

**DESARROLLO SOSTENIBLE DEL ARCO
MEDITERRÁNEO ESPAÑOL: APORTACIÓN DE
RECURSOS HÍDRICOS MEDIANTE DESALADORAS**



2006

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCION | 5 |
| 1.1. Objetivos | 6 |
| 1.2. Metodología | 7 |
| 2. ESPAÑA EN LA UNIÓN EUROPEA | 9 |
| 2.1. Superficie | 9 |
| 2.2. Población..... | 9 |
| 2.3. Estructura Económica | 11 |
| 2.3.1. El Producto Interior Bruto | 11 |
| 2.3.2. La Inflación | 16 |
| 2.3.3. Finanzas Públicas | 18 |
| 2.4. Mercado laboral | 19 |
| 2.4.1. Poblaciones activa y económicamente inactiva..... | 19 |
| 2.4.2. Empleo | 21 |
| 2.4.3. Desempleo..... | 22 |
| 2.5. Investigación e Innovación | 23 |
| 2.5.1. Gasto en Investigación y Desarrollo | 24 |
| 2.5.2. Empleo en industrias de alta tecnología | 24 |
| 2.5.3. Patentes..... | 25 |
| 2.6. Sociedad de la Información | 26 |
| 2.6.1. Gasto en TICs | 27 |
| 2.6.2. Implantación de las nuevas tecnologías, uso de internet..... | 27 |
| 2.6.3. Implantación de las nuevas tecnologías, Comercio electrónico..... | 28 |
| 2.7. Desfases de España respecto a Europa | 29 |
| 2.7.1. Superficie y Población..... | 29 |
| 2.7.2. Generación de riqueza, el PIB..... | 29 |
| 2.7.3. Productividad..... | 30 |
| 2.7.4. Inflación..... | 30 |
| 2.7.5. Costes laborales | 30 |
| 2.7.6. Finanzas Públicas | 31 |
| 2.7.7. Mercado laboral..... | 31 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.7.8. | Investigación e Innovación..... | 32 |
| 2.7.9. | Sociedad de la Información | 32 |
| 3. | EL MARCO MEDITERRÁNEO EN ESPAÑA | 33 |
| 3.1. | Superficie | 33 |
| 3.2. | Población..... | 34 |
| 3.3. | Producto Interior Bruto | 36 |
| 3.3.1. | El Producto Interior Bruto, como valor de la producción..... | 36 |
| 3.3.2. | Contribución sectorial..... | 37 |
| 3.3.3. | La Inflación | 38 |
| 3.4. | Mercado laboral..... | 39 |
| 3.5. | Desfases de España respecto a Europa | 41 |
| 3.5.1. | Superficie y Población..... | 41 |
| 3.5.2. | Generación de riqueza, el PIB..... | 41 |
| 3.5.3. | Inflación..... | 42 |
| 3.5.4. | Mercado laboral..... | 42 |
| 4. | LA DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS | 44 |
| 4.1. | Recursos Hídricos, Panorama General..... | 44 |
| 4.2. | Los Recursos Hídricos en Europa | 46 |
| 4.3. | Los Recursos Hídricos en España | 53 |
| 4.3.1. | Marco referencial: El Libro Blanco del Agua en España..... | 53 |
| 4.3.2. | Recursos naturales..... | 54 |
| 4.3.3. | Recursos disponibles | 56 |
| 4.3.4. | Demanda y Consumos..... | 60 |
| 5. | EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL | 64 |
| 5.1. | Antecedentes históricos..... | 64 |
| 5.2. | Trasvases Intercuencas..... | 65 |
| 5.2.1. | Trasvase Tajo – Segura..... | 66 |
| 5.2.2. | Minitrasvase a Tarragona (Ebro – Cuencas Internas de Cataluña)..... | 67 |
| 5.2.3. | Trasvases del Ebro a las Cuencas del Norte | 68 |
| 5.2.4. | Trasvase del Ebro a las Cuencas Internas de Cataluña..... | 69 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.2.5. | Otras transferencias superficiales de recursos | 69 |
| 5.2.6. | Consecuencias ambientales de los trasvases..... | 70 |
| 5.3. | Marco Legal..... | 71 |
| 5.4. | El Plan Hidrológico Nacional, PHN | 73 |
| 5.5. | El trasvase del Ebro, la actuación clave del PHN (2001)..... | 77 |
| 5.6. | Críticas al Trasvase del Ebro..... | 82 |
| 5.6.1. | Críticas económico-financieras | 83 |
| 5.6.2. | Otras Criticas al Trasvase del Ebro..... | 87 |
| 5.7. | El Programa AGUA..... | 90 |
| 5.7.1. | La derogación del Trasvase del Ebro | 90 |
| 5.7.2. | El Programa AGUA | 91 |
| 5.7.3. | Objetivos y actuaciones principales | 92 |
| 5.7.4. | La desalación en el Programa AGUA..... | 94 |
| 5.7.5. | La sostenibilidad del Programa AGUA..... | 95 |
| 6. | APORTACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS POR DESALACIÓN..... | 98 |
| 6.1. | Evolución histórica y situación actual..... | 98 |
| 6.1.1. | Estado de la cuestión | 98 |
| 6.1.2. | La desalación en el mundo..... | 101 |
| 6.1.3. | La Desalación en España | 104 |
| 6.2. | Las tecnologías de desalación..... | 108 |
| 6.2.1. | Procesos de Destilación | 108 |
| 6.2.2. | Procesos de Filtración | 112 |
| 6.2.3. | Resumen | 117 |
| 6.2.4. | Últimas aportaciones tecnológicas | 118 |
| 6.3. | El coste de la desalación..... | 118 |
| 6.3.1. | Aspectos Generales..... | 118 |
| 6.3.2. | Análisis de los Costes del Agua de mar desalada..... | 120 |
| 6.3.3. | Precios de Venta | 127 |
| 6.4. | Impacto medioambiental de la desalación | 127 |
| 6.4.1. | Aspectos Generales..... | 127 |
| 6.4.2. | Principales impacto de las desaladoras | 129 |

| | |
|---|------------|
| 6.4.3. Soluciones al vertido para la reducción del impacto medioambiental..... | 131 |
| 7. IMPACTO EN EL EMPLEO..... | 135 |
| 7.1. Creación de Empleo Directo | 135 |
| 7.1.1. Metodología..... | 135 |
| 7.1.2. Organigrama..... | 137 |
| 7.1.3. Plantilla Necesaria | 138 |
| 7.1.4. Niveles y perfiles profesionales..... | 138 |
| 7.1.5. Empleo Generado | 139 |
| 7.2. Empleo Indirecto..... | 139 |
| 8. CONCLUSIONES | 141 |
| 8.1. España en Europa | 141 |
| 8.2. El Arco Mediterráneo en España | 142 |
| 8.3. Recursos Hídricos | 142 |
| 8.4. Plan Hidrológico Nacional | 144 |
| 8.5. Desalación | 147 |
| 8.6. Impacto en el Empleo | 149 |
| BIBLIOGRAFÍA | 151 |

1. INTRODUCCION

El Arco Mediterráneo español, abarcando desde Málaga a Gerona, tiene un déficit estructural de recursos hídricos, que unido a su ineficiente gestión histórica de los, con sobreexplotación de las aguas subterráneas y desaprovechamiento de las aguas residuales, compromete la sostenibilidad de su desarrollo y causan graves problemas de abastecimiento que:

- Tienen un fuerte impacto en el sector turístico, que como es sabido es el motor económico fundamental de este área geográfica.
- Ponen en grave riesgo la continuidad de ciertos cultivos agrícolas en zonas particularmente carentes de recursos hídricos, con el consiguiente peligro de desertización.

El Plan Hidrológico Nacional de 2001 pretendía paliar esta situación mediante el Trasvase del Ebro, actuación fuertemente contestada desde la mayoría de los grupos de interés, en base a criterios técnicos, económico-financieros, territoriales y medioambientales.

Al ser derogado el Trasvase del Ebro en el año 2004, el Gobierno estableció el Programa Agua, enmarcado en los principios establecidos por la Directiva Marco Europea del Agua, con los siguientes objetivos:

- Aportar 1000 hm³ de nuevos recursos hídricos procedentes en un 50% de la desalación de agua salobre, fundamentalmente de agua de mar, un 20% de aguas residuales depuradas, un 15% de la modernización de regadíos y el 15% restante por aprovechamiento de aguas.
- Mejorar los sistemas de suministro para el abastecimiento urbano y de regadíos.

- Rehabilitación ambiental de algunos de los sistemas principales hídricos existentes (Delta del Ebro, Albufera de Valencia, Mar Menor).

La implantación de desaladoras de agua de mar es el núcleo principal para la aportación de recursos hídricos complementarios, y sin duda, el elemento más polémico y controvertido del programa, aunque se puede constatar que la desalación ha tenido una intensa evolución tecnológica en los últimos treinta años, que continúa en la actualidad, y que permite obtener agua de calidad a un coste competitivo, con un consumo de energía moderado.

A la posibilidad de asegurar el suministro a precios reales y económicamente viables, incluso para ciertos cultivos del sector agrario, se unen ventajas tales como:

- La adaptabilidad a la demanda derivada de la modularidad de las actuaciones
- La independencia de la climatología.
- Las menores necesidades de inversión.

El Programa AGUA contempla 27 desaladoras (nuevas o ampliación y mejora de las existentes), que aportarían más de 500 hm³/año, cantidad similar a la producida actualmente en España por este medio (4% de la producción mundial actual).

La actividad económica que va a generar la construcción de las plantas desaladoras supone una inversión estimada de 2.500 millones de euros de con la consecuente creación de empleo de perfiles especializados en ingeniería de proyectos, construcción y montaje. A ello hay que unir, el empleo necesario para la operación de las plantas, de carácter estable y perfiles diversos, aunque con un nivel de cualificación considerable

1.1. Objetivos

El objetivo principal del estudio es determinar tanto la actividad económica generada por la construcción y operación de las plantas desaladoras, como el impacto en el empleo directo e inducido en los sectores agrícola y turístico.

Como objetivos concretos enmarcados en el objetivo principal, enumeramos los siguientes:

- Evaluar las necesidades de aporte hídrico que requiere el Arco Mediterráneo español para los distintos usos, de acuerdo al desarrollo previsto en los sectores turístico y agrícola: abastecimiento (población residencial y turística), uso agrícola e industrial.
- Establecer las soluciones a la demanda de agua definidas en los distintos Planes: PHN (Trasvase del Ebro) y Programa AGUA (Gestión integral y desaladoras).
- Estimar la actividad económica directa generada por las desaladoras programadas: inversión (proyecto y construcción), operación e infraestructuras de conducción.
- Cuantificar el empleo requerido por las desaladoras programadas (construcción y operación), Determinando los perfiles profesionales demandados y definir políticas de empleo y acciones formativas necesarias para adaptar los perfiles actuales a los requerimientos exigidos.

1.2. Metodología

En la realización de este estudio se han combinado los siguientes elementos metodológicos:

- Recopilación de datos secundarios disponibles en la documentación existente (INE, EUROSTAT, Ministerio de Medio Ambiente, Libro del Agua en España, Plan Hidrológico Nacional, Programa AGUA).
- Análisis de los datos secundarios relativos a las áreas y sectores objeto del trabajo, agricultura y turismo del Arco Mediterráneo español e industria de la desalación, en el marco socio-económico en que actúan: España y la Unión Europea.

- Análisis de publicaciones especializadas y entrevistas en profundidad con profesionales y expertos en la problemática definida, fundamentalmente procedentes de la Administración pública y la Universidad.

Consecuentemente con la metodología utilizada, la estructura del informe es la siguiente:

- Situación y desfases existentes en los principales indicadores del contexto socio-económico de Europa, España y el Arco mediterráneo.
- Recursos hídricos naturales y en regulación existentes, demanda y usos sectoriales de los mismos a nivel global, europeo y español.
- Análisis y evaluación de la últimas actuaciones nacionales en la gestión de los recursos hídricos en España, el Trasvase del Ebro y el Programa AGUA.
- La desalación de agua salobre en general y del agua de mar en particular, como vía fundamental de aportación de recursos hídricos en el Programa AGUA.
- Actividad económica y empleo derivados de la construcción y operación de las plantas desaladoras previstas.
- Conclusiones

2. ESPAÑA EN LA UNIÓN EUROPEA

Cuando se consideran en valores absolutos, las principales variables macroeconómicas de España la sitúan entre los cinco primeros países de la Unión Europea, a una distancia considerable del resto de los países miembros. Dado que el propósito de este capítulo es establecer los principales desfases de España en la Unión, especialmente en relación con sus principales competidores, nos limitaremos a considerar los indicadores de los cinco grandes, Alemania, España, Francia, Italia y el Reino Unido y de los dos agregados principales de la Unión, el anterior a la última ampliación (UE-15) y el actual (UE-25).

Para facilitar las comparaciones utilizaremos cifras armonizadas procedentes de fuentes estadísticas comunitarias, especialmente el Eurostat Yearbook 2005; en el resto de los datos referentes a España las fuentes estadísticas fundamentales serán el Anuario Estadístico de España 2006 y el portal INEBase, ambos del INE.

2.1. Superficie

Las cifras de superficie presentan una Unión Europea con casi 4 millones de Km², donde los cinco países con mayor potencial económico tienen una superficie conjunta de 2,0 millones de Km², que representa del orden del 50% de la superficie total de la Unión Europea de 25 países (EU-25).

España con una superficie ligeramente superior al medio millón de Km² supone el 13% de la extensión total de la EU-25.

2.2. Población

En este apartado utilizamos los datos reales de población hasta el año 2005 y las estimaciones realizadas para los años 2025 y 2050. En el cálculo de la densidad de población, que es el indicador demográfico que realmente nos interesa, hemos comparado dichos datos con las superficies, que asumimos como constantes.

El 1 de enero de 2005 la población de la EU-25 era ligeramente superior a los 461 millones de ciudadanos, siendo los cinco países más poblados Alemania, Francia, el Reino Unido, Italia y España. Estos cinco países aportaban una población agregada de 306,4 millones de habitantes, que representaba el 66% del total.

En los 11 años que se han considerado en la serie de datos reales, la tendencia media de crecimiento ha sido de entre el 0,3 y el 0,4% anual acumulativo, porcentajes superados por España y en menor medida por Francia, mientras que el Reino Unido se mantenía en los niveles de la media de EU-25, y que Italia y Alemania presentaban crecimientos muy inferiores, aunque positivos. Respecto a las previsiones, en general se estiman crecimientos ligeramente positivos hasta 2025 (negativos para Alemania e Italia), y negativos para todos los países y los dos agregados hasta el año 2050.

Lógicamente, la densidad de población refleja una evolución idéntica. Partiendo de una media de entre 119 y 123 habitantes por km² en 2005, se estima que se situará en niveles de entre 121 y 126 habitantes por km² en 2025 y descendiendo los veinticinco años posteriores hasta situarse en 2050 en niveles inferiores a los existentes en 2005.

Población real y estimada. Periodo 1994 - 2050

| País | Superficie 1000 Km ² | Población real y estimada 1000's | | | | Evolución de la Densidad de Población | | | | |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------------|---------------|
| | | 1994 | 2005 | 2025 | 2050 | Habitantes / Km ² | | | 2005 % s/ EU-25 | % 05 s/ 94 |
| | | | | | | 2005 | 2025 | 2050 | | |
| Alemania | 357 | 81.338 | 82.501 | 82.100 | 74.600 | 231,1 | 230,0 | 209,0 | 194,97 | 0,13 |
| España | 505 | 39.247 | 43.038 | 45.600 | 42.800 | 85,3 | 90,3 | 84,8 | 71,94 | 0,84 |
| Francia | 544 | 59.104 | 62.371 | 64.400 | 65.700 | 114,7 | 118,4 | 120,8 | 96,74 | 0,49 |
| Italia | 301 | 56.843 | 58.462 | 57.800 | 52.700 | 194,0 | 191,8 | 174,9 | 163,70 | 0,26 |
| Reino Unido | 244 | 57.788 | 60.035 | 63.800 | 64.300 | 246,2 | 261,7 | 263,7 | 207,75 | 0,35 |
| EU-25 | 3.892 | 444.860 | 461.298 | 470.000 | 449.600 | 118,5 | 120,8 | 115,5 | 100,00 | 0,33 |
| EU-15 | 3.154 | 369.657 | 387.193 | 398.800 | 384.100 | 122,8 | 126,4 | 121,8 | 103,57 | 0,42 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

Al considerar la densidad de población se constata que sólo tres de los cinco países con mayor población mantienen su importancia relativa: Alemania, el Reino Unido e Italia, mientras que Francia y España la pierden en beneficio de los Países Bajos y Bélgica, que son los dos países que encabezan esta clasificación.

España, tiene una densidad de población de 85,3 habitantes por km², que representa algo más del 72% de la media de la EU-25 en 2005. En la ordenación resultante del análisis de este indicador ocupa el lugar 16, superada por siete de los nuevos países miembros. Este gap, uno de los más importantes de nuestro país frente a los principales países desarrollados, está fuertemente correlacionado con la generación de la riqueza.

2.3. Estructura Económica

2.3.1. *El Producto Interior Bruto*

El Producto Interior Bruto (PIB) es uno de los principales indicadores económicos, razón por la que contemplaremos sus diferentes perspectivas, comenzando por el lado de la producción desde el que analizaremos su evolución en el tiempo, la productividad y la contribución sectorial, para terminar considerando las perspectivas del consumo y de la retribución de los factores productivos que intervinieron en su obtención.

- *La producción del PIB*

En 2005 y valores absolutos los cinco países mayores, es decir, Alemania, España, Francia, Italia y el Reino Unido, generaron entre el 78 (EU-15) y el 74% (EU-25) % del PIB de la Unión.

Evolución del Producto Interior Bruto, real y estimado en los países de la Unión Europea.

| País | PIB en miles de MM € | | | | PIB en PPS per cápita | | | | PIB en PPS por persona empleada EU-25 = 100 | | | |
|----------------|----------------------|---------------|--------------|------------|-----------------------|---------------|---------------|------------|---|--------------|--------------|-------------|
| | 2007 | 2005 | 1999 | 05 / 99 | 2007 | 2005 | 1996 | 05 / 96 | 2007 | 2005 | 1996 | 05 / 96 |
| Alemania | 2.343 | 2.247 | 2.012 | 1,9 | 27.400 | 25.700 | 19.200 | 3,3 | 100,6 | 101,6 | 106,0 | -0,5 |
| España | 1.034 | 904 | 580 | 7,7 | 24.800 | 23.100 | 14.200 | 5,6 | 96,5 | 98,6 | 102,3 | -0,4 |
| Francia | 1.839 | 1.710 | 1.366 | 3,8 | 27.200 | 25.500 | 18.400 | 3,7 | 118,6 | 118,9 | 121,3 | -0,2 |
| Italia | 1.514 | 1.417 | 1.127 | 3,9 | 25.500 | 24.100 | 18.800 | 2,8 | 106,3 | 107,9 | 122,9 | -1,4 |
| Reino Unido | 1.959 | 1.791 | 1.376 | 4,5 | 29.600 | 27.300 | 17.800 | 4,9 | 107,8 | 106,5 | 100,0 | 0,7 |
| EU - 25 | 11.774 | 10.842 | 8.486 | 4,2 | 25.300 | 23.500 | 16.300 | 4,1 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 0,0 |
| Eu - 15 | 11.137 | 10.285 | 8.154 | 3,9 | 27.200 | 25.400 | 17.900 | 4,0 | 107,6 | 108,4 | 109,6 | -0,1 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

Respecto a su crecimiento, considerando el valor absoluto, durante el periodo 1999-2005, el aumento medio anual acumulativo fue del 4%, con crecimientos individualizados que van desde el muy bajo de Alemania, hasta los mayores de España y en menor medida del Reino Unido. En relación con las previsiones de crecimiento, para el periodo 2005 – 2007 se esperan comportamientos similares a los descritos.

En términos per cápita, y en valores agregados para la EU-25, el PIB por habitante se situó en 2005 en 23.500 PPS con crecimiento del 4,1% (25.400 PPS y 4% para EU-15) en el periodo considerado y una estimación de crecimiento medio anual acumulativo del 3,7% (3,5% para EU-15) hasta 2007, año en el que se espera se sitúe en 25.300 (27.200 en EU-15) PPS.¹ El comportamiento de este indicador por países es similar al descrito, aunque con diferenciales más acusados, sobre todo en los países de la última ampliación, donde los niveles de precios son considerablemente inferiores.

Un aspecto muy importante es la productividad con la que se ha obtenido el PIB, para el análisis de la cual hemos seleccionado como indicador el índice que relaciona el PPS generado por persona empleada en cada país y la media del mismo en EU-25, pudiendo clasificar a los países en los tres siguientes grupos: Bélgica, Francia, Irlanda y Luxemburgo están por encima del entorno de la media (índices mayores de 110); el resto de los países de la anterior EU-15, salvo Portugal, en el entorno de la media (con valores de entre 90 y 110) y los nuevos países miembros y Portugal muy por debajo del entorno de la media (entre la mitad y los dos tercios de la productividad media).

Como resumen la posición relativa de España en cuanto a la generación del PIB es muy favorable en términos absolutos, con un diferencial de crecimiento de 3,5 puntos porcentuales entre 1999 y 2005, que cae hasta 2.7 puntos entre 2005 y 2007; solamente favorable cuando consideramos el nivel de precios, disminuyendo el diferencial positivo hasta sólo 1,5 puntos porcentuales entre 99 y 05, que se estima negativo de 0,1 punto entre 05 y 07; y desfavorable si se tiene en cuenta la productividad, puesto que

¹ En los diferentes países de la Unión existen niveles de precios muy diferentes, por lo que en el análisis de la riqueza por habitante entre los veinticinco se producen sesgos que en buena medida son eliminados al utilizar como unidad de medida las Purchasing Power Parities (Paridades en el Poder de Compra), expresando las magnitudes en la unidad PPS, Purchasing Power Standard (Poder de Compra Equivalente).

cae de manera sostenida en el periodo estudiado, 3.7 puntos porcentuales entre 96 y 2,1 puntos, también negativos entre 05 y 07.

Por último, consideraremos la contribución de los diferentes sectores productivos a la generación de la producción, para lo que vamos a utilizar como variable el Valor Añadido Bruto, o VAB, puesto que aunque difiere ligeramente del PIB (en conceptos como la depreciación de los activos fijos o los impuestos a la producción, se considera un indicador útil para medir la capacidad de generar riqueza, aportando información relevante para analizar la importancia de los tres sectores considerados tradicionalmente, el primario (agricultura, caza y pesca) el secundario o industrial (en el que a los efectos de simplificar el análisis incluiremos la construcción) y el terciario o de servicios.

Valor Añadido Bruto en 2004. Contribución de los sectores a su generación.

| Pais | 2004 | Agricultura, caza y pesca | Industria, energía incluida | Construcción | Comercio, transporte y comunicaciones | Actividades empresariales y servicios financieros | Otros servicios | |
|---------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------------------|---|-----------------|-------------|
| Alemania | 2.003,2 | 21,4 | 1,1 | 25,0 | 4,1 | 18,0 | 29,1 | 22,7 |
| España | 753,3 | 8,1 | 3,5 | 18,4 | 10,7 | 25,6 | 20,9 | 20,8 |
| Francia | 1.489,3 | 15,9 | 2,5 | 15,7 | 5,6 | 19,4 | 31,4 | 25,5 |
| Italia | 1.249,2 | 13,4 | 2,5 | 21,4 | 5,9 | 23,1 | 26,6 | 20,5 |
| Reino Unido | 1.596,2 | 17,1 | 1,0 | 18,0 | 6,1 | 22,5 | 30,2 | 22,3 |
| EU-25 | 9.343,6 | 100,0 | 2,1 | 20,4 | 5,9 | 21,6 | 27,2 | 22,7 |
| EU-15 | 8.914,1 | 95,4 | 2,0 | 20,2 | 5,9 | 21,4 | 27,6 | 22,9 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

En términos de media, Europa tiene un sector primario que genera el 2,1% del VAB, un sector secundario (construcción incluida) que contribuye con el 26,3% de la riqueza nacional y un sector terciario que aporta el 71,5% restante. Las diferencias entre EU-25 y EU-15 a pesar son significativas, dado que EU-15 tiene un peso del 95,4% de EU-25.

Con la excepción de Grecia, España, Portugal y Finlandia, el sector primario de la antigua EU-15 está considerablemente por debajo de la media, mientras que tiene un peso muy superior en los nuevos miembros (Estonia, Letonia, Lituania, Hungría, Polonia y la Republica Eslovaca tienen un índice superior al 4%).

El sector secundario representa como media el 26,3%, existiendo una distribución de países bastante centrada, destacando por encima del entorno de la media sólo Luxemburgo y por debajo la República Checa, Irlanda, Lituania, Polonia, Eslovenia y la República Eslovaca. En España la situación de la construcción incorpora un considerable nivel de distorsión, puesto que su enorme peso relativo (2 veces la media) permite que España figure entre el grupo de países con un nivel industrial superior al medio (3 puntos porcentuales por encima), aunque el sector industrial en sentido estricto esté marcadamente por debajo (menos dos puntos porcentuales).

Lógicamente el sector terciario recoge el efecto complementario a los dos anteriores, y presenta una estructura bastante centrada en el entorno de la media comunitaria, que supone casi el 72% del VAB total.

- ***El Consumo, el uso del PIB***

Desde la perspectiva del consumo, el PIB es la suma de los usos finales de los bienes y servicios producidos, es decir, el fin (consumo privado, público, formación bruta de capital fijo y sector exterior) al que han sido destinados los bienes y servicios cuya producción hemos contemplado en el apartado anterior.

En 2005, el Consumo Privado (hogares e instituciones sin fines de lucro) fue el destino fundamental en todos los países de la Unión, suponiendo el 58% del PIB; el valor correspondiente a España es sólo 5 décimas de punto porcentual inferior a la media comunitaria, aunque más alejado de Alemania, Italia y el Reino Unido. El Consumo Público que en términos de media supone el 21% del total, es en España el 1% del PIB, 3 puntos porcentuales por debajo de la media, e inferior al valor del indicador en los otros cuatro grandes.

Las inversiones, expresadas como Formación Bruta del Capital Fijo, fueron el destino del 20 % del PIB total, un nivel muy similar al del Consumo Público. España dedica a este propósito casi 10 puntos más que la media, lo que a pesar de los problemas de productividad existente permite confirmar que continuará la generación de PIB a tasas de crecimiento superior de las europeas. Por último, el Sector Exterior consumió en la

Unión el 1% del PIB. El 5% negativo de España confirma la persistencia de una de las carencias estructurales de la economía española, aunque se presente en un periodo en el que también Francia, Italia y el Reino Unido presentan contribuciones negativas.

La situación del consumo podría resumirse como la coexistencia de un fuerte y negativo saldo exterior que junto a un considerable esfuerzo en inversión, sitúan al consumo público y privado en unos niveles estructurales sensiblemente similares a los cinco grandes de la Unión Europea.

- ***El PIB como remuneración a los factores productivos***

Los factores productivos reciben una remuneración derivada de su participación en la generación del PIB. En este apartado contemplaremos como se distribuyó en 2005.

La Remuneración de los Asalariados supuso como media europea el 49% del PIB, en España, el peso fue del 47 %, dos puntos porcentuales menos que la media y por debajo del nivel de Alemania, Francia y el Reino Unido. El Excedente empresarial bruto, incluidas las Rentas mixtas, obtuvo el 38% del PIB en términos de media europea, mientras que en España ascendió hasta el 42%, sólo por debajo de Italia. Por último, los Impuestos a la producción y a las importaciones menos las Subvenciones a nivel del agregado europeo fueron retribuidas con el 12% del PIB, mientras que en España lo fueron con un porcentaje del 11% para España, casi dos puntos por debajo de la media

Desde este punto de vista, la composición de la retribución de los factores productivos es consistente con la media comunitaria, y sobre todo, con la de los principales competidores europeos con un diferencial de 2 puntos porcentuales que en lugar de al sector trabajo se dedica al beneficio empresarial.

2.3.2. La Inflación

- ***Precios al consumo***

En este apartado se utilizan los datos publicados por Eurostat, correspondientes a los Índices Armonizados de Precios al Consumo, específicamente la tasa de inflación y el nivel de precios comparativo correspondientes a los años 2003 a 2005 y el avance de Julio 2006 publicado por el INE.

Medida a través del primer indicador seleccionado, la inflación media en la EU-25 muestra una cierta estabilidad desde el año 2002, manteniéndose entre el 1.9% (año 2003) y el 2.2% (año 2005), con una cierta tendencia al repunte desde 2003. Este análisis hay que realizarlo en un contexto internacional marcado por la volatilidad de los precios del petróleo durante este periodo.

Con una tasa del 3,4% España se sitúa entre el grupo de países con mayor tasa de inflación (entre los países de la antigua EU-15 sólo es superada por Luxemburgo con el 3,8% y por Grecia con el 3,5%), con un diferencial de precios respecto a la EU-25 que en 2005 ascendió a 1.2 puntos, superando el diferencial existente en 2004 (1,0) y manteniéndose en el nivel del habido en 2003.

Lamentablemente los últimos datos disponibles constatan la persistencia de este grave diferencial negativo, puesto que según datos provisionales del INE, en Julio de 2006 la tasa anual media de la EU-25 era de 2,4 % y la española alcanzaba el 4,0%, es decir un desfase de 1,6 puntos porcentuales.

En términos del nivel comparativo de precios, calculado en base a PPP (Purchasing Power Parities) ha supuesto el empeoramiento de los datos de España, que en 2005 tenía un nivel de precios equivalente al 90% del de la Unión frente al 85% que resultaba en el año 2000, es decir que en 5 años ha aumentado en un 5%, es decir un punto por año. Si en vez de la referencia de la EU-25 tomamos la evolución de la antigua EU-15, en el periodo que España ha empeorado (su nivel relativo se ha encarecido en 5 puntos), mientras que la media de la EU-15 ha disminuido (se ha

abaratado) en 3 décimas de punto, con mejoras espectaculares en Alemania (5 puntos) y el Reino Unido (12 puntos)

- **Costes laborales**

Uno de los principales indicadores que utiliza Eurostat en este apartado es el crecimiento del coste de la unidad de producción en concepto de salarios.²

Como consecuencia de la acción simultánea de las políticas de contención de los precios y de mejora de la productividad, se observa en la práctica totalidad de los países una clara tendencia a la disminución. En el año 2005, los valores medios correspondientes a EU-25, EU-15, España y Alemania son negativos, manteniendo Francia un valor constante y aumentos Italia y el Reino Unido, lo que entre otras cosas indica que la productividad creció por encima de la remuneración de los asalariados, que finalmente supondría una pérdida de la posición competitiva relativa (por este concepto) de Italia y el Reino Unido y de Francia en menor medida.

Crecimiento del coste laboral de la unidad de producción en la Unión Europea

| País | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | Media anual | |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|--------|
| | | | | | | | | | | | 10 años | 5 años |
| Alemania | -0,5 | -1,4 | -0,4 | 0,1 | 1,3 | -0,4 | -0,7 | -0,4 | -1,7 | -1,5 | -0,6 | -0,9 |
| España | 0,1 | -0,4 | -0,6 | -0,7 | -0,6 | -0,9 | -1,4 | -1 | -1,2 | -2,1 | -0,9 | -1,3 |
| Francia | -0,4 | -1 | -1 | 1,1 | -0,3 | 0,3 | 0,6 | -0,1 | -0,6 | 0 | -0,1 | 0,0 |
| Italia | 0,3 | 0,3 | -4,6 | -0,3 | -1,5 | 0,3 | -0,2 | 0,3 | -0,6 | 0,6 | -0,5 | 0,1 |
| Reino Unido | -2,4 | -0,1 | 1,3 | 0,4 | 1,6 | 1,3 | -1,1 | -0,3 | -0,4 | 1,6 | 0,2 | 0,2 |
| EU - 25 | -0,7 | -0,9 | -0,7 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | -0,4 | -0,3 | -1,1 | -0,5 | -0,4 | -0,4 |
| EU - 15 | -0,8 | -0,9 | -0,6 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | -0,3 | -0,3 | -1 | -0,3 | -0,4 | -0,3 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

El comportamiento de 2005 es consistente con la tendencia de los últimos años tal y como se muestra en la tabla anterior, donde la tendencia media de la Unión en los dos periodos considerados es de una disminución de del orden de 0,4 % anual, con una

² El coste real de la unidad de producción (real unit labour cost growth), relaciona la remuneración de los asalariados (remuneración por empleado) con la productividad (PIB por empleo). Su crecimiento indica la dinámica que es la participación del factor trabajo en el valor añadido.

fuerte mejoría en España, de más del doble de la cifra citada, y diferenciales crecientes respecto a los principales competidores.

Parece claro que, como se avanzó en el apartado correspondiente a la retribución de los factores productivos por su contribución a la generación del PIB, la menor retribución relativa de España compensa los problemas existentes en la productividad y en el nivel de precios al consumo.

2.3.3. Finanzas Públicas

Bajo este epígrafe se analiza el comportamiento de la Balanza del Sector Público y el Endeudamiento Público. Estas dos variables siguen teniendo una consideración especial como indicadores de salud económica y de política económica rigurosa de los Gobiernos de los países miembros. Sin embargo el hecho de que Alemania, Francia y últimamente Italia, vengán incumpliendo los acuerdos existentes al respecto, nos aleja del rigor que existía en años anteriores.

En 2005, la política de contención del Déficit Público ha sido un poco más rigurosa que en los dos años anteriores, disminuyendo el déficit general en 3 décimas de punto del PIB, para situarse en los niveles de 2002 (una décima por encima en el caso de EU-15), que todavía representan casi el doble que el déficit existente en 2001.

Italia y el Reino Unido han empeorado sus balanzas (la primera de manera considerable); Alemania presenta una ligera mejoría (4 décimas de punto); por su parte, Francia y España han tenido mejorías considerables, presentando nuestro país una posición de superávit. de más de 1 punto del PIB.

Finanzas Públicas en la Unión Europea. Años 2001 - 2005

| País | Balanza Pública Superavit (+) o Déficit (-) en % del PIB | | | | | Endeudamiento Público consolidado bruto en % del PIB | | | | |
|---------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 |
| Alemania | -3,3 | -3,7 | -4,0 | -3,7 | -2,9 | 67,7 | 65,5 | 63,8 | 60,3 | 59,6 |
| España | 1,1 | -0,1 | 0,0 | -0,3 | -0,5 | 43,2 | 46,4 | 48,9 | 52,5 | 56,3 |
| Francia | -2,9 | -3,7 | -4,2 | -3,2 | -1,5 | 66,8 | 64,4 | 62,4 | 58,2 | 56,8 |
| Italia | -4,1 | -3,4 | -3,4 | -2,9 | -3,2 | 106,4 | 103,8 | 104,2 | 105,5 | 110,9 |
| Reino Unido | -3,6 | -3,3 | -3,3 | -1,6 | 0,7 | 42,8 | 40,8 | 39,0 | 37,6 | 38,7 |
| EU-25 | -2,3 | -2,6 | -2,9 | -2,3 | -1,2 | 63,4 | 62,4 | 62,0 | 60,5 | 62,0 |
| EU-15 | -2,3 | -2,6 | -2,9 | -2,2 | -1,2 | 64,6 | 63,4 | 63,1 | 61,5 | 63,1 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

En el periodo objeto de análisis 2001 – 2005, el Endeudamiento Público bruto consolidado, ha aumentado ligeramente, alcanzando el 63 % del PIB (65% en EU-15), un punto más que en 2004. Alemania, Francia Italia (que continúa en niveles superiores al 100%) y el Reino Unido han aumentado su endeudamiento, mientras que España lo ha reducido en más de 3 puntos, presentando junto al Reino Unido los mejores ratios. En resumen, y en lo que se refiere a las finanzas públicas, el comportamiento de la economía española continúa en una senda muy positiva, lo que sin duda permite compensar otros desequilibrios.

2.4. Mercado laboral

2.4.1. Poblaciones activa y económicamente inactiva

Durante el periodo 1998-2004, en la EU-25 se ha producido un aumento de la Población Activa de casi 8 millones de personas, lo que supone un crecimiento anual acumulativo del 0,6 %, coincidente con un aumento de la misma variable en España del 1,8% anual acumulativo.

