

**TESIS DOCTORAL**

**PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA  
EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO**



**AUTORA:**  
**MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ ROJAS,**  
**INGENIERA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**  
**ÁREA DE URBANISMO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO,**  
**DEPARTAMENTO DE EXPRESIÓN GRÁFICA, ARQUITECTÓNICA Y EN LA INGENIERÍA**







**TESIS DOCTORAL**

**PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA  
EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO**

AUTORA: MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ ROJAS  
PROFESORA AYUDANTE

DIRECTORES:  
JOSÉ LUIS GÓMEZ ORDÓÑEZ  
CATEDRÁTICO DE URBANÍSTICA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

ALEJANDRO LUIS GRINDLAY MORENO  
PROFESOR COLABORADOR

ÁREA DE URBANÍSTICA Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO  
DEPARTAMENTO DE EXPRESIÓN GRÁFICA, ARQUITECTÓNICA Y EN LA INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA  
DICIEMBRE 2007





*El agua fue el primer espejo y será el último. Mientras llega ese momento, hoy fiel a su vocación, nos replica la imagen de la sociedad en la que vivimos. Permite, con sólo asomarnos a sus caminos, un diagnóstico de nuestra cultura, sensibilidad, y también de nuestro sistema.*

*Joaquín Araújo*





## AGRADECIMENTOS

Resulta difícil resumir en unas pocas palabras el agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma me han ayudado a recorrer este largo camino llamado ‘tesis doctoral’. En primer lugar, a mi tutor José Luis Gómez Ordóñez, por haberme dado la oportunidad de entrar a formar parte del grupo de trabajo del Laboratorio de Urbanismo, en el que he pasado estos últimos años investigando y llevando a cabo una labor docente que tantas cosas me ha aportado y de la que he aprendido tanto. Así mismo, agradecerle junto a mi cotutor, Alejandro Grindlay Moreno, sus valiosos consejos para la elaboración de este trabajo y su ánimo constante durante todo este tiempo.

En segundo lugar, al profesor Miguel Ángel Losada por la posibilidad que me brindó de trabajar en su proyecto sobre el Guadalfeo, el cual dio origen a esta tesis y le aportó una visión más amplia sobre el problema del agua. Así mismo, a mis compañeros del Centro Andaluz de Medioambiente, especialmente a Asunción Baquerizo por ofrecerme su ayuda cuando la he necesitado.

También al Departamento de Expresión Gráfica por su apoyo institucional y económico, en particular a sus sucesivos directores, Francisco Giménez Yangüas, Joaquín Casado de Amezúa y Miguel Ángel León Casas, y al personal administrativo, especialmente a Benjamín Mesa, por su gran ayuda en el tedioso mundo de la burocracia.

Por otro lado, quiero expresar un agradecimiento especial a mis compañeros y compañeras del Laboratorio de Urbanismo, por el apoyo personal y profesional que se siempre me han mostrado; a Luis Miguel Valenzuela por su apoyo incondicional y confianza, a Alberto Matarán por su generosidad en las situaciones difíciles, a Fran Aguilera, Julio Soria y Rocío Campaña por su ánimo y buen humor que han hecho más llevaderos los malos momentos, a Emilio Molero, Juan Luis Rivas y David Cabrera por saber entender mis nervios en los últimos meses, a Enrique Hernández



por su reconocimiento e interés en este trabajo, y por último a Pedro Ferrer, por su disposición a ayudar siempre a los más jóvenes.

También dar las gracias a todas las personas con las que compartí mi estancia en el 'Institut de Recherche pour le développement' y la École Polytechnique de Montpellier, especialmente a Jean Coma y Michel Desbordes por haberme abierto las puertas de ambos centros y por estar siempre dispuestos a prestarme su ayuda y atención, a Patrick Le Goulven por haberme acogido en su grupo de investigación y por sus valiosos consejos para la elaboración de esta tesis, y por último a Isabelle Terrasson, por su generosidad y excepcional acogida que hicieron de mi vida en Montpellier un periodo más alegre.

Así mismo, a mi profesora de francés y amiga Ana Nöelle, por haberme ayudado en la traducción de parte de este trabajo, pero sobre todo por haberme enseñado tantas cosas en estos últimos años. También a mis compañeras Marga y Gema, las cuales me han aportado la energía positiva y el buen humor necesarios para sobrellevar estos últimos meses.

A mis amigos por su constante ánimo, especialmente a Antonio Avilés por su generosidad, y a Luisa Buontempo, por haber sido mi compañera de viaje desde el inicio de esta tesis y por haber compartido las alegrías y los sinsabores de la carrera universitaria.

Por último, quiero dar especialmente las gracias a mis padres y hermanos sin cuyo apoyo incondicional no sé si habría terminado cuerda esta aventura, y como no a Raúl, al que dedico sinceramente esta tesis, pues sin él no habría tenido la fuerza suficiente para llegar a escribir estas palabras.

## RESUMEN

Las cada vez más complejas relaciones entre el Agua y el Territorio han puesto de manifiesto en los últimos años, la necesidad de acometer una gestión del agua más integral y menos sectorizada, que se asome con más detenimiento a las interacciones con los fenómenos territoriales. Esta primigenia consideración de la ordenación territorial vinculada a la planificación de los recursos hídricos, no ha sido desarrollada suficientemente por los planes territoriales y/o hidrológicos, por lo que hoy en día siguen existiendo carencias importantes a este respecto.

Esta necesidad ha definido el objetivo principal de esta tesis; **impulsar el encuentro entre la planificación territorial y la gestión del agua**, más allá de la diferente concepción de las administraciones que las gestionan, fomentando su imbricación especialmente en aquellas regiones en las que el agua tiene un mayor protagonismo. Para la consecución de este objetivo y como resultado principal de este trabajo, se ha desarrollado una metodología denominada **‘Planificación Territorial del Agua’**, que resulta de la búsqueda de los elementos transición entre ambas disciplinas, y que se basa en el **análisis relacional entre los componentes del sistema hídrico y los procesos territoriales, mediante la planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos, y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos al medio**

Como laboratorio de trabajo se ha elegido la **región del Guadalfeo** en la costa de Granada, cuyas características típicamente mediterráneas permitirán la aplicación de esta metodología, como **herramienta para la toma de decisiones**, en otras regiones de problemática similar.

**PALABRAS CLAVE:** Planificación Territorial del Agua, Gestión Integrada del Agua, Región del Guadalfeo.



## RESUMÉ

Les relations de plus en plus complexes entre l'Eau et le Territoire ont fait apparaître ces dernières années le besoin d'aborder les problèmes de l'eau d'un point de vue plus intégral et moins sectoriel, pour que s'établissent des dialogues plus ouverts entre la Planification Territoriale et la Gestion de l'eau.

Celui-ci définit l'objectif principal de cette thèse; pousser la rencontre entre la planification territoriale et la gestion de l'eau, au-delà de différente conception des administrations qui les gèrent, et intégrer dans le modèle sectoriel de la gestion de l'eau les aspects liés à la planification territoriale, au moyen d'éléments communs à l'Aménagement du Territoire, donnant lieu a un nouveau concept, défini dans ce travail comme '**Aménagement Territorial de l'eau**'. Cette planification s'occupe des éléments de transition entre la Gestion Sectorielle de l'eau et la Planification Territoriale et consiste à la **planification commune des infrastructures et des utilisations du sol, en considérant la disponibilité actuelle et future des ressources, et en diminuant dans la mesure du possible les impacts produits sur le milieu.**

Pour le développement de cette méthodologie, la **région du Guadalfeo** á la côte de Grenade a été choisie, dont les caractéristiques typiquement méditerranéennes permettront sa extrapolation à d'autres régions de problèmes similaires **pour la pris des décisions.**

## MOTS CLÉS

Gestion Intégrée de l'eau et du territoire, Modèles de Gestion de l'eau, Region du Guadalfeo

## **INDICE DE CAPÍTULOS**

### **CHAPITRE 1. RESUMÉ ET CONCLUSIONS**

1	ÉVOLUTION DES MODÈLES DE GESTION DE L'EAU EN ESPAGNE.....	1.4
2	L'ADAPTATION AU DIRECTIVE CADRE DE L'EAU ET LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU.....	1.10
3	DES IMPLICATIONS TERRITORIALES DANS LA GESTION DE L'EAU. LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU ET DU TERRITOIRE COMME PROPOSITION AVANCÉE DANS LES REQUÊTES DE LA DIRECTIVE CADRE DE L'EAU.....	1.13
4	CONCLUSIONS.....	1.17

**CAPÍTULO 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA. LA  
NECESIDAD DE BUSCAR ENCUENTROS**

1	ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y GESTIÓN DEL AGUA. OBJETIVOS.....	2.5
2	LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS DEL AGUA. HIPÓTESIS.....	2.8
3	HACIA UN ENFOQUE INTEGRADO EN LA GESTIÓN DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA.....	2.11
3.1	MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO TERRITORIAL.....	2.11
3.2	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA.....	2.21
4	PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA. RESULTADOS..	2.33
5	EL PROBLEMA DEL AGUA EN EL CONTEXTO MEDITERRÁNEO.....	2.37
5.1	EL CONCEPTO DE MEDITERRANEIDAD.....	2.37
5.2	EL INCREMENTO DE LA DEMANDA.....	2.41
5.3	LA ESCASEZ DE AGUA.....	2.45
6	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO A MODO DE RESUMEN....	2.47

## **CAPÍTULO 3. EL AGUA, ELEMENTO VERTEBRADOR DE LOS PROCESOS TERRITORIALES**

<b>1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DEL GUADALFEO. CONCEPTOS ‘CUENCA HIDROGRÁFICA’ Y ‘REGIÓN HÍDRICA’...</b>	<b>3.6</b>
<b>2. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES.....</b>	<b>3.9</b>
<b>2.1 PAISAJE Y LAS CARACTERÍSTICAS HIDRO-MORFOLÓGICAS.....</b>	<b>3.10</b>
2.1.1 EL AGUA, GENERADORA DE PAISAJES.....	3.10
2.1.2 PENDIENTES, PLUVIOMETRÍA Y PROCESOS EROSIVOS.....	3.13
2.1.3 RED DE DRENAJE.....	3.24
<b>2.2 ACTIVIDADES AGRÍCOLAS.....</b>	<b>3.41</b>
2.2.1 LA AGRICULTURA EN TERRAZAS DE LA ALPUJARRA.....	3.41
2.2.2 LOS CÍTRICOS DEL VALLE DE LECRÍN.....	3.42
2.2.3 LOS CULTIVOS SUBTROPICALES DE LA COSTA TROPICAL.....	3.42
2.2.4 LOS INVERNADEROS DE LA CONTRAVIESA.....	3.46
<b>2.3 POBLACIONES.....</b>	<b>3.50</b>
2.3.1 EMPLAZAMIENTO.....	3.50
2.3.2 ESTACIONALIDAD DE LA POBLACIÓN.....	3.52
2.3.3 LA DINÁMICA POBLACIONAL.....	3.55
<b>3. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>3.66</b>



## **CAPÍTULO 4. LAS REDES DEL AGUA Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO TERRITORIAL**

<b>1</b>	<b>EL INCREMENTO DE LA OFERTA COMO FACTOR CLAVE DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>4.6</b>
<b>2</b>	<b>EL DESEQUILIBRIO ESPACIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y SUS CONSECUENCIAS INFRAESTRUCTURALES.....</b>	<b>4.9</b>
<b>3</b>	<b>EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y SU INCIDENCIA TERRITORIAL.....</b>	<b>4.15</b>
<b>3.1</b>	<b>SISTEMA III1, VALLE DEL RÍO VERDE.....</b>	<b>4.15</b>
<b>3.2</b>	<b>SISTEMA III2, ALPUJARRA, LECRÍN Y BAJO GUADALFEO.....</b>	<b>4.21</b>
<b>3.2.1</b>	<b>BAJO GUADALFEO.....</b>	<b>4.24</b>
<b>3.2.2</b>	<b>ALPUJARRA.....</b>	<b>4.31</b>
<b>3.2.3</b>	<b>VALLE DE LECRÍN.....</b>	<b>4.34</b>
<b>3.3</b>	<b>SISTEMA III3, LA CONTRAVIESA.....</b>	<b>4.37</b>
<b>4</b>	<b>LA GESTIÓN DE LA OFERTA DE AGUA.....</b>	<b>4.44</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE UMBRALES. LAS REDES DEL AGUA, POTENCIADORAS Y LIMITANTES DEL DESARROLLO.....</b>	<b>4.48</b>
<b>5.1</b>	<b>RED DE ACEQUIAS.....</b>	<b>4.50</b>
<b>5.2</b>	<b>EL CRECIMIENTO URBANO Y LAS REDES DE ABASTECIMIENTO.....</b>	<b>4.57</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>4.60</b>

## **CAPÍTULO 5. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA DEMANDA URBANA DEL AGUA**

<b>1. LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA EN RELACIÓN CON LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA.....</b>	<b>5.5</b>
<b>2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS DEL AGUA.....</b>	<b>5.7</b>
<b>2.1 METODOLOGÍAS EMPLEADAS PARA LA PREVISIÓN DE LA DEMANDA URBANA.....</b>	<b>5.7</b>
<b>2.2 LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN.....</b>	<b>5.11</b>
2.2.1 DATOS DE CONSUMO.....	5.11
2.2.2 COMPARATIVA DE CONSUMOS Y CONSUMO PONDERADO.....	5.16
2.2.3 DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA DEMANDA URBANA DE AGUA.....	5.24
<b>2.3 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN.....</b>	<b>5.25</b>
<b>2.4 RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....</b>	<b>5.29</b>
<b>3. PREVISIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA URBANA .....</b>	<b>5.30</b>
<b>3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....</b>	<b>5.31</b>
<b>3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....</b>	<b>5.34</b>
<b>4. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA URBANA.....</b>	<b>5.38</b>
<b>4.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>5.48</b>
<b>5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>5.52</b>

## **CAPÍTULO 6. ORDENACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL USO AGRÍCOLA**

<b>1. EL INCREMENTO DE LA SUPERFICIE REGADA Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>6.9</b>
<b>2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS AGRÍCOLAS DEL AGUA.....</b>	<b>6.12</b>
<b>3. PLANIFICACIÓN DE LOS USOS AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS. ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO.....</b>	<b>6.19</b>
<b>3.1 CRITERIOS PARA DETERMINAR LA APTITUD DE LOS SUELOS PARA SER OCUPADOS POR LA AGRICULTURA.....</b>	<b>6.20</b>
<b>3.2 PLANIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO AGRÍCOLA Y LAS REDES HIDRÁULICAS.....</b>	<b>6.23</b>
3.2.1 ALPUJARRA.....	6.23
3.2.2 VALLE DE LECRÍN.....	6.29
3.2.3 RÍO VERDE.....	6.33
3.2.4 BAJO GUADALFEO.....	6.43
3.2.5 CONTRAVIESA.....	6.61
<b>4. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ACERCA DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>6.73</b>
<b>5. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA AGRÍCOLA.....</b>	<b>6.81</b>

<b>5.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>6.87</b>
<b>5.2 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES. REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y SUPERPOSICIÓN DE REDES.....</b>	<b>6.92</b>
5.2.1 INTRODUCCIÓN.....	6.92
5.2.2 POSIBLES USOS DEL AGUA REGENERADA.....	6.95
5.2.3 OPORTUNIDADES DE REUTILIZACIÓN EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO .....	6.98
5.2.4 DEPURACIÓN NO CONVENCIONAL.....	6.109
<b>6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>6.121</b>

## **CAPÍTULO 7. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS ESPACIOS FLUVIALES. HACIA UN ENFOQUE INTEGRAL**

<b>1. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO FLUVIAL. GESTIÓN ANTROPOCÉNTRICA VERSUS GESTIÓN ECOCÉNTRICA DE LOS RÍOS.....</b>	<b>7.6</b>
<b>1.1 LA GESTIÓN DE LOS RÍOS Y SU PLASMACIÓN EN LA CIENCIA.....</b>	<b>7.6</b>
<b>1.2 LOS CONFLICTOS EN LOS ESPACIOS FLUVIALES; LUCHA DE INTERESES .....</b>	<b>7.13</b>
<b>1.3 LOS ENCAUZAMIENTOS.....</b>	<b>7.17</b>
<b>1.4 LOS CORREDORES FLUVIALES.....</b>	<b>7.22</b>
<b>2. CONTROLES A LOS USOS DEL SUELO. LA LEGISLACIÓN DE AGUAS Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>7.30</b>
<b>3. MODELO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS FLUVIALES.....</b>	<b>7.35</b>
<b>4. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DEL DELTA DEL RÍO GUADALFEO.....</b>	<b>7.39</b>
<b>4.1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7.39</b>
<b>4.2 EL DELTA DEL RÍO GUADALFEO.....</b>	<b>7.43</b>
<b>4.3 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL DELTA DEL GUADALFEO.....</b>	<b>7.50</b>
<b>5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>7.65</b>

## **CAPÍTULO 8. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO**

1.	INTRODUCCIÓN.....	8.5
2.	OTROS USOS DEL AGUA.....	8.6
3.	RELACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA CON LA DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO.....	8.11
4.	ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS.....	8.17
4.1	ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO.....	8.18
4.2	ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y EL EFECTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS.....	8.27
5.	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	8.43

## **CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES**

1.	PRINCIPALES APORTACIONES DEL TRABAJO.....	9.2
2.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9.11
3.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS.....	9.12

## **CHAPITRE 1. RESUMÉ ET CONCLUSIONS**

<b>1</b>	<b>ÉVOLUTION DES MODÈLES DE GESTION DE L'EAU EN ESPAGNE.....</b>	<b>1.4</b>
<b>2</b>	<b>L'ADAPTATION AU DIRECTIVE CADRE DE L'EAU ET LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU .....</b>	<b>1.10</b>
<b>3</b>	<b>IMPLICATIONS TERRITORIALES DANS LA GESTION DE L'EAU. LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU ET DU TERRITOIRE COMME PROPOSITION AVANCÉE DANS LES REQUÊTES DE LA DCA .....</b>	<b>1.13</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>1.17</b>



## FIGURES

<b>Fig. 1.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau.....	1.12
<b>Fig. 2.</b> L'Aménagement Territorial de l'eau.....	1.13
<b>Fig. 3.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et du territoire.....	1.16

## TABLEAUX

<b>Tableau 1.</b> Modèles de Gestion de l'eau.....	1.9
<b>Tableau 2.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et du territoire.....	1.15

## RESUMÉ

Les relations de plus en plus complexes entre l'Eau et le Territoire ont fait apparaître ces dernières années le besoin d'aborder les problèmes de l'eau d'un point de vue plus intégral et moins sectoriel, pour que s'établissent des dialogues plus ouverts entre la Planification Territoriale et la Gestion de l'eau, tout particulièrement dans les régions où l'eau est un facteur primordial, comme dans les pays du bassin Méditerranéen et surtout en Espagne.

Cet chapitre analyse l'évolution de la gestion de l'eau en Espagne, des premiers plans de gestion jusqu'à la situation actuelle d'adaptation à la Directive Cadre de l'Eau, en proposant un nouveau Modèle de **Gestion Intégrée de l'eau et du Territoire** qui affronte les problèmes contemporains de l'eau à travers la planification commune des infrastructures et des usages du sol. Ce modèle intégrateur établit les bases du travail pour développer l'adaptation des Plans de Gestion de l'Eau actuels aux principes définis par la Directive Cadre de l'Eau dans les pays européens.

## 1 ÉVOLUTION DES MODÈLES DE GESTION DE L'EAU EN ESPAGNE

La Planification Hydrologique et l'Aménagement du Territoire ont été abordés de différentes manières, tout au long de l'histoire. Chacune définissant un modèle de gestion de l'eau et du territoire, fondé sur des principes qui ont évolué en fonction des besoins et des défis de chaque lieu. Ainsi, les pratiques et les usages avec lesquels chaque société a essayé ou essaie de satisfaire ses besoins en eau ont constitué différentes *cultures hydriques* (Moral Ituarte, 2000).

En Espagne, les premières tentatives systématiques de formuler et d'anticiper les problèmes hydriques datent de la deuxième moitié du XIXe siècle. De cette époque datent également des projets comme celui de Gómez Ortega, Lizárraga et Churruca (1866) ou celui de García et Gaztelu (1886), qui introduisent d'importants progrès comme les premières reconnaissances hydrologiques, la systématisation des données des bassins, la cartographie fluviale et une planification hydraulique naissante, fondée sur le développement d'équipements (Gil Olcina, 1995).

Au début du XXe siècle, le Plan Général des Canaux d'Irrigations et des Barrages (Plan Gasset; 1902) est mis en place pour développer principalement l'agriculture, alors principale ressource économique du pays. Ce Plan, élaboré à partir des idées régénérationnistes de Joaquín Costa (Costa, 1911), entraîna la première proposition systématique d'actions hydrauliques à l'échelle nationale (Martín Mendiluze, 1989), et servit de base pour rédiger cette même année le premier Plan de Travaux Hydrauliques. (Melgarejo, 2000).

Outre les critiques techniques, financières etc., la principale carence du Plan Gasset est l'absence d'un concept intégrateur de planification hydrologique qui établisse un lien entre les différents besoins existants et les actions nécessaires pour les satisfaire. Cette phase, appelée *étape de la politique hydraulique* (Gil Olcina, 1995), se

caractérise, de fait, par le *début de l'exploitation des ressources hydriques à travers la création d'infrastructures.*

Cependant, l'augmentation progressive de la régulation des cours fluviaux et des aménagements, pour l'irrigation, les approvisionnements ou la production hydroélectrique, entraîne des planifications de plus en plus rationnelles et leur intégration dans les actions relatives aux ressources hydriques. Preuve de cette préoccupation, la création, pionnière dans le monde, de la première autorité compétente en matière de gestion de l'eau en 1926, la Confédération Hydrographique de l'Èbre, créée dans le but d'*obtenir la meilleure exploitation possible des eaux, en rentabilisant le potentiel économique des territoires hydrographiques.* De même, l'implantation du concept '*bassin versant*' comme unité fondamentale pour gérer la ressource hydrique constitue une première tentative de projet intégral de l'eau, donnant lieu à une deuxième étape de gestion, appelée ***étape de la politique hydrologique*** (Melgarejo, 2000).

Un progrès important vers l'aménagement intégral de l'eau se produit dans les années trente avec le Plan National de Travaux Hydrauliques de 1933, élaboré par Manuel Lorenzo Pardo. Ce Plan fondamental, à partir duquel de nombreuses études ont été réalisées, établit une vision globale et vertébrée des problèmes hydrologiques des bassins versants, innovateur au niveau mondial. En outre, non seulement les aspects hydrologiques sont pris en compte, mais également d'autres aspects tels que les géographiques, les climatiques, les économiques, etc.

Ce besoin de conjuguer des intérêts publics et privés amena la création des autres Confédérations Hydrographiques espagnoles, qui s'inspirèrent du modèle administratif de la Confédération de l'Èbre, en l'adaptant aux particularités de chaque région.

La vision régénérationniste de Joaquín Costa de l'aménagement ordonné et planifié des ressources et l'idée de la gestion intégrale de l'eau de Lorenzo Pardo, marquèrent une période de grands Ouvrages Hydrauliques qui dura jusqu'à la moitié

des années 80 (1945-1985); barrages, transferts, canalisations, pompages,... dans le but de satisfaire la croissance soutenue de la demande en eau due au développement du pays (Gil Olcina, 1995).

Le **paradigme hydraulique traditionnel** (Moral et Saurí, 1999) peut donc se résumer par le besoin de fournir assez d'eau à tous les agents sociaux disposés à l'utiliser à des fins productives en intervenant sur le territoire (Moral Ituarte 2002). Ce modèle, basé sur la construction d'équipements hydrauliques, remplissait trois objectifs fondamentaux (Aguilera Klink, 1999), l'*approvisionnement* généralisé en eau potable à la population urbaine et rurale, le développement des *Regadíos (irrigation)* et la création d'*Énergie* hydroélectrique. Cela favorisa la création de nouvelles infrastructures destinées à l'approvisionnement de demandes exogènes et croissantes, sans approfondir l'analyse des usages ni la manière de réduire les subventions ni les investissements en équipements (Naredo, 1997).

L'eau était considérée comme un bien presque illimité, subventionnée par l'état aussi bien pour construire des infrastructures que pour l'exploiter. En résumé, il s'agit d'un modèle de croissance de la demande et de l'expansion de l'offre, dans lequel la politique hydraulique s'est limitée à 'servir' au développement économique, en lui fournissant l'eau nécessaire pour sa croissance en créant des infrastructures hydrauliques.

Cette solution traditionnelle, fondée sur l'exploitation des eaux souterraines et l'augmentation des ressources superficielles régulées, se généralisa dans la majorité des pays développés du monde (Biswas et al. 2003). À la fin des années 60, se font entendre les premières voix évoquant l'épuisement de ce modèle expansionniste et de ses effets sur le milieu naturel (Salvà Tomás, 1993). Ce n'est que dans les années quatre-vingt dix que se consolide l'idée de changer la conception de la gestion des ressources hydriques, lié à ce que beaucoup ont considéré une '*Nouvelle Culture de l'eau*' (Moral Ituarte, 2002).

Le déséquilibre entre les demandes et les ressources hydrauliques, et la préoccupation grandissante pour la réalité, non seulement économique de l'eau, mais aussi sociale, écologique et patrimoniale, est à l'origine de la troisième étape de gestion, l'*étape de la politique durable de l'eau* (Ayala-Carcedo, 1999). Elle est caractérisée par la recherche de nouveaux mécanismes de planification, la production de l'eau à travers de nouvelles technologies, l'efficacité dans l'utilisation de l'eau et les politiques d'économie entre autres. Ce changement conceptuel dans la politique hydrologique entraîna l'abrogation du Plan Hydrologique National 1997-2007 (PHN) en 2004, et fut remplacé par le Programme A.G.U.A. (Actions pour la Gestion et l'Usage de l'eau).

Le PHN, considéré comme un exemple du modèle traditionnel de création d'infrastructures hydrauliques, à cause du projet du grand transfert entre le fleuve Ébre et les zones du Levant, Valence, Murcie et Alicante (Gil Olcina, 2002), suscita un énorme mouvement social alertant de ses conséquences environnementales, économiques et sociales. Le changement du parti politique au pouvoir, favorisa son abrogation et l'adoption du programme A.G.U.A., qui projetait de résoudre le déficit de l'eau des régions méditerranéennes du sud en réutilisant les eaux résiduelles traitées, mais surtout, en dessalant massivement l'eau de mer. Le problème de l'eau n'avait jamais eu autant d'importance en Espagne, ce qui indiquait que les déséquilibres sociaux et politiques s'aggravaient entre les régions excédentaires et déficitaires en eau; ce que Joaquín Costa désignait par '*l'Espagne humide et l'Espagne sèche*' (Costa, 1911).

L'eau en tant que ressource a donc acquis un sens plus vaste et plus complexe que celui de productif. Actuellement, l'eau est un facteur clé aussi bien pour le développement socio-économique des régions que pour la préservation des écosystèmes et de l'identité des territoires (Arrojo Agudo, 1998). Traditionnellement, ces concepts s'excluaient et étaient irréconciliables dans de nombreux cas, cependant, il est évident que nous devons chercher de nouveaux mécanismes d'approche. Cette fonction multiple nous conduit au concept,

universellement utilisé, du développement durable, qui dans le cas de l'usage de l'eau signifie *exploiter la ressource hydrique afin de favoriser actuellement le développement d'activités productives et d'augmenter le bien-être humain, sans compromettre le développement et bien-être futur, à cause d'une consommation démesurée ou de la dégradation/pollution des écosystèmes, de l'eau en tant que ressource, ou d'autres ressources naturelles* (Accord pour l'Eau dans le Bassin du Guadalquivir, CHG 2005).

Ce changement a été largement reflété dans la bibliographie espagnole. Ainsi, nous pouvons citer de nombreuses expressions et références faisant allusion au changement de conception, comme *phase expansionniste* par rapport à *phase d'économie mature de l'eau* (Aguilera Klink, 1997); *économie jeune de l'eau* par rapport à *économie mûre* (Sauquillo Herraiz, 1993); *modèle structuraliste* par rapport à *nouvelle stratégie de gestion* (Arrojo Agudo, 1996); *vieille culture de l'eau* par rapport à *nouvelle culture de l'eau* (Martínez Gil, 1997); *planification traditionnelle des équipements hydrauliques* par rapport à *gestion de l'eau comme ressource* (Naredo, 1997); de la *planification des besoins* à la *planification économique* (López-Camacho, 1997); *modèle de besoins* par rapport à *modèle de demande* (Vergés, 1998); de la *politique hydraulique* à la *politique de l'eau durable* (Ayala-Carcedo, 1999); de la *politique hydraulique* à la *politique de l'eau* (Escartín et al. 1999), entre autres.

Par conséquent, le **nouveau paradigme hydrologique**, surgi dans le contexte de la préoccupation environnementale et présidé par le concept de développement durable des années quatre-vingts, s'appuie sur les principes suivants (Aguilera Klink, 1997): Conservation de l'eau et usage durable des ressources, Gestion intégrée de l'offre et la demande, Considération globale de la quantité et de la qualité de l'eau dans les différentes phases du cycle hydrologique, ainsi que du sol et de l'atmosphère, Conservation de la qualité écologique des masses d'eau, Information publique, et Subventions, responsabilité partagée et création d'instruments économiques et financiers adéquats. Ce nouveau paradigme se déroule en deux étapes de gestion consécutives, la première, transitoire, appelée *Gestion de la Demande*, et la dernière, appelée *Gestion Intégrée de l'eau et du Territoire* (Aguilera Klink, 1997,



1999). Ainsi, l'ensemble des pratiques qui composent la gestion de l'eau définissent un certain cheminement, étant donné qu'il est impossible de tendre à la *gestion intégrée de l'eau et du territoire*, sans qu'il existe auparavant un sérieux élan pour la *gestion de la demande* (Aguilera Klink, 1999). Schématiquement, ce cheminement peut être simplifié dans le Tableau 1, où les phases du début et de la fin coïncident avec les deux paradigmes décrits ci-dessus.

**Tableau 1. Modèles de Gestion de l'eau**

	<b>PHASE EXPANSIONNISTE</b> Augmentation de l'Offre	<b>PHASE DE TRANSITION</b> Gestion de la demande	<b>PHASE MÛRE</b> Gestion intégrée
<b>OBJECTIF</b>	-Diminution des crues -Garantir l'approvisionnement	-Crues contrôlées (attention aux pratiques agricoles) -Approvisionnement Garanti	Il n'y a pas de gestion de l'eau sans aménagement du territoire
<b>PRIORITÉS D'USAGES</b>	Irrigation (80-90%) et usage urbain (10%)	Les priorités sont gérées. L'économie change	quels usages sont compatibles avec les territoires ?
<b>CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES</b>	Les problèmes environnementaux attirent peu l'attention	La perception sociale des problèmes environnementaux augmente	les valeurs environnementales acquièrent un rôle important
<b>RÔLE FONCTIONNEL DE L'EAU</b>	L'eau est un besoin basique	L'eau est un facteur de production et un actif social	L'eau est un actif socio-économique
<b>CONSIDÉRATIONS SOCIALES</b>	Peu de conflit social et de participation publique	Les conflits sociaux et la participation publique augmentent	Les conflits sociaux sont importants et la participation publique joue un rôle clé.
<b>EFFICIENCE DANS L'UTILISATION DE L'EAU</b>	-peu de préoccupation pour l'efficacité technique dans l'usage et la distribution de l'eau. - pas d'encouragements	-la préoccupation pour l'efficacité et la distribution augmente -discussion sur les encouragements. Ils sont appliqués dans certains cas	-La conservation, l'économie et les usages environnementaux sont fondamentaux.
<b>INFORMATION DISPONIBLE</b>	Pas de statistiques sur les usages et la consommation	On insiste sur la nécessité de travaux fiables, mais il n'y a toujours pas de statistiques et de séries encore	On suppose qu'il devrait y avoir des statistiques et des séries fiables

Source.

Modifié de Aguilera Klink, 1999

## 2 L'ADAPTATION AU DIRECTIVE CADRE DE L'EAU ET LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU

En résumé, les modèles de gestion de l'eau ont évolué en fonction des différentes considérations de la ressource eau; d'abord comme un facteur de production et une ressource illimitée, caractérisé par une *politique d'offre*, ensuite, comme un facteur de production et un bien peu abondant représenté par la *gestion de la demande*, et enfin, comme un actif socio-économique, défini par un modèle de *croissance durable* (Carles Genovés, 2001).

Ce dernier modèle, considérant la ressource eau comme un actif socio-économique, est celui qui s'est imposé dans la réalité européenne, suite à l'adoption de la Directive Cadre de l'eau en 2000 (Directive 2000/60/CE)(dorénavant DCA), applicable dans tous les états membres et une référence pour beaucoup d'autres pays dans le monde (Cabrera Marcel, 2002). Celle-ci établit le *cadre communautaire d'action dans le domaine de la politique des eaux*, insistant tout particulièrement sur les aspects de gestion, d'environnement, d'économie et de participation citoyenne.

La Directive Cadre de l'Eau est donc le résultat d'un changement progressif dans les principes de la gestion de l'eau. Elle a introduit un changement considérable dans l'optique traditionnelle, focalisée fondamentalement sur une amélioration effective de l'environnement hydrique, et sur la récupération des coûts de l'eau en tant que mécanisme fondamental pour en assurer son usage et une distribution rationnelle. Cela a supposé un grand progrès, car elle mise sur une relation plus étroite entre les aspects plus sectoriels liés à la gestion exclusive de l'eau, et ceux plus intégrateurs liés à la dimension environnementale du territoire.

Tous ces principes ont été inclus dans l'expression '**Gestion Intégrée de l'Eau**', qui s'utilise aujourd'hui de manière généralisée pour définir l'adaptation aux principes que propose la Directive Européenne, destinés fondamentalement à la conservation environnementale des écosystèmes hydriques, à la récupération des

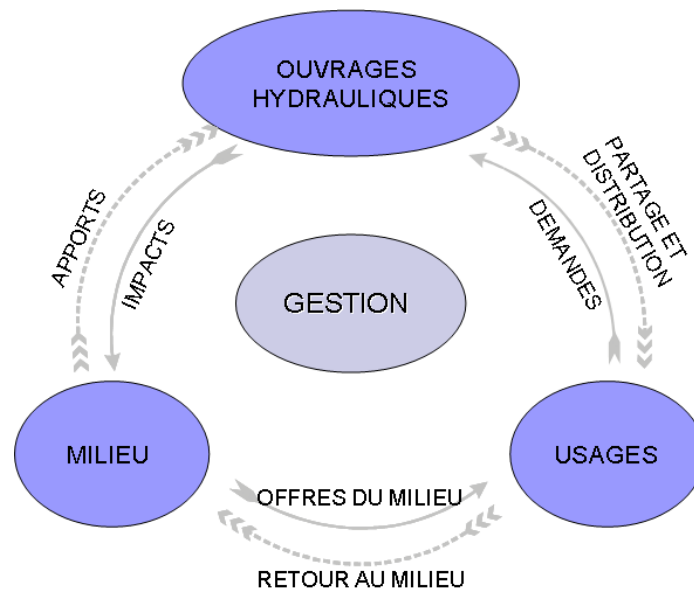
coûts des services de l'eau et la contribution de la participation citoyenne. Malgré la déclaration d'intentions contenue dans cette nouvelle terminologie, il est encore difficile de concrétiser et de définir comment elle doit s'appliquer à la planification hydrologique. ¿Que doit intégrer cette nouvelle expression et comment doit se faire cette intégration?

Le premier élément à prendre en compte est que **les principes pour une Gestion Intégrée de l'Eau sont loins d'être universaux**, étant donné que les facteurs déterminants varient d'après les caractéristiques spécifiques de la région; la nature et l'intensité des problèmes hydriques, les ressources humaines, les capacités institutionnelles, les particularités du secteur publique et privé, les aspects culturels...

Bien qu'il n'existe pas de définition concrète, -ce sujet soulève encore une grande controverse-, nous pouvons extraire quelques éléments basiques indispensables, mis en évidence, dans les forums mondiaux traitant de l'eau. La définition la plus acceptée, est celle proposée en 2004 par l'organisation internationale 'Global Water Partnership', '*...la Gestion Intégrée des ressources hydriques est un processus qui favorise le développement des territoires, maximisant de manière durable le bien-être économique et social, tout en respectant l'environnement*'...

Il s'agirait donc d'intégrer d'un côté la gestion du Milieu Naturel qui conditionne l'accès en eau et sa qualité, et d'un autre côté la gestion du Milieu Humain, formé par les aménagements hydrauliques (**Ouvrages Hydrauliques**) et les activités humaines (**Demandes**), lesquelles déterminent l'utilisation de l'eau et le développement territorial associé.

Pour intégrer ces variables, - pouvant être considérées comme les composantes du Système Hydrique-, toutes les relations existantes devront être prise en compte en commun (Fig. 2), pour donner lieu à ce qui s'appelle un **Modèle de Gestion Intégrée de l'eau**.



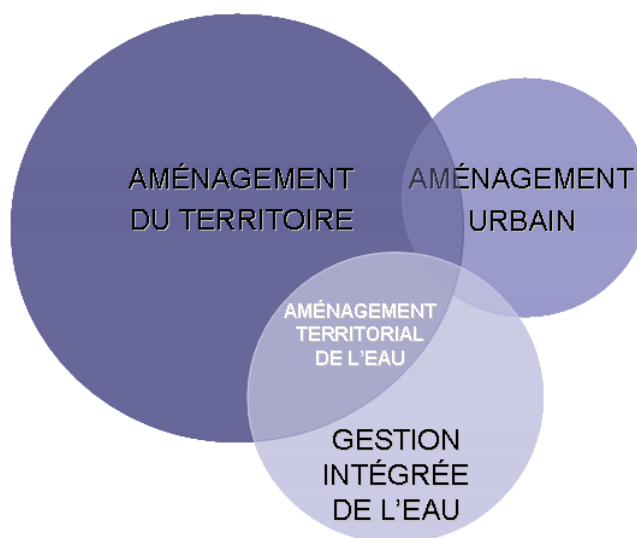
**Figure 1. Modèle de Gestion Intégrée de l'eau**

*Source. Modifié de Le Goulven 2005*

Les différentes conceptions dissociées de celui-ci ont donné lieu aux modèles de gestion de l'eau décrits précédemment. Ainsi, les modèles traditionnels se sont centrés sur la gestion des infrastructures hydrauliques et l'étude de l'offre de l'eau (**Gestion de l'offre**), les modèles surgis dans les années soixante-dix, préoccupés par la conservation de l'environnement, se sont basés sur la réduction des impacts **environnementaux** produits par l'action humaine (**Gestion du Milieu**), et enfin, les modèles récents des années quatre-vingt-dix, préoccupés par le manque de ressources, ont favorisé les programmes de réduction de la consommation en eau (économie, efficacité, réutilisation...) (**Gestion de la demande**). Ainsi, le modèle théorique de la Gestion Intégrée de l'Eau se définit comme la considération commune des trois modèles décrits, de manière à ce que s'établissent des relations solidaires entre elles.

### 3 IMPLICATIONS TERRITORIALES DANS LA GESTION DE L'EAU. LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU ET DU TERRITOIRE COMME PROPOSITION AVANCÉE DANS LES REQUÊTES DE LA DCA

L'actuel modèle qui se pose pour la Gestion Intégrée de l'Eau dans le nouveau cadre d'application des principes de la DCE, se base sur la considération conjointe des relations sectorielles hydriques existantes entre les trois composants du système. Cependant, comme il s'est dit dans des antérieurement ' ... une gestion de l'eau ne peut pas exister sans aménagement du territoire ... ', par ce qu'il est nécessaire d'intégrer dans ce modèle sectoriel les aspects liés à la planification territoriale, à travers des éléments communs avec l'Aménagement du Territoire, en donnant le lieu pour un nouveau concept défini à ce travail comme ' Aménagement Territorial de l'eau ' c'est-à-dire, la planification qui s'occupe des éléments de transition entre la Gestion Sectorielle de l'eau et de la Planification Territoriale (Fig. 2).



**Figure 2.** L'Aménagement Territorial de l'eau

*Source.* Élaboration personnelle

D'après le schéma précédent, la Planification Territoriale de l'Eau peut se définir à partir des relations territoriales existantes entre les trois composantes du système hydrique; les Infrastructures hydrauliques, les Usages de l'Eau et le Milieu Naturel.

Par rapport aux infrastructures hydrauliques, l'implication territoriale est claire. La création d'**Ouvrages hydrauliques** a une grande influence sur le développement territorial puisqu'ils provoquent un grand espoir de développement qui *renforce la croissance*, en même temps qu'elle le *limite* lorsque celui-ci dépasse les niveaux de service de cette infrastructure. C'est pourquoi, il est nécessaire de planifier ensemble les infrastructures et les croissances des usages du sol, de manière à ce qu'il n'y ait pas de développements insuffisants, ni de croissances supérieures à ce que le territoire peut supporter –C'est précisément cet aspect du modèle de la Gestion de l'Offre qui a été critiqué; favoriser des développements supérieurs aux raisonnables.

Par rapport aux **Usages**, leur implication dans l'Aménagement du Territoire est évidente, étant donné que les *domaines de croissances* proposés ont d'importantes conséquences pour le modèle de développement d'un territoire, c'est pourquoi ils devront être pleinement intégrés aussi bien dans la planification territoriale que dans l'hydrologique. De Même, la protection du **Milieu** est implicite dans les prévisions, étant donné qu'ils devront *s'adapter à la disponibilité des ressources hydriques* et éviter au maximum *l'altération des processus hydriques naturels*, afin de provoquer le moins d'impact environnemental possible.

Par conséquent, **l'Aménagement Territorial de l'eau**, consistera à la *planification commune des infrastructures et des utilisations du sol, en considérant la disponibilité actuelle et future des ressources, et en diminuant dans la mesure du possible les impacts produits sur le milieu*. L'intégration de ces deux aspects -'**Aménagement Territorial de l'eau**' et '**Gestion Intégrée de l'eau**'- constitue un modèle que nous pouvons appeler '**Gestion Intégrée de l'eau et du Territoire**' et qui va plus loin que les principes proposés par la Directive Cadre de l'Eau, en s'adaptant mieux aux besoins territoriaux actuels en matière d'eau (Tableau 2 et Fig. 3).

De même, le processus d'intégration doit se faire à partir d'une grande coordination Inter-administrative qui, avec le développement de la DCA, pourrait avoir lieu au sein des **Comités d'Autorités Compétentes** (comme ceux qui ont déjà été créés en Espagne), qui en plus de garantir la coopération adéquate dans l'application des normes, coordonne également le reste des politiques, des planifications et des actions sur le territoire –Ce sera probablement la prochaine étape, une fois que la Directive sera entièrement appliquée entre 2009 et 2015-.

Le modèle théorique proposé, peut aider dans la gestion et la rédaction de nouveaux Plans Hydrologiques de Bassin qui doivent être adaptés aux principes de cette Directive avant 2009 (Directive Cadre de l'Eau, articles 11 et 13).

**Tableau 2. Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et du territoire**

<b>GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU ET DU TERRITOIRE</b>	
<b>AMÉNAGEMENT TERRITORIAL DE L'EAU</b>	<b>GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU</b>
Planification commune des infrastructures hydrauliques et des usages	Analyse de l'offre en eau pour maximiser les rendements et assurer la durabilité de l'exploitation.
Aménagement des usages du sol et planification de scénarios durables	Diminution des demandes en eau à l'aide de campagnes pour éviter le gaspillage, amélioration de l'efficience et réutilisation des ressources.
Adaptation du milieu aux ressources disponibles actuellement et dans le futur, diminution des altérations des processus hydriques naturels.	Contrôle et correction des altérations du milieu

*Source. Élaboration personnelle*

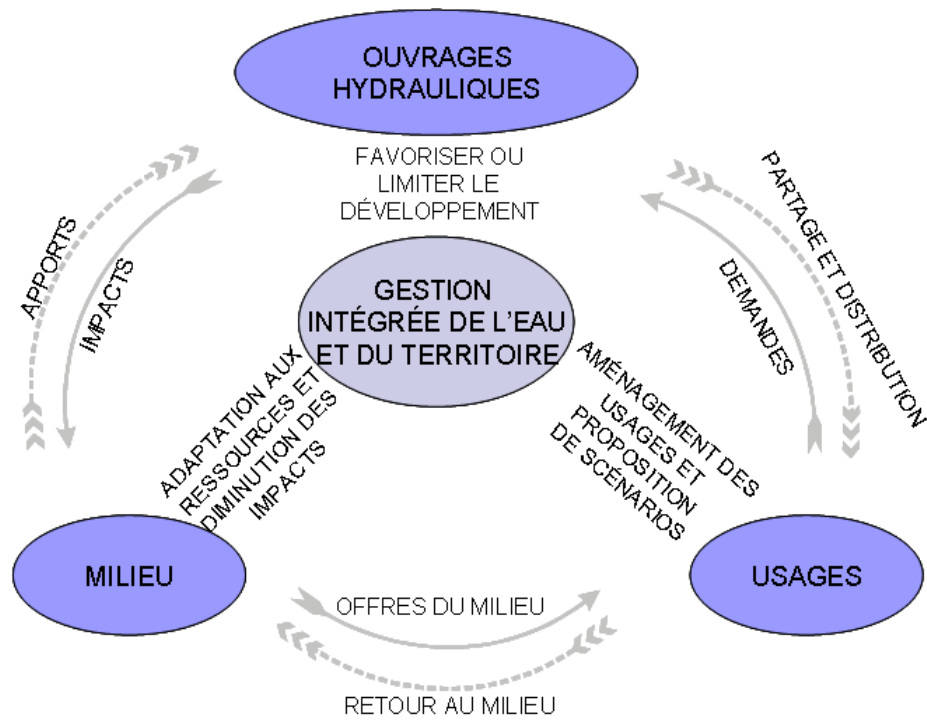


Figure 3. Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et du territoire

Source. *Élaboration personnelle*



## 4 CONCLUSIONS

Tout au long de l'histoire, les modèles de Gestion de l'Eau ont eu des carences dans la planification territoriale de l'eau. C'est pourquoi, il a été nécessaire de gérer cette ressource d'une manière plus intégrée, plus en accord avec son cycle naturel et plus proche du territoire, en recherchant différentes manières d'affronter les problèmes actuels.

Une des conséquences de ce besoin a été l'adoption de la Directive Cadre de l'Eau en 2000, dont certains principes ont été synthétisés dans le terme 'Gestion Intégrée de l'eau'. Actuellement, cette terminologie s'utilise de manière généralisée, bien qu'il soit encore difficile de concrétiser et de définir comment elle doit s'appliquer à la planification hydrologique. C'est pourquoi, il est nécessaire de définir des modèles théoriques qui facilitent ce travail.

Pour cela, on propose dans cet article, un modèle théorique de gestion appelé '**Gestion Intégrée de l'eau et du Territoire**', contenant le concept accepté par tous de '**Gestion Intégrée de l'eau**' et les aspects liés au territoire; '**l'Aménagement Territorial de l'eau**'. Ce modèle a été défini comme la planification commune des usages de l'eau et des infrastructures hydrauliques, ainsi que la proposition de scénarios de développement respectueux et en accord avec la réalité hydrique des territoires, en considérant la disponibilité actuelle et future des ressources, tout en diminuant dans la mesure du possible les impacts produits sur le milieu physique.

Ce modèle peut être d'une grande utilité dans le processus actuel d'adaptation des plans européens de gestion de l'eau aux principes de la Directive Cadre de l'Eau - qui devra être réalisée avant 2009-, et mettre en place un véritable Aménagement territorial de l'eau.

