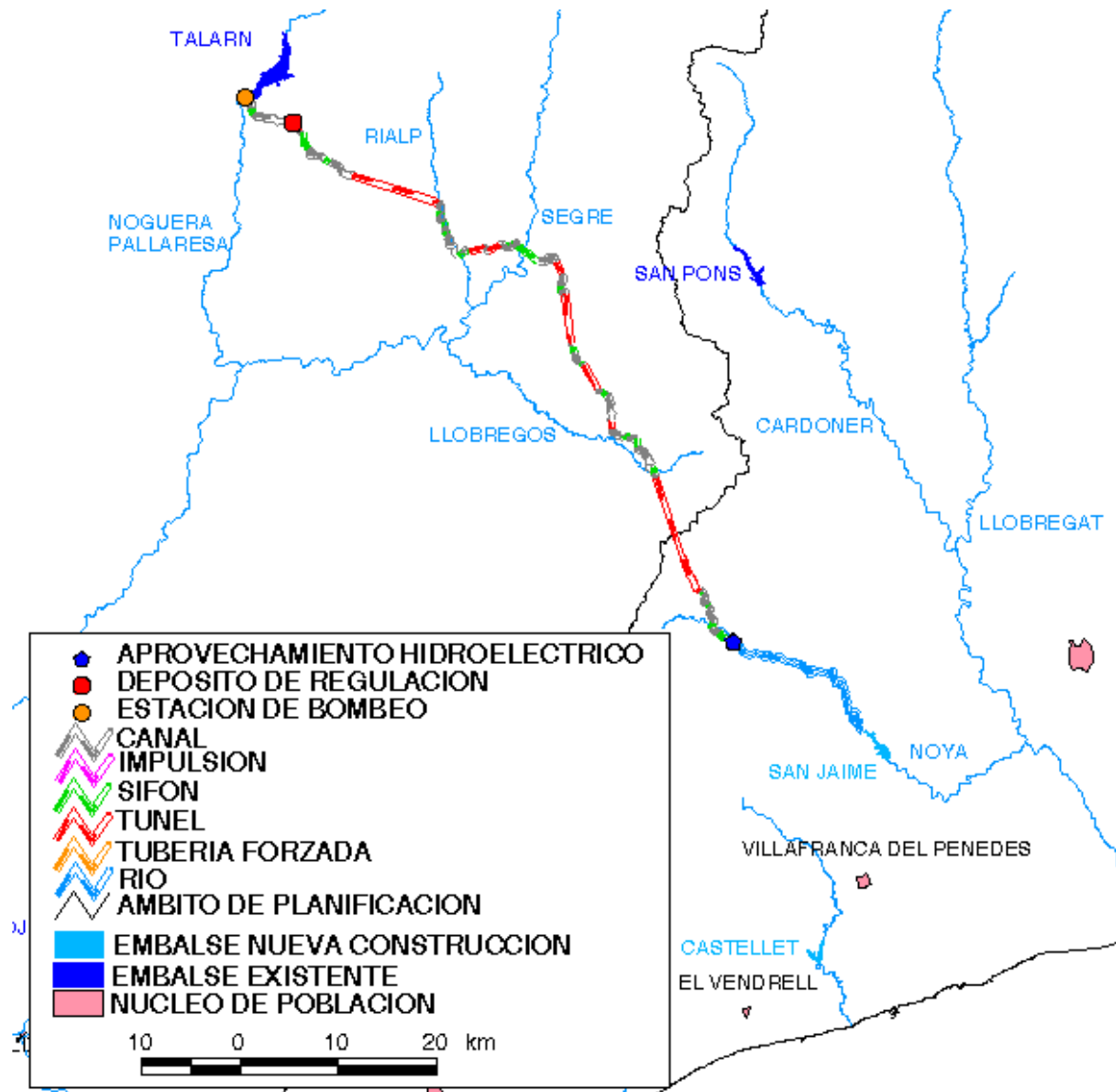


Figura 74. Características de la solución 1 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

Origina afecciones hidroeléctricas a gran cantidad de saltos existentes (todas las centrales del Noguera, Segre y Ribarroja y Flix en el Ebro), por lo que esta componente tiene una influencia significativa en el coste unitario resultante. Su valoración puede encontrarse en el Documento de costes básicos.

Respecto a las afecciones ambientales, no interfiere con espacios naturales protegidos. Sin embargo la zona atravesada está muy poco alterada por el hombre, corresponde al Prepirineo en parte de su recorrido y ostenta un gran valor paisajístico, así como fauna y flora no alteradas significativamente hasta el momento.

La calidad del agua en el punto de derivación es objeto de análisis detallado en otro documento. Puede decirse que es apta para los usos a que va a ser destinada, abastecimiento urbano e industrial.

La solución 2 sigue un trazado similar al de la 1 pero a cota más baja. Comparte con ella los puntos de inicio y final. La elevación desde el pie de presa de Talarn es de menor altura, salvando un desnivel de 72 m, hasta la cota 492, donde se dispone el depósito de regulación diario. Desde aquí la conducción discurre por gravedad en túnel y canal fundamentalmente, vertiendo al río Noya a través de un salto hidroeléctrico de 93 m de desnivel, entre las cotas 438 y 345. Desde él discurre por el río hasta el embalse de San Jaime. Al reducir la cota de elevación inicial aumenta la longitud en túnel y disminuye la altura del salto final en la incorporación al río Noya con respecto a la solución 1.

La diferencia más significativa entre las dos soluciones se produce tras cruzar la divisoria entre el río Noguera Pallaresa y el río Rialp, afluente del Segre. Mientras que la solución 1 sigue el camino más corto, a más cota, hacia el río Segre, la solución 2 discurre paralelamente al cauce del río Rialp hasta que desemboca en el Segre, pasando después a seguir el cauce del río Llobregos, afluente del Segre, hacia el Sureste, hasta que cruza la divisoria con el Llobregat.

La longitud de la segunda solución asciende a 102 km, de los cuales 44 km discurren en túnel, es decir, el 43%, incrementándose en 6 km frente a la primera. Es conveniente señalar que la mayor parte de la longitud se concentra en dos túneles de más de 20 km. El resto de la longitud se reparte en 0,2 km de impulsión, 8 km de sifón, 49 km de canal y 0,8 km de turbinación. Todo ello se refleja en la figura siguiente.