Evolución de las Población Activa e Inactiva en la Unión Europea

| País | | Empleados media anual miles de personas | | Desempleados media anual miles de personas | | Población Activa media anual miles de personas | | Población Inactiva (%) s/ población > 15 años | |
|--------------|---------------|---|----------------|--|---------------|--|----------------|---|-------------|
| Sigla | Denominación | 2004 | 1998 | 2004 | 1998 | 2004 | 1998 | 2004 | 2000 |
| DE | Alemania | 38.439 | 37.610 | 3.931 | 3.542 | 42.370 | 41.152 | 43,1 | 42,5 |
| ES | España | 16.998 | 14.698 | 2.211 | 2.600 | 19.209 | 17.298 | 45,1 | 47,3 |
| FR | Francia | 24.859 | 23.215 | 2.641 | 2.837 | 27.500 | 26.051 | 43,9 | 44,3 |
| IT | Italia | 24.496 | 22.448 | 1.960 | 2.634 | 26.456 | 25.082 | 50,4 | 51,9 |
| UK | Reino Unido | 28.437 | 26.796 | 1.381 | 1.785 | 29.818 | 28.581 | 38,3 | 37,6 |
| EU-25 | | 198.661 | 190.881 | 19.280 | 19.150 | 217.941 | 210.031 | 43,5 | 43,6 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2004

Así mismo se observa una población económicamente inactiva (formada básicamente por estudiantes, trabajadores retirados y mujeres con responsabilidades familiares y atención a discapacitados) que supone como media comunitaria el 43,5%, prácticamente el mismo nivel que en 2000.

España e Italia superan la tasa de inactividad económica europea en 1,6 y 6,9 puntos porcentuales respectivamente, mientras que Alemania y Francia se sitúan en el entorno de la media. Lógicamente los países con una población inactiva mayor son los que presentan una evolución más favorable (disminución del ratio).

Edad media de salida del mercado laboral

| | total | | | mujeres | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2004 | 2003 | 2002 | 2004 | 2003 | 2002 |
| Alemania | 61,3 | 61,6 | 60,7 | 61,1 | 61,4 | 60,3 |
| España | 62,2 | 61,5 | 61,5 | 62,9 | 61,3 | 61,6 |
| Francia | 58,9 | 59,6 | 58,8 | 59,4 | 59,6 | 58,7 |
| Italia | n d | 61,0 | 59,9 | n d | 61,0 | 59,7 |
| Reino Unido | 62,1 | 63,0 | 62,3 | 61,4 | 61,9 | 61,8 |
| EU-25 | 60,7 | 61,0 | 60,4 | 60,4 | 60,5 | 60,0 |
| EU-15 | 61,0 | 61,3 | 60,8 | 61,0 | 61,0 | 60,5 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

Debido a las dificultades que para el mantenimiento de los sistemas de bienestar social supone la existencia de elevadas tasas de inactividad, además de las políticas de fomento del empleo son conocidas las políticas de la unión para fomentar una mayor permanencia de los trabajadores en el mercado laboral, habiéndose conseguido mejoras relativas a nivel de la EU-15, donde lentamente va aumentando la edad media de retiro,

tanto a nivel general como en el caso de las mujeres. En este sentido, España es el país que presenta mejores resultados (una mayor edad de retiro) con una mejoría relativa también mayor.

2.4.2. Empleo

En los últimos cinco años el empleo en la Unión se ha comportado de un modo muy favorable, con crecimientos medios (empleo total) de entre el 0,7 y el 0,8% anual según se trate de EU-25 o EU-15; en el caso del empleo femenino, dado que parte de niveles mas bajos, el crecimiento ha sido mas importante, alcanzando para los mismos agregados crecimientos medios 1,2 y 1,4% anual respectivamente.

Crecimiento del empleo total y femenino en el periodo 2001 - 2005

| País | Crecimiento del empleo total | | | | | | Crecimiento del empleo, mujeres | | | | | |
|---------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | media | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | media |
| Alemania | -0,2 | 0,4 | -1,0 | -0,6 | 0,4 | -0,2 | 0,0 | 0,6 | -0,3 | 0,5 | 1,1 | 0,4 |
| España | 3,6 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 3,2 | 2,9 | 5,7 | 4,6 | 4,6 | 3,9 | 4,6 | 4,7 |
| Francia | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 0,6 | 1,8 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 1,6 | 2,0 | 1,1 |
| Italia | 0,2 | 0,3 | 1,5 | 1,6 | 2,2 | 1,2 | 0,0 | 3,7 | 2,0 | 2,3 | 3,9 | 2,4 |
| Reino Unido | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 1,3 | 1,3 | 0,9 | 1,2 | 1,0 | 1,1 |
| EU-25 | 0,9 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 1,3 | 0,7 | 1,1 | 1,1 | 0,8 | 1,2 | 1,8 | 1,2 |
| EU-15 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 1,4 | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 0,9 | 1,5 | 2,0 | 1,4 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

Consistentemente con su mayor crecimiento en el PIB y con la fuerte contribución al mismo de los sectores de la construcción y los servicios, España presenta un crecimiento del Empleo sensiblemente mas alto, alcanzando respecto a las media de EU-25 y EU-15 un crecimiento 4 veces mayor en el empleo total y 3,5 veces superior en el empleo femenino.

Tasa de empleo en el periodo 2000 - 2005

| País | total | | | | | | mujeres | | | | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 |
| Alemania | 65,4 | 65,0 | 65,0 | 65,4 | 65,8 | 65,6 | 59,6 | 59,2 | 58,9 | 58,9 | 58,7 | 58,1 |
| España | 63,3 | 61,1 | 59,8 | 58,5 | 57,8 | 56,3 | 51,2 | 48,3 | 46,3 | 44,4 | 43,1 | 41,3 |
| Francia | 63,1 | 63,1 | 63,3 | 63,0 | 62,8 | 62,1 | 57,6 | 57,4 | 57,3 | 56,7 | 56,0 | 55,2 |
| Italia | 57,6 | 57,6 | 56,1 | 55,5 | 54,8 | 53,7 | 45,3 | 45,2 | 42,7 | 42,0 | 41,1 | 39,6 |
| Reino Unido | 71,7 | 71,6 | 71,5 | 71,3 | 71,4 | 71,2 | 65,9 | 65,6 | 65,3 | 65,2 | 65,0 | 64,7 |
| EU-25 | 63,8 | 63,3 | 62,9 | 62,8 | 62,8 | 62,4 | 56,3 | 55,7 | 55,0 | 54,7 | 54,3 | 53,6 |
| EU-15 | 65,2 | 64,7 | 64,3 | 64,2 | 64,0 | 63,4 | 57,4 | 56,8 | 56,0 | 55,6 | 55,0 | 54,1 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

El crecimiento de empleo al que nos hemos referido antes situó la tasa de empleo sobre la población activa en 2005 en niveles de entre el 64 (EU-25) y el 65% (EU-15) si consideramos el empleo total, y de entre el 56 (EU-25) y el 57% (EU-15) si tenemos en cuenta el empleo femenino.

Por países, Alemania y el Reino Unido superan las medias en todos los casos; Francia y España están en el entorno de la media, aunque con una mayor aproximación al agregado de 25 países e Italia está sensiblemente por debajo de la media.

También en el caso español la evolución de los indicadores es la mejor. A pesar del aumento de la población activa, la tasa de empleo general ha mejorado en 7 puntos y en 10 puntos la correspondiente al empleo femenino, aunque persiste un fuerte desequilibrio entre sexos, como pone de manifiesto el hecho de que la tasa correspondiente al empleo total supere a la del femenino en 12,5 puntos porcentuales.

2.4.3. Desempleo

Evolución de la tasa de desempleo, total y femenino en 2004

| País | total | | | | | | mujeres | | | | | |
|---------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2001 | 2000 |
| Alemania | 9,5 | 9,5 | 9,0 | 8,2 | 7,4 | 7,2 | 10,3 | 10,5 | 10,1 | 9,4 | 8,9 | 8,7 |
| España | 9,2 | 10,7 | 11,1 | 11,1 | 10,3 | 11,1 | 12,2 | 14,5 | 15,3 | 15,7 | 14,8 | 16,0 |
| Francia | 9,5 | 9,6 | 9,5 | 8,9 | 8,4 | 9,1 | 10,5 | 10,5 | 10,5 | 10,0 | 10,0 | 10,9 |
| Italia | 7,7 | 8,0 | 8,4 | 8,6 | 9,1 | 10,1 | 10,1 | 10,5 | 11,3 | 11,5 | 12,2 | 13,6 |
| Reino Unido | 4,7 | 4,7 | 4,9 | 5,1 | 5,0 | 5,4 | 4,3 | 4,2 | 4,3 | 4,5 | 4,4 | 4,8 |
| EU-25 | 8,7 | 9,1 | 9,0 | 8,8 | 8,4 | 8,6 | 9,8 | 10,3 | 10,2 | 10,0 | 9,8 | 10,2 |
| EU-15 | 7,9 | 8,1 | 8,0 | 7,6 | 7,3 | 7,7 | 8,9 | 9,3 | 9,3 | 9,0 | 8,7 | 9,3 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005.

El aumento de la actividad económica no ha sido suficiente para compensar el aumento de la Población Activa, como indica la evolución de las tasa de desempleo, que a nivel total eran superiores en 2005 a las existentes en 2000 (en 0,1 y 0,6 puntos porcentuales en los agregados EU-25 y EU-15 respectivamente), aunque por partir de una situación considerablemente peor, dicha tasa han mejorado (EU-25) o se ha mantenido constante (EU-15) si se considera el desempleo femenino.

En resumen, la evolución de los indicadores del mercado laboral español ha sido muy favorable, coincidiendo la disminución de la tasa de inactividad económica, un aumento en el empleo absoluto y en la tasa de empleo total y femenino y una disminución de la tasa de desempleo total ha disminuido en 1,9 puntos porcentuales y la de desempleo femenino exactamente en el doble, 3,8 puntos, situándose en niveles mejores que los de Alemania y Francia en el desempleo total, aunque peores que en los otros países cuando se considera exclusivamente el desempleo femenino.

2.5. Investigación e Innovación

En este apartado se analiza la posición relativa de los principales países europeos en relación con cuatro tipos de indicadores: el gasto en I+D, el empleo en industrias con alto nivel tecnológico, las patentes de alta tecnología y la exportación de productos tecnológicos.

Investigación, Desarrollo e Innovación en la Unión Europea (1995 – 2004).

| País | Gasto en I + D (% del PIB) | | | % Empleo en fabricación de tecnología alta y medio alta | | | % Empleo en sectores con cualificación de alto nivel | | |
|---------------|----------------------------|------------|------------|---|-------------|-------------|--|------------|------------|
| | 2004 | 2000 | 1995 | 2005 | 2000 | 1995 | 2005 | 2000 | 1995 |
| Alemania | 2,5 | 2,5 | 2,2 | 33,4 | 30,4 | 26,9 | 8,8 | 9,3 | 9,2 |
| España | 1,1 | 0,9 | 0,8 | 27,0 | 24,5 | 22,2 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| Francia | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 36,3 | 34,7 | 33,5 | 5,2 | 5,8 | 5,7 |
| Italia | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 29,8 | 26,7 | 24,0 | 6,3 | 6,6 | 6,2 |
| Reino Unido | 1,8 | 1,8 | 2,0 | 42,4 | 39,7 | 36,8 | 4,5 | 5,8 | 6,0 |
| EU-25 | 1,9 | 1,9 | 1,8 | 33,3 | 31,7 | n d | 5,6 | 6,2 | n d |
| EU-15 | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 34,7 | 32,3 | 29,9 | 5,6 | 6,3 | 6,3 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

2.5.1. Gasto en Investigación y Desarrollo

El gasto medio en I+D en la EU viene oscilando desde 1995 entre el 1,8 y 1,9 % del PIB. Por países, Alemania y Francia están muy por encima de la media, el Reino Unido en el entorno de la media y España e Italia, casi en la mitad del valor medio. A pesar de las políticas y de la financiación europea, en los diferentes países no se aprecian esfuerzos para reducir los diferenciales existentes, es decir, que las diferencias interanuales son prácticamente iguales en los diferentes países.

2.5.2. Empleo en industrias de alta tecnología

Estos indicadores concretan en la realidad económica, es decir, en el empleo y por tanto en la generación de riqueza, los efectos de las políticas de inversión en I+D+i aplicadas en ejercicios anteriores.

Tras su análisis se repite prácticamente la situación descrita anteriormente, en cuanto a la existencia de “brechas” tecnológicas entre los diferentes grupos de países.

En lo que se refiere al primero de ellos, el empleo en la fabricación con procesos que utilizan tecnología alta y medio alta, respecto a una media europea de entre el 33 y el 34% del empleo en este tipo de empresas, que ha mejorado casi 5 puntos porcentuales en los últimos 10 años, como de costumbre nos encontramos con una posición muy destacada del Reino Unido, con Alemania y Francia situadas en el entorno de la media y de nuevo con Italia y España por debajo. En el caso de España esta situación está agravada porque partiendo de una situación relativa peor, también presenta el crecimiento mas bajo desde el año 1995.

El segundo indicador que consideramos para este tipo de empleo es el empleo generado en industrias que precisan de un alto nivel de cualificación (“knowledge-intensive”)³, La media comunitaria se sitúa en el 6% del empleo total, Alemania presenta una ratio muy favorable, Italia se mantiene en los valores de la media, y el resto de los países

³ Mediante la definición de esta categoría de sectores y servicios, que incluye la alta tecnología, Eurostat trata de identificar las áreas donde el trabajo altamente cualificado es relevante.

analizados están por debajo de ese valor. Respecto a la evolución de esta variable en los 10 años considerados, todos los países salvo Italia presentan una tendencia a la baja, mas (España, Francia y Reino Unido) o menos (Alemania) acusada.

2.5.3. Patentes

Este tercer conjunto de indicadores también concreta los resultados derivados de la inversión en I+D, porque aunque es cierto que es posible introducir tecnologías punta en los procesos productivos a través de la importación de bienes de equipo y mediante el pago de los cánones correspondientes por el uso de patentes de terceros, no es menos cierto que el número de patentes registradas está fuertemente relacionado con el éxito de políticas de inversión en I+D+i, que posteriormente se transformará en nuevo empleo y en aumento de las exportaciones de productos de alta tecnología.

Patentes y exportación de productos de alta tecnología

| País | Solicitud de Patentes europeas (1) | | | Patentes europeas de alta tecnología (1) | | | Exportación productos de alta tecnología (2) | | |
|---------------|------------------------------------|--------------|-------------|--|-------------|-------------|--|-------------|-------------|
| | 2003 | 2000 | 1995 | 2003 | 2000 | 1995 | 2004 | 2000 | 1995 |
| Alemania | 156,0 | 305,3 | 175,3 | 21,5 | 47,7 | 16,1 | 15,4 | 16,1 | 11,6 |
| España | 14,3 | 26,1 | 12,6 | 1,9 | 3,7 | 0,8 | 5,7 | 6,4 | 5,6 |
| Francia | 73,8 | 138,9 | 94,4 | 16,1 | 30,3 | 12,5 | 20,1 | 25,5 | 19,3 |
| Italia | 46,9 | 78,6 | 0,0 | 4,3 | 7,8 | 4,2 | 7,1 | 8,5 | 7,4 |
| Reino Unido | 59,3 | 130,4 | 81,0 | n d | 34,2 | 14,4 | 22,8 | 28,9 | 21,8 |
| EU-25 | 67,5 | 134,4 | 79,0 | n d | 26,8 | 9,8 | 18,4 | 21,4 | n d |
| EU-15 | 79,7 | 159,5 | 94,4 | n d | 31,9 | 11,8 | 17,7 | 20,6 | 15,6 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005.

Cifras en unidades por millón de habitantes (1) y en porcentaje sobre las exportaciones totales, no incluido comercio intraeuropeo (2).

Medida en número de solicitudes de patentes europeas por millón de habitantes, la media comunitaria se sitúa en valores comprendidos entre las 68 y 79. Nuevamente Alemania destaca por encima de los valores medios, Francia está en el entorno citado y el reto de los países por debajo, destacando entre ellos España, cuyo número de solicitudes no alcanza ni el 20% del valor medio europeo. La situación descrita se repite de manera casi idéntica cuando se consideran las patentes europeas de alta tecnología, aunque lamentablemente la situación de España es todavía peor.

Respecto a la exportación de productos de alta tecnología⁴, que vendría a ser el último estadio en la aplicación de las políticas de inversión en I+D+i, la situación se repite.

Frente a una media comunitaria del 18% de las exportaciones totales, que supone una mejora de 2 puntos porcentuales desde 1995, España se sitúa en un nivel del 6% (un tercio de la media), con el agravante de que está estancada en ese nivel desde el año 95 del pasado siglo; mientras tanto, Alemania, Francia y el Reino Unido, no sólo superan la media europea, sino que incluso mejoran su posición relativa.

2.6. Sociedad de la Información

Junto a los indicadores estudiados en el apartado anterior, la implantación de la sociedad de la información y en especial el uso de las nuevas tecnologías, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones o TICs en los países, permite evaluar el futuro comportamiento de las economías de los países en un mundo cada vez mas globalizado, y su capacidad para competir con los países mas avanzados, en una estrategia de diferenciación por las vías del diseño y del valor añadido.

Unión Europea. Gasto en TICs y uso de internet

| País | Gasto TICs (% del PIB) | | | Acceso a Internet mediante conexión de banda ancha | | | | | | | | |
|---------------|------------------------|------------|------------|--|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | | | | Implantación de la banda ancha | | | % Hogares | | | % Empresas | | |
| | 2004 | 2003 | 2002 | 2005 | 2004 | 2003 | 2005 | 2004 | 2003 | 2005 | 2004 | 2003 |
| Alemania | 6,2 | 6,0 | 6,1 | 10,2 | 6,7 | 4,8 | 23 | 18 | 9 | 62 | 54 | 42 |
| España | 5,2 | 5,4 | 5,6 | 10,0 | 6,7 | 4,3 | 21 | 15 | nd | 76 | 72 | 51 |
| Francia | 6,0 | 5,9 | 6,2 | 13,9 | 8,2 | 4,0 | nd | nd | nd | nd | nd | 49 |
| Italia | 5,3 | 5,3 | 5,4 | 9,5 | 6,1 | 2,8 | 13 | nd | nd | 57 | 51 | 31 |
| Reino Unido | 7,9 | 8,0 | 8,6 | 13,5 | 7,4 | 3,7 | 32 | 16 | 11 | 65 | 44 | 29 |
| EU-25 | 6,4 | nd | nd | 10,6 | 6,5 | nd | 23 | 14 | nd | 63 | 52 | nd |
| EU-15 | 6,3 | 6,4 | 6,6 | 12,0 | 7,6 | 4,5 | 25 | nd | nd | 65 | 55 | 40 |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005 y elaboración propia

⁴ Los productos de alta tecnología incluyen los de los sectores aeroespacial, ordenadores, ofimática, electrónica, instrumentación, farmacéuticos, maquinaria eléctrica y armamento.

2.6.1. Gasto en TICs

Considerando el porcentaje del PIB gastado en TICs como la suma del gasto en Informática (Tecnologías de la Información, o TI) más el destinado a las Telecomunicaciones, la media comunitaria se ha situado en 2004 en el 6,4% del PIB (6,3% para EU-15), en unos niveles similares a los de años anteriores, aunque con una cierta tendencia a la baja en EU-15 (3 décimas de punto en tres años) que no apunta a medio plazo un futuro muy halagüeño.

Por países el Reino Unido y Alemania destacan por encima de la media, y España e Italia por debajo. Esta situación nos hace pensar que la posición relativa que hemos observado en el apartado anterior, en relación con el empleo, las patentes y las exportaciones de productos de alta tecnología, se mantendrá a medio y quizá a largo plazo.

2.6.2. Implantación de las nuevas tecnologías, uso de internet

Probablemente la impresión mas real sobre la calidad y uso de la infraestructura que soporta la sociedad de la información es la existencia y utilización por los particulares de los accesos a internet mediante banda ancha.

La penetración de esta tecnología se mide a través del ratio de penetración de la banda ancha⁵. Sobre una media de ente 11 y 12 líneas por 100 habitantes, Francia y el Reino Unido han alcanzado niveles de 14, mientras que los otros tres países grandes a penas alcanzan el nivel de la media de la EU-25, presentando en el periodo considerado crecimientos inferiores a los de las citadas medias, es decir que continúan perdiendo posición relativa con respecto a los otros socios comunitarios, y probablemente en relación con la implantación en los nuevos socios.

⁵ El ratio de penetración de la banda ancha se define como la relación entre las conexiones mediante banda ancha y la población (conexiones por 100 habitantes), pretendiendo mostrar una perspectiva general, es decir no sesgada en función de grupos específicos o especializados de usuarios. Vendría a ser el equivalente a lo que fue en su momento el número de líneas de teléfono por habitante.

Entre el 23 y el 24% de los hogares europeos tienen conexión mediante banda ancha, destacando entre los países el Reino Unido por encima e Italia por debajo, con España situada ligeramente por debajo de la media de la Unión a 25. Respecto a las empresas, las cifras españolas se sitúan por primera vez por encima de la media, concretamente 11 puntos por encima de EU-15, lo que permite alguna esperanza a medio plazo.

2.6.3. Implantación de las nuevas tecnologías, Comercio electrónico

En el plano real, sin desdeñar los avances que suponen la relación de los administrados con la administración a través de internet, o la progresiva mayor importancia de la red en los procesos informacionales, la implantación del comercio electrónico es el hecho que mide el avance en el uso económico de las nuevas tecnologías.

A nivel de la Unión, los porcentajes de crecimiento son considerables, el 17% anual acumulativo en los individuos que han comprado por internet, el 14% en que han aumentado las empresas que han recibido pedidos por esta vía y, sobre todo, que el peso del comercio electrónico sobre el volumen de negocio total de las empresas que ha crecido por encima del 44%.

Utilización del comercio electrónico en la Unión Europea

| País | % de individuos que han comprado por internet (16 - 74 años) | | | | % empresas que han recibido pedidos en línea | | | % e-Commerce volumen de negocio total | | | | s/ |
|---------------|--|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|---------------------------------------|------------|------------|------------|----|
| | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | 2005 | 2004 | 2003 | 2005 | 2004 | 2003 | 2002 | |
| Alemania | 32 | 29 | 24 | 17 | 16 | 18 | 9 | 3,1 | 2,7 | 0,7 | 1 | |
| España | 8 | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | |
| Francia | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | nd | |
| Italia | 4 | nd | 4 | 3 | 3 | 7 | 3 | 0,7 | 1,2 | 0,3 | 0,3 | |
| Reino Unido | 36 | 28 | 24 | 25 | 25 | 27 | 20 | 4,1 | 2,3 | 1,5 | 1,2 | |
| EU-25 | 18 | 16 | nd | nd | 12 | 13 | nd | 3 | 2 | nd | nd | |
| EU-15 | 21 | 21 | 15 | 13 | 13 | 15 | 10 | 3 | 2 | 1 | 1 | |

Fuente: Eurostat, Yearbook 2005

Por países se constatan los gaps a los que nos venimos refiriendo en los últimos apartados, con Alemania y el Reino Unido muy por encima de las medias comunitarias y con España e Italia considerablemente por debajo.

Concretamente los diferenciales de España respecto a la media de la EU-15 es del 40% del nivel medio en la compra de particulares, del 25% de la media en la compra por las empresas y del 20% respecto al peso medio del e- Comercio en la media de la EU a 15.

2.7. Desfases de España respecto a Europa

2.7.1. Superficie y Población

- España es el segundo país de la Unión por superficie.
- Ocupa el quinto puesto por población, con un crecimiento del 0,8% anual acumulativo entre 1994 y 2005 (0,3 % en EU-25 y 0,4% en EU-15).
- Presenta una tendencia al alza en las previsiones de población para el año 2025, que disminuye hasta los 42,8 millones de habitantes en 2050.
- Baja densidad de población, la decimoséptima de la Unión, en un nivel del 72% de la densidad media

2.7.2. Generación de riqueza, el PIB

- España genera el 8,3% del PIB de la EU-25, con crecimiento en los últimos nueve años (7,7%) por encima de los de la media (4,2%). Se estima que hasta 2007 continuará un crecimiento 2,8 puntos porcentuales por encima de la media.
- Los 23.100 PPS a que asciende el PIB español per cápita, representan el 98,3% de la media de la EU-15.
- El Sector primario contribuye con 2 puntos mas que la media, el secundario lo hace con 3 puntos por encima (aunque téngase en cuenta que la Construcción tiene una contribución de 5 puntos mas que la media), mientras que el sector terciario aporta un porcentaje inferior en 5 puntos a la media.

- Por el lado del consumo, la coexistencia de un fuerte y negativo saldo exterior junto a un considerable esfuerzo en inversión, sitúan al consumo público y privado en unos niveles estructurales similares a los cinco grandes de la Unión Europea.
- La distribución de la retribución de los factores productivos es consistente con la media comunitaria, y sobre todo, con la de los principales competidores europeos, con un diferencial de 2 puntos porcentuales que en lugar de al sector trabajo se dedica al beneficio empresarial.

2.7.3. Productividad

- En generación de PIB por persona empleada, España tuvo en 2005 un diferencial negativo de 9,8 puntos porcentuales respecto a la media de la EU-15 (-1,4 puntos respecto a EU-25).
- Se estima una nueva pérdida de posición relativa para 2007, que se evalúa en diferenciales negativos de 11,1 y 3,5 puntos respectivamente.

2.7.4. Inflación

- España continúa situada entre los países cuya inflación está por encima de la media comunitaria, presentando en julio de 2006 un crecimiento medio anual del 4% (1,6 puntos por encima de la media).
- En términos de nivel comparativo de precios, sigue por debajo de la media comunitaria (90% en 2005), aunque ha crecido 5 puntos en los últimos cinco años.

2.7.5. Costes laborales

- En 2005 el crecimiento del coste por unidad de producción en concepto de salarios ha disminuido en España en un 0,9%, mas del doble que en la EU-25, lo que mejora su posición competitiva relativa.

2.7.6. Finanzas Públicas

- El saldo del Sector Público español en 2005 ha mejorado en 1,2 puntos del PIB, situándose en un superávit del 1,1%, que supone una mejora importantísima frente al déficit de la Unión y de los otros cuatro mayores países.
- Respecto al Endeudamiento Público, en igual fecha ascendía al 43,2% del PIB, 3,2 puntos menos que en 2004 y mas de 20 puntos por debajo de la media de EU-25.

2.7.7. Mercado laboral

- Todos los indicadores considerados mejoran por encima de la media europea, lo que supone un considerable avance en la convergencia económica y social. La Población Activa crece 3 veces más deprisa que la media EU-25. La Población económicamente Inactiva se situó en 2004 en el 45% de la población mayor de 15 años (44% en EU-25).
- El Empleo crece al 3,6% (5,7% si sólo consideramos a las mujeres) frente al 0,9% de la Unión (1,1% el empleo femenino). El diferencial negativo que existe en la tasa de Empleo total se reduce hasta -0,5 puntos porcentuales y hasta 5,1 puntos cuando se considera el empleo femenino. Estos diferenciales son los mas bajos de los últimos años.
- Tanto en lo que se refiere a la población en su conjunto, como a las mujeres, la situación del Desempleo está entre las peores de la Unión. Aunque, el 9,2% a que asciende la tasa de Desempleo total (diferencial de 0,5 puntos porcentuales respecto a EU-25 y de 1,3 respecto a EU-15) supone un acortamiento de los diferenciales con las media europeas de 2 puntos desde el año 2000, acortamiento que alcanza los 3 puntos porcentuales cuando consideramos el desempleo femenino.

2.7.8. Investigación e Innovación

- El Gasto en I+D fue en 2004 del 1,1 % del PIB, que sólo supone un crecimiento de 3 décimas respecto a 1995 y representa una diferencia negativa con la media europea de 0,8 puntos de PIB (1,1 en 1995).
- En el empleo tecnológico y altamente cualificado, el nivel español está entre los más distantes de la media europea, sin que se aprecien síntomas de mejoría.
- La peor posición relativa española, y por tanto los mayores gaps, se corresponden con las Patentes de alta tecnología por millón de habitantes y en la exportación de productos tecnológicos.

2.7.9. Sociedad de la Información

- En el año 2004, como media, la EU-25 gastó en TICs el 6,4% del PIB. En relación con este valor medio, España tan sólo gastó el 81%, es decir el 5,2% del PIB, 2 décimas por debajo del gasto en 2003 y 4 décimas menos que en 2002.
- El acceso a internet mediante banda ancha está en los hogares españoles 8 puntos por debajo de la media europea. Sin embargo, el uso en las empresas ha mejorado espectacularmente, superando en 13 puntos a la media comunitaria, a un nivel similar al de los países nórdicos.
- La favorable evolución del uso de internet en las empresas no acaba de concretarse en el aumento del uso del comercio electrónico, aunque es cierto que el porcentaje que supone el negocio “digital” sobre el total en las empresas españolas ha pasado del 0,3% en 2002 al 0,4% en 2005.

3. EL MARCO MEDITERRÁNEO EN ESPAÑA

Las principales actuaciones del Programa AGUA, Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua, se concentran en el Arco Mediterráneo, afectando en concreto a las provincias de Almería, Cádiz (muy parcialmente), Granada (parcialmente) y Málaga, Albacete, Barcelona, Gerona, Tarragona, Alicante, Castellón, Valencia y Murcia, lo que supone que de un modo u otro están afectadas las Comunidades Autónomas de Andalucía, Castilla – La Mancha, Cataluña, Comunidad Valenciana y Región de Murcia, a las que nos referiremos en adelante como las Comunidades Afectadas.

En este apartado se analizan las principales variables macroeconómicas del citado agregado territorial y de las citadas provincias (consideradas en su totalidad, incluso en los casos de Cádiz y Granada), con el propósito de establecer la posición relativa y los posibles desfase existentes entre el Arco mediterráneo, las Comunidades Autónomas afectadas y España en su conjunto.

Dado el propósito del estudio, se han incorporado al análisis algunos indicadores relacionados con la agricultura y el turismo que pueden considerarse de gran importancia en términos de demanda hídrica.

Las fuentes estadísticas secundarias utilizadas han sido el Anuario Estadístico de España 2006 y el portal INEBase, ambos del Instituto Nacional de Estadística.

3.1. Superficie

El Arco Mediterráneo, con una superficie de casi 106.000 Km², supone algo más del 45% de la superficie de las Comunidades Autónomas afectadas y casi el 21% de la superficie total de España.

Por Comunidades, forman parte del Arco Mediterráneo el 41 % de la superficie de Andalucía, el 19% de la de Castilla-La Mancha, el 62% de Cataluña, y lógicamente la totalidad de las superficies de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia.

Desde la perspectiva de la demanda de recursos hídricos, además de los usos urbanos que serán considerados en el apartado relativo a la población, hay que tener en cuenta las necesidades derivadas de la agricultura de regadío, asociadas a las mas de 943.000 Ha (casi 9.500 Km², casi el 9% de la superficie total) regadas con agua, 47% de la superficie de regadío de las Comunidades Afectadas y 28% del total de España.

Superficie regada según la procedencia de las aguas

| | Ha regadas con aguas de procedencia | | | | | Composición de la procedencia de las aguas (%) | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|--|---------------|-----------|-----------|-------|
| | Subterráneas | Superficiales | Depuradas | Desaladas | Total | Subterráneas | Superficiales | Depuradas | Desaladas | Total |
| Arco mediterráneo | 508.057 | 414.324 | 18.312 | 2.528 | 943.221 | 53,9 | 43,9 | 1,9 | 0,3 | 100,0 |
| CC AA Afectadas | 953.516 | 1.003.439 | 33.083 | 2.579 | 1.992.617 | 47,9 | 50,4 | 1,7 | 0,1 | 100,0 |
| TOTAL ESPAÑA | 1.229.979 | 2.037.967 | 43.381 | 4.273 | 3.315.600 | 37,1 | 61,5 | 1,3 | 0,1 | 100,0 |
| % Arco mediterráneo s/ CC Afectadas | 53,3 | 41,3 | 55,4 | 98,0 | 47,3 | | | | | |
| % Arco mediterráneo s/ Total España | 41,3 | 20,3 | 42,2 | 59,2 | 28,4 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia en base a INE, Censo Agrario de 1999

Respecto a la procedencia de las aguas, el Arco Mediterráneo está por encima de las medias de los otros dos agregados en consumo de aguas subterráneas, depuradas y desaladas y por debajo en la procedencia de aguas superficiales.

3.2. Población

En este apartado utilizamos las estimaciones que en base al Censo de Población de 2002 ha realizado el INE para los años 2006, 2010 y 2017. A principios de 2006, el Arco mediterráneo contaba con una población de 16,8 millones de habitantes, que representaba el 75% de la población de las Comunidades afectadas y el 39% de la de España. Desde la fecha considerada y hasta el año 2010 se estima que la población crecerá en algo más de un millón de personas y en un millón y medio más hasta 2017. En los 11 años considerados aumentará su importancia relativa en 1 punto porcentual respecto a las Comunidades Afectadas (hasta el 76%), y en 1,5 puntos respecto al conjunto de España (llegando a representar el 40,5%).

La Densidad de Población media del Arco mediterráneo se situó a comienzos de 2006 en 159 habitantes/km², ratio que crecerá hasta 169 en 2010 y alcanzará el valor de 183 en 2017). Mientras, la media de las Comunidades afectadas parte se sitúa en 96 (la del Arco sería 1,7 veces) y la de España en 86 (la del Arco sería 1,9 veces). En los 11 años considerados la tendencia de estos diferenciales es creciente. En conclusión, podemos afirmar que el Arco mediterráneo es una zona geográfica considerablemente mas poblada que el territorio del que forma parte.

Población real y estimada. Periodo 2006 - 2017

| | Superficie (km ²) | Proyección de la población (habitantes) | | | Densidad de Población (habitantes/km ²) | | |
|--|-------------------------------|---|-------------------|-------------------|---|--------------|--------------|
| | | 2006 | 2010 | 2017 | 2006 | 2010 | 2017 |
| Arco mediterráneo | 105.593 | 16.822.395 | 17.835.905 | 19.267.452 | 159,3 | 168,9 | 182,5 |
| CC AA afectadas | 233.659 | 22.402.148 | 23.605.485 | 25.324.412 | 95,9 | 101,0 | 108,4 |
| TOTAL ESPAÑA | 504.645 | 43.483.912 | 45.311.954 | 47.780.709 | 86,2 | 89,8 | 94,7 |
| % Arco mediterráneo s/ CC AA afectadas | 45,2 | 75,1 | 75,6 | 76,1 | 166,2 | 167,2 | 168,4 |
| % Arco mediterráneo s/ Total España | 20,9 | 38,7 | 39,4 | 40,3 | 184,9 | 188,1 | 192,7 |

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEBase

Desde la perspectiva de la demanda de recursos hídricos, dada la enorme importancia que tiene el turismo en esta región, a las necesidades asociadas a los más de 16 millones de habitantes censados, es necesario sumar una población flotante que en los meses punta asciende a 700 mil habitantes de media diaria (4% de la población censada).

Viajeros y pernoctaciones en el mes de julio de 2006

| Conceptos | Número de Viajeros | | | Número de pernoctaciones | | | |
|--|--------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|
| | Total | Residentes en España | Residentes en el extranjero | Total | Residentes en España | Residentes en el extranjero | media diaria |
| Establecimientos hoteleros | 3.763.631 | 2.057.156 | 1.706.477 | 13.331.466 | 6.350.338 | 6.981.129 | 430.047 |
| Campings | 904.496 | 479.992 | 424.504 | 5.273.919 | 2.183.165 | 3.090.754 | 170.126 |
| Apartamentos turísticos | 357.056 | 161.850 | 195.206 | 3.589.373 | 1.563.152 | 2.026.222 | 115.786 |
| Arco mediterráneo | 5.025.183 | 2.698.998 | 2.326.187 | 22.194.758 | 10.096.655 | 12.098.105 | 715.960 |
| Establecimientos hoteleros | 4.441.982 | 2.565.541 | 1.876.443 | 14.896.086 | 7.523.123 | 7.372.965 | 480.519 |
| Campings | 1.022.005 | 573.582 | 448.423 | 5.663.517 | 2.506.970 | 3.156.546 | 182.694 |
| Apartamentos turísticos | 383.022 | 183.835 | 199.189 | 3.715.553 | 1.669.525 | 2.046.028 | 119.857 |
| CC AA Afectadas | 5.847.009 | 3.322.958 | 2.524.055 | 24.275.156 | 11.699.618 | 12.575.539 | 783.070 |
| Establecimientos hoteleros | 9.025.101 | 4.960.573 | 4.064.527 | 33.884.409 | 13.772.374 | 20.112.036 | 1.093.045 |
| Campings | 1.588.846 | 986.798 | 602.048 | 7.560.530 | 3.969.052 | 3.591.478 | 243.888 |
| Apartamentos turísticos | 1.131.711 | 386.209 | 745.502 | 9.841.579 | 2.802.809 | 7.038.770 | 317.470 |
| TOTAL ESPAÑA | 11.745.658 | 6.333.580 | 5.412.077 | 51.286.518 | 20.544.235 | 30.742.284 | 1.654.404 |
| % Arco mediterráneo s/ CC AA Afectadas | 85,9 | 81,2 | 92,2 | 91,4 | 86,3 | 96,2 | 91,4 |
| % Arco mediterráneo s/ Total España | 42,8 | 42,6 | 43,0 | 43,3 | 49,1 | 39,4 | 43,3 |

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEBase

Nótese la importancia del Arco Mediterráneo en cuanto a la recepción de turistas nacionales y extranjeros se refiere, pues gestiona el 91% de las pernoctaciones de las Comunidades afectadas y al 43% del total de las existentes en el país.