**CAPÍTULO 2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA. LA NECESIDAD DE BUSCAR ENCUENTROS**

<b>1</b>	<b>ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y GESTIÓN DEL AGUA. OBJETIVOS .....</b>	<b>2.5</b>
<b>2</b>	<b>LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS DEL AGUA. HIPÓTESIS.....</b>	<b>2.8</b>
<b>3</b>	<b>HACIA UN ENFOQUE INTEGRADO EN LA GESTIÓN DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA.....</b>	<b>2.11</b>
3.1	MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO TERRITORIAL.....	2.11
3.2	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA .....	2.21
<b>4</b>	<b>PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA. RESULTADOS ..</b>	<b>2.33</b>
<b>5</b>	<b>EL PROBLEMA DEL AGUA EN EL CONTEXTO MEDITERRÁNEO.....</b>	<b>2.37</b>
5.1	EL CONCEPTO DE MEDITERRANEIDAD .....	2.37
5.2	EL INCREMENTO DE LA DEMANDA .....	2.41
5.3	LA ESCASEZ DE AGUA.....	2.45
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO A MODO DE RESUMEN.....</b>	<b>2.47</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Modelo de gestión basado en el incremento de oferta .....	2.16
<b>Fig. 2.</b> Modelo de Gestión Integrada del Agua .....	2.22
<b>Fig. 3.</b> Modelo de Gestión de la Oferta de agua .....	2.23
<b>Fig. 4.</b> Modelo de Gestión del Medio físico.....	2.24
<b>Fig. 5.</b> Modelo de Gestión de la Demanda de agua.....	2.25
<b>Fig. 6.</b> Niveles de planificación en relación a la Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio.....	2.26
<b>Fig. 7.</b> Relación de la Planificación Territorial del Agua con otras planificaciones.....	2.27
<b>Fig. 8.</b> Modelo de Planificación Territorial del Agua.....	2.30
<b>Fig. 9.</b> Modelo de Planificación y Gestión Int. del Agua y el Territorio I.....	2.31
<b>Fig. 10.</b> Modelo de Planificación y Gestión Int. del Agua y el Territorio II....	2.32
<b>Fig. 11.</b> Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada .....	2.34
<b>Fig. 12.</b> Acuíferos sobre-explotados e intrusión salina en el Mediterráneo....	2.39
<b>Fig. 13.</b> Previsión del crecimiento poblacional en los países Mediterráneos...	2.41
<b>Fig. 14.</b> Crecimiento de la demanda de agua en los países Mediterráneos.....	2.42
<b>Fig. 15.</b> Ingresos procedentes del turismo internacional y porcentaje respecto del P.I.B. en los países del Mediterráneo en el año 2000.....	2.43
<b>Fig. 16.</b> Crecimiento del turismo nacional e internacional en el Mediterráneo.	2.44
<b>Fig. 17.</b> Índice de Estrés Hídrico (WSI) en países del Mediterráneo Norte (Agua utilizada/Recursos Disponibles) .....	2.45

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Modelos de Gestión del agua I .....	2.18
<b>Tabla 2.</b> Modelos de gestión del agua II .....	2.19
<b>Tabla 3.</b> Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio.....	2.32
<b>Tabla 4.</b> Recursos hídricos existentes en países del Mediterráneo .....	2.46

## RESUMEN DEL CAPÍTULO

Las complejas relaciones entre el Agua y el Territorio han puesto de manifiesto en los últimos años la necesidad de enfrentar los problemas del agua desde un enfoque más integral y menos sectorizado, en el que se establezcan diálogos abiertos entre la Planificación Territorial y la Gestión Sectorial del agua, potenciando su imbricación allá donde sea posible, especialmente en aquellos territorios en los que el agua tiene un mayor protagonismo.

En este capítulo se sientan las bases para el estudio y la potenciación de los ‘puentes’ existentes entre ambas disciplinas, definiendo un modelo de transición entre ambos que se ha denominado ‘Planificación Territorial del Agua’. Este modelo analiza los problemas contemporáneos del agua mediante la planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos al medio físico.

## 1 ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y GESTIÓN DEL AGUA. OBJETIVOS

La convivencia del hombre con el agua ha sido siempre un diálogo complejo. Desde sus orígenes, los asentamientos humanos se han localizado en lugares donde existía agua. Durante mucho tiempo, la vida rural aseguró el equilibrio en el uso del recurso hídrico, pues las necesidades de los hombres permitían la regeneración y la continuidad de los procesos naturales.

Tras la Revolución Industrial, el fuerte crecimiento demográfico, la migración de la población a las ciudades y el rápido desarrollo de las primeras industrias, generó un fuerte y repentino incremento en el uso de agua que provocó la ruptura de este equilibrio, convirtiendo al recurso hídrico en un elemento indispensable para el crecimiento y el desarrollo de las ciudades (aún sigue siéndolo hoy). Para dar respuesta a esta nueva necesidad se produjo un fuerte desarrollo capitalista de las empresas del agua y sobre todo de la técnica que las sustentaban, dirigido fundamentalmente a garantizar los consumos y a evitar los riesgos sanitarios derivados de su uso.

A medida que las ciudades fueron desarrollándose, el agua satisfacía cada vez más necesidades; abastecimiento, higiene, transporte, producción industrial, generación de energía, actividades recreativas,...usos que disminuían los recursos hídricos existentes y degradaban paulatinamente las masas de agua en los lugares de vertido. Fue precisamente este hecho, el que dio origen a principios de los años 70 a una preocupación medioambiental que comenzó a poner de manifiesto la necesidad de acometer una Gestión del Agua más allá del aprovechamiento, que considerara también las afecciones que estos producen en el medio natural. En consecuencia, los países desarrollados comenzaron a prestar especial atención al deterioro ambiental de las masas de agua y la *Ingeniería Sanitaria* dio paso a la *Ingeniería Ambiental* (Leopold, 1968).

Desde los años 70 se ha venido reclamando por tanto la necesidad de acometer una gestión del agua desde un enfoque más integral y menos sectorizado, en el que confluyan todas las disciplinas que de una u otra forma se encuentran representadas en los problemas del agua, y que se asome a las interacciones con otros fenómenos que conforman el territorio (no puede olvidarse que la Ordenación del Territorio lo es también de los espacios del agua). Así, se ha comenzado a hablar de *Gestión Integrada del Agua y el Territorio* (Aguilera 1999), o '*Gestión Integrada del Agua*' (Solanes et al. 2001), como el estadio relacional más avanzado entre la Gestión del Agua y la Planificación Territorial.

Pese a la 'declaración de intenciones' que encierra esta nueva terminología, ni los Planes Hidrológicos ni los Planes Territoriales han dado una respuesta suficiente a las necesidades que se plantean, perpetuando los enfoques sectoriales que han sido resultado de la distribución competencial entre administraciones. Esto ha hecho más difícil si cabe, incorporar los aspectos territoriales a la tradicional gestión sectorial y viceversa, de forma que ambas planificaciones se sitúen más próximas entre sí.

Muchos autores, procedentes de disciplinas y de campos de actividad muy diferentes, vienen coincidiendo, cada vez con mayor claridad en esta idea. Así, por ejemplo, Federico Aguilera Klink, economista, lo expresa en estos términos: "*... no hay gestión del agua sin gestión del territorio, de la misma manera que no nos apropiamos sólo de recursos sino de ecosistemas*" (Aguilera Klink, 1997a). Por su parte Francisco Díaz Pineda, biólogo, dice: "*España no es un país sin suficientes canales y embalses. Es un país sin suficientes planificadores del territorio. La gestión del agua debiera ser la gestión de las tramas de relaciones territoriales en las que ésta interviene.*" (Díaz Pineda, 2000). Juan López Martos, ingeniero de caminos, canales y puertos, coincide en que: "*... parece necesario tener en cuenta esta estrecha relación entre agua y territorio, tanto desde el punto de vista de la planificación como desde el de la gestión, de forma que lleguemos no sólo a la gestión integral del agua por cuencas hidrográficas, sino a la gestión conjunta de ambos.*" (López Martos, 2000).

En consecuencia, como señala James Dooge (Dooge, 1999), "*...el perfil de los planificadores del agua se diversifica en un nuevo modelo de gestión integrada de los recursos hídricos y el territorio, que requiere la visión de los ecólogos sobre los sistemas ambientales, la experiencia técnica de los ingenieros, el conocimiento de las fuerzas del mercado de los economistas y la apreciación de los factores sociales y políticos aportados por los científicos sociales....*" .A esta definición podría añadirse ... ***la capacidad de los planificadores para incorporar a ordenación del territorio las restricciones y potencialidades que conlleva el uso del agua...***

Esta necesidad, que supone un reto para la sociedad contemporánea, define el **objetivo** principal de esta tesis; **potenciar el acercamiento entre la planificación territorial y la gestión del agua**, más allá de la diferente concepción de las administraciones que las gestionan fomentando su imbricación allí donde sea posible, especialmente en aquellos territorios en los que el agua tiene un mayor protagonismo.



## 2 LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS DEL AGUA. HIPÓTESIS

A lo largo de la historia de la Planificación Territorial, muchos han sido los autores que han trabajado en el acercamiento entre la Gestión sectorial del agua y la Ordenación del Territorio. Los primeros intentos surgieron desde la planificación de los espacios verdes y la potenciación de los valores naturales, valores que han estado siempre muy presentes en las teorías y las buenas prácticas del urbanismo y la ordenación territorial (Gómez Ordóñez, 2004).

Ya los urbanistas barrocos organizaban las extensiones modernas de las ciudades con grandes avenidas arboladas y parques, aspecto que se desarrolló en los ensanches de las ciudades del siglo XIX como el llevado a cabo en Barcelona por Idelfonso Cerdá, quien defendía la necesidad de llevar el campo a la ciudad y de urbanizar el campo (Cerdá, 1867). En este mismo sentido, aparecieron otras iniciativas como el movimiento norteamericano ‘park movement’, que proponía la creación de sistemas de parques en las emergentes áreas metropolitanas, o la ciudad jardín de Howard, que garantizaba en su entorno un suelo dedicado a la agricultura como cinturón natural y aseguraba una alta proporción de suelo no ocupado para parques y jardines (Howard, 1898).

A principios del siglo XX, fueron los trabajos de Patrick Geddes los que aportaron una cuestión esencial en este sentido; la consideración de que el objeto de la planificación no era sólo la ciudad sino un territorio más amplio. La difusión de sus publicaciones incorporó en el pensamiento urbanístico la interrelación de la ciudad con el territorio y su necesaria planificación integrada, lo cual tuvo una gran repercusión en los años 20 y 30 en Gran Bretaña y E.E.U.U. (Benabent, 2006). Su estudio sobre la sección del valle (Geddes, 1915) puede considerarse como una de las primeras aproximaciones a la ordenación de los territorios del agua, al definir como ***unidad de planificación una región asociada a la realidad hídrica.***

Así mismo, Geddes puso de manifiesto la necesidad de *compatibilizar distintas escalas de trabajo* con el fin de considerar en su conjunto los elementos y los procesos tanto antrópicos como naturales, y alertó sobre el fracaso de la concepción segregada de las diferentes disciplinas en el problema de la Planificación Territorial (*los compartimentos estancos y las lógicas sectoriales de los modelos de planificación*), proponiendo una lógica de *prácticas interdisciplinares*.

Ya en la primera mitad del siglo XX destacaron otros ejemplos como ‘los tres establecimientos humanos’ de Le Corbusier, que organizaba una red triangular cuyos intersticios eran ocupados por la agricultura y la naturaleza (Le Corbusier, 1924), la ciudad Broadacre de Frank Lloyd Wright (1932) que proponía una extensa ciudad-campo de agricultores propietarios, o el Plan de Londres de Abercrombie que planificaba un cinturón verde para frenar su crecimiento (Abercrombie, 1945).

En los años sesenta, emergió la figura de Mc Harg, cuyo libro ‘Design with Nature’ (Mc Harg, 1967) se convirtió en una referencia para las disciplinas medioambientales emergentes y para el desarrollo de la metodología científica de la ecología. En él se establecía la necesidad de utilizar métodos de planificación más respetuosos con las condiciones ambientales y territoriales de las áreas de intervención, desarrollando un método de planificación denominado ‘overlay-mapping’ o *‘superposición de información’* que trataba de fijar la idoneidad de una zona en relación a varios usos existentes con el fin de encontrar la solución de ‘máxima idoneidad social’ (base teórica de los modernos Sistemas de Información Geográfica). En su proceso planificador hacía inventario de los ecosistemas, describía el funcionamiento de las dinámicas ecológicas y establecía límites a las transformaciones equilibrando su valoración con las oportunidades de cambio cultural que podían contribuir a mejorar el sistema.

Algo más tarde surgieron las teorías del ‘regional planning’ -Friedmann y Weaver 1979- (Friedmann, 1981), las cuales definían el ámbito de las *cuencas hidrográficas* como el idóneo para la ordenación integral del territorio, en tanto en

cuanto que éstas establecían unos límites claros y se definían en razón de un recurso como el agua, esencial para el desarrollo de las actividades económicas. Además, la cuenca hidrográfica puede definirse como un territorio en el que el agua constituye un sensor de calidad en el proceso global de uso del suelo, pues las relaciones entre los elementos del sistema son aún más fuertes (Gómez Ordóñez, 2004).

En resumen, puede decirse que ... *la Ordenación del Territorio ha tenido a lo largo de su historia como rasgo de identidad la preocupación por armonizar lo natural y lo artificial, cuidando la relación justa entre lo que se ocupa y lo que se preserva o reserva para el futuro, y precisamente en estas reservas, el agua ha jugado y juega un papel protagonista* (Gómez Ordóñez, 2004).

Por ello, se han tomado como **Hipótesis** de partida esta tesis las más relevantes contribuciones planteadas hasta el momento en la Planificación territorial de los espacios del agua. Estas pueden sintetizarse en la necesidad de llevar a cabo las siguientes acciones;

- Considerar la unidad de planificación como un área vinculada a la realidad hídrica, por ser el ámbito espacial idóneo para el análisis, la evaluación y el control de los fenómenos relacionados con el agua.
- Analizar de forma multiescalar las relaciones antrópico-hídricas presentes en el territorio para poder comprender el fenómeno de forma global.
- Llevar a cabo un enfoque interdisciplinar que permita considerar la compleja problemática del agua.
- Utilizar como metodología de análisis la superposición de información como herramienta básica para la detección de problemas transversales.

### **3 HACIA UN ENFOQUE INTEGRADO EN LA GESTIÓN DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO TERRITORIAL**

La Planificación Hidrológica y la Ordenación del Territorio se han relacionado a lo largo de la historia desde diferentes perspectivas, cada una de las cuales ha definido un ‘modelo de gestión del agua’ basado en principios que han ido evolucionando con las necesidades y retos de cada lugar (Rodríguez Rojas, 2004). Así, puede decirse que las prácticas y usos con los que cada sociedad ha intentado e intenta satisfacer sus necesidades de agua han ido conformado diferentes *culturas hídricas* (Moral Ituarte, 2000).

En España, los primeros intentos sistemáticos de formulación y anticipación de los problemas hídricos, se remiten a la segunda mitad del siglo XIX. De esa época datan Planes de proyectos como el de Gómez Ortega, Lizárraga y Churruca (1866) de defensas del Júcar, o el de García y Gaztelu (1886) de defensas del Segura, en los cuales se producen avances tan importantes como los primeros reconocimientos hidrológicos, la sistematización de datos de las cuencas, cartografía fluvial y una incipiente planificación hidráulica (Gil Olcina, 1995).

A comienzos del siglo XX se desarrolla el Plan General de Canales de Riego y Pantanos (Plan Gasset; 1902), dirigido fundamentalmente al desarrollo de la agricultura, entonces principal fuente económica del país. Este plan, basado en las ideas regeneracionistas de Joaquín Costa (Costa, 1911), supuso la primera propuesta sistemática de actuaciones hidráulicas a escala nacional (Martín Mendiluze, 1989), y sirvió de base para la redacción de los primeros Planes de Obras; los Planes Nacionales de Obras Hidráulicas de 1902, 1933 y 1940 (Melgarejo, 2000). A parte de las críticas técnicas, financieras etc., la principal carencia del Plan Gasset, es la

ausencia de un concepto integrador de planificación hidrológica que relacione entre sí las diferentes necesidades existentes y las actuaciones necesarias para satisfacerlas, razón por la cual es criticado por el propio Lorenzo Pardo en su Plan de 1933.

Por ello, este periodo se denomina etapa de **política hidráulica** (Gil Olcina, 1995), pues se caracteriza por el *aprovechamiento de los recursos hídricos mediante la creación de infraestructuras hidráulicas*.

El progresivo incremento de la regulación de los cursos fluviales y de los aprovechamientos, para riego, abastecimientos o producción hidroeléctrica, conduce a planteamientos cada vez de mayor racionalidad e integración en las actuaciones relacionadas con los recursos hídricos. Muestra de ello es la creación en 1926 de la Confederación Hidrográfica Sindical del Ebro, y en 1927 de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, ambas creadas con el principal objetivo de *obtener el mejor aprovechamiento posible de las aguas, rentabilizando la potencialidad económica de los territorios hidrográficos*. Así mismo, la implantación del concepto ‘*cuenca vertiente*’ como unidad fundamental para gestionar el recurso hídrico constituye un primer intento de planeamiento integral, dando origen a un cambio de perspectiva muy importante en la gestión del agua que se ha denominado etapa de **política hidrológica** (Melgarejo, 2000). Esta necesidad de conjugar intereses públicos y privados dio origen a la creación de las restantes Confederaciones Hidrográficas que se inspiraron en el modelo administrativo de la Confederación del Ebro adaptándose a las singularidades propias de cada región.

El siguiente avance significativo hacia el aprovechamiento integral del agua se produce con el Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933, elaborado por Manuel Lorenzo Pardo, con la colaboración de los también Ingenieros de Caminos, Clemente Sáenz, Angel Arrué y Joaquín Ximénez de Embún. En este fundamental Plan, sobre el que se han realizado numerosos estudios, se hace un planteamiento razonablemente conjunto y vertebrado de los problemas hidrológicos por cuencas hidrográficas innovador a nivel mundial, tomando en consideración no sólo las

cuestiones exclusivamente hidrológicas, sino también otras de tipo geográfico, climático, económico, etc.

La visión regeneracionista de Joaquín Costa del aprovechamiento ordenado y planificado de los recursos y la idea de gestión integral del agua de Lorenzo Pardo marcaron un período de realización de grandes Obras Hidráulicas que duró hasta mediados de los años 80 (1945-1985); embalses, trasvases, encauzamientos, bombes,... con el objetivo de satisfacer el continuo crecimiento de la demanda de agua que acompañaba al desarrollo del país (Gil Olcina, 1995). Esta solución tradicional basada en la explotación de las aguas subterráneas y el aumento de los recursos superficiales regulados, fue generalizada en la mayoría de los países desarrollados del mundo (Biswas, 2003).

A finales de los años 60, fruto del naciente paradigma medioambiental, comienzan a oírse las primeras voces que hablan del agotamiento de este modelo desarrollista y de sus efectos sobre el medio natural (Salvà Tomás, 1993), lo cual genera una creciente necesidad de protección de los recursos hídricos, que forja ya en los años noventa una nueva concepción de la gestión del agua ligada a lo que muchos han considerado una '*Nueva Cultura del Agua*' (Moral Ituarte, 2002).

La preocupación por la realidad no sólo económica del agua, si no también social, ecológica y patrimonial, supuso el punto de partida de la tercera fase de gestión, la ***política sostenible del agua*** (Ayala-Carcedo, 1999), caracterizada por la búsqueda de nuevos mecanismos de planificación, la producción de agua mediante nuevas tecnologías, la eficiencia en el uso del agua y las políticas de ahorro entre otros.

Consecuencia de este cambio conceptual en la política hidrológica española fue la derogación del Plan Hidrológico Nacional 1997-2007 (en adelante PHN) en 2004, y su sustitución por el denominado Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua). El PHN, considerado ejemplo del modelo tradicional de creación de infraestructuras hidráulicas debido al gran trasvase planteado entre el río Ebro y las zonas del Levante, Valencia, Murcia y Alicante (Gil Olcina, 2002),

despertó un enorme movimiento social que alertaba de las consecuencias ambientales, económicas y sociales de dicho trasvase. El cambio en el signo político propició su derogación y la aprobación del programa A.G.U.A., el cual planteaba resolver el déficit de agua de las regiones mediterráneas del sur mediante la reutilización de aguas residuales tratadas, y sobre todo, la desalinización masiva de agua de mar. Nunca en España el problema del agua tuvo tanta trascendencia, lo cual indicaba un agravamiento de los desequilibrios entre las regiones con exceso y déficit de agua; lo que Joaquín Costa denominaba *'la España húmeda y la España seca'* (Costa, 1911).

El recurso agua ha adquirido por tanto un sentido más amplio y complejo que el meramente productivo, situándose en la actualidad como un factor clave tanto para el desarrollo socioeconómico de las regiones como para la conservación de los ecosistemas y la identidad de los territorios (Arrojo Agudo, 1998). Tradicionalmente estos conceptos se han presentado como excluyentes e irreconciliables en muchos casos, sin embargo está claro que deben buscarse nuevos mecanismos de encuentro.

Esa múltiple función conduce al ampliamente utilizado concepto **'desarrollo sostenible'**, que en el caso del uso del agua supone *el aprovechamiento del recurso hídrico de forma que permita favorecer hoy el desarrollo de actividades productivas y el aumento del bienestar humano a través de su consumo, sin poner en riesgo el desarrollo y bienestar futuros debido a un consumo desmedido o a la degradación/contaminación del recurso agua, así como de los ecosistemas y de otros recursos naturales* (Acuerdo por el Agua en la Cuenca del Guadalquivir, CHG 2005).

Este cambio de perspectiva ha sido plasmado ampliamente en la bibliografía española. Así, se pueden identificar numerosas expresiones y referencias que aluden al cambio de concepción bajo diferentes denominaciones como *fase expansionista* frente a *fase de economía madura del agua* (Aguilera Klink, 1997a); *economía joven del agua* frente a una *economía madura* (Sauquillo Herraiz, 1993); *modelo estructuralista* frente a una *nueva estrategia de gestión* (Arrojo Agudo, 1996); *vieja cultura del agua* frente a una

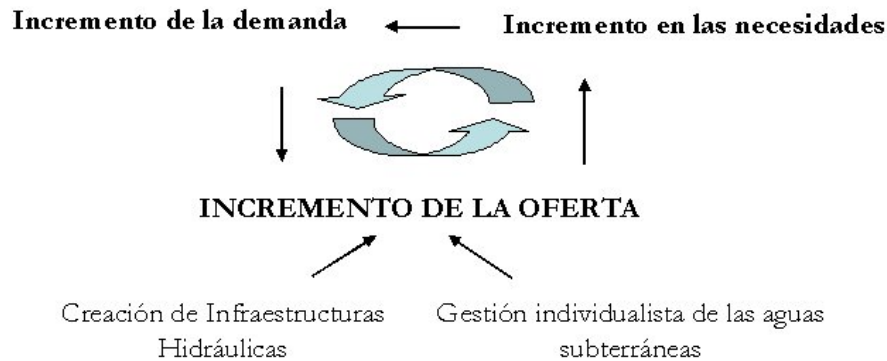
*nueva cultura del agua* (Martínez Gil, 1997); *planificación tradicional de las obras hidráulicas* frente a *gestión del agua como recurso* (Naredo, 1997); de la *planificación de necesidades* a la *planificación económica* (López-Camacho, 1997); *modelo de necesidades* frente a *modelo de demanda* (Vergés, 1998); de la *política hidráulica* a la *política del agua sostenible* (Ayala-Carcedo, 1999); de la *política hidráulica* a la *política del agua* (Escartín et al. 1999), entre otras.

Por su parte, en la bibliografía internacional se pueden encontrar locuciones como *stratégie de flexibilité de l'offre* frente a la *gestion de la demande* y *planification stratégique* (OCDE, 1989); *hydraulic culture* frente a *hydrologic culture* (Newson, 1992); *supply driven ethos* frente a *demand management ethos* (Abrams, 1996); *Supply management era* frente a *Demand management era* (Turton, 1999); desde *a period of water development* hasta a *period of water management* (Dzurik, 1996); *Traditional Planning* frente a *Integrated Resource Planning* (Beecher, 1998); desde *A Time of Resource Explotation* hasta *A Time of Changing Focus* (Thompson, 1999). En definitiva, expresiones que sintetizan algunas de las características de al menos dos paradigmas hídricos diferentes.

El primero de ellos, el **paradigma hidráulico tradicional** (Moral y Saurí, 1999) puede resumirse por tanto *en la necesidad de proporcionar agua suficiente para todos aquellos agentes sociales dispuestos a utilizarla con fines productivos a través de la intervención en el territorio* (Moral Ituarte 2002). Este modelo, basado en la construcción de obras hidráulicas, cumple tres objetivos fundamentales (Aguilera Klink, 1999), el **Abastecimiento** generalizado de agua potable a la población urbana y rural, el desarrollo de los **Regadíos** y la generación de **Energía** hidroeléctrica. Así, ha propiciado la proyección de nuevas infraestructuras orientadas al abastecimiento de unas demandas que *le han venido dadas como algo exógeno y creciente, sin profundizar en el análisis de los usos ni en la manera de recortar las dotaciones ni las inversiones en obras* (Naredo, 1997). El agua se ha considerado como un bien 'ilimitado' y un importante factor de desarrollo, subvencionado por el estado tanto en la construcción de las infraestructuras como en su explotación.



En síntesis, se trata de un modelo cíclico en el que el crecimiento de las demandas se solventa mediante la expansión de la oferta, la cual vuelve a generar un aumento de las necesidades y por tanto de las demandas (Fig. 1). En este caso, la política hidráulica se limita a 'servir' al desarrollo económico, proporcionándole el agua necesaria para su crecimiento mediante la creación de dichas infraestructuras.



**Figura 1. Modelo de gestión basado en el incremento de oferta**

*Fuente. Elaboración propia*

Por otra parte, el **nuevo paradigma hidrológico**, surgido en el contexto de la preocupación medioambiental y presidido por el concepto de desarrollo sostenible de los años ochenta, se apoya en los siguientes principios (Aguilera Klink, 1997b):

- Conservación del agua y uso sostenible de los recursos
- Gestión integrada de la oferta y la demanda
- Consideración global de la cantidad y la calidad del agua en las distintas fases del ciclo hidrológico junto al suelo y a la atmósfera
- Conservación de la calidad ecológica de las masas de agua
- Información pública
- Subsidiariedad, responsabilidad compartida y establecimiento de instrumentos económicos y financieros adecuados

Este nuevo paradigma se desarrolla en dos etapas consecutivas de gestión, una transitoria denominada *Gestión de la Demanda*, y otra final denominada *Gestión Integrada del agua y el Territorio* (Aguilera Klink, 1997b, 1999). Así, el conjunto de prácticas que conforman la gestión del agua define un cierto itinerario, ya que es imposible aproximarse a la *gestión integrada del agua y el territorio*, sin que exista previamente un impulso serio por la *gestión de la demanda* (Aguilera Klink, 1999).

Esquemáticamente, dicho recorrido puede simplificarse en la Tabla 1, en la cual las fases inicial y final coinciden con los dos paradigmas arriba descritos.

**Tabla 1. Modelos de Gestión del agua I**

<b>FASE EXPANSIONISTA</b> <b>Aumento de la Oferta</b>	<b>FASE DE TRANSICIÓN</b> <b>Gestión de la demanda</b>	<b>FASE MADURA</b> <b>Gestión integrada</b>
-Laminación avenidas -Garantizar suministros	-Avenidas controladas (atención a las prácticas agrícolas) -Suministro garantizado	No hay gestión del agua sin ordenación del territorio
Prioridades agua: riego (80-90%) y uso urbano (10%)	Las prioridades son gestionadas. La economía cambia	¿Qué usos son compatibles con los territorios?
Escasa atención hacia los problemas ambientales	Aumenta la percepción social de problemas ambientales	Destacado papel de los valores ambientales
El agua es una necesidad básica	El agua es un factor de producción y un activo social	El agua es un activo eco-social
Escaso conflicto social y escasa participación pública	Aumentan los conflictos sociales y aumenta la participación púb.	Importantes conflictos sociales y papel clave de la participación púb.
-Escasa preocupación por la eficiencia técnica en el uso y la distribución del agua. -No hay incentivos	-Aumenta la preocupación por la eficiencia y la distribución. -Discusión sobre incentivos. Se aplican en algunos casos	-Conservación, ahorro y usos ambientales son fundamentales. -Generalización de incentivos y campañas
Ausencia de estadísticas de usos y consumos	Se insiste en la necesidad de trabajos fiables, pero sigue sin haber estadísticas y series	Se supone que debería haber estadísticas y series fiables

*Fuente. Modificado de Aguilera Klink, 1999*

Se puede resumir por tanto la evolución en los modelos de gestión del agua en base al cambio en la consideración del recurso agua; primero como factor de producción y recurso ilimitado caracterizado por una *política de oferta*, después como factor de producción y bien escaso representado por la *gestión de la demanda*, y finalmente como activo eco-social, definido por un modelo de *crecimiento sostenible* (Carles Genovés, 2001). En la Tabla 2 se resumen las principales características de cada uno.

**Tabla 2. Modelos de gestión del agua II**

<b>MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA</b>	
<b>A. El agua se considera un factor de producción</b>	<b>B. El agua se considera un activo eco-social</b>
<p><b>A.1. El agua no es un bien escaso</b></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Políticas de expansión de la oferta</li> <li>-Precios muy bajos o nulos</li> <li>-Consumos unitarios muy altos</li> <li>-Administración pública promotora de infraestructuras hidráulicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atención prioritaria a la <b>calidad del agua</b></li> <li>- El estado cualitativo del agua y del medio ambiente acuático es una <b>restricción para el desarrollo</b> de la actividad económica</li> <li>- <b>Políticas de ahorro y precios</b> que reflejen la escasez y los daños producidos al medio ambiente</li> <li>- Administración pública prioriza los objetivos de <b>calidad</b> y exige y vigila su cumplimiento</li> <li>- La <b>participación ciudadana</b> se considera uno de los pilares en la planificación hidrológica</li> </ul>
<p><b>A.2. El agua es un bien escaso</b></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Políticas de gestión de la demanda</li> <li>-Exigencia de consumos unitarios más reducidos</li> <li>- Los precios deberían reflejar la escasez</li> <li>- Mayor papel de la iniciativa privada, ¿Mercados?</li> <li>-Administración pública promueve y estimula el desarrollo de tecnologías de ahorro</li> </ul>	

*Fuente. Modificado de Carles Genovés 2001*

Es este último modelo, basado en la consideración del recurso agua como activo eco-social, es el que se ha impuesto en la realidad europea a raíz de la aprobación de la Directiva Marco del Agua en el año 2000 (Directiva 2000/60/CE)(en adelante DMA), de aplicación en todos los estados miembros y referencia para otros muchos países del mundo (Cabrera Marcel, 2002). Establece el *marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*, haciendo especial hincapié en los aspectos de la gestión, medioambiente, economía y participación ciudadana.

Así, la Directiva Marco del Agua, resultado de un cambio progresivo en los principios de la gestión del agua, ha introducido un cambio sustancial en el enfoque tradicional, encaminado fundamentalmente a una mejora efectiva del medioambiente hídrico, y a la recuperación de los costes del agua como mecanismo fundamental para asegurar su uso y reparto racional. Ha supuesto un paso importantísimo pues apuesta por una relación más estrecha entre los aspectos más sectoriales ligados a la exclusiva gestión del agua, y aquellos más integradores ligados a la dimensión ambiental del territorio. Esta ley marco plantea la necesidad de aplicar criterios de gestión integral de los recursos hídricos y el territorio priorizando enfoques basados en los principios de sostenibilidad, equidad y racionalidad.

Todos estos principios se pueden considerar incluidos en el término **‘Gestión Integrada del Agua’**, el cual se utiliza hoy en día de forma generalizada para definir la adaptación a los principios que plantea la Directiva. Pese a la declaración de intenciones que encierra esta nueva terminología, aún resulta difícil concretar y definir cómo se debe aplicar a la planificación hidrológica. En el siguiente apartado se analizan cuáles son los modelos teóricos que se están proponiendo a este respecto, poniendo de manifiesto las carencias existentes respecto a la necesaria relación con la ordenación del territorio, y proponiendo un nuevo modelo que englobe también los aspectos más territoriales; **‘Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio’**.

### 3.2 PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y EL TERRITORIO. METODOLOGÍA

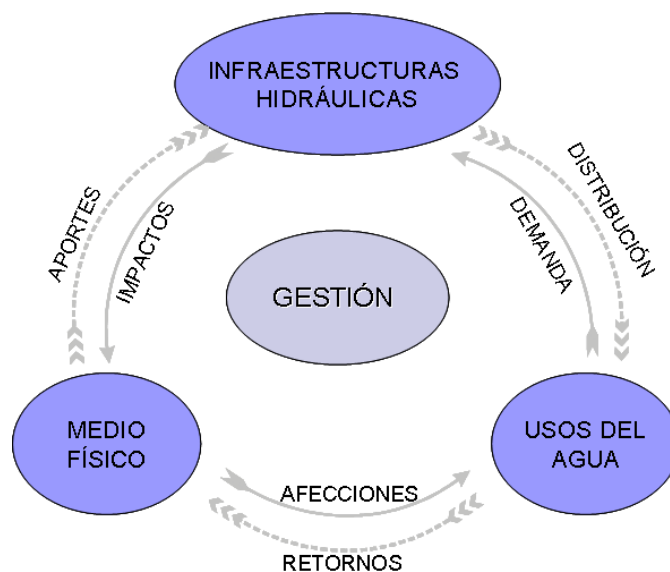
A pesar de haber alcanzado un consenso general sobre la necesidad de acometer una Gestión Integrada del Agua que se relacione con la Ordenación del Territorio, ni el significado ni la aplicación de este concepto han podido ser definidos claramente. ¿Qué debe integrar este nuevo término y cómo debe procederse a esta integración?. La primera consideración a tener en cuenta es que **los principios para una Gestión Integrada del Agua están lejos de ser universales**, ya que los factores determinantes varían según las características de la región; la naturaleza e intensidad de los problemas hídricos, los recursos humanos, las capacidades institucionales, las peculiaridades del sector público y privado, los aspectos culturales...

Así, y a pesar de no existir una definición concreta, -siendo objeto aún de una gran controversia-, se pueden definir una serie de elementos principales básicos que se han puesto de manifiesto en los foros mundiales de discusión sobre el agua. La definición más aceptada es la propuesta por la organización internacional 'Global Water Partnership' en 2004, ...*'la Gestión Integrada de los recursos hídricos es un proceso que favorece el desarrollo de los territorios, maximizando de forma sostenible el bienestar económico y social y respetando el medioambiente'*... Se trataría por tanto de integrar por un lado la gestión del Medio Natural o **Medio Físico** que condiciona el acceso al agua y su calidad, y por otro la gestión del Medio Humano, formado por los aprovechamientos hidráulicos (**Infraestructuras**) y las actividades humanas (**Demandas**), los cuales determinan la utilización del agua y el desarrollo territorial asociado.

Para la integración de estas variables, -que pueden considerarse las componentes del Sistema Hídrico-, deberán tenerse en cuenta conjuntamente todas las relaciones existentes entre ellas (Fig. 2), dando lugar a lo que se denomina **Modelo de Gestión Integrada del Agua** (Le Goulven, 2005).

Estas relaciones pueden resumirse por un lado, en que el medio proporciona agua a las infraestructuras hidráulicas, las cuales la distribuyen a los diferentes usuarios que tras utilizarla la devuelven al medio con una calidad muy inferior a la de origen, siendo regenerada en la medida de lo posible por el medio físico y devuelta de nuevo a las infraestructuras. En este proceso se produce un progresivo deterioro de la calidad de los recursos, por lo que uno de los objetivos principales es mejorar al máximo la calidad del agua que retorna al medio. Se ha dicho al respecto que las ciudades tendrían que administrar sus aguas residuales, como si tuviesen que tomar el abastecimiento de agua potable aguas debajo de sus vertidos, siendo ésta la mejor garantía de su contribución al mantenimiento de la calidad del agua (Gómez Ordóñez, 2006).

En el sentido contrario, los usuarios demandan agua para el desarrollo de sus actividades, por lo que se hace necesario la creación de infraestructuras hidráulicas, las cuales generan una serie de impactos en el medio físico que repercuten de nuevo en los usuarios, ya sea de forma positiva (disminución de avenidas, disponibilidad de agua...) o negativa (deterioro de los ecosistemas hídricos, agotamiento de los recursos hídricos derivado de la sobre-explotación,...).



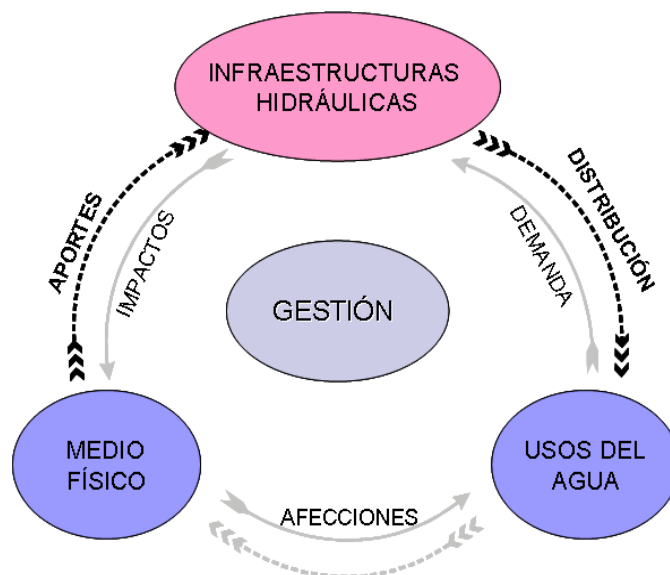
**Figura 2. Modelo de Gestión Integrada del Agua**

*Fuente. Modificado de Le Goulven 2005*

Las diferentes concepciones segregadas de este modelo han dado origen a los modelos de gestión del agua descritos en el apartado anterior, siendo este último el resultado de la integración de todos ellos.

Así, el modelo definido anteriormente como **Gestión de la Oferta** (Fig. 3), que se basa en la construcción de infraestructuras hidráulicas como medida principal para resolver el problema del aumento de la demanda, necesita analizar por un lado los Aportes hídricos que el medio físico proporciona a dichas infraestructuras con el fin de poder cuantificar el aumento de la oferta de agua. Para ello, desarrolla modelos *hidrológicos* e *hidrogeológicos* que permiten conocer los recursos disponibles, superficiales y subterráneos, en función de la pluviometría y de los parámetros físicos del suelo y el subsuelo.

Por otro lado, requiere resolver cómo llevar a cabo la Distribución del agua a los Usuarios, mediante los modelos de *asignación de recursos* que establecen estrategias para su distribución óptima en base a unas prioridades establecidas. Estos modelos, de gran tradición, se han visto mejorados en los últimos años con la mejora de la capacidad de cálculo de los ordenadores.



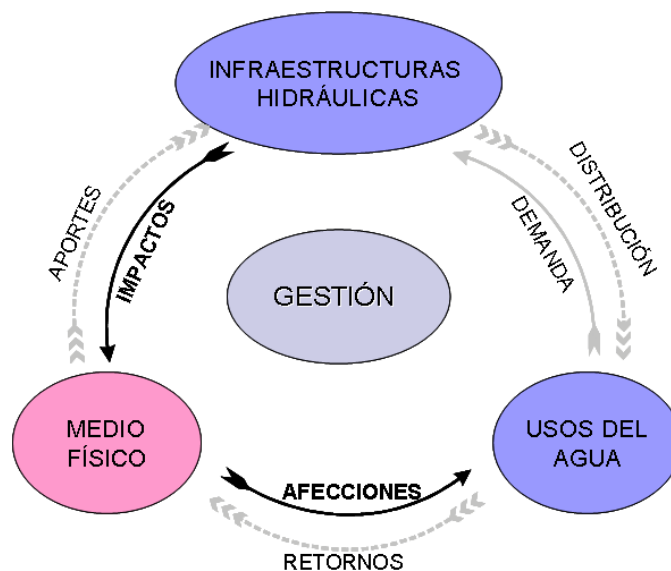
**Figura 3. Modelo de Gestión de la Oferta de agua**

*Fuente. Modificado de Le Goulven 2005*



Como ya se ha explicado anteriormente, a partir de los años setenta el paradigma medioambiental pone de manifiesto la necesidad de considerar también los Impactos que las infraestructuras hidráulicas tienen en el medio físico así como las Afecciones que estos producen en los usuarios, por lo que se plantea un nuevo modelo de gestión cuyo objetivo es mejorar y/o conservar la calidad ambiental no sólo de los ecosistemas acuáticos si no del entorno en general, lo cual es conocido como **Gestión del Medio Físico** (Fig. 4).

Este modelo lleva aparejado el desarrollo de otros más específicos destinados a conocer y controlar la calidad del agua *-transporte de contaminantes-*, el buen estado de los ecosistemas acuáticos *-biológicos-*, y los procesos de erosión y transporte de sedimentos *-geomorfológicos-* entre otros. Estos modelos, muy asociados a la disciplina científica de la ecología, han tenido un gran desarrollo desde los años setenta y se encuentran en la actualidad plenamente integrados en los procesos de gestión del agua.



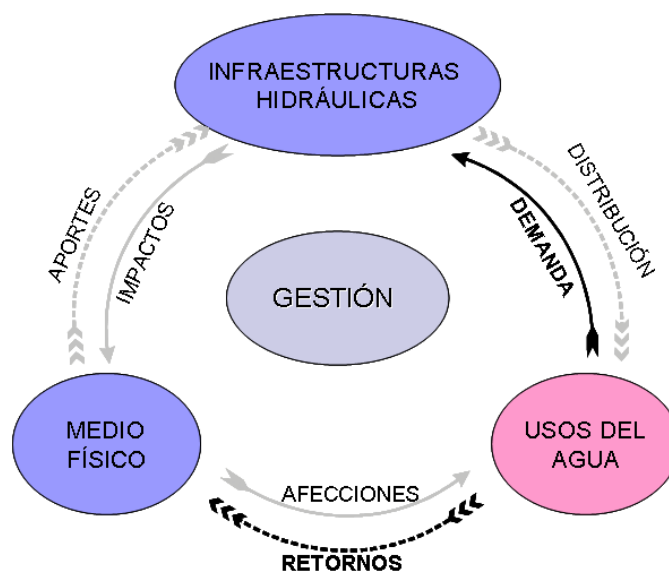
**Figura 4. Modelo de Gestión del Medio físico**

Fuente. Modificado de Le Goulven 2005

Como ya se ha comentado, a partir de los años noventa los problemas de escasez y contaminación de los recursos comienzan a alertar sobre la necesidad de disminuir las demandas y de mejorar el retorno de las aguas usadas al medio. Esta preocupación da lugar al tercer modelo denominado **Gestión de la Demanda** (Fig. 5), que resulta del agotamiento de la tradicional Gestión de la Oferta y como complemento a la Gestión del Medio Físico, una vez alcanzados los máximos de explotación de los recursos hídricos.

Esta modalidad de gestión plantea la reducción de las demandas (ahorro y programas de concienciación ciudadana, mejora de la eficiencia de las redes de distribución,...) y la utilización de recursos alternativos como solución a la escasez de recursos (reutilización y desalación). Así mismo, trata de mejorar los retornos del agua utilizada mediante la depuración y la reutilización, para disminuir las afecciones al medio físico receptor y cerrar así el ciclo integral del agua.

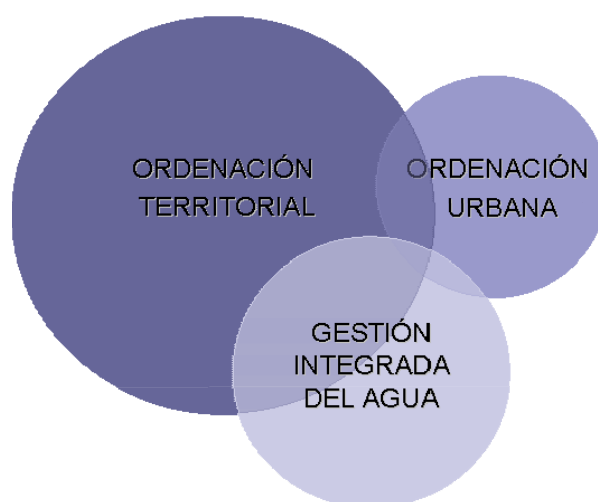
De este modo, el modelo teórico de Gestión Integrada del Agua se define como la consideración conjunta de los tres modelos descritos, de forma que se establezcan relaciones solidarias entre ellos.



**Figura 5. Modelo de Gestión de la Demanda de agua**

*Fuente. Modificado de Le Goulven 2005*

Sin embargo, este modelo definido en base a los principios planteados por la Directiva Marco del Agua no considera los aspectos ligados a la Planificación Territorial, que como se ha dicho anteriormente son fundamentales en la gestión del agua. Para ello sería necesario su integración en la Ordenación del Territorio a través de los elementos comunes con los Planes de Ordenación Territorial y los Planes de Ordenación Urbana<sup>1</sup> (Fig. 6). Este es uno de los principales retos, pues la segregación administrativa de los organismos que las gestionan hace muy difícil la consideración conjunta de escalas y problemas.

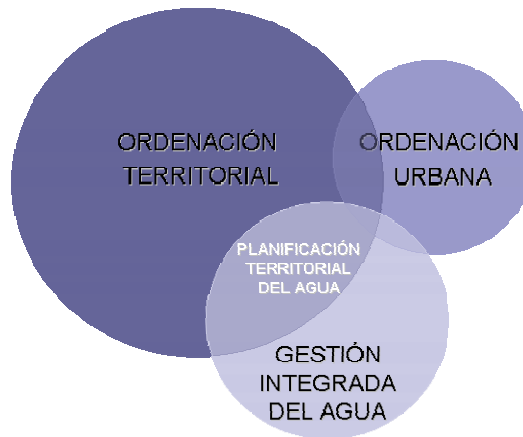


**Figura 6. Niveles de planificación en relación a la Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio**

*Fuente. Elaboración propia*

Así, la Planificación que resulta de la integración entre la Gestión sectorial del agua y la Ordenación del Territorio da lugar a lo que se denomina en esta tesis **'Planificación Territorial del Agua'** (Fig. 7), que se define como **la planificación que se ocupa de los elementos transición entre la Gestión Sectorial del agua y la Planificación Territorial.**

<sup>1</sup> Como consecuencia de este principio, el ámbito de trabajo de la Gestión Integrada no debe limitarse únicamente a la entidad 'hidrológica', si no que debe considerar su relación con el ámbito urbano y regional, aspecto que se tendrá en cuenta en la delimitación del área de estudio de este trabajo.



**Figura 7. Relación de la Planificación Territorial del Agua con otras planificaciones**

*Fuente. Elaboración propia*

Para definir cuáles son estos elementos de transición, y siguiendo el esquema definido por el modelo de Gestión Integrada del Agua, debe analizarse la relación de la Planificación territorial con las componentes del Sistema hídrico; las **Infraestructuras hidráulicas, los Usos del agua y el Medio físico.**

Respecto de las **Infraestructuras hidráulicas**, es claro que tienen una gran influencia en el desarrollo territorial, ya que la dotación de agua genera una expectativa de desarrollo que **potencia el crecimiento**, y que lo **limita** cuando éste alcanza niveles superiores a los de servicio no pudiendo proporcionarse más agua (ver Capítulo 4).

Por ello, es necesario planificar conjuntamente las infraestructuras y los usos del suelo, de forma que no se produzcan desarrollos infradotados, pero tampoco superiores a los que puede soportar el sistema. Es necesario por tanto analizar las necesidades infraestructurales -como ha venido haciéndose tradicionalmente-, pero también *el potencial de crecimiento inducido por la creación de las infraestructuras, que puede ser muy superior al máximo tolerado por una región.*

De hecho, uno de los aspectos que se ha criticado al modelo de Gestión de la Oferta -basado en la creación de infraestructuras como respuesta al crecimiento de la demanda-, ha sido precisamente éste; la potenciación de desarrollos por encima de lo posible.

En resumen puede decirse que las infraestructuras hidráulicas han servido tradicionalmente como elemento de potenciación al desarrollo. Sin embargo, la situación de escasez que se vive hoy en día en gran parte del mundo, hace necesario considerarlas también como herramientas de *control al crecimiento*, es decir, utilizar la '**no infraestructura**' en aquellos lugares donde no puedan darse más aumentos de la demanda de agua.

Esta solución puede no ser muy efectiva en aquellos lugares donde la alta rentabilidad del agua permite a la inversión privada desarrollar su propia infraestructura. En el ámbito urbano esta alternativa suele ser la desalación de agua de mar, en cuyo caso el factor limitante ya no sería la disponibilidad de agua, sino de energía para mantener dicha instalación, y sobre todo de suelo para soportar los crecimientos inducidos por dicha infraestructura, en cuyo caso debería ser la planificación territorial quién determinara su conveniencia en función de la existencia o no de suelos apropiados para el desarrollo urbano. En el ámbito agrícola también se están desarrollando iniciativas de desalación, sin embargo, la mayoría de las inversiones privadas suelen limitarse a la creación de captaciones subterráneas difíciles de controlar, que consumen recursos del sistema y que provocan daños importantes en los acuíferos por sobre-explotación (ver Capítulos 3 y 4). En este caso, serán las autoridades gestoras del agua quienes deban controlar estas inversiones en función de la disponibilidad del recurso.