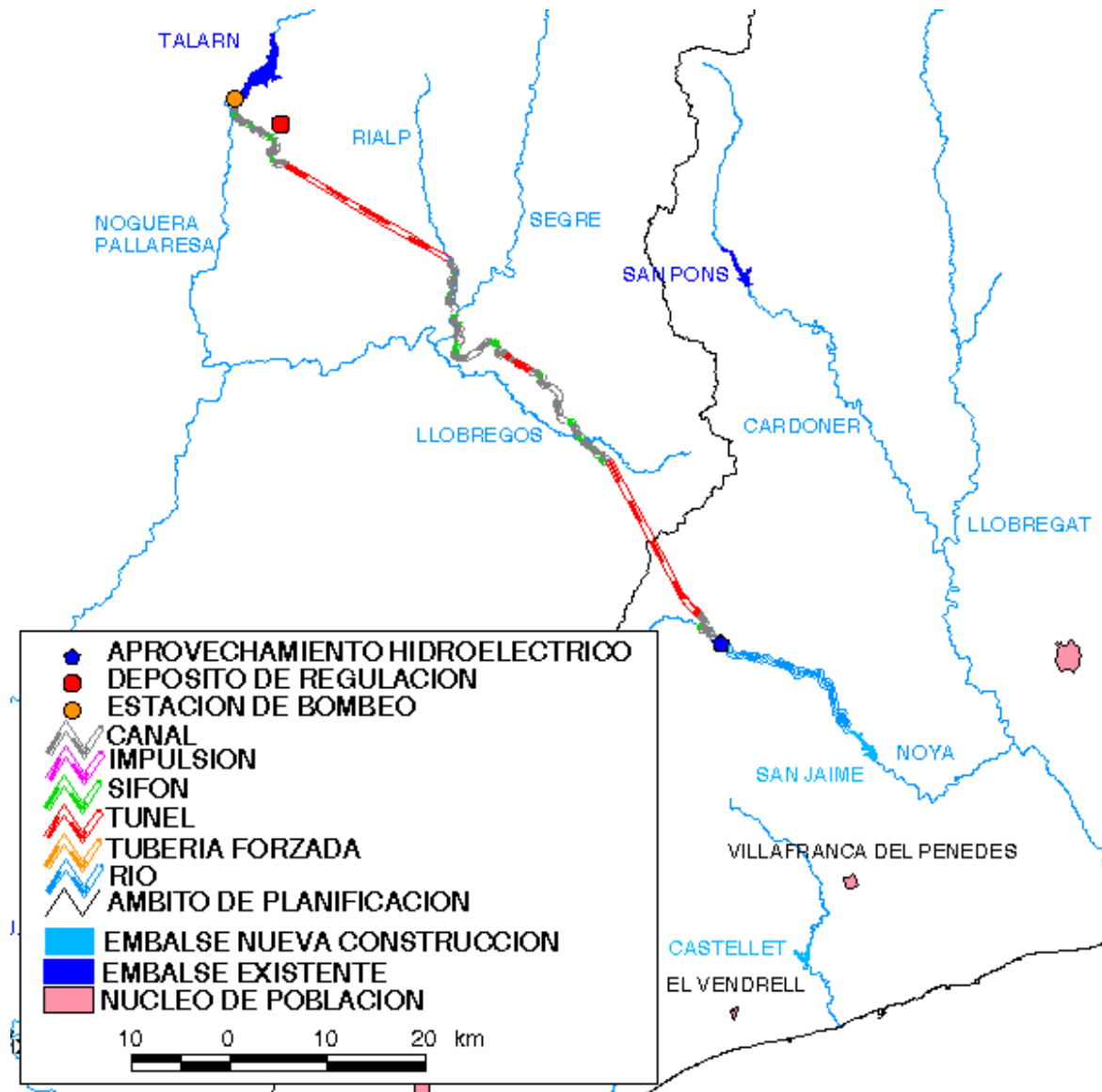


Figura 75. Características de la solución 2 del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

La altura de bombeo es de 72 m y la de turbinación de 93 m. La altura “excedente” es muy similar en las dos soluciones expuestas. Por tanto, la inversión correspondiente a esta solución debe ser superior a la primera, teniendo en cuenta las características del trazado. El balance energético y las afecciones hidroeléctricas son prácticamente coincidentes en ambas, por lo que el coste unitario será superior exclusivamente en la diferencia correspondiente a la amortización de la obra civil. No parece interesante, por tanto, reducir la altura de bombeo respecto a la solución 1 a costa de aumentar la longitud de túnel.

Son de aplicación las mismas consideraciones ambientales de la solución 1.

Se plantea una tercera solución, que comparte el origen con las anteriores pero no el destino, pues vierte al río Cardoner, afluente del Llobregat, en el embalse de San Pons. El sentido que tiene analizar esta solución es que representa el recorrido más corto entre las cuencas cedente y receptora.

Su desarrollo en origen coincide en todo con la solución 1 hasta llegar al Segre, separándose justo antes de cruzarlo. Tienen un recorrido común de 46 km. A partir de aquí la tercera solución sigue en línea recta hacia el Oeste salvando en túnel la divisoria entre el Segre y el Llobregat (Cardoner) hasta encontrar, a la salida del túnel que atraviesa la divisoria, el embalse de San Pons. Como inconveniente hay que reseñar la imposibilidad de disponer salto para la recuperación de energía, debido a que la cota de MNN del embalse coincide prácticamente con la de llegada del túnel (527).

La longitud total de esta solución es de 72 km, de los cuales 28 km discurren en túnel, es decir, el 37,5%. El resto de la longitud se compone de 0,5 km de impulsión, 10 km de sifón y 33,5 km de canal. Todo ello se refleja en la figura que se incluye a continuación.

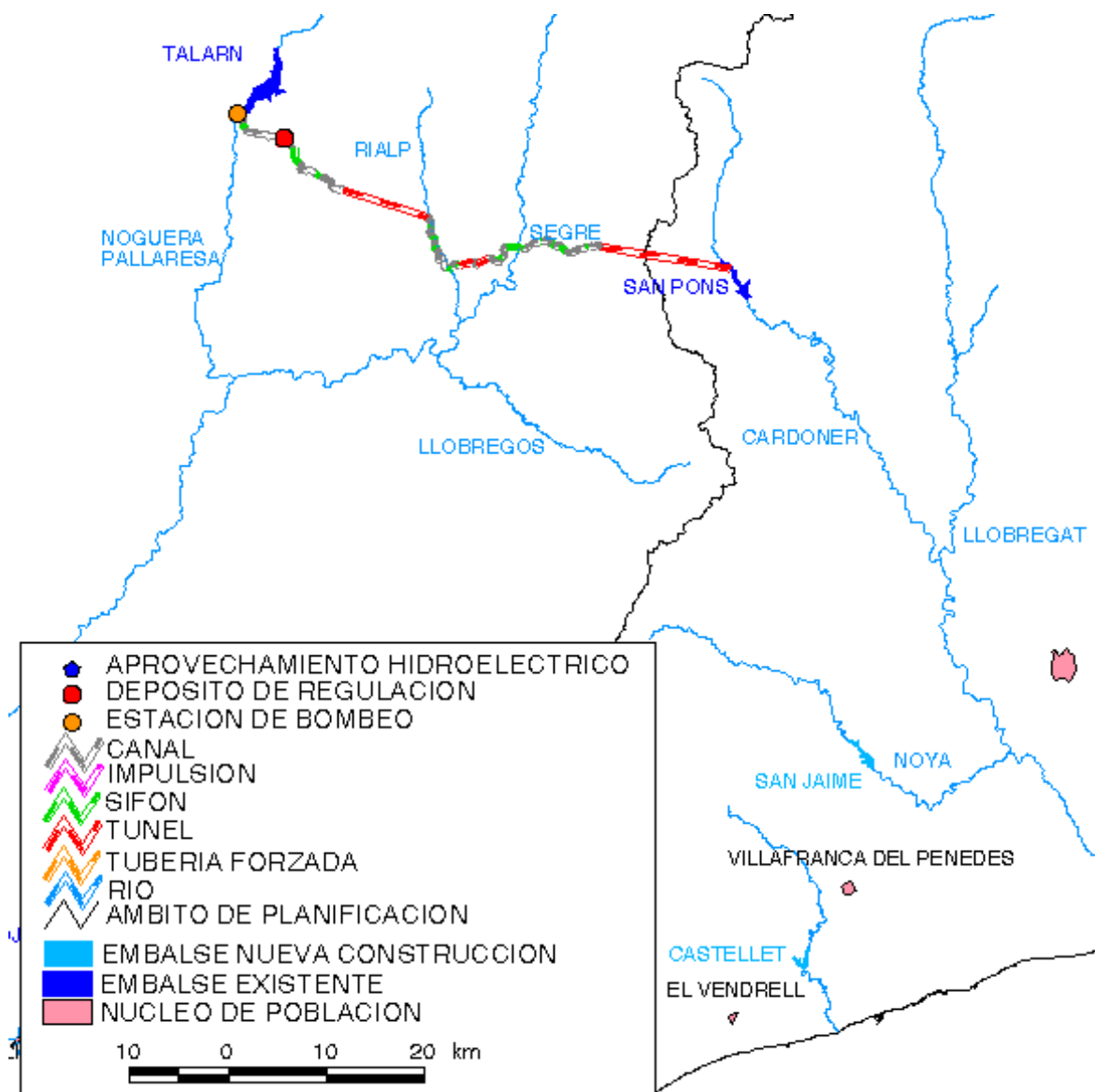


Figura 76. Características de la solución 3 del trasvase Noguera Pallaresa Llobregat

El coste de la inversión se reduce, por tanto, considerablemente con respecto a las soluciones anteriores. La longitud máxima de los túneles es del mismo orden que en la solución 1. La altura de bombeo es de 149 m y la de turbinación, nula. Por tanto, el coste unitario será considerablemente mayor que en la solución 1. Permite prescindir de la construcción de la presa de San Jaime.

Las afecciones hidroeléctricas que origina son coincidentes con las soluciones anteriores. Al igual que en ellas tampoco se interfiere con espacios naturales protegidos, siendo de aplicación las mismas consideraciones ambientales, si cabe con mayor intensidad, debido a que la totalidad del trazado discurre por el Prepirineo.

El aspecto básico que merece destacarse es el de la calidad del agua. En esta solución se produce un notorio empeoramiento de la calidad del agua trasvasada debido a que el cauce del río Cardoner atraviesa terrenos salinos. Ello implica un gran aumento de la salinidad del agua transferida, haciendo necesario un tratamiento que en principio no lo era y aumentando sensiblemente el coste de explotación.

En definitiva, esta última solución supone una reducción de la inversión inicial pero implica alteraciones que aumentan el coste unitario (consumo en bombeos y, sobre todo, tratamiento de la calidad) respecto a las dos primeras, por lo que resulta desechable.