3.3. Producto Interior Bruto

3.3.1. *El Producto Interior Bruto, como valor de la producción*

- *El PIB en valores absolutos*

En el año 2003, último para el que ha sido publicada la Contabilidad Regional con desglose provincial, las Comunidades Autónomas afectadas por el Arco Mediterráneo contribuyeron con un 48 % del PIB en valores absolutos, aunque la población censada en ellas fuera del orden de 51% del total.

La participación del Arco Mediterráneo en la generación del PIB de las Comunidades Autónomas afectadas fue del 79%, y del 38% cuando se considera en relación con España.

- *El PIB per cápita*

El PIB per cápita se comporta en el Arco Mediterráneo de manera similar que en la media del país, cifrándose en el año 2003 en 18.422 euros, que suponen el 99,1% de la media nacional que ascendió a 18.582 euros.

El Producto Interior Bruto en el Arco Mediterráneo: Año 2003

| | PIB (miles de euros) | Población (habitantes) | PIB per cápita (euros) |
|--|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Arco Mediterráneo | 294.972.165 | 16.021.598 | 18.422 |
| CC AA Afectadas | 374.860.315 | 21.466.062 | 17.474 |
| TOTAL ESPAÑA | 780.550.000 | 42.004.575 | 18.582 |
| % Arco mediterráneo s/ CC AA Afectadas | 78,7 | 74,6 | 105,4 |
| % Arco mediterráneo s/ Total España | 37,8 | 38,1 | 99,1 |

Fuente: INEBase. Contabilidad Regional de España. Base 2000

En resumen, nos encontramos con una región más poblada que la media nacional (1,8 veces), cuya capacidad de generación de riqueza, a pesar de la importancia de la contribución de Cataluña, sólo alcanza para situarla en la media de España (0,99 veces).

3.3.2. Contribución sectorial

En apartados anteriores se han considerado indicadores de la demanda hídrica en los sectores agropecuario y turístico, ahora se tendrá en cuenta la aportación de dichos sectores a la generación de la riqueza de la regional y más adelante a la generación de empleo.

- **Agricultura, ganadería, caza y selvicultura**

Como media para España, la contribución de este sector es del 3,1% del total, subiendo hasta el 3,8% en las Comunidades Autónomas afectadas. En el Arco Mediterráneo sólo alcanza el 2,7%, lo que supone gaps negativos de 1 y 0,4 puntos porcentuales respecto a las media de las Comunidades afectadas y de España.

Contribución de la Agricultura y el Turismo al PIB: Año 2003

| | PIB total | Agricultura, ... | | Turismo | |
|--|--------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------|
| | (miles euros) | miles euros | % s/ Total | miles euros | % s/ Total |
| Arco Mediterráneo | 294.972.165 | 7.989.313 | 2,7 | 33.709.262 | 11,4 |
| CC AA Afectadas | 374.860.315 | 14.286.752 | 3,8 | 38.364.905 | 10,2 |
| ESPAÑA | 780.550.000 | 24.334.000 | 3,1 | 85.860.500 | 11,0 |
| % Arco mediterráneo s/ CC AA Afectadas | 78,7 | 55,9 | | 87,9 | |
| % Arco mediterráneo s/ Total España | 37,8 | 32,8 | | 39,3 | |

Fuente: INEBase.

Sin considerar los casos de la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia, donde la suma de las contribuciones provinciales y de la Comunidad Autónoma coinciden, el subtotal del Arco Mediterráneo correspondiente a Andalucía contribuye con 1,1 punto menos que la media (3,5% frente a 4,6%), el segmento de Cataluña también 0,2 puntos por debajo de la media de la Comunidad (1,3% frente a 1,5% del PIB) y el correspondiente a Castilla La Mancha con 0,2 puntos porcentuales más (11,0 frente a 10,8%), resultando en el conjunto el 0,4% negativo al que se ha hecho referencia.

- ***Hostelería y turismo***

Dada la importancia turística de las provincias que forman el Arco, la situación en este sector es justo la contraria que la expuesta para la agricultura, contribuyendo el Arco Mediterráneo con el 11,4% del PIB total, superando en 0,4 puntos por encima a la media de España (11,4% frente a 11%) y en 1,2 puntos porcentuales el valor medio en las Comunidades afectadas (11,4% frente a 10,2%).

Es de destacar en este apartado la fuerte diferencia que existe en la Comunidad de Andalucía, consecuencia del menor potencial turístico de Córdoba y Jaén.

3.3.3. La Inflación

- ***Precios al consumo***

En este apartado se utilizan los últimos datos publicados por el INE, correspondientes al Índice de Precios al Consumo en el mes de agosto de 2006, aunque se hace referencia a la evolución de los índices en los 12 meses anteriores, es decir que se considera el periodo agosto 2006 – julio 2005.

En dicho periodo el porcentaje de aumento de la inflación fue para el conjunto de España del 3,7%, (0,2% en el mes de agosto y 1,9% en el periodo enero-agosto de 2006); las Comunidades Autónomas afectadas tuvieron un comportamiento más inflacionista, porque salvo la variación del 3,6% en la Comunidad Valenciana, presentaron aumentos del 4,1% (la Región de Murcia), 3,9% Castilla La Mancha y Cataluña y 3,8 Andalucía.

Sin embargo, si consideramos las provincias que conforman el Arco, el comportamiento de los precios es más moderado. De las 12 provincias, 7 tienen variaciones inferiores a las de las Comunidades Autónomas a las que pertenecen (Almería, Cádiz, Málaga, Gerona, Tarragona, Valencia y Murcia) y 8 presentan variaciones iguales o inferiores que la media de España (Almería, Cádiz, Málaga, Gerona, Tarragona, Alicante, Castellón y Valencia).

- ***Costes laborales***

Sólo la Comunidad Valenciana y la Región de Murcia han tenido un crecimiento de los Costes Laborales inferior a la media nacional

Utilizando como indicador el aumento del coste total en euros por trabajador y mes resultante de la encuesta trimestral de costes laborales correspondiente al segundo semestre de 2006 en relación con el mismo trimestre de 2005, la variación media para el conjunto del país ascendió al 3,5%, situándose en 2.197 euros. En ese periodo la Comunidad Valenciana (1.982 euros) y Murcia (1877 euros) crecieron en el 3,0%, mientras que Cataluña (2.393 euros) lo hacía en el 3,7%, Castilla La Mancha (1.976 euros) en el 4,6% y Andalucía (2.015 euros) en el 5,7%.

Como resumen podríamos destacar que el buen posicionamiento relativo que apunta el comportamiento del Índice de precios al consumo, se ve empañado por una evolución menos favorable de los costes salariales, si bien es cierto que salvo en Cataluña el nivel de los costes salariales sigue estando por debajo de la media nacional.

3.4. Mercado laboral

Los datos de la Encuesta de Población Activa correspondientes al II Trimestre de 2006, muestran unos valores para el Arco Mediterráneo ligeramente mejores que las medias nacional y de las Comunidades Autónomas afectadas.

La población mayor de 16 años del Arco mediterráneo es el 75% de la correspondiente a las Comunidades Autónomas afectadas y el 39% de la nacional, presentando el Arco Mediterráneo unos niveles de Actividad y Paro también mejores que los correspondientes a ambos agregados.

La tasa de Actividad, medida en porcentaje sobre la Población mayor de 16 años, es mejor en 1,1 puntos porcentuales que la de las Comunidades Autónomas afectadas (59,6 frente a 58,5%) y en 1,3 puntos que la media de España (59,6% frente a 58,3%). Respecto a la tasa de Paro, expresada como porcentaje sobre la Población Activa,

también mejora los datos comparativos; es menor en 0,7 puntos porcentuales que la de las Comunidades Autónomas afectadas y en 0,2 puntos que la media del país. Con excepción de Castilla La Mancha (siendo necesario en este sentido tener en cuenta el escaso peso específico de Albacete en el conjunto), todas las Comunidades presentan la tendencia que hemos apuntado.

Por último se contempla la contribución de los dos sectores que están siendo analizados a la generación de empleo, y a través de este indicador en relación con la contribución al PIB será posible establecer una aproximación a la productividad sectorial global.

- ***Agricultura, ganadería y pesca***

El empleo generado por este sector en el Arco Mediterráneo es el 53% del total del sector en las Comunidades Autónomas afectadas y el 30% del total del empleo nacional en la agricultura, ganadería y pesca.

En el apartado 2.3.2 se constató que la contribución del Arco mediterráneo a la generación del PIB sectorial fue del 56% del total de las comunidades afectadas y del 33% del total nacional, lo que supone diferenciales positivos de productividad de 3 puntos para cada agregado regional.

- ***Hostelería y turismo***

Con el mismo método, el sector turístico del Arco Mediterráneo aportó el 85% del empleo turístico en las Comunidades Autónomas afectadas y el 35% del empleo total del sector, en el mismo periodo la contribución del Arco en términos de PIB fue del 88 y el 39% de los agregados autonómicos y nacional, lo que supone un diferencial de productividad equivalente al existente en el sector Agrario, es decir, de entre 3 y 4 puntos porcentuales.

3.5. Desfases de España respecto a Europa

3.5.1. Superficie y Población

- El Arco Mediterráneo supone algo más del 45% de la superficie de las Comunidades Autónomas afectadas y casi el 21% de la superficie total de España.
- El 9% de la superficie total está dedicada a agricultura de regadío, esta superficie representa el 47% de la superficie dedicada al cultivo de regadío de las Comunidades Afectadas y el 28% del total de España.
- Tiene el 75% de la población de las Comunidades afectadas y el 39% de la de España. En los próximos años se prevé que aumentará su importancia relativa en una media de 1 décima de punto porcentual al año respecto a las Comunidades Afectadas y en 1,5 décimas con respecto al conjunto de España.
- La Densidad de Población media del Arco Mediterráneo es 1,7 veces la de las Comunidades afectadas y de 1,9 veces la de España. En los próximos años se espera que estos diferenciales crezcan.
- El Arco mediterráneo es una zona geográfica considerablemente mas poblada que el territorio del que forma parte.
- Además de los habitantes censados es necesario considerar una población flotante de turistas que en los meses punta asciende a 700 mil habitantes de media diaria (4% de la población censada).

3.5.2. Generación de riqueza, el PIB

- La participación del Arco Mediterráneo en la generación del PIB de las Comunidades Autónomas afectadas fue del 79% y del 38% de la de España.

- En el Arco Mediterráneo el PIB per cápita se comporta de manera similar que en la media del país (0,99 veces).
- Se trata de una región más poblada que la media nacional (1,8 veces), cuya capacidad de generación de riqueza, a pesar de la importancia de la contribución de Cataluña, sólo alcanza para situarla en la media de España (0,99 veces).
- El sector agropecuario genera el 2,7% del PIB total, lo que supone gaps negativos de 1 y 0,4 puntos porcentuales respecto a las media de las Comunidades afectadas y de España.
- En el sector de hostelería y turismo se da la situación contraria, pues genera el 11,4% del PIB total, y supera en 0,4 puntos la media de España y en 1,2 puntos porcentuales el valor medio en las Comunidades afectadas.

3.5.3. Inflación

- En los últimos doce meses, las Comunidades Autónomas afectadas tuvieron un comportamiento más inflacionista que la media nacional, sin embargo en la mayoría de las provincias que conforman el Arco Mediterráneo los precios se comportaron de un modo mas moderado.
- El buen posicionamiento relativo del Índice de precios al consumo se ve empañado por una evolución menos favorable de los Costes salariales, aunque el nivel de los Costes salariales está en general situado por debajo de la media nacional.

3.5.4. Mercado laboral

- Los datos del Arco Mediterráneo son mejores que las medias nacional y de las Comunidades Autónomas afectadas.
- La tasa de Actividad es mejor en 1,1 puntos porcentuales que la de las Comunidades Autónomas afectadas y en 1,3 puntos que la media de España.

- La tasa de Paro es menor en 0,7 puntos porcentuales que la de las Comunidades Autónomas afectadas y en 0,2 puntos que la media del país.
- En el sector agropecuario el empleo generado es el 53% del total del sector en las Comunidades Autónomas afectadas y el 30% del total del empleo nacional en la agricultura, ganadería y pesca. Como este sector generó el 56% del PIB sectorial de las comunidades afectadas y del 33% del total nacional, se constatan diferenciales positivos de productividad de 3 puntos para cada agregado regional.
- Respecto a la hostelería y turismo, el Arco Mediterráneo aportó el 85% del empleo turístico en las Comunidades Autónomas afectadas y el 35% del empleo total del sector, en el mismo periodo la contribución del Arco en términos de PIB sectorial fue del 88 y el 39% de los agregados autonómicos y nacional, lo que supone un diferencial de productividad equivalente al existente en el sector Agrario, es decir, de entre 3 y 4 puntos porcentuales.

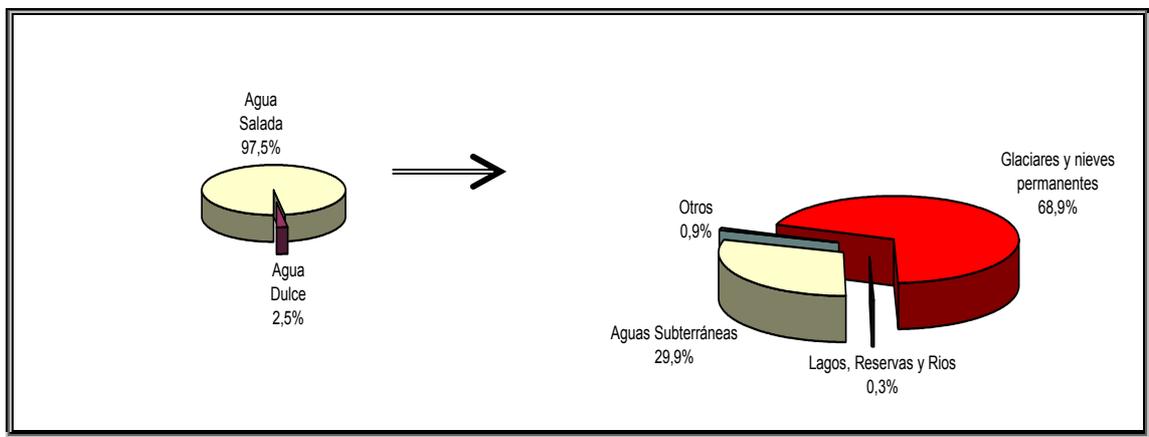
4. LA DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

4.1. Recursos Hídricos, Panorama General

El agua, es un recurso escaso imprescindible para la vida humana y necesaria para gran número de actividades.

De los 1.386 millones de km³ en que se estiman los recursos globales que existen en la hidrosfera, el 97,5% corresponde a agua salada no consumible. Del 2,5% restante que corresponde al agua dulce (35 millones de km³), el 68,9% es de uso imposible por estar en forma de hielos y nieves perpetuas, el 29,9% es agua dulce subterránea, y el 0,9% está presente en otras formas, incluida la humedad del suelo. Por lo tanto, el agua dulce existente en lagos, reservorios y ríos sólo supone el 0,3% del agua dulce total.

Recursos y demandas totales en la Unión Europea en 1995



Fuente: CIRCE, citando a Shiklomanov (1999)

La existencia de recursos hídricos renovables es consecuencia del ciclo hidrológico (evaporación – precipitación), aunque junto a una renovación relativamente corta de las aguas superficiales, se estima que el periodo de renovación de los hielos polares es de 10.000 años y de 17 años el de los acuíferos. Cuando la velocidad de extracción es superior a la de recarga, los acuíferos se consideran recursos no renovables.

El valor medio de los recursos hídricos renovables mundiales se estima en 42.750 km³ por año, (Shiklomanov, 1999) con una dispersión muy elevada por países y continentes, de la que puede dar una idea la siguiente tabla.

Recursos hídricos anuales renovables locales y per cápita

| Paises / Continentes | Anual km ³ | Per Capita (m ³ /hab.) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Francia | 180 | 3.065 |
| España | 110 | 2.775 |
| Alemania | 96 | 1.165 |
| Europa | 6.143 | |
| Norte América | 6.217 | |
| Centro y Suramérica | 10.683 | |
| África | 3.988 | |
| Asía | 12.687 | |
| Oceanía | 1.539 | |

Fuente: CIRCE citando a Shiklomanov (1999) y WRI (1999)

El 56% de los recursos hídricos renovable totales, están localizados en 7 países: Brasil (6.220 km³/año), Rusia (4.313), Canadá (3.287), Estados Unidos (2.930), China (2.800), Indonesia (2.530) e India (1.850).

La distribución irregular de los recursos totales y renovables plantea problemas de aprovechamiento, llegando a suponer serias limitaciones al desarrollo de países y regiones. Se define que un área tiene estrés hídrico cuando la cifra anual de recursos hídricos renovables per cápita es inferior a 1.000 m³/habitante, con lo que todos los países de Oriente Medio y del Magreb padecen este tipo de estrés. En la actualidad 300 millones de personas en 26 países tienen problemas de escasez de agua, y se estima que en el año 2050 la escasez se habrá ampliado a las dos terceras partes de la población mundial.

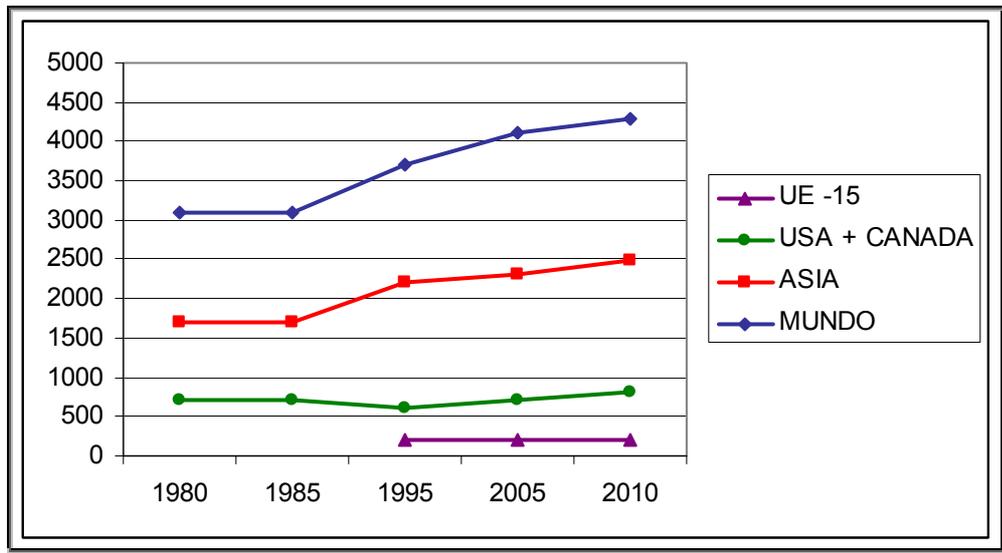
Un segundo problema es la distribución interna de esos recursos. Por ejemplo en España, donde se supera el umbral citado en 2,7 veces, la distribución por cuencas hidrográficas presenta grandes diferencias, lo que unido a usos poco racionales e ineficientes llega a crear déficits estructurales.

Puesto que los recursos hídricos son limitados se han desarrollado e implantando tecnologías como la desalinización del agua salada y el bombeo de agua a distancia, que contribuyen a cubrir la demanda de agua. Además es necesario gestionar eficientemente el agua, evitando pérdidas y despilfarros por un lado y estableciendo sistemas de reciclado y reutilización por otro. Es decir, que es preciso establecer políticas de ahorro en el consumo del agua en todos los sectores, doméstico, urbano, agrícola e industrial.

4.2. Los Recursos Hídricos en Europa

El Libro Blanco del Agua en España, en adelante LBA, desarrollado en el año 2000 por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente, estimaba la demanda total de la Unión Europea en el año 1995 en 246 km³, aproximadamente el 21% de los recursos renovables totales. Así mismo, realizaba las previsiones que se resumen en el cuadro siguiente, que indican:

*Evolución prevista de la demanda de agua en distintos Continentes.
Período 1980-2010*



Fuente: Libro Blanco del agua en España

Estas previsiones indican:

- Un fuerte crecimiento de la demanda mundial, a una media anual de 40 km³, fuertemente condicionado por el crecimiento previsto para el continente asiático (30 km³ de media anual).
- Un comportamiento mas moderado de los países mas avanzados, expresado por la suma de los Estados Unidos y Canadá, que presentan una evolución ligeramente a la baja durante la primera mitad del periodo y un crecimiento muy moderado en la segunda mitad, finalizando prácticamente en los niveles iniciales.
- La evolución prácticamente constante de la demanda europea, expresada por el agregado de los 15 países que entonces la constituían.

La siguiente tabla muestra la distribución por países de la citada demanda.

Recursos y demandas totales en la Unión Europea en 1995

| País | Población 1995 (1.000 hab) | Recursos renovables totales (km ³ /año) | Demanda total (hm ³ /año) | Demanda per cápita (m ³ /hab/año) | Ratio Demanda/ Recursos |
|----------------------|----------------------------------|---|---|--|-------------------------------|
| Alemania | 82.400 | 164 | 58.862 | 714 | 0,36 |
| Austria | 7.968 | 84 | 2.361 | 296 | 0,03 |
| Bélgica | 10.141 | 16 | 7.015 | 692 | 0,44 |
| Dinamarca | 5.225 | 6 | 916 | 175 | 0,15 |
| España | 39.238 | 111 | 35.323 | 900 | 0,32 |
| Finlandia | 5.115 | 110 | 3.345 | 654 | 0,03 |
| Francia | 58.251 | 188 | 40.641 | 698 | 0,22 |
| Grecia | 10.480 | 60 | 5.040 | 481 | 0,08 |
| Irlanda | 3.575 | 52 | 1.212 | 339 | 0,02 |
| Italia | 56.126 | 175 | 56.200 | 1.001 | 0,32 |
| Países Bajos | 15.534 | 91 | 12.676 | 816 | 0,14 |
| Portugal | 9.915 | 66 | 7.288 | 735 | 0,11 |
| Reino Unido | 58.204 | 145 | 12.117 | 208 | 0,08 |
| Suecia | 8.852 | 174 | 2.708 | 306 | 0,02 |
| Total UE - 15 | 371.024 | 1.187 | 245.704 | 662 | 0,21 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

La distribución de Recursos y demanda responde a factores naturales y socioeconómicos, como resultado de los cuales se puede constatar que:

- El 66% de los recursos renovables totales se concentran en los cinco grandes países: Alemania (14%), España (9%), Francia (16%), Italia (15%) y Reino Unido (12%).
- El comportamiento de la Demanda per cápita en estos países respecto a la media europea es muy dispar: El Reino Unido tan sólo presenta 0,3 veces la media, Francia y Alemania se sitúan en valores relativamente próximos a la media, mientras que España e Italia tienen los niveles más altos con 1,4 y 1,5 veces respectivamente.
- En resumen, considerando la ratio Demanda/Recursos, Alemania, España e Italia con 0,32 presentan un nivel algo superior a la media (0,22), Francia se sitúa en el entorno de la media y el Reino Unido sensiblemente por debajo de la media (0,08). Los valores que se han considerado hasta el momento dan una idea de la relación entre la Oferta y la Demanda de agua en un país, aunque no tienen en cuenta los retornos que se produce en los diferentes tipos de uso.

Ajustando los datos a unos retornos estándares generalmente aceptados para la demanda agrícola (20%), urbana e industrial (80%) y energético (95%), tendríamos unos valores de los consumos, la denominada Demanda Consuntiva, mas ajustados a la realidad.

Recursos y Demandas consuntivas en 1995

| País | Población 1995 (1.000 hab) | Recursos renovables totales (km ³ /año) | Demanda consuntiva (hm ³ /año) | Demanda per cápita (m ³ /hab/año) | Ratio Demanda C/ Recursos R |
|----------------------|----------------------------|--|---|--|-----------------------------|
| Alemania | 82.400 | 164 | 5.857 | 71 | 0,04 |
| Austria | 7.968 | 84 | 460 | 58 | 0,01 |
| Bélgica | 10.141 | 16 | 504 | 50 | 0,03 |
| Dinamarca | 5.225 | 6 | 414 | 79 | 0,07 |
| España | 39.238 | 111 | 20.784 | 530 | 0,19 |
| Finlandia | 5.115 | 110 | 457 | 89 | < 0,01 |
| Francia | 58.251 | 188 | 7.204 | 124 | 0,04 |
| Grecia | 10.480 | 60 | 3.502 | 334 | 0,06 |
| Irlanda | 3.575 | 52 | 303 | 85 | 0,01 |
| Italia | 56.126 | 175 | 29.356 | 523 | 0,17 |
| Países Bajos | 15.534 | 91 | 957 | 62 | 0,01 |
| Portugal | 9.915 | 66 | 3.362 | 339 | 0,05 |
| Reino Unido | 58.204 | 145 | 2.974 | 51 | 0,02 |
| Suecia | 8.852 | 174 | 628 | 71 | < 0,01 |
| Total UE - 15 | 371.024 | 1.187 | 76.762 | 207 | 0,06 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

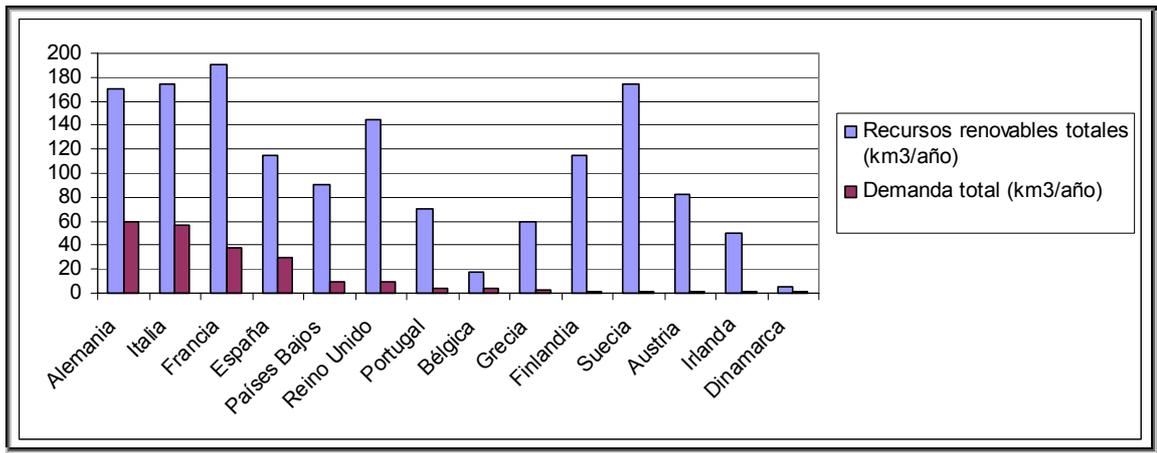
Obviamente los Recursos Renovables totales no varían, pero si lo hace de manera radical la Demanda consuntiva (que cae hasta el 31% de la total) y la Demanda consuntiva per cápita, que en términos de media pasa a situarse en 207m³/hab/año desde los 662 calculados antes de considerar los retornos.

De los datos ajustados por los retornos se desprende que:

- En términos de Demanda consuntiva per cápita, España e Italia continúan situados muy por encima de la media (2,5 veces), Francia supera ligeramente la mitad de la media europea, y el Reino Unido y Alemania tienen niveles muy inferiores 0,2/0,3 veces.

- Respecto a la ratio Demanda consuntiva/Recursos la distribución es similar, puesto que frente a una media de 0,06, el Reino Unido, Alemania y Francia presentan valores inferiores a 0,04 e Italia y España superan el de 0,17 (casi 3 veces).

Recursos renovables y Demanda total en la UE -15



Fuente: Libro Blanco del Agua en España

La fuerte dispersión a la que nos hemos referido es consecuencia de los diferentes pesos relativos de los usos del agua y los retornos a ellos asociados. Como se verá a continuación el fuerte peso del uso agrícola (que tan solo retorna del 20% de la Demanda total) es en buena medida el responsable del comportamiento de la Demanda consuntiva per cápita en España e Italia.

La tabla siguiente muestra la importancia relativa de los diferentes usos en los países de la Unión.

Uso sectorial del agua en la Unión Europea

| País | % Usos urbanos | % Usos industr. | % Usos agrícolas | % Usos energéticos |
|----------------------|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Alemania | 6 | 11 | 3 | 80 |
| Austria | 33 | 21 | 9 | 37 |
| Bélgica | 11 | 3 | 0 | 86 |
| Dinamarca | 49 | 9 | 42 | 0 |
| España | 13 | 5 | 68 | 14 |
| Finlandia | 13 | 33 | 2 | 52 |
| Francia | 15 | 10 | 12 | 63 |
| Grecia | 12 | 3 | 83 | 2 |
| Irlanda | 39 | 21 | 15 | 25 |
| Italia | 14 | 14 | 57 | 15 |
| Países Bajos | 8 | 4 | 1 | 87 |
| Portugal | 8 | 3 | 53 | 36 |
| Reino Unido | 52 | 7 | 14 | 27 |
| Suecia | 35 | 55 | 6 | 4 |
| Total UE - 15 | 14 | 10 | 30 | 46 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

- Frente al 30% que representa el uso agrícola (con retornos del 20%) en la media de la UE-15, en España tiene un peso del 68% y en Italia del 57%; por el contrario, en los otros 3 grandes países, su importancia oscila entre el 3% de Alemania y el 14% del Reino Unido.
- La demanda destinada a usos urbanos e industriales (con retornos del 80%) representa el 24% como media de la Unión a 15. En el Reino Unido asciende hasta el 54% (casi 2 veces la media), se mantiene en el entorno de la media en Francia e Italia y desciende hasta el 0,7 veces la media en España y Alemania.
- Por último la demanda para usos energéticos (a la que se asigna un retorno del 95%), que como media europea se sitúa en el 46%, tan sólo alcanza en España e Italia el 15%, ascendiendo hasta el 27% en el Reino Unido y todavía mas en Francia (63%) y, sobre todo, Alemania con el 80%.

En términos agregado para UE-15, se estima una tendencia a la baja de la superficie total cultivada (secano y regadío) y simultáneamente una tendencia alcista en la

producción agrícola debido al aumento de la superficie destinada al regadío. Las dotaciones de agua que cada país aplica a cada tipo de cultivo varían enormemente, dependiendo básicamente del clima y del tipo de riego, lo que implica importancias relativas del regadío muy diferentes en los países de Centro Europa, y en los países mediterráneos, según se puede comprobar en la siguiente tabla, donde la Dotación media ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) es el resultado de dividir la Demanda total anual de agua para regadío entre la Superficie total de regadío, sin diferenciar cultivos.

Superficies y dotaciones de regadío en UE-15

| País | Superficie de regadío (1.000 ha) | Dotación media ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) |
|----------------------|----------------------------------|--|
| Alemania | 475 | 3.842 |
| Austria | 4 | 15.000 |
| Bélgica | 1 | 14.029 |
| Dinamarca | 481 | 800 |
| España | 3.437 | 7.010 |
| Finlandia | 64 | 1.245 |
| Francia | 1.630 | 3.017 |
| Grecia | 1.328 | 3.150 |
| Italia | 2.710 | 11.883 |
| Países Bajos | 565 | 224 |
| Portugal | 632 | 6.066 |
| Reino Unido | 108 | 15.932 |
| Suecia | 115 | 1.508 |
| Total UE - 15 | 11.641 | 6.351 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España.

Una vez eliminados los valores poco fiables, motivados por las pequeñas superficies dedicadas al regadío en Austria, Bélgica, Finlandia el Reino Unido y Suecia, quedan perfectamente definidos los bloques de Europa del Sur: España, Italia, Grecia y Portugal, (con demandas medias de entre 6.000 y 12.000 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$) y el bloque de Centro Europa: Alemania, Francia, Dinamarca y los Países Bajos, (con demandas de entre 2.000 y 3.900 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$).

4.3. Los Recursos Hídricos en España

4.3.1. Marco referencial: El Libro Blanco del Agua en España

El Anteproyecto de Plan Hidrológico Nacional (1993) y los Planes Hidrológicos de Cuenca (1997) aprobados por Decreto de 24 de Junio de 1998, pusieron de relieve carencias técnicas e insuficiente rigor de datos, que aconsejaron la elaboración de un Libro Blanco del Agua.

En su introducción, se expone que la razón fundamental por la que se ha decidido elaborar el Libro Blanco es “la constatación de que, en estos momentos, y tras las experiencias del pasado reciente, resulta necesario promover, desde la propia Administración hidráulica, un esfuerzo sosegado y colectivo de reflexión común, de unificación de vistas, de integración, que coadyuve a aclarar la confusión actual y que, sin el carácter de un texto formal normativo o reglado, sino abierto y flexible, con voluntad de rigor, de diálogo y de acercamiento, proporcione elementos de juicio útiles a la colectividad e informe con los datos técnicos más fiables y actualizados de situaciones, criterios y problemas del agua frecuentemente desconocidos o al menos, no reunidos de forma sistemática y crítica en un texto para el debate, de amplia difusión pública”.

Los objetivos fundamentales que se plantean, son los siguientes:

- Recopilar, unificar y sintetizar los datos básicos del agua en España, dispersos entre múltiples organismos públicos y privados.
- Estimar la evolución previsible de los recursos hídricos y demandas de agua, estableciendo opciones y prioridades de uso.

La sistematización, unificación y actualización de los recursos hídricos existentes, junto con la reconsideración sobre las previsiones y actuaciones que reflejan los planes existentes, son los logros más evidentes del documento.

En este sentido el Libro Blanco del Agua tiene especialmente en cuenta los cambios en los intereses colectivos, las tendencias socioeconómicas y reorientación de las tradicionales políticas del agua hacia formulaciones de mayor utilidad social y sostenibilidad futura.

La situación hidrológica de España, recursos y demanda, que se incluye a continuación; está basada en los datos del Libro Blanco del Agua.

4.3.2. Recursos naturales

España es el país más árido de la Unión Europea, con una precipitación media equivalente al 85% de la europea y una de las evapotranspiraciones potenciales más altas del continente. De ambos parámetros resulta una escorrentía que es del orden de la mitad de la media europea.

La Precipitación media anual habida en España en el periodo 1940/41 – 1995/96 ascendió a 684 mm, de la que una vez descontada la evapotranspiración real de 464mm resulta una escorrentía total o lluvia útil de 220 mm, que resulta ser aproximadamente un tercio de la Precipitación total.

Aplicada sobre una Superficie de 506.000 km² resulta una Aportación total, de 111.200 hm³/año.

Los Recursos Naturales en España. Año 1998

| Ámbito | Superf. (km ²) | Precip. Media (mm) | Evapotransp. real (mm) | Escorrentía total (mm) | % Escorrent. (ESPAÑA = 100) | Coefficiente escorrentía (%) | Aportación total (hm ³ /año) | Escorrentía subterránea al mar (hm ³ /año) | Aportación red fluvial (hm ³ /año) | Recarga de acuíferos (hm ³ /año) | Escorrentía superficial directa (hm ³ /año) |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|--|---|---|---|
| Norte I | 17.600 | 1.284 | 563 | 721 | 327,7 | 56,2 | 12.689 | - | 12.689 | 2.745 | 9.944 |
| Norte III | 17.330 | 1.405 | 604 | 801 | 364,1 | 57,0 | 13.881 | 786 | 13.095 | 5.077 | 8.018 |
| Norte III | 5.720 | 1.606 | 673 | 933 | 424,1 | 58,1 | 5.337 | 161 | 5.176 | 894 | 4.282 |
| Duero | 78.960 | 625 | 452 | 173 | 78,6 | 27,7 | 13.660 | - | 13.660 | 3.000 | 10.660 |
| Tajo | 55.810 | 655 | 460 | 195 | 88,6 | 29,8 | 10.883 | - | 10.883 | 2.393 | 8.490 |
| Guadiana I | 53.180 | 521 | 438 | 83 | 37,7 | 15,9 | 4.414 | - | 4.414 | 687 | 3.727 |
| Guadiana II | 7.030 | 662 | 511 | 151 | 68,6 | 22,8 | 1.061 | 8 | 1.053 | 63 | 990 |
| Guadalquivir | 63.240 | 591 | 455 | 136 | 61,8 | 23,0 | 8.601 | 56 | 8.545 | 2.343 | 6.202 |
| Sur | 17.950 | 530 | 399 | 131 | 59,5 | 24,7 | 2.351 | 65 | 2.286 | 680 | 1.606 |
| Segura | 19.120 | 383 | 341 | 42 | 19,1 | 11,0 | 803 | 16 | 787 | 588 | 199 |
| Júcar | 42.900 | 504 | 424 | 80 | 36,4 | 15,9 | 3.432 | 173 | 3.259 | 2.492 | 767 |
| Ebro | 85.560 | 682 | 472 | 210 | 95,5 | 30,8 | 17.967 | - | 17.967 | 4.614 | 13.353 |
| C. I. Cataluña | 16.490 | 734 | 565 | 169 | 76,8 | 23,0 | 2.787 | 83 | 2.704 | 909 | 1.795 |
| Galicia Costa | 13.130 | 1.577 | 644 | 933 | 424,1 | 59,2 | 12.250 | 356 | 11.894 | 2.234 | 9.660 |
| Península | 494.020 | 691 | 468 | 223 | 101,4 | 32,3 | 110.116 | 1.704 | 108.412 | 28.719 | 79.693 |
| Baleares | 5.010 | 595 | 463 | 132 | 60,0 | 22,2 | 661 | 150 | 511 | 517 | -6 |
| Canarias | 7.440 | 302 | 247 | 55 | 25,0 | 18,2 | 409 | 230 | 179 | 681 | -502 |
| Total España | 506.470 | 684 | 464 | 220 | 100,0 | 32,2 | 111.186 | 2.084 | 109.102 | 29.917 | 79.185 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

La distribución por cuencas de estos valores medios es muy irregular, permitiéndonos establecer tres grupos:

- La Cornisa Cantábrica, (Norte I, II y III y Galicia Costa) con valores superiores a los 700 mm (entre 3 y 4 veces la media nacional).
- Las Cuencas del Tajo y Ebro, con valores de 200 mm (relativamente próximas a la media).
- El resto tienen valores inferiores a los 170 mm, siendo de destacar las Cuencas del Segura (42 mm), de Canarias (55 mm), y del Júcar y el Guadiana (80 mm).