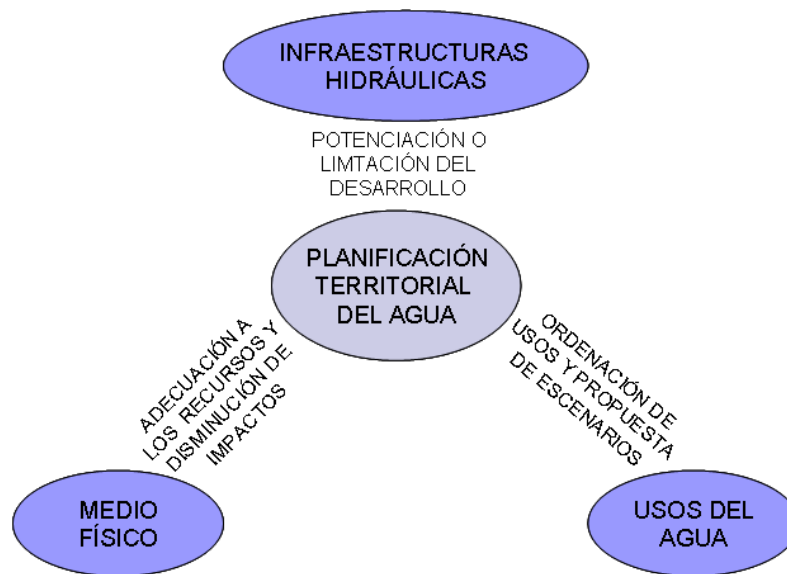
Respecto de los **Usos del agua** deberán tenerse en cuenta dos aspectos principales para la protección del **Medio Físico**. Por un lado la *adecuación a la disponibilidad de recursos hídricos*, pues la sobre-explotación resultante de los crecimientos excesivos provoca daños a veces irreversibles en el medio hídrico (ver Capítulo 3). Por otro

lado, la ocupación del territorio sin control puede generar *alteraciones en los procesos hídricos naturales* que pueden tener graves consecuencias. Una de las alteraciones más importantes es la impermeabilización del suelo debida a la ocupación urbana, la cual disminuye la infiltración del agua generando mayores caudales de escorrentía y provocando inundaciones en las partes bajas de las cuencas. Estas inundaciones se ven potenciadas por el hecho de que las actividades humanas ocupan las llanuras naturales de inundación de los ríos, lo que ocasiona graves desastres económicos incluso pérdidas de vidas humanas en los momentos de avenidas (ver Capítulo 7). Así mismo, la ocupación de la línea de costa, las crestas o los espacios naturales generan daños sobre el sistema hídrico pero también sobre el paisaje y el medio físico en general, por lo cual también deberán tenerse en cuenta en la planificación territorial del agua (ver Capítulo 6).

En resumen, la ***ordenación los usos del suelo existentes*** resulta imprescindible tanto para asegurar la *sostenibilidad de la explotación de los recursos*, como para *proteger los procesos hídricos naturales y los valores ambientales del territorio*, por lo que será necesario planificar ***escenarios de ocupación del suelo e infraestructuras*** acordes con estos principios.

Por tanto, el primer aspecto que debería tratarse en el proceso de Planificación y Gestión Integrada del Agua, sería la **Planificación Territorial del Agua**, es decir, **la ordenación de los usos del agua y la proposición de escenarios de desarrollo acordes y respetuosos con la realidad hídrica de los territorios**, mediante la **planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos, y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos al medio físico** (Fig. 8).

Este es el propósito principal de esta tesis, desarrollar una Planificación Territorial del Agua en la Región del Guadalfeo, estableciendo una metodología de trabajo que puede ser aplicada en otras regiones de contexto semejante.

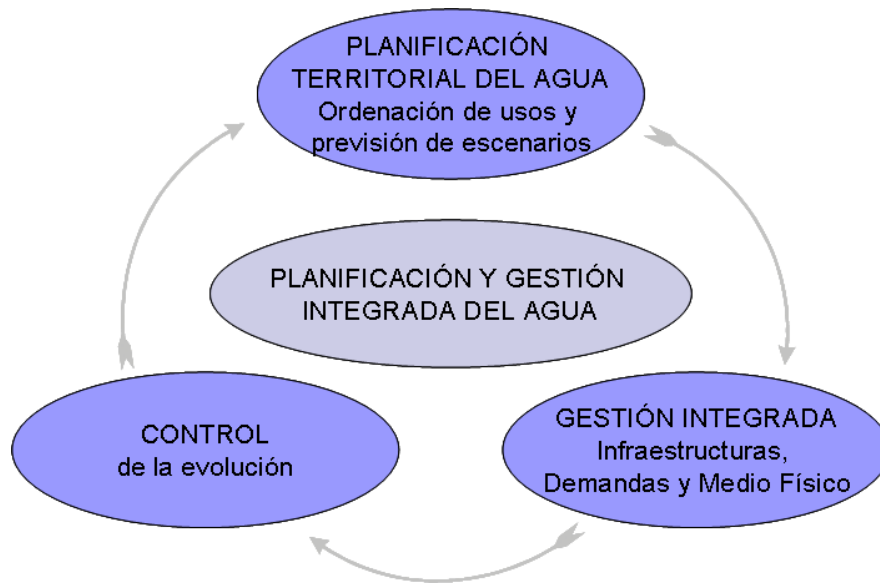


**Figura 8. Modelo de Planificación Territorial del Agua**

*Fuente. Elaboración propia*

Así, tras analizar los aspectos ligados a la Planificación Territorial, podrán proponerse estrategias sectoriales de Gestión Integrada adecuadas a los objetivos generales ligados al modelo territorial propuesto. Así mismo, dada la gran incertidumbre asociada a la ordenación del territorio, deben existir mecanismos de **control** que sigan la evolución de los crecimientos, de forma que tanto los procesos de planificación como de gestión se actualicen periódicamente, adaptándose a las nuevas circunstancias, fluctuaciones o imprevistos. Por tanto, la conjunción de estos tres aspectos - **Planificación Territorial del Agua, Gestión Integrada del Agua y Control de la Evolución**- compondrían un modelo teórico que se ha denominado **Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio**, que englobaría todos los aspectos necesarios para gestionar el recurso hídrico de forma más integrada, más acorde con su ciclo natural y más próxima al territorio (Fig. 9).

Se ha propuesto por tanto, un modelo flexible que se retroalimenta y que tiene en cuenta tanto los aspectos más ligados a la planificación como los más sectoriales asociados a la gestión, tal y como se ha definido anteriormente.



**Figura 9. Modelo de Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio I**

*Fuente. Elaboración propia*

En resumen, puede decirse que la consideración conjunta de todas relaciones existentes entre las tres componentes del sistema hídrico -medio físico, infraestructuras y usos del agua- tanto desde el punto de vista de la planificación de los usos del suelo y las infraestructuras como de la gestión del agua, conforman el concepto de **Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio**, necesario para enfrentar los problemas actuales del agua y por tanto, para el cumplimiento de las directrices de la Directiva Marco del Agua. Este modelo puede resumirse en los siguientes principios; Tabla 3 y Figura 10.



Tabla 3. Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio

PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA Y EL TERRITORIO	
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA	GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA
Planificación conjunta de las <b>infraestructuras hidráulicas</b> y los <b>usos del suelo</b>	Análisis de la <b>oferta</b> de agua maximizando al máximo los rendimientos y asegurando la durabilidad de la explotación
Ordenación de los usos del suelo y <b>planificación de escenarios</b> que consideren los <b>recursos disponibles</b> actuales y futuros, y <b>disminuyan</b> en lo posible las <b>alteraciones de los procesos hídricos naturales</b>	Disminución de las <b>demandas</b> de agua mediante campañas de ahorro, mejora de las eficiencias y reutilización de los recursos
	Control y corrección de las afecciones al <b>medio natural</b>

Fuente. *Elaboración propia*

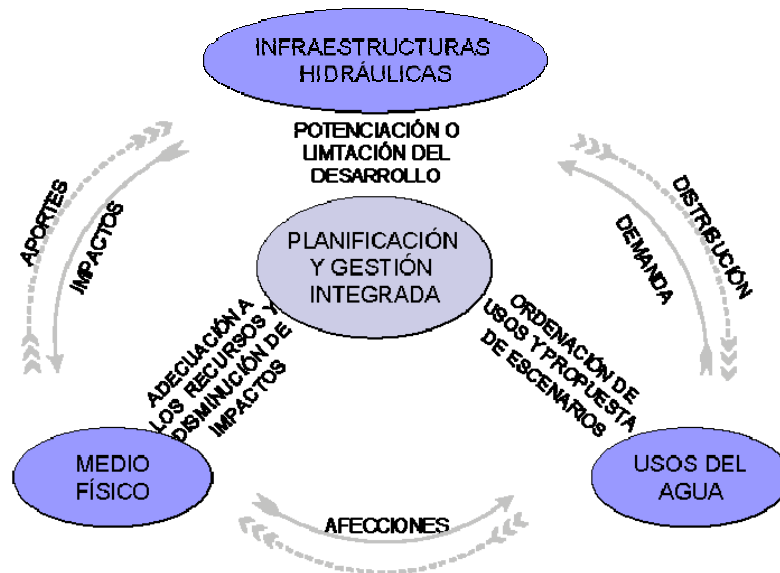


Figura 10. Modelo de Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio II

Fuente. *Elaboración propia*

#### 4 PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA. RESULTADOS

Las carencias existentes en planificación territorial del agua, han generado la necesidad de gestionar este recurso de una forma más integrada, más acorde con su ciclo natural y más próxima al territorio, tal y como definían Geddes y Mc Harg, a buscar maneras diferentes de enfrentarse con los problemas actuales.

Este hecho define el **OBJETIVO** general de esta tesis; la búsqueda de los puntos de contacto territorio-agua con el fin de mejorar esta relación biunívoca que tradicionalmente había sido una. Se tratará de **contribuir a una mejor ‘Planificación Territorial del Agua’ que pueda asegurar la continuidad tanto de los procesos naturales como de los urbanos**, tendiendo puentes entre los planteamientos de la Ordenación del Territorio y la Gestión del Agua (Gómez Ordóñez, 2006).

Los planteamientos definidos por Geddes y Mc Harg han servido como **HIPÓTESIS** de partida del trabajo. La primera, la necesidad de tomar como **unidad de planificación una región asociada a la realidad hídrica**, lo que ha llevado a la delimitación de un ámbito denominado en esta tesis ‘Región Hídrica’; *Región* porque debe tratarse de un encuadre geográfico con identidad territorial propia, e *Hídrica* porque el agua debe suponer el principal punto de encuentro de los procesos territoriales. Así, la ‘Región Hídrica’ elegida ha sido la asociada al río Guadalfeo, en el litoral de la Provincia de Granada entre Sierra Nevada y el Mar Mediterráneo (Fig.11). Esta elección se fundamenta, además de en la proximidad geográfica (lo cual facilita en gran medida el trabajo), en la existencia de una realidad territorial fuertemente marcada por su relación con el agua, característica que como se verá más adelante, define la identidad territorial de las cuencas mediterráneas.



**Figura 11. Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada**

*Fuente. Elaboración Propia*

La segunda hipótesis ha sido la **consideración multiescalar**, como una forma de aproximación al problema bajo miradas diferentes. Así, se deben realizarse análisis tanto a la escala regional propia de la Cuenca hidrográfica, como diferentes ‘zooms’ que permitirán poner de manifiesto los problemas hídrico-territoriales de forma más concreta. Uno de los problemas locales a tratar será el de la ocupación de los espacios fluviales, dada la intensa relación existente en estos lugares entre el hombre y la naturaleza y sus importantes consecuencias sobre el medio hídrico. Además, los ríos son elementos claros de transversalidad entre el agua y la tierra que por ellos discurre, poniendo de manifiesto claramente los procesos de encuentro y desencuentro entre ambos sistemas.

La tercera hipótesis, la **práctica interdisciplinar**, se basa en la necesidad de considerar algunos aspectos ligados a la gestión, sin los cuales no podría llevarse a cabo una correcta planificación. Esto supone uno de los principales ‘handicaps’ de la metodología propuesta, pues requiere del conocimiento de diferentes disciplinas y su integración en el proceso de planificación.

La cuarta, la **superposición de información**, ha servido como base teórica para los análisis realizados en ambas escalas, mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica.

La **METODOLOGÍA** empleada para la realización de esta tesis resulta de la búsqueda de los elementos transición entre la Gestión Sectorial del agua y la Ordenación del Territorio; lo que se ha denominado **Planificación Territorial del Agua**. Así, se han estudiado las relaciones existentes entre los elementos que definen el Sistema hídrico, planificando los usos del agua y las infraestructuras, y proponiendo escenarios de desarrollo acordes y respetuosos con la realidad hídrica de los territorios. Para ello se han llevado a cabo los siguientes análisis:

- La **caracterización del territorio** de estudio, poniendo de manifiesto la interacción entre agua y territorio y analizando los problemas relacionados con el agua en el medio natural y en el ámbito humano.
- La **planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo**, como mecanismos de potenciación y/o limitación del crecimiento, en base al análisis de la capacidad del territorio.
- La **protección del medio físico** como condicionante al desarrollo, analizando la disponibilidad actual y futura de los recursos, y la disminución de los impactos producidos en el medio físico.

Los **RESULTADOS** obtenidos consistirán en el análisis la **situación existente** respecto de la planificación de los usos del suelo, la dotación infraestructural, el estado del medio físico y la problemática en el uso del agua. En base a este análisis se realizarán propuestas para la **Planificación Territorial del Agua en la Región del Guadalfeo**, que sirvan para enfrentar los problemas hídricos actuales y futuros de la región. Así mismo, las características típicamente Mediterráneas de la región de estudio permitirán la **aplicación** de la metodología de trabajo propuesta a otras regiones con una problemática similar.

En resumen, puede decirse que este trabajo define un modelo de gestión del agua en el que se incorpora al **Territorio** como elemento fundamental, dando lugar a un nuevo concepto y modelo de gestión, la **Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio**, capaz de enfrentar los problemas contemporáneos de dos importantes recursos para el desarrollo humano; agua y suelo.

## 5 EL PROBLEMA DEL AGUA EN EL CONTEXTO MEDITERRÁNEO

Como se ha comentado, uno de los resultados de esta tesis es la posible aplicación de la metodología de trabajo propuesta a otras regiones de problemática similar. Como podrá verse más adelante, las características de la región de estudio son muy similares a las de otras regiones del Mediterráneo, por ello, en este apartado se pretende contextualizar el problema del agua en este ámbito, con el fin de poder establecer analogías con otras regiones.

### 5.1 EL CONCEPTO DE MEDITERRANEIDAD

La relación de las regiones mediterráneas con el agua se ha visto siempre muy condicionada por las características hidrográficas de sus territorios (Bethemont, 1987). A pesar de la gran diversidad de geografías existentes en los países que rodean al Mediterráneo, se pueden establecer multitud de similitudes que definen el concepto de *Mediterraneidad* (Le Goulven, 2005), otorgando una identidad propia más allá de los límites políticos, concepto que está tomando cada día más importancia en el ámbito social y económico de las distintas ‘tierras’ que lo conforman.

La escasez tradicional de agua propia de los países mediterráneos ha obligado desde siempre a inventar ‘maneras’ de aprovechar al máximo los recursos disponibles, por lo que la ingeniería hidráulica ha sido especialmente rica en estas regiones. Sin embargo, este esfuerzo heredado por rentabilizar ‘cada gota de agua’ ha degenerado ya en siglo XX en un modelo de consumo abusivo, en el que el excesivo incremento de la demanda ha provocado graves daños a los territorios.

Las cuencas mediterráneas han sufrido desde tiempos inmemoriales las ventajas y los inconvenientes de su gran vinculación con el agua. Las partes altas, generalmente zonas poco pobladas y explotadas forestalmente en demasía, con elevadas pendientes y ríos encajonados, han sufrido importantes procesos erosivos que han originado las fértiles vegas de los deltas (Morgan, 1995). Su riqueza agrícola ha propiciado una ocupación progresiva que ha llegado incluso a la colmatación, dado que éstos han sido las únicas zonas de pendiente favorable para el desarrollo de las actividades humanas, lo cual ha generado un importante **desequilibrio poblacional y económico** entre las partes alta y baja de la cuenca.

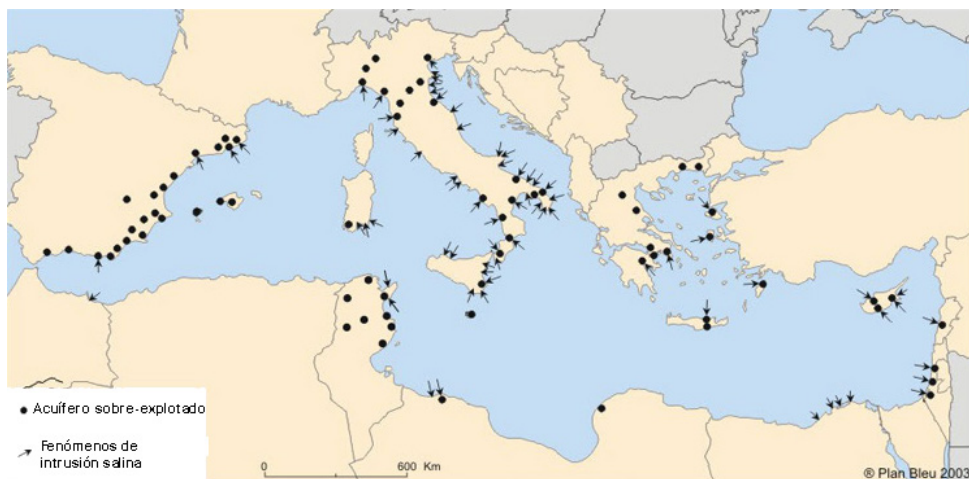
El alto índice de ocupación de estas zonas ha provocado que las demandas de agua hayan superado con creces a los recursos disponibles, originando situaciones de **‘escasez’** que se han convertido en ‘endémicas’ para estas regiones, especialmente en verano cuando la población puede llegar a triplicarse y las demandas agrícolas son máximas. Este hecho ha generado graves problemas, por un lado para garantizar el suministro de agua (Benblidia, 2007), y por otro de degradación ambiental tal, que incluso ha llegado a producirse un retroceso en ambas actividades (Apostolopoulos, 2001).

Respecto de la pluviometría, la **irregularidad del ciclo hidrológico** ha producido *eventos pluviométricos muy extremos*, pasando de la ausencia total de lluvia durante meses a las inundaciones repentinas, fenómenos extremos que se vienen agravando en los últimos años a causa del llamado ‘Cambio Climático’ (Ayala-Carcedo, 2003). Además, las elevadas temperaturas propias de estos países, hacen que la evapotranspiración sea muy alta. En el Mediterráneo andaluz por ejemplo, unas tres cuartas partes de la aportación media anual se evapora antes de escurrir o infiltrar en el terreno, por lo que la dificultad de retener el agua aumenta (Benblidia, 2007).

Del mismo modo ocurre con la variabilidad Interanual. Los llamados períodos de *Sequía* que pueden durar años, son parte del régimen hidrológico propio del Mediterráneo, y acarrear multitud de problemas para asegurar la demanda del agua,

sobre todo en época estival (en la actualidad estamos sufriendo uno de estos períodos).

Por ello, la *explotación de las aguas subterráneas* se ha convertido en la mayoría de los casos en la solución del abastecimiento cuando los recursos superficiales han sido insuficientes; en la Cuenca del Sur Andaluza por ejemplo, se extraen un tercio de los recursos actuales de fuentes subterráneas (Confederación Hidrográfica del Sur 2001). Esto no habría comportado ningún problema si no fuera porque dicha explotación se ha realizado sin control, produciéndose situaciones de sobre-explotación que han llegado incluso a inutilizar los acuíferos en las zonas costeras (Frontana González, 2002). Son ya muy frecuentes en las costas mediterráneas los fenómenos de intrusión salina debido al descenso del nivel freático, que están obligando a realizar recargas artificiales con el fin de recuperar el acuífero para su explotación. Llama la atención la situación de Italia (Fig. 12), donde un alto porcentaje de los acuíferos costeros están sufriendo este problema.



**Figura 12. Acuíferos sobre-explotados e intrusión salina en el Mediterráneo**

*Fuente. Modificado de Plan Blue 2003*

En resumen, puede decirse que *la gestión del agua en los países Mediterráneos se ha basado siempre en la gestión de los fenómenos extremos*, por un lado la necesidad de **almacenar** agua para su uso mediante la construcción de obras



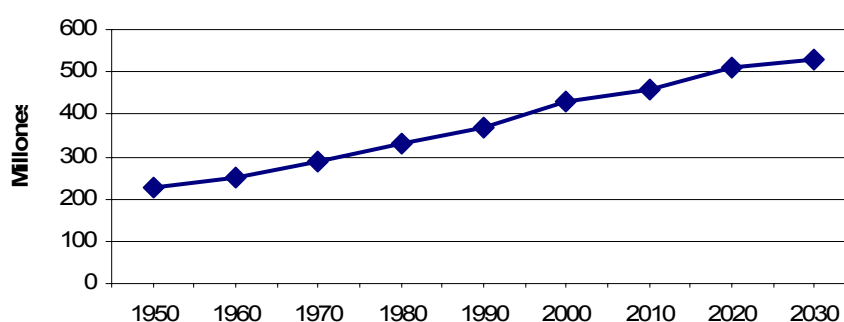
hidráulicas, y por otro la de **proteger** a las poblaciones frente a las inundaciones. Esta peculiaridad ha hecho que se consolide aún más si cabe, un modelo de gestión del agua basado en el incremento de la oferta, haciéndose más patentes las consecuencias negativas de éste, y más difícil la transición hacia un modelo de gestión más sostenible.

Así, esta transición obligada está exigiendo la incorporación de otras prácticas más razonables, como la utilización de recursos hídricos alternativos, la disminución de las demandas mediante el ahorro y la mejora de la eficiencia en el uso del agua. Los denominados recursos hídricos no convencionales, -agua Desalada, Regenerada o de Escorrentía-, los programas de concienciación ciudadana, y la implantación de tecnologías más eficientes, se están comenzando a convertir en obligados para mantener el crecimiento económico en estos países.

## 5.2 EL INCREMENTO DE LA DEMANDA

Como ya se ha dicho, la dificultad de gestionar el agua ha sido sin lugar a dudas muy importante en los países del Mediterráneo, debido a sus peculiares características hidrológicas y territoriales en general. Las grandes oscilaciones pluviométricas inter e intra-anales, han provocado que a lo largo de la historia de estos países se hayan desarrollado técnicas cada vez más sofisticadas para aumentar la disponibilidad de agua mediante la creación de infraestructuras hidráulicas, -almacenamiento, bombes, trasvases-, y en los últimos tiempos del empleo de recursos hídricos no convencionales -reutilización y desalinización-.

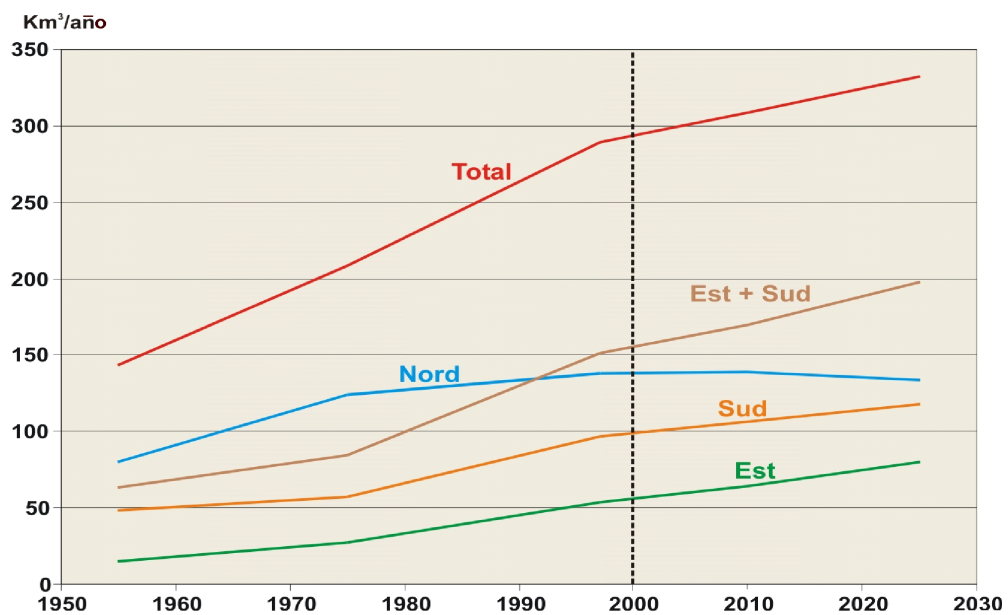
Así, uno de los principales problemas de los países mediterráneos ha sido siempre la disponibilidad de agua, consecuencia de la escasez propia del clima árido o semiárido predominante, pero también del incremento constante de la demanda causado por un modelo de consumo excesivo y agravado por el cada vez mayor aumento de población (Apostolopoulos, 2001). El centro de investigación francés 'Plan Bleu', estudia desde 1985 las consecuencias ambientales, sociales y económicas de este crecimiento incontrolado. Según datos de un informe publicado en el año 2003, la población existente actualmente en estos países es de unos 430 millones y se prevé que sobrepasará los 500 millones en el año 2025 (Plan Bleu, 2003) (Fig. 13).



**Figura 13. Previsión del crecimiento poblacional en los países Mediterráneos**

*Fuente. Modificado de Plan Bleu 2003*

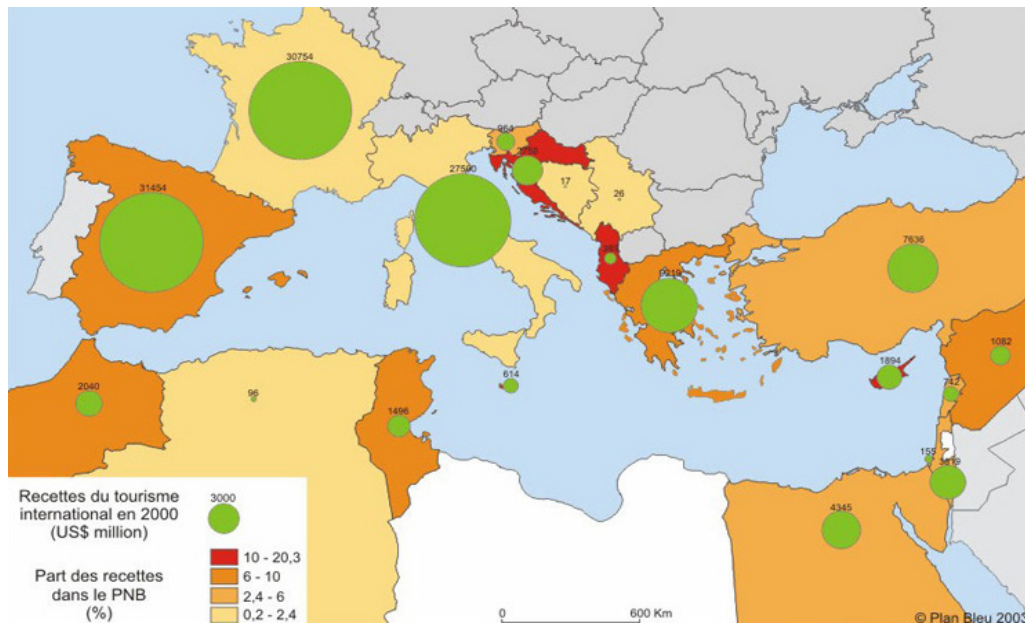
Este incremento de población supondrá un aumento muy considerable de la demanda de agua (Fig. 14) y por tanto problemas cada vez mayores para asegurar el abastecimiento de los nuevos crecimientos (Abderrahman, 2000), así como un agravamiento de sus consecuencias ambientales (Hamdy et al. 1995). Este incremento de consumo se ha dado en todos los usos, aunque a escala global, el porcentaje dedicado a la agricultura ha disminuido mientras que ha crecido el urbano, tendencia que parece seguirá manteniéndose en el futuro (Bethemont, 1994).



**Figura 14. Crecimiento de la demanda de agua en los países Mediterráneos**

*Fuente. Modificado de Plan Bleu 2003*

Al crecimiento poblacional estable hay que añadirle el crecimiento de la población flotante; los millones de turistas que todos los veranos llegan al mediterráneo. Estos países son desde la década de los años 90 el primer destino mundial del turismo internacional, gracias al sol y a las buenas temperaturas propias de su clima (Margat, 2007). El crecimiento de las actividades turísticas ha sido fundamental en el desarrollo de estos países, muchos de los cuales basan su economía aún hoy en el sector turístico (Serrano Martínez, 2003). En España por ejemplo, los ingresos debidos al turismo internacional suponen un 10% del PIB (Fig. 15).

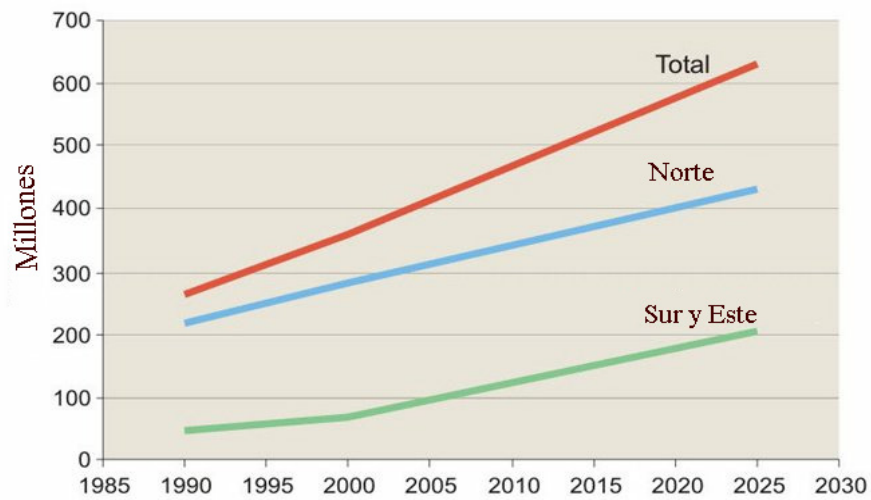


**Figura 15. Ingresos procedentes del turismo internacional y porcentaje respecto del P.I.B. en los países del Mediterráneo en el año 2000**

*Fuente. Plan Bleu 2003*

El crecimiento del turismo nacional e internacional ha sido enorme en los últimos años. Entre 1990 y 2003 el número total de turistas pasó de 270 a 400 millones (Fig. 16), lo que supone un aumento de casi el 50%. Según el ‘Plan Bleu’, en 2025 podrían superarse los 600 millones, 100 millones más que la previsión de población estable, es decir, el número de turistas anuales será mayor que la población residente.

Además, la distribución espacial de este gran número de turistas no es homogénea; la parte mediterránea norte formada por España, Francia, Italia, Mónaco y Grecia, reciben una media de 200 millones de turistas más al año que los países del sur, lo que supone el 75% del total del Mediterráneo y el 27% del total mundial (Plan Bleu 2003).



**Figura 16. Crecimiento del turismo nacional e internacional en el Mediterráneo**

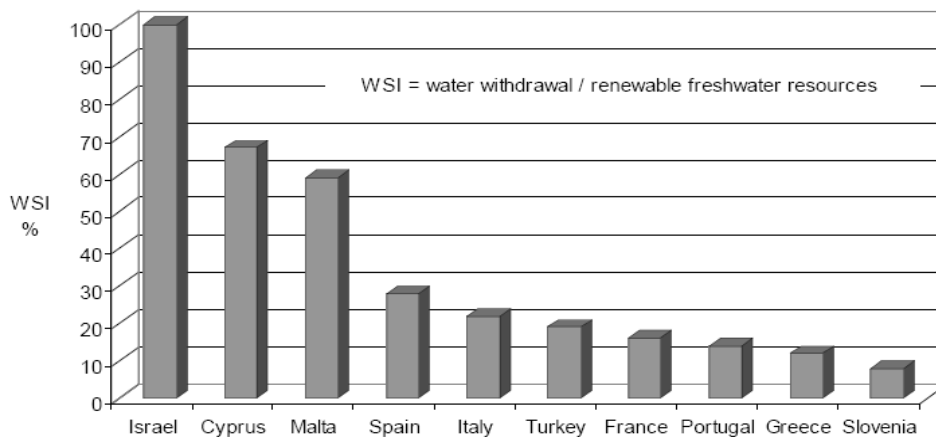
*Fuente. Modificado de Plan Bleu 2003*

Otra característica de este turismo es el de ser muy estacional; un 70% viaja en los meses de verano (WTO, 2005), ocasionando graves problemas ambientales en los países de recepción (Salvà Tomás, 1993). El 30% restante, en aumento, lo engloba el turismo de interior, (rural y deportivo) más compatible con el desarrollo sostenible.

De todo esto resulta una doble visión de los países Mediterráneos; la más positiva denominada la «piscina de Europa» (Ranucci, 1990) adornada por el atractivo cultural y patrimonial de sus países, y la más negativa, la asociada a la masiva llegada de turistas a las costas incidiendo sobre su situación medioambiental.

### 5.3 LA ESCASEZ DE AGUA

El incremento de la demanda de agua en los países del Mediterráneo no se ha visto apenas afectado por la escasez de agua propia del clima Mediterráneo. La escasez no es un fenómeno nuevo en estos países, los situados más al sur han sufrido siempre las consecuencias de la falta de recursos hídricos, sin embargo, en los últimos treinta años este fenómeno ha avanzado de forma preocupante hacia el norte, afectando de forma grave a países como Francia, España, Italia, Chipre y Grecia (Seckler et al. 1999). De hecho, la mitad de los países del Mediterráneo Norte sufren lo que se denomina ‘Estrés Hídrico’, es decir, una relación entre agua consumida y agua disponible que supera el 20%, por tanto, un consumo mayor que el 80% de los recursos disponibles (Fig. 17).



**Figura 17. Índice de Estrés Hídrico (WSI) en países del Mediterráneo Norte (Agua utilizada/Recursos Disponibles)**

*Fuente. Juanicó, 2005*

Esta situación se ha debido a las ocasionales sequías, pero sobre todo, al exceso de demanda de agua provocado por la vinculación entre el desarrollo de estos países y el crecimiento de las actividades turísticas. Además, el hecho de que los picos de demanda coincidan en verano tanto para la agricultura como para el turismo, ha aumentado la presión sobre los recursos hídricos existentes. El agravamiento de esta

situación, ha hecho que algunos países cuenten con recursos hídricos por debajo del nivel considerado como ‘escasez crónica’ por el ‘International Water Management Institute’ (IWMI), estimado en 1500 m<sup>3</sup>/hab/año (Juanicó, 2005) (Tabla 4).

**Tabla 4. Recursos hídricos existentes en países del Mediterráneo**

PAÍS	RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES (Mill m <sup>3</sup> /año)	POBLACIÓN (miles de habitantes)	DISPONIBILIDAD DE AGUA (m <sup>3</sup> /hab/año)
Malta	30	400	75
Israel	2.000	6.100	330
Chipre	900	772	1.170
Italia	85.000	57.000	1.500
Nivel del escasez crónica			1.500
España	111.000	40.220	2.760
Turquía	203.000	68.110	2.980
Francia	150.000	44.800	3.300
Albania	21.000	3.580	5.870
Grecia	69.000	10.670	6.470
Portugal	66.000	10.100	6.530

*Fuente. Modificado de Juanicó, 2005*

Según esta fuente (IWMI, 2006), los países del Mediterráneo sur se encontrarán en el año 2025 en un estado de absoluta escasez, no teniendo recursos hídricos suficientes para satisfacer las necesidades de su continuo crecimiento. Se verán obligados a desarrollar masivos programas de gestión integrada para reducir consumos (Seckler et al. 1999).

En este contexto, resulta imprescindible llevar a cabo iniciativas para la gestión integrada del agua y el territorio, que puedan contribuir a una mejor relación entre el desarrollo de las regiones y la gestión de sus recursos hídricos (Abderrahman, 2000), planificando escenarios sostenibles que permitan el desarrollo humano, pero que al mismo tiempo aseguren la calidad ambiental de estos territorios.

## 6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO A MODO DE RESUMEN

La convivencia del hombre con el agua ha sido siempre un diálogo complejo. Las carencias existentes en planificación territorial del agua han generado la necesidad de gestionar este recurso de una forma más integrada, más acorde con su ciclo natural y más próxima al territorio, buscando maneras diferentes de enfrentarse con los problemas actuales.

Consecuencia de esta necesidad ha sido la aprobación de la Directiva Marco del Agua en el año 2000, de aplicación en todos los estados miembros y referencia para otros muchos países del mundo. Los principios definidos por dicha normativa se han sintetizado en el término '**Gestión Integrada del Agua**', el cual se utiliza hoy en día de forma generalizada a pesar de que aún resulte difícil concretar y definir cómo se debe aplicar a la planificación hidrológica, por lo que es necesario definir modelos que ayuden en esta tarea.

Para ello, en este trabajo se propone un modelo de gestión denominado '**Planificación Territorial del Agua**', definido como la planificación que se ocupa de los elementos transición entre la Gestión Sectorial del agua y la Planificación Territorial. Así, se ha planteado una metodología de trabajo basada en la ordenación de los usos del agua y la proposición de escenarios de desarrollo acordes y respetuosos con la realidad hídrica de los territorios, mediante la planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos, y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos al medio físico. Esta metodología se ha desarrollado en una región de características típicamente mediterráneas, lo cual hace posible su aplicación en otras áreas similares.



## **CAPÍTULO 3. EL AGUA, ELEMENTO VERTEBRADOR DE LOS PROCESOS TERRITORIALES**

<b>1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DEL GUADALFEO.</b>	
<b>CONCEPTOS ‘CUENCA HIDROGRÁFICA’ Y ‘REGIÓN HÍDRICA’ ...</b>	<b>3.6</b>
<b>2. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES .....</b>	<b>3.9</b>
<b>2.1 PAISAJE Y LAS CARACTERÍSTICAS HIDRO-MORFOLÓGICAS.....</b>	<b>3.10</b>
2.1.1 EL AGUA, GENERADORA DE PAISAJES .....	3.10
2.1.2 PENDIENTES, PLUVIOMETRÍA Y PROCESOS EROSIVOS.....	3.13
2.1.3 RED DE DRENAJE.....	3.24
<b>2.2 ACTIVIDADES AGRÍCOLAS.....</b>	<b>3.41</b>
2.2.1 LA AGRICULTURA EN TERRAZAS DE LA ALPUJARRA .....	3.41
2.2.2 LOS CÍTRICOS DEL VALLE DE LECRÍN.....	3.42
2.2.3 LOS CULTIVOS SUBTROPICALES DE LA COSTA TROPICAL .....	3.42
2.2.4 LOS INVERNADEROS DE LA CONTRAVIESA .....	3.46
<b>2.3 POBLACIONES.....</b>	<b>3.50</b>
2.3.1 EMPLAZAMIENTO .....	3.50
2.3.2 ESTACIONALIDAD DE LA POBLACIÓN .....	3.52
2.3.3 LA DINÁMICA POBLACIONAL.....	3.55
<b>3. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....</b>	<b>3.66</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada .....	3.6
<b>Fig. 2.</b> Delimitación de la Región Hídrica del Guadalfeo y división en Unidades Territoriales .....	3.8
<b>Fig. 3.</b> Río Guadalfeo a su paso por Órgiva (Alpujarra), aguas arriba del embalse de Rules y el Azud de Vélez .....	3.11
<b>Fig. 4.</b> Presa de Rules en la intersección de las unidades Alpujarra, Valle de Lecrín y Alpujarra .....	3.12
<b>Fig. 5.</b> Derivación de agua para la agricultura en el Azud de Vélez de Benaudalla, aguas abajo del embalse de Rules .....	3.12
<b>Fig. 6.</b> Río Guadalfeo tras la derivación de agua del Azud de Vélez, aguas abajo del embalse de Rules .....	3.14
<b>Fig. 7.</b> Mapa de Pendientes en la Alpujarra .....	3.15
<b>Fig. 8.</b> Arroyo de Torvicón .....	3.15
<b>Fig. 9.</b> Cumbres de Sierra Nevada desde el valle de Lecrín .....	3.16
<b>Fig. 10.</b> Presa de retención de sólidos en el Río Guadalfeo (Dique del Granadino).....	3.17
<b>Fig. 11.</b> Depósito de materiales tras un episodio de lluvia intensa en la cabecera del embalse de Rules .....	3.18
<b>Fig. 12.</b> Valle de Lecrín aguas abajo del embalse de Béznar .....	3.17
<b>Fig. 13.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en el Valle de Lecrín .....	3.19
<b>Fig. 14.</b> Barranco provocado por la erosión hídrica en Albuñol .....	3.20
<b>Fig. 15.</b> Desembocadura de la Rambla de Albuñol.....	3.21
<b>Fig. 16.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Contraviesa .....	3.22
<b>Fig. 17.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Costa Tropical.....	3.23

<b>Fig. 18.</b> Red de drenaje de la Alpujarra .....	3.25
<b>Fig. 19.</b> Clasificación de los cauces por el método de Strahler y esquema general de la red de drenaje en la Alpujarra .....	3.26
<b>Fig. 20.</b> Zonificación administrativa (municipios) e hídrica (subcuencas de drenaje) en la Alpujarra .....	3.27
<b>Fig. 21.</b> Red de drenaje del valle de Lecrín .....	3.29
<b>Fig. 22.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de Lecrín .....	3.30
<b>Fig. 23.</b> Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en el Valle de Lecrín .....	3.31
<b>Fig. 24.</b> Red de Drenaje de la zona de la Costa Tropical .....	3.33
<b>Fig. 25.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Costa Tropical .....	3.34
<b>Fig. 26.</b> Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en la Costa Tropical .....	3.35
<b>Fig. 27.</b> Encauzamiento del Río Guadalfeo .....	3.36
<b>Fig. 28.</b> Delta del Guadalfeo .....	3.37
<b>Fig. 29.</b> Cala en la Costa Tropical .....	3.37
<b>Fig. 30.</b> Zona de invernaderos de Castell de Ferro, en la Contraviesa .....	3.38
<b>Fig. 31.</b> Red de Drenaje de la Contraviesa .....	3.39
<b>Fig. 32.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Contraviesa .....	3.40
<b>Fig. 33.</b> Agricultura en terrazas en la zona de la Alpujarra .....	3.41
<b>Fig. 34.</b> Valle del Río Verde en Almuñécar .....	3.43
<b>Fig. 35.</b> Cultivos de Caña de Azúcar .....	3.45
<b>Fig. 36.</b> Invernaderos de la zona de Carchuna, en el límite entre la Costa Tropical y la Contraviesa .....	3.46
<b>Fig. 37.</b> Zona de invernaderos junto a residencia en Calahonda .....	3.49

<b>Fig. 38.</b> Distribución de los núcleos de población en la Región del Guadalfeo .....	3.51
<b>Fig. 39.</b> Valores de densidad correspondientes a la población censada y máxima .....	3.52
<b>Fig. 40.</b> Distribución de la población residente y máxima de los núcleos de población .....	3.54
<b>Fig. 41.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Alpujarra .....	3.56
<b>Fig. 42.</b> Vista aérea de Bubión, Alpujarra .....	3.57
<b>Fig. 43.</b> Vista general del Valle de Lecrín .....	3.58
<b>Fig. 44.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de...l... valle de Lecrín .....	3.59
<b>Fig. 45.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Costa Tropical .....	3.61
<b>Fig. 46.</b> Vista de Almuñécar .....	3.62
<b>Fig. 47.</b> Vista de Salobreña .....	3.62
<b>Fig. 48.</b> Vista de Torrenueva .....	3.63
<b>Fig. 49.</b> Vista de Calahonda .....	3.63
<b>Fig. 50.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Contraviesa .....	3.65

## RESUMEN

La identidad social, económica y cultural de la región del Guadalfeo ha estado tradicionalmente marcada por el agua. El paisaje y las actividades humanas han sido el resultado de la lucha por controlar y utilizar este valioso recurso, el cual ha servido de elemento vertebrador de los procesos territoriales. En este capítulo se analizan las interacciones entre el agua y el territorio, con el fin de caracterizar la problemática existente y establecer los elementos de partida para la *Planificación Territorial del Agua* de la región del Guadalfeo, que asegure un modelo de desarrollo sostenible.

## 1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DEL GUADALFEO. CONCEPTOS ‘CUENCA HIDROGRÁFICA’ Y ‘REGIÓN HÍDRICA’

Tal y como se ha indicado en el capítulo anterior la ‘Región Hídrica’ elegida como ámbito de trabajo en esta tesis ha sido la asociada al río Guadalfeo, en el litoral de la Provincia de Granada, entre Sierra Nevada y el Mar Mediterráneo (Fig. 1). La primera cuestión que surge tras la elección del área de estudio es su delimitación geográfica.

Partiendo del principio conceptual de esta tesis, la *conjunción entre los sistemas territoriales e hídricos*, la definición de estos límites parece fácil. Si se considera como suele ser habitual la Cuenca Hidrográfica como unidad territorial (*territorio donde todas las aguas drenan hasta un mismo río, lago o mar, RAE*), no habría más que tomar los límites hidrológicos de la región que drena a dicho río.



Figura 1. Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada

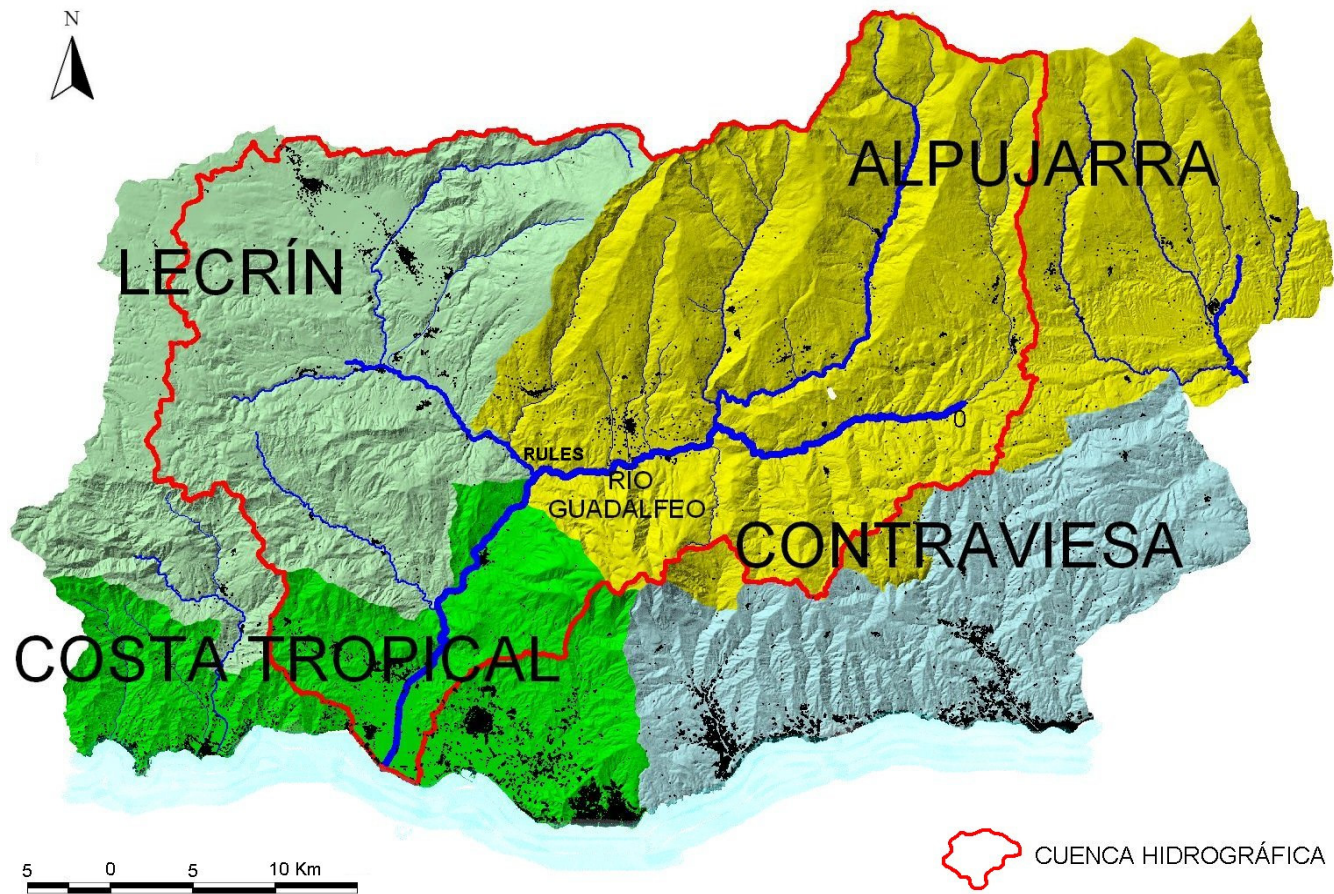
Fuente. *Elaboración Propia*

Sin embargo, en este caso no existe una correlación directa entre unidad territorial e hídrica, pues la unidad territorial está compuesta por las comarcas de la Alpujarra, el Valle de Lecrín, la Costa Tropical y la Contraviesa, y la cuenca hidrográfica engloba sólo a las dos primeras y parte de la tercera (Fig. 2). El área externa a la cuenca hidrográfica ha estado y está fuertemente ligada al río Guadalfeo, entre otras cosas por abastecerse de él y de sus afluentes. De hecho, los grandes consumidores de los recursos generados en la cuenca se encuentran situados ‘en el exterior’ de ella, abasteciéndose mediante ‘*microtrasvases*’ que conducen el agua desde las áreas generadoras de la parte alta hacia las demandantes en las zonas más cercanas al litoral.