De todo lo expuesto se deduce que la selección debe recaer en la solución 1 frente a la solución 2, atendiendo fundamentalmente a consideraciones económicas y de factibilidad práctica de la solución, puesto que no hay que olvidar que en el segundo trazado se incluye un túnel de más de 20 km. Ambas soluciones son comparables en cuanto a consideraciones ambientales y afecciones hidroeléctricas. En la figura que se incluye a continuación pueden verse las trazas de las tres soluciones, destacándose la óptima.

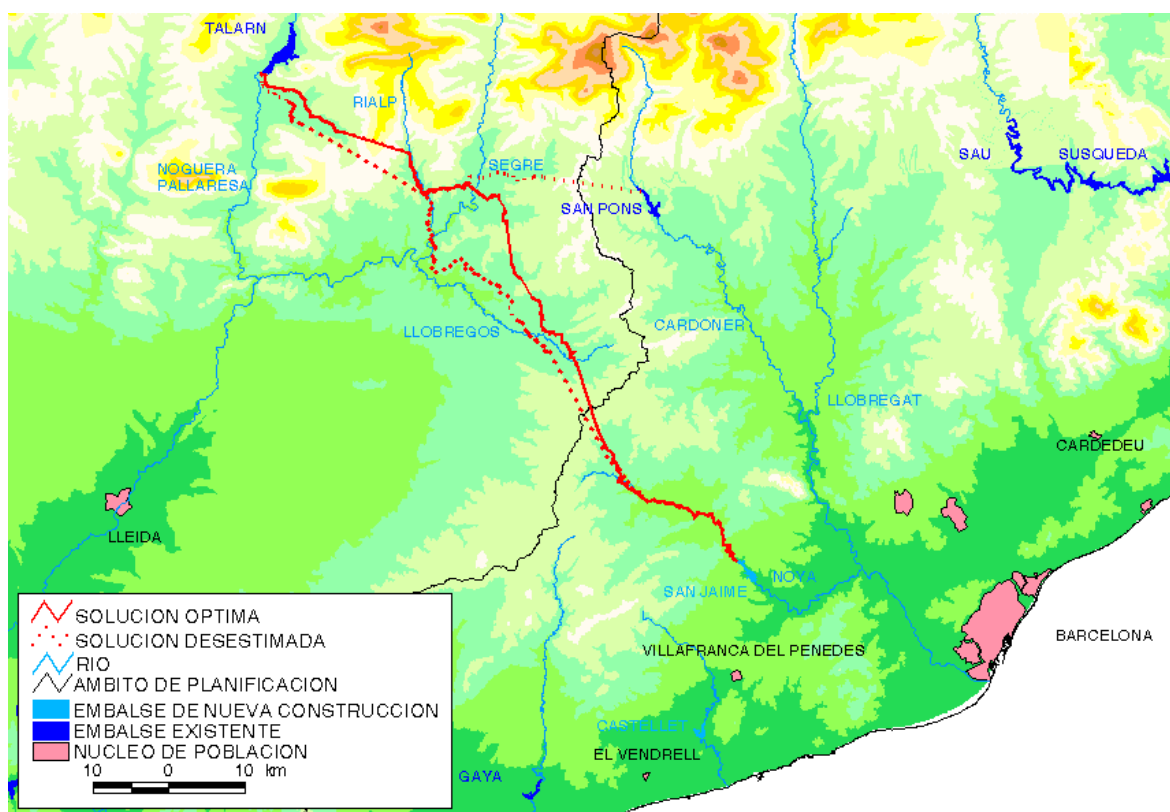


Figura 77. Solución óptima del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

En la tabla siguiente se resumen las características de cada una de las tres soluciones.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
SOLUCIÓN 1	104	149	168	SAN JAIME
SOLUCIÓN 2	102	72	93	SAN JAIME
SOLUCIÓN 3	72	149	0	SAN JAIME

Tabla 18. Características de las soluciones del trasvase Noguera Pallaresa-Llobregat

Se considera que toda la alternativa óptima constituye un solo tramo a efectos de su integración en el grafo de flujos óptimos, con origen en el Segre (embalse de El Talarn en el Noguera Pallaresa) y llegada en el embalse de San Jaime en el río Anoya (nudo global de las Cuencas Internas), puesto que no existe demanda intermedia alguna. Las características detalladas con todos los elementos en planta, así como un esquema longitudinal pueden encontrarse en el documento de costes básicos. Cabe efectuar las mismas consideraciones respecto al embalse de San Jaime que en la solución desde el Bajo Ebro.

Tanto la transferencia desde el Bajo Ebro al Llobregat como la del Noguera Pallaresa al Llobregat cumplen el mismo objetivo. Cabe plantearse entonces si son excluyentes y cuál de las dos es la óptima para resolver el problema.

A este respecto cabría señalar que no existen argumentos definitivos a favor de un origen u otro desde el punto de vista económico, técnico o ambiental, al menos al nivel de detalle actual, que es el de la fase de planificación. Ambas son viables aunque, en principio, hay que señalar que es más económica, tanto en cuanto a inversión como en cuanto a coste unitario, la solución desde el Noguera.

A favor de la alternativa del Noguera jugaría asimismo la mejor calidad del agua y la menor afección a espacios urbanos o de cultivo de alto valor, así como el no requerir la construcción de un azud de derivación en cabecera, elemento que sí requiere la alternativa desde el Bajo Ebro, en un punto que puede resultar especialmente problemático, próximo a la desembocadura.

No obstante, parece que deben ser otros condicionantes –sociales o políticos– los que inclinen la decisión por una u otra o incluso por una combinación de ambas. Por ello se integran las dos en la red de circulación general que representa el grafo, sin descartar ninguna a priori.

A todo ello deben añadirse las consideraciones sobre utilización del minitrasvase planteadas en el epígrafe anterior.

### **3.9. TRANSFERENCIA RÓDANO-BARCELONA**

Esta transferencia pretende, básicamente, conectar el canal del Bajo Ródano Languedoc (BRL), en Francia, con el sistema de abastecimiento a Barcelona y su área metropolitana. Permitiría además otras conexiones con el sistema gestionado por Aguas del Ter Llobregat. Se ha constituido un grupo de interés económico entre el Ente regional de abastecimiento Aguas del Ter Llobregat (ATLL) y la empresa de abastecimiento del BRL para promover, coordinar y llevar a cabo los estudios relativos a la viabilidad del acueducto Languedoc-Rosellón-Cataluña. Su objetivo es, como en los casos anteriores, resolver el déficit existente en la zona mencionada de las Cuencas Internas de Cataluña, así como permitir la derivación de caudales a la zona del Languedoc-Rosellon en territorio francés.

En el estudio realizado entre 1995 y 1997 por las entidades mencionadas se proyectó una conducción que discurre por territorio francés hasta los Pirineos, pasando después a territorio español hasta conectar con la planta de tratamiento de Cardedeu, que trata aguas procedentes del Ter, y está integrada dentro de la red regional.

El origen de la conducción es el final del Canal Bajo Ródano Languedoc, próximo a Montpellier. El punto de derivación estaría próximo a la elevación de Pierre Blanche, en cola de dicho canal, aguas arriba de Montpellier. La capacidad de transporte del BRL en el punto de derivación es de 30 m<sup>3</sup>/s, muy superior tanto al caudal que se pretende trasvasar como a las propias necesidades que debe atender, según se indica en el estudio, garantizándose de acuerdo con lo allí expuesto la existencia de excedentes. Desde la toma, donde el agua sufre un filtrado primario, ya no vuelve a estar a cielo abierto, discurriendo siempre en conducción cerrada.

Los volúmenes que se prevé trasvasar desde el BRL, en los estudios realizados bajo la dirección del grupo de interés económico mencionado, son los siguientes.



De acuerdo con un proyecto realizado en octubre de 1995, el volumen a transferir a Cataluña en el año 2002 se establecía en 155 hm<sup>3</sup>/año en el 2002, 360 hm<sup>3</sup>/año en el 2012 y 450 hm<sup>3</sup>/año a partir del 2015, equivalente a un caudal continuo de 15m<sup>3</sup>/s, que es la capacidad para la que se dimensiona la conducción.

En diciembre de 1997 se elabora un nuevo proyecto en el que se reconsidera esta cifra teniendo en cuenta nuevos análisis de la demanda y del sistema de explotación elaborados por la propia ATLL.