4.3.3. Recursos disponibles

Dada la irregularidad orográfica y climática, si el régimen natural no fuera alterado artificialmente sólo podrían ser aprovechados entre el 7 y el 9% de los recursos naturales.

Volúmenes naturales y en regulación en la Península

| Régimen | Aporta. natural total (hm ³ /año) | Capacidad embalse total (hm ³ /año) | Regulado demanda uniforme (hm ³ /año) | % | Regulado demanda variable (hm ³ /año) | % |
|------------|--|--|--|----|--|----|
| Natural | 110.116 | - | 8.926 | 9 | 7.112 | 7 |
| Regulación | 110.116 | 56.063 | 35.954 | 38 | 39.175 | 41 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

Para paliar esta situación se han venido realizando actuaciones de regulación mediante embalses, de explotación de las aguas subterráneas y de utilización de recursos no convencionales (reutilización y desalación) que sitúan las disponibilidades hídricas teóricas en unos 45.000 hm³/año, es decir el 40% de los recursos naturales totales.

- Regulación mediante embalses

La política de regulación mediante embalses ha sido la política fundamental de gestión de los recursos hídricos. Regula el caudal de los ríos, evitando los efectos mas desfavorables de la climatología y posibilita en el trasvase de recursos entre cuencas.

Según datos del LBA, la Capacidad de embalse total era de 56.000 hm³, casi el 50% de al aportación natural total. Dicha capacidad embalsada permitiría aumentar los volúmenes de agua disponibles hasta entre el 38 y 41% de los recursos naturales totales según se tratara de regulación a demanda uniforme o variable.

- Explotación de las aguas subterráneas

El bombeo de los acuíferos es otra fuente de recursos hídricos. La Recarga de los acuíferos en régimen natural se estima a unos 30.000 hm³/año. El agua procedente del bombeo de los mismos alcanza un volumen de 5,5 hm³/año, que representa un porcentaje sobre la recarga natural del 19%.

Explotación de las aguas subterráneas

| Ámbito | Recarga en régimen natural (hm ³ /año) | Bombeo | Porcentaje de bombeo respecto la recarga natural | Porcentaje de bombeo respecto al total de España |
|------------------|---|--------------|--|--|
| Norte I | 2.745 | - | - | - |
| Norte III | 5.077 | 19 | 0,4 | 0,3 |
| Norte III | 894 | 33 | 3,7 | 0,6 |
| Duero | 3.000 | 371 | 12,4 | 6,7 |
| Tajo | 2.393 | 164 | 6,9 | 3,0 |
| Guadiana I | 687 | 738 | 107,4 | 13,3 |
| Guadiana II | 63 | 76 | 120,6 | 1,4 |
| Guadalquivir | 2.343 | 507 | 21,6 | 9,2 |
| Sur | 680 | 420 | 61,8 | 7,6 |
| Segura | 588 | 478 | 81,2 | 8,6 |
| Júcar | 2.492 | 1.425 | 57,2 | 25,8 |
| Ebro | 4.614 | 198 | 4,3 | 3,6 |
| C. I. Cataluña | 909 | 424 | 46,6 | 7,7 |
| Galicia Costa | 2.234 | - | - | - |
| Península | 28.719 | 4.853 | 16,9 | 87,7 |
| Baleares | 508 | 284 | 55,9 | 5,1 |
| Canarias | 681 | 395 | 58,0 | 7,1 |
| España | 29.908 | 5.532 | 18,5 | 100,0 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

En este caso la distribución por cuencas resulta del mayor interés: En los ámbitos del Guadiana I y II la relación bombeo/recarga es superior a 1 lo que pone de manifiesto la insostenibilidad de la situación a largo plazo; en los ámbitos del Segura, Júcar, Sur y Cuencas Interiores de Cataluña las relaciones tienen valores que se consideran elevadas y oscila entre 0,5 y 0,8. En el extremo opuesto los ámbitos del Duero, Ebro o Guadalquivir presentan ratios inferiores a 0,3.

- Transferencias

Las Transferencias totales, superficiales naturales y artificiales y subterráneas, entre ámbitos de distintos Planes Hidrológicos ascienden en conjunto a 696 hm³/año, de los que 588 corresponden a transferencias superficiales (84%) y 108 a transferencias subterráneas (16%).

- Recursos Disponibles

En la tabla siguiente se incluyen la síntesis de los diferentes aspectos que se vienen considerando, resultando una cota máxima actual de unos 45.000 hm³, el 41% de la Aportación natural total.

Casi el 86% del volumen disponible total procedería del Volumen regulado en embalses, el 12% del Bombeo de aguas subterráneas, correspondiendo el 2% restante a otras actuaciones como la Reutilización y la Desalación de agua salobre.

Disponibilidades hídricas teóricas

| Ámbito | Volumen regulado en embalses (hm ³ /año) | Bombeo actual de aguas subterráneas. | Reutilización directa (hm ³ /año) | Desalación de agua de mar (hm ³ /año) | Transferenc. Superficiales (hm ³ /año) | Indicador de cota máxima actual total (hm ³ /año) |
|-----------------|---|--------------------------------------|--|--|---|--|
| Galicia Costa | 1.223 | | | | | 1.223 |
| Norte I | 3.937 | | | | | 3.937 |
| Norte II | 1.870 | 19 | | | +4-4 | 1.889 |
| Norte III | 353 | 33 | | | +190 | 576 |
| Norte | 7.383 | 52 | | | +194-4 | 7.625 |
| Duero | 6.095 | 371 | | | | 6.466 |
| Tajo | 5.845 | 164 | | | -301 | 5.708 |
| Guadiana I | 1.922 | 738 | | | +20 | 2.680 |
| Guadiana II | 228 | 76 | | | | 304 |
| Guadiana | 2.150 | 814 | 5 | | +60 | 2.984 |
| Guadalquivir | 2.819 | 507 | 12 | | -6 | 3.332 |
| Sur | 359 | 420 | 19 | 20 | +7 | 825 |
| Segura | 626 | 478 | 56 | | +225-30 | 1.355 |
| Júcar | 2.095 | 1.425 | 83 | | +85 | 3.688 |
| Ebro | 11.012 | 198 | 6 | | +4-247 | 10.973 |
| C.I. Cataluña | 791 | 424 | 6 | | +53 | 1.274 |
| Total Península | 39.175 | 4.853 | 187 | 20 | | 44.230 |
| Baleares | | 284 | 26 | 6 | | 316 |
| Canarias | | 395 | 20 | 68 | | 483 |
| Total España | 39.175 | 5.532 | 233 | 94 | +588-588 | 42.029 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

Los datos contenidos en la tabla anterior corresponden a 1998, y no considera los avances y mejoras habidos en las tecnologías de reutilización y desalación de las aguas, que han experimentado un avance considerable en la última década.

Por último, es necesario citar que en los datos referidos a la Oferta de agua, los Recursos Disponibles son la consecuencia de una serie de hipótesis de gestión de recursos aplicada a un escenario climatológico concreto, estimándose que si como consecuencia del calentamiento climático se produjera un aumento de un grado centígrado en la Temperatura media y una reducción del 5% en la Precipitación media en los territorios del Sureste peninsular, la Cuenca del Guadiana , el Valle del Ebro y los archipiélagos, verían disminuir sus aportaciones en el orden del 20%.

4.3.4. Demanda y Consumos

En base a los diferentes Planes Hidrológicos desarrollados por las Confederaciones Hidrográficas el tan citado Libro Blanco establece las cifras correspondientes a consumos y retorno en los diferentes usos, para las distintas cuencas.

Usos y demandas (hm³/año) según los Planes Hidrológicos de cuenca.

| Ámbito | Urbana | | | Industrial | | | Regadío | | | Refrigeración | | | Total | | |
|----------------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| | Total | Consumo | Retorno | Total | Consumo | Retorno | Total | Consumo | Retorno | Total | Consumo | Retorno | Total | Consumo | Retorno |
| Norte I | 77 | 15 | 62 | 32 | 6 | 26 | 475 | 380 | 95 | 33 | 2 | 31 | 617 | 403 | 214 |
| Norte II | 214 | 43 | 171 | 280 | 56 | 224 | 55 | 44 | 11 | 40 | 2 | 38 | 589 | 145 | 444 |
| Norte III | 269 | 54 | 215 | 215 | 43 | 172 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 486 | 99 | 387 |
| Duero | 214 | 43 | 171 | 10 | 2 | 8 | 3.603 | 2.882 | 721 | 33 | 2 | 31 | 3.860 | 2.929 | 931 |
| Tajo | 768 | 154 | 614 | 25 | 5 | 20 | 1.875 | 1.500 | 375 | 1.397 | 70 | 1.327 | 4.065 | 1.729 | 2.336 |
| Guadiana I | 119 | 24 | 95 | 31 | 6 | 25 | 2.157 | 1.726 | 431 | 5 | 0 | 5 | 2.312 | 1.756 | 556 |
| Guadiana II | 38 | 8 | 30 | 53 | 11 | 42 | 128 | 102 | 26 | 0 | 0 | 0 | 219 | 121 | 98 |
| Guadalquivir | 532 | 106 | 426 | 88 | 18 | 70 | 3.140 | 2.512 | 628 | 0 | 0 | 0 | 3.760 | 2.636 | 1.124 |
| Sur | 248 | 50 | 198 | 32 | 6 | 26 | 1.070 | 856 | 214 | 0 | 0 | 0 | 1.350 | 912 | 438 |
| Segura | 172 | 34 | 138 | 23 | 5 | 18 | 1.639 | 1.311 | 328 | 0 | 0 | 0 | 1.834 | 1.350 | 484 |
| Júcar | 563 | 113 | 450 | 80 | 16 | 64 | 2.284 | 1.827 | 457 | 35 | 2 | 33 | 2.962 | 1.958 | 1.004 |
| Ebro | 313 | 63 | 250 | 415 | 83 | 332 | 6.310 | 5.048 | 1.262 | 3.340 | 167 | 3.173 | 10.378 | 5.361 | 5.017 |
| C. Interior Cataluña | 682 | 136 | 546 | 296 | 59 | 237 | 371 | 297 | 74 | 8 | 0 | 8 | 1.357 | 492 | 865 |
| Galicia Costa | 210 | 42 | 168 | 53 | 11 | 42 | 532 | 426 | 106 | 24 | 1 | 23 | 819 | 480 | 339 |
| Península | 4.419 | 884 | 3.535 | 1.633 | 327 | 1.306 | 23.641 | 18.913 | 4.728 | 4.915 | 246 | 4.669 | 34.608 | 20.370 | 14.238 |
| Baleares | 95 | 19 | 76 | 4 | 1 | 3 | 189 | 151 | 38 | 0 | 0 | 0 | 288 | 171 | 117 |
| Canarias | 153 | 31 | 122 | 10 | 2 | 8 | 264 | 211 | 53 | 0 | 0 | 0 | 427 | 244 | 183 |
| España | 4.667 | 933 | 3.734 | 1.647 | 329 | 1.318 | 24.094 | 19.275 | 4.819 | 4.915 | 246 | 4.669 | 35.323 | 20.783 | 14.540 |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

La Demanda total confirma los porcentajes sectoriales generalmente asignados:

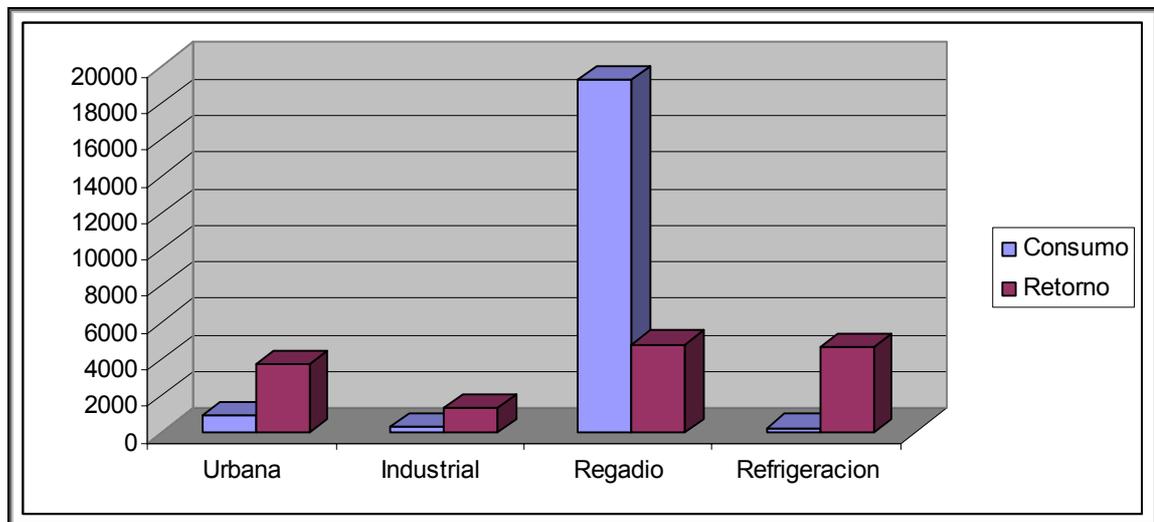
- Regadío, 24.100 hm³/año, el 68%.
- Abastecimiento urbano, 4.700 hm³/año, el 13%.
- Industria, 1.600 hm³/año, el 5%.
- Refrigeración, o uso energético, 4.900 hm³/año, el 14%.

Casi el 70% de la Demanda total de los recursos se destina a la agricultura, para regar las 3,7 millones de Ha en regadío. El Plan Nacional de Regadíos estima un aumento de la superficie de regadío de 229.000 Ha para el año 2008, resultado de la finalización de actuaciones en curso (138.000 Ha) y del establecimiento de pequeños regadíos para mejorar las condiciones del medio rural (Hispagua 2006).

También se estima un aumento para el porcentaje dedicado a uso urbano, debido fundamentalmente al desarrollo del turismo, que incluye el progresivo cambio en la demanda turística que exige mayores niveles de consumo hidrológico en finalidades de ocio, tales como piscinas, SPA, campos de golf, zonas verdes, etc.

La Demanda de la industria se mantiene constante a medio plazo debido a las medidas de ahorro y productividad que se están implantando.

Demanda consuntiva de los principales usos, consumos y retornos



Fuente: Libro Blanco del Agua en España

A los componentes estructurales de la Demanda es necesario añadir algunas consideraciones adicionales.

- Los Retornos y la Demanda consuntiva estimados:

La Demanda agrícola (68%), es el mayor destino sectorial y el que se considera que tiene un menor retorno (20%), de modo que la Demanda consuntiva ascendería a casi 19.300 hm³/año, es decir el 92,7% del Consumo total.

Los usos industrial y urbano para los que se estima un Retorno del 80% rebajarían su Consumo hasta los 1.300 hm³/año (el 6,1% del consumo total).

Por último el uso de Refrigeración, cuyo Retorno se estima en el 95% representaría un Consumo de 246 hm³/año, el 1,2% del total.

- Las pérdidas en las redes de distribución:

Se estima que el 54% de las Ha de regadío se riegan mediante métodos anticuados como el riego a manta o de gravedad, y en gran parte con riegos por turno; que el 20% de las Ha regadas reciben el agua a través de canales de tierra, con unas pérdidas muy altas, y que el 10% de las regadas mediante acequias de hormigón tienen graves problemas de mantenimiento. El empleo de métodos de riegos más modernos y de un adecuado mantenimiento, permitiría conseguir unos importantes niveles de ahorro en el consumo agrícola.

- La sobre explotación de los acuíferos.

La explotación del agua subterránea en el Arco Mediterráneo, Baleares y Canarias, tanto por motivos agrícolas como por las necesidades derivadas del turismo, ha llevado a una situación en que los acuíferos están salinizados en mayor o menor medida.

- Contaminación ambiental.

La contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por el uso excesivo de insecticidas y pesticidas en la agricultura y por los vertidos de la industria química.

- Los Precios del agua

Está generalmente aceptado que la mala cultura del agua que existe en España, con el desperdicio y el derroche asociados, es consecuencia del bajo precio del agua, que no cubre los costes de extracción y tratamiento, y mucho menos el de los efectos derivados de la contaminación y la sobre explotación.

Por cuencas, considerando especialmente los usos y demandas del Arco Mediterráneo tendríamos:

Demanda Consuntiva de los principales usos, consumos y retornos

| | Agrícola | | Urbano | | | Industria | | Refrigeración | |
|----------|-----------------|----|-----------------|----|---|-----------------|----|-----------------|---|
| | hm ³ | % | hm ³ | % | % | hm ³ | % | hm ³ | % |
| Sur | 856 | 94 | 50 | 5 | | 6 | 1 | 0 | - |
| Segura | 1.311 | 97 | 34 | 3 | | 5 | - | 0 | - |
| Juncar | 1.827 | 93 | 113 | 6 | | 16 | 1 | 2 | - |
| I. Catal | 297 | 60 | 136 | 28 | | 59 | 12 | 0 | - |
| TOTAL | 4.291 | 91 | 333 | 7 | | 86 | 2 | 2 | - |

Fuente: Libro Blanco del Agua en España

Si en el cuadro anterior eliminamos el impacto de Cataluña, fuertemente sesgada por la estructura de la Demanda de Barcelona, apreciamos una Demanda consuntiva destinada básicamente al uso agrícola (entre el 93 y el 97%) y urbano (entre el 3 y 6%) sin apenas importancia del uso industrial (del orden del 1%).

Al incorporar las Cuencas Interiores de Cataluña, el uso para regadío sólo disminuye hasta el 91%, el destino urbano alcanza el 7% y el uso industrial se sitúa en el 2%, es decir continua tratándose de una demanda básicamente agraria.

5. EL PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL

La percepción existente entre los ciudadanos respecto al Plan Hidrológico Nacional, en adelante denominado PHN, es el resultado de la simplificación con la que un problema extraordinariamente complejo técnica, social y políticamente hablando, ha sido tratado por los medios de comunicación.

En términos generales se considera que el PHN es un proyecto concebido por un Gobierno del Partido Popular, defendido por los Gobiernos Autonómicos con mayoría conservadora y por las organizaciones sociales próximas a esa ideología, y al que, por el contrario, están enfrentados los Gobiernos Regionales de mayoría socialista, las organizaciones sociales que les son próximas y el movimiento ecologista, que ha sido derogado por un nuevo Gobierno con mayoría del Partido Socialista.

Además de tratarse de una simplificación se estaría ante una afirmación errónea, puesto que lo que derogó el nuevo Gobierno no fue el PHN, sino el Trasvase del Ebro a las Cuencas Hidrológicas internas de Cataluña, del Júcar, Segura y del Sur. Si bien es cierto que el trasvase era la actuación más importante del PHN, no lo es menos que el PHN es un proyecto de Estado que culmina todo un proceso de planificación integral establecido por la Ley de Aguas de 1985, que contempla estudios realizados durante más de 20 años por las distintas administraciones públicas y contiene toda una nueva filosofía de gestión de los recursos hídricos que continúa vigente, especialmente los elementos básicos de coordinación de los Planes Hidrológicos de Cuenca.

5.1. Antecedentes históricos

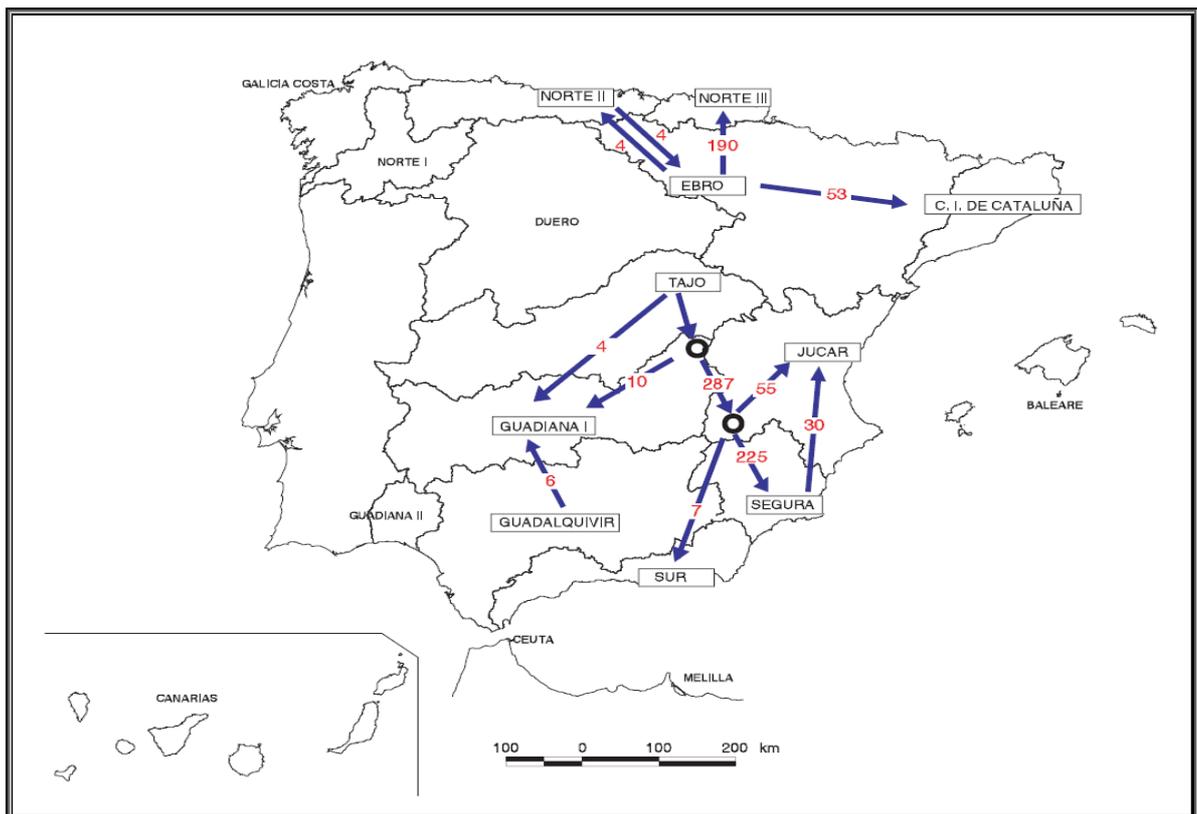
La orografía, la desigual pluviometría entre zonas geográficas y los ciclos de sequía prolongada, han determinado históricamente una política hidrológica en España, basada en la regulación de los ríos, los trasvases puntuales de cuencas excedentarias a deficitarias y la explotación de los acuíferos.

La planificación hidrológica como forma de resolver los problemas hídricos a nivel nacional ha sido una constante a lo largo del siglo XX, con hitos fundamentales tales como el Plan Gasset de 1902, el Plan Nacional de Obras Hidráulicas para Regadío de 1933, traslado en lo que respecta a la materia hidráulica al Plan General de Obras Públicas 1939 – 1941, y los Planes de Desarrollo de las décadas de los 50 y 60.

En la mayoría de las ocasiones dichos hitos se concretaron en embalses de regulación de mayor o menor entidad y en actuaciones de interconexión superficial entre cuencas.

5.2. Trasvases Intercuencas

Esquemas de las principales transferencias superficiales



Fuente: Libro Blanco del Agua en España

Este epígrafe contempla una síntesis de las principales actuaciones estructurales efectuadas para interconectar los sistemas de explotación y superar los desequilibrios hídricos territoriales.

Al tratar sobre los trasvases hay que considerar que:

- No existe aprovechamiento de cierta entidad que no sea, en sentido estricto, un trasvase intercuenca (por ejemplo los abastecimientos urbanos de Madrid, las zonas de riego que reciben agua de subcuencas distintas a la que se asientan, etc.).
- La historia de los trasvases intercuenca se remonta, al menos, hasta el siglo XVI.

5.2.1. *Trasvase Tajo – Segura*

Fue originalmente planteado en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933. Sucesivamente fue propuesto y completado con estudios adicionales en 1939, 1947 y a lo largo de las décadas de los años 50 y 60, redactándose el Anteproyecto General del Acueducto Tajo – Segura en 1967.

El Planteamiento se basaba en que la reordenación hidráulica que el abastecimiento de Madrid iba a introducir en la cuenca del Tajo (con actuaciones en los ríos Guadarrama, Alberche y Tietar) permitiría trasvasar aguas de la cuenca alta del Tajo a las cuencas del Guadiana Sur, Segura y Júcar.

El trasvase se dividió en dos fases, con volúmenes derivables que no superarían los 600 hm³/año en la primera y los 1.000 hm³/año adicionales en la segunda fase.

El Acueducto Tajo – Segura, en adelante ATS, comenzó su explotación en 1979; durante los primeros 21 años de funcionamiento (1978/79 – 1998/99) el volumen medio aportado al Segura fue de 284 hm³/año, cifra que se eleva hasta 308 hm³/año si no se consideran los dos primeros años, es decir del orden de la mitad del máximo previsto para la primera fase. Los valores máximos se alcanzaron en los últimos años del periodo citado (544 hm³/año en 1998/99).

Los pobres resultados alcanzados se considera que fueron consecuencia de los siguientes factores:

- La sequía habida en el periodo 1980/81 – 1994/95, que supuso una aportación media en cabecera del Tajo del orden del 56% de la media.
- La explotación poco previsoras de los embalses de la cabecera del Tajo durante los primeros años del trasvase (con desembalses de unos 2.000 hm³, tres veces los establecidos como necesarios para la cuenca) y los dos años anteriores (3.000 hm³), con lo que no se utilizó la hipernualidad requerida.
- La inexistencia de una definición de los recursos excedentarios, únicos que podían ser transferidos. Este hecho quedó subsanado por la definición de los mismos incluida en el Plan Hidrológico del Tajo.

5.2.2. *Minitrasvase a Tarragona (Ebro – Cuencas Internas de Cataluña).*

Esta actuación tiene como antecedente el proyecto fallido de trasvase del Ebro – Pirineo Oriental que pretendía situar 1.400 hm³ del Ebro en el litoral catalán con destinos urbano, agrícola e industrial.

Además de plantear dudas sobre la existencia de sobrantes, las críticas se centraron en las prioridades de actuación económica, por ser la Cuenca del Ebro una región económicamente deprimida y estimarse que, como consecuencia del trasvase, la situación podía empeorar. También se plantearon dudas sobre la viabilidad jurídica del trasvase. Finalmente el proyecto fue abandonado.

Posteriormente, los graves problemas de abastecimiento doméstico e industrial existentes en la Comarca de Tarragona, motivados por el agotamiento y degradación de los recursos propios, la existencia de aguas de mala calidad, la intrusión de agua marina en los acuíferos sobreexplotados y la inexistencia de recursos alternativos, hicieron que se retomara la idea y necesidad del trasvase. Sin embargo, para la resolución del problema no se recurrió a los recursos sobrantes del Ebro, sino a la recuperación de

parte de las pérdidas existentes en los canales de regadío, ejecutados en tierra, con mas de 100 años de antigüedad y unas pérdidas estimadas en $12 \text{ m}^3/\text{seg}$.

La Ley 18/1981 posibilitó la ejecución del minitransvase del Ebro a Tarragona en los siguientes términos:

- Trasnvasa del agua que resultase de reducir las pérdidas en la infraestructura hidráulica del Delta del Ebro, con un límite máximo de $126 \text{ hm}^3/\text{año}$.
- Plan de obras de acondicionamiento y mejora de canales y acequias de riego del Delta, revistiendo 250 de los 450 km existentes, con un coste de 15.000 millones de pesetas de 1986.
- El Plan no tenía coste para las Comunidades de Regantes del Delta del Ebro, ni para el Estado. Se cubría por los beneficiarios de la concesión con una aportación de $5 \text{ pts}/\text{m}^3$.

El volumen asignado al trasvase, de hasta un máximo de $90 \text{ hm}^3/\text{año}$ fue definido en dos fases. La media de la transferencia en el periodo 93 – 96 fue de $46 \text{ hm}^3/\text{año}$.

5.2.3. Trasnvasas del Ebro a las Cuencas del Norte

Las actuaciones consideradas en este apartado son una aparente paradoja, puesto que transfieren recursos hídricos a la región que dispone de mayor abundancia de agua, pero en la que es difícil establecer embalses de regulación.

- Cuenca Norte II

Ante la carencia de recursos regulados en la zona de Torrelavega, se construye un trasvase para derivar $22 \text{ hm}^3/\text{año}$ desde el Ebro a la Cuenca del Besaya. Este trasvase de recursos fue establecido para completar los recursos del río Saja con volúmenes regulados en el Embalse del Ebro, que son restituidos en épocas de aguas altas, manteniendo un saldo interanual nulo.

Desde 1986/87 – 1977/98 los volúmenes medios transferidos en ambos sentidos han sido de 4 hm³/año.

- Cuenca Norte III

Existen tres transferencias, que por orden de importancia son las siguientes:

- Traslase Zadorra – Arratia, para aprovechamiento hidroeléctrico en la Central de Barazar y abastecimiento al Consorcio de Agua del Gran Bilbao. La concesión es de 9 m³/seg. Durante el periodo 1985/86 – 1994/95 se trasladó un volumen medio de 180 hm³/año.
- Traslase Ceneja – Ordunate, que transfiere del orden de 9 hm³/año, también para abastecimiento de Bilbao.
- Traslase Alzania – Oria que transfiere 1 hm³/año para aprovechamiento hidroeléctrico.

5.2.4. Traslase del Ebro a las Cuencas Internas de Cataluña

Además del Minitraslase a Tarragona que hemos destacado por su importancia y por la estrategia de diseño y ejecución, existe otra transferencia de recursos a las Cuencas Internas de Cataluña, el traslado Ciurana – Riudecañas estimado para regadíos y abastecimientos de población en la Comarca de Reus, con un volumen de unos 7 hm³/año.

5.2.5. Otras transferencias superficiales de recursos

- Traslase Segura – Júcar

Transferencia de 30 hm³/año, la mitad para Riegos de Levante margen Izquierda y el resto para el abastecimiento de poblaciones.

- Traslases Guadalquivir – Guadiana y Guadiana – Guadalquivir

- Además de los recursos procedentes del Tajo la Cuenca del Guadiana recibe 6 hm³/año procedentes de la Cuenca del Guadalquivir para abastecimiento de Valdepeñas, Santa Cruz de Mudela y la Mancomunidad de Sierra Boyera.

- Por el contrario el Guadiana cede al Guadalquivir pequeña cantidad de recursos para el abastecimiento de las Mancomunidades de Llerena y Tentudía.
- Traslases del Tajo al Guadiana
 - Traslase menor para abastecimiento de la mancomunidad de Alcuéscar.
 - Traslase de 4 hm³/año para abastecimiento de la mancomunidad de Algodor.
- Traslase desde la Cuenca del Sur hacia el ámbito del Guadalquivir aprobado en 1995, con un volumen máximo anual de 110 hm³/año.
- Envío con carácter excepcional durante el periodo 1995-97 de una media de 5 hm³/año por barco desde el delta del Ebro a Baleares.

5.2.6. Consecuencias ambientales de los traslases

Aunque no existan estudios que soporten científicamente los impactos ambientales motivados por los traslases, el LBA cita como “evidentes”, las siguientes:

- En las cuencas cedentes

La disminución del agua disponible en los caudales circulantes puede provocar alteraciones del régimen hídrico, cambios geomórficos de los cauces situados aguas abajo y modificación de los ecosistemas que los ocupan.

- En el territorio atravesado por el canal

Efectos ambientales típicos de las infraestructuras lineales, especialmente los efectos barrera y corredor, sobre las personas y la fauna, dada la impermeabilización territorial producida por el canal.

Adicionalmente, si la infraestructura del traslase incluye embalses de regulación, se produce un impacto ambiental sobre el medio ocupado por el vaso, su entorno inmediato y el cauce afectado.

- En la cuenca receptora

Alteración del régimen hídrico que, a su vez, transforma la vegetación de ribera y modificación de los parámetros físico – químicos del agua circulante. Incorporación de especies, macro invertebrados y vegetación acuática procedentes de la cuenca receptora.

En resumen, el propio LBA considera que “habida cuenta de la escasa información disponible sobre las consecuencias ambientales de los trasvases, que se aborden de manera rigurosa la identificación y el análisis de las mismas, así como la puesta en práctica de medidas correctoras o compensatorias que las aminoren. Respecto a los actuales y posibles nuevos trasvases el LBA propone textualmente: “Asimismo, es necesario minimizar los impactos producidos por los trasvases ya construidos y someter en su momento los posibles de nueva construcción al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, estudiando su viabilidad bajo este punto de vista”.

5.3. Marco Legal

La Ley de Aguas de 1985, otorga una especial relevancia a la planificación hidrológica en su Título III (artículos 38 a 44), definiendo sus objetivos generales en “conseguir el buen estado ecológico del dominio público hidráulico y la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales”.

La Ley de Aguas establece que la planificación se realizará mediante los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional, en adelante PHN.

Los aspectos que deben contemplar obligatoriamente los Planes Hidrológicos de Cuenca son:

- El inventario de los recursos hidráulicos.
- Los usos y demandas existentes y previsibles.
- Los criterios de prioridad y de compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos.
- La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conversación o recuperación del medio natural.
- Las características básicas de calidad de las aguas y de la ordenación de los vertidos de aguas residuales.
- Las normas básicas sobre mejoras y transformaciones en regadío que aseguren el mejor aprovechamiento del conjunto de recursos hidráulicos y terrenos disponibles.
- Los perímetros de protección y las medidas para la conversación y recuperación de los recursos y entorno afectados.
- Los Planes hidrológico – forestales y de conservación de suelos que hayan de ser realizados por la Administración.
- Las directrices para recarga y protección de acuíferos.
- Las infraestructuras básicas requeridas por el Plan.
- Los criterios de evaluación de los aprovechamientos energéticos y la fijación de los condicionantes requeridos para su ejecución.
- Los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos.

El **PHN**, contendrá:

- Las medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca.
- La solución para las posibles alternativas que aquéllos ofrezcan.
- La previsión y las condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de Cuenca.
- Las modificaciones que se prevean en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos existentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos.

Los Planes Hidrológicos de Cuenca no estuvieron finalizados hasta 1997, y se aprobaron en Consejo de Ministros, mediante Decreto Ley en 1998. Por su parte el Anteproyecto de Ley del PHN elaborado en 1993, fue cuestionado en el Consejo Nacional del Agua, poniéndose de relieve carencias técnicas y datos de rigor insuficiente; lo que unido a la necesidad de afrontar la actualización de ciertos estudios (Plan de Regadíos), aconsejó la elaboración de un Libro Blanco del Agua, en que se pusieran al día los datos que servirían base para afrontar los problemas del agua en España.

5.4. El Plan Hidrológico Nacional, PHN

Inicialmente fue concebido como la vía para establecer un mapa del agua para España en los próximos 20 años, basado en la solidaridad entre sus regiones, dando cobertura al abastecimiento urbano y a las necesidades de una agricultura moderna (Miliarium Aureum, SL.; 2006).

En 1993 el Ministerio de Obras Públicas dio a conocer un Anteproyecto del Plan Hidrológico Nacional, en adelante PHN (1993), que conectaba todas las cuencas, cubriendo las zonas excedentarias las necesidades de las deficitarias, comenzándose a considerar los trasvases como única solución para la dura sequía de 1995. El PHN (1993) recibió el visto bueno del Consejo de Ministros, pero no del Consejo Nacional del Agua, que puso condiciones previas como la elaboración de los Planes de Cuenca y de Regadío.

El cambio de gobierno habido en esa época supuso la redacción de un nuevo Plan Hidrológico, el PHN (2001) cuyo Proyecto de Ley fue presentado en el año 2000 y publicado en el BOE en 2001.