Por todo ello, los territorios costeros de la Costa Tropical y de la Contraviesa forman parte de la unidad territorial del Guadalfeo y por tanto de la Región Hídrica, siendo el concepto **territorial** de ‘cuenca’ más fuerte que el concepto **hidrográfico**. La consideración de este hecho es uno de los elementos diferenciadores del enfoque territorial de la Gestión del Agua, es decir, el estudio no sólo de los flujos del agua como realidad física, si no también como realidad social, económica y cultural (Le Goulven, 2005).

Se han definido por tanto los límites de la zona de estudio en base a las comarcas existentes -Alpujarra, Lecrín, Costa Tropical y Contraviesa- (Fig. 2), siendo su superficie -23.87 km<sup>2</sup>- casi el doble de la correspondiente a la cuenca hidrográfica propiamente dicha -13.02 km<sup>2</sup>-, lo cual es indicativo de la complejidad del sistema más allá de la realidad hidrológica.

En resumen, se puede justificar la elección de los límites del área de trabajo en función de dos variables principales; la **unidad hidrológica** formada por la cuenca, y la **unidad territorial** formada por todos los núcleos de población, que aún estando fuera de la primera, forman parte de la realidad regional entre otras cosas porque se abastecen de los recursos de ésta.



**Figura 2.** Delimitación de la Región Hídrica del Guadalef y división en Unidades Territoriales

*Fuente. Elaboración propia*



## 2. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES

Definidos los límites del área de trabajo, se hace necesaria la discretización del territorio en unidades de características homogéneas, con el fin de facilitar la comprensión y el estudio de la región. Las unidades territoriales definidas han sido **Alpujarra, Lecrín, Costa Tropical y Contraviesa**, todas ellas coincidentes con la división administrativa de las comarcas del mismo nombre (Fig. 2). Este hecho no resulta extraño si consideramos que la realidad comarcal en estas zonas está muy asociada al agua.

Para caracterizar las unidades territoriales definidas se ha realizado un análisis de las variables que se han considerado los elementos vertebradores en las relaciones entre el agua y el territorio;

- el **paisaje y las características hidromorfológicas**, como factor representativo del emplazamiento y en cierto modo, de la problemática del agua respecto del medio físico,
- la **agricultura y la población** como principales agentes consumidores de agua y por tanto, indicadores de su uso social y sus conflictos,
- y finalmente las **redes hidráulicas**, como elemento caracterizador de las relaciones existentes entre la red natural de drenaje y la red artificial de las demandas, así como un importante indicador del desarrollo actual y futuro de la zona.

## 2.1 PAISAJE Y LAS CARACTERÍSTICAS HIDRO-MORFOLÓGICAS

### 2.1.1 El agua, generadora de paisajes

El paisaje de la región del Guadalfeo, al igual que la mayoría de las cuencas mediterráneas, está íntimamente relacionado con el escurrimiento del agua. Algunos autores hablan del agua como *Escultora del paisaje*, como generadora de formas que van desde las ramblas y barrancos generados por torrentes y arroyos jóvenes, hasta los inmensos deltas formados por las sucesivas inundaciones de los ríos en su etapa más adulta (Llop Torné, 1999). En la región en estudio puede observarse este hecho con extraordinaria claridad; los barrancos de la Alpujarra y el Valle de Lecrín, las secas ramblas de la Contraviesa y el extenso delta de la Costa Tropical. Así, se puede decir que el paisaje de las cuencas mediterráneas se ve condicionado por la madurez de los cauces así como por la existencia de agua, pues son estas variables la que determinan en gran medida la identidad de estos lugares.

En el entorno del río Guadalfeo por ejemplo, pueden verse dos tipologías de paisaje muy diferentes asociadas a la existencia de agua, separadas por poco más de 10 Kilómetros. La retención de agua provocada por la recién terminada presa de Rules (Fig. 4), y las derivaciones para la agricultura acometidas en el Azud de Vélez de Benaudalla (Fig. 5), convierten a un río con un caudal importante la mayor parte del año (Fig. 3) en un río totalmente seco que sólo transporta agua durante los episodios de lluvia importantes (Fig. 6). Este hecho ha provocado un cambio radical en el paisaje fluvial.



**Figura 3.** Río Guadalfeo a su paso por Órgiva (Alpujarra), aguas arriba del embalse de Rules y el Azud de Vélez

*Fuente.* *Elaboración propia*



**Figura 4.** Presa de Rules en la intersección de las unidades Alpujarra, Valle de Lecrín y Alpujarra

*Fuente.* *Elaboración propia*



**Figura 5.** Derivación de agua para la agricultura en el Azud de Vélez de Benaudalla, aguas abajo del embalse de Rules

*Fuente.* *Elaboración propia*



**Figura 6.** Río Guadalfeo tras la derivación de agua del Azud de Vélez, aguas abajo del embalse de Rules

*Fuente.* *Elaboración propia*

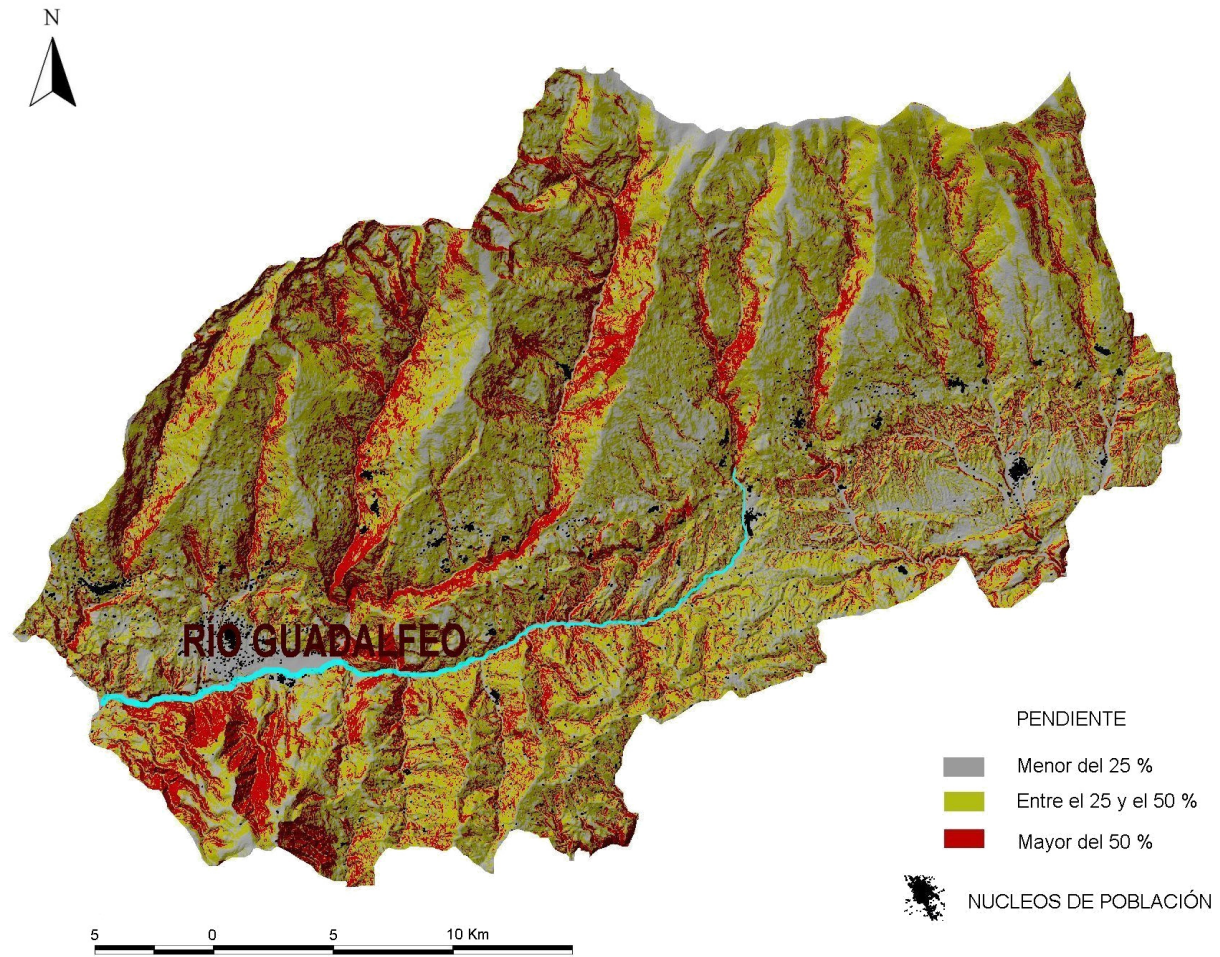
### 2.1.2 Pendientes, pluviometría y procesos erosivos

La región del Guadalfeo se caracteriza por ser una región con una topografía bastante abrupta incluso en las zonas más próximas al mar, lo cual ha condicionado en gran medida la localización de los servicios y de los asentamientos, emplazados fundamentalmente a lo largo de los valles y del litoral. De hecho, este es el caso más extremo de la península ibérica entre las cuencas de extensión equivalente, ya que apenas 40 kilómetros separan las cumbres de Sierra Nevada (pico del Mulhacén, 3.481 metros) de la desembocadura del río Guadalfeo en el mar Mediterráneo, pasando del paisaje nival de alta montaña a las fértiles llanuras del delta (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998).

La pluviometría varía entre los 400 y los 800 mm con una distribución muy heterogénea tanto a lo largo del año (meses muy secos y meses de lluvias torrenciales), como en períodos interanuales (años muy secos y años húmedos). De hecho, en la última década se han repetido algunas **sequías** de larga duración (recordemos la de la primera mitad de la década de los noventa) que han originado daños a los cultivos y han tenido consecuencias muy negativas para la población. Así mismo, también son frecuentes los fenómenos de **inundación** producidos por la elevada torrencialidad de la lluvia que provoca graves problemas sobre todo en las zonas bajas de la cuenca (Frontana González, 2002).

La principal consecuencia de la existencia de grandes pendientes y lluvias torrenciales es la **erosión del suelo**, agravada por la existencia de materiales carbonatados muy deleznable (INTECSA, 2003). En la **Alpujarra** por ejemplo, las elevadas pendientes casi siempre superiores al 25% (Fig. 7) y la existencia permanente de agua (Fig. 8), han generado una red de drenaje muy desarrollada, que confiere a la zona una belleza paisajística admirable de gran importancia ambiental - el entorno físico de La Alpujarra y Sierra Nevada, ha sido declarado Reserva de la Biosfera por la Unesco, Parque Natural y Parque Nacional (Consejería de Medio Ambiente de Andalucía, 2006)-.





**Figura 7. Mapa de Pendientes en la Alpujarra**

*Fuente. Elaboración propia*

La existencia permanente de agua en los arroyos de la Alpujarra (Fig. 8) es debida a la influencia del deshielo de las cumbres de Sierra Nevada, uno de los ‘regalos’ hídricos con los que cuenta esta zona (Fig. 9).



**Figura 8.** Arroyo de Torvicón

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 9.** Cumbres de Sierra Nevada desde el valle de Lecrín

*Fuente. Elaboración propia*



El mayor problema que provoca la erosión en la región de estudio es sin duda la pérdida de suelo (Camacho Olmedo 2002). Por un lado, los sedimentos arrastrados por el agua acaban depositándose en el río, alterando su natural equilibrio y produciendo erosión remontante en el cauce (Martín Vide, 2002). Para minimizar este proceso, la Confederación Hidrográfica del Sur viene realizando desde los años ochenta pequeñas presas de retención de sólidos (Fig. 11) con el fin de disminuir la pendiente media y establecer así un nuevo equilibrio en el perfil del río (Vázquez Sell, 1995).



**Figura 10. Presa de retención de sólidos en el Río Guadalfeo (Dique del Granadino)**

*Fuente. Elaboración propia*

Por otro lado, la pérdida de suelo de las capas más superficiales del estrato está produciendo una disminución en la calidad agrícola de los terrenos de la región. Para luchar contra este problema se están realizando trabajos de reforestación aguas arriba del embalse de Rules, con el fin de disminuir la velocidad del agua y aumentar la infiltración (Jiménez Olivencia, 1991). Estas medidas sirven también como acción preventiva para evitar la colmatación del embalse de Rules (Fig. 11) –receptor de



todos los sedimentos generados en la Alpujarra-, una de las grandes incógnitas en la futura explotación del embalse (ESECA, 2000).



**Figura 11. Depósito de materiales tras un episodio de lluvia intensa en la cabecera del embalse de Rules**

*Fuente. Elaboración propia*

El problema de la erosión no es nuevo en esta zona, de hecho las primeras reforestaciones de la parte alta de la cuenca datan de principios del siglo XX. Estas reforestaciones tenían por objeto aumentar la infiltración de la escorrentía para reducir así el caudal en la parte baja del río Guadalfeo donde las inundaciones eran frecuentes y producían desastrosos efectos (Jiménez Olivencia 1991).

Las condiciones naturales del medio, -geológicas, orográficas y climáticas-, unidas a los procesos de deforestación, incendios y creación de nuevas zonas cultivadas en las fuertes pendientes, ha dado como resultado que en la actualidad la mayor parte de este territorio esté en franco proceso de desertización. De hecho, la pérdida

media de suelo es de 50 toneladas por hectárea y año (INTECOSA-INARSA, 2001), lo cual supone uno de los niveles más altos del país.

En el Valle de **Lecrín**, los problemas de erosión se repiten, aunque en menor medida debido a la existencia de pendientes generalmente menores (Fig. 13) y materiales más resistentes (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001). El paisaje resultante está formado por valles mucho más abiertos que los alpujarreños, existiendo una mayor disponibilidad de espacios, tanto para la ocupación urbana como agrícola (Fig. 12).



**Figura 12.** Valle de Lecrín aguas abajo del embalse de Béznar

*Fuente. Elaboración propia*

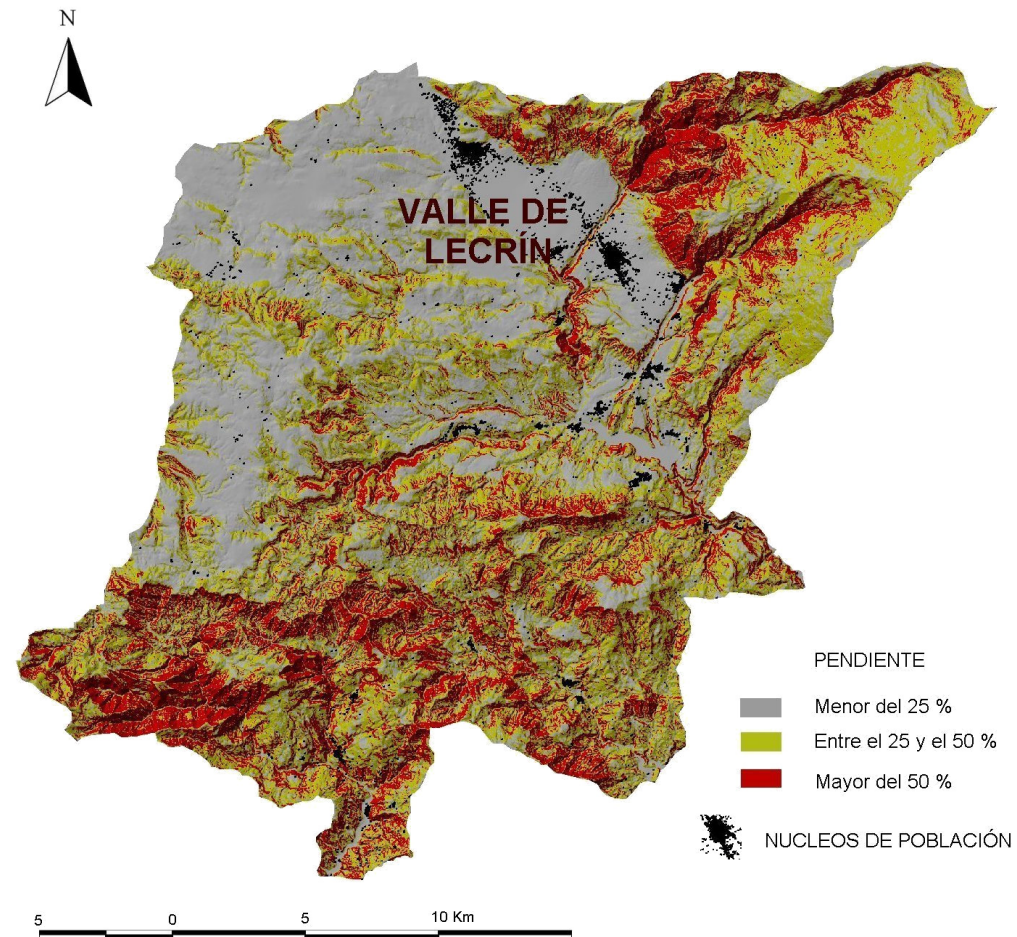


Figura 13. Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en el Valle de Lecrín

Fuente. *Elaboración propia*

Respecto de la **Contraviesa**, las elevadas pendientes son comparables a las existentes en la Alpujarra (Fig. 16). Los procesos de erosión se ven agravados aún más por la ausencia generalizada de vegetación en las laderas, consecuencia de la escasez de agua propia de esta zona (Trillo San José, 2003). Esto es debido a que esta unidad se encuentra íntegramente fuera de la cuenca del Río Guadalfeo ( Fig. 2) -principal aporte de agua de la región-, y recibe sólo los aportes hídricos de su escasa cuenca.

Los cauces existentes son cortos y de gran pendiente, por lo que la erosión hídrica se acentúa generando espectaculares barrancos originados por el arrastre de material sólido en los momentos de avenida (Fig. 14). En las zonas más llanas, los cauces permanente secos también denominados **Ramblas**, se convierten en los receptores tanto de los materiales erosionados en las partes altas, como de la basura acumulada en las zonas bajas, ya que al no existir agua en los cauces la mayor parte del tiempo, acaban convirtiéndose en el vertedero de las actividades humanas de sus alrededores, en este caso los desechos de los invernaderos (Fig. 15). Esto provoca un problema ambiental muy importante en las playas de las desembocaduras de las dos ramblas principales, Albuñol y Gualchos (Frontana González, 2002).



**Figura 14.** Barranco provocado por la erosión hídrica en Albuñol, la Contraviesa

*Fuente. Elaboración propia*

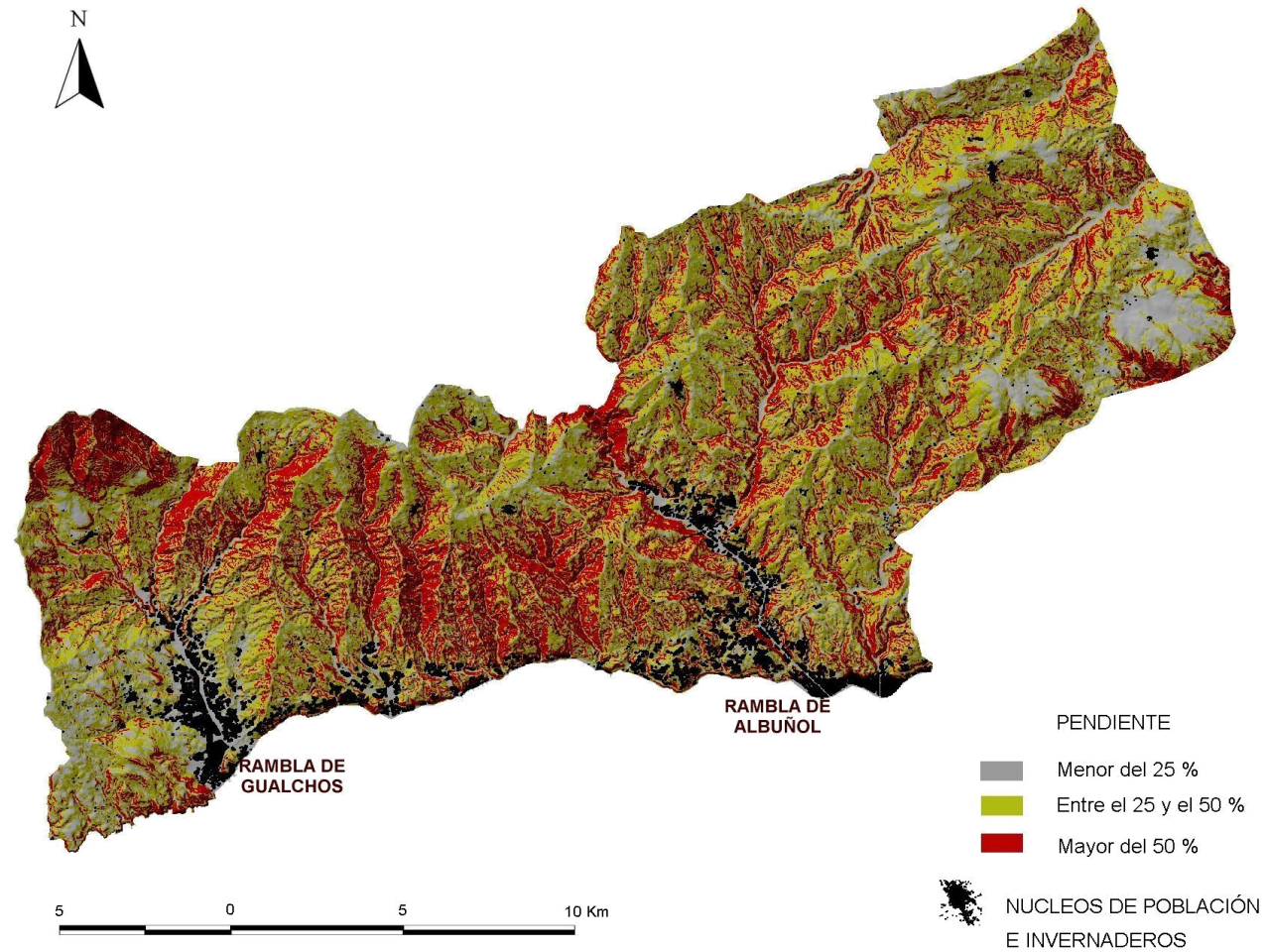




**Figura 15.** Desembocadura de la Rambla de Albuñol, Contraviesa

*Fuente. Elaboración propia*

Respecto de la **Costa Tropical**, existen dos partes claramente diferenciadas (Fig. 17). La occidental posee su centro en el Valle del río Verde, cuenta con grandes pendientes pero sus cauces son más largos que los existentes en la Contraviesa, ya que la mayoría de ellos provienen del Valle de Lecrín. Este hecho unido a que la vegetación es abundante por la existencia de agua proveniente de la cuenca del Río Guadalfeo, hace que los problemas de erosión sean menores. La parte Oriental dominada por el delta del Río Guadalfeo, posee pendientes mucho menores, sobre todo en las zonas más próximas al mar, lo que permite la disipación de la energía de las avenidas y por tanto escasos problemas de erosión (INTECSA-INARSA 2001).



**Figura 16.** Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Contraviesa

*Fuente. Elaboración propia*

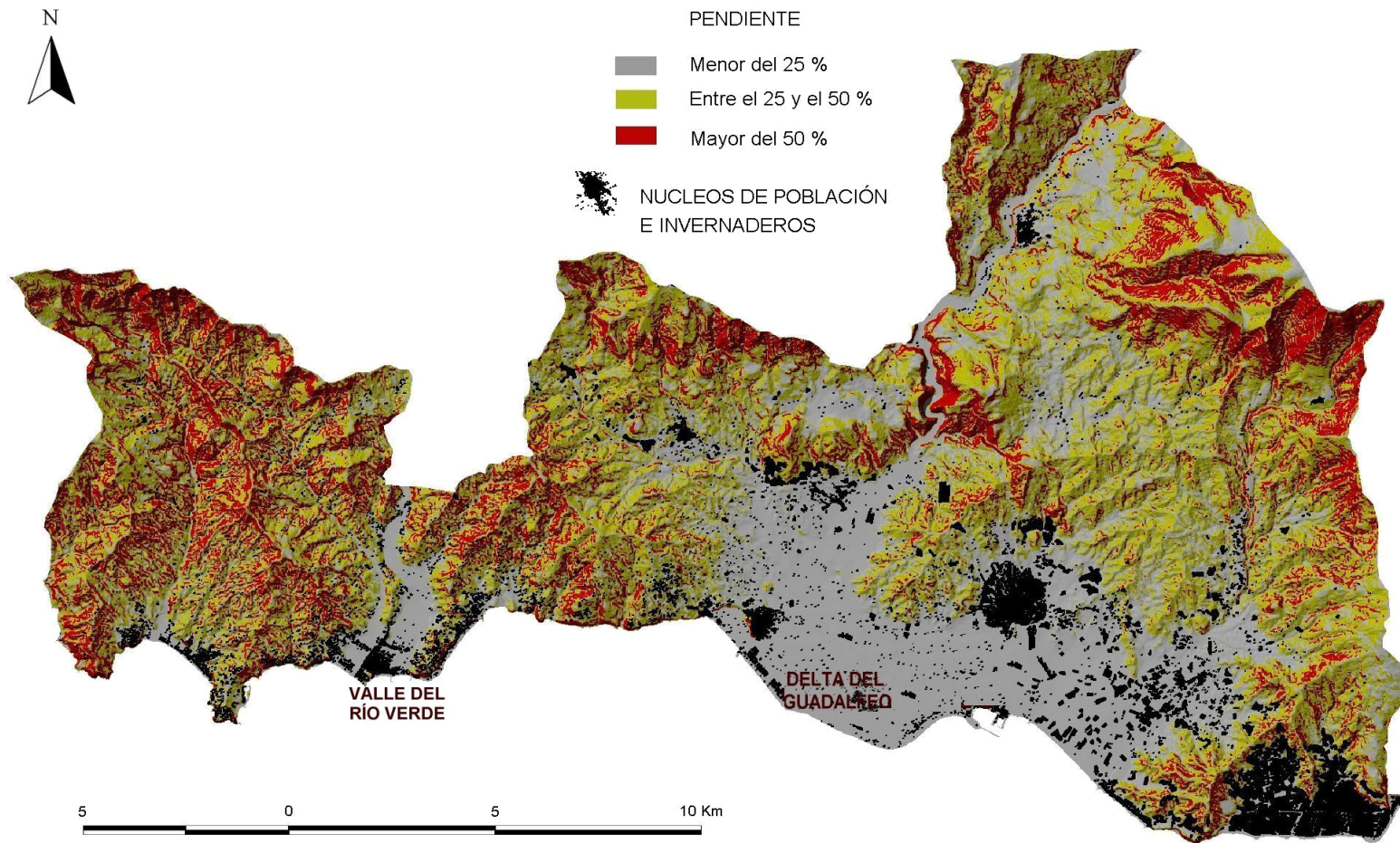


Figura 17. Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Costa Tropical

Fuente. *Elaboración propia*

### 2.1.3 Red de drenaje

Como ya se ha dicho, la red de drenaje es la consecuencia directa de las pendientes y la pluviometría existente. Así, las diferentes características descritas en el apartado anterior para cada una de las cuatro unidades, definen una identidad hidrológica diferente.

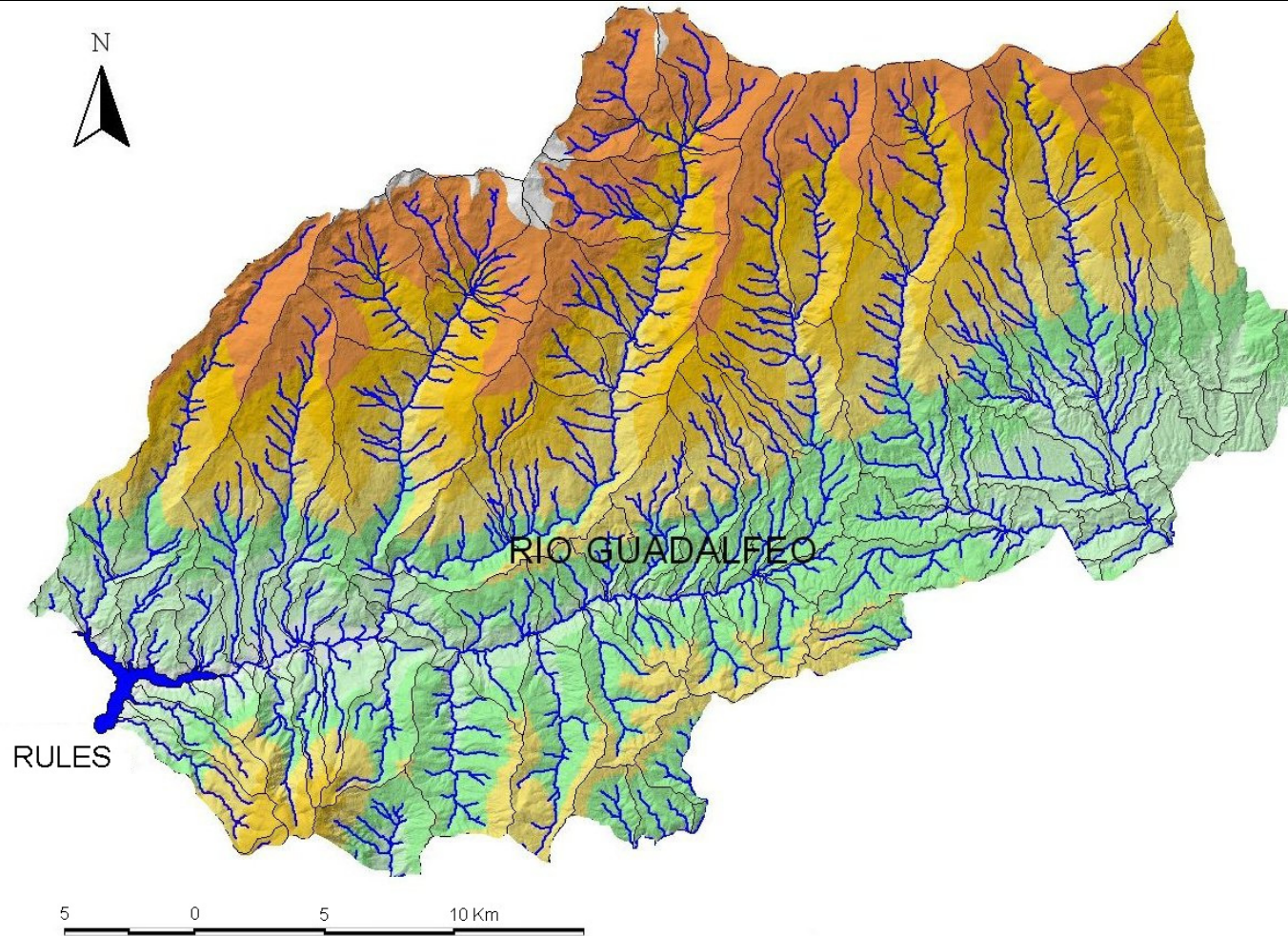
En la **Alpujarra**, la orografía escarpada y la existencia de agua han generado una red de drenaje muy densa que se define por las líneas de máxima pendiente del terreno (Fig. 18). La clasificación de los cauces mediante el método definido por Strahler (Strahler, 1964), muestra la existencia de un gran número de cauces de bajo orden, lo cual indica el importante desarrollo de esta red de drenaje (Fig. 19).

Así mismo, la fuerte direccionalidad Norte-Sur de las crestas da origen a una red de drenaje lineal que ocupa los sucesivos valles y que desemboca en el drenaje principal; el río Guadalfeo y posteriormente el embalse de Rules (Fig. 19).

Esta configuración topográfica, limita en gran medida las relaciones territoriales entre los valles, (en este caso Este-Oeste), y potencia las relaciones Norte-Sur con el eje principal, definiendo así la identidad de los diferentes municipios. De hecho, si comparamos los límites administrativos de los municipios existentes (división administrativa del espacio), con los límites hidrológicos definidos por las subcuencas hidrográficas, se aprecia una relación directa entre ambas, lo cual indica la importancia que el agua tiene en estos sistemas territoriales (Fig. 20).

Por otro lado, la existencia de esta geometría tipo ‘peine’ (sucesión de crestas y valles), condiciona el desarrollo tanto de las infraestructuras viarias como de las hídricas, lo cual tendrá consecuencias importantes en la gestión del agua que se detallarán más adelante.





**Figura 18. Red de drenaje de la Alpujarra**

*Fuente. Elaboración propia*

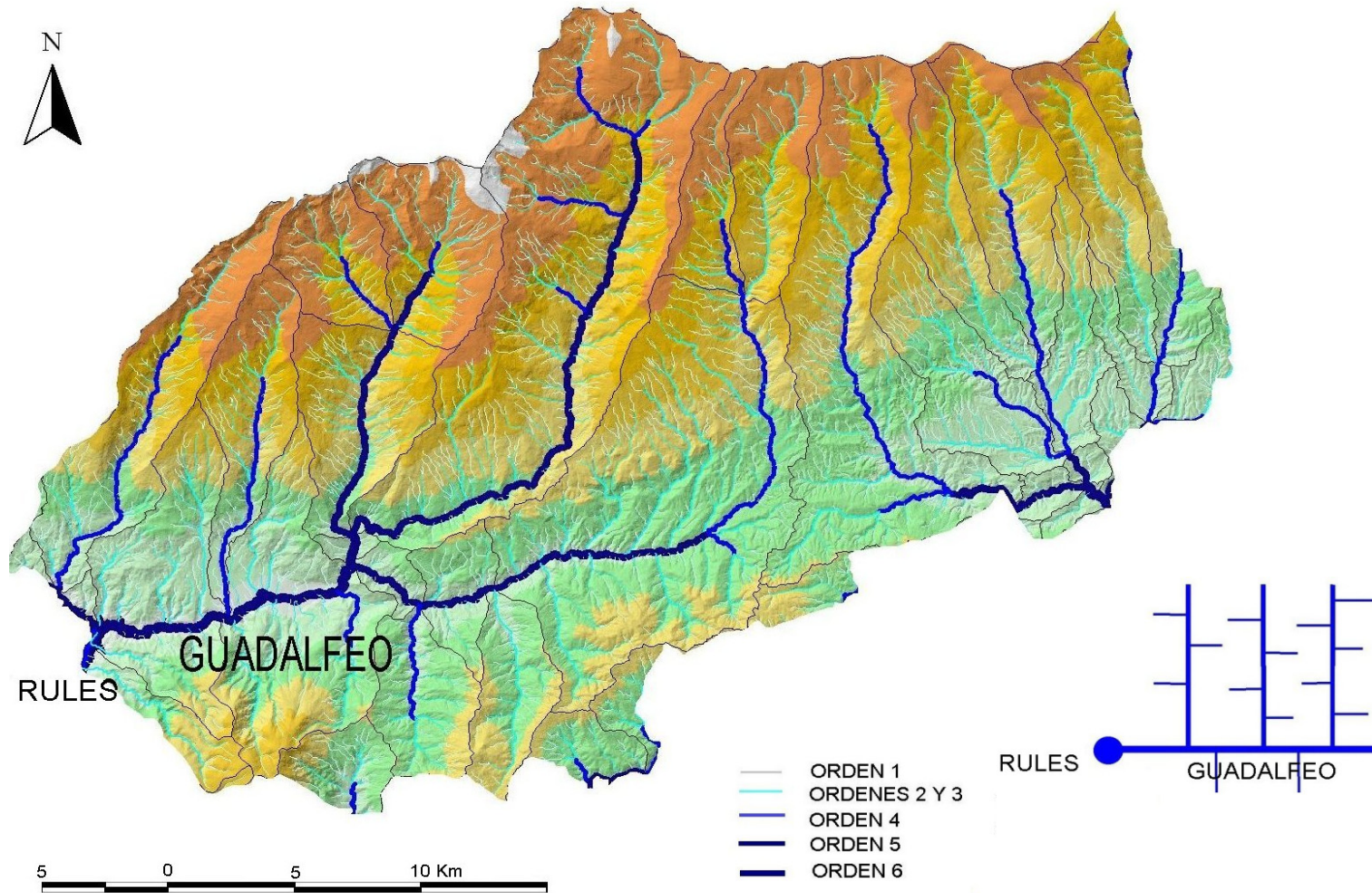
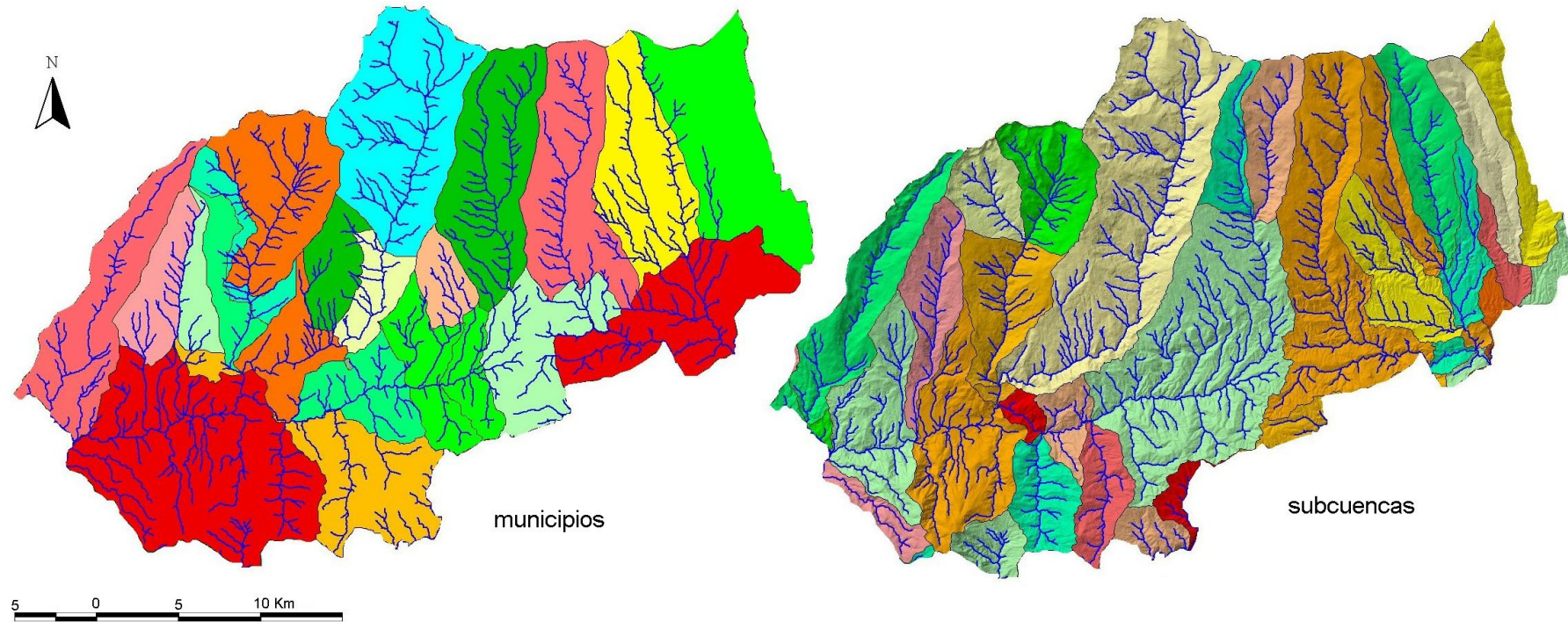


Figura 19. Clasificación de los cauces por el método de Strahler y esquema general de la red de drenaje en la Alpujarra  
Fuente. *Elaboración propia*



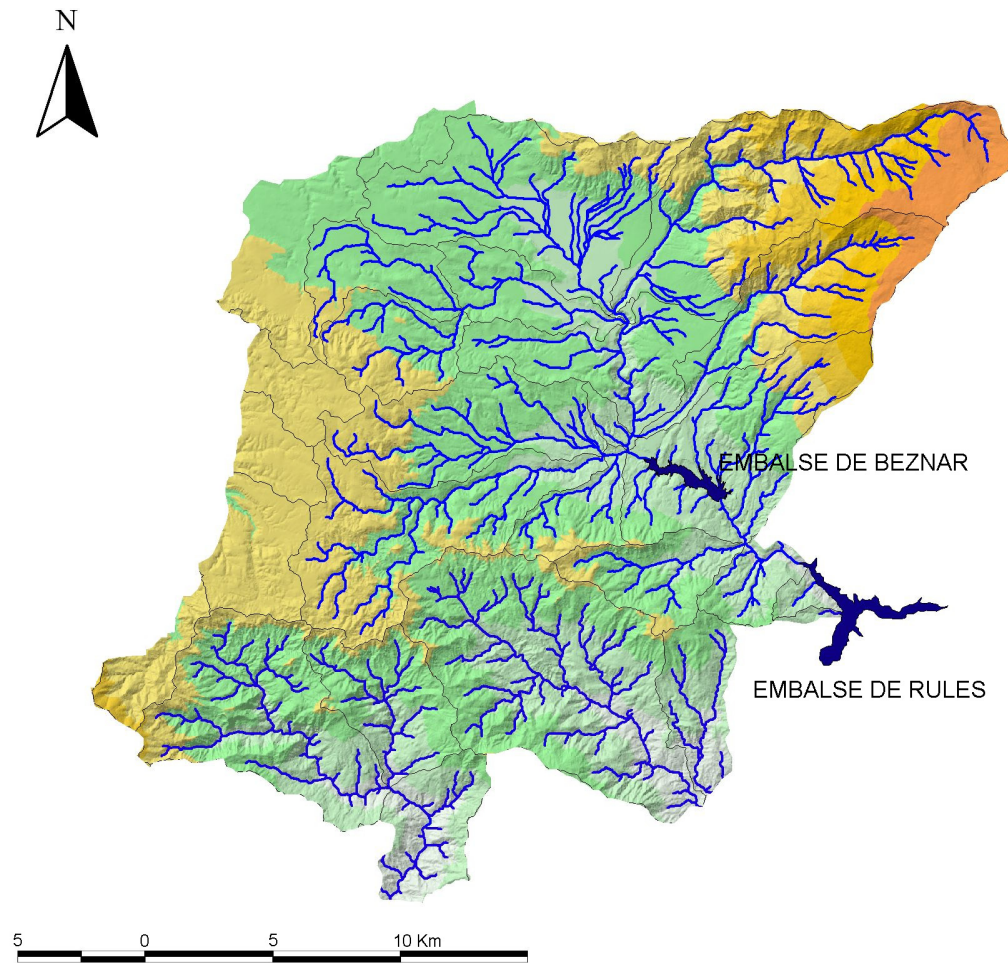


**Figura 20.** Zonificación administrativa (municipios) e hídrica (subcuencas de drenaje) en la Alpujarra

*Fuente. Elaboración propia*

En el Valle de **Lecrín**, el menor desnivel existente origina una red de drenaje menos densa (Fig. 21) y menos ramificada que en el caso de la Alpujarra (Fig. 22). La topología de dicha red de drenaje es radial con centro en el embalse de Béznar, lo cual potencia las relaciones territoriales de toda la región con su centro 'hidrológico'.

Al igual que pasaba con aquella, los límites administrativos de los municipios existentes, coinciden en gran medida con los límites hidrológicos definidos por las subcuencas hidrográficas (Fig. 23), lo cual ratifica la marcada relación entre la identidad territorial y el escurrimiento del agua.