Fruto de esta reconsideración se estima que con una explotación óptima de la red regional, el caudal medio continuo anual que se necesita del Ródano en el 2025 asciende a 9 m<sup>3</sup>/s, adoptando 10 m<sup>3</sup>/s como caudal de diseño para dotar de una garantía próxima al 100% al sistema, señalando que esta capacidad máxima será demandada en un número limitado de ocasiones. Los volúmenes a suministrar anualmente a Cataluña desde el Ródano evolucionan desde 147 hm<sup>3</sup> en el 2004 (7m<sup>3</sup>/s) , 196 hm<sup>3</sup> en el 2012 hasta un máximo de 285 hm<sup>3</sup> en el 2028. Como puede verse, se produce una reducción muy significativa.

Para la traza en territorio francés se adopta una alternativa prácticamente paralela a la costa, desviándose algo hacia el interior al acercarse a los Pirineos. El trazado es casi coincidente con el proyectado para el tren de alta velocidad entre Montpellier y la frontera. Requiere una altura considerable de bombeo que se consigue mediante cinco elevaciones a lo largo de los aproximadamente 190 km de recorrido. Es necesario salvar un desnivel de 188 m entre la toma a cota 12 en cola del canal BRL hasta la 200 a que se cruzan los Pirineos.

Teniendo en cuenta la topografía, que exige atravesar numerosos valles perpendiculares a la costa, así como la minimización del impacto ambiental y la seguridad en cuanto al mantenimiento de la calidad del agua transportada, se opta por una conducción cerrada constituida por un solo conducto.

Para el trazado en territorio español se manejan dos alternativas, denominadas alta y baja. Ambas atraviesan los Pirineos por el túnel de Pertús de 4 km de longitud, cuya boca de salida está a cota 200 y desde ella discurren hasta la planta del Ter con un trazado prácticamente compuesto por alineaciones rectas. Las dos permiten la conexión con el sistema Sau-Susqueda-El Pasteral, embalses de regulación de ATLL, así como la derivación por gravedad de ramales a las plantas de tratamiento que sirven a Costa Brava Norte y Gerona/Costa Brava Centro. Disponer de la posibilidad de conectar el trasvase con el sistema de embalses mencionado permite contar con una alternativa a la conducción actual que enlaza El Pasteral con la planta de Cardedeu, pudiendo así dejarla temporalmente fuera de servicio y realizar las labores de mantenimiento y conservación pertinentes. En la figura siguiente pueden verse las trazas de las dos soluciones. Se incluye también, a título indicativo, la traza en territorio francés.

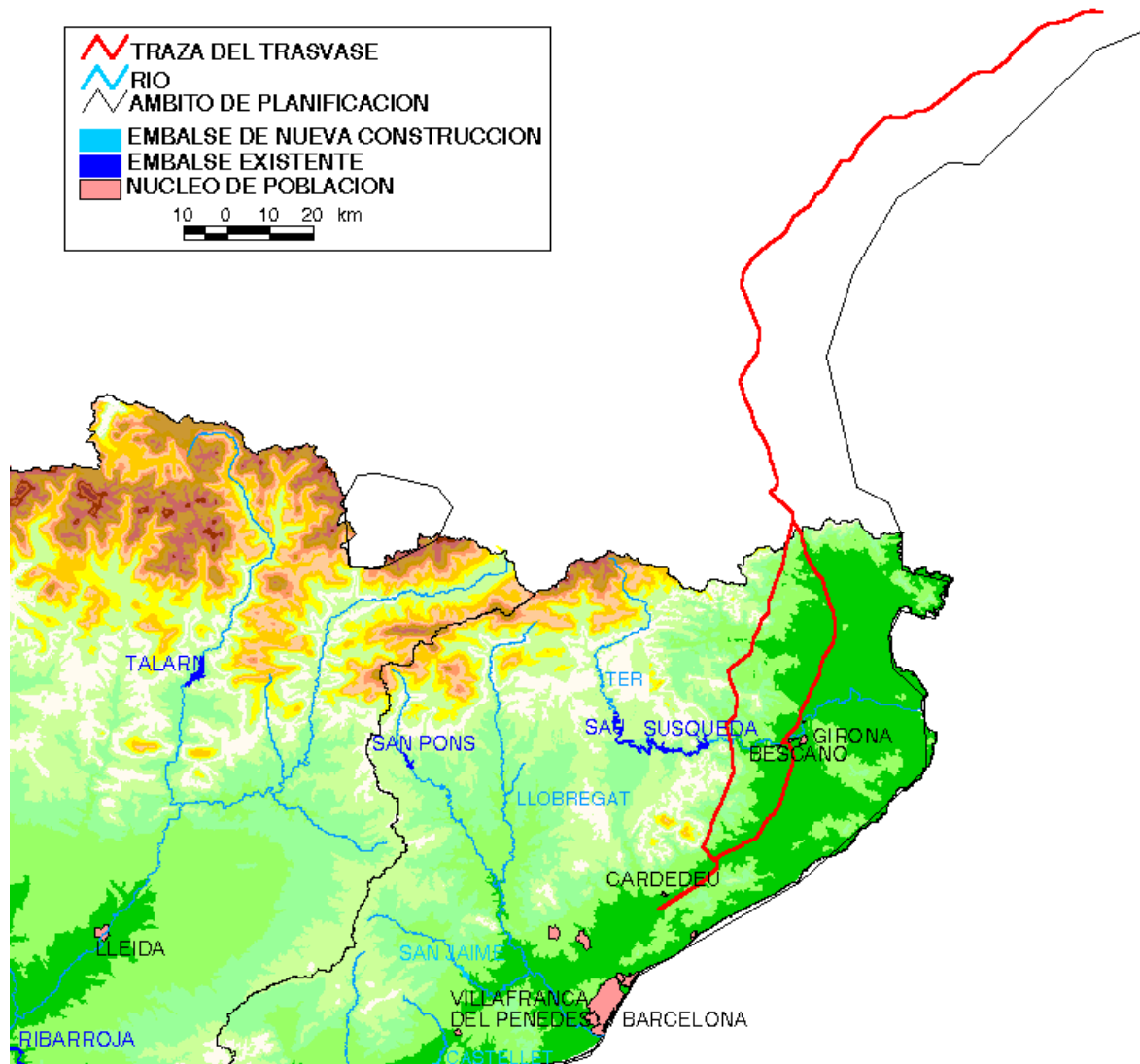


Figura 78. Plano de situación del trasvase Ródano-Barcelona

La solución alta comienza a cota 200 justo aguas arriba del túnel de Pertús y consiste en una galería en lámina libre a lo largo de todo el recorrido, salvo pequeños tramos correspondientes al cruce de cauces, que se ejecutan en sifón. La longitud total es de 117 km. No requiere estaciones de bombeo intermedias en territorio español a lo largo de la conducción principal y permite la conexión con el sistema de embalses Sau-Susqueda-El Pasteral de Aguas del Ter-Llobregat por gravedad a la altura de El Pasteral, de manera que puede derivarse del trasvase al embalse y viceversa.

Tiene una longitud total en territorio francés de 190 km y en suelo español, incluyendo la totalidad del túnel de Pertús, de 117 km, de los cuales 113 km son de túnel en lámina libre y 4 km de sifón. En el punto de llegada se dispone un depósito de regulación de gran capacidad, que conecta con la ETAP de Cardedeu. Por tanto, consta de 307 km. La altura total geométrica de bombeo es de 188 m, en cinco elevaciones ubicadas en el país vecino. No existe posibilidad de disponer saltos para recuperar energía y las afecciones hidroeléctricas en territorio español son nulas. Las características anteriores en territorio español pueden verse en la figura adjunta.