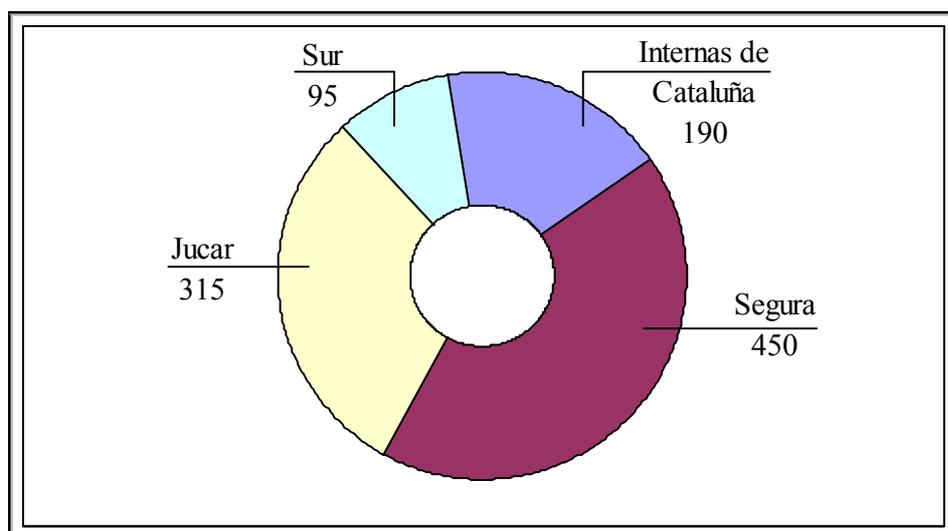
Durante la tramitación parlamentaria de la Ley, el PSOE presentó un plan alternativo basado en desalar, modernizar y reutilizar, dejando el trasvase del Ebro al resto de las cuencas mediterráneas en segundo término. El Plan fue rechazado, aunque posteriormente en 2004, el PSOE en el Gobierno introdujo estas radicales modificaciones, suprimiendo nueve de los artículos del PHN (2001), y dando origen al Programa Agua que se tratará más adelante.

El PHN (2001) estaba integrado en el horizonte presupuestario 2000-2006 de la Unión Europea y coordinado con otras actuaciones territoriales y sectoriales, y fundamentalmente con el Plan Nacional de Regadío de 2002.

En sus diferentes etapas, independientemente de las muy distintas consideraciones técnicas, políticas y sociales que ha merecido, el PHN es un proyecto de Estado que culmina todo un proceso de planificación integral establecido por la Ley de Aguas de 1985, que consideró e incorporó información y estudios realizados durante más de 20 años por las distintas administraciones públicas y fue sometido a participación pública y debate como ningún plan de infraestructura en la historia de España lo había sido antes. (Ródenas y Guillamón, 2005).

Para el estudio del Anteproyecto el Consejo Nacional del Agua dispuso de un estudio de viabilidad técnica, económica y ambiental (criticado en diversos foros especializados) sobre nueve opciones posibles, concluyendo que la opción idónea para la resolución del déficit hídrico global del Arco Mediterráneo, que se estima en 1.000 hm³/año, era el trasvase máximo de 1.050 hm³/año desde la desembocadura del Ebro a las Cuencas Internas de Cataluña (190 hm³/año), a la del Segura (450 hm³/año), a la del Júcar (315 hm³/año) y a la de Sur, (95 hm³/año). (Artículo 13 de la Ley 10/2001 del PHN).

Trasvase del Ebro a las Cuencas del Arco Mediterráneo

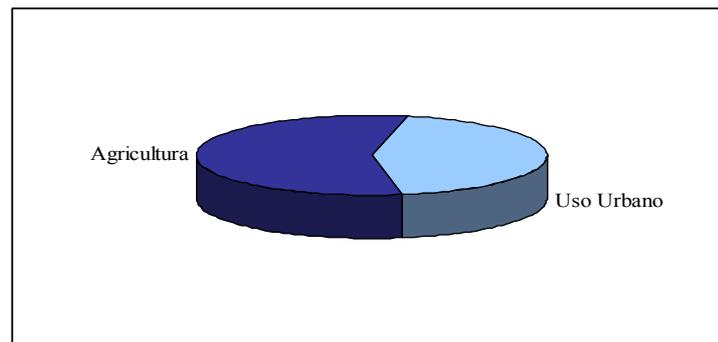


Fuente: Plan Hidrológico Nacional

Aunque no es posible encontrar en la Ley los usos y destinos concretos de las aguas trasvasadas, existen algunas indicaciones que han permitido:

- Establecer hipótesis sobre los usos de los recursos trasvasados.

Usos de los Recursos Trasvasados



Fuente: (Arrojo, 2003)

El Trasvase Norte prevé llevar 189 hm³/año al área metropolitana de Barcelona, para usos urbanos; y el trasvase Sur, lo hace con 861 hm³/año, de los que 586 hm³/año se destinaría a regadío y 275 hm³/año a usos urbanos. En resumen, que de los 1.050 hm³/año transferidos, 586 (56%) tendrían como destino el regadío y 464 (44%) el abastecimiento urbano.

- Descalificar algunas de las actuaciones que se pretenden, como es el caso de las aguas destinadas a “eliminar situaciones de insostenibilidad actual debida a la sobreexplotación existente en los acuíferos de la cuenca receptora, y restablecer el equilibrio del medio, asegurando la subsistencia de los aprovechamientos vinculados a estos acuíferos (artículos 17.1.d), tratan de mantener los mismos aprovechamientos que han causado la insostenibilidad y la declaración de sobreexplotación (Boné, 2003).

El PHN (2001) constaba de los siguientes documentos:

- Ley 10/2001 de 5 de julio del PHN.
- Delimitación y asignación de recursos en acuíferos compartidos.
- Análisis de los sistemas hidráulicos.
- Análisis ambientales.
- Análisis económicos.

Presupuesto inicial de las Actuaciones

| Actuaciones millones de euros | |
|---|---------------|
| Regulación | 3.015 |
| Modernización de regadíos | 5.761 |
| Abastecimientos urbanos | 2.456 |
| Saneamiento y depuración | 2.572 |
| Acondicionamiento de cauces y prevención de avendias | 1.368 |
| Programa de control y calidad de las aguas | 1.253 |
| Regeneración hidrológica - forestal | 1.723 |
| Total | 18.148 |

Fuente: Diario Expansión

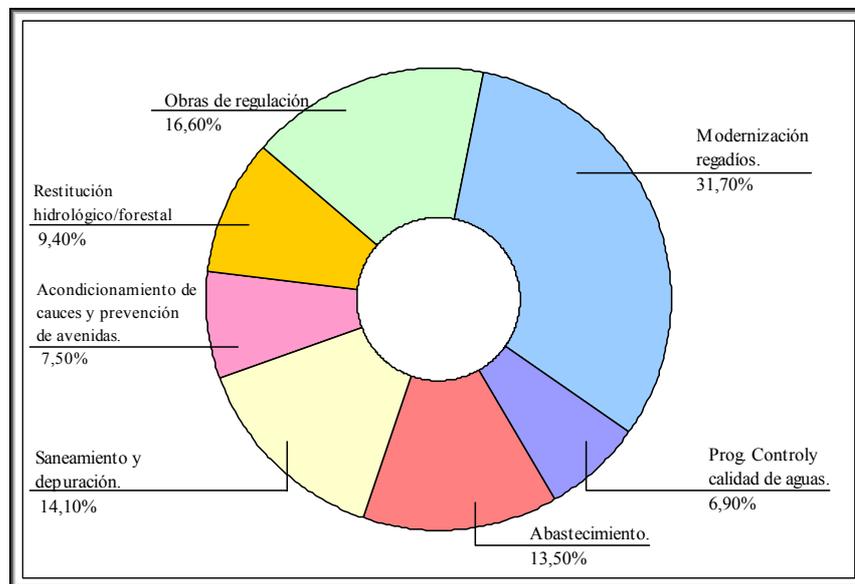
El escenario presupuestario inicial que soportaba el PHN (2001) ascendía a unos 18.143 millones de euros; 3015 millones (16,7%) destinados a obras hidráulicas y el resto (83,3%) a actuaciones de mejora y de gestión medio ambiental. La tabla anterior y los gráficos siguientes, muestran el desglose y destino de las actuaciones inicialmente presupuestadas, en los términos en que fueron presentadas por el Gobierno.

Las principales actuaciones inicialmente comprendidas fueron las siguientes:

- Regulación, construcción de 70 pantanos y obras hidráulicas para los trasvases.
- Modernización de regadíos, ahorro de recursos y modernización de los regadíos.

- Eliminación de los problemas de abastecimiento urbano existentes en las ciudades.
- Saneamiento y depuración, desarrollo de proyectos de saneamiento y reutilización de aguas a núcleos urbanos, para superar los 100 hm³/año reutilizados en 15 años.
- Acondicionamiento de cauces y prevención de avenidas, prevención de los efectos adversos de los fenómenos naturales y la mejora de los cauces.
- Programa de control y calidad de las aguas.
- Regeneración hidrológico – forestal, que incluye tareas de reforestación en las cuencas que lo precisen.

Destino sectorial de las obras dentro de las cuencas



Fuente: Diario Expansión, septiembre 2000

Respecto al destino sectorial de las obras, el gráfico anterior resume el destino dentro de las cuencas.

5.5. El trasvase del Ebro, la actuación clave del PHN (2001)

La cuenca del río Ebro tiene una extensión de 85.000 km², el 18% de la superficie total de España, y forma parte del territorio de nueve Comunidades Autónomas. Los

recursos hídricos disponibles se cifran en unos 18.000 hm³/año, sobre los que los 1.050 hm³/año que estaba previsto transferir representaban el 5,8%.

El trasvase se concibe para suministrar agua de forma continua y regular a lo largo de un trazado de 900 km, afectando a un corredor, mayoritariamente perteneciente al denominado Arco Mediterráneo, en el que se ubican mas de 10 millones de habitantes, un importante flujo turístico y una considerable agricultura de regadío. Se estiman unas pérdidas de transporte del 5%, que reducirían el trasvase a 1.000 hm³/año netos.

El punto de toma se ubicaba aguas abajo del azud de Cherta, estableciéndose una serie de garantías en la cuenca cedente entre las que destacan:

El trasvase del Ebro: visión general

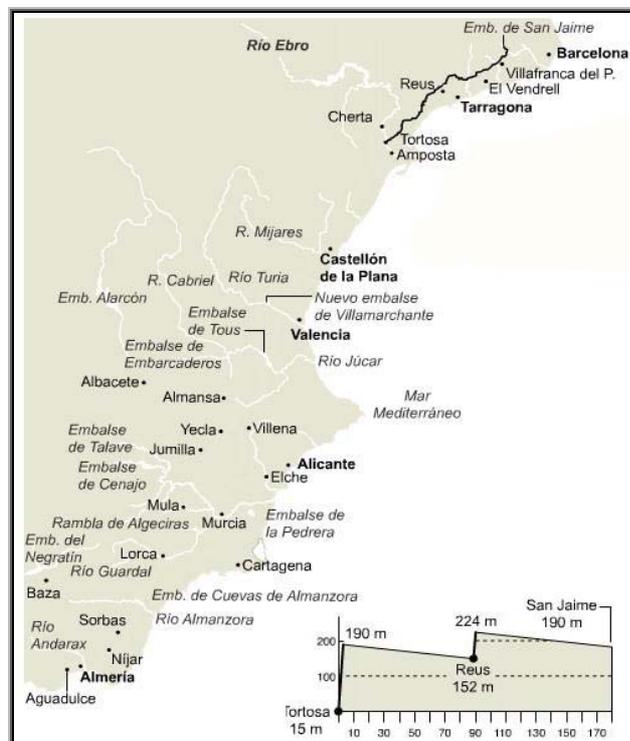


Fuente: Jiménez y Masip, 2006

- No limitar el desarrollo del Valle del Ebro
- No utilizar infraestructuras propias, salvo la que se refiere al sistema Mequinenza – Ribarroja – Flix.
- Tomar el agua en la desembocadura. El azud de Cherta es el último punto de aprovechamiento del río Ebro.
- Trasvasar las aguas sobrantes. Las presas del Ebro no desembalsarían agua sólo para favorecer el trasvase.
- Mantenimiento de un caudal ecológico cifrado en $100 \text{ m}^3/\text{seg}$.
- No trasvasar aguas durante los meses de julio, agosto y septiembre.
- Realización de un plan integral de protección del Delta.
- Compensación de un canon ambiental de $0,03 \text{ €/m}^3$.

Los gráficos siguientes contemplan los ramales norte y sur del trasvase, tomados del Boletín número 27 de Habitat (Jiménez y Massip, 2006).

Trazado del ramal norte del Trasvase del Ebro (canal Tortosa – San Jaime)



Fuente: Jiménez y Masip, 2006

Como puede apreciarse, en este trazado sur los desniveles son mucho más acusados, lo que implica importantes requerimientos de bombeo. El trazado se mantiene en cotas similares a las del canal norte hasta el Embalse de Tous, subiendo hasta cotas de 540 metros en Villena, bajando nuevamente hasta los 110 metros en el Embalse de la Pedrera, para nuevamente subir hasta 328 metros y descender hasta 183 metros en el Embalse de Cuevas de Almanzora y finalizar a un nivel de 5 metros en Almería.

Como se ha citado anteriormente, de los 1.050 hm³/año netos trasvasados (1.000 una vez descontadas las pérdidas por transporte) el 44% se destinaría al abastecimiento urbano y el 56% restante para consolidación de regadío y recuperación hídrica debida a la sobreexplotación de acuíferos.

La Ley concibe el trasvase para ser financiado por los usuarios con una tarifa única, independientemente del punto donde se realice el suministro y el uso al que sea destinado, enfoque que parecería adecuado para un proyecto de Estado, que contempla el suministro de un recurso natural, de dominio público, de uso imprescindible para numerosas actividades económicas y sociales y para la propia vida, pero que ha sido fuertemente criticado por suponer de facto subvenciones y transferencias económicas intersectoriales.

El coste medio del m³ de agua trasvasada ascendía en la estimación del Gobierno a 31 céntimos de euro, cantidad que ha sido fuertemente cuestionada por distintos expertos, incluyendo los técnicos de la Comisión Europea en sus informes de evaluación.

Como contrapunto a estas opiniones negativas se incluye a continuación una estimación a la baja publicada en la Revista Ingeniería y territorio, editada por el Colegio de Ingenieros de Caminos (Ródenas y Guillamón, 2005), de conclusiones muy favorables al trasvase, que incluso proponen una tarifa discriminada en función de los usos, viable en su opinión.

Según el método “convencional de estudio de la viabilidad económica de infraestructuras” citado por los autores, el desglose del precio medio de las aguas trasvasadas sería el siguiente:

Precio único de las aguas trasvasadas del Ebro

| | Inversión: 4.200 millones de euros | | | Trasvase: 1.050hm ³ (neto 1.000 hm ³) | | |
|------------------|---|------------------------------------|---------------------------------|--|-----------------------|------------------------------|
| | Amortización 50 años - 1,000 hm ³ | Energía (2 kwh/m ³) | Mantenimiento Administración | Afecciones | Canon Compensación | Total (€/m ³) |
| Sin Subvención | 0,195 | 0,10 | 0,03 | 0,005 | 0,03 | 0,36 |
| Subvención (33%) | -0,065 | | | | | |
| TOTAL | 0,130 | 0,10 | 0,03 | 0,005 | 0,03 | 0,30 |

Fuente: Ródenas y Guillamón, 2005

Adicionalmente los autores construyen un supuesto de discriminación de la tarifa por usos, partiendo de un precio máximo de 0,15 euros/m³ “asumible por el regadío” según los autores y de la distribución de usos antes citada, resultando un precio de 1,49 euros/m³ para el uso urbano, que consideran “muy interesante y por debajo del coste del agua desalada”.

5.6. Críticas al Trasvase del Ebro

Desde el momento de la presentación del PNH en 2000 surgieron un conjunto de opiniones favorables (algunas de las cuales han sido consideradas en apartados anteriores) y un buen número de contrapropuestas y críticas, **fundamentalmente dirigidas al Trasvase del Ebro**, normalmente fundamentadas en informes técnicos. Finalmente en el mes de junio de 2004 el nuevo Gobierno de la nación deroga los artículos de la Ley del PHN relativos al Trasvase del Ebro e inicia el Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua) como alternativa.

Este apartado trata de sintetizar las principales críticas económico-financieras y medio ambientales realizadas, que como es sabido culminaron con la derogación y modificación de buena parte del contenido del PNH (desde luego con el Trasvase del

Ebro en su totalidad), dando como resultado el Programa AGUA que será considerado en un epígrafe posterior.

5.6.1. Críticas económico-financieras

En primer lugar citar que la documentación económica elaborada por el Gobierno está enteramente centrada el trasvase. El PHN es mucho más que el trasvase, que sólo representa del orden del 23% del presupuesto total, de modo que el resto de los comentarios se centran exclusivamente sobre el análisis económico y financiero del trasvase.

Un buen resumen de estas críticas está contenido en la introducción de la Nota de respuesta que realiza la Dirección General de Medioambiente de la Comisión Europea a la pregunta de la Dirección General de las Regiones sobre cuatro proyectos relacionados con el Trasvase del río Ebro propuesto. Dicha introducción dice textualmente:

“El estudio coste beneficio realizado pone de manifiesto una serie de carencias:

- a) en general los beneficios del proyecto tienden a ser sobreestimados mientras que los costes son sistemáticamente infravalorados;
- b) algunos costes parece que no han sido tomados en consideración;
- c) el análisis de sensibilidad no es suficientemente profundo en relación con posibles reducciones de las cantidades de agua transferidas;
- d) la estructura de precios no está suficientemente explicada, particularmente las diferentes estructuras de precios para la agricultura, la industria y los usuarios privados. Tampoco queda claro, en el caso de que se aplicaran diferentes estructuras de precio en las diferentes regiones, como se establecerían las diferencias;
- e) parece que los beneficios esperados en el empleo están sobreestimados;
- f) no se analiza con suficiente detalle la relación entre el precio y la demanda;
- g) no se considera el coste de los efectos negativos sobre el medio ambiente.”

En general las críticas se basan en un principio general que subyace en la Directiva Marco de Aguas de la Unión Europea, que plantea acabar con un enfoque de oferta, asociado a subvenciones públicas, pasando al principio de recuperación íntegra de los costes a través del pago de los usuarios. A continuación se desarrollan algunos de estos aspectos, siguiendo básicamente al Informe de evaluación económica y financiera del Plan Hidrológico en el marco de la demanda de fondos de cohesión y al profesor Pedro Arrojo (Arrojo, 2003).

- **Inmadurez técnica presupuestaria**

Ha sido puesta de manifiesto con la aparición, casi inmediata de variaciones en el trazado de los canales, que suponen aumentos del 15% del presupuesto inicial por un lado, y por la no consideración de posibles desviaciones entre la inversión presupuestada y real, que algunos expertos cifran en hasta el 30%.

- **Costes intercalares**

Los análisis económicos del PHN (2001) consideran que la entrada en funcionamiento de una inversión, a pleno rendimiento, se produce al año siguiente al de su construcción. Se considera necesario utilizar una programación más realista que considere periodos de ejecución más amplios y, sobre todo, la entrada progresiva en servicio de las infraestructuras complejas.

- **Crecimiento de la demanda**

El PHN establece una previsión de demandas urbanas crecientes a lo largo de las próximas décadas, hasta llegar a los 470 hm³/año. Con independencia de que se pueda considerar que las demandas están sobreestimadas, no se puede asumir que tales demandas se producirán desde el primer año, lo que significa calcular la distribución de costes sobre caudales no demandados en cada momento. En la práctica se estaría calculando (y subvencionando) el efecto coste derivado de la sobredimensión inicial y total del proyecto.

- **Amortización de las inversiones**

Al analizar el proyecto se considera un plazo de amortización de 50 años para todas las infraestructuras. Este plazo que es adecuado para las grandes obras (presas, grandes canales) es inaceptable para otras (estaciones de bombeo o de turbinado), para las que no debería ser superior a los 20 años. Este segundo tipo de infraestructuras representa del orden del 20% de las inversiones totales del proyecto.

- **Regulación y distribución**

El PHN reconoce que para poder realizar el trasvase con garantía se precisa de una capacidad de almacenamiento suplementaria de unos 1.000 hm³, planteándose a tal fin el uso del embalse de Mequinenza, dando prioridad a la regulación frente a las funciones de generación hidroeléctrica. No se han tenido en cuenta, sin embargo, los costes derivados de compensar o expropiar los derechos de turbinado ni compensación alguna por los derechos de propiedad de la presa.

- **Aumento en los costes derivados del cambio climático**

Como consecuencia del crecimiento de la temperatura, del aumento de la evapotranspiración y de disminuciones de la pluviometría, asociados al cambio climático, se esperen reducciones de los caudales hídricos naturales y regulados. Sin embargo, en los escenarios de cambio climático utilizados no se han considerado disminuciones de los caudales necesarios y consecuentemente en los recursos que el PHN considera “sobrantes detraibles”, únicos que pueden ser trasvasados. El impacto de estos escenarios y la disminución de los volúmenes trasvasables debería ser tenido en cuenta, encareciendo el coste (y el precio) resultante para el m³.

- **Calidad de las aguas trasvasables**

El PHN reconoce la necesidad de contabilizar “... Otros costes indirectos asociados a la explotación de las transferencias... relacionados con posibles tratamientos de calidad del agua”. Sin embargo en el análisis económico no se reconoce impacto alguno

asociado, por ejemplo a las aguas del Bajo Ebro, con niveles de salinización y de sulfatos mayores que los límites máximos recomendados por la Unión Europea para aguas prepotables.

- **Costes Energéticos**

En el análisis de este apartado se incluyen subvenciones, impuestos y precios especiales para usos privilegiados y no se incluye el valor de oportunidad, por ejemplo precios cualificados para fijar el coste de bombeo y subvenciones y precios garantizados para los ingresos asociados al turbinado.

- **Pérdidas de transporte**

No se han considerado las pérdidas por almacenamiento y transporte en un trasvase de más de 1000 km de longitud, con tramos de cauce a cielo abierto, tramos que serán cauces naturales de ríos y almacenamientos en tránsito en embalses con enormes superficies, sometidos a intensos procesos de evaporación.

- **Costes ambientales**

No se mencionan algunos que pueden ser relevantes para la economía de algunas de las zonas afectadas (por ejemplo la interrupción del aporte de sedimentos a las áreas del litoral por la construcción de embalses). Por otra parte, introducir el valor del impacto ambiental de las obras contempladas como un 2% del presupuesto de ejecución material tiene un efecto muy pobre y limitado.

- **Resumen**

Como síntesis de la mayor parte de las cuestiones tratadas en este apartado, el profesor Arroyo hace la siguiente estimación del precio del m³ de agua trasvasada.

Estimación del precio del m³ trasvasado (céntimos de euros)

| Costes | Precio Base | Aumentos | | Precio acumulado |
|---------------------------------|-------------|-----------|---------------|------------------|
| | | absolutos | relativos (%) | |
| Precio estimado por el Gobierno | 31 | | | 31,0 |
| Regulación | | 2 | | 33,0 |
| Energía | | 2,5 | | 35,5 |
| Amortización | | | 6% | 37,4 |
| Cambio climático | | | 29% | 48,2 |
| Demandas urbanas crecientes | | | 26% | 60,7 |
| Pérdidas transporte | | | 8% | 65,6 |
| Depuración aguas urbanas | | 8 | | 73,6 |

Fuente: Arrojo, 2003

5.6.2. Otras Críticas al Trasvase del Ebro

Diferentes ONGs (Ecologistas en Acción, Nueva Cultura del Agua, Adena – WWF, etc.) y grupos de expertos han debatido sobre los aspectos ecológicos, medioambientales y socio – políticos del PHN, y en particular del Trasvase del Ebro. Incluso cinco de los miembros del Consejo Nacional del Agua, expertos en gestión de aguas por los Ministerios de Ciencia y Tecnología y de Medio Ambiente, presentaron un voto particular al informe sobre el PHN en el que consideraban “insuficientes los análisis hidrológicos realizados sobre las cuencas cedentes” y que “el PHN carece de base científica ambiental para garantizar su compatibilidad con la conservación del buen estado ecológico de los ecosistemas acuáticos españoles” (voto particular al informe...; 2001).

De igual modo que en el apartado anterior, con un propósito de sistematización, se recogen los principales argumentos.

● **Consecuencias Sociales**

- Focalización del desarrollo económico en algunas grandes ciudades y en el Arco Mediterráneo : Desequilibrios interterritoriales

No se ha realizado un estudio de los impactos sociales. No se tuvieron en cuenta los conflictos suscitados durante debate del PHN y es dudoso que el

trasvase contribuya a mejorar la situación de equilibrio interterritorial. Las áreas más negativamente afectadas por el PHN, las comarcas pirenaicas y del Bajo Ebro, tienen parámetros de desarrollo muy inferiores a los de las comarcas beneficiadas, el Área metropolitana de Barcelona y las Costas de Levante, Murcia y Almería).

- Como consecuencia de la construcción de los 120 embalses previstos se estima que serán inundados nuevos pueblos que se sumarán a los más de 500 ya inundados. Por otra parte, las nuevas presas amenaza tramos de río en las cabeceras de las cuencas, que constituyen algunos de los ecosistemas fluviales mejor conservados de Europa, suponiendo el principio de no territorio establecido por la Directiva Marco de Aguas.
- Los 400 hm³ que se dedicaran a usos urbanos generarán el asentamiento de 3,5 millones de residentes permanentes en el Arco Mediterráneo, con la consiguiente degradación de las condiciones de habilidad y de la calidad turística.

En este ámbito es preciso considerar la mala calidad de algunas de las aguas destinadas a este uso. Por ejemplo las aguas del Bajo Ebro tiene unos niveles de salinidad y sulfato que supera los límites recomendados por la Unión Europea para las aguas prepotables. Nivel de mala calidad previsiblemente empeorará como consecuencia de las pérdidas por evaporación durante el transporte, de la mezcla con aguas de peor calidad en los embalses de tránsito y con los regadíos previstos.

- **Consecuencias medioambientales**

- El aumento del regadío y su repercusión sobre los precios agrícolas intensificará el proceso de sustitución e implantación de una agricultura muy agresiva en la utilización de fitosanitarios y fertilizantes, que introducen una contaminación irreversible.
- Deterioro de zonas húmedas, especialmente del Delta del Ebro, por la reducción de aportes de agua y caudal sólido que motivarán los embalses y el transporte,

con graves consecuencias para el equilibrio ecológico, la dinámica litoral y el mantenimiento de playas y pesquerías de la zona.

- La definición del carácter “excedentario” de la Cuenca del Ebro es discutible desde el punto de vista ambiental. En la evaluación de los caudales existentes, no se tuvo en cuenta la tendencia recesiva de las últimas décadas (menores precipitaciones y forestación creciente en las cabeceras que aumenta la evapotranspiración).

Esta sobreestimación será aumentada considerablemente por los efectos que se esperan del cambio climático. Algunos expertos han estimado que en el horizonte del año 2060 (50 años después de la ejecución de las obras del trasvase, el periodo de amortización utilizado) la reducción media de los caudales peninsulares, y por tanto de los del Ebro sería del 17%. Aplicando dicha metodología al Ebro se estiman reducciones del 16% (Ayala, 1996) y, tras extrapolar los datos aportados en diversos informes, se infieren disminuciones del 20% (CEDEX, 1997) y del 28% (Libro Blanco del agua, 1998).

- Por otra parte, el caudal “ecológico” necesario para garantizar la sostenibilidad del Delta, que se estimó “provisional y orientativamente” en 100 m³/seg. (unos 3.000 hm³/año) es evaluado por otros expertos, por ejemplo (Prat, 2001) la Universidad de Barcelona que, siguiendo los criterios de la Directiva Marco sobre el Agua., sitúa el “caudal ecológico” entre 8.900 y 12.600 hm³/año, con una media de 10.718 hm³/año.
- Deterioro de los ecosistemas de ribera, especialmente la fauna piscícola por la alteración de su hábitat, el efecto de los embalses y la introducción de especies foráneas.
- Reurbanización de la costa y construcción de nuevas infraestructuras asociadas, con los consiguientes impactos ambientales negativos.

5.7. El Programa AGUA

5.7.1. La derogación del Trasvase del Ebro

La Ministra de Medio Ambiente del nuevo Gobierno constituido en abril de 2004 comienza inmediatamente las actuaciones de derogación del Trasvase del Ebro por medio de un Real Decreto Ley que se aprueba dos meses después, que constituye la base del llamado Programa AGUA y la posterior tramitación de la ley que modifica definitivamente el PHN en junio de 2005.

El Real Decreto Ley 2/2004 de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, que modifica o deroga los artículos de la ley relativos al Trasvase del Ebro, del modo que se resume a continuación:

- **Modificaciones**

Artículo 36, apartado 5 para la incorporación de dos Anexos que contienen las **nuevas actuaciones de interés general** (Anexo III) y las **actuaciones prioritarias y urgentes** (Anexo IV) a contemplar en cada una de las Cuencas Hidrográficas, que constituyen la base del Programa AGUA.

- **Derogaciones**

Artículos 13 (Previsión de nuevas transferencias ordinarias), 16 (Condiciones técnicas), 17 (Destinos de las aguas trasvasadas), 18 (Condiciones de organización de los usuarios), 19 (Condiciones de gestión), 21 (Efectos de las autorizaciones de transferencias), 22 (Régimen económico financiero del trasvase), 23 (Compensaciones de carácter ambiental a las cuencas cedentes) y 36 (Programación de inversiones), apartado 4.

Finalmente, **la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional**, modifica definitivamente el PHN, añadiendo a las modificaciones anteriormente reseñadas los términos que se resumen a continuación:

- **Modificaciones**

Artículos 2 (Objetivos de la ley), 6 (de los criterios de coordinación de los Planes Hidrológicos de Cuenca), 9 (normas sobre el buen estado ecológico de las aguas), 15 (Condiciones ambientales), 25 (Reservas Hidrológicas por motivos ambientales), 26 (Caudales ambientales), 36 (Programación de inversiones), Disposiciones adicionales segunda (Modificación de la Ley 18/1981, de 1 de julio, sobre actuaciones en materia de agua en Tarragona), cuarta (Plan Especial del Alto Guadiana), séptima (Plan Integral de mejora de la calidad del río Tajo), décima (Plan Integral de Protección del Delta del Ebro), Anexo II (Listado de inversiones).

- **Inclusiones**

Dos disposiciones adicionales decimotercera y decimocuarta (Comunidad Autónoma de Aragón), Disposición transitorias cuarta (Encomienda de gestión acordada por las Comunidades Autónomas a los Organismos de cuenca) y nuevas actuaciones en el Anexo II (Listado de inversiones).

- **Derogaciones**

Letra e del apartado 2 del artículo 2 (Objetivos de la Ley)

5.7.2. El Programa AGUA

El Programa AGUA, Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua, es la alternativa del Ministerio de Medio Ambiente al derogado Traspase del Ebro en las comunidades mediterráneas. Según su definición oficial “materializa la **reorientación de la política del agua**, mediante la explicación y difusión de las **actuaciones concretas** diseñadas para garantizar la disponibilidad y la calidad del agua en cada territorio”.

Respecto a los ejes básicos del programa, la página web del mismo plantea que el agua:

- Es al tiempo un derecho y una responsabilidad, siendo exigible a los poderes públicos que eviten todo abuso y degradación del agua
- tiene un valor económico, social y ambiental; una actuación debe tener en cuenta esta triple dimensión y la gestión integral del agua en cada cuenca
- la posibilidad de obtener recursos económicos adicionales obliga a España a cumplir las normas europeas en materia de agua y cuidado del medio ambiente
- la innovación tecnológica permite mayores niveles de ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como una mayor garantía de disponibilidad y calidad del suministro, favoreciendo la preservación y restauración de los ecosistemas asociados al agua
- no es un bien ilimitado; su uso debe tener en cuenta sus costes reales y el beneficio económico que puede generar su utilización, debiendo respetar la existencia de un caudal mínimo para mantener los ecosistemas de cada cuenca, incluidos los costeros.

5.7.3. *Objetivos y actuaciones principales*

La opinión pública asocia el Programa AGUA con la desalación, aunque como veremos sus contenidos tienen un alcance mucho mayor, pretendiendo implementar una política de gestión de los recursos hídricos, acorde con las legislaciones europea y española de aguas, y “verdaderamente” sostenible (Baltanás, 2005).

En este sentido, se está promoviendo un conjunto de medidas legislativas, de reorganización de la administración hidráulica y de reenfoque de actuaciones conflictivas, con el propósito de gestionar la demanda y promover el uso eficiente de los recursos, según modelos de viabilidad económica y recuperación de los costes.

Actuaciones en el Arco Mediterráneo

| Cuenca Hidrográfica | Número de Actuaciones | Cantidad (hm ³ /año) | Inversión (millones €) |
|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|
| Sur | 17 | 312 | 554 |
| Segura | 24 | 336 | 1.336 |
| Júcar | 40 | 270 | 798 |
| Ebro e Internas de Cataluña | 24 | 145 | 1.100 |
| Total Arco mediterráneo | 105 | 1.063 | 3.788 |

Fuente: Programa AGUA, Ministerio de Medio Ambiente

El conjunto de actuaciones, de las que mas de 120 han sido declaradas prioritarias y urgentes en las cuencas de Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia y Andalucía, prevé una inversión de más de 4.000 millones de euros y se articula entorno a los tres objetivos siguientes:

- **Aumento de la disponibilidad de recursos hídricos**

Se propone obtener 1.000 hm³/año adicionales, procedentes de la desalación de agua de mar o salobre (50%), de la reutilización de aguas residuales (20%), de la modernización de regadíos (15%) y del aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas y otras mejoras de gestión de los recursos.

- **Mejora y modernización de los sistemas de suministro**

En el **abastecimiento urbano**, con actuaciones que afectarán a mas de 8 millones de habitantes permanentes, y asegurarán las necesidades del turismo, en zonas como las áreas metropolitanas de Barcelona y Valencia, la Mancomunidad de los Canales de Taibilla en Murcia y Alicante, el sistema Málaga/Costa del Sol, la costa de Almería o la Plana de Castellón.

En el **abastecimiento para regadío**, se asegurarán los recursos necesarios para 300.000 ha, empleando sistemas de riego localizados y mas eficientes, y afectando a las condiciones de vida de 150.000 agricultores de la cuenca mediterránea.

● **Actuaciones ambientales**

Rehabilitación ambiental de algunos de los principales ecosistemas hídricos mediterráneos, especialmente el Delta del Ebro, la Albufera de Valencia y el Mar Menor en Murcia.

Rehabilitación ambiental de algunos tramos fluviales como el Bajo Ebro, el Bajo Turia y tramos de los ríos Llobregat y Ter.

Actuaciones para prevenir los riesgos por inundación de los ríos Turia, Serpis, Magro, Vaca o Benimodo.

5.7.4. La desalación en el Programa AGUA

El Programa AGUA contempla inicialmente 27 desaladoras, 24 de las cuales constituirán nuevas plantas o supondrán ampliaciones de las plantas existentes.

Actuaciones de desalación en el Programa AGUA

| Cuenca | Localización | Características básicas | | | Situación (nov 2005) |
|-----------------------|--------------------------|--|---------------------|----------------------------------|------------------------|
| | | Objeto | Agua bruta | Capacidad (hm ³ /año) | |
| Mediterránea andaluza | Marbella | Puesta en servicio | Mar | 20 | En servicio |
| | Costa del Sol | Nueva planta | Mar | 20 | Redacción del proyecto |
| | Málaga | Nueva planta | Salobre | 30 | Redacción del proyecto |
| | Adra | Nueva planta | Salobre | 5 | Precontratación |
| | Campo de Dalías | Nueva planta | Mar | 30 | Precontratación |
| | Níjar | Planta privada coordinada con el Programa AGUA | Mar | 20 | Construcción |
| | Carboneras | Puesta en servicio | Mar | 42 | En servicio |
| | Carboneras II | Nueva planta | Mar | 42 | En servicio |
| | Bajo Alanzora | Nueva planta | Mar | 20 | Precontratación |
| Segura | Águilas | Ampliación | Mar | 5 | Información pública |
| | Águilas/Guadaletín | Nueva planta | Mar | 40 | Información pública |
| | Valdelentisco | Nueva planta | Mar | 52 | Construcción |
| | San Pedro del Pinatar II | Nueva planta | Mar | 24 | Construcción |
| | Mojón | Nueva planta | Salobre | 4 | Información pública |
| | Torreveja | Nueva planta | Mar | 80 | Precontratación |
| | Vega Baja | Nueva planta | Salobre | 15 | Redacción del proyecto |
| Júcar | Alicante | Ampliación | Mar | 6 | Construcción |
| | Alicante II | Nueva planta | Mar | 24 | Contratación |
| | Vinalopó/Alacantí | Nuevas plantas | Salobre reutilizada | 25 | En estudio |
| | Campello | Nueva planta | Mar | 18 | Información pública |
| | Jávea | Ampliación | Mar | 10 | Redacción del proyecto |
| | Denia | Nueva planta | Mar | 9 | Información pública |
| | Sagunto | Nueva planta | Mar | 8 | Redacción del proyecto |
| | Moncófar | Nueva planta | Salobre | 15 | Redacción del proyecto |
| Oropesa | Nueva planta | Mar | 6 | Redacción del proyecto | |
| Internas de Cataluña | Nbarcelona | Nueva planta | Mar | 60 | Precontratación |
| | Tordera | Ampliación | Mar | 10 | Precontratación |

Fuente: Baltanás, 2005

Como puede comprobarse en la tabla anterior, se estima una capacidad de producción de del orden de los 500 hm³/año, la mayor parte de la cual se obtendría mediante la desalación de agua de mar.