**Figura 21.** Red de drenaje del valle de Lecrín

*Fuente. Elaboración propia*

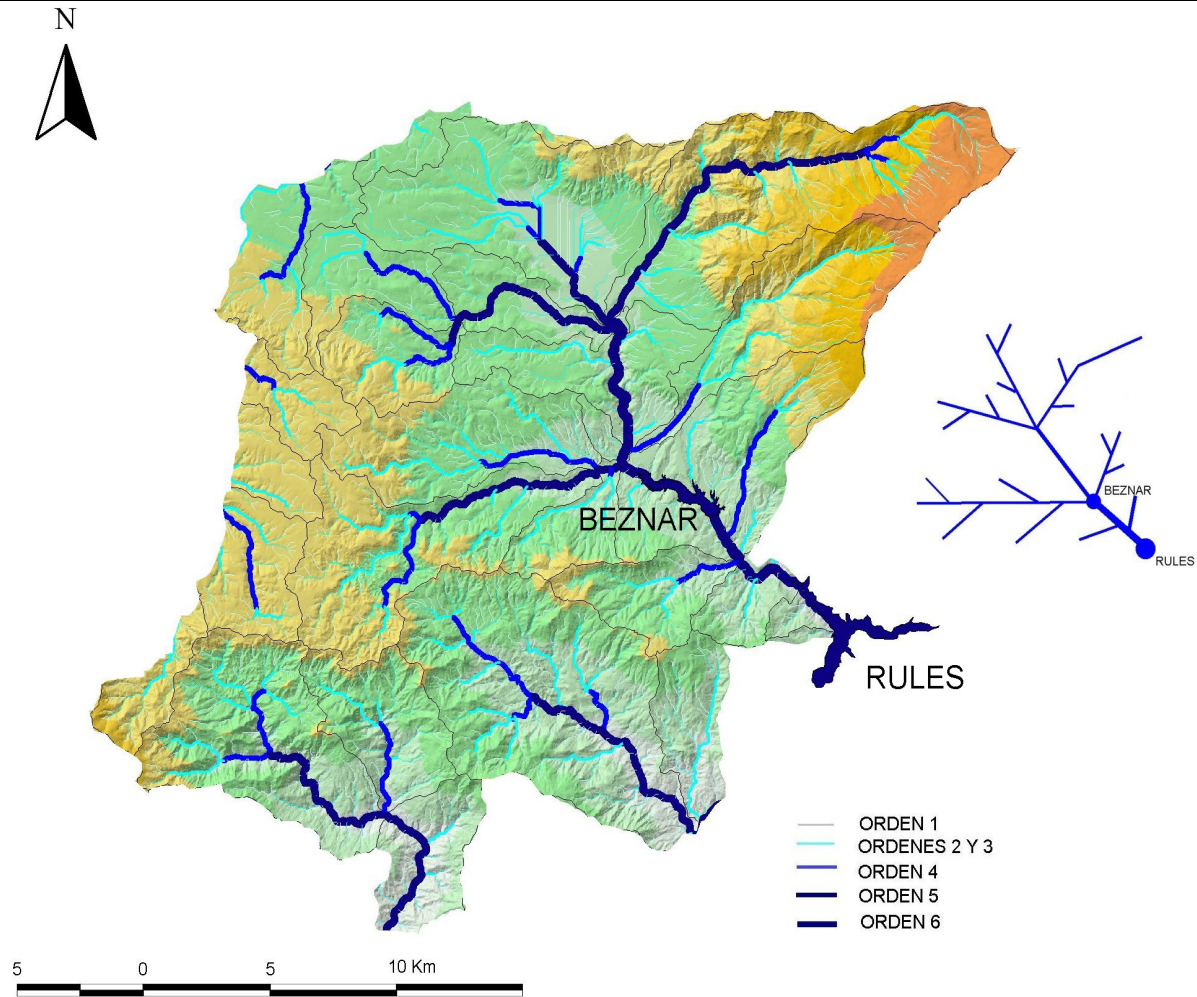
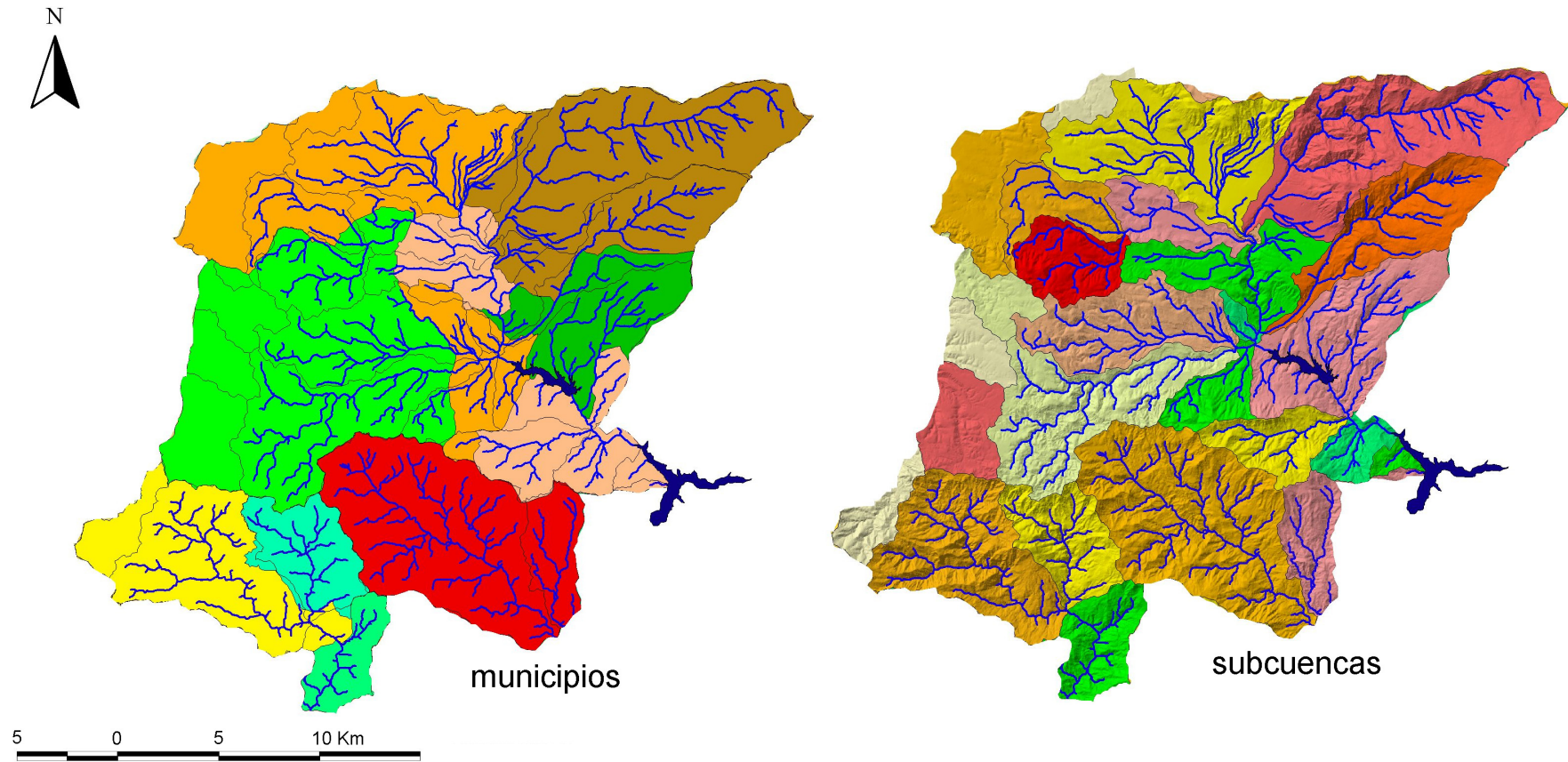


Figura 22. Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de Lecrín

Fuente. *Elaboración propia*





**Figura 23.** Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en el Valle de Lecrín

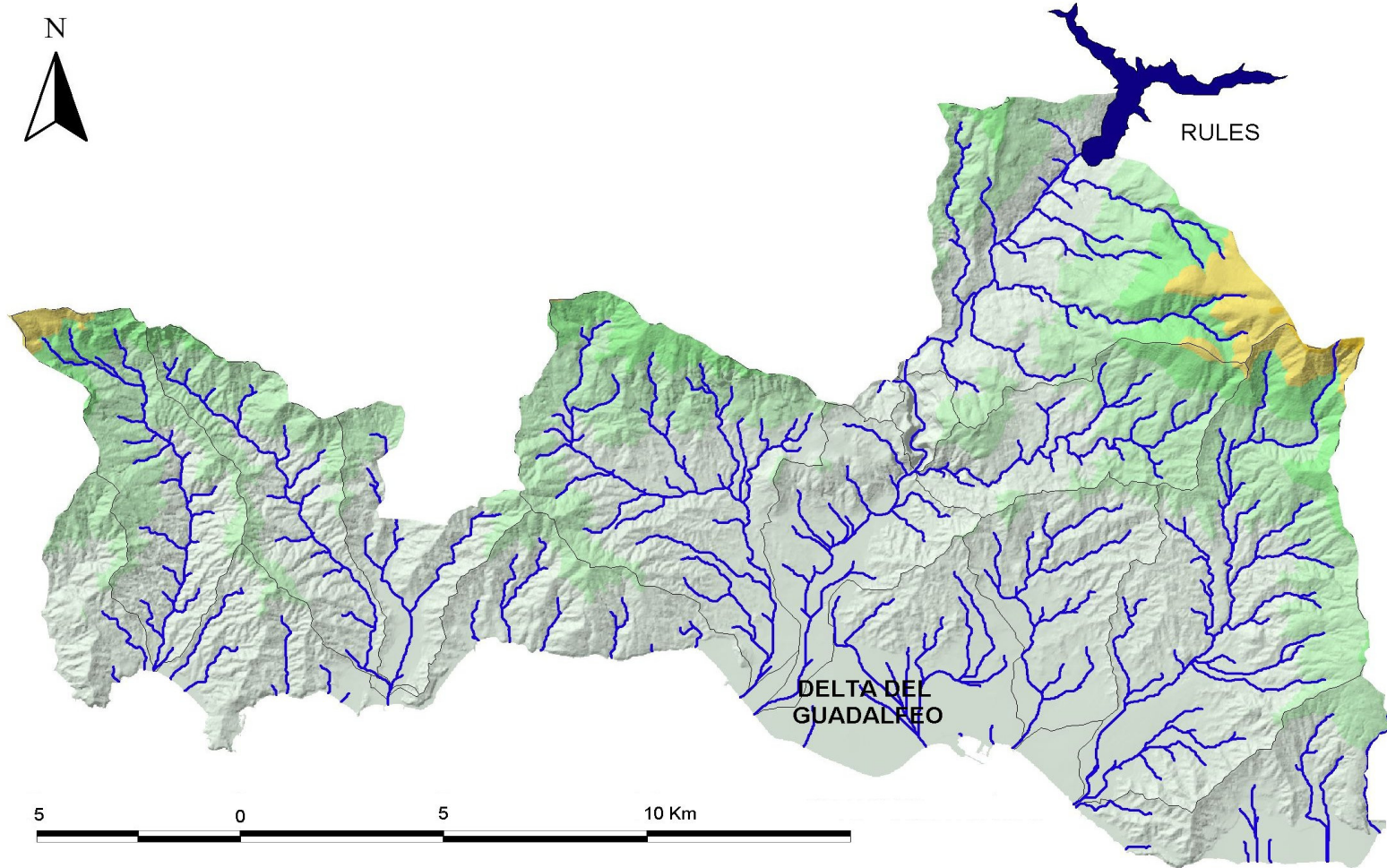
*Fuente. Elaboración propia*

Respecto de la **Costa Tropical** el menor desnivel existente genera una red de drenaje poco densa (Fig. 24), y mucho menos desarrollada que en las anteriores unidades, tal y como puede verse en la clasificación de Strahler (Fig. 25).

El litoral posee un relieve accidentado a excepción de las llanuras aluviales generadas por las desembocaduras de los ríos Guadalfeo en Motril y Verde en Almuñécar (mucho más extensa la del Río Guadalfeo). Esto genera un esquema de drenaje fundamentalmente lineal, la geometría en ‘peine’ característica de la zona de Alpujarra se repite aquí frente al Mediterráneo, principal receptor de todo el drenaje (Fig. 25).

La topografía, menos abrupta que en las dos unidades anteriores, da lugar a que las relaciones territoriales no estén tan condicionadas por el relieve. Este hecho se pone de manifiesto en que no existe el alto nivel de concordancia entre la división administrativa de los municipios y la hidrográfica de las subcuencas de las anteriores unidades (Fig. 26).





**Figura 24.** Red de Drenaje de la zona de la Costa Tropical

*Fuente. Elaboración propia*

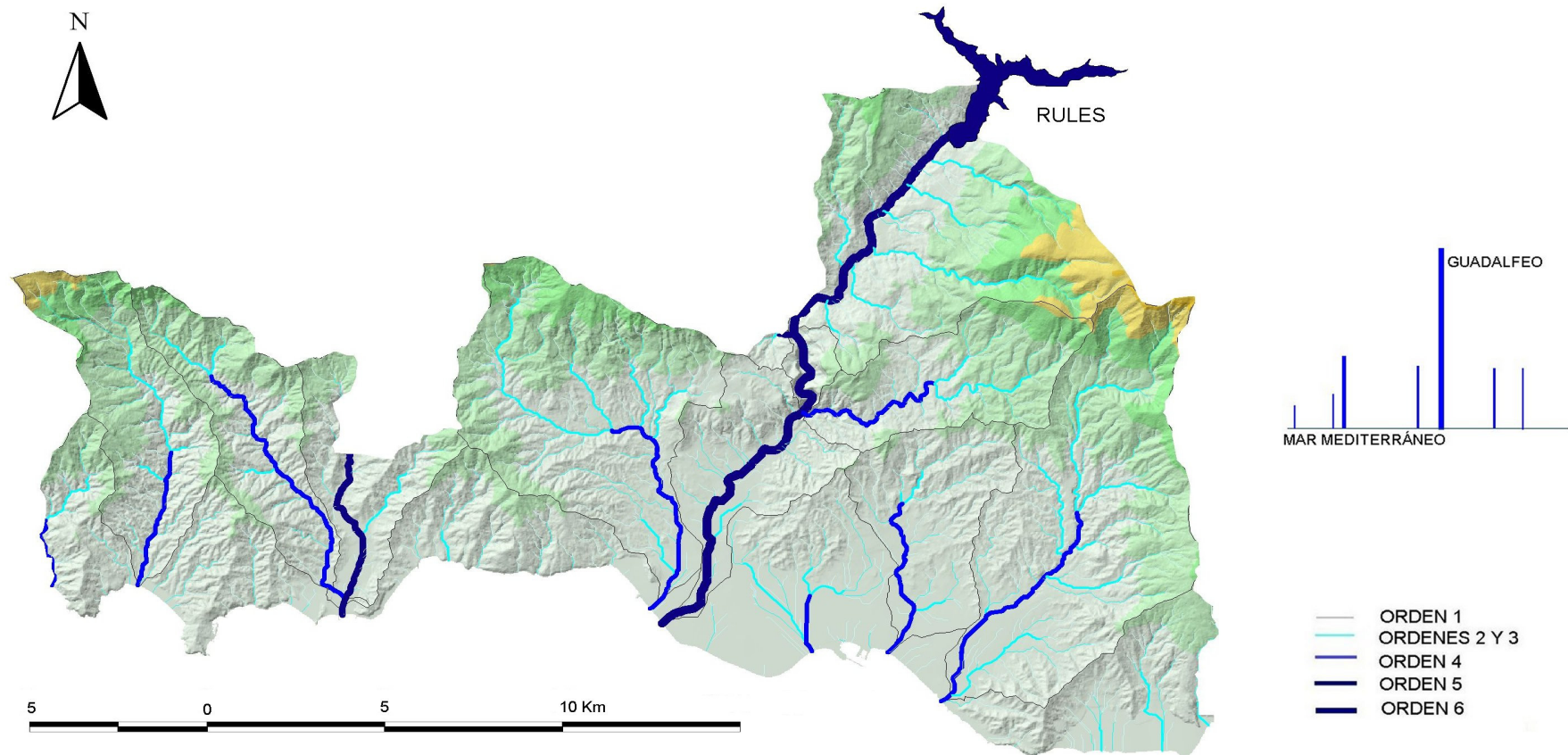
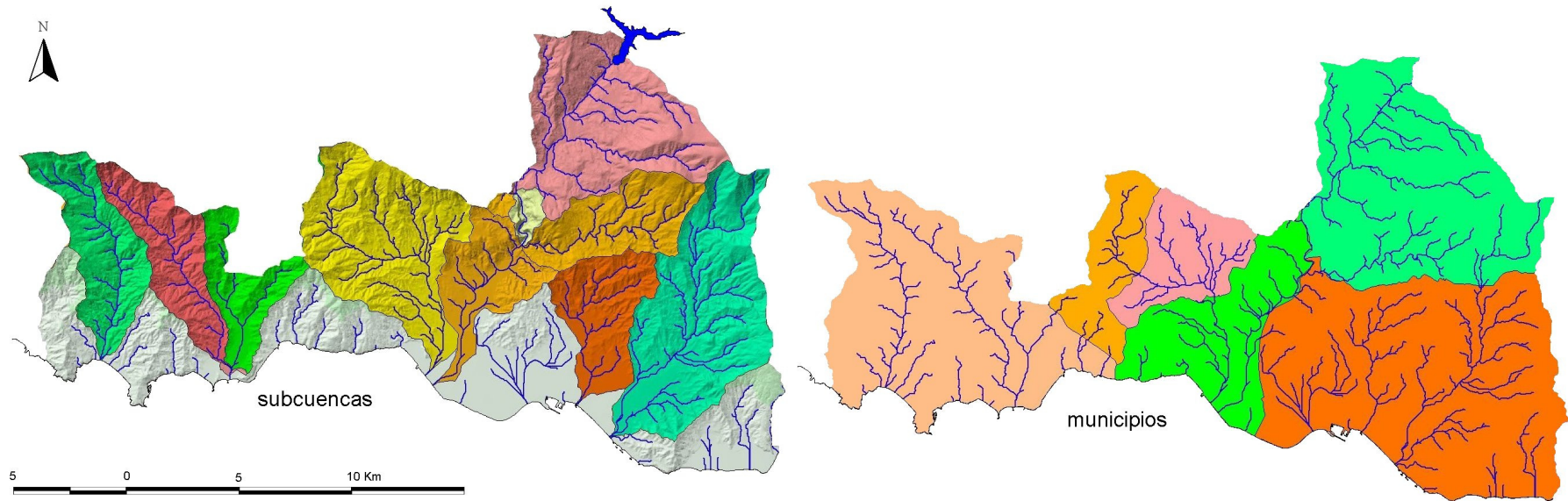


Figura 25. Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Costa Tropical

Fuente. *Elaboración propia*



**Figura 26. Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en la Costa Tropical**

*Fuente. Elaboración propia*



Respecto del Delta del Río Guadalfeo, único lugar de la región de estudio donde la pendiente es muy baja, se ha generado una red de drenaje anárquica, sin estructura fija, que cambia con cada nuevo episodio de lluvia. Es precisamente este cambio, incompatible con la ocupación permanente de los usos antrópicos, lo que originó a principios de los años 40 la necesidad de encauzar el río en su tramo final (Fig. 27) (Caja General de Ahorros, 2001)



**Figura 27. Encauzamiento del Río Guadalfeo**

*Fuente. Motril, una visión del siglo XX, Caja General de Ahorros (2001).*

Como consecuencia de este encauzamiento, y por tanto, de la ‘seguridad’ que éste proporcionaba a los habitantes de la región, el Delta del Guadalfeo es hoy en día una zona con un elevado grado de ocupación,-el mayor de toda la región-, habiendo sido transformada tanto por la agricultura como por la urbanización (Fig. 28).



**Figura 28. Delta del Guadalfeo**

*Fuente.* Pueblos de España <http://www.pueblos-espana.org/>

La costa litoral a ambos lados del delta posee un relieve accidentado formado por una sucesión de acantilados, algunos de ellos protegidos bajo la figura de Paraje Natural que confieren a la zona un bonito paisaje (Frontana González 2002). Este hecho reduce de forma importante la superficie de las playas, convirtiéndolas en la mayoría de los casos en pequeñas calas de alto valor ambiental muy apreciadas por el turismo.



**Figura 29. Cala en la Costa Tropical**

*Fuente.* *Elaboración propia*



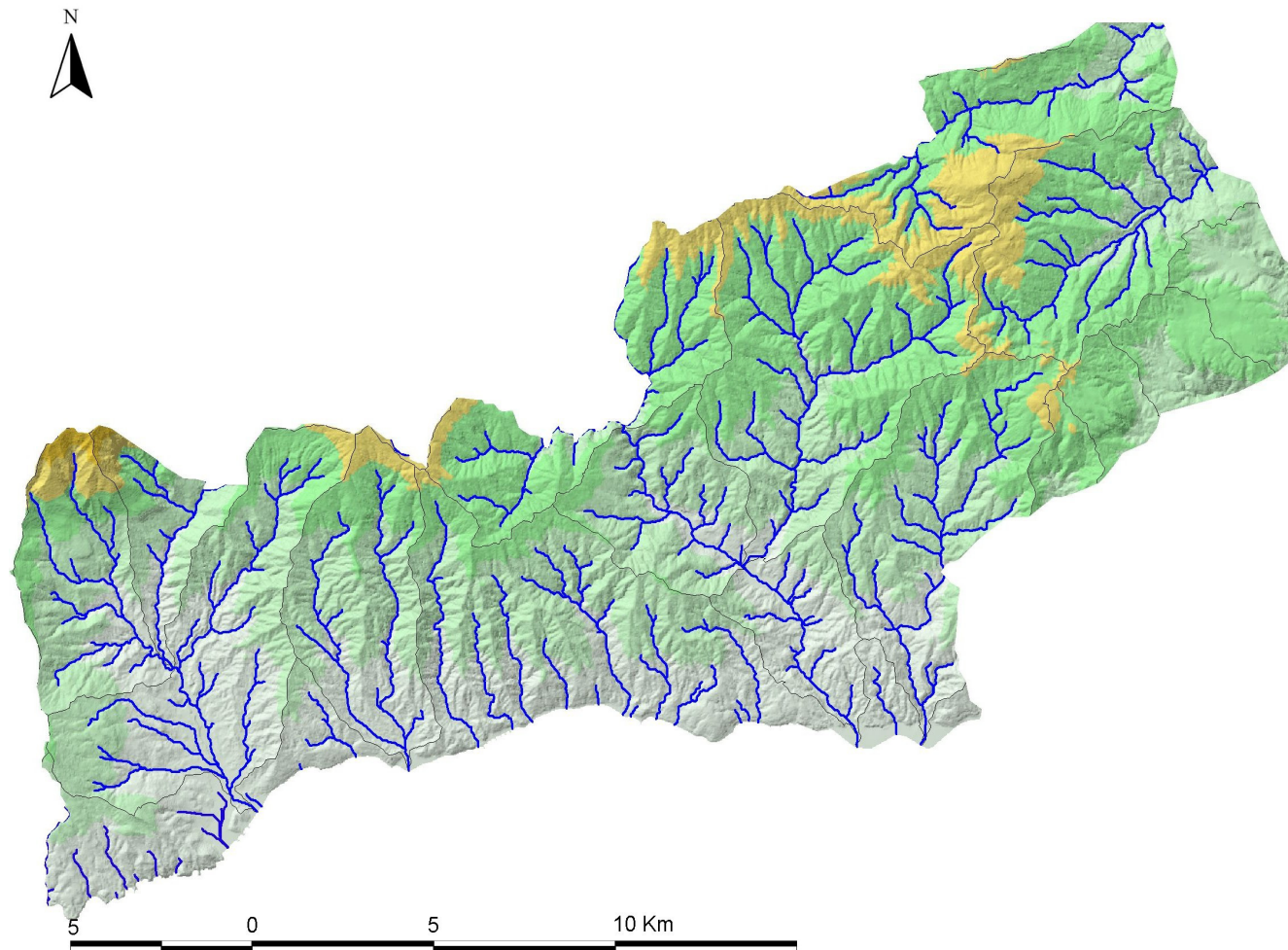
En la **Contraviesa** como ya se ha comentado, la mayoría del drenaje se genera dentro de la unidad a poca distancia de la desembocadura, y por tanto posee poco espacio para poder desarrollarse (Fig 31). Se trata de una red lineal con eje principal en el mar Mediterráneo, siendo éste el principal receptor (Fig. 32).

Es una zona realmente muy seca, en la que la ausencia de agua ‘invita’ al hombre a ocupar los espacios de libertad dichas ramblas (Fig. 30), debido a la inexistencia de otros espacios abiertos donde desarrollar las actividades humanas. Esto conlleva riesgos importantes de inundación durante las lluvias torrenciales, que pueden ocasionar daños económicos e incluso pérdida de vidas humanas,.



**Figura 30. Zona de invernaderos de Castell de Ferro, en la Contraviesa**

*Fuente. Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>*



**Figura 31. Red de Drenaje de la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia*

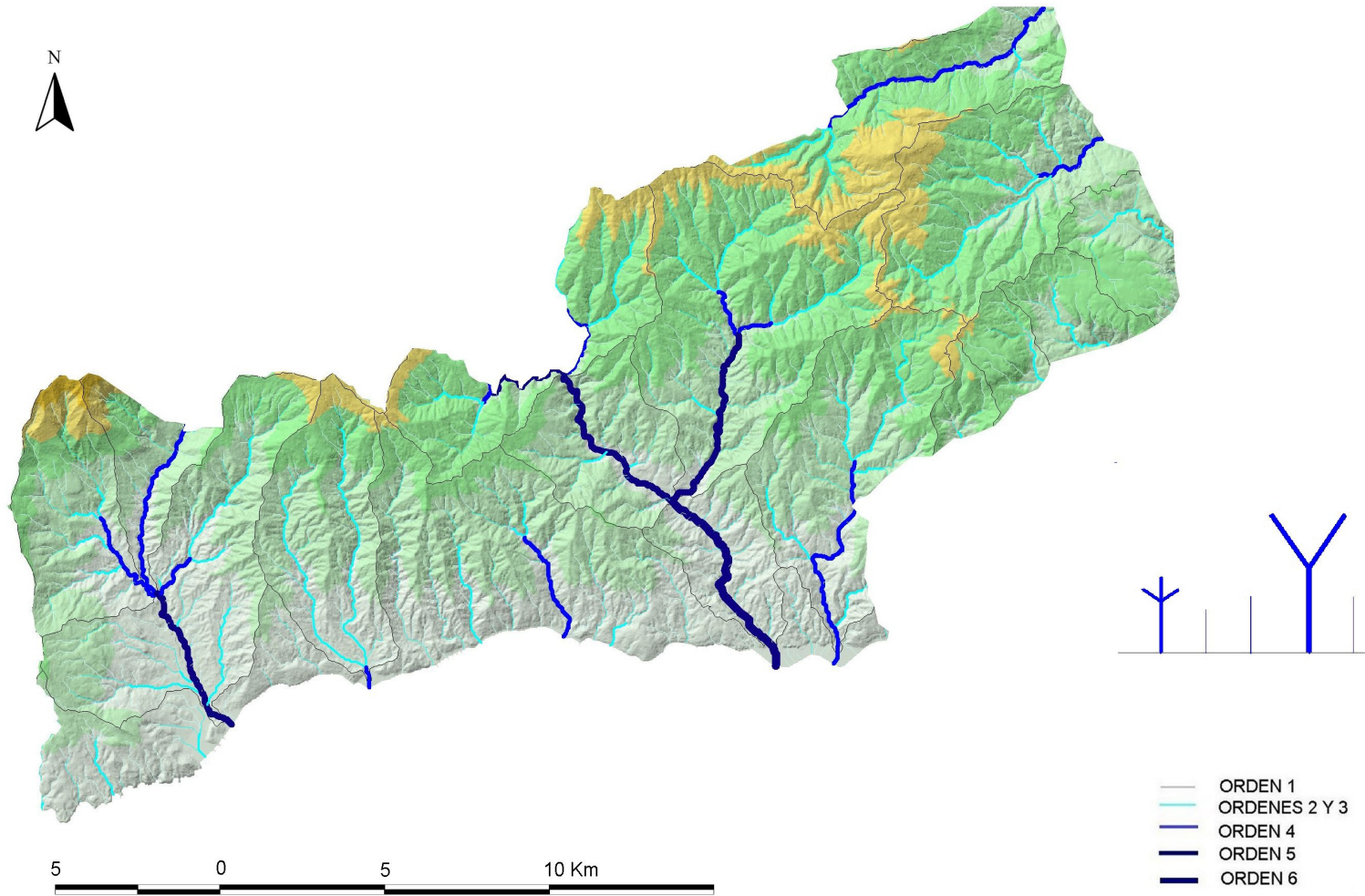


Figura 32. Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*



## 2.2 ACTIVIDADES AGRÍCOLAS

Respecto de la agricultura, la diferencia entre las características orográficas y el clima de la parte alta y de la parte baja de la cuenca, determinan también la diferencia entre los diferentes tipos de agricultura existente. A continuación se hará un breve repaso sobre todos ellos, como base para conocer el uso del agua en la región de estudio, así como los problemas sociales que éste ocasiona.

### 2.2.1 La agricultura en terrazas de la Alpujarra

En la **Alpujarra**, la proximidad a Sierra Nevada y por tanto, las bajas temperaturas, así como las grandes pendientes existentes, no han favorecido un desarrollo importante de la agricultura, limitándose a las pequeñas explotaciones familiares construidas sobre terrazas (Fig. 33). El aterrazamiento también se ha constituido como una forma de hacer frente a la erosión hídrica de la que ya se ha hablado, mejorando la conservación del suelo, y aumentando el tiempo de permanencia del agua sobre el suelo y así su infiltración.

Existen en la Alpujarra más de 5000 explotaciones agrarias de las cuales más del 80% son menores de 5 ha (IEA, 2002), explotaciones familiares poco rentables que acaban por abandonarse, entre otras cosas por el creciente desarrollo del turismo rural, actividad económica cada día más importante en la región.



**Figura 33.** Agricultura en terrazas en la zona de la Alpujarra

Fuente. Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>

Por tanto, la actividad agrícola de la Alpujarra se limita hoy en día a pequeñas explotaciones de agricultura ecológica, cuyos productos de alta calidad son vendidos a los turistas, configurándose por tanto como una actividad más del turismo rural.

### **2.2.2 Los cítricos del valle de Lecrín**

Respecto de la parte alta, en el **Valle de Lecrín** las temperaturas existentes, más suaves que las de la Alpujarra, así como los valles existentes más abiertos, hacen favorable la existencia de una agricultura bastante desarrollada.

Se trata de una comarca muy fértil donde las plantaciones de naranjos y limoneros perfuman en primavera el aire con aroma a azahar. El altiplano del Temple constituye una especie de plataforma que sirve de solución de continuidad entre la Vega de Granada y las sierras costeras.

La mitad norte del Valle, debido a su clima más continental está dominada por pinares, encinares y matorrales de montaña, existiendo también hay una franja con cultivos de secano; cereal, olivo y almendro. En la mitad sur sin embargo, dominan los cítricos (naranjos y limoneros), con algunos grandes olivos, y más al Sur, los Subtropicales y hortalizas de invierno.

### **2.2.3 Los cultivos subtropicales de la Costa Tropical**

La característica climática claramente Mediterránea de temperatura suave todo el año (temperatura media en Enero de 12 grados -INTECSA-INARSA, 2001-), unida a la protección de la cordillera Penibética frente a los vientos del interior, y la influencia cálida y húmeda del mar, hacen de la parte baja de la cuenca un lugar muy singular con un clima de carácter subtropical, lo cual unido a las 3.000 horas anuales de sol en la franja litoral hace de la zona un lugar privilegiado para el desarrollo turístico y la producción de cultivos subtropicales, siendo la cuenca baja una de las más fértiles de Europa (ESECA, 2000).

Sin duda es la Costa Tropical la comarca de estudio donde la agricultura ha encontrado unas condiciones más favorables para su desarrollo, siendo la fuente principal de riqueza hasta la reciente aparición del turismo en los años setenta (Larrubia Vargas, R. 1993). Los estudios realizados al respecto (Matarán Ruiz, 2005), ponen de manifiesto el potencial económico de esta unidad respecto de esta actividad económica, centrada en el desarrollo de los cultivos subtropicales (valle del río Verde).

La agricultura está dedicada fundamentalmente a cultivos frutales subtropicales como el aguacate, el chirimoyo, el mango o la caña de azúcar (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001). Estos cultivos se distribuyen en dos zonas claramente diferenciadas, el **Valle del Río Verde** con los cultivos subtropicales, y el **Delta del Guadalfeo** con la caña de azúcar, actualmente en extinción. Respecto del **Valle del río Verde** (Fig. 34), las dos especies con mayor importancia económica en la zona son el Aguacate y el Chirimoyo y en menor cuantía, el Níspero del Japón (Escobar I. et al. 2001). El hecho de que aún sigan existiendo cultivos subtropicales en la zona, se debe a la clara apuesta del municipio durante años de mantener un tipo de cultivo único en Europa que además caracteriza el paisaje de la zona haciéndolo radicalmente diferente al resto de la Costa Mediterránea (Matarán Ruiz, 2005).



**Figura 34.** Valle del Río Verde en Almuñécar

Fuente. Ayuntamiento de Almuñécar

Un reflejo de ello es la existencia del ‘Patronato Municipal de Cultivos Subtropicales’, organismo dedicado a la investigación y el desarrollo de las técnicas de cultivo de este tipo de agricultura, mediante la puesta en funcionamiento de un Centro Experimental específico para tal fin, la Finca Experimental el Zahorí. (Ayuntamiento de Almuñécar, 2006).

En el **Delta del Guadalfeo**, la caña de azúcar (Fig. 35), planta proveniente del sureste asiático que fue llevada a la Península Ibérica por los árabes, ha supuesto la fuente principal de ingresos de la zona desde hace siglos (Frontana González, 2002). La fábrica de azúcar y aguardiente ‘*Azucarera de Salobreña Nuestra Señora del Rosario*’ fue fundada por un labrador de la zona en 1861, D. Joaquín Agrela y Moreno, como consecuencia de la proliferación de las plantaciones de caña (Caja General de Ahorros, 2001).

Proporcionó una gran riqueza a la zona, más aún a raíz de la pérdida de la isla de Cuba, competidora en el cultivo de la caña de azúcar. La industria cañera llegó a generar momentos de gran riqueza en los siglos XIX y XX, hasta tal punto que se conoció a Motril como la pequeña Cuba, siendo los azucareros quienes financiaron la construcción de la apertura de la Gran Vía de Granada (Caja General de Ahorros, 2001).

La elección de su emplazamiento en La Caleta de Salobreña, parte baja del Delta, se debió fundamentalmente a las ventajas que este enclave poseía frente a la comunicación marítima, suponiendo también un elemento de vital importancia para el desarrollo del Puerto de Motril.



**Figura 35. Cultivos de Caña de Azúcar**

*Fuente.* Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>

La recolección de la caña dulce movilizaba hasta los años 70 entre 300.000 y 400.000 personas durante casi 6 meses, en su última recolección en Mayo de 2006 algo más de 100 personas fueron suficientes. En el año 2000, la Cooperativa Cañera cultivaba unas 1.000 hectáreas de tierra entre Motril y Salobreña. En 2003 la extensión se redujo a 600 hectáreas y en la última campaña se cultivaron tan sólo 300 (Espinosa Béjar, A. 2003). A raíz de la desaparición de las ayudas europeas para mantener este cultivo, el alto coste de la mano de obra, la competencia de la remolacha con mayor producción de azúcar -y a menor precio gracias a la mecanización de las cosechas- y la aprobación del nuevo plan urbanístico de Salobreña, que recalifica gran parte de los suelos dedicados a la caña que se convertirán en un hotel y un puerto deportivo (Ayuntamiento de Salobreña, 2006), ha motivado que este cultivo deje de ser rentable. La última cosecha ha marcado el final de una época y el pistoletazo de salida para la reconversión de los suelos agrícolas de Salobreña en suelos urbanos de uso fundamentalmente turístico, cambiando radicalmente el paisaje y la identidad de este lugar único en Europa.



#### 2.2.4 Los invernaderos de la Contraviesa

La zona de **Carchuna** en el límite con la Contraviesa está dominada por el cultivo bajo plástico de legumbres y hortalizas, el cual está adquiriendo una importancia cada vez mayor. La alta rentabilidad de estos cultivos, que comenzaron a desarrollarse en el poniente almeriense, ha provocado su expansión por la costa de Granada (Contraviesa) (Fig. 36) e incluso por la costa malagueña, encontrando ya algunos ejemplos de invernaderos en Nerja, Torrox o Torre del Mar (Roldán Medina, 2002).



**Figura 36.** Invernaderos de la zona de Carchuna, en el límite entre la Costa Tropical y la Contraviesa

*Fuente.* Elaboración propia

Hacia el Oeste también se propaga con enorme éxito. Desde Almería Capital sube por todo el Río Andarax y se extiende hasta el Alquíán. El Parque Natural Cabo de Gata está perdiendo su batalla a favor de los plásticos, que se irradian con bastante eficacia y velocidad .

Es evidente que la razón por la que este ‘efecto invernadero’ se ha producido es por los altos beneficios que genera su actividad (Requejo Liberal, J. et al. 1991). Ello ha provocado el mayor y más rápido incremento del nivel de ingresos que ha experimentado comunidad alguna. De territorios históricamente paupérrimos y desfavorecidos como han sido el poniente almeriense o la Contraviesa Granadina, se ha pasado a las más altas rentas per cápita de la nación en cuestión de 20 años (García Lozano, M. et al. 2001). Además, la proximidad del puerto de Motril hace posible una rápida salida de los productos hortofrutícolas a otros lugares de España y del extranjero, lo cual aumenta su productividad (Salinas Andujar, J. A. et al. 2002).

Sin embargo, hace tiempo que se detectaron los efectos ‘colaterales’ serios que producía esta actividad, sobre todo los relacionados con el Medio Ambiente (‘Impacto de la Agricultura de Invernadero en la Costa de Granada’. Alcalde, 2000), la Salud de las Personas (‘Modern agricultural practices: The human price’. Olea et al 1996) y la Situación Social (‘El Ejido. Tierra sin Ley’. Foro Cívico Europeo, 2000).

Un estudio realizado por el Centro de Investigación y fomento Agrario, incide en la existencia de hasta una decena de impactos sobre las personas derivados de esos residuos (Gómez, 2005). Además, existe un grave problema de contaminación a los acuíferos de los cuales se nutren muchos de estos invernaderos, ya sea por fenómenos de intrusión salina debido al descenso del nivel freático, o por contaminación de nitratos.

Respecto de los problemas ambientales en la zona, el área de medio ambiente del Ayuntamiento de Motril ha realizado un estudio -‘Impacto de la Agricultura de Invernadero en la Costa de Granada’ (Alcalde, 2000)- en donde se detectan los siguientes efectos en la zona a causa de la implantación n masiva de invernaderos.

- En la fase de construcción de invernaderos: Desestabilización de laderas y modificación de escorrentías, con graves impactos sobre el paisaje y los ecosistemas, y generación de riesgo de deslizamiento e inundaciones, incremento de la erosión y emisión de polvo y ruidos.

- En la fase de explotación: Contaminación de acuíferos, deslizamientos e inestabilidades del substrato, daños en caminos e instalaciones por escorrentías, debido al riego o inadecuado drenaje de pluviales. Partículas en suspensión y ruido por tránsito de vehículos y maquinaria. Generación de residuos plásticos voluminosos y peligrosos, que por la dispersión del viento y su naturaleza combustible constituyen un foco de plagas y contaminantes. Generación de residuos orgánicos con acumulación de pesticidas que se aprovechan como alimento de ganados caprinos y ovinos de la zona con la consecuente transmisión de los pesticidas en la cadena alimentaria. Exposición a fitosanitarios de los trabajadores dentro de las instalaciones, y de las poblaciones cercanas por la ventilación y utilización de insectos polinizadores.
- En la fase de abandono: Movilización de laderas, corrección del trazado de la escorrentía, erosión de caminos, etc., acciones todas que pueden dañar significativamente a explotaciones e infraestructuras colindantes. La permanencia de elementos estructurales es un riesgo para las personas y fauna del entorno, convirtiéndose en una trampa para determinadas especies. La dispersión de elementos contaminantes y potencialmente peligrosos, como envases de pesticidas y plásticos agrava estas situaciones. Pese a existir una planta de tratamiento de residuos, muchos son abandonados en los caminos o quemados directamente emitiendo gases tóxicos a la atmósfera.

El control sobre el crecimiento de este tipo de agricultura es escaso en la zona, abundando los invernaderos ilegales. De hecho, la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía reconoce que alrededor del 30% de los invernaderos de nueva construcción son ilegales y que estos no pasan control sanitario ni ambiental alguno, ni en los compuestos que utilizan para sus tratamientos fitosanitarios ni en la forma de destrucción o vertido de sus residuos (Consejería de Medio Ambiente 2003).



Pese a ello, los invernaderos se han constituido como la fuente de riqueza principal de la zona junto al turismo (Fig. 37). De hecho existe una competencia creciente entre ambos usos por la utilización del suelo por un lado -ya que como se ha dicho la topografía no deja mucho espacio disponible a la construcción-, y de agua de buena calidad por otro, ya que la contaminación de los acuíferos costeros es cada vez más grave.



**Figura 37. Zona de invernaderos junto a residencia en Calahonda**

*Fuente.* Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>

En resumen puede decirse que la agricultura más relevante se concentra en las zonas más próximas al mar en las unidades Costa Tropical y Contraviesa, por lo que será en estas zonas donde existirá un mayor problema de competencia por el uso del agua.

## 2.3 POBLACIONES

### 2.3.1 Emplazamiento

Los núcleos de población se sitúan en las zonas de baja pendiente, principalmente a lo largo de los valles y de la franja litoral, zonas que como puede verse en la Figura 38 no son muy abundantes. Por ello, el emplazamiento se ve muy condicionado por la topografía, lo cual limita en gran medida el posible crecimiento tanto de los usos urbanos como agrícolas, y aumenta por tanto la competencia por el uso del suelo.

Así por ejemplo, los núcleos de la Alpujarra se distribuyen en las inmediaciones de la parte alta del río Guadalfeo a lo largo de los sucesivos barrancos, lo cual ha limitado en gran medida su desarrollo, tanto por la falta de espacios de pendiente apropiada para el crecimiento de la agricultura por ejemplo, como por la dificultad de realizar infraestructuras viarias que mejoren las comunicaciones. En Lecrín las poblaciones ocupan el Valle del mismo nombre, quizá una de las zonas donde la topografía permite un mayor desarrollo de las actividades humanas, prueba de ello es su fructífera agricultura.

En la Costa Tropical las poblaciones se sitúan entre el valle del Río Verde y el Delta del Guadalfeo, aprovechando la estrecha franja costera existente y las llanuras generadas por los ríos. En esta zona se sitúan las poblaciones más importantes fruto de la conjunción de dos factores; las mínimas pendientes existentes en las llanuras de los ríos, y la proximidad al mar, generadora de una industria turística de vital importancia.

Por último, en la Contraviesa los núcleos se han asentado en las ramblas de la franja litoral, principalmente en las de Gualchos y Albuñol. Esta última zona es quizá donde queda más patente la limitación orográfica del emplazamiento, debido a las grandes pendientes existentes y a la elevada actividad económica que está provocando el rápido crecimiento del rentable cultivo bajo plástico.

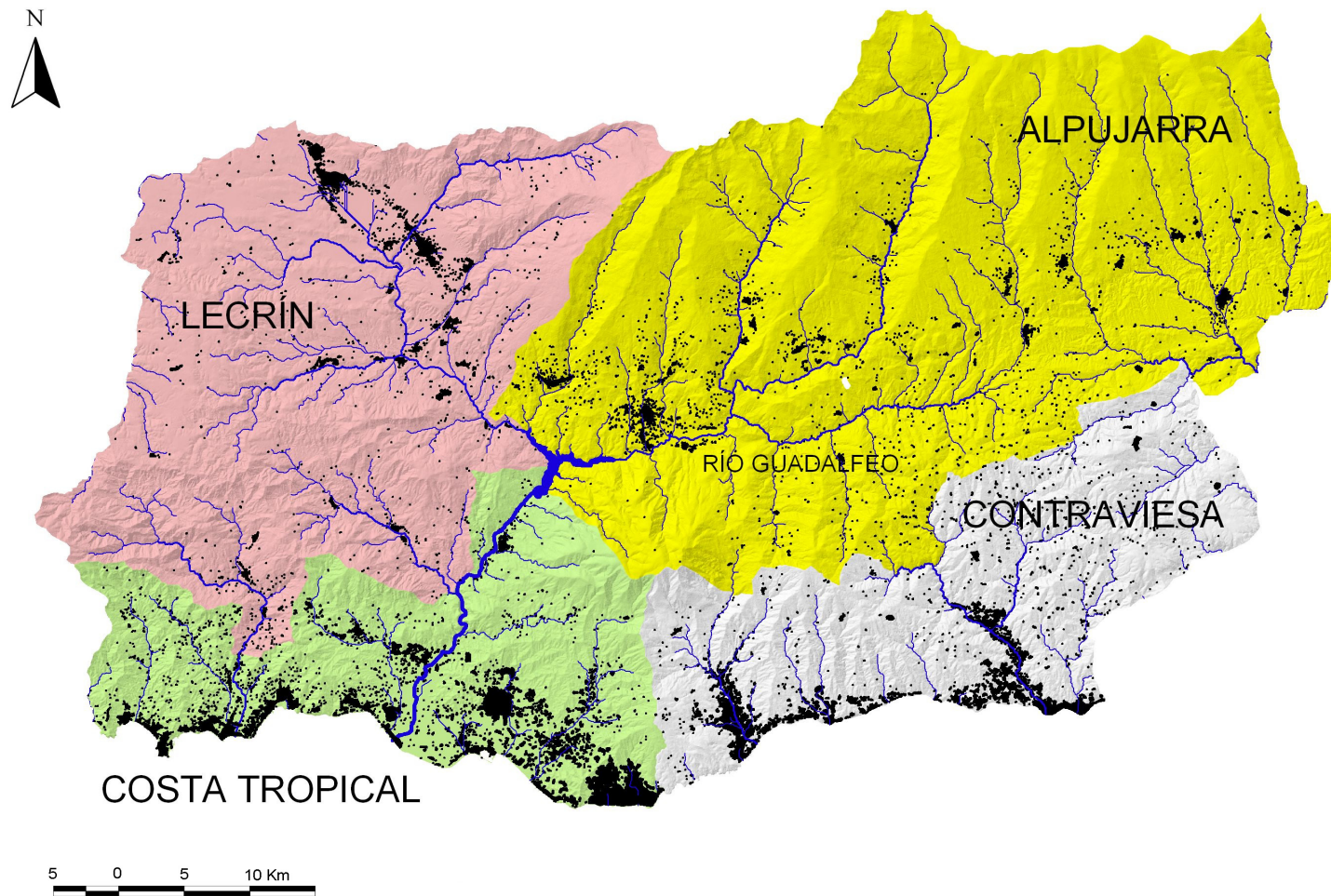


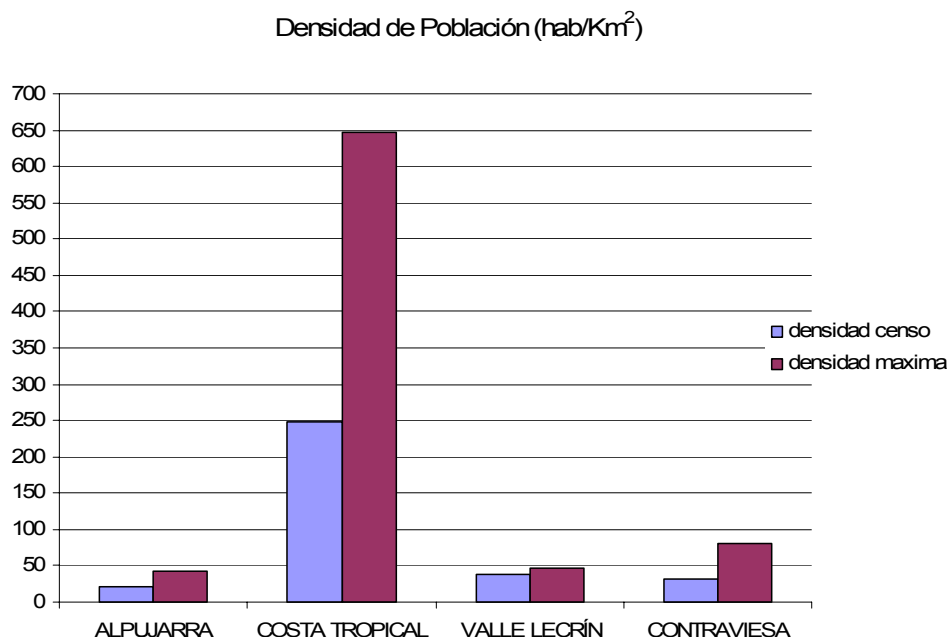
Figura 38. Distribución de los núcleos de población en la Región del Guadalfeo

Fuente. *Elaboración Propia*

### 2.3.2 Estacionalidad de la población

Respecto de la población, la principal característica de esta región es su gran variabilidad a lo largo del año, pasando de los 144.073 habitantes censados hasta los más de 300.000 habitantes que llegan a ocupar la zona en época estival, concentrados principalmente en la Costa Tropical (Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada, 2002). De hecho, en la figura 44 se puede apreciar cómo existen algunos municipios en los que la población residente representa menos del 25% de la población total en verano, situándose la mayoría de ellos entre el 25 y el 50 %.

Así mismo, si comparamos los datos de densidad poblacional por unidades (Fig. 43) se puede observar, que exceptuando la unidad del Valle de Lecrín, la densidad máxima es superior al doble de la correspondiente al valor del censo.



**Figura 39. Valores de densidad correspondientes a la población censada y máxima**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)*

En la figura 44 se puede observar cómo los municipios con mayor variabilidad de población se sitúan en las zonas más próximas a la Costa (Costa Tropical y Contraviesa), a excepción de Motril, el único municipio costero que posee una actividad económica considerable al margen de la actividad turística, teniendo por tanto un alto porcentaje de población residente todo el año.

Esto mismo ocurre con los municipios del Valle de Lecrín (sobre todo Padul y Dúrcal), los cuales debido a su proximidad con la ciudad de Granada, han generado una actividad económica permanente y por tanto una población estable mayor. Puede observarse también que los pequeños núcleos de la zona de la Alpujarra poseen altos porcentajes de población estacional, lo cual es debido al reciente y en aumento turismo rural.

En resumen, esta estacionalidad define un modelo territorial característico que complica y condiciona de manera importante las necesidades hídricas. Este hecho unido a la previsión de un gran crecimiento de la población estable y estacional en los próximos años (ESECA, 2000), hace prever un problema en el abastecimiento futuro. Éste será el elemento principal a considerar cuando se estudien las demandas de agua urbana y se realicen propuestas de planificación y gestión del consumo.