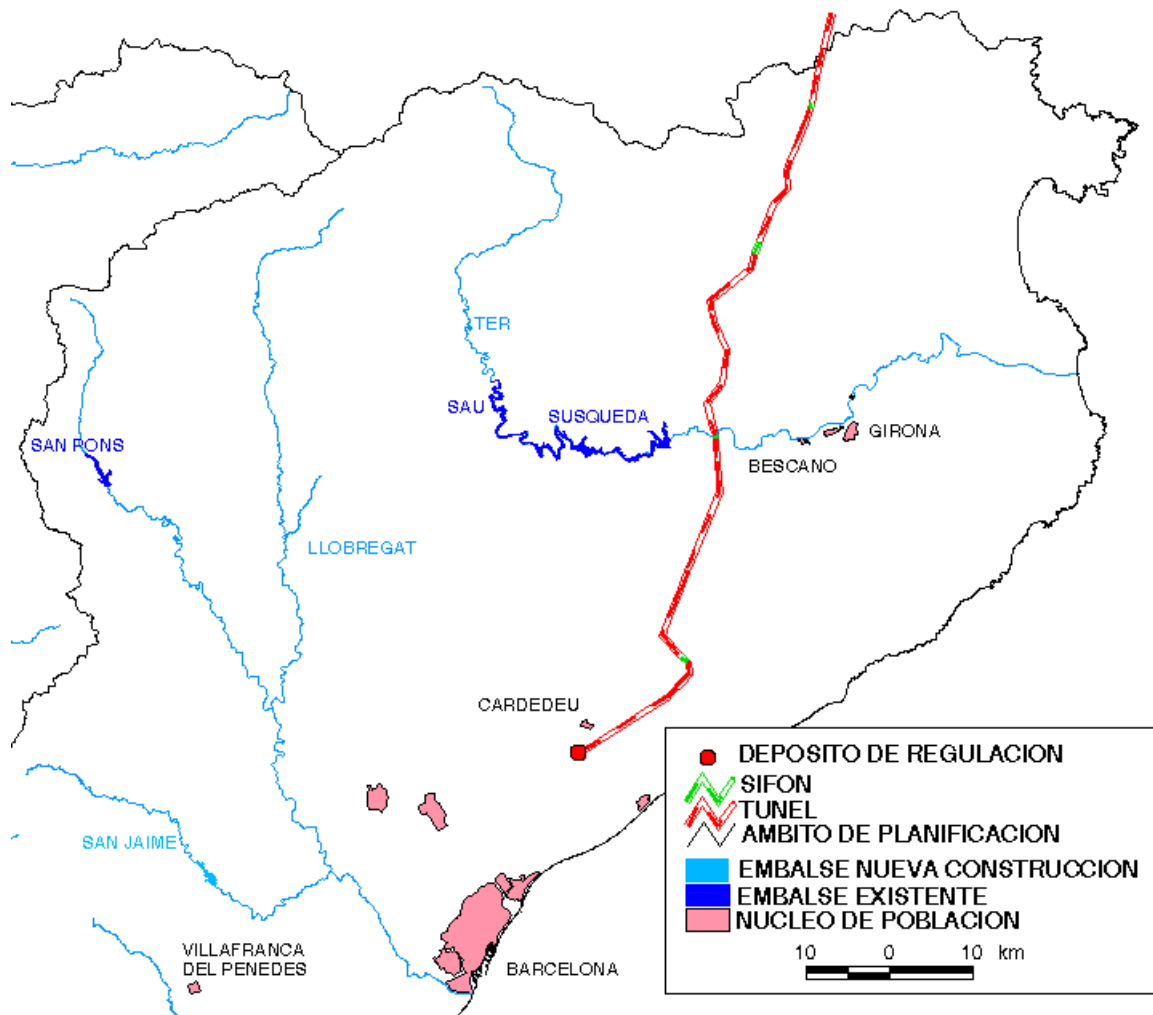


Figura 79. Características de la solución Alta del trasvase Ródano-Barcelona

La solución baja cruza los Pirineos por un túnel, en este caso galería en presión, cuyo origen es casi coincidente con el de la solución alta, pero a cota más baja - aproximadamente 150 m- y con una traza más oriental que termina en la boca de salida a cota 180. El túnel rompe carga en un depósito a la salida, donde se alcanza una cota de partida de 200 m. Por tanto, La altura geométrica de elevación es la misma que en la solución anterior, 188 m. Desde la boca de salida del túnel comienza un recorrido en tubería a presión enterrada en zanja paralelo a la costa, aprovechando el mismo corredor que los grandes ejes de comunicación (autopista A-7 y línea de alta velocidad proyectada entre Barcelona y la frontera).

En el estudio mencionado, en diciembre de 1997 se plantea una capacidad máxima de transporte de  $10\text{m}^3/\text{s}$  a lo largo de toda la conducción en territorio español. Este caudal no sería demandado constantemente, sino sólo en los periodos punta. Dependiendo del caudal circulante y del diámetro adoptado es necesario disponer una estación de bombeo intermedia para alcanzar la cota 150 de la ETAP de Cardedeu. Se divide la conducción en tres tramos. El primero, de 60 km entre la frontera y la ETAP de Montfullá, dónde se prevé disponer la elevación intermedia, a cota 100. El segundo tramo, de 41 km, discurre entre la elevación y el PK 101,4 (o

bien PK 296 si se considera el PK 0 en el canal BRL), donde comienza un túnel en presión de 20 km para salvar la Sierra del Montseny.

La elevación de Montfullá es necesaria, de acuerdo con el estudio mencionado al principio, a partir de caudales de  $6 \text{ m}^3/\text{s}$  si se dispone un diámetro no superior a 2400 mm; en cambio, si se dispone un diámetro de 2800 mm en toda el tramo español, el bombeo sería necesario a partir de  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ . El bombeo se realiza sin rotura de carga, es decir, las bombas toman directamente del colector de llegada sin depósito intermedio. El desnivel geométrico a salvar entre Montfullá y Cardedeu es de 50 m. La altura manométrica, dependiendo de los caudales y diámetros, puede ser incluso inferior a la geométrica.

De acuerdo con los resultados del análisis del sistema de explotación en las Cuencas Internas de Cataluña incluido en el Documento correspondiente, cabe considerar que el valor indicado de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  es una cota superior de la capacidad requerida de la conducción. Por tanto, previsiblemente, la altura manométrica necesaria en el bombeo de Montfullá será muy moderada.

La longitud de la conducción principal es de 125 km (incluyendo el túnel de Pertús). Va adaptándose al terreno, salvo en los últimos 20 km, que debe recorrer en túnel a presión, para salvar la Sierra de Montseny, cuyas cotas son superiores a la de partida. A su vez, debido a las mayores pérdidas de carga, no permite conectar por gravedad la conducción principal con el sistema Sau-Susqueda-El Pasteral a la altura de la Estación de Tratamiento de Montfullá, muy próxima a Bescano. Por tanto, no es posible, sin un bombeo adicional, introducir recursos procedentes del Ródano en el sistema de embalses. Igualmente para conectar éstos con la conducción es necesario construir un ramal de 15 km. Este ramal no forma parte de la conducción principal por lo que no se han tenido en cuenta en la valoración económica del documento de costes (sería, en todo caso, un coste asociado).

Los 125 km se reparte en 101 km de tubería a presión enterrada en zanja y 24 km de túnel, de los que 4 km corresponden al túnel de Pertús y 20 km al de Montseny. En la figura adjunta se reflejan estos elementos.