Tan sólo la tercera parte de las 27 plantas se encontraban en la fecha de referencia en fase de estudio o redacción del proyecto, encontrándose por el contrario 3 de ellas en fase de construcción. Parece importante señalar que dos de las actuaciones corresponden a las plantas construidas en Carboneras y Marbella que no habían entrado en producción (incluso después de varios años como es el caso de Marbella) y la integración de una planta privada en construcción en Najar.

5.7.5. La sostenibilidad del Programa AGUA

Aunque existen diferencias respecto a la interpretación de las características que confieren el calificativo de sostenible a un cierto aprovechamiento, existe un cierto consenso sobre la relación entre sostenibilidad y viabilidad económica, ambiental y social. Este es el enfoque que se utilizará en este apartado, considerando estos tres aspectos en el Programa AGUA de manera aislada y en relación el Trasvase del Ebro.

- **Viabilidad económica**

- La **disponibilidad del recurso** hídrico es el requisito básico para la viabilidad económica. Frente al Trasvase que dependían absolutamente de la meteorología, más del 70% los recursos que el Programa AGUA aportará al Arco Mediterráneo no dependen de la climatología, estando garantizadas las aguas desaladas y reutilizadas tanto si llueve como si no lo hiciera.
- Capacidad de **ajuste entre la oferta y la demanda**. Existen ciertos factores condicionantes de la demanda exógenos al modelo de planificación, siendo la coyuntura del sector turístico y del mercado agrario determinantes para la cantidad de agua demanda. Frente a un modelo totalmente inelástico como era el Trasvase del Ebro, las producciones de agua desalada y reutilizada, e incluso la inversión en modernización de los regadíos contempladas en el programa AGUA

son totalmente modulares, permitiendo su regulación para adaptar la oferta en función de la demanda.

- Coste del recurso. Las tecnologías disponibles en la actualidad para la desalación hacen que los costes de energía de las dos soluciones sean comparables, con la particularidad de que la tendencia en la desalación es a la mejora permanente (así se vienen comportando esta industria en los últimos diez años, en los que los consumos se han reducido a la mitad, y es previsible que debido a la presión existente en el mercado y a las actuaciones de I+D+i en marcha continúen aportando apreciables mejoras). Adicionalmente los importes unitarios en concepto de inversión y amortización son en la desalación mucho menores y acordes con la dimensión requerida.

- **Viabilidad ambiental**

Las actuaciones incluidas en el Programa AGUA:

- No precisan de una infraestructura de mas de 900 km de longitud, con muy diferentes impactos en el ecosistema (el Trasvase del Ebro hubiera atravesado algunos parajes con alto nivel de protección medioambiental) y en el paisaje.
- No plantean en el Delta del Ebro los problemas que la exigencia de un régimen de caudales vertientes al mar suficientes hubiera causado, tanto en la determinación de los volúmenes trasvasables como en el impacto en la viabilidad económica que eventuales restricciones pudiera haber ocasionado.
- No incurren en los problemas de calidad de las aguas del Bajo Ebro, con gran contaminación agrícola e industrial, de la que podría derivarse graves impactos medioambientales en las cuencas receptoras.
- Por el contrario, se consideran posibles impactos en los fondos marinos motivados por los vertidos de la salmuera procedente de la desalación, aunque sea posible tratarlos con diferentes técnicas de disolución suficientemente rápida que no afecten a dichos ecosistemas, como las baterías de difusores, los vertidos en ramblas, e incluso en última instancia el empleo de emisarios.

- **Viabilidad social**

- Evita la percepción social de problemas relativos a los desequilibrios regionales y a la no consideración o merma de los valores ambientales.
- Dado que las actuaciones están muy localizadas, sin que apenas afecten a intereses socioeconómicos (principalmente a aspectos urbanísticos), es relativamente fácil resolverlos mediante acuerdo o a través de la modificación del emplazamiento de las instalaciones.

- **Conclusión**

En resumen, de los aspectos considerados se desprende que el Programa AGUA es preferible al Trasvase del Ebro por la garantía del suministro de los recursos hídricos, por la flexibilidad de las actuaciones que permiten acciones continuadas (incluso a muy corto plazo) de adecuación de la oferta a la demanda, la consecución de una mayor calidad ambiental y la disminución de la conflictividad social.

6. APORTACIÓN DE RECURSOS HIDRÁULICOS POR DESALACIÓN

6.1. Evolución histórica y situación actual

6.1.1. Estado de la cuestión

En síntesis la desalación es el proceso de separación de las sales de una solución acuosa. O dicho de otro modo, el proceso de separación del agua de las sales con el fin de obtener agua dulce para el uso humano. Se trata de un proceso por medio del cual el agua de mar, y en general el agua salobre, puede convertirse en un recurso hídrico aprovechable para el consumo humano directo, para el riego o para usos industriales.

El agua para abastecimiento no debe superar los 0,5 gramos de sales por litro, ni ser agua destilada, con unas exigencias de salinidad total muy similares cuando se destina para el riego, por lo tanto, la desalación del agua de mar, o del agua salobre, consiste en obtener agua de salinidad inferior a los 0,5 gr/l partiendo de agua de salinidad de 35 gr/l.

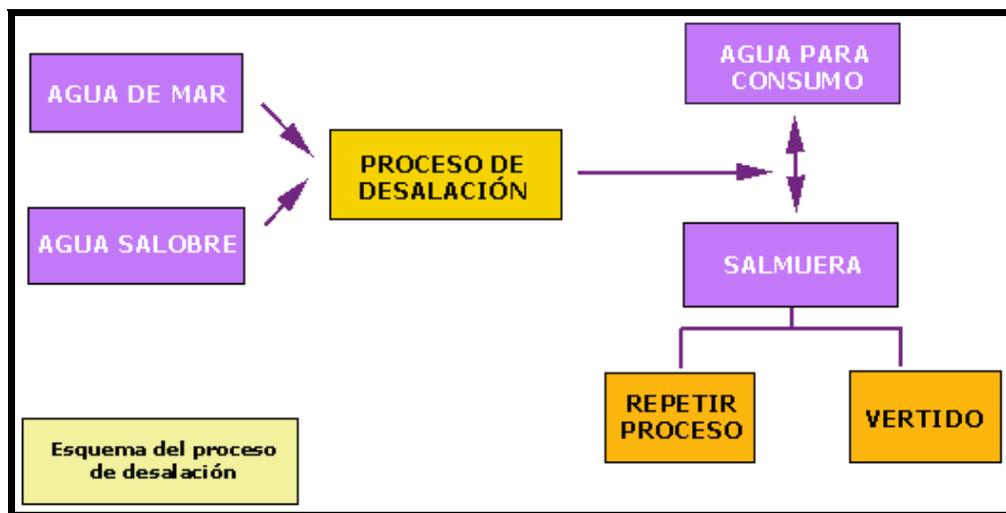
Los dos principios físicos para separar el agua de las sales, en los que se basan las tecnologías modernas de desalación son:

- El fenómeno de la evaporación que se produce en la superficie del mar, hace que el vapor de agua se desprenda dejando la sal en el mar; el vapor de agua pasa a la atmósfera, y a través de la lluvia, caerá a la tierra y volverá al mar, completando el ciclo del agua. En este principio se basa la **tecnología de evaporación** que mas adelante veremos, que en síntesis consiste en evaporar el agua de mar y condensar el vapor de agua resultante para obtener agua dulce en estado líquido.
- El fenómeno de la ósmosis, consistente en la captación del agua de la tierra por las plantas, absorbiendo el agua por la raíz y pasando a la savia, para lo que es preciso que exista una membrana que deja pasar el agua y no deja pasar las sales, es decir que separa el agua de las sales. En este principio se basan las **tecnologías de ósmosis**.

Desde el punto de vista termodinámico, la desalación del agua se produce aplicando la energía necesaria para separar las sales que contiene, previamente mezcladas en un proceso natural. En los dos fenómenos naturales que se han considerado, el sol aporta la energía necesaria, pero cuando el hombre repite y controla estos fenómenos mediante la utilización de las tecnologías disponibles, debe aportar la energía necesaria e imprescindible para realizar la separación del agua y las sales.

La desalación propiamente dicha aparece a finales del siglo XIX en el aprovechamiento del vapor de las calderas de los pequeños barcos para el consumo humano, evolucionando con el desarrollo de tecnologías de evaporación mediante la utilización de vapor de proceso o energía solar, hasta que en los años 60 del pasado siglo aparecen las membranas capaces de filtrar concentraciones de agua de mar.

Esquema del proceso de desalación



Fuente: Hispagua. CEDEX

La evolución técnica experimentada por las instalaciones españolas es perfectamente representativa de la evolución de la tecnología desde 1960.

- Desde 1960 a 1979

Las desaladoras incorporan procesos de destilación con plantas duales, productoras de agua y energía eléctrica que se exporta a la red eléctrica. Son representativas de este periodo las plantas de Fuerteventura, Ceuta, Las Palmas I, Lanzarote I y Las Palmas II.

A su vez es posible identificar dos subperíodos:

- En el período 1960/1973, con precios bajos del petróleo, se construyen instalaciones de bajo rendimiento, que precisan inversiones de construcción relativamente bajas, e incurren en altos consumos energéticos (Fuerteventura, Ceuta, Las Palmas I)
- Entre los años 1974 y 1979, en los que se produce una subida considerable del precio del petróleo, se introducen evaporadores de mayor rendimiento, que suponen instalaciones más caras, aunque con menores niveles de consumo. (Lanzarote I y Las Palmas II)

- Desde 1980 hasta la actualidad

A partir de la nueva crisis energética de 1979, ante la imposibilidad de mejorar la eficiencia de los procesos de evaporación, la industria opta por la ósmosis inversa para la desalación del agua de mar y por la electrodiálisis para la desalación de agua salobre.

La primera desaladora por ósmosis inversa se implanta en 1982. Desde esa fecha se ha venido utilizando esta tecnología en todas las nuevas instalaciones, salvo en la remodelación de Las Palmas I.

El avance tecnológico que supuso la generalización del proceso de Ósmosis Inversa aplicada al agua de mar y la reducción espectacular de los costes (el consumo de energía por m³ ha disminuido hasta la mitad en los últimos diez años) ha motivado la revisión de dos conceptos paradigmáticos de la desalación: **El coste del agua desalada es el mayor al que se puede obtener un recurso hídrico y el agua desalada nunca se utilizará para la agricultura.** En ciertas condiciones, como han demostrado

experiencias recientes en California, Argelia, Israel, India, etc., el coste del agua desalada puede ser mas bajo que el del agua obtenida por métodos convencionales y puede ser soportado por la agricultura de alto valor añadido. (Torres, 2005)

6.1.2. La desalación en el mundo

La capacidad total de desalación instalada en el mundo es de unos 32 hm³/día; más de la mitad de la capacidad de desalación está en los países de Oriente Medio.

La tabla siguiente muestra la distribución de esta capacidad por grandes áreas, con una mención expresa a España, que ocupa un lugar prominente, con un porcentaje similar al del resto de la Unión Europea.

Distribución geográfica de la Desalación

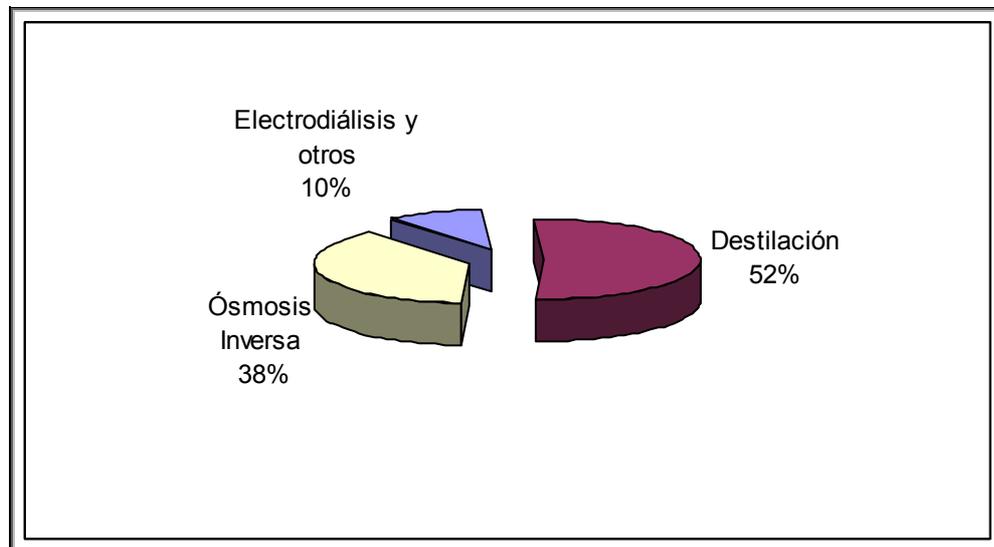
| Área Geográfica | % |
|-------------------|----------|
| Oriente Medio | 60 |
| EE.UU. | 16 |
| Unión Europea | 10 |
| España | 5 |
| Países del Magreb | 6 |
| Resto del mundo | 8 |
| Total | 100 |

Fuente: Torres, 2005

Arabia Saudita es el primer País en capacidad desaladora con casi el 25% de la capacidad total, seguido por los Estados Árabes Unidos. España es el quinto país del mundo.

El siguiente gráfico muestra la distribución global de las tecnologías utilizadas

**Distribución porcentual de los métodos de desalación
(% de la capacidad contratada)**



Fuente: Medina, 2000

Por grandes áreas, el estado actual de la desalación podría resumirse como sigue:

- Oriente Medio y Norte de África

Tenía en conjunto una capacidad instalada en el año 2000 de unos 16,7 millones de m³/día, mas del 80% de la cual se ubica en Arabia Saudí (5,4 millones), los Emiratos Árabes Unidos (5,1 millones), Kuwait (1,7 millones), Katar (0,8 millones) y Bahrain (0,8 millones).

Respecto a las tecnologías mas frecuentes, la Evaporación MSF se utilizaba en el 73% de las instalaciones y la Ósmosis Inversa en el 19%, correspondiendo el 8% restante a otras tecnologías.

- América

En los Estados Unidos se localiza sobre todo en California, Tejas y Florida, zonas muy áridas y con previsiones de grandes aumentos demográficos.

En los últimos años han tenido el mayor crecimiento del mundo en el número y capacidad de sus instalaciones, casi todas de Ósmosis Inversa, para potabilizar agua salobre.

Aunque pequeñas en su dimensión, hay que citar la existencia de conjunto de plantas en las Islas de Caribe, Bahamas, Antigua, Barbados, Islas Vírgenes, etc., que están aportando soluciones al abastecimiento del sector turístico.

- Europa

En conjunto posee el 10% de la capacidad instalada total, la mitad de la cual se sitúa en España. El resto se ubica en las islas del Mediterráneo. Concretamente en Chipre, con graves problemas de abastecimiento y en Malta, con una situación similar, agravada por el hecho de ser un importante destino turístico.

Entre el resto de los países cabe citar a Italia, principalmente en el sur de la península, Sicilia y Cerdeña, y en las Islas del Mar Egeo (Grecia y Turquía). Alemania y Austria tienen plantas de reutilización de aguas residuales y producción de agua ultrapura para procesos industriales.

- Nuevas Instalaciones

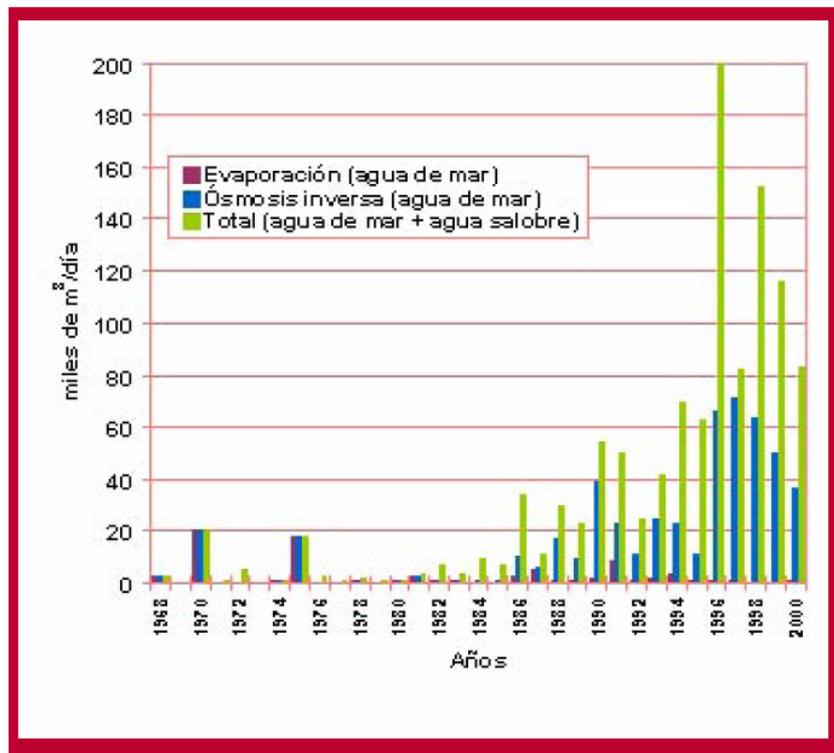
Más importante que la situación actual es la fortísima tendencia de crecimiento que se aprecia en todos los ámbitos geográficos.

Sólo en el año 2000 habrían entrado en funcionamiento (o estaban en proyecto avanzado desaladoras con una capacidad instalada de 2 hm³/día en Arabia Saudita, de 1,5 hm³/día en Emiratos Árabes Unidos, de 1 hm³/día en EE.UU. y de 0,3 hm³/día en Bahrain.

6.1.3. La Desalación en España

El lugar que ocupa España en el ranking de países en cuanto a capacidad de desalación instalada es el quinto, el cuarto si se considera solamente la desalación de agua de mar. Cuenta con instalaciones de tamaño inferior a la media global.

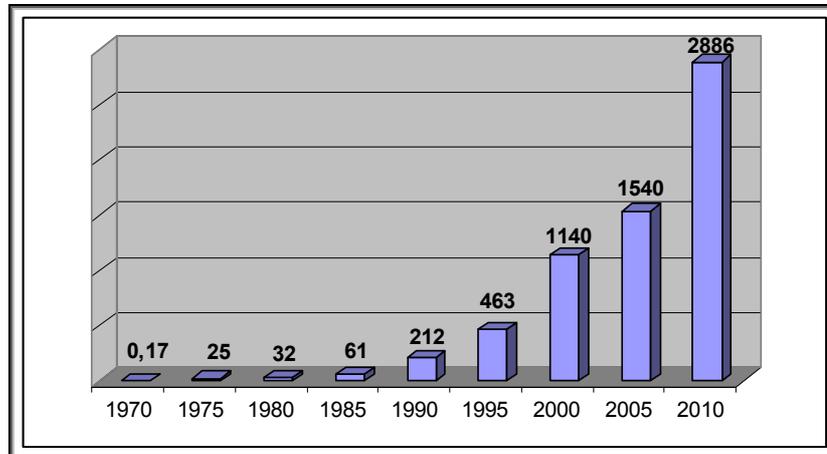
Capacidad instalada por sistemas



Fuente Torres, 2000

Al final del año 2000 había 750 instalaciones en funcionamiento con una producción de 1,2 millones de m³/día, equivalentes a 390 hm³/año, que unidas a las que recientemente han entrado en funcionamiento superan los 1,5 millones de m³/día (490 hm³/año). Como se señaló en apartados anteriores, el Programa AGUA contempla la instalación de grandes desaladoras y estima un aumento de la producción de agua desalada hasta superar los 2,8 millones de m³/día en 2010.

**Capacidad instalada real y prevista en el periodo 1970-2010
(miles m³/día)**



Fuente: Torres, 2005

El destino de esta producción de agua desalada se distribuye como sigue:

Usos del agua desalada (%)

| Agua | Urbano y turismo | Agrícola | Industrial |
|--------------|------------------|--------------|--------------|
| Mar | 94,40 | 5,60 | -- |
| Salobre | 20,40 | 47,60 | 32,00 |
| Total | 52,00 | 29,70 | 18,30 |

Fuente: Torres y Medina, 1999

Como puede apreciarse el consumo agrícola del agua salobre desalada es considerable, pudiendo afirmarse que España es prácticamente el único país que consume este tipo de agua desalada para su producción agrícola, casi el 30% del total.

Desde el punto de vista de la dimensión, tomando únicamente en consideración las 96 desaladoras de agua de mar de capacidad mayor de 600 m³/día, tendríamos que 63 (el 66%) están comprendidos entre los 600 y los 5.000 m³/día, 17 (el 18%) está entre los 5.000 y los 20.000 m³/día y 16 (el 16%) tienen una capacidad superior a los 20.000 m³/día.

Las grandes plantas desaladoras en España en operación:

| Nombre/Lugar | Capacidad (m ³ /día) | Año |
|---------------------------|---------------------------------|-----------|
| Carboneras | 125.000 | 2.004 |
| Cartagena | 65.000 | 2.004 |
| Alicante | 65.000 | 2.003 |
| Palma de Mallorca | 63.000 | 1998-2001 |
| Las Palmas III | 63.000 | 1990-2001 |
| Marbella | 55.000 | 1.997 |
| Almería | 58.000 | 2.004 |
| Las Palmas-Telde | 35.000 | 2.004 |
| Comndad Regantes Mazarrón | 30.000 | 1997-2000 |
| Sureste Gran Canaria | 28.000 | 1995-2000 |
| Javea | 26.000 | 2.002 |
| Sta Cruz Tenerife | 25.000 | 2.001 |
| Tordera | 22.000 | 2.001 |
| Adeje-Arona | 20.000 | 1998-2000 |
| Lanzarote III | 20.000 | 1992-1996 |
| Inalsa IV | 20.000 | 1.999 |

Fuente: Asociación Española de Desalación y Reutilización

<http://www.Aedyr.com/desladroas.htm>

Es imprescindible finalizar este apartado recordando las principales actuaciones de desalación en las cuencas del Arco Mediterráneo contempladas en el Programa AGUA, con 27 actuaciones previstas, de las cuales 24 tienen por objeto construir nuevas plantas o ampliar considerablemente las existentes.

Como consecuencia de estas actuaciones se estima una capacidad de producción superior a 500 hm³/año, de las que el 83% procederá de la desalación de agua de mar y el 17% de la desalación de agua salobre.

En resumen 9 plantas (incluidas Carboneras y Marbella que estaban terminadas pero no habían entrado en explotación plena) estarán ubicadas en la Cuenca mediterránea andaluza, con una capacidad instalada de 229 hm³/año; 7 instalaciones, con capacidad de 220 hm³/año lo estarán en la Cuenca del Segura, 9 desaladoras capaces de producir

121 hm³/año estarán en la Cuenca del Júcar y las 2 restantes, con 70 hm³/año en las Cuencas Internas de Cataluña.

Actuaciones en desalación del Programa A.G.U.A.

| Planta | Características básicas | | | |
|-------------------------------------|---|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| | Objeto | Agua bruta | Capacidad (hm ³ /año) | Situación en noviembre de 2005 |
| Cuenca mediterránea andaluza | | | | |
| Marbella | Puesta en servicio | Mar | 20 | En servicio |
| Costa del Sol | Nueva planta | Mar | 20 | Redación del Proyecto |
| Málaga | Nueva planta | Salobre | 30 | Redación del Proyecto |
| Adra | Nueva planta | Salobre | 5 | Precontratación |
| Campo de Dalías | Nueva planta | Mar | 30 | Precontratación |
| Níjar | Planta privada coordinada con el Programa A.G.U.A | Mar | 20 | Construcción |
| Carboneras | Puesta en servicio | Mar | 42 | En servicio |
| Carboneras II | Nueva planta | Mar | 42 | En estudio |
| Bajo almanzora | Nueva planta | Mar | 20 | Precontratación |
| Cuenca del Segura | | | | |
| Águilas | Ampliación | Mar | 5 | Información pública |
| Águilas/Guadalentín | Nueva planta | Mar | 40 | Información pública |
| Valdeleñisco | Nueva planta | Mar | 52 | Construcción |
| San Pedro del Pinatar II | Nueva planta | Mar | 24 | Construcción |
| Mojón | Nueva planta | Salobre | 4 | Información pública |
| Torre vieja | Nueva planta | Mar | 80 | Precontratación |
| Vega Baja | Nueva planta | Salobre | 15 | Redación del Proyecto |
| Cuenca del Júcar | | | | |
| Alicante | Ampliación | Mar | 6 | Construcción |
| Alicante II | Nueva planta | Mar | 24 | Contratación |
| Vinalopó/Alancantí | Nueva planta | Salobre reutilizada | 25 | En estudio |
| Campello | Nueva planta | Mar | 18 | Información pública |
| Jávea | Ampliación | Mar | 10 | Redación del Proyecto |
| Denia | Nueva planta | Mar | 9 | Información pública |
| Sagunto | Nueva planta | Mar | 8 | Redación del Proyecto |
| Moncófár | Nueva planta | Salobre | 15 | Redación del Proyecto |
| Oropesa | Nueva planta | Mar | 6 | Redación del Proyecto |
| Cuencas Internas de Cataluña | | | | |
| Barcelona | Nueva planta | Mar | 60 | Precontratación |
| Tordera | Ampliación | Mar | 10 | Precontratación |

Fuente: Baltanás, 2005

6.2. Las tecnologías de desalación

Básicamente una planta desaladora separa el agua salina en dos flujos distintos; uno con una baja concentración de sales disueltas (agua producto) y el otro que contiene el resto de las sales disueltas (concentrado).

La instalación requiere la utilización de energía para funcionar, aplicándola de formas diferentes en función de la tecnología utilizada. Los procesos más habitualmente utilizados son los de Destilación y Filtración que siguiendo a (Torres, 2005) y (Urrutia, 2005) se describen a continuación.

6.2.1. Procesos de Destilación

Los procesos de destilación imitan el ciclo natural del agua calentando el agua a desalar hasta un vapor que posteriormente es condensado y pasa a formar el agua producto. Es necesario conseguir calentar el agua hasta alcanzar su punto de ebullición y hacerlo de la forma más económica posible, lo que se consigue controlando el punto de ebullición mediante la sucesiva reducción de la presión y temperatura de trabajo existente en las diferentes etapas donde se calienta el agua. De este modo se consigue la ebullición múltiple del agua y el control de las incrustaciones en los intercambiadores de proceso.

La evolución técnica que se ha producido en la desalación del agua de mar desde 1965 hasta hoy se encuentra perfectamente representada en España. Hasta 1980 la desalación se realiza básicamente mediante procesos de destilación, con plantas que son generalmente duales, es decir, productoras de agua y de energía eléctrica que se exporta a la red eléctrica. A ese modelo responden las desaladoras de Fuerteventura, Ceuta, Las Palmas I, Lanzarote I y Las Palmas II.

La producción conjunta “permite rebajar” el coste de agua desalada, porque efectivamente se produce un ahorro energético (frente a la producción de ambas por separado) que se aplica íntegramente al agua desalada, lo que supone una considerable disminución del coste del agua desalada. En la práctica se imputa al agua desalada la

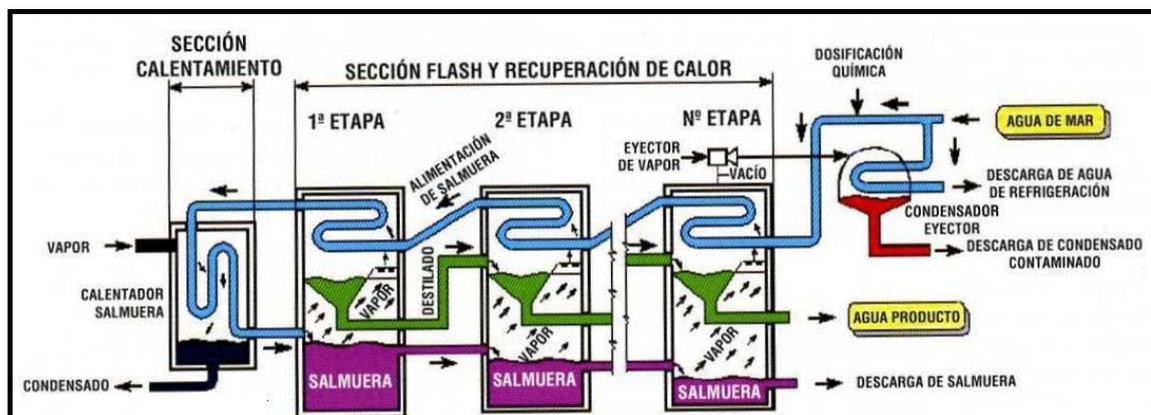
diferencia entre el consumo de energía necesario para producir sólo electricidad y el de la producción ésta más el agua.

Aunque basados en el mismo principio físico de separación del agua y las sales disueltas mediante la evaporación y la posterior condensación del vapor, entre los procesos de destilación hay diversos sistemas, siendo la forma de recuperar el calor de condensación del vapor lo que les diferencia unos sistemas de otros. Los sistemas más importantes son el MSF (evaporación multietapa), el MED (evaporación multiefecto) y el CV (comprensión de vapor).

- **La Destilación flash multietapa (MSF)**

En este proceso de destilación, se calienta agua de mar en el calentador de salmuera mediante la condensación de vapor en un intercambiador inicial por el que se hace circular el agua de mar. Posteriormente el agua de mar caliente se hace pasar a la primera etapa a una presión ligeramente inferior, por lo cual se produce una súbita ebullición parcial. El vapor producido se condensa en el haz tubular por donde circula el agua de mar hacia el calentador de salmuera, recogiendo el condensado como agua producto y vehiculando el resto hacia el siguiente efecto donde, al existir una presión inferior, se repite el ciclo.

Diagrama de una planta de destilación flash multietapa (MSF)



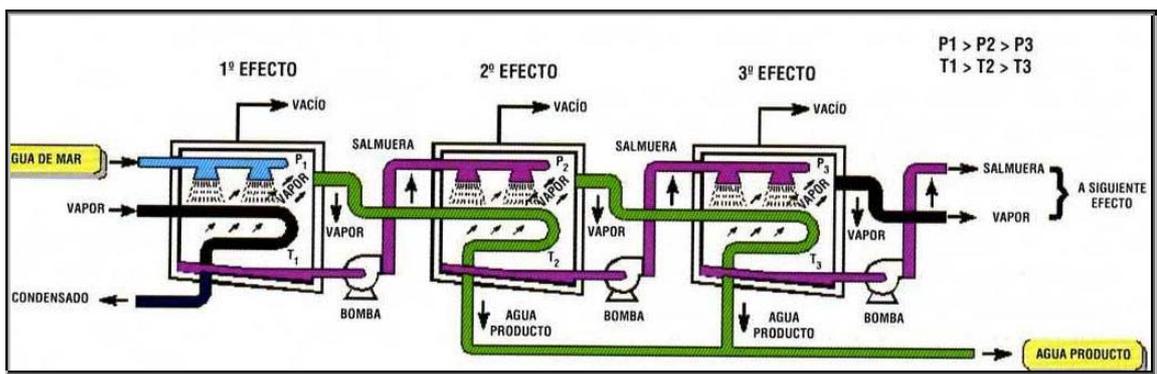
Fuente: Urrutia, 2005

Las plantas MSF se construyen en líneas modulares de hasta 70.000 m³/día de capacidad, con un máximo de 25 etapas. Operan con una temperatura de salmuera no superior a 110° C, debido a que a partir de tal temperatura comienza a producirse corrosión en las superficies metálicas de intercambio; este hecho hace que la eficiencia térmica de las plantas quede en la práctica limitada por la temperatura de operación.

- **La Destilación multiefecto (MED)**

Como en el caso anterior, este proceso se realiza en etapas sucesivas y utiliza el principio de reducción sucesiva de presión anteriormente citado. El agua de mar se introduce en el primer efecto, donde se calienta hasta su punto de ebullición mediante vapor procedente del exterior, produciéndose su evaporación parcial; el resto del agua es alimentada al siguiente efecto, donde existe una presión inferior y donde se produce de nuevo su parcial evaporación, al ser aplicada a un haz de intercambio por el que circula el vapor procedente del efecto anterior. Tal cesión de calor hace que el citado vapor se condense, pasando a formar parte del agua producto, y el nuevo vapor producido se vehicula al siguiente efecto, donde prosigue el ciclo de desalación.

Diagrama de planta de destilación multiefecto (MED)



Fuente: Urrutia, 2005

Las plantas MED se construyen habitualmente con un número de etapas no superior a 15, se diseñan para funcionar a temperaturas en el entorno de 70°C y su capacidad de producción unitaria no suele superar los 15.000 m³/d. El hecho de funcionar a

temperaturas inferiores a las del proceso MSF hace que sea menos exigente en cuanto a la calidad de los materiales empleados en las transferencias, aunque requieren una superficie de intercambio superior.

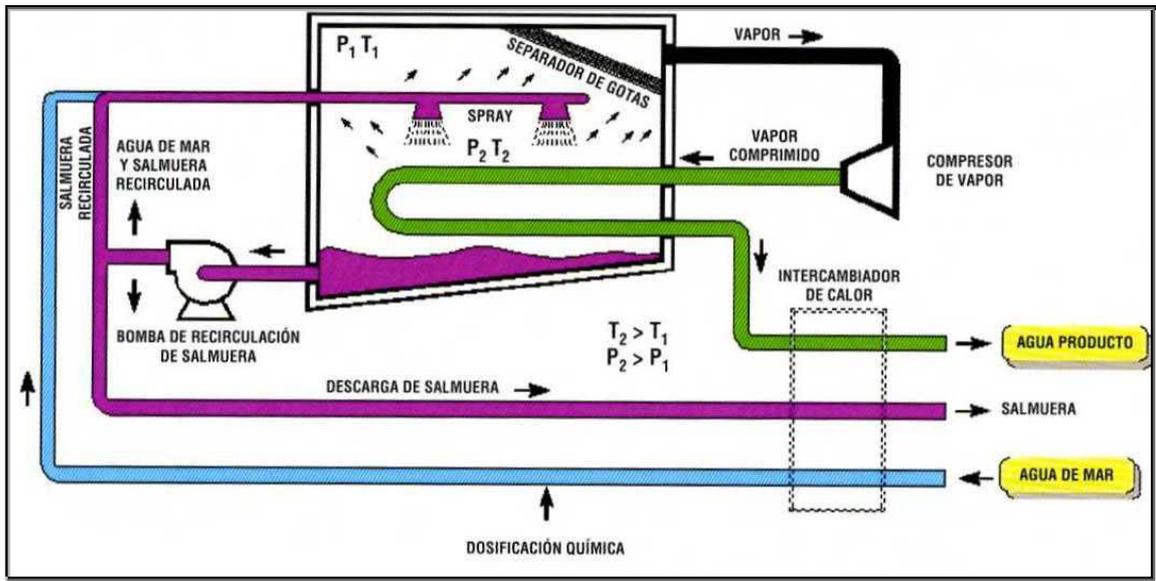
- ***Comprensión de vapor mecánica (MVC)***

Este proceso se utiliza generalmente en unidades desaladoras de agua de mar de pequeño y mediano tamaño (hasta 2.500 m³/d). En este caso el calor de evaporación del agua procede de la compresión del vapor mediante un compresor mecánico. Este compresor utiliza generalmente alimentación eléctrica, por lo cual es la única energía que se necesita en este caso.

Dado que el consumo principal de estas desaladoras es el combustible, las sucesivas crisis del petróleo han contribuido notablemente a la evolución de la tecnología hacia mayores niveles de eficiencia. El indicador que resume ese nivel de eficiencia, las características y el rendimiento del evaporador es la relación de producción, cociente entre la cantidad de agua producida y la cantidad de vapor de proceso consumido.

Hasta el año 1973, primera crisis energética, con precios bajos del petróleo se diseñaban instalaciones de construcción más barata a costa de un mayor consumo energético. Eran instalaciones de bajo rendimiento debido a que tenían una menor superficie de transferencia de calor de los evaporadores. La relación de producción de este tipo de instalaciones se fijaba entre 5 y 7 veces. A esta categoría pertenecen las desaladoras primeras de Ceuta, Fuerteventura y las Palmas I.