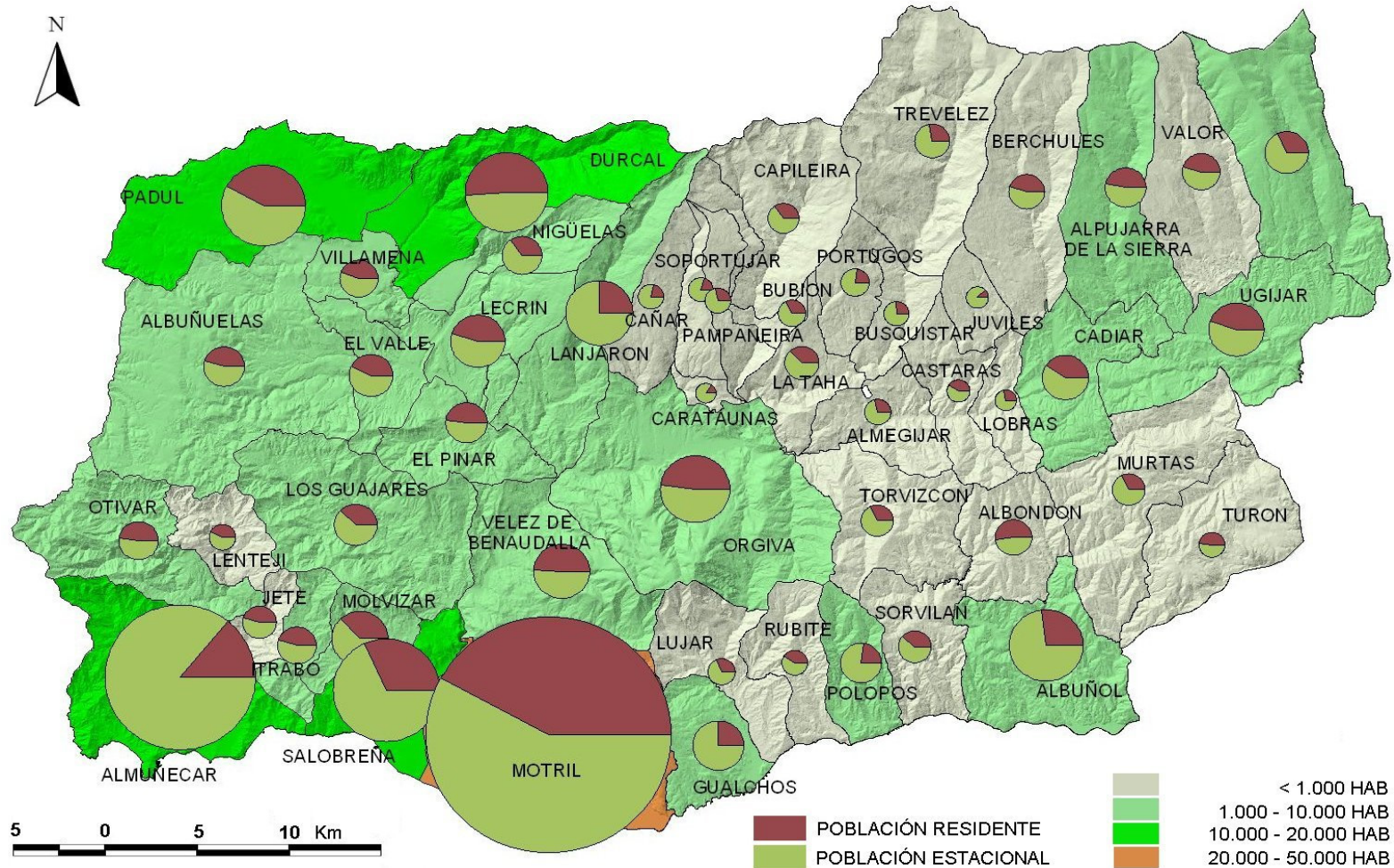


Figura 40. Distribución de la población residente y máxima de los núcleos de población

Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)

### 2.3.3 La dinámica poblacional

#### 2.3.3.1 Alpujarra

La unidad de la Alpujarra cuenta administrativamente con los siguientes municipios; Almegíjar, Almuñécar, Alpujarra de la Sierra, Bérchules, Bubión, Busquístar, Cadiar, Cañar, Capileira, Carataunas, Cástaras, Juviles, Lanjarón, Lobras, Orgiva, Pampaneira, Pórtugos, Soportújar, La Taha, Torvizcón, Trevelez, Ugíjar, y Valor.

Respecto a su dinámica poblacional, se trata de una zona con pequeños núcleos de población que se han dedicado tradicionalmente a la agricultura y a la cura de jamones (Instituto Andaluz de Estadística, 2002). Se trata de la unidad más extensa de la región de estudio (1012.71 km<sup>2</sup>), y sin embargo la menos poblada, variando su densidad entre los 22.14 hab/Km<sup>2</sup> según el censo, y los 42.57 hab/Km<sup>2</sup> en los momentos de máxima afluencia (Fig. 43).

Puede observarse cómo los núcleos de población así como las infraestructuras viarias importantes se distribuyen principalmente en el valle del río Guadalfeo, configurando una red lineal situada sobre las laderas derecha e izquierda del río Guadalfeo (Fig. 45). La sucesión de crestas y valles perpendicularmente al río Guadalfeo dificulta la relación entre los núcleos de los distintos valles, y las potencia con los núcleos situados en el eje formado por el río.

La variabilidad estacional de la población se sitúa entre el 200 y el 300 por cien, es decir, los municipios multiplican por 2 y por 3 su población en época estival. Pese a ser valores muy altos, este hecho aún no supone un problema importante para la disponibilidad de agua, pues gracias al tamaño relativamente pequeño de estos municipios, así como a la existencia de aguas subterráneas sobre todo, hasta ahora se ha podido asegurar el abastecimiento durante los momentos de máximo consumo (INTECSA 2001).

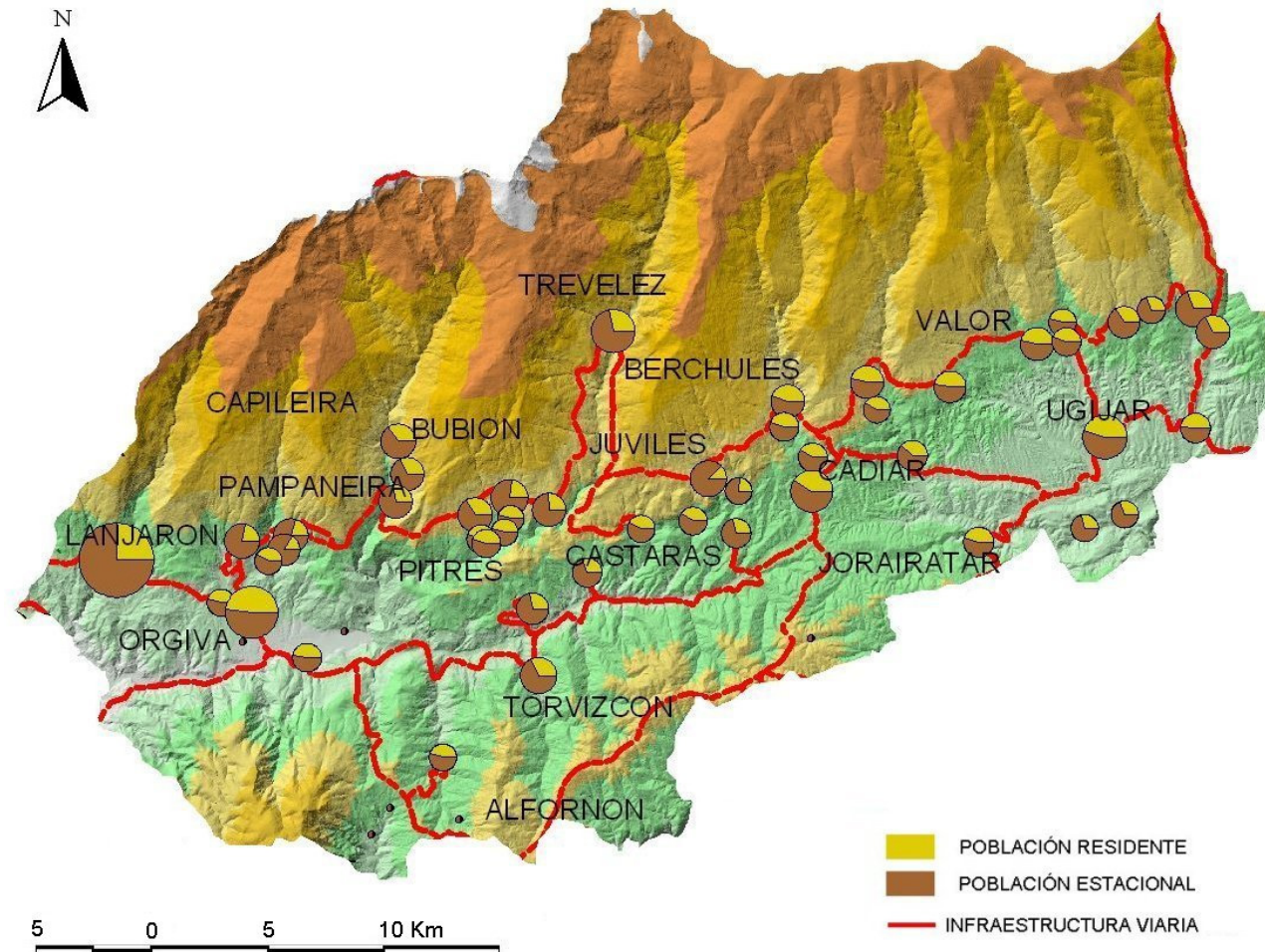


Figura 41. Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Alpujarra

Fuente. *Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)*



Esta gran variación de densidad, se debe fundamentalmente a que en los últimos 20 años, la belleza de los parajes y la tranquilidad de estos pueblos (Fig. 46), ha originado un doble fenómeno migratorio. Por un lado, el desarrollo del turismo rural ha sido muy importante (turismo nacional y regional fundamentalmente), produciéndose un aumento de población considerable en los períodos vacacionales llegando a duplicar a la población estable. Por otro lado, la vida sosegada de la montaña ha atraído al capital extranjero, por lo que multitud de trabajadores jubilados de países como Alemania o Gran Bretaña han adquirido una residencia para retirarse en la Alpujarra.

Este hecho ha supuesto un incremento de la población estable en muchos de los municipios de la Alpujarra, con una clara tendencia al crecimiento (Instituto Andaluz de Estadística, 2002). Así, la actividad económica principal de la zona está fundamentalmente asociada al turismo, ya sea el estacional o el ‘permanente’, con un auge importante del comercio de productos tradicionales y ‘ecológicos’ que están confiriendo a la zona un sello de identidad muy rentable, y que como ya se ha comentado, supone la principal actividad agrícola de la zona.



**Figura 42.** Vista aérea de Bubión, Alpujarra

Fuente. *Pueblos de España*, <http://www.pueblos-espana.org>

### ***2.3.3.2 Lecrín***

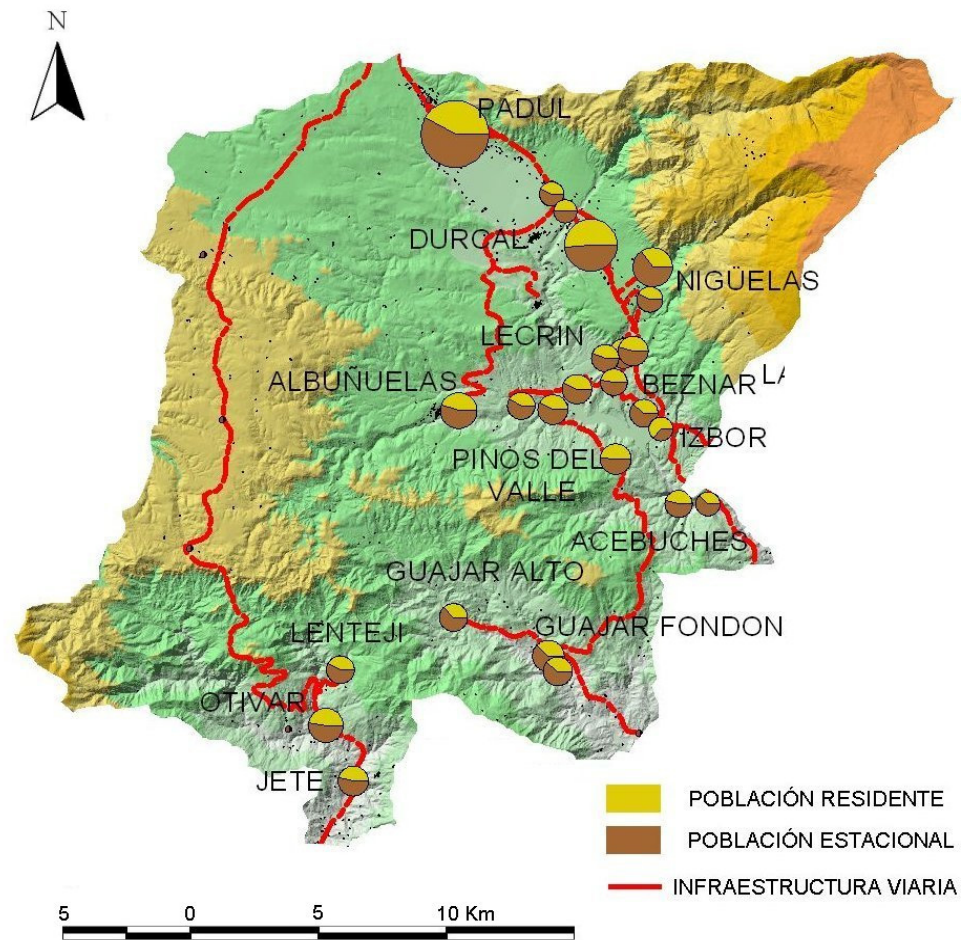
Respecto de la unidad del Valle de Lecrín, ésta cuenta administrativamente con los siguientes municipios; Albuñuelas, Dúrcal, Los Guájares, Jete, Lecrín, Lentejé, Nigüelas, Otívar, Padul, El Pinar, El Valle y Villamena. Su superficie, es de 645.44 km<sup>2</sup> y su densidad varía entre los 37.59 y los 47.16 hab/ km<sup>2</sup> .

Los municipios al igual que las infraestructuras, se asientan principalmente a lo largo del valle del mismo nombre (Fig. 47 y 48). La variabilidad poblacional es la menor de las cuatro unidades consideradas en el estudio (Fig. 43), debido principalmente a la influencia económica que la capital de la provincia, la ciudad de Granada, ejerce sobre estos municipios. Esto hace que abunden las actividades económicas relacionadas con los servicios a la ciudad, y por tanto, que tengan un carácter más estable y una mayor población a lo largo de todo el año. Aún así, los valores cercanos al 50% son considerables, y deberán ser tenidos en cuenta a la hora de planificar los consumos de agua.



**Figura 43. Vista general del Valle de Lecrín**

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 44. Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad del valle de Lecrín**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)*

### ***2.3.3.3 Costa tropical***

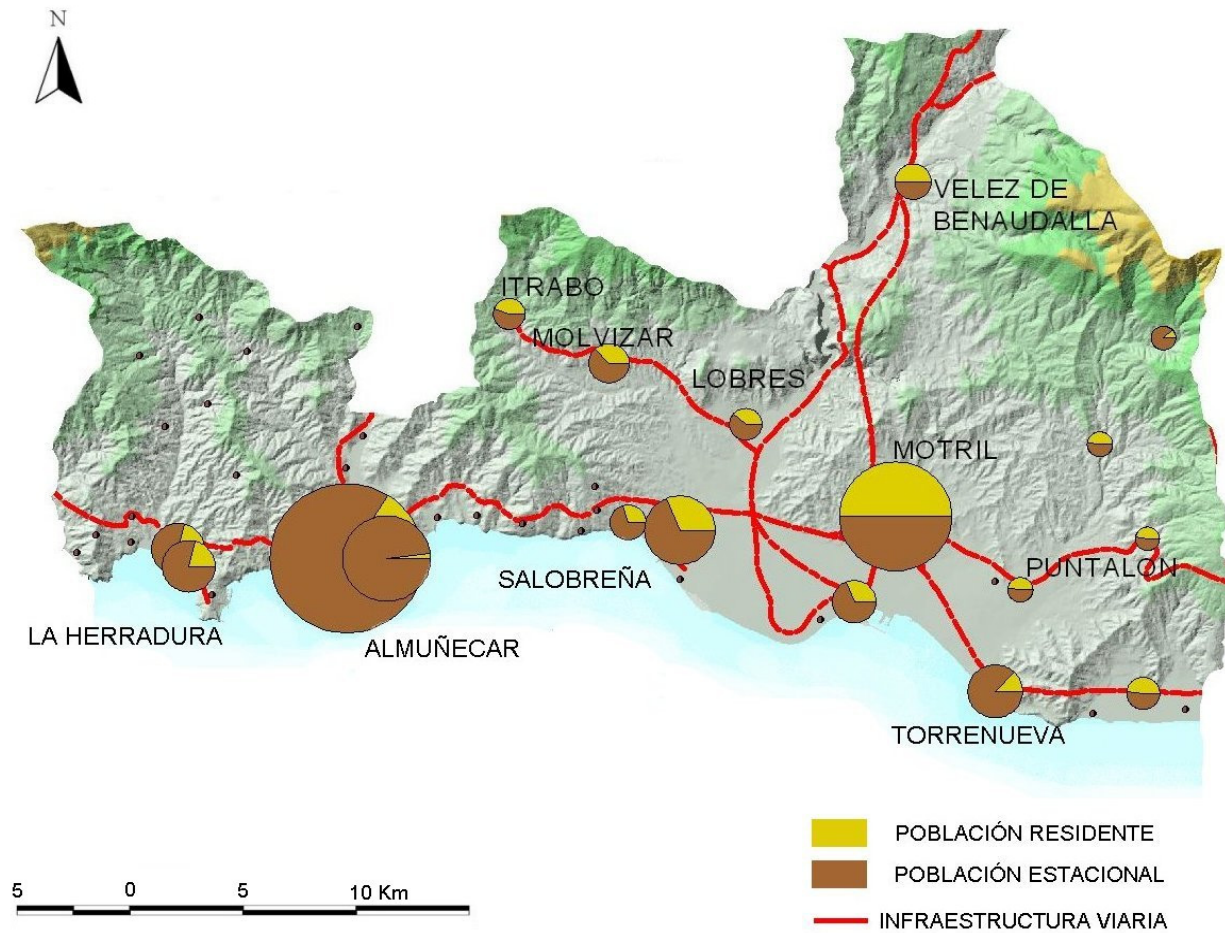
La unidad de la Costa Tropical cuenta administrativamente con los siguientes municipios; Almuñécar, Itrabo, Molvízar, Motril, Salobreña y Vélez de Benaudalla. Su superficie es de 346.56 km<sup>2</sup> y su densidad varía entre los 248.19 y los 647.61 hab/km<sup>2</sup>, la mayor variabilidad de toda la región de estudio con gran diferencia.

Los núcleos de población así como las infraestructuras se distribuyen principalmente a lo largo del valle del río verde (Almuñécar), en el Delta del Guadalfeo, y en la estrecha franja de litoral (Fig. 49), y su actividad económica se centra en el sector turístico y en la agricultura. La alta rentabilidad de estas dos actividades está provocando un elevado crecimiento de población, que se prevé continúe en los próximos años (INTECSA-INARSA, 2003).

Respecto a la dinámica poblacional, los municipios costeros de Motril, Salobreña y Almuñécar, presentan una tendencia de crecimiento muy elevada debido a la proximidad al litoral, así como su situación privilegiada en el Mediterráneo (Instituto Andaluz de Estadística, 2002). Muestra de ello son los nuevos Planes Generales de Ordenación Urbana de la zona, como el del municipio de Almuñécar (aún por aprobar), que prevé la construcción de un número de viviendas superior al existente actualmente (Fig. 50) (Ayuntamiento de Almuñécar (2006). Del mismo modo ha ocurrido con los Planes de Generales de sus vecinas Salobreña (Fig. 51) y Motril (Fig. 52).

Los porcentajes de variabilidad poblacional de algunos núcleos de esta zona son los mayores de todo el territorio de estudio, alcanzando valores por encima del 300% en Almuñécar, la Herradura y Torrenueva (Motril). Este alto porcentaje unido al hecho de que aquí se sitúan los núcleos de mayor tamaño, muestran claramente que ésta será la unidad con mayores problemas en cuanto a planificación y gestión del agua, y por tanto, donde habrá que hacer mayor esfuerzo por proponer un modelo de crecimiento y consumo de agua sostenible.





**Figura 45. Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Costa Tropical**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)*



**Figura 46. Vista de Almuñécar**

*Fuente. Elaboración propia*

Por otro lado, esta tendencia de crecimiento desmesurado de los municipios costeros contrasta con la progresiva disminución de población de los núcleos del interior, al igual que sucede en la unidad vecina de La Contraviesa. En los últimos años se ha observado un leve aumento de población debido al desarrollo del turismo rural, así como al cambio de residencia de algunos habitantes hacia las zonas del interior donde existe una mayor calidad ambiental, y que sin embargo siguen manteniendo su lugar de trabajo en las aglomeraciones urbanas (INTECSA-INARSA, 2003).



**Figura 47. Vista de Salobreña**

*Fuente. Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>*



**Figura 48. Vista de Torrenueva**

*Fuente.* Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>

Así mismo, los espacios llanos son pocos a lo largo del litoral, por lo que la presión antrópica sobre estos lugares aumenta, creándose paisajes lineales a lo largo de la franja litoral (Fig. 53), que producen importantes desequilibrios entre la costa excesivamente poblada y el interior casi deshabitado, tal y como ocurre el litoral del Levante.



**Figura 49. Vista de Calahonda**

*Fuente.* Pueblos de España, <http://www.pueblos-espana.org>



#### ***2.3.3.4 Contraviesa***

La unidad de la Contraviesa cuenta administrativamente con los siguientes municipios; Albondón, Albuñol, Gualchos, Lújar, Murtas, Polopos, Rubite, Sorvilán, Turón y su superficie, es de 382.11 km<sup>2</sup>.

Respecto de la población, se ha producido históricamente un despoblamiento de los núcleos del interior, mientras que en el litoral la población ha crecido merced a la importancia de los invernaderos que constituyen la principal actividad económica de la unidad, junto al creciente desarrollo turístico (Matarán Ruiz, 2005).

Los núcleos de población así como las infraestructuras que los unen se distribuyen a lo largo de la estrecha franja litoral y sobre todo, de las ramblas de Gualchos y Albuñol (Fig. 54). La variabilidad poblacional de los municipios es en los núcleos más próximos a la franja costera del 300 %, porcentaje que disminuye a medida que los núcleos se alejan de la costa, como consecuencia del menor atractivo turístico.

La población está creciendo en los últimos años considerablemente como consecuencia de la alta rentabilidad de los cultivos bajo plástico, hecho que está atrayendo mucha mano de obra inmigrante. Así, la población estacional está formada tanto por los turistas que todos los años llegan a estas costas, como por los trabajadores temporales de los invernaderos.

.



**Figura 50. Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos de la Diputación de Granada (2002)*

### 3. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La caracterización y el análisis realizado de la región de estudio, ha puesto de manifiesto la importancia del agua como elemento vertebrador de los procesos territoriales, así como la necesidad de llevar a cabo una gestión del agua más cercana a la planificación. El paisaje y las actividades humanas se han encontrado y se encuentran fuertemente condicionados por la disponibilidad de este recurso.

La agricultura ha sido históricamente la principal actividad económica del lugar, en una lucha constante por controlar y sacar provecho del agua. Han destacado los cultivos subtropicales y los regadíos tradicionales como la caña de azúcar, únicos en Europa y base para la economía de la región durante siglos. En los últimos años sin embargo, se están produciendo importantes transformaciones muy similares a las de otras regiones mediterráneas que amenazan en cierta medida la identidad sociocultural y la calidad ambiental de la región. Estos procesos de cambio consisten principalmente en la progresiva desaparición de los cultivos de escasa rentabilidad - como la caña de azúcar-, y su sustitución por la agricultura intensiva -el invernadero- o el uso turístico, los cuales han experimentado un extraordinario crecimiento en los últimos años gracias a su elevada productividad.

Los invernaderos, provenientes del poniente almeriense, han supuesto una ‘revolución’ agrícola en la región, por lo que se han extendido rápidamente y de forma incontrolada en la franja litoral Este, ‘trepando’ por las escarpadas laderas y generando un alto impacto paisajístico y graves problemas de erosión. Así mismo, están provocando serios problemas ambientales, causados por los residuos plásticos de las construcciones, y sobre todo, por la sobre-explotación de los acuíferos costeros, algunos de los cuales se encuentran afectados por fenómenos de contaminación difusa y salinización.

Respecto del uso turístico, desde los años 70 se ha producido un importante crecimiento -gracias al sol y a las buenas temperaturas propias de este clima-, que ha influido de forma substancial en el desarrollo económico de la zona, convirtiéndose en el principal competidor de la agricultura por el uso del agua y el suelo. Las previsiones demográficas mantienen estos niveles de crecimiento, previéndose situaciones de insuficiencia en el abastecimiento, sobre todo en los meses de verano, así como graves problemas ambientales derivados de esta masiva ocupación.

Por tanto, en la región del Guadalfeo existen hoy en día dos modelos territoriales muy diferentes que luchan por imponerse, representados por la expansión desorbitada de la urbanización turística de la Costa de Sol en el Oeste, y por la saturación de invernaderos del Poniente Almeriense en el Este. El potencial de desarrollo de ambos modelos, basados en un uso intensivo del agua y el suelo, hace prever conflictos sociales muy importantes, lo cual pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo una *Planificación Territorial del Agua*, que asegure un modelo de desarrollo sostenible.

**CAPÍTULO 4. LAS REDES DEL AGUA Y SU REPERCUSIÓN EN EL DESARROLLO TERRITORIAL**

<b>1</b>	<b>EL INCREMENTO DE LA OFERTA COMO FACTOR CLAVE DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>4.6</b>
<b>2</b>	<b>EL DESEQUILIBRIO ESPACIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y SUS CONSECUENCIAS INFRAESTRUCTURALES.....</b>	<b>4.9</b>
<b>3</b>	<b>EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y SU INCIDENCIA TERRITORIAL.....</b>	<b>4.15</b>
3.1	SISTEMA III1, VALLE DEL RÍO VERDE.....	4.15
3.2	SISTEMA III2, ALPUJARRA, LECRÍN Y BAJO GUADALFEO.....	4.21
3.2.1	BAJO GUADALFEO.....	4.24
3.2.2	ALPUJARRA.....	4.31
3.2.3	VALLE DE LECRÍN.....	4.34
3.3	SISTEMA III3, LA CONTRAVIESA.....	4.37
<b>4</b>	<b>LA GESTIÓN DE LA OFERTA DE AGUA.....</b>	<b>4.44</b>
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DE UMBRALES. LAS REDES DEL AGUA, POTENCIADORAS Y LIMITANTES DEL DESARROLLO.....</b>	<b>4.48</b>
5.1	RED DE ACEQUIAS.....	4.50
5.2	EL CRECIMIENTO URBANO Y LAS REDES DE ABASTECIMIENTO.....	4.57
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....</b>	<b>4.60</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Modelo de planificación hidrológica basado en el incremento de oferta .....	4.6
<b>Fig. 2.</b> Recursos hídricos disponibles en las principales cuencas hidrográficas andaluzas .....	4.7
<b>Fig. 3.</b> Déficit hídrico en las principales cuencas hidrográficas andaluzas .....	4.8
<b>Fig. 4.</b> Comparativa de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalfeo y las comarcas litorales vecinas .....	4.9
<b>Fig. 5.</b> Distribución de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalfeo en la situación actual (2002) y en la previsión del 2010 .....	4.10
<b>Fig. 6.</b> Definición de sistemas hídricos y correspondencia con las unidades territoriales .....	4.12
<b>Fig. 7.</b> Distribución de los recursos hídricos disponibles por sistemas hídricos en la situación actual (2002) .....	4.13
<b>Fig. 8.</b> Distribución prevista de los recursos hídricos disponibles en el año 2010 .....	4.14
<b>Fig. 9.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III1....	4.16
<b>Fig. 10.</b> Red de abastecimiento y Recursos hídricos en el Valle del Río Verde.	4.18
<b>Fig. 11.</b> Cultivos de regadío en el Valle del Río Verde .....	4.20
<b>Fig. 12.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2 ...	4.21
<b>Fig. 13.</b> Previsión de la distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2 en el año 2010 .....	4.23
<b>Fig. 14.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo .....	4.25
<b>Fig. 15.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en el bajo Guadalfeo .....	4.28
<b>Fig. 16.</b> Detalle de la Red de acequias y áreas de regadío en el bajo Guadalfeo .....	4.29
<b>Fig. 17.</b> Esquema de la Red de acequias en el bajo Guadalfeo .....	4.30

<b>Fig. 18.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra .....	4.32
<b>Fig. 19.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en la Alpujarra .....	4.33
<b>Fig. 20.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra .....	4.35
<b>Fig. 21.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en el Valle de Lecrín .....	4.36
<b>Fig. 22.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en la Contraviesa...	4.38
<b>Fig. 23.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Contraviesa .....	4.41
<b>Fig. 24.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa .....	4.42
<b>Fig. 25.</b> Detalle de la Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa	4.43
<b>Fig. 26.</b> Esquema de la red de abastecimiento en la región del Guadalfeo .....	4.45
<b>Fig. 27.</b> Esquema de la red de acequias en la región del Guadalfeo .....	4.47
<b>Fig. 28.</b> Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de regadío .....	4.51
<b>Fig. 29.</b> Superficie agrícola regada bajo la cota 50 .....	4.52
<b>Fig. 30.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 50 y 100 .....	4.53
<b>Fig. 31.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 100 y 200 .....	4.54
<b>Fig. 32.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 200 y 300 .....	4.55
<b>Fig. 33.</b> Superficie agrícola regada por encima de la cota 300 .....	4.56
<b>Fig. 34.</b> Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de abastecimiento .....	4.58
<b>Fig. 35.</b> Localización espacial y temporal de las infraestructuras de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo .....	4.59



## INDICE DE TABLAS

**Tabla 1.** Volúmenes transferidos a la Contraviesa desde del río Trevélez en 2002 ..... 4.39

**Tabla 1.** Evolución de la población servida por la infraestructura hidráulica del Bajo Guadalfeo ..... 4.58

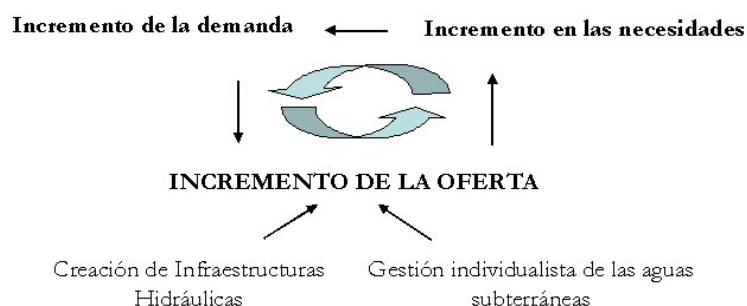
## RESUMEN DEL CAPÍTULO

La relación entre el agua y el territorio ha sido favorecida a lo largo de la historia por la construcción de redes que han permitido llevar agua hasta los lugares donde el hombre la ha requerido. Desde los primeros canales agrícolas hasta nuestros días, las redes del agua han transformado el territorio, favoreciendo la creación y el desarrollo de los asentamientos humanos, pero también alterando las dinámicas naturales. En la actualidad, la complejidad que han alcanzado estas redes y los efectos que están teniendo sobre el territorio, hace necesaria una mejor estrategia de coordinación entre la planificación territorial e hidrológica, que ayude a generar escenarios sostenibles. En este capítulo se analiza en la región del Guadalfeo, cómo la existencia de estas redes ha condicionado y condiciona tanto el crecimiento urbano como el agrícola, suponiendo el principal elemento potenciador y al mismo tiempo limitante del crecimiento. Este análisis ha servido para sentar las bases de una estrategia de gestión de la oferta de agua, que ayude en la determinación de escenarios de desarrollo acordes con la realidad hídrica del territorio.

## 1 EL INCREMENTO DE LA OFERTA, FACTOR CLAVE DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Tal y como se ha comentado en el capítulo 1, una de las características más importantes de las regiones mediterráneas, y por tanto de la región de estudio, es la variabilidad pluviométrica, lo que ha obligado desde siempre a realizar una planificación hidrológica basada en la **gestión de fenómenos extremos** (sequías e inundaciones), y por tanto, a construir multitud de infraestructuras hidráulicas para almacenar, retener y controlar el agua. La existencia además de grandes pendientes que generan altas velocidades en la escorrentía del agua, no permite el ‘almacenamiento natural de agua’ y por tanto la utilización de los recursos hídricos no regulados, lo cual aumenta la dificultad para aprovechar dicha agua.

Estas características han fortalecido el Modelo tradicional de gestión presente en España hasta mediados de los ochenta (Arrojo Agudo, 1998), basado en el incremento de la oferta como mecanismo para satisfacer el aumento de la demanda, lo que ha generado un continuo aumento en las necesidades existentes -a veces ficticio-, y en consecuencia, de infraestructuras hidráulicas (Fig. 1). De esta forma se ha creado un círculo de insostenibilidad que está alcanzando su límite en la mayoría de los países, debido al agotamiento de los recursos existentes por un lado, y al deterioro ambiental de los mismos por otro (Moral Ituarte, 2000).

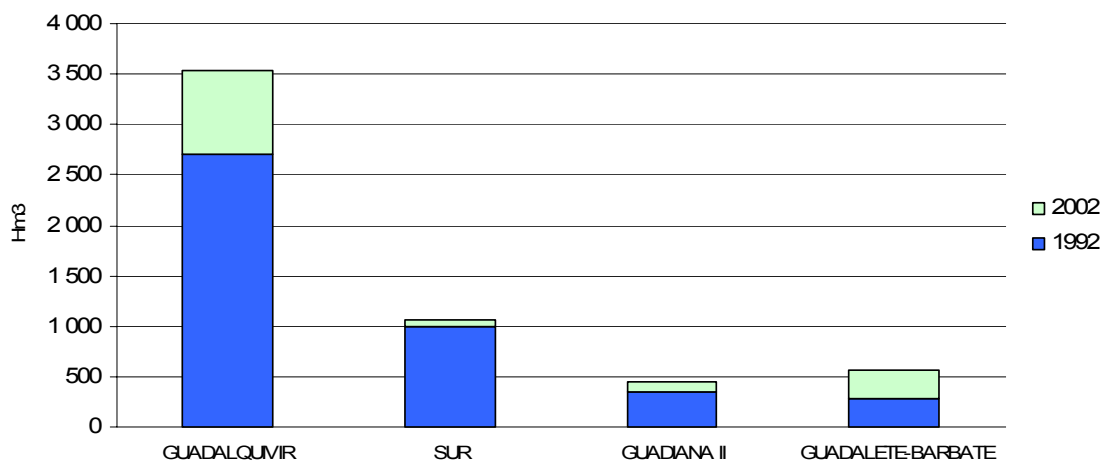


**Figura 1. Modelo de planificación hidrológica basado en el incremento de oferta**

*Fuente. Elaboración propia*

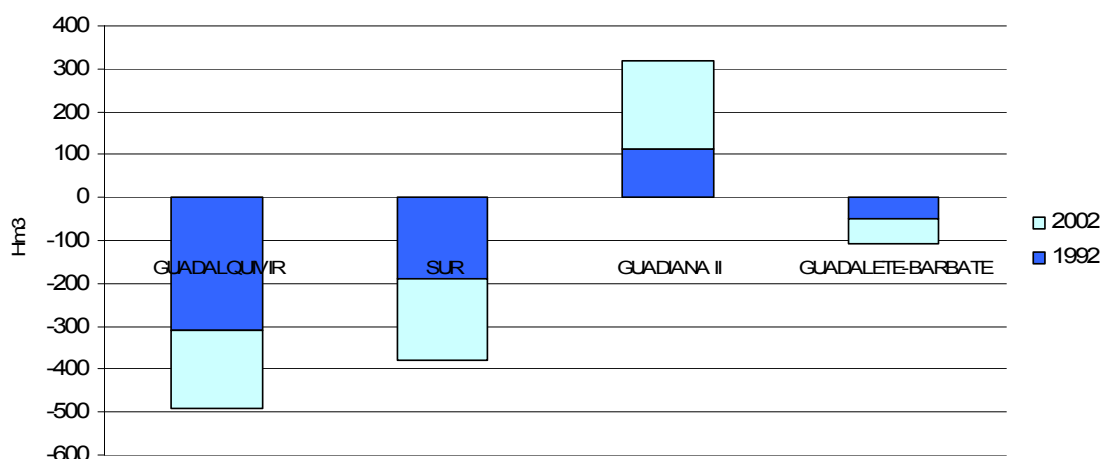
Este es el caso de Andalucía, donde se ha producido un aumento importante de los recursos hídricos disponibles en los últimos años mediante la construcción de presas, y aún así no se logrado disminuir el déficit hídrico, si no que por el contrario ha aumentado.

En las figuras siguientes puede verse cómo en el período 1992-2002 los recursos hídricos disponibles en las cuatro principales cuencas hidrográficas de Andalucía han aumentado de forma considerable (Fig. 2), y sin embargo en todas, -a excepción de la cuenca del Guadiana II-, se ha producido un aumento del déficit, es decir, las demandas siguen siendo superiores a los recursos disponibles (Fig. 3).



**Figura 2. Recursos hídricos disponibles en las principales cuencas hidrográficas andaluzas**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Consejería de Medio Ambiente, 2003.*



**Figura 3. Déficit hídrico en las principales cuencas hidrográficas andaluzas**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Consejería de Medio Ambiente, 2003*

Este es el caso de la Región del Guadalfeo, donde la rentabilidad de la agricultura y del sector turístico han originado una exigencia social de agua y por tanto de aprovechamientos hidráulicos, que se ha puesto de manifiesto en la construcción de dos grandes presas, Béznar y Rules, además de multitud de captaciones subterráneas y conducciones. Además, la bipolaridad existente en cuanto a recursos entre la parte alta y baja de la cuenca ha generado la necesidad de transportar el agua de un sitio a otro, y por tanto a crear una ‘red artificial de agua’ que palie de alguna forma este desequilibrio espacial.

La continua y creciente explotación de los recursos ha provocado una situación de ‘escasez’ asociada al abusivo incremento de la demanda, que supone uno de los principales problemas ambientales en la zona hoy en día (Matarán Ruiz, 2005).

Por todo ello, es imprescindible conocer la disponibilidad de recursos hídricos existentes y las infraestructuras para su aprovechamiento, así como su impacto en el crecimiento de las actividades humanas, para poder de esa forma prever y corregir futuras transformaciones.

## 2 EL DESEQUILIBRIO ESPACIAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y SUS CONSECUENCIAS INFRAESTRUCTURALES

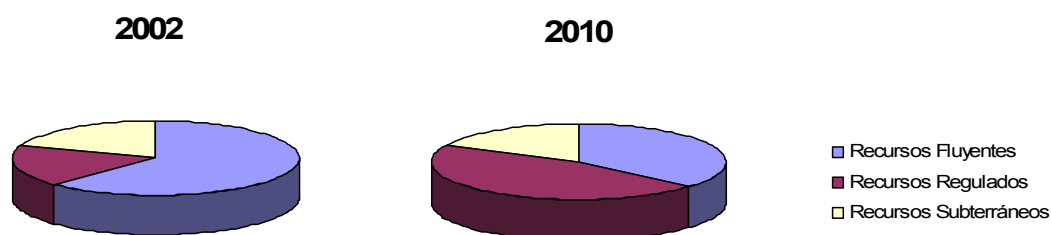
La región del Guadalfeo se caracteriza por dos aspectos fundamentales que han condicionado el desarrollo de las infraestructuras hidráulicas; la gran **disponibilidad de agua** y la **desigualdad espacial de los recursos**.

Respecto de la **disponibilidad**, los recursos totales existentes en la zona de estudio alcanzan los 228 Hm<sup>3</sup>/año (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001), cifra muy considerable si la comparamos con las dos regiones colindantes; el Este de Málaga y el Oeste de Almería (Fig. 4). Además, la distribución actual de estos recursos (Fig. 5, datos del año 2002) muestra que más del 50% del volumen de agua existente se encuentra sin regulación, lo cual ha propiciado sin duda la creación de una importante infraestructura de regulación como la presa de Rules. Esta presa, que se cree funcionará a pleno rendimiento en el año 2010 (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001), hará explotables más de la mitad de los recursos fluyentes actuales, con lo cual el 63% de los recursos hídricos totales estarán disponibles para su uso (superficiales regulados y subterráneos) (Fig. 5).



**Figura 4. Comparativa de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalfeo y las comarcas litorales vecinas**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Confederación Hidrográfica del Sur, 1998*



**Figura 5. Distribución de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalupe en la situación actual (2002) y en la previsión del 2010**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Confederación Hidrográfica del Sur, 1998*

Por otro lado, la gran disponibilidad de agua subterránea (el 20% de los recursos totales, Fig. 5), ha provocado que en los períodos de sequía se haya desarrollado una infraestructura de extracción muy importante. Prueba de ello fue la situación de vida en los años 1994 y 95, consecuencia de las escasísimas precipitaciones en ese periodo y del déficit pluviométrico acumulado en los años anteriores, lo cual motivó la realización de gran número de pozos en toda la región del Guadalupe para asegurar el abastecimiento urbano; el denominado “Plan Metasequía” (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001).

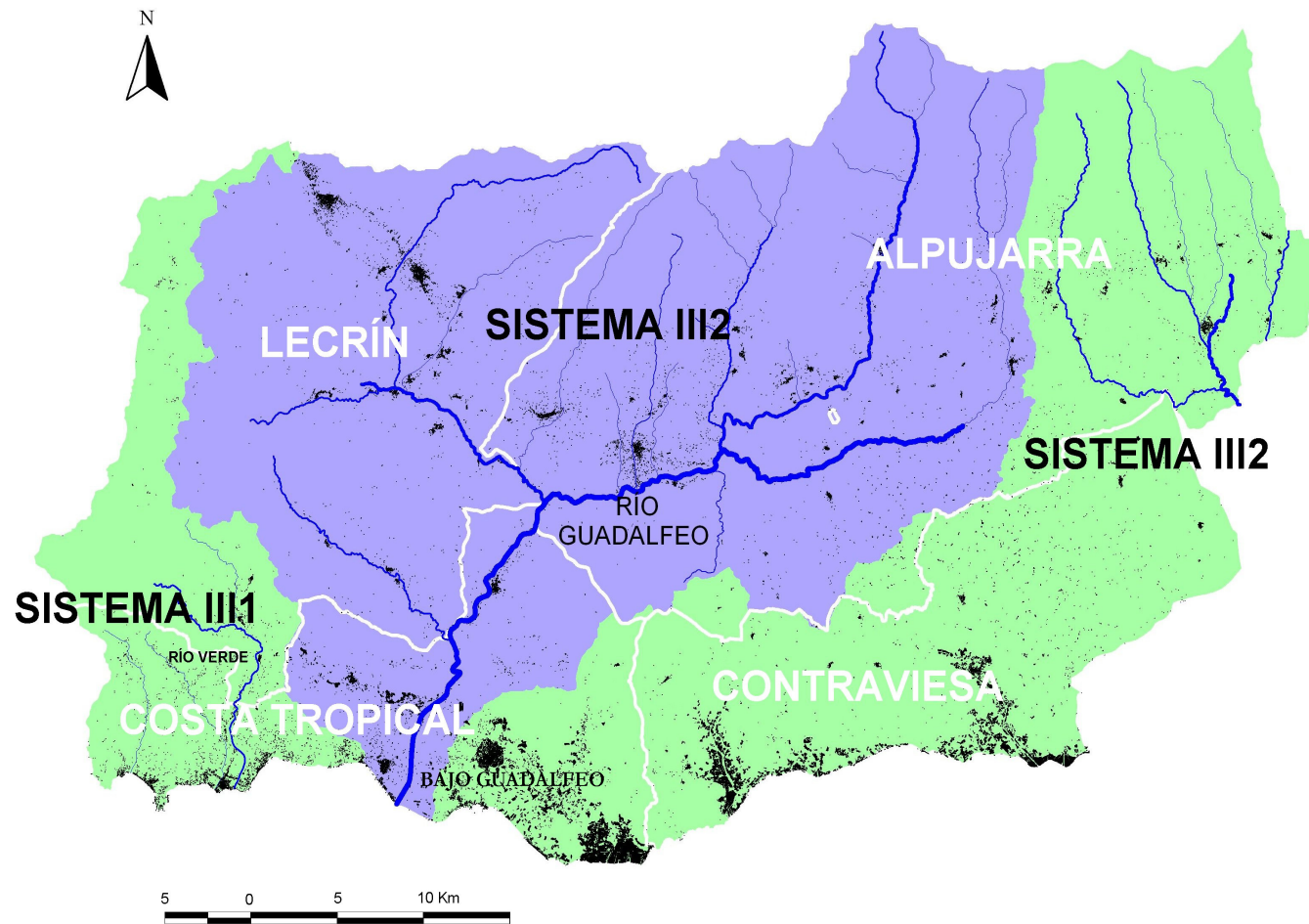
Estas captaciones, tuvieron un claro efecto positivo al dotar a numerosos núcleos de población de los medios necesarios para hacer frente a las sequías. Como consecuencia de ellas, la Costa Tropical por ejemplo cuenta hoy en día con las instalaciones necesarias para apoyar con recursos de emergencia las demandas habituales, instalaciones que en algunos casos han permanecido bajo el control de la Confederación Hidrográfica mientras que en otros han sido cedidas a los gestores de los sistemas de abastecimiento. Esta cesión ha provocado que gran parte de las captaciones que deberían haber conservado el carácter de reservas estratégicas para su aprovechamiento en periodos de escasez, son hoy en día explotadas como fuentes de suministro en circunstancias normales, cuando no manifiestamente sobreexplotadas en aras de incrementar los beneficios económicos. Esta situación incrementa la vulnerabilidad frente a futuras sequías, y perpetua las extracciones abusivas de agua



subterránea que están provocando descensos en el nivel freático en los últimos años (INTECSA, 2003). Esta situación, cuyas consecuencias pueden ser muy negativas a medio plazo, ha de ser corregida mediante la preservación de un sistema de reservas estratégicas que sean utilizadas sólo en periodos de sequía.

Respecto de la **desigualdad espacial de los recursos**, para poder realizar un análisis comparativo por zonas, es necesario establecer una correspondencia entre las unidades generadoras de recursos que responden a una subdivisión hidrológica del espacio, y las unidades territoriales definidas en este estudio. Los datos existentes sobre distribución de recursos hídricos responden a las unidades hidrológicas consideradas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998), por lo que se ha establecido la correspondencia de estas unidades con las territoriales definidas en este estudio (Fig. 6):

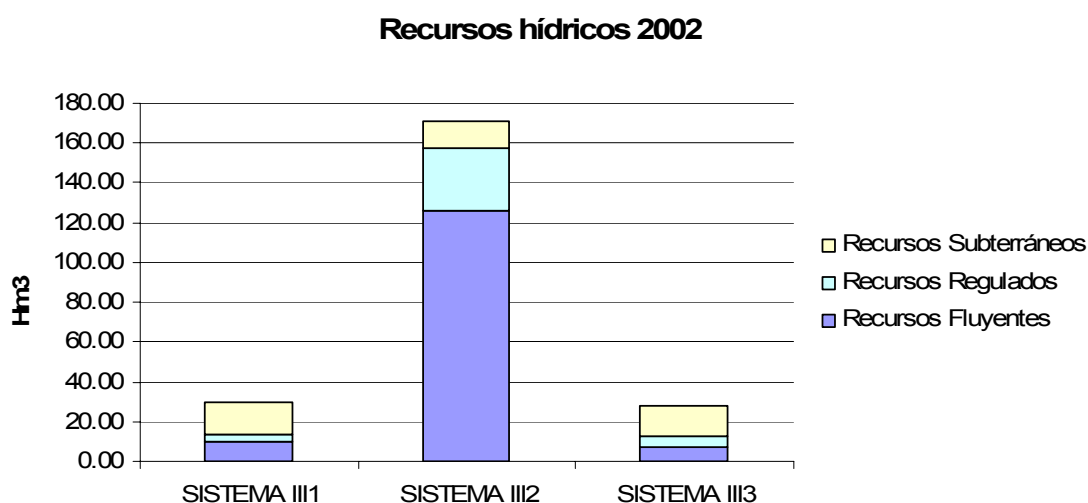
- **Sistema III-1.** Corresponde a las cuencas de los ríos Verde, Seco y Jate, es decir, la parte Occidental de la Unidad Costa Tropical, formada por los municipios de Almuñécar, Jete, Otívar y Lentejé. Así, este sistema corresponderá con lo que denominaremos sub-unidad **Valle del Río Verde**.
- **Sistema III-2.** Corresponde a la Cuenca hidrográfica del río Guadalfeo, formada por la Alpujarra y Lecrín, así como por la zona de desembocadura del río en la Costa Tropical. Así, este Sistema estará formado por las unidades **Alpujarra, Lecrín**, y la sub-unidad **Bajo Guadalfeo**.
- **Sistema III-3.** Corresponde a las pequeñas cuencas vertientes al mar de la zona de la Contraviesa, por lo que su equivalente será la **Contraviesa**.



**Figura 6.** Definición de sistemas hídricos y correspondencia con las unidades territoriales

*Fuente. Elaboración propia*

Si comparamos ahora sí, los recursos existentes por sistemas (Fig. 7) se puede observar una gran heterogeneidad a lo largo de la región de estudio, destacando una zona inminentemente productora sobre las demás; el Sistema III2 (Alpujarra y Lecrín fundamentalmente). Sin embargo, la mayor concentración de población se produce en los otros dos sistemas, lo cual los convierte en unidades fundamentalmente consumidoras (Costa Tropical y Contraviesa), aumentando más si cabe este desequilibrio, pues las zonas con menos recursos son las que más agua demandan. Esto ha originado la necesidad de trasvasar agua, de hecho como se verá más adelante, los Sistemas III1 y III3 reciben transferencias del Sistema III2 para poder satisfacer sus demandas.