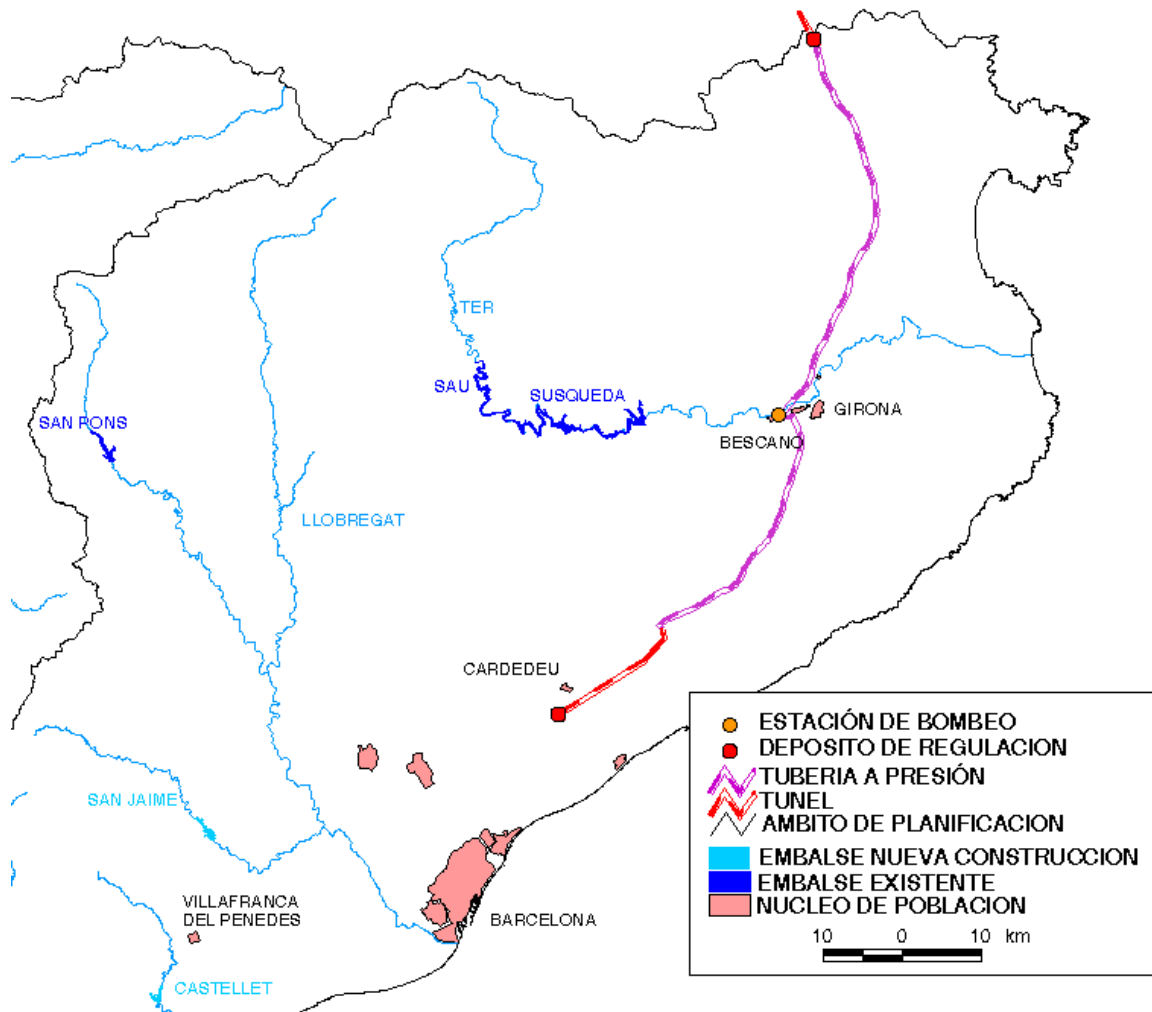


Figura 80. Características de la solución Baja del trasvase Ródano-Barcelona

La inversión necesaria calculada aplicando el mismo procedimiento que en el resto de las transferencias, de acuerdo con las dimensiones indicadas en el estudio mencionado, es similar en ambas soluciones. Los costes unitarios también lo son, pues como ya se ha indicado el bombeo para caudales del orden de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  es muy moderado.

Desde el punto de vista ambiental hay que señalar que las dos trazas atraviesan un número considerable de espacios de interés natural. Fundamentalmente se trata de ríos protegidos cruzados en principio en sifón por la solución baja a los que se añaden algunos espacios protegidos antes de llegar al Ter en la solución alta. Sin embargo, la afección será mínima y tendrá lugar solo durante la fase de construcción, puesto que las dos opciones contemplan una conducción enterrada. Las dos deberán resolver el mismo problema de vertido de los materiales extraídos y ejecución de accesos. Este aspecto se analiza con más detalle en el Documento de afecciones ambientales.

En cuanto a la calidad del agua tampoco existen diferencias entre una y otra, puesto que las dos tienen el mismo punto de captación y no existen incorporaciones

intermedias. Según lo indicado en el estudio ya mencionado, los parámetros del agua en cola del canal BRL, en las inmediaciones de Montpellier, permiten la clasificación de la misma, de acuerdo con la normativa española, como de tipo A2, siendo estables en el tiempo. Son, por tanto, aptos para el fin de abastecimiento a que se destinan.

En definitiva, y puesto que no hay argumentos decisivos a favor de una u otra solución, se preselecciona la misma que en el estudio al que se ha hecho referencia al principio de este apartado, que es la denominada solución baja.

En la figura siguiente puede verse la traza de las dos soluciones, indicando cuál es la seleccionada en territorio español.

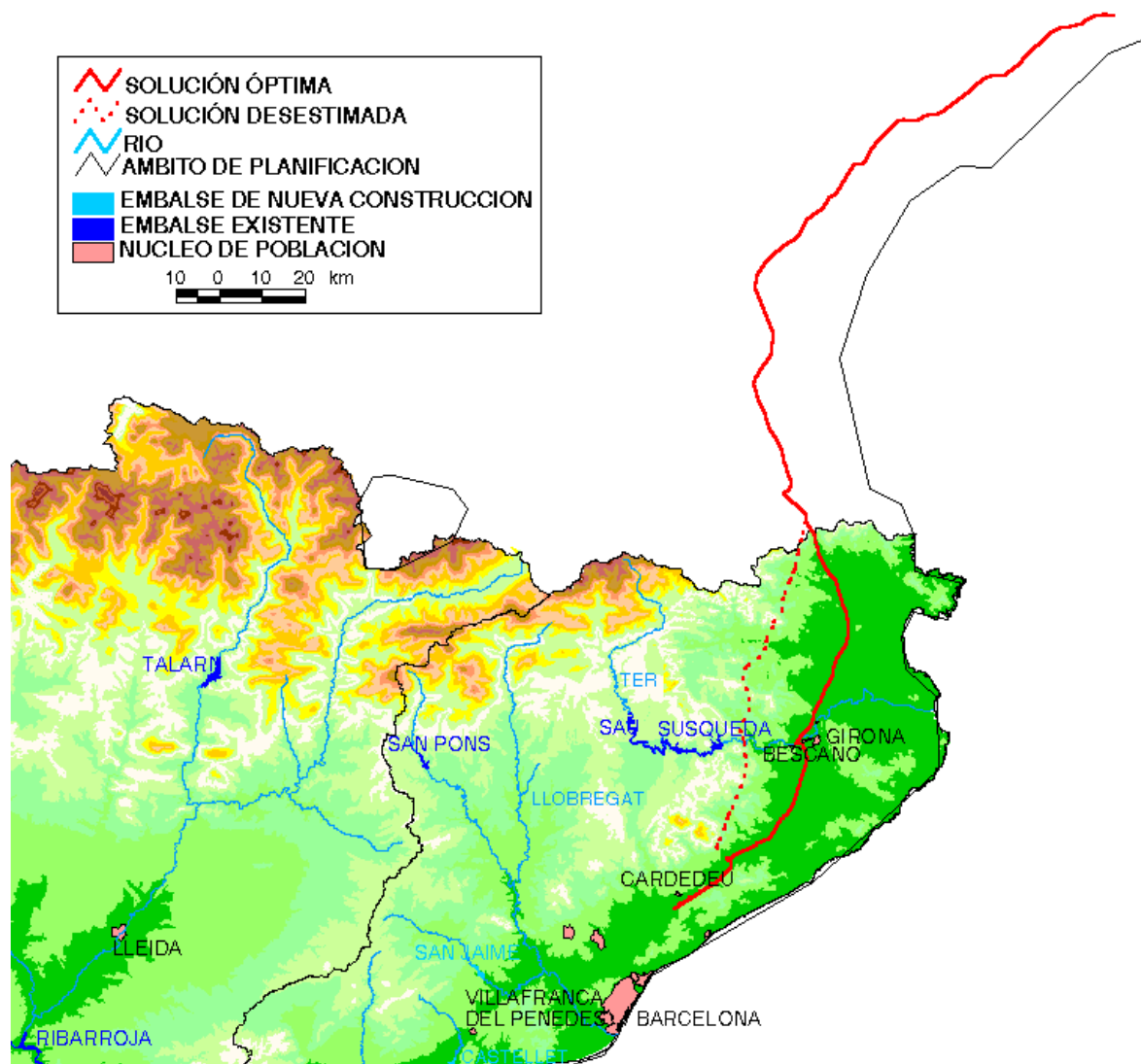


Figura 81. Solución óptima del trasvase Ródano-Barcelona

En la tabla adjunta se resumen las características esenciales de las soluciones alta y baja.

SOLUCIÓN	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M) <sup>1</sup>	ALTURA TURBINACIÓN (M)	NUEVOS EMBALSES
ALTA	117	0	0	NINGUNO
BAJA	125	50 <sup>2</sup>	0	NINGUNO

Tabla 19. Características de las soluciones del trasvase Ródano-Barcelona

A efectos de su inclusión en el grafo de circulación general, se ha considerado exclusivamente el tramo español correspondiente a la solución baja, que empieza en la boca de aguas arriba del túnel de Pertús y termina en el depósito de regulación que se conecta con la ETAP de Cardedeu. Las características detalladas se encuentran en el documento de costes básicos.

### 3.10. ESQUEMA DE ALTERNATIVAS ÓPTIMAS

En los apartados precedentes se han seleccionado las alternativas en principio óptimas para cada una de las transferencias consideradas. Dichas soluciones, tramificadas según se ha indicado, constituyen una red de circulación general, dentro de la cual debe establecerse cuál es el recorrido óptimo del agua para, con las fuentes de recursos existentes, satisfacer las demandas identificadas en los sistemas receptores.