Diagrama de planta de compresión de vapor (MVC)



Fuente: Urrutia, 2005

La importante subida de los precios del petróleo en 1973 impulsa un nuevo salto tecnológico, aunque todavía dentro de la destilación. El diseño de evaporadores de mayor rendimiento obliga a modificaciones técnicas que permiten elevar la temperatura de operación y la superficie de transferencia, dando origen a evaporadores más caros pero de menor consumo energético. Se llega a alcanzar relaciones de producción de entre 10 y 11 veces, considerando que el techo tecnológico de los procesos de destilación se alcanza hacia 1980. En esta segunda categoría se incluyen las plantas de Lanzarote I y Las Palmas II

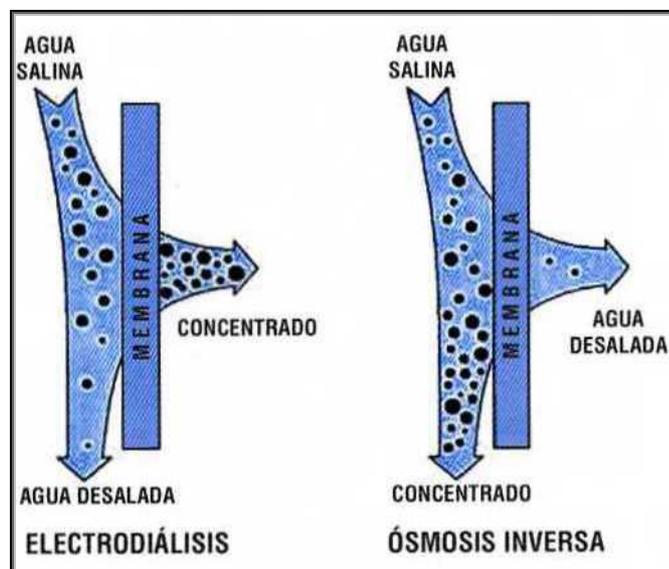
6.2.2. Procesos de Filtración

En el año 1979 se produce una nueva crisis energética, siendo la respuesta de la industria la búsqueda de nuevas disminuciones del consumo, pero la imposibilidad técnica de mejorar la eficiencia de los procesos de evaporación, orienta la investigación hacia los procesos de filtración, o de Desalación por membranas.

Las membranas se utilizan a nivel industrial en dos diferentes tipos de procesos de desalación, Ósmosis Inversa y Electrodiálisis. La Ósmosis Inversa se utiliza para

desalar aguas tanto marinas como salobres; utiliza la presión para la separación de las sales, dejando pasar el agua desalada a través de las membranas e impidiendo el paso del concentrado. La Electrodiálisis se utiliza exclusivamente para desalación de aguas salobres, y utiliza la propiedad de la corriente eléctrica de atraer los iones salinos disueltos en la solución. La gran diferencia existente entre los dos procesos es que mientras en la Ósmosis Inversa el agua desalada atraviesa físicamente la membrana semipermeable, en la Electrodiálisis es el concentrado el que atraviesa la barrera y no el agua producto.

Diferencia entre los procesos de ósmosis inversa y electrodiálisis



Fuente: Urrutia, 2005

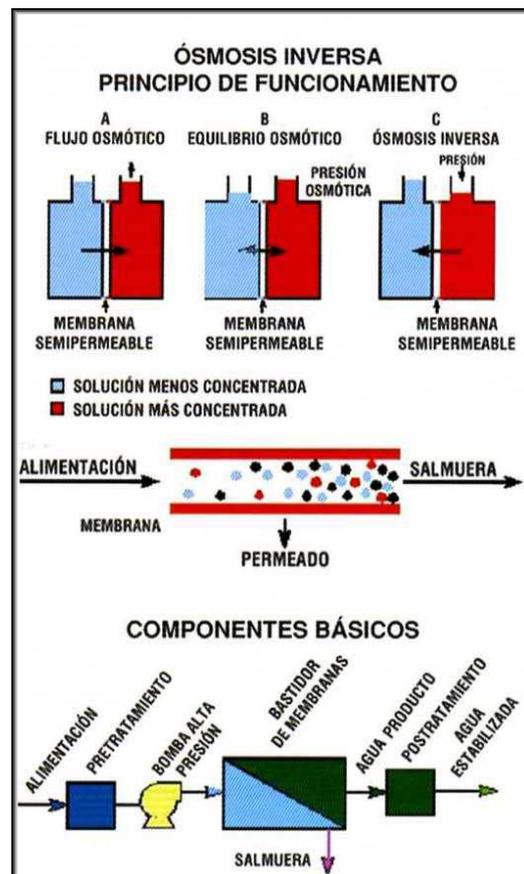
La aplicación de las membranas semipermeables para separar el agua y las sales en una disolución venía aplicándose desde hacía años al agua salobre, con concentraciones de 6 ó 7 gramos de sal por litro (7.000 ppm). La aplicación al agua de mar 35 g/l (35.000 ppm) precisaba desarrollar una membrana que presentara un rechazo de sales superior al 99%, con resistencia mecánica capaz de soportar los 70 kg/cm² requeridos para vencer la presión osmótica, con una productividad adecuada. La crisis de 1980 y otras posteriores presionaron a la industria y sirvieron para desarrollar este tipo de membranas y para extender su empleo de forma masiva.

Ósmosis inversa (OI)

La ósmosis es un fenómeno natural que se produce cuando un agua procedente de una solución menos concentrada pasa, a través de una membrana semipermeable, hacia otra solución de mayor concentración, hasta alcanzar su equilibrio. La ósmosis inversa consistiría, en consecuencia, en la inversión del citado proceso mediante la aplicación de una energía externa en forma de presión.

En la práctica, el agua a desalar se bombea a una caja de presión en donde es presurizada contra las membranas. Una parte del agua (producto) atraviesa la membrana mientras que el resto se concentra en sales, pasando a constituir el concentrado. Un sistema de ósmosis inversa está compuesto básicamente por cuatro subprocesos: Pretatamiento, Bombeo de alta presión, Bastidores de membranas y Post-tratamiento.

Esquema de un proceso de Ósmosis Inversa



Fuente: Urrutia, 2005

El Pretatamiento consiste en la eliminación por filtración de los sólidos suspendidos en el agua de alimentación y en la adición química de ácidos y antiincrustantes para inhibir la precipitación de sales en la superficie de la membrana.

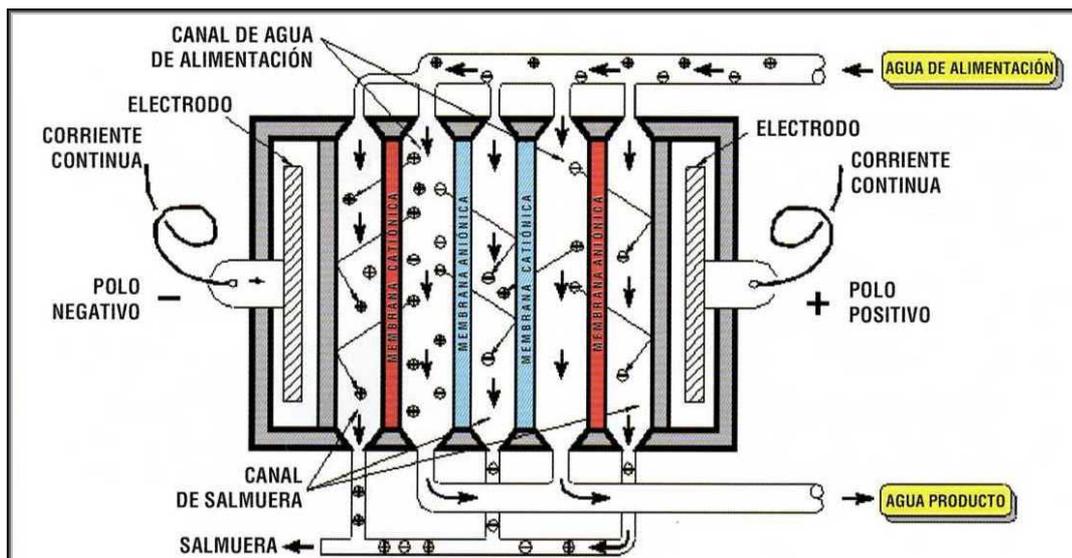
El Bombeo proporciona la presión necesaria para hacer posible el paso del agua a través de la membrana. El rango de presiones habitual para aguas salobres oscila entre 15 y 27 bar y para aguas marinas entre 55 y 70 bar.

El Pos-tratamiento consiste en la estabilización del agua producto y su preparación para la distribución mediante la eliminación de gases y el aguaste de pH.

Electrodiálisis (ED)

El proceso de electrodiálisis se introdujo en los años sesenta para tratamiento exclusivo de aguas salobres y también utiliza membranas semipermeables y selectivas a los pasos de los iones positivos o negativos. En lugar de separar el agua de la disolución reteniendo los iones salinos como ocurre en la Ósmosis Inversa, en la Electrodiálisis se crea un campo eléctrico al que se somete el agua salada.

Diagrama de planta de electrodiálisis



Fuente: Urrutia, 2005

Las sales disueltas en una solución salina tienen sus cargas eléctricas neutralizadas. Cuando se introduce una corriente eléctrica en la solución mediante dos electrodos, los iones tienden a migrar hacia el electrodo de carga opuesta. Al interponer dentro de esta solución y de forma alternativa pares de membranas aniónicas-catiónicas que permiten de forma selectiva únicamente el paso de los aniones-cationes a su través, se produce la división del flujo de entrada en dos flujos conteniendo dos soluciones, una diluida y la otra concentrada.

Las unidades de Electrodiálisis son modulares, y está constituidas por las denominadas pilas (stacks), consistentes cada una de ellas, en varios cientos de pares de membranas con sus correspondientes electrodos. El agua a desalar es conducida simultáneamente en varias corrientes en paralelo a través de las celdas, produciendo simultáneamente un flujo continuo de agua producto y otros de concentrado.

La Electrodiálisis dispone de características que la hacen atractiva en muchas ocasiones: Funciona con alto porcentaje de conversión (superior al 80%); el consumo de energía es proporcional al contenido en sales de las aguas a desalar; el agua de alimentación no exige tan bajo nivel de sólidos suspendidos como la Ósmosis Inversa y su rendimiento es independiente de la existencia de sustancias disueltas no iónicas, como la sílice.

La Electrodiálisis, compite con la Ósmosis Inversa en la desalación de agua salobre, sobre todo si ésta tiene alto contenido en sílice, que impide obtener rendimientos adecuados con la ósmosis, pero hasta la fecha no se puede utilizar en agua de mar.

España estuvo entre los primeros países que apostaron por la Ósmosis Inversa, instalando la primera planta en 1982. Desde entonces todas las instalaciones de desalación, salvo la remodelación de Las Palmas I, aplican esta tecnología. El consumo específico experimenta un descenso desde más de 20 kwh/m³ a menos de 4 kwh/m³, lo que supone una disminución importantísima del coste del agua desalada, que ha supuesto la sustitución de las antiguas desaladoras de evaporación por obsolescencia técnica y la extensión del uso del agua desalada.

Las primeras instalaciones de desaladoras de evaporación en Canarias y Ceuta han sido desguazadas, sustituidas y ampliadas con nuevas instalaciones de Ósmosis Inversa, no pudiéndose realizar la misma operación en Las Palmas I por tratarse de una planta dual que precisaba contar con evaporadores.

6.2.3. Resumen

Evolución de los consumos energéticos de la desalación en España

| año | kwh/m ³ | Tecnología | % variación | |
|------|--------------------|------------|----------------|------------|
| | | | s/ anterior | s/ 1970 |
| 1970 | 22,0 | MSF | -- | -- |
| 1980 | 18,0 | MSF | -18,2 | -18,2 |
| 1985 | 15,0 | CV | -16,7 | -31,8 |
| 1988 | 13,0 | CV | -13,3 | -40,9 |
| 1990 | 8,5 | OI | -34,6 | -61,4 |
| 1992 | 7,8 | OI | -8,2 | -64,5 |
| 1994 | 6,2 | OI | -20,5 | -71,8 |
| 1996 | 5,3 | OI | -14,5 | -75,9 |
| 1998 | 4,8 | OI | -9,4 | -78,2 |
| 1999 | 4,5 | OI | -6,3 | -79,5 |
| 2000 | 4,0 | OI | -11,1 | -81,8 |
| 2001 | 3,7 | OI | -7,5 | -83,2 |
| 2002 | 3,5 | OI | -5,4 | -84,1 |
| 2003 | 3,1 | OI | -11,4 | -85,9 |
| 2004 | 2,8 | OI | -9,7 | -87,3 |

Fuente: Medina, 2005

El extraordinario avance que ha supuesto la evolución tecnológica antes comentado, queda resumido en la tabla anterior, que muestra la reducción experimentada en la energía, principal consumo de la desalación. Este comportamiento habría supuesto la reducción del coste de la energía en el 57.8 %, desde los 40,8 céntimos de euro por m³ (C €/m³) de 1995 hasta los 17,2 C €/m³ de 2004, situando el coste total del m³ de agua de mar desalada en 2004 en casi la mitad del existente en 1995 (Torres, 2005).

6.2.4. *Últimas aportaciones tecnológicas*

En el momento de redactar este documento, la Agencia EFE distribuía una noticia relacionada con una nueva tecnología de desalación israelí, recientemente presentada en España por la empresa IDE Technologies. Dicha tecnología, al parecer implantada en Ashkelon y Hadera, al norte del estado israelí, podría reducir el precio del agua desalada en España en hasta un 22%, fijando el precio final en unos 39 céntimos de euro.

Las plantas construidas con este nuevo enfoque tecnológico tienen 3 grandes secciones denominadas “Power Centres”. En el primero se realiza la desalinización en si misma, en el segundo se sitúa la bomba de alta presión y en el tercero se genera la electricidad que sirve para abastecer a la planta y, además resulta ser una fuente de ingresos, al vender el excedente de electricidad generado a la red (plantas duales).

6.3. El coste de la desalación

6.3.1. *Aspectos Generales*

Los costes de desalación y por lo tanto los precios de utilización finales, son el resultado de un conjunto de parámetros que, en función de la tecnología empleada, caracterizan cada instalación; habría por tanto que hablar del coste medio de la desalación, o en todo caso de un rango de costes. Entre los principales factores se incluyen la ubicación, las características de la toma de agua (agua limpia o contaminada) y el tamaño de la planta.

Si tomamos una instalación de desalación de agua de mar por ósmosis inversa, el rango de coste sería como sigue:

**Rango de coste del agua de mar desalada por ósmosis inversa
(Céntimos de euro por m³)**

| Componente | C €/m ³ |
|----------------------|--------------------|
| Electricidad | 22,0 - 27,0 |
| Mano de Obra | 1,8 - 8,1 |
| Productos Químicos | 2,1 - 5,4 |
| Cambio de Membranas | 0,1 - 3,6 |
| Limpieza y Cartuchos | 0,1 - 0,2 |
| Mantenimiento | 1,8 - 3,2 |
| Total Operación | 31,0 - 49,0 |
| Amortización | 15,0 - 22,0 |
| Coste Total | 46,0 - 71,0 |

Fuente: Medina, 2005

Un primer problema a resolver es la comparación entre los costes de las instalaciones españolas y el de otras grandes instalaciones de desalación de agua de mar existentes en países que utilizan las tecnologías más actualizadas y eficientes.

Producción y coste del agua previstos en grandes desaladoras

| Planta | País | m ³ /día | US \$/m ³ | C €/m ³ |
|---|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Point Lisas | Trinidad - Tobago | 109.000 | 0,71 | 57 |
| Taweclah | Abu Dhabi | 250.000 | 0,68 | 55 |
| Hamma | Argelia | 200.000 | 0,82 | 66 |
| Skida | Argelia | 100.000 | 0,78 | 63 |
| Tampa Bay | EE.UU. | 100.000 | 0,55 | 44 |
| Tusa | Singapur | 136.000 | 0,52 | 42 |
| Tipo de conversión: cambio medio US\$/€ en 2005= 1,24 (Reuters) | | | | |

Fuente: Medina, 2005

De la comparación de las dos tablas, puede deducirse la competitividad plena de las instalaciones españolas, frente a las grandes desaladoras extranjeras tomadas como referencia, todas ellas de reciente construcción.

Una vez analizada la consistencia de los costes de la desalación de agua de mar se procede a considerar los costes incurridos en la desalación de aguas salobres, considerando las dos tecnologías principales, la ósmosis inversa para aguas de hasta 7 gr/l y la electrodiálisis para aguas de hasta 4 gr/l. Para ello se ha tomado la misma fuente (Medina, 2005), que asegura unas bases metodológicas similares a las utilizadas para el agua de mar

Rango de costes del agua salobre desalada C€/m³

| Componente | Osmosis Inversa | Electrodiálisis |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| Energía | 8 - 12 | 10 - 17 |
| Mano de Obra | 2 - 8 | 2 - 7 |
| Productos Químicos | 2 - 3 | 0,6 - 0,9 |
| Cambio de Membranas | 1 - 2 | 0,6 - 1 |
| Limpieza y Cartuchos | 2 - 4 | 0,6 - 0,1 |
| Mantenimiento | 1 - 2 | 0,6 - 1 |
| Total Operación | 15 - 27 | 14 - 27 |
| Amortización | 7 - 9 | 8 - 12 |
| Coste Total | 21 - 36 | 22 - 38 |

Fuente: Medina, 2005

6.3.2. Análisis de los Costes del Agua de mar desalada

En este apartado siguiendo a Manuel Fariñas, trataremos sobre una desaladora de agua de mar por ósmosis inversa con toma abierta y cámaras hiperbólicas para recuperar la energía del rechazo, cuyo esquema ha sido incluido mas adelante.

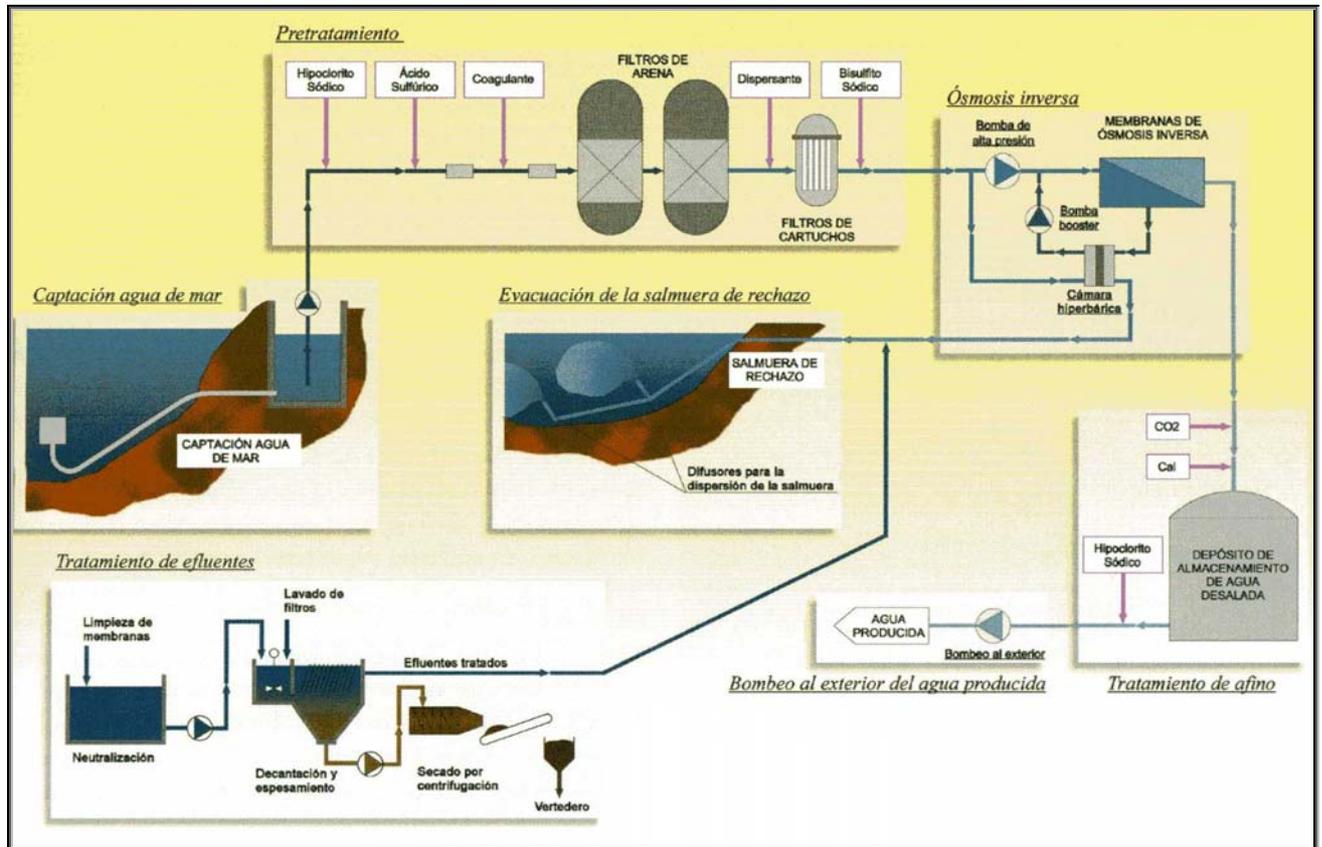
● **Inversión necesaria**

Dependiendo de las soluciones técnicas empeladas en cada uno de los principales subprocesos, partes o bloques, este tipo de desaladora implica diferentes niveles de inversión:

- **Captación del agua de mar:** realizada superficialmente, y no mediante pozos costeros. Recientemente se han empleado soluciones de captación mediante drenes horizontales (San Pedro del Pinatar, Murcia). El tipo de captación superficial, de

toma en canal o mediante un emisario submarino, implica niveles de inversión muy diferentes.

Esquema de la desaladora base: OI, toma abierta y cámaras hiperbáricas



Fuente: (Fariñas, 2005)

- **Pretratamiento:** es más o menos complejo y costoso dependiendo de la contaminación existente en el agua, aunque los grados de libertad existentes para captar agua de la mejor calidad posible, hacen que el nivel de la inversión requerida por este subproceso no implique diferencias considerables.
- **Tratamiento de afino:** el agua obtenida tras atravesar las membranas semipermeables, tiene valores de calcio y magnesio muy bajos, es muy corrosiva y tiene muy pocos bicarbonatos, no pudiendo ser utilizada ni para consumo ni para riego, precisando de un tratamiento de afino distinto según que el destino del agua sea el abastecimiento o el riego.

El distinto tipo de afino no implica variaciones significativas de la inversión, aunque si de los posteriores coste operativos.

- **Bombeo al exterior del agua producida:** el agua acondicionada debe ser enviada **desde** la desaladora a los puntos de consumo, incurriendo en mayores costes de inversión cuanto mayor sea les infraestructura de transporte necesaria.
- **Evacuación de la salmera de rechazo:** dado que se trata del elemento de mayor impacto medioambiental si no se distribuye adecuadamente, es necesario, dispersarla y mezclarla con el resto del agua de mar lo más rápidamente posible para eliminar **riesgos**. En función del tipo de costa, del estado del mar, de la pendiente del fondo marino, etc., es necesario el empleo de técnicas específicas, que también implican diferentes volúmenes de inversión.
- **Tratamiento de efluentes:** dependiendo de la calidad del agua de partida el volumen de sustancias que habrá que extraer en el pretatamiento variará, haciendo mas o menos complejo el tratamiento de efluentes, que lógicamente implican necesidades de inversión y de costes operativos diferentes.
- **Obra civil;** las variaciones debidas a este concepto, tales como acabados, arquitectura, etc., no suponen variaciones apreciables en la inversión. Una situación diferente se produce si no existiera una gran línea de transporte de energía eléctrica en los alrededores de la instalación, pues sería necesario realizar las obras precisas para su instalación, lo que supondría niveles de inversión muy diferente.

La importancia que se ha concedido a este apartado es consecuencia de que del orden del 22% del coste incurrido corresponde a la Amortización, en cuantía que depende del volumen de la inversión, de la vida útil de la instalación y de la tasa de descuento utilizada para los cálculos.

Como resumen de los aspectos hasta aquí reseñados, y partiendo de instalaciones reales realizadas en España en los últimos años, la inversión total requerida se sitúa en el entorno de los 750 € por m³/día.

Inversión necesaria para construir una desaladora

| Nivel de la Inversión | Por m ³ /día | Por m ³ /año |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Más barata | 668 | 1,87 |
| Media | 740 | 2,06 |
| Más cara | 875 | 2,44 |

Fuente: Fariñas, 2005

● **Amortización**

La recuperación de la inversión se incorpora a los precios de coste a través de la amortización. En el modelo de costes que estamos siguiendo, la amortización sería un importe anual tal que, configurada una renta financiera con tales anualidades a lo largo de la vida útil de la instalación, descontada a una tasa de descuento a largo plazo, igualara el importe de la inversión realizada, considerando el valor residual nulo.

Fijado el valor de la inversión, los parámetros a considerar serían la vida útil y la tasa de descuento:

- **La vida útil** que se ha considerado es de 25 años, porque la experiencia ha demostrado que es posible considerar este periodo, e incluso más. Las desaladoras Las Palmas II y Sureste de Gran Canaria, con una antigüedad de 15 y 11 años respectivamente, funcionan perfectamente y han sido actualizadas tecnológicamente en varias ocasiones sin apenas problemas, y sin inversión adicional, puesto que las mejoras en eficiencia, (es decir, la disminución del coste del m³ de agua desalada) ha financiado la inversión en actualización tecnológica.

Por otra parte, no se vislumbra la irrupción de una nueva tecnología que pueda ocasionar la obsolescencia tecnológica de la ósmosis inversa en el plazo considerado.

- **La tasa de descuento a largo plazo** considerada es el euro bono (bono alemán) a 30 años, el instrumento financiero a largo plazo más sólido en la zona euro, que según Reuters es el 4% para el vencimiento 04/01/2037.

La tabla siguiente muestra el coste de la amortización, junto a un análisis de sensibilidad de los dos parámetros analizados, en una instalación de inversión media.

Coste del m³ de agua desalada en concepto de amortización

Cifras en céntimos de euro

| Nivel de la inversión | Amortización |
|--|--------------|
| Más barata | 11,97 |
| Media | 13,19 |
| Más cara | 15,62 |
| Vida útil: 25 años. Tasa de descuento 4% | |

Fuente: Fariñas, 2005

En adelante tomaremos como referencia una instalación de dimensión media, por lo que el análisis de sensibilidad lo limitaremos a este tipo de instalación.

Coste del m³ de agua desalada en concepto de amortización.

Céntimos de euro: Análisis de Sensibilidad

| Tasa descuento | Años de vida útil | | |
|----------------|-------------------|-------|-------|
| | 20 | 25 | 30 |
| 3 | 16,4 | 14,01 | 12,45 |
| 4 | 17,95 | 15,62 | 14,11 |
| 5 | 23,41 | 19,58 | 17,31 |

Fuente: Fariñas, 2005

Como puede comprobarse el diferencial entre las hipótesis mas cara (20 años al 5%) y la seleccionada es de 7,89 céntimos de euro, importe que disminuye hasta 3,17 céntimos respecto a la mas económica (30 años al 3%).

- **La Energía**

Refiriéndonos exclusivamente a la ósmosis inversa, el consumo de energía por m³ ha pasado de 8,5 kwh/m³ en 1990 a 2,8 kwh/m³ en 2004, prácticamente un tercio. (Esta mejora sería todavía más importante si comparamos el consumo con el incurrido en 1970 con la tecnología existente, evaporación MSF que era de 22 kwh/m³).

En la planta tipo considerada los costes de energía incurridos en cada uno de los subprocesos serían los siguientes:

Costes de energía en los principales subprocesos

| | |
|------------------------------|-----|
| Captación y pretratamiento | 0,6 |
| Desalación propiamente dicha | 2,6 |
| Pérdidas y varios | 0,1 |
| Total a pie de | 3,3 |
| Bombeo al exterior | 0,3 |
| Total en la cota + 65,00 mm | 3,6 |

Fuente: Fariñas, 2005

Cuando parecía que la eficiencia derivada de la utilización de equipos de bombeo a alta presión y las turbinas Pelton había llegado al límite, han aparecido nuevos sistemas de recuperación de energía, los intercambiadores de precisión, que están permitiendo rebajar los consumos energéticos.

De este consumo resulta un coste por m³ de 22,02 céntimos de euro, de los que 1,57 C € son costes fijos (en concepto de Término de potencia), teniendo los 20,45 C € restantes un comportamiento de coste variable.

● **Otros Costes**

La siguiente tabla recoge el resto de los costes fijos y variables de la operación.

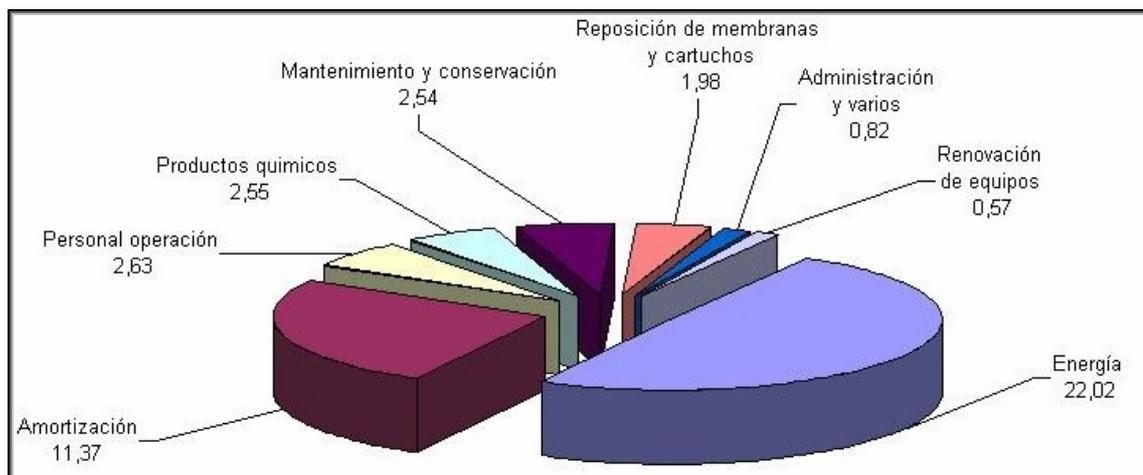
Otros costes de la operación

| Carácter | Concepto | C€/m ³ |
|----------|--|-------------------|
| Fijo | Personal de operación | 2,63 |
| | Mantenimiento y Conservación | 0,56 |
| | Término de potencia | 1,57 |
| | Administración | 0,14 |
| | Otros costes fijos (seguros, licencias, ...) | 0,68 |
| Variable | Productos químicos | 2,55 |
| | Mantenimiento y Conservación | 1,98 |
| | Energía eléctrica | 20,45 |
| | Reposición de membranas y cartuchos | 1,98 |
| | Renovación de equipos | 0,57 |

Fuente: Fariñas, 2005

● **Coste Total**

En resumen, el coste de desalación de un m³ de agua de mar, 44,48 Céntimos de Euro, con una estructura como la que figura en el siguiente gráfico:



Fuente: Fariñas, 2005

Con esta estructura de costes es necesario realizar las dos siguientes consideraciones.

- Casi el 65% de los costes totales esta relacionados con la amortización y la energía, con tendencia a disminuir en el tiempo dada la evolución favorable de las tecnología de las membranas y de la recuperación de la energía, así como de la relativa facilidad con que se realizan las actualizaciones tecnológicas, y consecuentemente el aumento de la vida útil.
- El 58% de los Costes son variables, lo que dada la flexibilidad de estas instalaciones para ajustar la oferta a la demanda, permite regular la generación de agua desalada con un coste de sobredimensión relativamente bajo.

6.3.3. Precios de Venta

Basándonos en la estructura de costes analizada en el apartado anterior podríamos establecer el precio de venta resultante añadiendo los Gastos Generales y el Beneficio industrial del operador por un lado y del Impuesto sobre el Valor Añadido por otro, resultando.

Precio de Venta del m³ de agua deseada

| | |
|---|-------|
| Costes Fijos | 16,95 |
| Coste Variable | 27,53 |
| Coste Total | 44,48 |
| Gastos Generales y Beneficio Industrial | 3,31 |
| IVA | 4,37 |
| Precio de Venta | 52,16 |

6.4. Impacto medioambiental de la desalación

6.4.1. Aspectos Generales

- Los ecosistemas marinos del litoral costero mediterráneo tienen una salinidad media de 37/38 partes por mil (psu) (37 a 38 gramos/litro). El agua de rechazo de las desaladoras de agua marina que funcionan por ósmosis inversa, alcanzan

valores entre 68 y 90 psu. Esta **diferencia de salinidad entre las masas de agua**, sería un factor que explicaría posibles cambios en los ecosistemas marinos.

- Complementariamente, el **vertido hipersalino es una masa de agua muy densa** que forma una capa sobre el fondo y se mueve siguiendo la línea de máxima pendiente. El alto grado de estratificación hace que la dilución entre la masa de agua superior a salinidad ambiente y la inferior con elevada salinidad, sea complicada aunque estén expuestas a corrientes y mareas.
- La situación es distinta dependiendo de las **condiciones del mar** en que se vierte y del **procedimiento de desalación utilizado**.
En el Golfo Pérsico con concentración salina media de las aguas de 45 psu, profundidades máximas de unos 35 metros, elevada contaminación de petróleo (20% del transporte mundial), poca circulación del agua a través del estrecho de Ormuz, y temperaturas que producen altísima evaporación, los serios problemas de contaminación se agravan por la profusión de desaladoras.
Respecto al tipo de tecnología utilizada, hay que tener en cuenta, que en la destilación retorna el 90% del agua captada, mientras que en la ósmosis inversa se aproxima al 55%, lo que conlleva una mayor concentración.
- Así mismo hay que tener en cuenta la distinta problemática que genera la desalación de agua marina del **tratamiento de las aguas salobres**. En éstas, se parte de concentraciones medias de 4 psu y se devuelven con 16 psu, siendo la conversión media de agua desalada, del 75% de la captada.
- Existen además de la salinidad otros **componentes químicos** en el vertido de salmuera que pueden afectar el ecosistema biológico marino.
Estos productos químicos son aditivos que se utilizan en distintas fases del proceso. En concreto: polímeros de fosfatos que actúan como antiincrustantes y anticorrosivos en la fase de captación del agua marina, compuestos de cloros utilizados como biocidas y detergentes para limpieza de membranas.

Las concentraciones de estos elementos son normalmente muy bajas, por lo que la salinidad es el factor de mayor afectación al ecosistema marino.

6.4.2. Principales impacto de las desaladoras

- Los **cambios de salinidad** de la columna de agua pueden afectar a todos los organismos planctónicos. Sin embargo las comunidades bentónicas son las más susceptibles por no poder desplazarse o migrar ante cambios medioambientales.
- En el litoral costero mediterráneo, cobra una especial importancia dentro de las comunidades de fanegómanas submarinas, las praderas de **Posidonia Oceánica**. Se trata de una especie endémica del Mediterráneo, que ocupa grandes extensiones entre 0,5 y 30 metros de profundidad. Los beneficios que aportan al ecosistema están ampliamente reconocidos, y la han situado como un elemento de la mayor relevancia para la conservación y gestión del ecosistema costero del Mediterráneo. Es un organismo que requiere mucha luz, y por tanto, elevada transparencia de las aguas, siendo especialmente sensible a los cambios medioambientales por su escasa capacidad para recuperarse tras una agresión, por lo que se haya en regresión en todo el litoral mediterráneo.
- Las praderas de Posidonia, no pueden vivir en ambientes con grandes fluctuaciones de salinidad, por lo que están ausentes en las desembocaduras de los ríos y en las lagunas costeras hipersalinas. No obstante, tradicionalmente no se había considerado importante el factor de salinidad en los estudios realizados sobre la supervivencia de la especie.
- Teniendo en cuenta los proyectos de desaladoras a desarrollar en el litoral mediterráneo, se han iniciado **estudios científicos** dirigidos a establecer los límites de **tolerancia de la posidonia a la salinidad**. En los años 2002 y 2003 se realizó un proyecto participado por la Sociedad AC Segura, el CEDEX, el CEAB, la Universidad de Alicante y el Centro Oceanográfico de Murcia.

Las principales conclusiones del estudio, fueron las siguientes:

- Los **límites de la tolerancia** de la **posidonia** al incremento de salinidad son **muy bajos**. A partir de 1 psu (38,4 psu en el Mediterráneo), se observan efectos negativos que afectan a la vitalidad de los tejidos, crecimiento foliar y supervivencia.
 - La mortalidad total se produce a partir de 42 psu, comparativamente baja con otras especies bentónicas del Mediterráneo.
 - La degradación de la pradera de Posidonia afecta de forma importante a la fauna dependiente. Por tanto la salmuera tiene un efecto negativo no solo sobre las praderas de Posidonia, sino sobre todo el ecosistema.
 - Los resultados obtenidos del proyecto reseñado, se han realizado en períodos de corta exposición (máximo de 90 días) con altas concentraciones de salinidad. La situación que originen los vertidos reales de desaladoras en períodos prolongados, así como la influencia de la temperatura y la luz, no es actualmente suficientemente conocida.
En este sentido, la opinión más extendida entre los científicos, es que todavía es **escaso e insuficiente el conocimiento** de la repercusión que pueda tener sobre el ecosistema los distintos procedimientos de vertido.
- Si bien los elementos químicos utilizados en la desalación, se vierten en concentraciones bajas y tienen por tanto escasos efectos sobre el ecosistema, se expone con carácter general en el cuadro adjunto.
 - Los distintos compuestos que en distinto grado de concentración son vertidos al medio marino, procedentes de desaladoras.
 - El origen y función del componente en las instalaciones y el proceso de desalación.
 - El impacto que genera en el ecosistema marino.