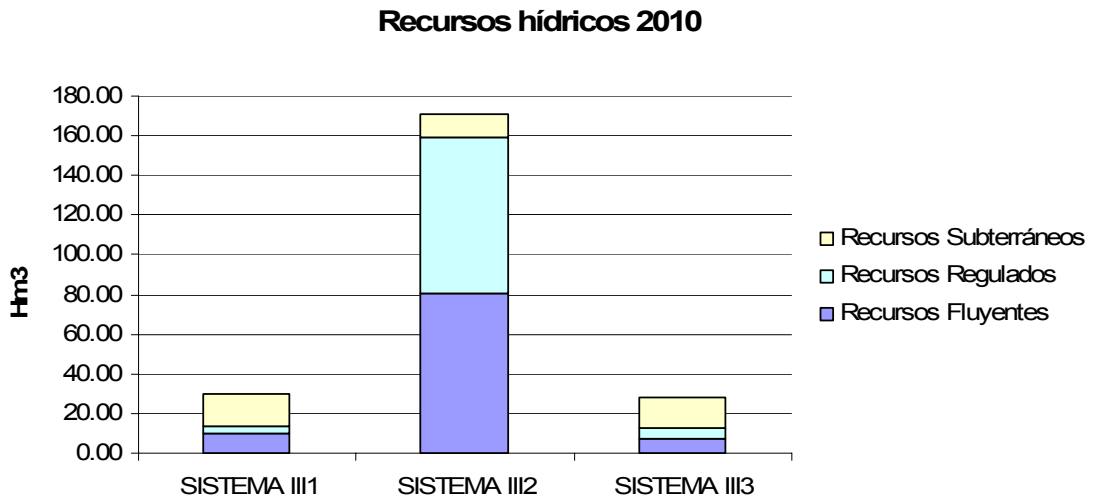


**Figura 7. Distribución de los recursos hídricos disponibles por sistemas hídricos en la situación actual (2002)**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Confederación Hidrográfica del Sur, 1998*

Como ya se ha dicho, aproximadamente en el año 2010 la presa de Rules funcionará a pleno rendimiento, incrementando de forma muy importante los recursos hídricos regulados y por tanto los disponibles (Fig. 8). Esto ha originado una gran expectativa por aumentar los volúmenes de transferencia hacia las dos unidades consumidoras y posibilitar así un mayor crecimiento.

Estas grandes diferencias en cuanto a potencialidades del medio físico -recursos disponibles- son el factor determinante de la problemática territorial de la región, pues el agua se sitúa como un factor limitante al desarrollo.



**Figura 8. Distribución prevista de los recursos hídricos disponibles en el año 2010**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Confederación Hidrográfica del Sur, 1998*

### 3 EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y SU INCIDENCIA TERRITORIAL

Como ya se ha visto en los apartados anteriores, las grandes desigualdades en cuanto a disponibilidad y necesidad de agua han generado un gran desarrollo de las infraestructuras hidráulicas en la zona de estudio. La situación espacial y temporal de estas infraestructuras ha condicionado de forma muy importante el crecimiento de las actividades humanas, sobre todo de la agricultura.

En este apartado se realizará un análisis pormenorizado de esta situación infraestructural, que ayude a comprender cuál ha sido la incidencia territorial de las redes del agua y a proponer así una mejor gestión de ellas.

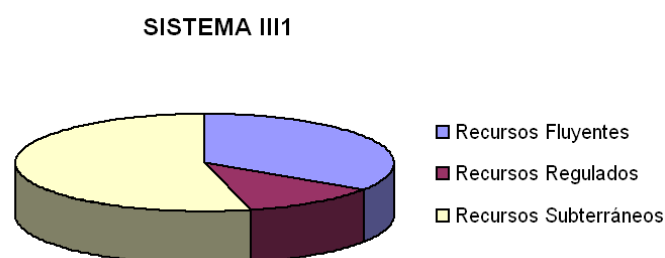
#### 3.1 SISTEMA III1, VALLE DEL RÍO VERDE

En el valle del Río Verde, correspondiente al Sistema III1, la mayor parte de los **recursos hídricos** proceden de los acuíferos carbonatados de la cabecera de los ríos Verde, Jate y Seco, en la Sierra de Almirajara (Fig. 9 y 10), ya que la escorrentía superficial de dichos ríos no se encuentra regulada.

El sistema hídrico de esta unidad aporta una cantidad de recursos muy considerable -unos 30 Hm<sup>3</sup>- (Fig. 7), sin embargo, la elevada demanda de agua agrícola debido a la existencia de cultivos altamente consumidores (subtropicales), y urbana debido al crecimiento constante del sector turístico, provoca que estos recursos sean inferiores a los consumos, además de mantener siempre seco el cauce del río (Benavente Herrera, 1984).

Esta situación de insuficiencia llevó a la Confederación Hidrográfica del Sur a plantear como necesaria la construcción de una presa en el municipio de Otívar en

la cuenca del río Verde en el Plan Hidrológico de Cuenca de 1998 (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998). La baja capacidad de dicho embalse, unos 12 Hm<sup>3</sup> (INTECSA-INARSA, 2003), la gran polémica asociada a este proyecto desde sus inicios debido a su fuerte impacto ambiental, y el alto costo que conllevaría su construcción (Frontana González, 2002), ha provocado el abandono, al menos temporal, de esta idea.



**Figura 9. Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III1**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Confederación Hidrográfica del Sur, 2003*

La ausencia de obras de regulación, obliga a obtener la mayor parte de los recursos hídricos mediante una gran cantidad de pozos de propiedad particular, apenas controlados, que mantienen niveles de extracción por encima de los de recarga, suponiendo un importante riesgo de salinización y sobreexplotación para los acuíferos litorales de los ríos Verde y Jate (García-Aróstegui et al, 2001a).

Además de estos pozos privados, existen otros, controlados por la Confederación Hidrográfica del Sur, que extraen agua para **abastecimiento** y que se sitúan a lo largo del río Verde (Fig. 10), bajo el cual se encuentran las estribaciones del acuífero de la Almijara, uno de los más importantes de la región (García-Aróstegui et al, 2001b).

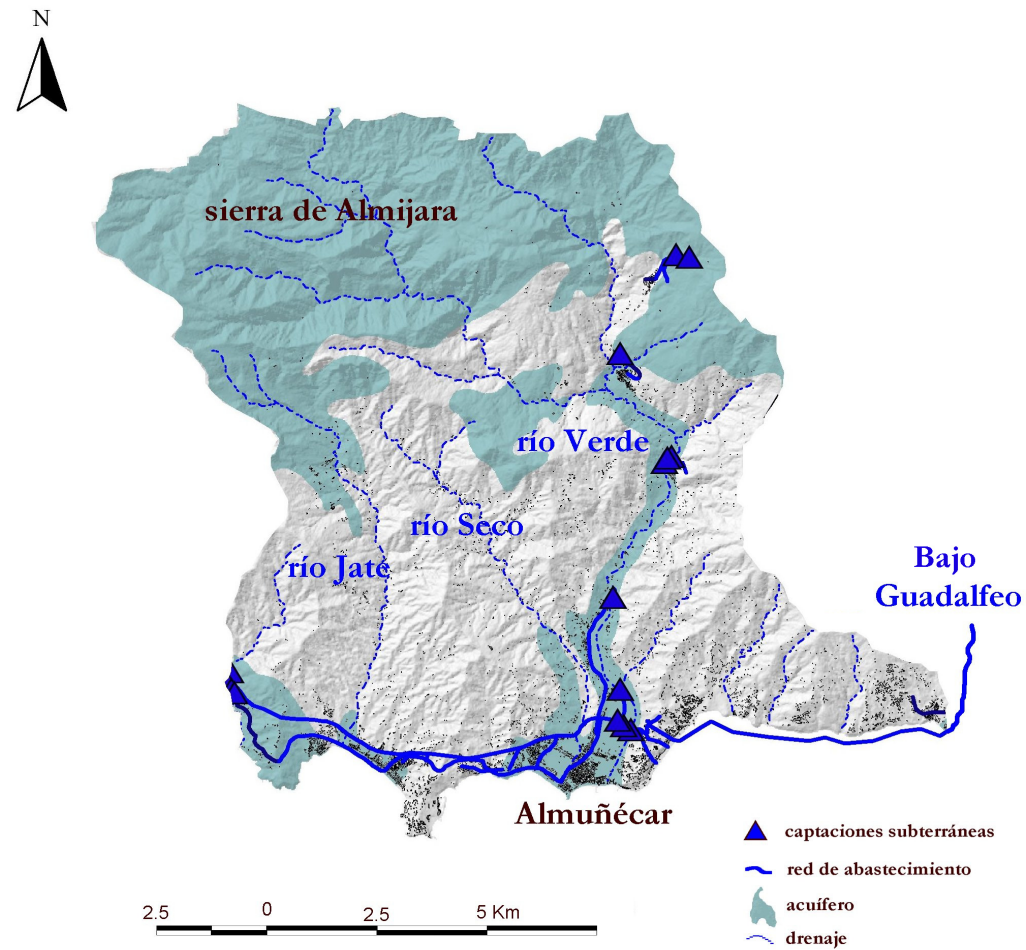
Con la sequía de mediados de los años 90, los volúmenes de agua extraídos tanto de los pozos controlados como de los incontrolados, hicieron más patente el riesgo de salinización en la zona. Esto originó en 1995 la necesidad de importar agua de la

vecina unidad excedentaria en agua, el Bajo Guadalfeo, mediante la construcción de un microtrasvase que suministrara agua para el consumo urbano aliviando la presión sobre estas extracciones subterráneas.

Esta conducción, que consistió en una tubería subterránea procedente del río Guadalfeo, aún hoy sigue funcionando y abasteciendo a toda la costa litoral (Fig. 10). Durante un tiempo este aporte externo de agua alivió las extracciones subterráneas, sin embargo, el continuo crecimiento del número de hectáreas regadas en el sistema ha compensado la disminución de captaciones, por lo que se sigue manteniendo hoy en día una situación de sobreexplotación en el acuífero. A pesar de ello, parece que los procesos de intrusión salina han perdido cierta intensidad al desplazarse los pozos de mayor bombeo hacia el interior del corredor del Río Verde (INTECSA-INARSA, 2003).

En la actualidad el abastecimiento de Almuñécar se realiza con los recursos del bajo del Guadalfeo en los meses de verano, y los propios subterráneos invierno (Fig. 10).





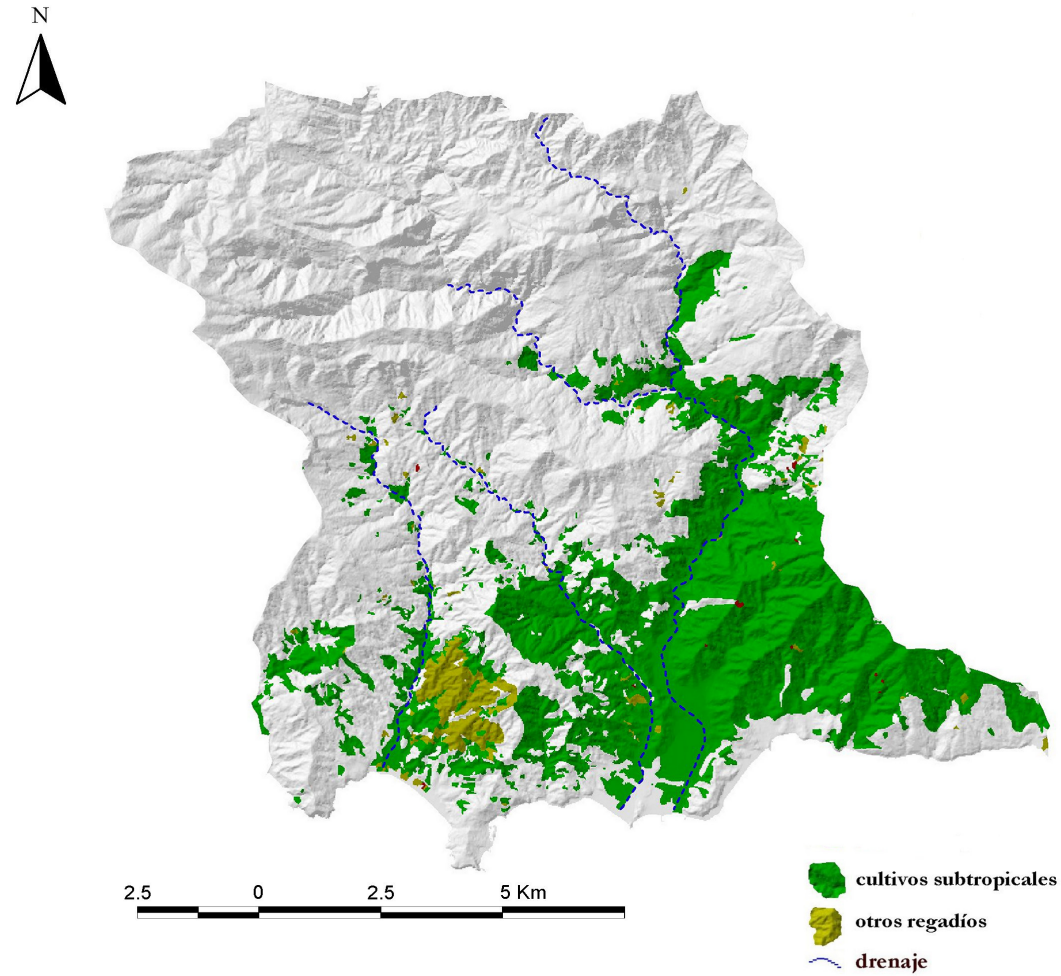
**Figura 10. Red de abastecimiento y Recursos hídricos en el Valle del Río Verde**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA, 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

Respecto a la **red agrícola**, consiste en una estructura de canales o acequias que se sitúan paralelos a los cauces de los ríos Verde, Jate y Seco, llegando incluso hasta la cota 200 (Frontana González, 2002). A lo largo de los canales existe una gran proliferación de depósitos y sistemas de suministro individuales que bombean las aguas desde el acuífero aluvial y desde el de la Sierra de Almirajara.

En el río Seco y sobre todo en los tramos medio y alto del río Verde, existe un considerable aprovechamiento de los caudales fluyentes propiciado por la regulación natural del flujo que proviene del drenaje del acuífero de la Sierra de Almirajara.

No se ha podido conseguir información sobre la distribución espacial de estos canales, pero lo que sí se puede asegurar, es que estos canales han permitido el desarrollo de una agricultura muy extensa, basada fundamentalmente en los cultivos subtropicales.

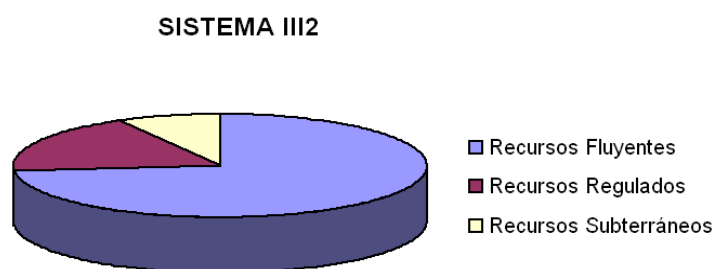


**Figura 11. Cultivos de regadío en el Valle del Río Verde**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

### 3.2 SISTEMA III2, ALPUJARRA, LECRÍN Y BAJO GUADALFEO

En este Sistema se encuentra sin dudas el mayor volumen de **recursos hídricos** de toda la región (Fig. 7), los cuales proceden fundamentalmente de la escorrentía superficial del río Guadalfeo y su afluente principal, el Izbor, en forma de recursos regulados o fluyentes (Fig. 12). Al contrario que en el Sistema III1, apenas un 20% de los recursos son subterráneos, los cuales se sitúan en el acuífero detrítico de la Vega de Motril-Salobreña y los manantiales de Vélez de Benaudalla (Benavente Herrera, 1985).



**Figura 12. Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Confederación Hidrográfica del Sur, 2003*

La gran disponibilidad de recursos hídricos superficiales permitió la construcción de la primera gran infraestructura de regulación y prevención de avenidas que se construyó en la comarca litoral granadina, la presa de **Béznar**. Su origen se encuentra principalmente en la promoción pública de los regadíos de las cotas más altas, permitiendo un espectacular desarrollo de la agricultura en la Costa Tropical.

Finalizada en 1986, regula el caudal del Río Ízbor (afluente del Guadalfeo) cuya cuenca tiene una superficie de 352 km<sup>2</sup> y soporta una aportación media anual de 56 hm<sup>3</sup>. El embalse tiene unas 170 ha y unos 4,4 km de longitud y está diseñado para retener hasta 54 hm<sup>3</sup> y para laminar avenidas de hasta 535 m<sup>3</sup>/seg (Cuenca Mediterránea Andaluza, 1986). La toma de agua se encuentra situada a 424 metros

de cota, de manera que los riegos de la costa tienen por lo general cotas menores a ésta. El principal problema que se planteó a la hora de construir este embalse fue la alta permeabilidad de los materiales existentes, de manera que alrededor del 40% del presupuesto se invirtió en corregir estos problemas (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998).

Aparte del control de las inundaciones en las partes bajas de la cuenca, esta presa ha permitido el desarrollo turístico, poblacional y agrícola de los cultivos subtropicales de la Costa Tropical durante mucho tiempo. Sin embargo, el aumento de la rentabilidad económica del agua tanto en su uso agrícola como turístico, ha ocasionado un continuo requerimiento de más infraestructuras hidráulicas que aumenten el volumen del agua disponible. Como ya se ha comentado en el Capítulo 1, un modelo de gestión basado en el incremento de la oferta de agua genera un bucle insostenible en el que el aumento de infraestructuras hidráulicas genera un aumento de las necesidades y por tanto un nuevo requerimiento de infraestructuras hidráulicas. Esta demanda social unida a la todavía gran disponibilidad de recursos superficiales del río Guadalfeo, condujo a la construcción de la segunda gran infraestructura hidráulica de la región, la presa de **Rules**.

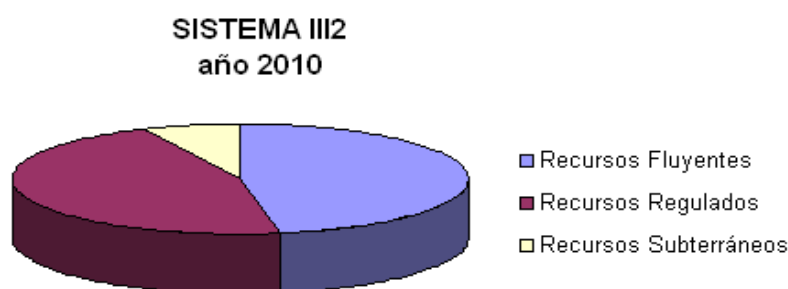
Terminada recientemente pero aún sin embalsar toda su capacidad, esta presa complementa las funciones de la de Béznar, aunque su objetivo principal es incrementar las hectáreas de regadíos de la Costa Tropical (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998), así como abastecer a una población que varía entre los 144.073 habitantes censados y los 326.058 que residen en la zona en época estival (Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002).

Esta presa regula el conjunto de la cuenca del Guadalfeo, de unos 1070 km<sup>2</sup> y una aportación media anual de unos 150 hm<sup>3</sup>. Tiene un volumen de 117 hm<sup>3</sup> (102 hm<sup>3</sup> de volumen útil) y cubre unas 345 ha de superficie (Ministerio de Medio Ambiente, 1999). Posee una única toma de riego a cota 195 metros, lo cual dificultará el crecimiento de los regadíos en cotas altas. Las tomas para abastecimiento no están

mucho más altas, a 198, 215 y 230 metros de cota, por lo que al núcleo más elevado al que podrá abastecer será Vélez de Benaudalla, situado en torno a los 200 metros de cota.

Dada la torrencialidad del río Guadalfeo, la presa está diseñada para laminar avenidas de hasta 3020 m<sup>3</sup>/seg, poniendo fin a las históricas inundaciones del delta del Guadalfeo (Caja General de Ahorros, 2001). Su potencial regulador se ve además acrecentado por el régimen hidrológico de los arroyos que drenan la vertiente meridional de Sierra Nevada, cauces que como ya se ha comentado en el capítulo 3, registran caudales considerables a lo largo del verano gracias al aporte de la fusión nival.

Con la entrada en funcionamiento de dicho embalse, que se cree será a pleno rendimiento en el año entre el año 2008 y 2010 (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001), los recursos hídricos fluyentes se reducirán casi un 50%, aumentando los regulados de forma muy importante (Fig. 13).



**Figura 13. Previsión de la distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2 en el año 2010**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Confederación Hidrográfica del Sur, 2001*

Estas dos grandes presas complementan una compleja red agrícola y de abastecimiento, cuyo análisis requiere la segregación del sistema en las tres sub-unidades que lo conforman; Bajo Guadalfeo, Alpujarra y Lecrín.

### 3.2.1 Bajo Guadalfeo

El bajo Guadalfeo es abastecido por las dos presas existentes en la parte alta de la cuenca, Béznar en el valle de Lecrín, y Rules en la parte baja de la Alpujarra, complementados por una serie de pozos que se concentran fundamentalmente en Vélez de Benaudalla, Salobreña y Motril, así como a lo largo del río Guadalfeo. Respecto a Béznar, abastece a la zona mediante dos infraestructuras principales:

- El Canal de la Compañía Sevillana de Electricidad que parte de la presa y se conecta con el río Guadalfeo entre el azud de Veléz de Benaudalla y el Partidor de Cañizares. Desde 1996 se encuentra en desuso por su aparente relación con los desprendimientos que han afectado a la autovía A-44, ocasionados por las pérdidas de dicho canal (Aguas y Servicios de la Costa Tropical, 2006). La dificultad para realizar el mantenimiento de este canal ha sido la causa de su deterioro (Confederación Hidrográfica del Sur, 2003).
- Una Tubería de abastecimiento que va desde la presa hasta la Estación Potabilizadora de agua (ETAP) de Molvizar, Los Palmares (Fig. 14). Fue construida por la Junta de Andalucía para aportar recursos del embalse de Béznar a Molvizar, y en un futuro al resto del Bajo Guadalfeo y el Valle del río Verde. Tras su construcción, la Administración Autonómica hizo entrega de la infraestructura a la Mancomunidad de Municipios, que la utiliza de forma combinada para la agricultura y el abastecimiento, aunque esta última función desaparecerá en el futuro con la construcción de una nueva conducción proveniente del embalse de Rules (INTECSA-INARSA, 2003).

Respecto de Rules, está prevista la construcción de una conducción desde la presa hasta la ETAP de los Palmares (Fig. 14), que posiblemente conecte también con Motril abasteciendo así a todo a la casi totalidad del Bajo Guadalfeo. Hasta entonces, el abastecimiento se realiza mediante el canal de cota 100 (Fig. 16) que proporciona agua a las estaciones potabilizadoras de Motril y Carchuna.



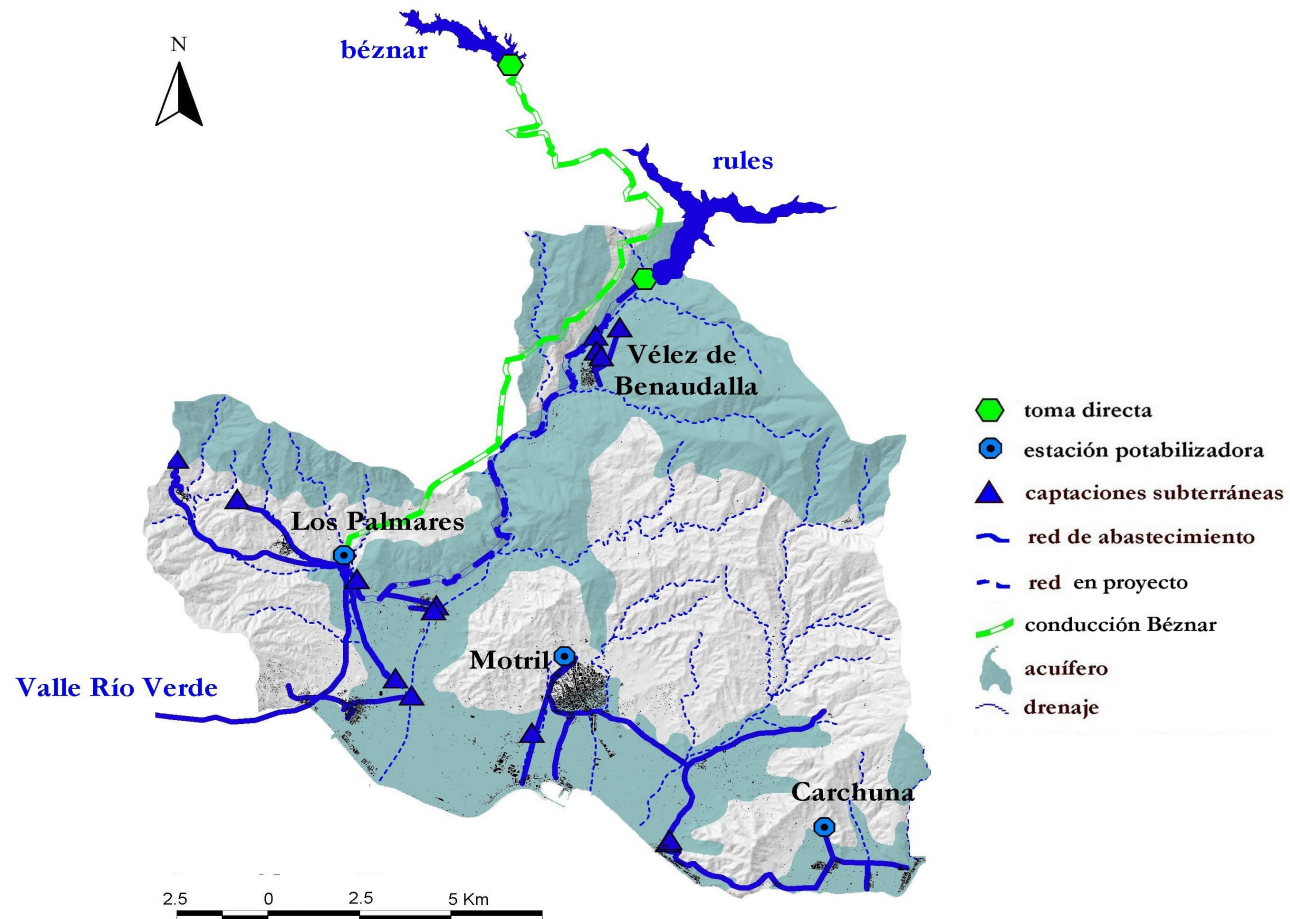


Figura 14. Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo

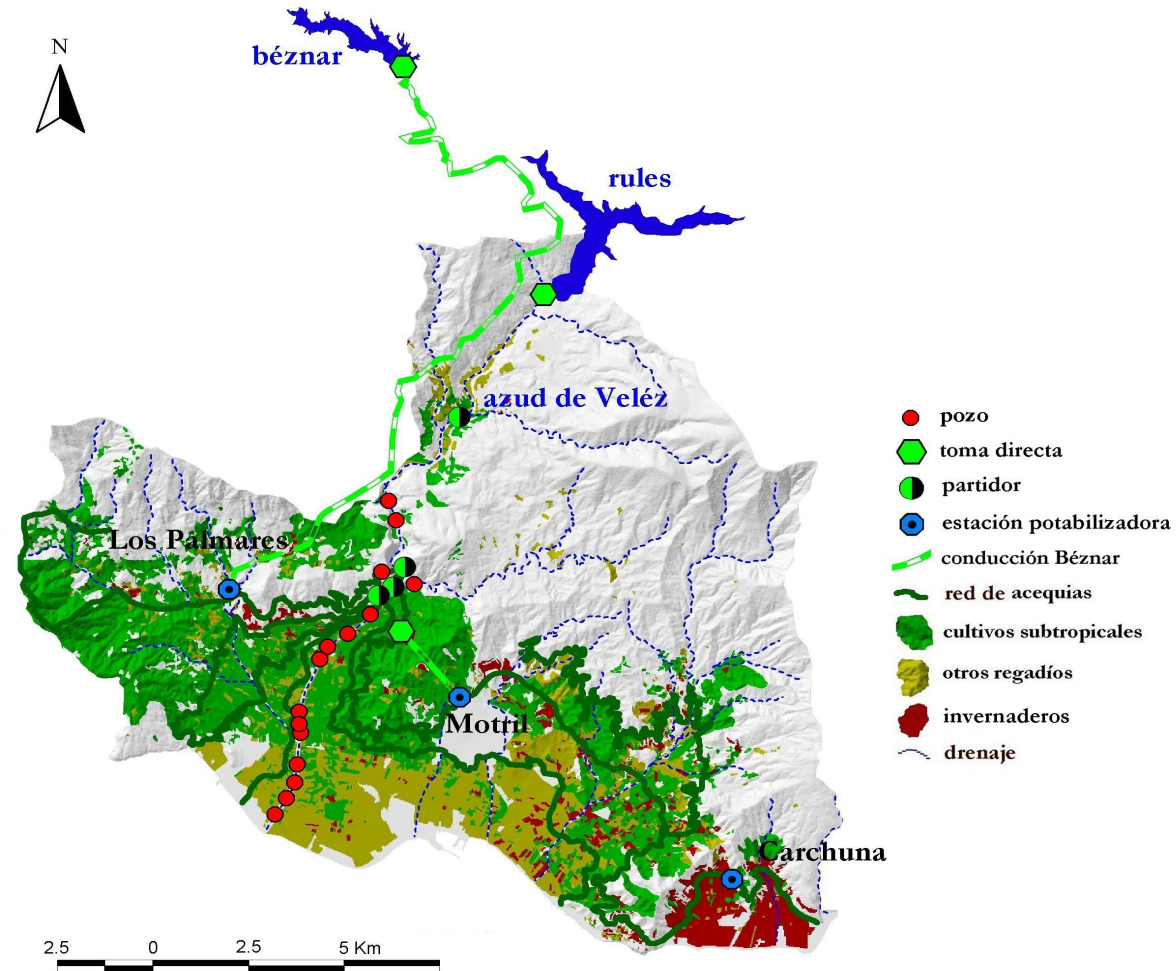
Fuente. *Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

Respecto de la **red agrícola** del Bajo Guadalfeo, puede decirse que es sin duda la más compleja de toda la región de estudio, debido a que se trata de la zona donde las pendientes han permitido un mayor desarrollo de la agricultura. Esta estructura comienza en el Azud de Vélez de Benaudalla, una de las construcciones para el regadío más antiguas de la zona (INTECSA-INARSA, 2003). En este lugar se deriva agua a los riegos tradicionales del municipio y al llamado Canal General, que conduce el agua hasta el Partidor de Cañizares (Fig. 15, 16 y 17). En este punto los caudales divergen en tres canales principales que posteriormente generan una densa red de canales secundarios que riegan el conjunto del delta y abastecen con los sobrantes al Valle del Río Verde de la forma ya escrita, y a la Contraviesa como se verá más adelante. Los canales principales del bajo Guadalfeo que definen la estructura del regadío en la zona son los siguientes (Figura 17):

- El **Canal de Enlace**. Discurre por la margen derecha del río y alimenta los viejos riegos de las cotas más bajas desde el **Partidor de antiguos Riegos**. De éste parten la **acequia de las aguas turbias**, la **acequia de Salobreña** y la **acequia de Torrenueva**, estas dos últimas a cota 50, por la margen derecha hacia Salobreña e izquierda hacia Motril respectivamente, regando sus vegas más bajas.
- El **Canal general** de los Nuevos Riegos, que discurre por la margen izquierda del río y abastece a los nuevos regadíos desarrollados con el Plan Coordinado de Motril-Salobreña de 1953 para potenciar el desarrollo de la agricultura en el delta del Guadalfeo. Reparte el agua en el **Partidor de Nuevos Riegos**, del que nacen los **canales de la cota 100**, uno por la margen derecha hasta Salobreña, y otro por la margen izquierda que abastece a la Estación Potabilizadora de Motril y a los regadíos por debajo de esa cota. Este mismo canal también proporciona agua a los regadíos de la cota 200 mediante una impulsión existente en la rambla del Puntalón que conecta con un tramo de **canal de cota 200**. Así mismo, conduce las aguas sobrantes hasta Carchuna, y mediante un bombeo desde la cota 43 hasta la cota 250, sirve a los regadíos de la rambla de Gualchos, y en futuro de Albuñol.

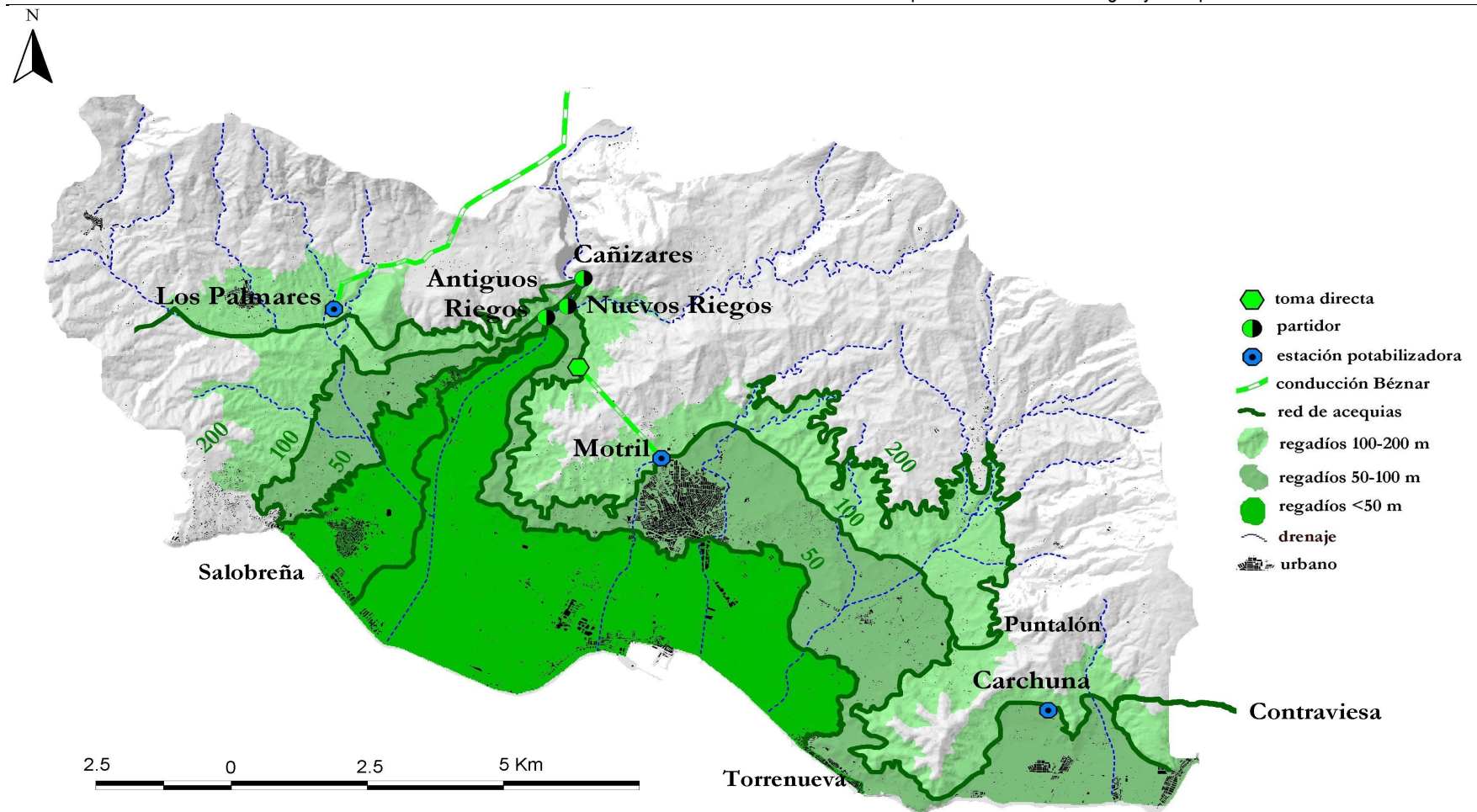
- El **Canal de los Nuevos Riegos** de la cota 200, que discurre por la margen derecha hasta llegar a la rambla de Molvizar y por la margen izquierda hacia plantaciones situadas más al este por encima de la cota 200. Es curioso cómo este canal no ha surgido del Partidor de los Nuevos Riegos, sino de un bombeo de la cota 100; parecería razonable la terminación de este canal, lo cual permitiría el riego por gravedad de la cota 200 en la margen izquierda del río (Fig. 16).

Además de esta extensa red de acequias, existen en la zona hasta 14 pozos registrados por la Confederación Hidrográfica del Sur (Fig. 15), cuyos caudales se vierten en los canales para su distribución en las diferentes zonas de riego (INTECSA-INARSA, 2003) y que se concentran a lo largo del río Guadalfeo. En resumen, puede decirse que la red agrícola se estructura espacial y temporalmente en tres coronas pseudo-concéntricas que se sitúan a lo largo de las cotas, 50, 100 y 200 metros respectivamente y que han supuesto un elemento potenciador del desarrollo de la agricultura y al mismo tiempo de ordenación de los distintos usos (Fig. 17). Así, los cultivos más antiguos, -caña de azúcar y huerta- se han situado en las cotas más bajas, -debajo de los 50 m.-, y los cultivos más recientes -subtropicales-, se han desarrollado hasta la cota 100 tras la construcción de dicho canal. Diferente comportamiento han tenido los también recientes invernaderos, que se han situado en la llanura de Carchuna, al margen del resto de agricultura. Debido a la construcción parcial del canal de la cota 200 en la margen izquierda, se están implantando invernaderos por encima de la cota 100 e incluso 200 mediante bombeos. Este hecho tiene graves impactos, tanto visuales como erosivos, ya que estos cultivos impermeabilizan las laderas favoreciendo la 'erosividad' del agua. Puede decirse por tanto, que la red agrícola del Bajo Guadalfeo se estructura en un esquema por cotas, en el que cada canal ha permitido el riego de una zona más alta, y ha ordenado los cultivos entorno a ellas. Este esquema resulta muy interesante para la posible organización de estrategias de reutilización, mediante la superposición de la red agrícola y la red de saneamiento, pues una simple conexión entre ellas puede posibilitar el reuso de la mayoría de aguas residuales de la zona.



**Figura 15. Red de acequias y Cultivos de regadío en el Bajo Guadalfeo**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*



**Figura 16. Detalle de la Red de acequias y áreas de regadío en el bajo Guadalfeo**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

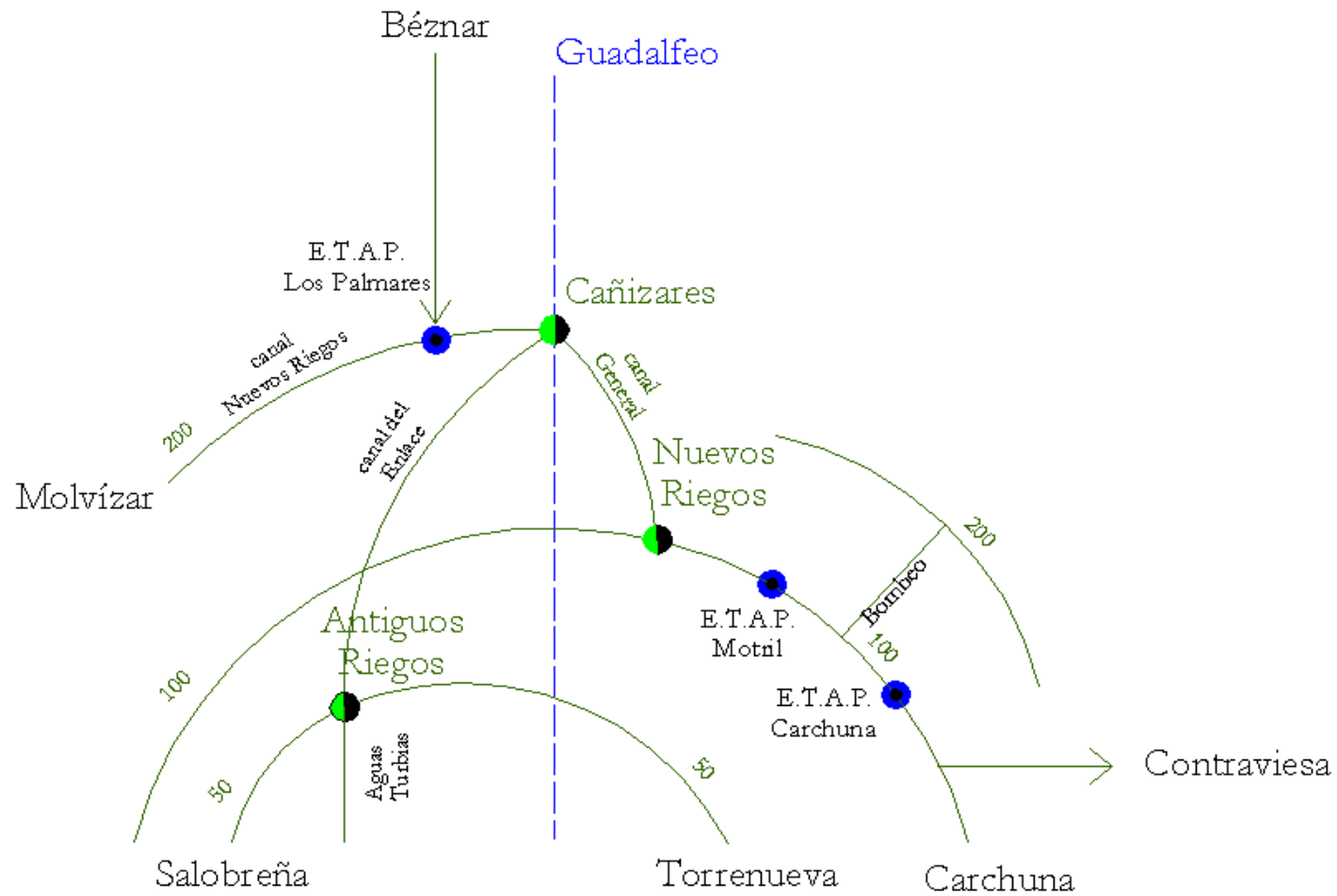


Figura 17. Esquema de la Red de acequias en el bajo Guadalfeo

Fuente. Elaboración propia

### 3.2.2 Alpujarra

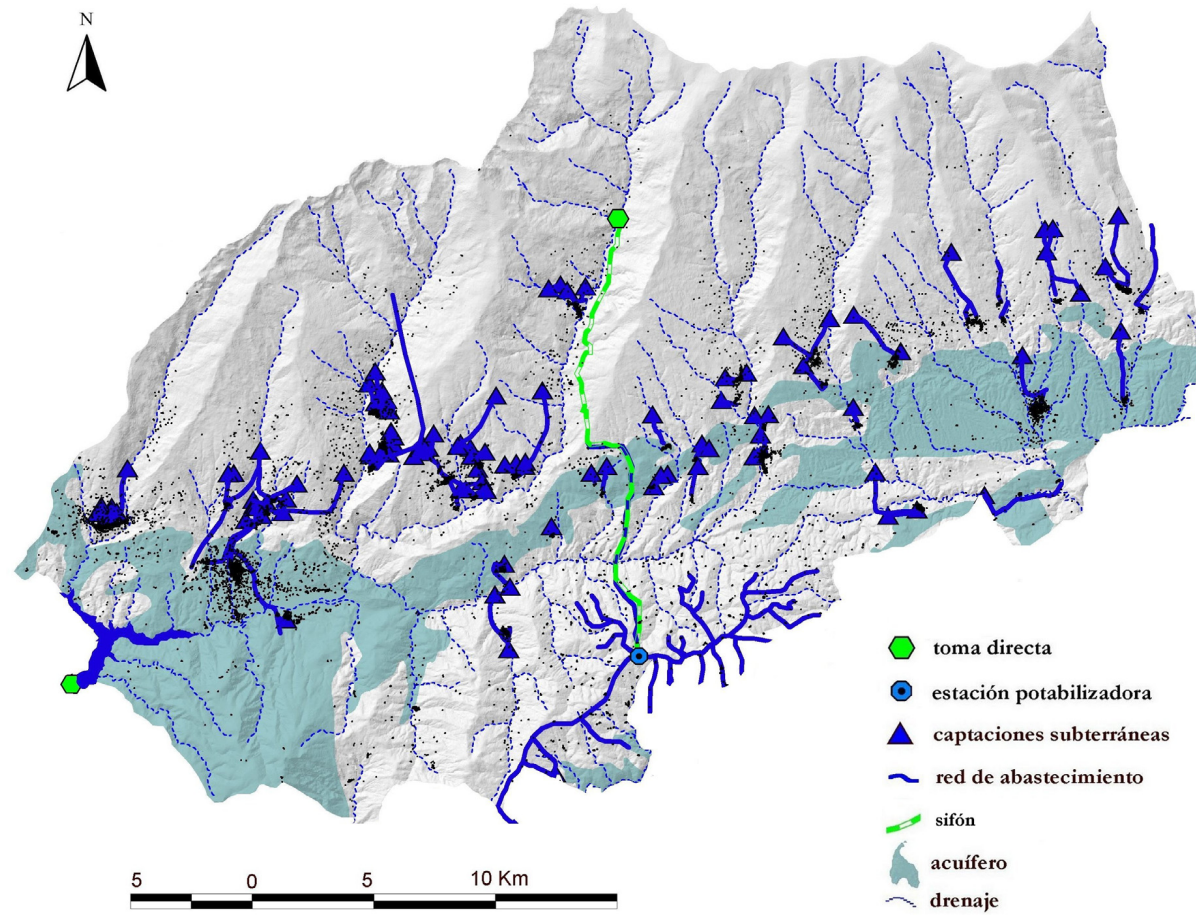
Las particulares características de la región de la Alpujarra, grandes pendientes y altas temperaturas, no han favorecido ni el desarrollo urbano ni el agrícola.

Respecto de los núcleos de población existentes, son pequeños y dispersos, por lo que las redes de **abastecimiento** son pequeñas y autónomas, es decir, abastecen sólo a los núcleos en cuestión, captando el agua del subsuelo, utilizándola y vertiéndola en el mismo municipio.

Así, puede verse en la Figura 18 cómo las captaciones para el abastecimiento son muy numerosas, unidas entre ellas por conducciones que se sitúan a lo largo de los valles, principal condicionante para el desarrollo de las infraestructuras. Se repite por tanto el mismo esquema del drenaje o las infraestructuras viarias explicado en el Capítulo 3, una marcada direccionalidad Norte-Sur basada en una sucesión de valles y crestas (geometría tipo ‘peine’) que favorece las relaciones territoriales a lo largo de los valles, pero las limita entre unos y otros. Destaca la existencia de una conducción en sifón que capta agua del río Trevélez, y pasando por debajo del Guadalfeo, llega hasta la cabecera de la Contraviesa para abastecer a toda esta zona.