En la figura siguiente se recoge el resultado final del proceso descrito en este documento: la representación física de la red de circulación general resultante de la combinación de las soluciones seleccionadas. Es decir, se trata de la representación sobre el territorio del grafo de circulación al que se aplicará el modelo de optimización para encontrar el recorrido más idóneo, único que deberá materializarse. Se incluye también una una tabla resumen con las características esenciales de las soluciones óptimas.

<sup>1</sup> Exclusivamente en territorio español

<sup>2</sup> La altura manométrica puede ser inferior a la geométrica dependiendo de los caudales y diámetros empleados.



Figura 82. Soluciones óptimas



TRAMO	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINAC. (M)	NUEVOS EMBALSES
EBRO-CASTELLÓN NORTE	109	190	0	NINGUNO
CASTELL.NORTE-MIJARES CAST.	63	103	60 <sup>1</sup>	NINGUNO
MIJARES CAST.-CASTELLÓN SUR	33	0	0	NINGUNO
CASTELLÓN SUR-TURIA	77	0	30 <sup>2</sup>	VILLAMARCHANTE
TURIA-TOUS	79	0	15 <sup>3</sup>	NINGUNO
TOUS-VILLENA	80	414	0	NINGUNO
VILLENA-BAJO SEGURA	87	0	348	NINGUNO
TOTAL <sup>4</sup>	529	707	453 <sup>5</sup>	VILLAMARCHANTE
EMBARCADEROS-VILLENA	85	405	170	NINGUNO
TOTAL <sup>6</sup>	534	698	623	VILLAMARCHANTE
ALTO DUERO-BOLARQUE	144	251	319	VELACHA Y GORMAZ
BAJO DUERO -BOLARQUE	538	669	319	NINGUNO
JARAMA-BOLARQUE	117	194	0	NINGUNO
TIÉTAR-ALDEANUEVA	76	36	0	NINGUNO
ALDEANUEVA-DAIMIEL	216	331	0	USO
DAIMIEL-MANCHA OCCIDENTAL	53	35	0	NINGUNO
MANCHA OCCIDENTAL-LA RODA	138	110	0	NINGUNO
TOTAL <sup>7</sup>	485	512	0	USO
AZUTÁN-ALDEANUEVA	0,1	29	0	NINGUNO
TOTAL <sup>8</sup>	407	505	0	USO
TOLEDO-MANCHO OCCIDENTAL	117	291	0	NINGUNO
TOTAL <sup>9</sup>	251	359	0	NINGUNO
BOLARQUE-CIGÜELA	58	279 <sup>10</sup>	0 <sup>11</sup>	NINGUNO
CIGÜELA-ALARCÓN	48 <sup>12</sup>	0	40 <sup>13</sup>	NINGUNO
ALARCÓN-LA RODA	63 <sup>14</sup>	0	78 <sup>15</sup>	NINGUNO
LA RODA-LA HERRERA	21	0	0	NINGUNO
LA HERRERA-TALAVE	61	0	149	NINGUNO
TALAVE-CENAJO	13	0	70	NINGUNO
LA MUELA-VILLENA	68	518	211	SOCHANTRE
VILLENA-ALTIPLANO	38	100	0	NINGUNO
TALAVE-ALTIPLANO	89	110	0	NINGUNO
CENAJO-RICOTE	70	0	0	NINGUNO
RICOTE-ALGECIRAS	39	0	38	NINGUNO

<sup>1</sup> Salto en derivación

<sup>2</sup> Salto en derivación

<sup>3</sup> Salto en derivación

<sup>4</sup> En esta fila se totaliza la suma de tramos entre Cherta y Bajo Segura, que constituye lo que tradicionalmente se ha considerado como uno de las posibles rutas del trasvase del Ebro

<sup>5</sup> 348 m en la conducción principal y 105 en derivación

<sup>6</sup> En esta fila se totaliza la suma de tramos entre Cherta y Bajo Segura, pasando por Embarcaderos en el Júcar, que constituye lo que tradicionalmente se ha considerado como una de las posibles rutas del trasvase del Ebro, intercambiando recursos con el Júcar en el embalse de Tous.

<sup>7</sup> En esta fila se totaliza el conjunto de tramos entre el Tiétar y La Roda, que permiten conectar dicho río con el ATS.

<sup>8</sup> En esta fila se totaliza el conjunto de tramos entre el embalse de Azután y La Roda, que permiten conectar dicho embalse con el ATS.

<sup>9</sup> En esta fila se totalizan los tramos Toledo-Mancha Occidental y Mancha Occidental-La Roda, que enlazan el Tajo en Toledo con el ATS. El total reflejado es el real, considerando la elevación de Finisterre y prescindiendo de la de Alcázar de San Juan, por lo que las cifras son ligeramente diferentes de la suma de las longitudes correspondientes a los dos tramos que figuran en la tabla (ver epígrafe “Río Tajo en Toledo”).

<sup>10</sup> Corresponde al bombeo reversible ya existente de Altomira y a la elevación de La Bujeda.

<sup>11</sup> Prescindiendo de la central reversible de Altomira

<sup>12</sup> Prescindiendo de la longitud que ocupa el embalse de Alarcón.

<sup>13</sup> Nuevo salto de Belmontejo en el ATS

<sup>14</sup> Suponiendo que se construye el túnel de Tébar

<sup>15</sup> Nuevos saltos de Tébar y Villalgordo en el ATS

TRAMO	LONGITUD (KM)	ALTURA BOMBEO (M)	ALTURA TURBINAC. (M)	NUEVOS EMBALSES
TOTAL <sup>1</sup>	110	0	38	NINGUNO
RICOTE-OJÓS	2,5	0	185	NINGUNO
OJÓS-BAJO SEGURA	54	0	0	NINGUNO
BAJO SEGURA-CARTAG. LITORAL	68	0	0	NINGUNO
CARTAGENA LITORAL- ALMANZORA	106	270	130	NINGUNO
OJÓS-ALGECIRAS	43	146	0	NINGUNO
ALGECIRAS-ALMANZORA	83	115	0	NINGUNO
ALMANZORA-ALMERÍA	143	0	0	NINGUNO
EBRO-BARCELONA	179	247	0	SAN JAIME
SEGRE-BARCELONA	104	149	168	SAN JAIME
RÓDANO-BARCELONA	125 <sup>2</sup>	50 <sup>3</sup>	0	NINGUNO

Tabla 20. Características de las soluciones óptimas para cada tramo

<sup>1</sup> En esta fila se totaliza el tramo Cenajo-Algeciras, que constituye el tradicionalmente denominado Canal Alto de la Margen Derecha.

<sup>2</sup> 190 km en territorio francés y 125 km en territorio español.

<sup>3</sup> En territorio español se bombea 50 m. En territorio francés se bombea una altura de 188 m.

#### 4. REFERENCIAS

- , *Plan General de Obras Públicas. Tomo II. Obras Hidráulicas*, Madrid, 1940.
- Arenillas, M. et al., *La presa de Almonacid de la Cuba; del mundo romano a la ilustración en la cuenca del río Aguasvivas*, ed. Gobierno de Aragón y MOPTMA, 1996.
- Asociación de Comunidades de Regantes y Usuarios del Altiplano, *Informe sobre el problema del agua en el Altiplano de la región de Murcia y sus posibles soluciones*, marzo 1999.
- Bayán, B. y J.L. Ramírez, El túnel de trasvase Guadiaro-Majaceite, *OP n° 42*, Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pp 36-43, 1998.
- Beyo, S., *Información del Canal de Isabel II que abastece de agua a Madrid*, Exposición Iberoamericana de Sevilla, 1929-1930.
- Bolea, J.A., *Los riegos de Aragón*, ed. Sindicato Central de Regantes del Alto Aragón, V Congreso Nacional de Comunidades de regantes, Zaragoza, 1978.
- Canal de Isabel II, *Presas del sistema de abastecimiento a la Comunidad de Madrid*.
- CEDEX, *Estudio de viabilidad de la transferencia de caudales del embalse de Negatín en Granada al de Almanzora en Almería*, febrero 1993.
- CEDEX, *Proyecto de I+D: Determinación de pérdidas de agua en canales de riego*, octubre 1992.
- Comisión de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, *La Obra Pública. Patrimonio Cultural* (exposición celebrada del 12 de mayo 8 de junio 1986), CEHOPU, 1986.
- Comisión de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, *Planos históricos de obras hidráulicas*, CEHOPU, 1985.
- Confederación Hidrográfica del Duero, *Canal de Castilla*, Valladolid, enero 1995.
- Confederación Hidrográfica del Guadiana, *Plan Hidrológico I de la Cuenca del Guadiana*, 1998.
- Confederación Hidrográfica del Norte, *Plan Hidrológico Norte I*, 1998.
- Confederación Hidrográfica del Norte, *Plan Hidrológico Norte II*, 1998.
- Confederación Hidrográfica del Segura, *Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura*, 1998.
- Confederación Hidrográfica del Tajo, *Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo*, 1998.
- Consejo Nacional del Agua, *Informe sobre las propuestas de modificación del Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional*, junio 1994.
- CHE, *Plan de aprovechamiento integral y regularización de avenidas del río Jalón y afluentes*, Confederación Hidrográfica del Ebro, oct. 1975.
- De Torres Martínez, M., *El regadío murciano, problema nacional*, Ed IOATS. CSIC y Diputación Provincial. Murcia, 1961. (Reed. faccsimil Consejería de