Impactos de los elementos de la Salinera

| Compuestos | Origen / Función | Impacto |
|--|---------------------------------------|---|
| Metales pesados: Cu, Fe, Ni, Cr, Zn | corrosión | acumulación en el sistema, estrés a nivel molecular y celular |
| Fosfatos | anti-incrustantes | macronutriente, eutrofización |
| BELGARD'2000 (Ac. Málico) | anti-incrustantes | desconocidos |
| Cl ⁻ | antifouling | formación compuestos halogenados, carcinógenos y mutágenos |
| Ácidos grasos | tensoactivos | membranas celulares |
| Sulfuro de sodio | anticorrosivo, captura O ₂ | desconocido |
| Ácidos sulfúrico | anti-incrustantes | en grandes cantidades baja significativamente el pH del sistema |
| Residuos sólidos | limpieza membranas | turbidez |
| Salmuera | concentrado agua de mar | variable |
| Temperatura | tratamiento | variable |

Fuente: García y Ballesteros 2005

6.4.3. Soluciones al vertido para la reducción del impacto medioambiental

Se relacionan en este apartado, distintas alternativas y soluciones, relativas a la ubicación y tratamiento de los vertidos, que permiten minorar los efectos negativos sobre el ecosistema.

6.4.3.3. Aguas salobres

- **Vertido directo a ramblas o cauces cercanos.**

Solución poco recomendable porque saliniza los cauces y terrenos adyacentes, afectando a la población asentada en dicho cauce.

- **Vertido directo al mar.**

Hay que tener en cuenta que la salinidad del vertido (16psu) es inferior a la salinidad del mar (37 psu), y por tanto, deben analizarse las características del punto de vertido.

- **Instalación de balsas de evaporación para la obtención de sal.**

Se necesita una extensión de terreno de coste normalmente disuasorio. Además se reduce el aporte de agua de retorno a la cuenca hidrográfica.

- **Inyección en acuíferos más profundos que el aporte.**

Solución rechazable por la posible afectación a acuíferos cercanos.

- **Colectores de vertido que recojan el correspondiente a una o varias desaladoras y lo conduzcan hasta el mar**

Es una buena solución, condicionada por la idoneidad del punto de vertido.

6.4.3.4. Aguas marinas

El escaso conocimiento científico existente todavía sobre los efectos de la hipersalinidad sobre el ecosistema y lo incierto de los modelos de dispersión hidrodinámica de los vertidos, supone que cada actuación particular debe ser objeto de análisis. Las recomendaciones más lógicas, guiadas en gran parte por el sentido común, son las siguientes:

- **Ubicación de los vertidos en zonas de litoral es que estén ausentes o lejos del punto de vertido, los habitats más sensibles.**

La ausencia de cartografías precisas sobre la situación de estos habitats (posidonia), supone la mayor dificultad para encontrar la ubicación idónea del punto de vertido.

Como factor añadido, hay que considerar que a veces el lugar idóneo desde el punto de vista ecológico, no lo es desde el punto de vista técnico, económico o social, pesando estos criterios más que el de la salvaguarda del ecosistema.

- **Vertido directo al mar a través de ramblas y cauces existentes.**

Esta solución solamente es aceptable en zonas de corrientes y vientos que produzcan una dispersión hidrodinámica que permita una rápida disolución de la salmuera.

- **Construcción de emisarios submarinos**

Esta solución se adopta cuando la ubicación de la planta está cercana a praderas de posidonia. Produce un efecto perjudicial en la propia construcción del emisario, existiendo un riesgo añadido de rotura o fugas.

Por otra parte, el problema se traslada a profundidades mayores en que se desconoce la existencia de otros habitats sensibles.

En zonas en que la pendiente del litoral es alta, y consecuentemente, la extensión de la pradera de posidonia es pequeña, es una solución aceptable. Caso opuesto y a evitar, es la solución adoptada en la desaladora de San Pedro del Pinatar, con una extensa pradera de posidonia, que ha obligado a realizar un emisario que la atraviesa, con una longitud de 5 kilómetros.

- **Utilización de emisarios ya existentes de aguas residuales.**

Estos vertidos tienen normalmente un efecto más pernicioso para el ecosistema marino que los vertidos de las plantas desaladoras. Consecuentemente, sería aceptable como mal menor el vertido de salmuera en zonas previamente degradadas.

- **Utilización de otras infraestructuras ya existentes.**

Las infraestructuras de las dársenas de puertos, canales, emisores de aguas de refrigeración de centrales eléctricas, pueden ser utilizadas para el vertido de salmueras.

En estos casos hay que estudiar las medidas necesarias para la dilución dentro del emisario. Esta solución se ha adoptado en la planta desaladora de Carboneras, utilizando los conductos de salida del agua de refrigeración de la central termoeléctrica.

- **Disolución de la salmuera previa al vertido.**

Es sin duda la solución más idónea desde el punto de vista medioambiental. Consiste en la mezcla de la salmuera con agua de mar, previamente al vertido, reduciendo su salinidad.

De esta forma se facilita la dilución del vertido final de menor salinidad con el agua de mar, mejorando la acción de las corrientes y el oleaje.

Complementariamente, mediante esta solución se reduce la concentración de los elementos químicos usados en el proceso de desalación y protección de las instalaciones.

En el caso de utilizar emisores, la dilución se puede conseguir, mediante la utilización de efluentes, que consigan una salida gradual de la salmuera.

En ninguna de las soluciones apuntadas, es permisible el vertido directo sobre ecosistemas sensibles, especialmente sobre las praderas de posidonia, por el riesgo inaceptable que suponen.

Como ejemplo de solución de vertido en que se han utilizado de forma eficaz una combinación de sistemas, destaca la planta desaladora situada en Jávea. La salmuera se vierte en un canal, con una previa dilución con agua de mar que reduce la salinidad a 44 psu. La descarga del vertido diluido se realiza mediante difusores, consiguiendo una dilución complementaria. El efecto final conseguido es una afectación máxima de 300 metros sin alcanzar a la pradera de posidonia oceánica.

7. IMPACTO EN EL EMPLEO

7.1. Creación de Empleo Directo

7.1.1. Metodología

Para estimar el empleo generado por las desaladoras contempladas en el Proyecto Agua se ha seguido el siguiente método:

- Establecer la dotación de personal de los diferentes perfiles profesionales necesaria para operar una instalación a los diferentes niveles: operación, mantenimiento, servicios generales, etc.

Esta configuración ha sido el resultado de diferentes entrevistas con expertos y responsables en gestión de este tipo de infraestructuras.

- Considerar una planta teórica de dimensión alta (150.000 m³/día) que lógicamente posee una organización mas estructurada, incluyendo una horquilla de personal auxiliar a partir de la que sea posible considerar diferentes niveles de eficiencia y complejidad de la gestión.

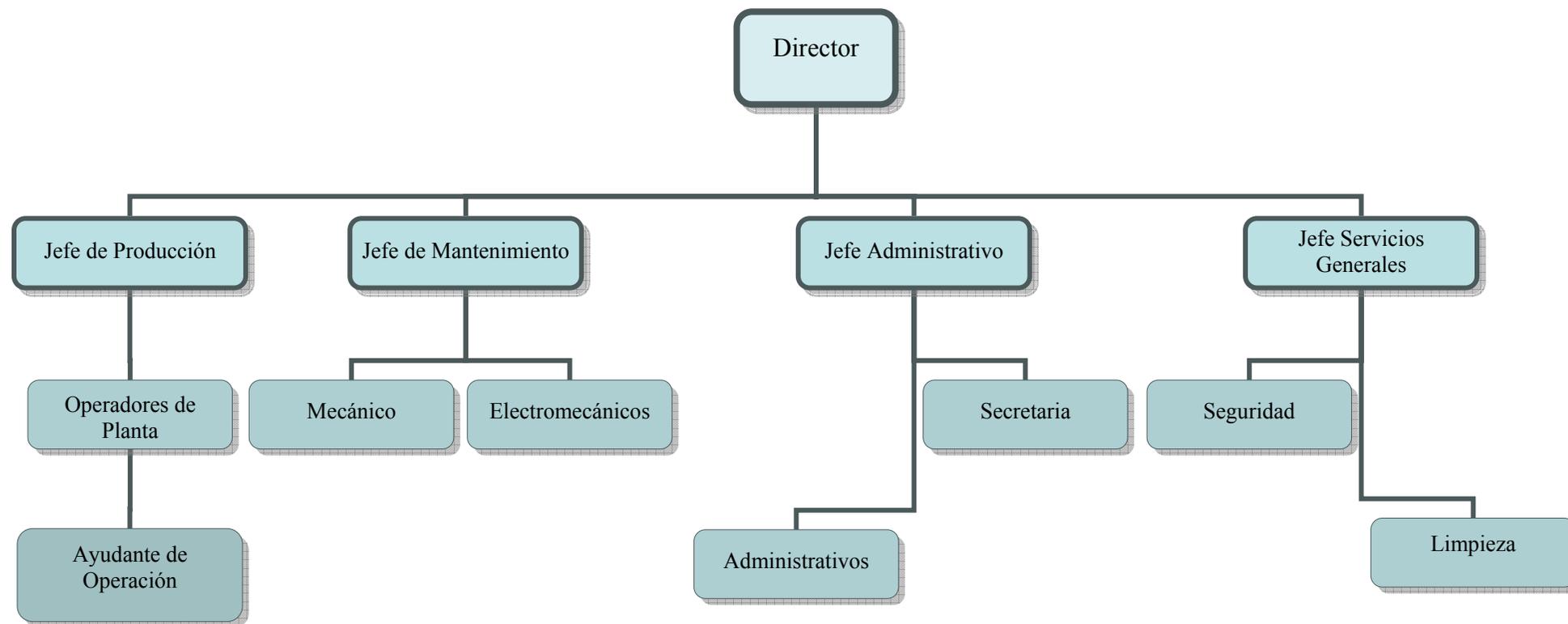
- Dado que un porcentaje considerable de las nuevas instalaciones serán de dimensión inferior, y por tanto menos eficientes en términos de escala (plantilla especializada/m³/año) se utilizará para las proyecciones una media ponderada de las estimaciones realizadas.

La clasificación de las 27 instalaciones previstas por el Programa Agua que se ha utilizado es la que figura en la tabla siguiente, de la que resultan 6 instalaciones grandes, 9 medianas y 12 pequeñas.

| Cuenca | Planta | hm ³ /año | m ³ /día | Grupo |
|-----------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---|
| Segura | Torre vieja | 80 | 219.178 | Grandes > 100.000 m ³ /día |
| Internas de Cataluña | Barcelona | 60 | 164.384 | |
| Segura | Valdelentisco | 52 | 142.466 | |
| Mediterránea andaluza | Carboneras I | 42 | 115.068 | |
| Mediterránea andaluza | Carboneras II | 42 | 115.068 | |
| Segura | Aguilas/Guadaletín | 40 | 109.589 | |
| Mediterránea andaluza | Málaga | 30 | 82.192 | Medianas 50 - 100.000 m ³ /día |
| Mediterránea andaluza | Campo de Dalías | 30 | 82.192 | |
| Júcar | Vinalopó/ Alicante | 25 | 68.493 | |
| Segura | San pedro del Pinatar II | 24 | 65.753 | |
| Júcar | Alicante II | 24 | 65.753 | |
| Mediterránea andaluza | Marbella | 20 | 54.795 | |
| Mediterránea andaluza | Costa del Sol | 20 | 54.795 | |
| Mediterránea andaluza | Níjar | 20 | 54.795 | |
| Mediterránea andaluza | Bajo almanzora | 20 | 54.795 | |
| Júcar | Campello | 18 | 49.315 | Pequeñas < 50.000 m ³ /día |
| Segura | Vega Baja | 15 | 41.096 | |
| Júcar | Moncófar | 15 | 41.096 | |
| Júcar | Jávea | 10 | 27.397 | |
| Internas de Cataluña | Tordera | 10 | 27.397 | |
| Júcar | Denia | 9 | 24.658 | |
| Júcar | Sagunto | 8 | 21.918 | |
| Júcar | Alicante | 6 | 16.438 | |
| Júcar | Oropesa | 6 | 16.438 | |
| Mediterránea andaluza | Aadra | 5 | 13.699 | |
| Segura | Aguilas | 5 | 13.699 | |
| Segura | Mojón | 4 | 10.959 | |

- Proyectar las plantillas correspondientes a los citados rangos de dimensión y calcular la plantilla media ponderada de la que podría considerarse como la desaladora estándar del Programa Agua.

7.1.2. Organigrama



7.1.3.

7.1.4. *Plantilla Necesaria*

De la aplicación de la organización anterior a las diferentes categorías de complejidad y dimensión que hemos considerado, resultan las siguientes necesidades de plantilla por planta.

| | | Pequeña < 50.000 m ³ /día | Mediana 50 - 100.000 m ³ /día | Grande > 100.000 m ³ /día |
|---------------------|------------------------|--|--|--|
| Dirección | Director de Planta | 1 | 1 | 1 |
| Operaciones | Jefe de Producción | | | 1 |
| | Operadores de planta | 4 | 5 | 5 |
| | Ayudantes | 5 | 7 | 10 |
| | Total | 9 | 12 | 16 |
| Mantenimiento | Jefe de Mantenimiento | | 1 | 1 |
| | Mecánico | 2 | 2 | 3 |
| | Electromecánico | 2 | 3 | 3 |
| | Total | 4 | 6 | 7 |
| Administración | Jefe de Administración | 1 | 1 | 1 |
| | Secretaria | 1 | 1 | 1 |
| | Auxiliar | | 1 | 1 |
| | Total | 2 | 3 | 3 |
| Servicios Generales | Seguridad | 1 | 2 | 2 |
| | Limpieza | 1 | 1 | 2 |
| | Total | 2 | 3 | 4 |
| TOTAL | | 18 | 25 | 31 |

7.1.5. *Niveles y perfiles profesionales*

Se ha clasificado los componentes de las plantillas anteriores en los 5 niveles profesionales siguientes:

- Jefatura: Titulado Superior o de Grado medio, normalmente Ingenieros Industriales y Graduados en Administración de Empresas.
- Operadores: Técnicos con estudios de Formación Profesional, de grado superior (los Operadores de planta) y medio (los auxiliares de Operador).
- Mantenedores: Técnicos con estudios de Formación Profesional de grado superior.
- Administrativos: Técnicos con estudios de Formación profesional de grado superior o medio.
- Servicios generales: Personal no cualificado.

En resumen la clasificación resultante es la siguiente:

| Resumen por planta | Pequeña < 50.000 m ³ /día | Mediana 50 - 100.000 m ³ /día | Grande > 100.000 m ³ /día | Media ponderada |
|---------------------|--|--|--|--------------------|
| Jefatura | 2 | 3 | 4 | 3 |
| Operadores | 9 | 12 | 15 | 11 |
| Mantenedores | 4 | 5 | 6 | 5 |
| Administrativos | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Servicios generales | 2 | 3 | 4 | 3 |
| TOTAL | 18 | 25 | 31 | 23 |

7.1.6. Empleo Generado

Aplicando los ratios considerados en los epígrafes anteriores a las desaladoras previstas, se estima un empleo generado de 627 personas equivalentes a tiempo completo al año. Es importante señalar que se trata de un empleo estable y con un nivel de cualificación medio alto.

La distribución de dicho empleo es la siguiente:

| | Pequeña < 50.000 m3/día | Mediana 50 - 100.000 m3/día | Grande > 100.000 m3/día | Total |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------|
| NÚM. DE DESALADORAS | 12 | 9 | 6 | 27 |
| Jefatura | 24 | 27 | 24 | 75 |
| Operadores | 108 | 108 | 90 | 306 |
| Mantenedores | 48 | 45 | 36 | 129 |
| Administrativos | 12 | 18 | 12 | 42 |
| Servicios generales | 24 | 27 | 24 | 75 |
| TOTAL | 216 | 225 | 186 | 627 |

7.2. Empleo Indirecto

En el apartado 6.1.3. La Desalación en España se consideraba la instalación de 1,3 millones de m³/día en el periodo 2005/2010, intervalo de tiempo consistente con el Programa Agua. Por otra parte, en el apartado 6.3.2. Análisis de los Costes de agua de mar desalada se estimaba la inversión necesaria para la construcción resultando una

inversión total de unos 2.800 millones de euros, correspondiente a la construcción de las 27 nuevas desaladoras.

Este volumen de inversión no tiene una entidad suficiente como para estimar un efecto macroeconómico en el sector de la construcción y en el de los bienes de equipo.

Probablemente sea más aceptable pensar que este plan de inversión contribuirá a dar mayor estabilidad a ciertos empleos de los citados sectores, sin que, dada la dimensión económica de la actuación inversora, deba plantearse generación neta de empleo.

8. CONCLUSIONES

8.1. España en Europa

- España, uno de los cinco mayores países de la Unión Europea de 25 miembros, en cuanto a superficie y población se refiere, tiene una baja densidad de población que sólo alcanza el 72% de la media comunitaria y la sitúa en el puesto 15.
- Con un crecimiento del PIB por encima de la media en los últimos años, que se prevé continuará en los próximos, el PIB per cápita español expresado en PPS se ha situado en el 98,3% de la media europea, estimándose que la alcanzará antes de 2010.
- Aspectos negativos de esta favorable situación son el hecho de que el crecimiento español es desequilibrado, con una fuerte presencia de la construcción, la baja productividad, con constantes pérdidas de posición relativa en el PIB por persona empleada y el crecimiento por encima de la media de la inflación española, signos de debilidad estructural que sitúan a la economía española en peores condiciones de competitividad.
- Sin embargo las finanzas públicas están muy saneadas, manteniéndose la tendencia de cierres anuales con déficit cero o superavit y la bajada continua del endeudamiento público en relación con el PIB.
- Aunque el fuerte crecimiento del PIB no ha sido capaz de absorber el alto nivel de paro existente, sobre todo femenino, todos los ratios relacionados con el empleo experimentan evoluciones positivas.
- El relativamente bajo nivel de inversión en I+D y en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son dos aspectos preocupantes respecto a la capacidad de reactivación de la productividad a medio y largo plazo.

8.2. El Arco Mediterráneo en España

- La región que se denomina Arco Mediterráneo representa el 21% de la superficie de España y el 29% de la superficie dedicada a la agricultura de regadío en el país.
- La población residente en la región es el 39% de la española. La densidad de población es 1,9 veces la media española, adicionalmente cuenta con una población flotante, de turistas, que en los periodos punta asciende a unos 700.000 habitantes día.
- En el Arco Mediterráneo se genera el 38% del PIB de España, con un PIB per cápita de 0,99 veces la media española. En resumen, Destaca la fortísima presencia del sector turismo que aporta el 11,4% del PIB total, 0,4 puntos porcentuales por encima de la contribución media nacional.
- Se trata de una región más poblada que la media (1,8 veces) cuya capacidad de generación de riqueza sólo alcanza para situarla en la media (0,99 veces).
- Todos indicadores del mercado laboral, incluida la productividad, están por encima de los valores medios nacionales.

8.3. Recursos Hídricos

- España obtiene unos recursos hídricos renovables de unos 110.000 hm³/año, con una demanda estimada de 35.000 hm³, que suponen 900 m³/habitante/año, frente a una media de la UE de 662. El ratio demanda/recursos anuales es de 0,32 en España y 0,21 en Europa. Considerando los retornos la demanda consuntiva por habitante y año es de 530 m³ en España y 201 m³ en la UE y el ratio demanda consuntiva/recursos renovables de 0,19 frente a 0,06.
- La situación desfavorable de España, se explica por los usos del agua: 13% urbano, 5% industrial, 14% energético y 68% agrícola, frente a proporciones en la UE de

14/10/30/46. La demanda para uso agrícola con retornos mínimos (20%) explica el contexto de nuestro país.

- Las deficiencias técnicas e insuficiente rigor de los datos aconsejaron la elaboración en España del Libro Blanco del Agua en España (1998 – 2000), que ha recopilado y unificado los datos existentes y estimado la evolución previsible de los recursos hídricos y demandas.
- Los recursos hídricos en España están condicionados por una pluviometría muy distinta por zonas geográficas, orografía compleja, periodos de sequía recurrentes y evotranspiración intensa.
- Para paliar la situación, históricamente se ha recurrido a la regulación de los ríos (embalses), explotación de aguas subterráneas, trasvases entre cuencas, y reutilización y reciclaje del agua. Los recursos hídricos disponibles se cifran en 45.000 hm³/año (40% de los recursos totales).
El 86% de estos recursos disponibles proceden de la regulación (embalses), el 12% del bombeo de aguas subterráneas (acuíferos) y el 2% restante de reutilización y desalación.
- Teniendo en cuenta los retornos (demanda consuntiva) las previsiones de demanda se estiman en el 93% para uso agrícola, el 6% para uso urbano, industrial y un 1% para uso energético. Las deficientes infraestructuras para riego, la sobreexplotación de los acuíferos y la contaminación del agua por fertilizantes y pesticidas, explican la importancia del uso agrícola, que es consecuencia de un precio bajo del agua que no cubre los costes de extracción y tratamiento, ni los derivados de la sobreexplotación y la contaminación.
- En las cuencas del Arco Mediterráneo, eliminando el impacto de Cataluña, la demanda consuntiva está destinada fundamentalmente al uso agrícola (93 a 97%).

8.4. Plan Hidrológico Nacional

- El PHN es un proceso de planificación hidrológica integral, consecuencia de la Ley de Aguas de 1985, que considera los Planes Hidrológicos de Cuenca, el Plan Nacional de Regadíos y el Libro Blanco del Agua.

Los Planes de Cuenca se aprueban por ley en 1998. El anteproyecto de PHN (1993) fue cuestionado por el Consejo Nacional del Agua, dando lugar a la elaboración del Libro Blanco del Agua. El PHN definitivo se aprueba en 2001 incluyendo el trasvase del Ebro como infraestructura base para satisfacer la demanda del Arco Mediterráneo. El PSOE propone una alternativa basada en la desalación y reutilización, que en 2004 modifica el PHN, dando lugar al Programa Agua.

- El PHN considera un déficit hídrico en el Arco Mediterráneo que en su primera versión legal, satisface con el trasvase del Ebro con una aportación de 450 Hm³ a la Cuenca del Segura, 315 Hm³ al Júcar, 95 Hm³ al Sur y 190 Hm³ a las Cuencas Internas de Cataluña. El uso es urbano en el trasvase Norte (189 Hm³ al área metropolitana de Barcelona) y mixto en el trasvase Sur (68% uso agrícola y 32% uso urbano). En total el 56% es de uso agrícola y el 44% de uso urbano.
- Los recursos hídricos disponibles de la cuenca del Ebro son 18.000 Hm³/año, de los que se destinaban al trasvase el 5,8% (1.050 Hm³/año). Se trata de una infraestructura de 900 kms con importantes desniveles (190 m en la toma y 540 m de cota máxima). Se financia con una tarifa única (31 cm de €/m³) independiente del punto de consumo y uso, sin que el PHN especifique el presupuesto del trasvase del Ebro algún documento le estima en el 23% del presupuesto total (4.000 Millones de euros). El PHN en total supone una inversión 18.100 millones de €, con un destino sectorial del 31,7% a modernización de regadíos, 16,6% a obras de regulación, 14,1% a saneamiento y depuración, 13,5% a abastecimiento como obras más significativas.
- El trasvase del Ebro recibe críticas en los aspectos económico-financieros y medioambientales, por parte de expertos a los que el Gobierno consulta la solución.

La documentación económica solamente se refiere al trasvase del Ebro, obviando el resto del PHN.

- Referente a los aspectos económicos-financieros, los Organismos de la UE consultados, son especialmente críticos resaltando: sobreestimación de beneficios, ignorancia de costes, falta de análisis de sensibilidad en la demanda, estructura de costes indiferenciada según usos, falta de consideración de los efectos negativos sobre el medioambiente. Es contrario al principio de la Directiva Marco de Aguas de la UE que plantea acabar con un enfoque de la oferta basado en subvenciones públicas y las previsibles políticas agrarias (PAC) y acuerdos GATT.
- Otros aspectos económico-financieros cuestionados por los expertos consultados, son: Inmadurez técnica presupuestaria (variaciones inmediatas al alza del 15% al 30% del presupuesto anual), ausencia de costes intercalares (la explotación se iniciaría de forma inmediata a la inversión), crecimiento de la demanda instantánea, amortización de todas las obras e instalaciones a 50 años, no consideración de los costes de expropiación de concesiones, insuficiente coste medio ambiental (2%).
- El precio de 31 C €/m³, pasaría hasta 73 C €/m³ en un escenario de costes realista.
- En los aspectos sociales, el trasvase del Ebro ha recibido críticas de expertos fundamentadas en la focalización del desarrollo económico en el Arco Mediterráneo en perjuicio de otras regiones, acentuando desequilibrios regionales y los efectos que sobre los ecosistemas fluviales suponen la construcción de 120 embalses.
- En los aspectos medioambientales las críticas se centran en los efectos negativos que supone la implantación de una agricultura muy agresiva en la utilización de fertilizantes y fitosanitarios, el deterioro del Delta del Ebro por la reducción de aportes de agua y de caudales sólidos motivados por embalses y transporte.
El carácter excendatario de la Cuenca del Ebro es discutible desde la perspectiva medioambiental, puesto que los caudales evolucionan retroactivamente y se

agravarán con el cambio climático. El caudal ecológico necesario para la sostenibilidad del Delta, se estima en el PHN en 3.000 hm³/año, frente al cálculo realizado con criterios de la Directiva Marco sobre el agua que lo estima en unos 10.000 hm³/año.

- En junio de 2004, el nuevo gobierno publica un Real Decreto que deroga el trasvase del Ebro y lo sustituye por el Programa Agua, sin que quede afectado el resto del PHN. Los objetivos y actuaciones principales consisten en una inversión de 4.000 millones de euros, distribuido en 120 actuaciones agrupadas en:
 - Mejora y modernización de sistemas de suministro tanto en el abastecimiento urbano como para regadíos.
 - Actuaciones medioambientales, especialmente en el Delta del Ebro, la Albufera de Valencia, el mar Menor y en la rehabilitación de otros tramos fluviales.
 - Actuaciones para prevenir inundaciones.

- El Programa Agua incluye 27 desaladoras (24 nuevas) con una producción de 500 hm³/año, en distinta fase de proyecto, construcción y ampliación-

- Las ventajas de la solución Programa Agua sobre el trasvase del Ebro, se pueden resumir en:
 - Viabilidad: disponibilidad de agua independientemente de la meteorología. El 70% de los recursos se obtienen por desalación u reutilización.
 - Capacidad de ajuste oferta/demanda, frente a coyunturas del sector turístico y del mercado agrario, se sustituye un modelo inelástico (trasvase del Ebro) por un sistema modular, de gran flexibilidad y con posibilidad de poner en marcha instalaciones en corto plazo.
 - Coste del recurso. La evolución tecnológica de la desalación hace que los costes energéticos de las dos soluciones sean comparables, con perspectivas de mejora en la desalación. La inversión y amortización y por tanto con claramente inferiores en la solución aportada por las desaladoras.

- Impacto medioambiental. No se producen los efectos negativos en el Delta del Ebro y en los 900 Kms. de infraestructuras necesarios en el trasvase. Por el contrario se consideran posibles impactos en los fondos marinos originados por el vertido de salmueras.

8.5. Desalación

- La tecnología de la desalación ha evolucionado extraordinariamente, desde las primeras plantas duales de Evaporación utilizadas en el periodo 1960 – 1979, hasta las actuales de Ósmosis Inversa que aparecen a partir de de 1980.
- La evolución tecnológica ha sido la respuesta de la industria a las sucesivas crisis energéticas, produciéndose los avances significativos tras los encarecimientos del petróleo en los años 1973 y 1979. En los últimos 10 años el consumo de energía por m³ ha disminuido hasta la mitad, casi al 90% si se compara con las primeras instalaciones de 1970.
- A nivel mundial la capacidad instalada es de unos 32 hm³/día, mas de la mitad de la cual se localiza en Oriente Medio. La capacidad instalada en Europa es el 10% de la mundial, correspondiendo a España (quinto país en el ranking mundial) el 5% del total. En todos los ámbitos geográficos se aprecia una fortísima tendencia al crecimiento.
- Respecto a la distribución de las tecnologías, el 52% de la capacidad instalada corresponde a procesos de Evaporación y el 48% a Ósmosis (38% Ósmosis Inversa y 10% Electrodialisis).
- A finales del año 2000 había en España 750 instalaciones en funcionamiento, con una producción de 1,2 millones de m³/día, estimándose que en 2010 se alcanzarán los 2,8 millones de m³/día.
- La práctica totalidad de la desaladoras españolas se han construido o han evolucionado hacia la tecnología de Ósmosis Inversa, lo que ha permitido

incorporar extraordinarios ahorros en el consumo energético, pasando de 22 Kwh/m³ en 1970 en plantas de evaporación a 2,8 Kwh/m³ en 2004 en plantas de ósmosis inversa, lo que supone una disminución del 87,3% del consumo por m³ en el periodo. En términos de céntimos de euros por m³ el coste ha pasado de 40,8 €/m³ en 1995 hasta 17,20 €/m³ en 2004, con tendencia a seguir disminuyendo.

- El coste del agua de mar desalada por ósmosis inversa en España se sitúa en un rango de entre 46 y 71 € por m³, comparable a los costes conocidos de grandes desaladoras construidas con tecnologías actualizadas en otros países, que oscila entre los 42 y 66 €/m³.
- El coste del agua salobre desalada se sitúa en un rango de 21 a 36 €/m³ en las plantas de Ósmosis Inversa y de entre 22 y 38 C €/m³ en los procesos de Electrodiálisis.
- Una idea de la versatilidad de esta tecnología, perfectamente adaptable a niveles variables de la demanda, la da el hecho de que sólo el 42% de los costes son fijos, dependiendo el resto del nivel de uso. Por grandes naturalezas la energía representa el 50% del coste total y la amortización el 26%.
- En resumen podríamos estar ante un precio de venta del m³ de agua desalada incluyendo gastos generales, Beneficio industrial e IVA de unos 52 C €/m³.
- El vertido de la desalación produce un impacto medioambiental negativo debido a la diferente salinidad con el agua marina (37/38 psu frente al 68/90 psu). Además el vertido es agua muy densa que se deposita en el fondo marino dificultando la dilución. En aguas salobres el impacto es la diferencia de salinidad es de 4 psu a 16 psu.
- El principal impacto se produce en la Posidonia Oceánica, comunidad bentónica abundante en el litoral mediterráneo, muy sensible a alteraciones de salinidad, e influyente en todo el ecosistema del entorno. Estudios e investigaciones concluyen

en resultados alarmantes sobre la vulnerabilidad de la posidonia, aunque todavía es escaso e insuficiente el conocimiento existente.

- Las soluciones idóneas para minorar los efectos del vertido se basan en la ubicación y el tratamiento previo del mismo. En aguas salobres las mejores soluciones son la utilización de colectores y el vertido directo de baja salinidad en puntos idóneos. En desaladoras de aguas marinas las alternativas son:
 - Vertido en zonas de habitats poco sensibles.
 - Construcción de emisarios submarinos. La construcción produce efectos nocivos y existen riesgos de roturas y fugas.
 - Utilización de emisarios ya existentes de aguas residuales.
 - Utilización de infraestructuras existentes (canales, dársenas, canalizaciones de agua en centrales eléctricas).
 - Dilución de vertido con agua marina y utilización de efluentes que favorecen la dilución. Es la solución idónea.

8.6. Impacto en el Empleo

- El Plan Agua contempla 27 instalaciones de Desalación con una capacidad instalada de 1,3 millones de m³/día que, aplicando los estándares normales de construcción de plantas de ósmosis inversa, supondría una inversión de unos 2.800 millones de euros en el periodo 2005/2010.
- De la consideración de las necesidades de operación, mantenimiento, administración y servicios generales de cada tipo de planta y la ponderación de las desaladoras previstas en el Plan Agua resulta una demanda de nuevos empleos directos de 627 empleos equivalentes a tiempo completo, estables y de cualificación media/alta.
- Respecto al empleo indirecto el volumen de inversión previsto no tiene una entidad suficiente como para estimar un efecto macroeconómico en el sector de la construcción y en el de los bienes de equipo. Probablemente sea más aceptable

pensar que este plan de inversión contribuirá a dar mayor estabilidad a ciertos empleos de los citados sectores, sin que, dada la dimensión económica de la actuación inversora, deba plantearse generación neta de empleo

BIBLIOGRAFÍA

- Arrojo Agudo, Pedro. PHN: Tornar las claves del fracaso en argumentos de futuro. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, 2003
- Asociación Española de Desalación y Reutilización. <http://Aedyr.com/desaladoras.htm>
- Ayala, F.J. Reducción de los recursos hídricos en España por el posible Cambio Climático. Tecnoambiente. Madrid, 1996
- Baltanás García, Adrián. Programa AGUA versus trasvase del Ebro. Ingeniería y Territorio, núm. 72. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 2005.
- Boné, Alfredo. El trasvase del Ebro previsto en el Plan Hidrológico Nacional (PHN). Razones acerca de la posición contraria al trasvase del Ebro de la Comunidad Autónoma de Aragón. Tercer Foro Mundial del Agua. Kioto, 2003.
- CEDEX, 1997
- CEDEX, Monográficos de Hispagua. Desalación, 2006 <http://hispagua.cedex.es>
- Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos, CIRCE. La desalación como alternativa al PHN. Presidencia del Gobierno de Aragón. Zaragoza, 2001
- Diario Expansión, septiembre de 2000
- Directorate -General Environment, European Commission. Note D(2004)740165 reference: Your request for an Opinion Concerning Tour Projects Related to the Proposed Transfer of Water from the River Ebro (Document CAD 100455 A, B, C & D of 16 January 2004). European Commission. Bruselas 2004.
- Eurostat. Europe in figures, Year book 2005. European Communities. Bruselas, 2005
- Fariñas, Manuel. El coste del agua producida por las grandes desaladoras de agua de mar en España. Ingeniería y Territorio, núm. 72. Desalación. Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Madrid, 2005
- Garcia y Ballesteros
- Instituto Nacional de Estadística. Censo Agrario de 1999. <http://ine.es/INEBase>
- Instituto Nacional de Estadística. Censo de Población 2001. <http://ine.es/INEBase>
- Instituto Nacional de Estadística. Contabilidad Regional de España. Base 2000. <http://ine.es/>
- Jiménez Romera, Carlos y Masip Moriarty, Adrián. Información gráfica sobre el PHN 2001. Habitat, núm.27. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid, 2004. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n27/i1nmapa.html>
- Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. Modificada. <http://oph.chebro.es/Normativa/LeyAguasModificada.htm>

- Ley 10/2001, de 5 de Julio, del Plan Hidrológico Nacional. BOE número 161 de 6 de julio de 2001.
- Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. BOE número 149 de 23 de junio de 2005.
- Libro Blanco del Agua en España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 2000.
- Medina San Juan. Desalación para la agricultura ¿Una utopía? Ingeniería y Territorio, núm. 72. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 2005.
- Miliarium Aureum, SL. Plan Hidrológico Nacional (PHN). <http://www.miliarium.com/Monografias/PHN/PHN.asp>.
- Prat, N. Afecciones al bajo Ebro derivadas del PHN, alternativas y necesidad de un nuevo sistema de gestión del agua. El Plan Hidrológico nacional a debate, Bakeaz, Bilbao, 2001
- Pérez Zabaleta, Amelia y otros. Voto particular al informe sobre el Proyecto del Plan Hidrológico Nacional del Consejo Nacional del Agua. Madrid, 2001
- Programa AGUA. Ministerio de Medio Ambiente. <http://www.mma.es/secciones/agua/entrada.htm>
- Real Decreto-Ley 2/2004, de 18 de junio, por el que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio del Plan Hidrográfico Nacional. BOE número 148 de 19 de junio 2004.
- Ródenas Cañada, Miguel Ángel y Guillamón Álvarez, Juan. Trasvases y desalación. Tiza y pizarra. Ingeniería y Territorio, núm. 72. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 2005.
- Shklomanov, I. World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for 21-st Century. Hidrological Institute, San Petersburgo, 1999
- Torres Corral, Miguel., Desalación y planificación hidrológica hoy. Ingeniería y Territorio, núm. 72. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 2005.
- Torres Corral, Miguel. Avances técnicos en la desalación de aguas. Ambienta, 2004.
- Urrutia, Francisco. Evolución global de la capacidad instalada de plantas desaladoras. Ingeniería y Territorio, núm. 72. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, 2005.
- World resources Institute, WRI. World Resources, 1999