- Agricultura, Ganadería y Pesca de la Región de Murcia, Caja Murcia e Instituto de Fomento de la Región de Murcia, 1993)
- Díaz-Marta, M., Antecedentes de la planificación hidrológica en España y propuestas actuales, *Revista de Obras Públicas*, n<sup>o</sup> 3321, año 140, pp 29-38, mayo 1993.
- Díaz-Marta, M., Esquema histórico de la ingeniería y la gestión del agua en España, *OP n<sup>o</sup> 13*, Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pp 8-21, 1989.
- Fernández Casado, C., *Ingeniería hidráulica romana*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Ediciones Turner, Madrid, 1985.
- Fernández Ordoñez, J.A. et al., *Catálogo de noventa presas y azudes españoles anteriores a 1900*, CEHOPU, Madrid, 1984.
- Fernández Ordoñez, J.A. et al., *Catálogo de treinta canales españoles anteriores a 1900*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Comisión de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, 1986.
- Franco, F.J., *Un modelo alternativo de trasvase: el Real Canal de Carlos III*, Ed. Francisco José Franco Martínez, Cartagena, 1999.
- Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques, Departament de Medi Ambient, *Plan Hidrológico de las Cuencas Internas de Cataluña*, 1998.
- Gil Olcina, A y A. Morales, *Hitos históricos de los regadíos españoles*, Serie Estudios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1992.
- Gil Olcina, A. y A. Morales Gil (Eds), *Planificación Hidráulica en España*, Fundación Caja del Mediterráneo, 1995.
- González, I., *Fábricas hidráulicas españolas*, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Madrid, 1987.
- González-Quijano, A., *Breve reseña histórica del desarrollo de los regadíos en España*, IV Congreso internacional de Riegos y Drenajes, Madrid, 1960.
- López, A., *Los embalses valencianos antiguos*, Generalitat Valenciana, Conselleria D'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, 1996.
- MAPA, *Historia de los regadíos en España (a.C.-1931)*, Madrid, 1991.
- MAPA, MOPTMA, Lunwerg, Fundación Cultura Islámica, Granada-Legado Andalús, *El enigma del Agua en Al-Ándalus*, Lunwerg Editores, Madrid, 1994.
- Martín Mendiluce, J.M., Marco institucional y legal de la Planificación hidráulica española, *OP n<sup>o</sup> 14*, Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pp 4-15, 1989.
- MIMAM, *Libro Blanco del agua en España*, 1998.
- MIMAM, Secretaría de Estado de Aguas y Costas, Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, *Estudios previos de viabilidad. Transferencia zonal de recursos hídricos. Cuenca del Guadiana II*, febrero 1997.

- MIMAM, DGOHCA, *Estudios previos de viabilidad de determinados aprovechamientos a considerar en el Plan Hidrológico Nacional. Cuenca del Ebro. Transferencia Ebro-Llobregat*, diciembre 1998.
- MIMAM, DGOHCA, *Estudios previos de viabilidad de determinados aprovechamientos a considerar en el Plan Hidrológico Nacional. Cuenca del Ebro. Transferencia Ebro-Júcar-Segura*, diciembre 1998.
- Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas, *Plan de Obras Hidráulicas realizables en un plazo de ocho años*, Madrid, 1909.
- MOP, DGOH, *Anteproyecto General Técnico del Canal de Traslase de aguas del río Segre al río Francolí con destino a regadíos*, 1967.
- MOP, Dirección General de Obras Hidráulicas, *Canal Bajo Ebro Margen Derecha. Proyecto Tramo Cherta-Calig (Provincias de Tarragona y Castellón)*, 1972.
- MOP, Dirección General de Obras Hidráulicas, Comisaría de Aguas del Pirineo Oriental, Servicio Geológico de Obras Públicas, *Estudio de los recursos hidráulicos totales del Pirineo Oriental. Informe Preliminar*, julio 1969.
- MOP-CEH, *Anteproyecto General de Aprovechamiento conjunto de los recursos hidráulicos del Centro y Sureste de España*, J.M. Martín Mendiluce y J.M. Pliego, Madrid, 1967.
- MOP-CEH, *Plan Nacional de Obras Hidráulicas*, 3 vols., Sucesores de Rivadeneyra, Madrid, 1933.
- MOPT, DGOH, *Estudio para la determinación de los niveles de embalse óptimos en el río Guadarranque (Cáceres)*, julio 1991.
- MOPT, DGOH, *Inventario de presas españolas*, Madrid, 1991.
- MOPT, *Plan Hidrológico Nacional. Memoria y Anteproyecto de Ley* (2 vols), abril 1993.
- MOPTMA, DGOH, *Estudio de viabilidad de la comunicación hidráulica entre los embalses de El Conde, en el río Huso, y de Guadarranque, en el río Guadarranque, y del régimen de caudales de transferencia*, junio 1994.
- MOPTMA, DGOH, *Estudios previos de viabilidad de posibles aprovechamientos conjuntos en las cuencas del Tajo y Guadiana*, junio 1995.
- MOPTMA, DGOH, *Estudios y servicios técnicos sobre medidas y actuaciones de racionalización del uso de la oferta del agua y su incidencia en balances hidráulicos en las cuencas del Sur, Segura, Júcar e Internas de Cataluña. Memoria*, 1995.
- MOPTMA, DGOH, *Estudios previos de viabilidad de determinados aprovechamientos a considerar en el Plan Hidrológico Nacional. Cuencas del Norte y Duero*, febrero 1995.
- MOPTMA, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Guadiana, *Proyecto de conducción de agua desde el Acueducto Tajo-Segura para incorporación de recursos a la Llanura Manchega*, marzo 1996.

- MOPTMA, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Júcar, *Transferencia de recursos hídricos del Júcar al Vinalopó. Análisis de viabilidad*, noviembre 1994.
- MOPTMA, Mancomunidad de los Canales del Taibilla, *Canales del Taibilla. Cincuenta años creando futuro*, 1995.
- MOPTMA-CEH, *Cálculo preliminar de las disponibilidades sobrantes en la cabecera del Tajo para su trasvase al Sureste si se conecta el tramo inferior del Jarama con el tramo del río Tajo comprendido entre Bolarque y Aranjuez*, octubre 1994.
- MOPU, DGOH, *Estudio para la determinación de los niveles de embalse óptimos en los ríos Gévalo, Huso e Ibor-Toledo*, diciembre 1989.
- MOPU, DGOH, *Inventario de presas españolas*, Madrid, 1986.
- MOPU, Dirección General de Obras Hidráulicas, Centro de Estudios Hidrográficos, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, *Plan de aprovechamiento integral de los ríos Castril y Guardal*, mayo 1980
- MOPU, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Confederación Hidrográfica del Sur, *Estudio de viabilidad de la transferencia de caudales del embalse del Negratín en Granada al de Cuevas de Almanzora en Almería*, diciembre 1989.
- Nadal, E., Los orígenes del regadío en España, *Revista de Estudios Agrosociales*, n<sup>o</sup>13, pp 7-38, 1980.
- Pavón, B., *Tratado de arquitectura hispanomusulmana. Tomo I Agua*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1990.
- Sánchez-Palencia, J., M.D. Fernández-Posse, J. Fernández y A. Orejas, *La zona arqueológica de Las Médulas*, Junta de Castilla y León.
- Sandoval, J.M., *El Trasvase Tajo-Segura. Solución al desequilibrio hidrológico*, Ediciones Nuevos Enfoques, Madrid, 1989.
- Smith, N., *The Heritage of Spanish Dams*, Servicio de Publicaciones del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1992.
- Tasso, R., *Algunos datos sobre la historia, descripción y actuación de la Acequia Real del Júcar*, I Congreso Nacional de Comunidades de regantes, Valencia 1964.
- Xunta de Galicia, *Plan Hidrológico de las cuencas de Galicia-Costa. Propuesta de directrices*, mayo 1993.