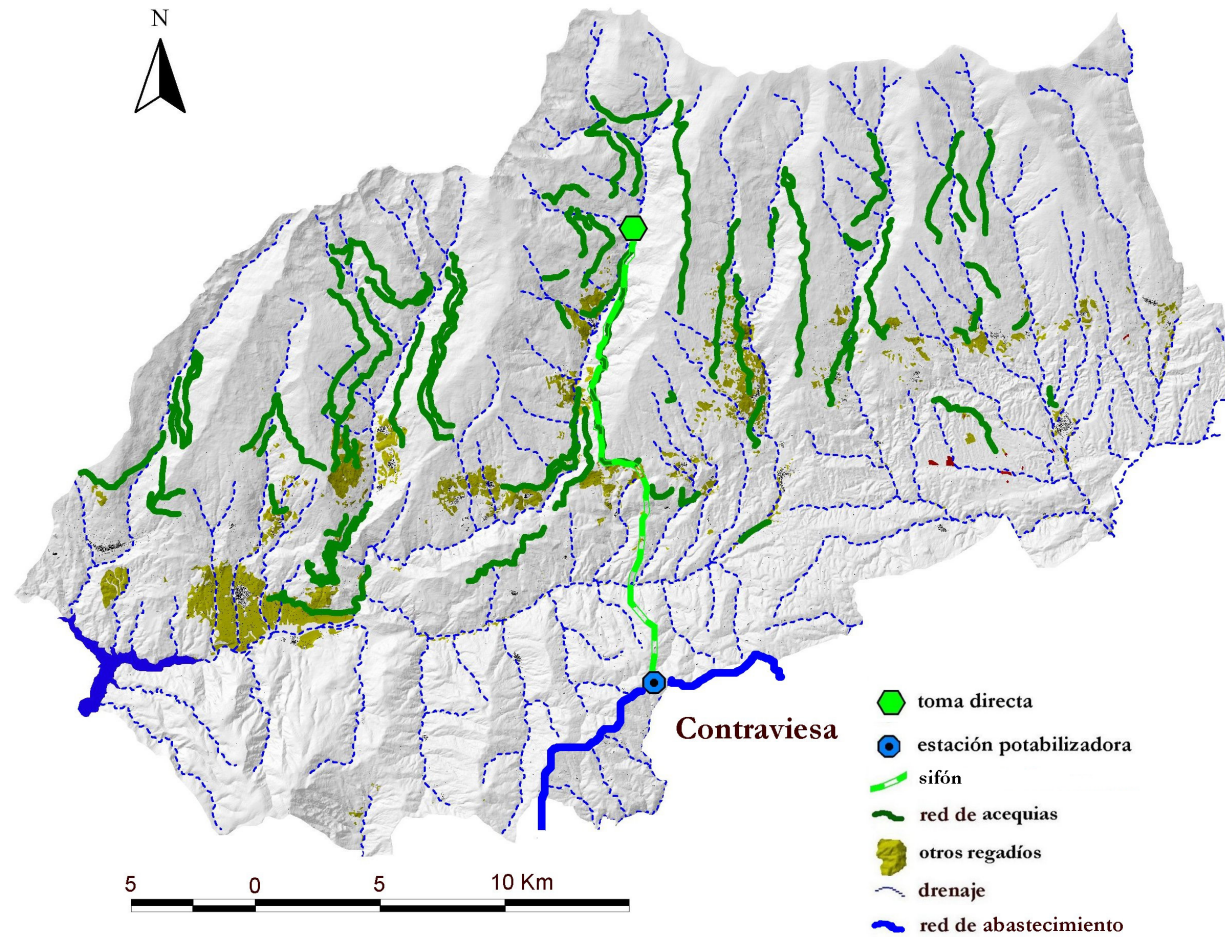
Respecto de la **red agrícola**, ocurre lo mismo que con la de abastecimiento, ya que las acequias se sitúan paralelas a los valles sin conexiones entre ellas (Fig. 19). Como ya se ha comentado en el Capítulo 3, la agricultura de la Alpujarra es minifundista, fundamentalmente familiar, y se sitúa en terrazas que intentan disminuir las grandes pendientes naturales del terreno. En la Figura 19 puede apreciarse como existen muchas zonas baldías en las que existen acequias. Esto se debe al progresivo abandono de esta agricultura, que se concentra sólo cerca de los núcleos urbanos. También llama poderosamente la atención el hecho de que tanto las acequias como las áreas de regadío se sitúen en la cara Sur del valle del Guadalfeo, dejando libre la ladera Norte. Esto nos indica la importancia de la radiación solar en una zona donde las altas temperaturas hacen difícil la agricultura.





**Figura 18. Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*



**Figura 19. Red de acequias y Cultivos de regadío en la Alpujarra**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

### 3.2.3 Valle de Lecrín

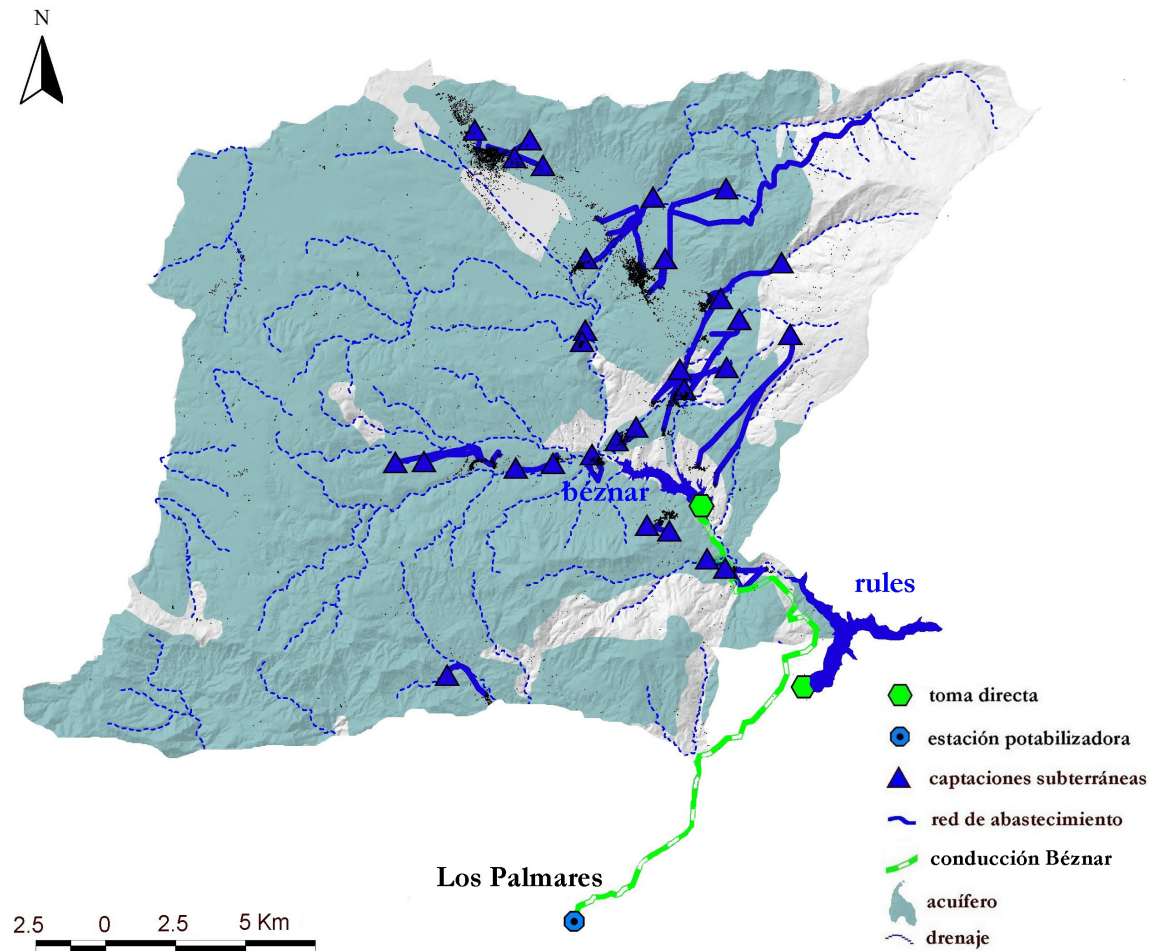
En el Valle de Lecrín, el desarrollo de las infraestructuras también está muy condicionado por la topografía, aunque en menor medida que en la Alpujarra. Así, la red de abastecimiento repite el esquema del drenaje y las infraestructuras viarias descrito en el Capítulo 3, un esquema radial desarrollado en los tres valles principales con centro en la presa de Béznar.

Los **abastecimientos** de la zona también son autónomos, ya que los núcleos de población son pequeños y dispersos (Fig. 20). La existencia además de un importante acuífero en el subsuelo permite el abastecimiento directo de las aguas subterráneas, haciendo innecesaria la construcción de grandes infraestructuras de transporte. De hecho, el municipio de Lecrín está estudiando la posibilidad de conceder licencia de explotación a una empresa que desea explotar el agua subterránea para su distribución comercial como agua mineral dado su alta calidad.

Por otro lado, la existencia de la presa de Béznar en la parte baja del valle, hace más económico la extracción de aguas subterráneas que el bombeo de las superficiales desde el embalse, a lo que hay que unir el hecho de que la calidad de las primeras es muy superior a las segundas, lo cual resulta también un ahorro en técnicas de depuración.

Respecto de la **red agrícola**, ésta ha tenido un desarrollo algo diferente a la red de abastecimiento, ya que los regadíos han aprovechado las pendientes suaves del valle del río Izbor para desarrollarse de forma mucho más compacta a la de la Alpujarra (Fig. 21). Como ya se ha comentado en el Capítulo 3, los cultivos predominantes son los cítricos, los cuales toman el agua directamente de pozos situados a lo largo de los cauces.

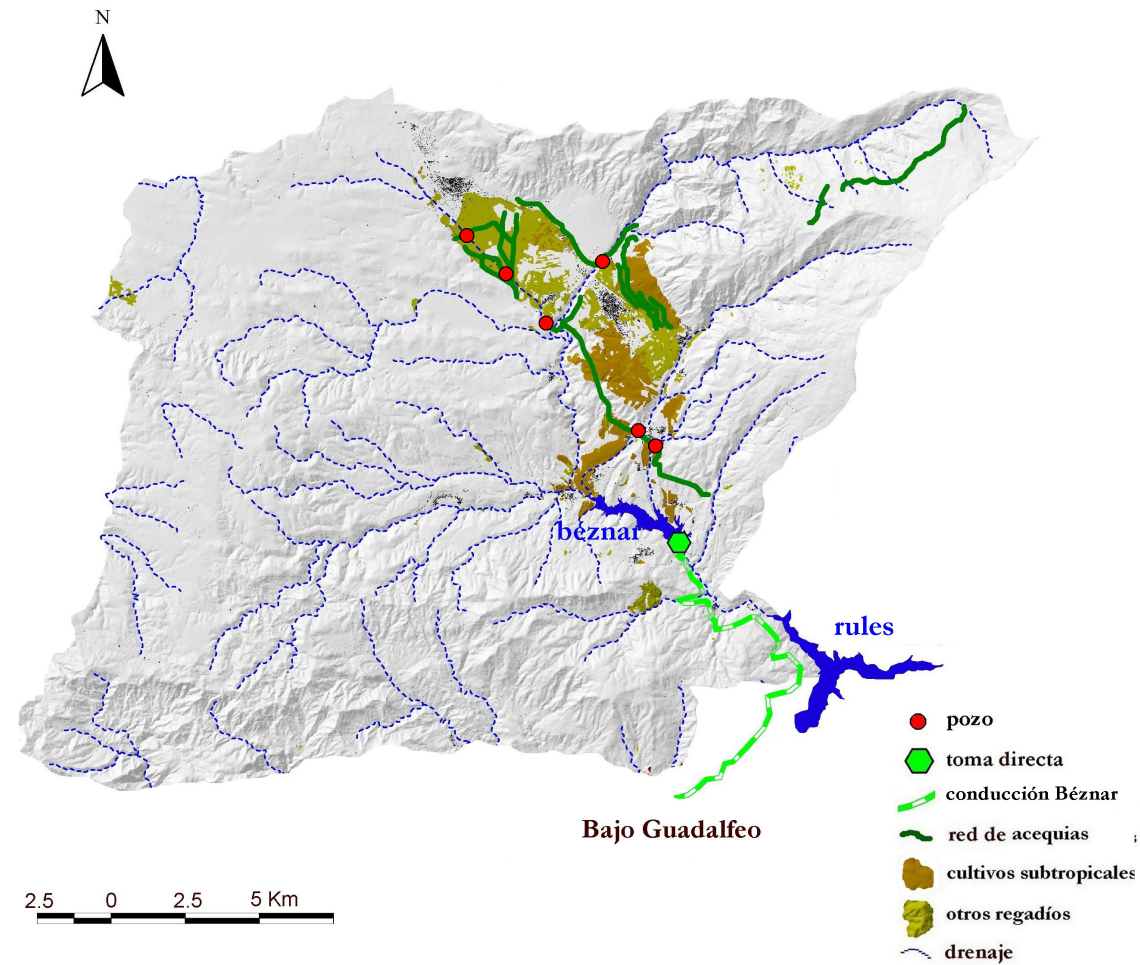
Por último, la única conexión de este sistema con el resto de la región es la conducción para el abastecimiento y el regadío que parte del embalse de Béznar y abastece al bajo Guadalfeo.



**Figura 20. Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*





**Figura 21. Red de acequias y Cultivos de regadío en el Valle de Lecrín**

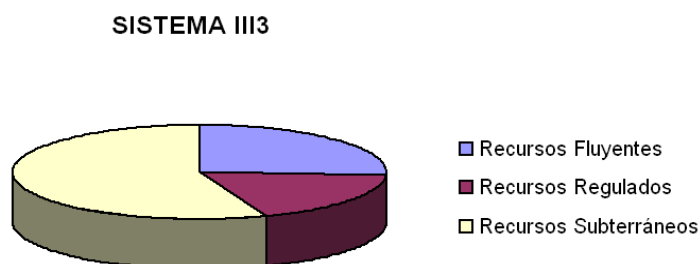
*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

### 3.3 SISTEMA III3, LA CONTRAVIESA

La principal característica de esta unidad es que además de contar con pocos **recursos hídricos** (Fig. 8), la mayoría de ellos son subterráneos (Fig. 22), lo cual ha generado que muchos acuíferos detríticos costeros como los de la Rambla de Gualchos (14,5 km de longitud) y de Albuñol (18,2 km de longitud) (Fig. 23), se encuentren sobreexplotados y con riesgo grave de intrusión marina (Frontana González, 2002).

La Contraviesa cuenta con un vasto sistema de **abastecimiento** que utiliza la Real Acequia de Cástaras para transportar los caudales derivados del río Trevélez hasta un largo sifón de más de 19 kilómetros de longitud y un desnivel de 800 metros, que cruza bajo el Guadalfeo hasta una gran balsa de regulación de 450.000 m<sup>3</sup> de capacidad situada sobre la Sierra de la Contraviesa, balsa que constituye la cabecera del sistema y que fue construida tras no poder ejecutarse la regulación prevista inicialmente en el propio río Trevélez (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998).

Tras su tratamiento en la ETAP y distribución a través de un extenso y complejo sistema de conducciones, se suministra el agua para el abastecimiento de todos los núcleos de la Contraviesa (Fig. 23). Esta actuación resolvió durante bastante tiempo la penuria de agua de estos municipios con recursos hídricos tan escasos, debido como ya se ha comentado en el capítulo 3, a la imposibilidad de retener agua en cuencas de drenaje tan pequeñas y con grandes pendientes. Esta infraestructura ha permitido también reducir la presión sobre los acuíferos costeros al liberarlos de las extracciones para abastecimiento, mitigando, cuando no suprimiendo, su grado de sobreexplotación. Este sistema de distribución tiene una concesión de 45 l/s en los meses de julio y agosto y de 27 l/s el resto del año y está constituido por una red de tuberías de 251 kilómetros de longitud. Dispone también de un conjunto de depósitos complementarios en cabecera de los principales núcleos que elevan la capacidad total de almacenamiento hasta los 509.000 m<sup>3</sup>.



**Figura 22. Distribución porcentual de los recursos hídricos en la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de Confederación Hidrográfica del Sur, 2003*

En la actualidad, los volúmenes asignados al sistema de la Contraviesa son escasos, sobre todo en verano cuando llega a triplicarse la población, y en mayor medida, en los años más secos. Esto es debido por un lado a la baja eficiencia de transporte de la Real Acequia de Cástaras ya que está construida en tierra, pero principalmente a que la demanda media anual alcanza el millón de metros cúbicos anuales, sin y como ya se ha dicho, la capacidad de almacenamiento del sistema alcanza tan sólo el medio millón.

Como se verá en el capítulo próximo, este desfase entre las demandas teóricas y los consumos reales encuentra su justificación en gran parte en el incipiente desarrollo turístico de algunos de estos municipios. La tortuosa orografía unida a la a la escasa disponibilidad de agua, ha supuesto hasta ahora un limitante a la implantación de urbanizaciones residenciales, sin embargo parece que esto no ha de impedir el desarrollo en un futuro próximo ante la saturación de otras zonas del litoral, y el innegable atractivo de una de las comarcas mediterráneas con mayores valores paisajísticos. Debido a esto, el Gobierno autonómico está elaborando un plan de infraestructuras hidráulicas de emergencia para terminar con el problema de abastecimiento de la zona.



**Tabla 1. Volúmenes transferidos a la Contraviesa desde del río Trevélez en 2002**

Mes	Año 2002
Enero	189.883
Febrero	87.704
Marzo	73.645
Abril	109.641
Mayo	51.142
Junio	107.519
Julio	101.814
Agosto	139.607
Septiembre	81.168
Octubre	43.544
Noviembre	44.075
Diciembre	46.470
<b>Total m<sup>3</sup></b>	<b>1.076.212</b>

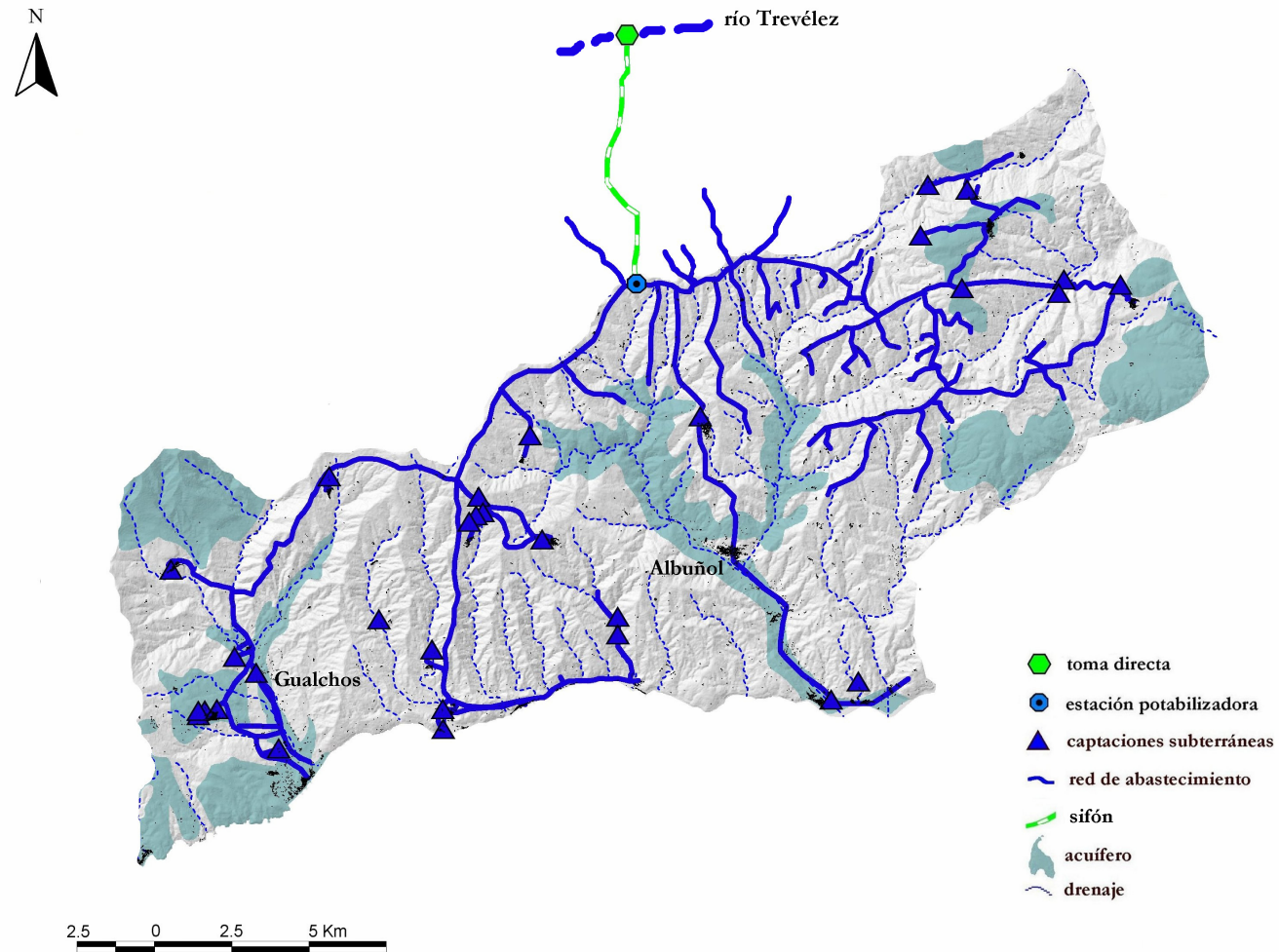
*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de INTECSA-INARSA, 2003*

Respecto de la **red agrícola**, la baja capacidad reguladora de sus abruptos cauces ha supuesto un desarrollo mínimo del regadío y por tanto de su red de distribución (Fig. 24 y 25). La fuente más importante de agua de riego son los pozos, cuya utilización se incrementó en gran medida durante el siglo XX. Desde los años 70 los niveles de explotación están siendo excesivos, de manera que la calidad de las aguas ha ido disminuyendo, hasta llegar a límites muy preocupantes (Benavente Herrera, 1985).

Para disminuir la presión sobre estos acuíferos, a principios de los años noventa se construyó una conducción procedente del bajo Guadalfeo que transporta los caudales sobrantes del Canal de Nuevos Riegos de Motril. Esta agua es aprovechada por los regantes de Gualchos, a los que se sumarán el resto de los regantes de la Contraviesa. La conducción construida a principios de los noventa, pretende llegar hasta Albuñol para posibilitar la mezcla con los recursos procedentes de sus pozos y solucionar, de este modo, los problemas de calidad de los mismos (Fig. 24 y 25). Con dichas aguas se han disminuido las extracciones del acuífero, aunque el

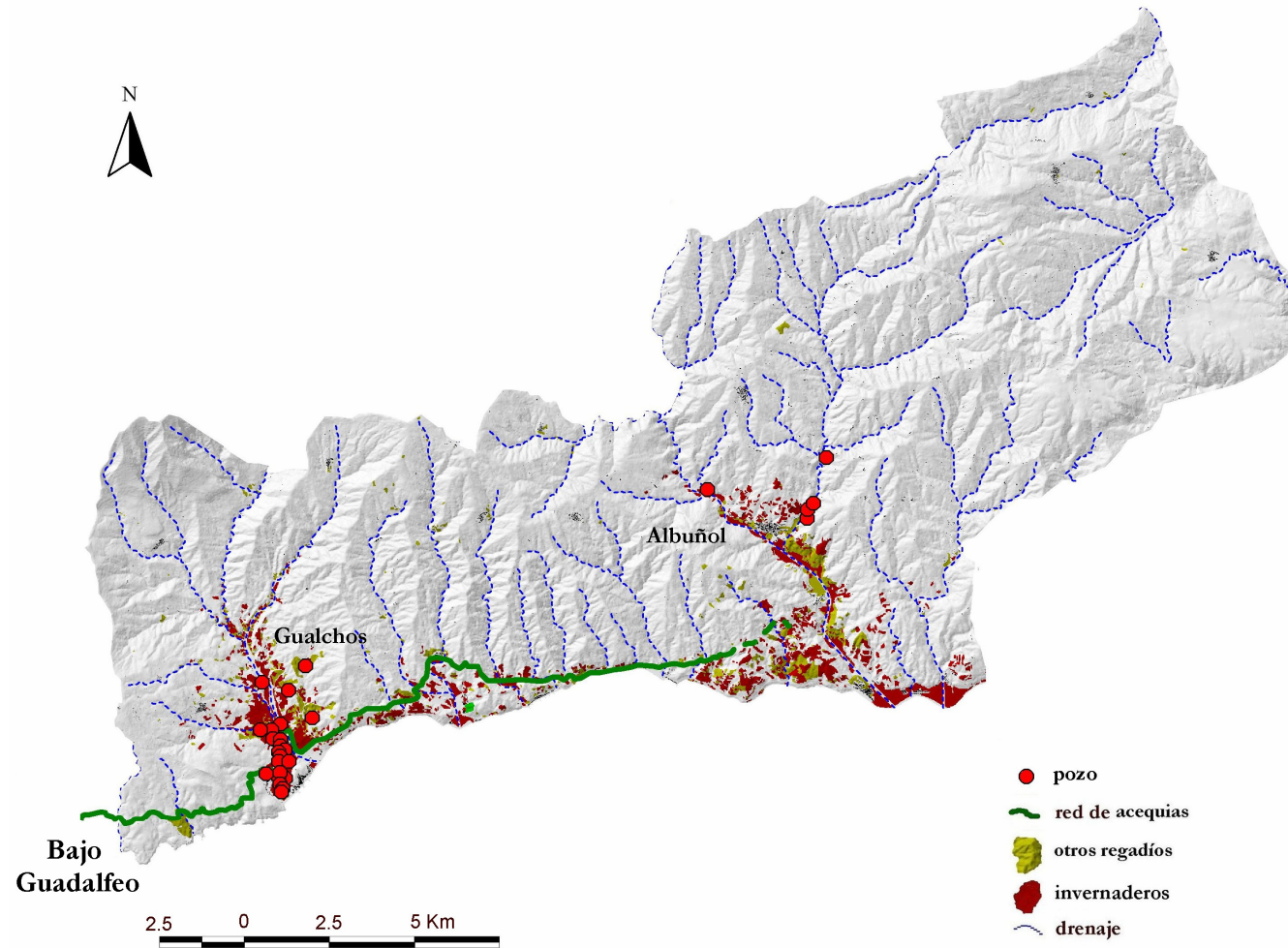
problema actual de contaminación difusa proveniente de los invernaderos hace prever que la calidad de las aguas subterráneas empeorará.

Complementando a esta acequia procedente del bajo Guadalfeo, existen numerosas captaciones subterráneas que como ya se ha comentado, están poniendo en peligro los recursos subterráneos del acuífero. Estos pozos se sitúan principalmente en las ramblas de Gualchos y Albuñol (Fig. 24 y 25). Respecto de los primeros, han quedado teóricamente para uso de emergencia, al disponer los regantes de los recursos anteriormente mencionados sobrantes del canal de nuevos riegos. Respecto de los segundos, algunos de ellos de carácter artesiano, extraen caudales importantes, sin embargo la elevada mineralización del agua no la hace en principio aconsejable su uso en riego por el riesgo de salinización de los suelos.



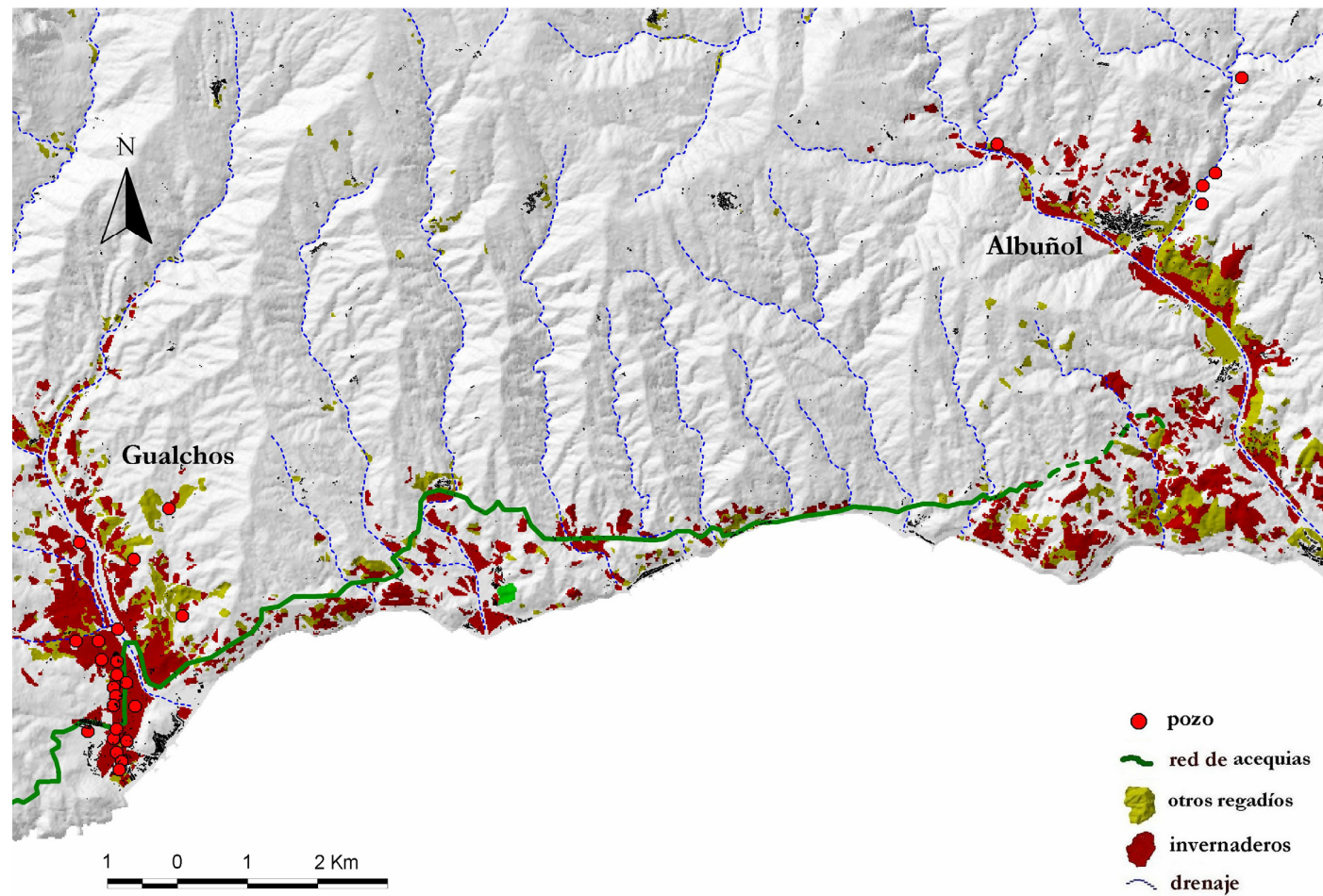
**Figura 23. Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Contraviesas**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*



**Figura 24. Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*



**Figura 25. Detalle de la Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

## 4 LA GESTIÓN DE LA OFERTA DE AGUA

A modo de resumen, la gestión de la oferta de agua en la región del Guadalfeo se basa en una serie de trasvases internos que conducen al agua desde las zonas excedentarias hasta las deficitarias. El gran desequilibrio en cuanto a recursos disponibles ha provocado, como ya se ha dicho, un gran desarrollo de las infraestructuras hidráulicas con el fin de almacenar y transportar el agua, que lejos de disminuir las desigualdades entre regiones las ha potenciado. Así, la Oferta de Agua en la región puede resumirse en lo siguiente:

Respecto del **abastecimiento** (Fig. 26), los aprovechamientos comienzan con las tomas de agua no reguladas de los núcleos de la **Alpujarra** y el **valle de Lecrín**, en el tramo alto del río Guadalfeo y su afluente de cabecera, el Izbor. Desde otro afluente del Guadalfeo, el río Trevélez, se transfieren los caudales necesarios a una estación Potabilizadora que los distribuye a los núcleos urbanos de la **Contraviesa**, a lo largo de las principales ramblas, Gualchos, Polopos y Albuñol.

El **Valle del río Verde** se abastece mediante numerosas captaciones subterráneas y un aporte de agua superficial proveniente del embalse de Béznar que llega a la estación Potabilizadora de Molvízar, de la cual parte una conducción que pasa por Salobreña y que abastece a los núcleos de Almuñécar y La Herradura.

El **Bajo Guadalfeo** se abastece de una toma directa en el canal de regadío de la cota 100 proveniente del río Guadalfeo, desde la que se deriva el agua necesaria hasta las estaciones Potabilizadoras de Motril y Carchuna. Se tiene previsto construir una conducción desde el embalse de Rules hasta la Potabilizadora de Molvízar y posiblemente después hasta la de Motril, de forma que toda la Costa Tropical se abastezca directamente del embalse de Rules, dejando las numerosas captaciones subterráneas sólo para momentos de alto consumo.



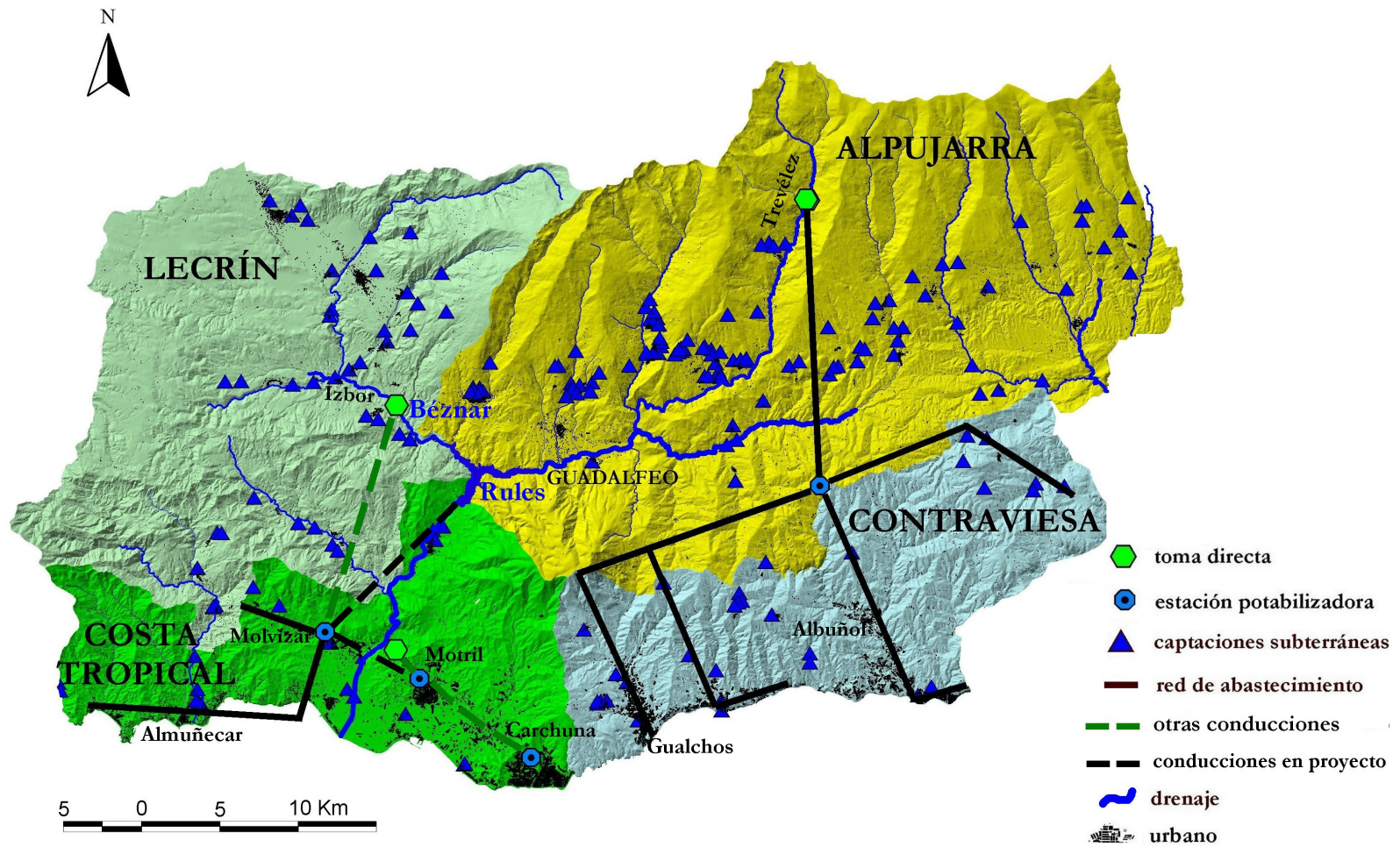


Figura 26. Esquema de la red de abastecimiento en la región del Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*



Respecto del **regadío** (Fig. 27), las zonas altas de la región de estudio poseen tomas de agua no reguladas que conducen el agua río abajo de forma paralela a los cauces. Esto puede verse claramente en la zona de la **Alpujarra**, donde las acequias se disponen en los ejes de los sucesivos barrancos y en el **Valle de Iecrín**, donde existen dos conducciones principales paralelas entre sí a diferentes cotas situadas paralelamente al cauce del río Izbor.

En el **valle del río Verde** existe una red de acequias secundarias en torno a los ejes de los ríos Verde, Seco y Jate que toman agua de las captaciones subterráneas y de los recursos fluyentes de esta subcuenca. Estas acequias se sitúan hasta la cota 200 y no tienen conexión alguna con la zona del bajo Guadalfeo.

Por último, el **Bajo Guadalfeo** se abastece mediante tres tomas directas del río Guadalfeo en los partidores de Cañizares, Nuevos Riegos y Antiguos Riegos, situados a las cotas 200, 100 y 50 metros respectivamente. De cada uno de ellos surgen dos acequias principales que se dirigen a las márgenes derecha e izquierda del río, y que abastecen a los distintos tipos de cultivos de todo el delta del río. Los cultivos por debajo de la cota 50 responden a los regadíos tradicionales, mientras que los nuevos regadíos como los cultivos subtropicales se sitúan entre la cota 50 y las 200. Del canal de la cota 100 de la margen izquierda, parte un canal que recoge los sobrantes del Canal de los Nuevos Riegos. Discurre por la costa y abastece de agua a los regadíos de la **Contraviesa**, previéndose que este canal alcance la localidad de Albuñol, situada a más de 40 kilómetros del canal de la cota 100.

Tanto en la Costa Tropical como en la Contraviesa, el aporte de agua superficial procedente del Guadalfeo se ve complementando por numerosos pozos, cuya sobre-explotación está poniendo en grave peligro a los acuíferos. De hecho, el agua subterránea de la zona de la Contraviesa posee una salinidad tan elevada que ya no puede ser utilizada por la agricultura. Esto se debe en parte a la existencia de materiales muy solubles, y sobre todo, a los fenómenos de intrusión salina.

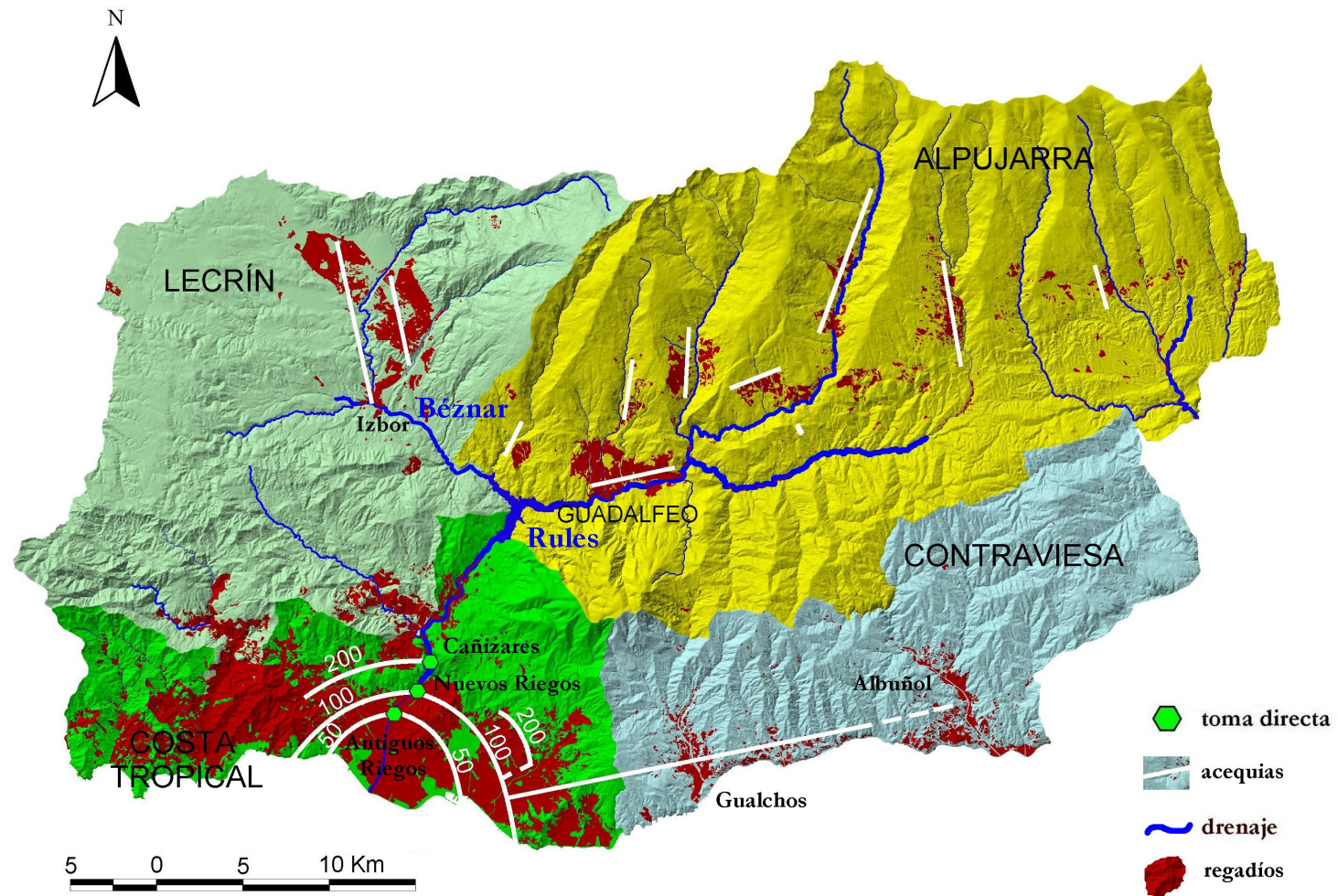


Figura 27. Esquema de la red de acequias en la región del Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales, 2002*

## 5 ANÁLISIS DE UMBRALES. LAS REDES DEL AGUA, POTENCIADORAS Y LIMITANTES DEL DESARROLLO

A lo largo de este estudio, se ha hablado en sucesivas ocasiones del agua como un factor muy importante en el desarrollo del territorio. Una vez analizados los recursos disponibles y las infraestructuras de abastecimiento tanto para el regadío como para el consumo urbano, se puede cuantificar esta limitación si se relaciona el aumento de la disponibilidad de agua, es decir, de infraestructuras hidráulicas, con el crecimiento de las diferentes actividades. De esta forma se observa cómo el acceso al agua condiciona el crecimiento, tanto poblacional como agrícola.

En el caso de las ciudades, con el crecimiento de la población los estándares de vida se van reduciendo paulatinamente, ya que el ratio infraestructural por persona disminuye (menos infraestructuras por habitante) hasta que comienzan a aparecer problemas de carencia dotacional. Esto es debido a que los crecimientos urbanos no suelen ir acompañados de una inversión en infraestructuras que los avale, conectándose a las redes existentes sin considerar necesario su ampliación. Esto se produce hasta llegado un momento en el que las infraestructuras existentes se muestran absolutamente insuficientes, es decir, una vez superados ciertos **umbrales** se requiere de una nueva inversión para cubrir las necesidades de los nuevos usuarios.

Así, desde el punto de vista teórico la planificación urbana permite prever y construir un sistema de infraestructuras para una capacidad determinada de habitantes. De acuerdo con **Malisz** (Malisz 1972, Malisz et al. 1975), "Cuando la ciudad ha de expandirse más allá de su capacidad, es preciso introducir nuevos sistemas infraestructurales... El proceso de expansión territorial de una ciudad parece tener un carácter escalonado o de umbral, no es continuo sino que sólo puede ocurrir a saltos." De esta forma, cuando se planifica el crecimiento de una ciudad, también puede preverse el crecimiento necesario y previsible de las redes en

este caso del agua. El mismo fenómeno ocurre con el regadío; las hectáreas de cultivo pueden crecer sin mejorar ni aumentar las redes de acequias hasta un cierto límite, tras pasado el cual, no pueden atenderse los requerimientos de los agricultores sin una mejora previa del sistema.

Como ya se ha dicho, los estudios realizados para cuantificar estos umbrales suelen hacerse desde un punto de vista teórico, pues se requiere una información muy detallada acerca de las infraestructuras existentes y del momento en el que fueron proyectadas. Esta información suele estar en manos de las empresas que gestionan la distribución del agua, pues son ellas las que se encargan de acometer estos proyectos de mejora. Sin embargo, la ausencia de información en los núcleos pequeños donde la gestión del agua se realiza de forma autónoma y con poca organización, o el hermetismo con el que se trabaja en las ciudades, hace difícil llevar a cabo un análisis que nos permita conocer estos umbrales y por tanto prever las futuras inversiones necesarias a los nuevos crecimientos.

En la zona de estudio, dado que los servicios de abastecimiento y regadíos tan sólo se encuentran Mancomunados en la unidad Costa Tropical, (Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical), se ha realizado este análisis en el Bajo Guadalfeo, pues la disponibilidad de información es mucho mayor.

Para ello se han analizado los siguientes documentos; el '*Plan Hidrológico de la Cuenca Sur*' (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998), el estudio '*Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la cuenca Sur de España*' (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001), el estudio '*Aprovechamiento de los recursos hídricos del litoral granadino*' (INTECSA-INARSA, 2003), la '*Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales de 2002*' del Área de Obras y Servicios de la Diputación de Granada, la tesis doctoral de D. Alberto Matarán Ruiz, '*La Valoración Ambiental- Territorial de las agriculturas de regadío en el litoral mediterráneo: el caso de Granada*' (Matarán Ruiz A, 2005), así como los datos proporcionados en *entrevistas* con personal con la empresa de gestión del agua en la Costa Tropical (Aguas y Servicios de la Costa Tropical, 2005).

Así, el análisis de umbrales ha consistido en relacionar temporalmente la creación de infraestructura hidráulica más importante con el crecimiento de la población por un lado, y de la superficie cultivada por otro, detectando así los momentos que han supuesto un salto en la capacidad infraestructural de la zona.

## 5.1 RED DE ACEQUIAS

Respecto del regadío en el Bajo Guadalfeo, en el análisis de infraestructuras realizado en el apartado 3.2.1, puede verse claramente que el crecimiento de la agricultura se ha visto condicionado por la aparición de las diferentes acequias que se han ido situando en cotas cada vez más altas (Fig. 16).

Los regadíos más antiguos ocupan el delta del río Guadalfeo bajo la cota 50 y suponen una superficie de unas **2.752** hectáreas (Fig. 29). Se sustentan en derechos históricos prioritarios sobre las aguas del Guadalfeo desde el tiempo de los Reyes Católicos (Frontana González, 2002), aprovechando los aportes superficiales del río y el drenaje de los acuíferos.

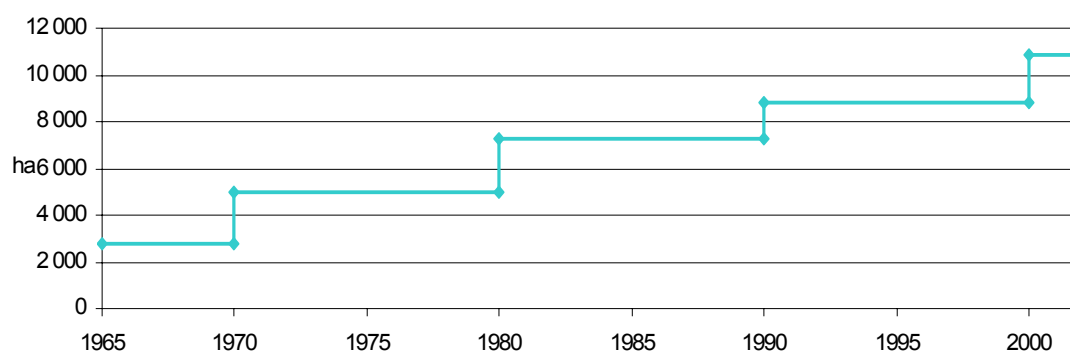
No es hasta 1953, con la Declaración de Interés Nacional de los riegos del Plan Coordinado de Motril-Salobreña, cuando se hace necesario ampliar la red de acequias para permitir el crecimiento del regadío por encima de la cota 50 (Fig. 30). Para ello, se construye el canal de la cota 100 desde el Partidor de los Nuevos Riegos a principios de los **años 70**, ampliando la superficie regable **2.192** hectáreas.

El rápido crecimiento del regadío en esta década consolida el área bajo la cota 100, haciendo necesario la construcción de un nuevo canal a cota 200 a principios de los años **80** (Fig. 31). Este canal amplía la superficie de regadío **2.362** hectáreas y tiene dos partes; desde el Partidor de Cañizares por la margen derecha del río hasta Molvízar, y desde Puntalón por un bombeo del canal de la cota 100, por la margen izquierda.

Debido a que no se finaliza el canal de la cota 200 y a que no se construyen más canales por encima de dicha cota, se comienzan a construir numerosos bombeos que son capaces de llevar el agua hasta la cota 300 (Fig. 32), aumentando a principios de los **años 90** la superficie disponible **1.519** hectáreas.

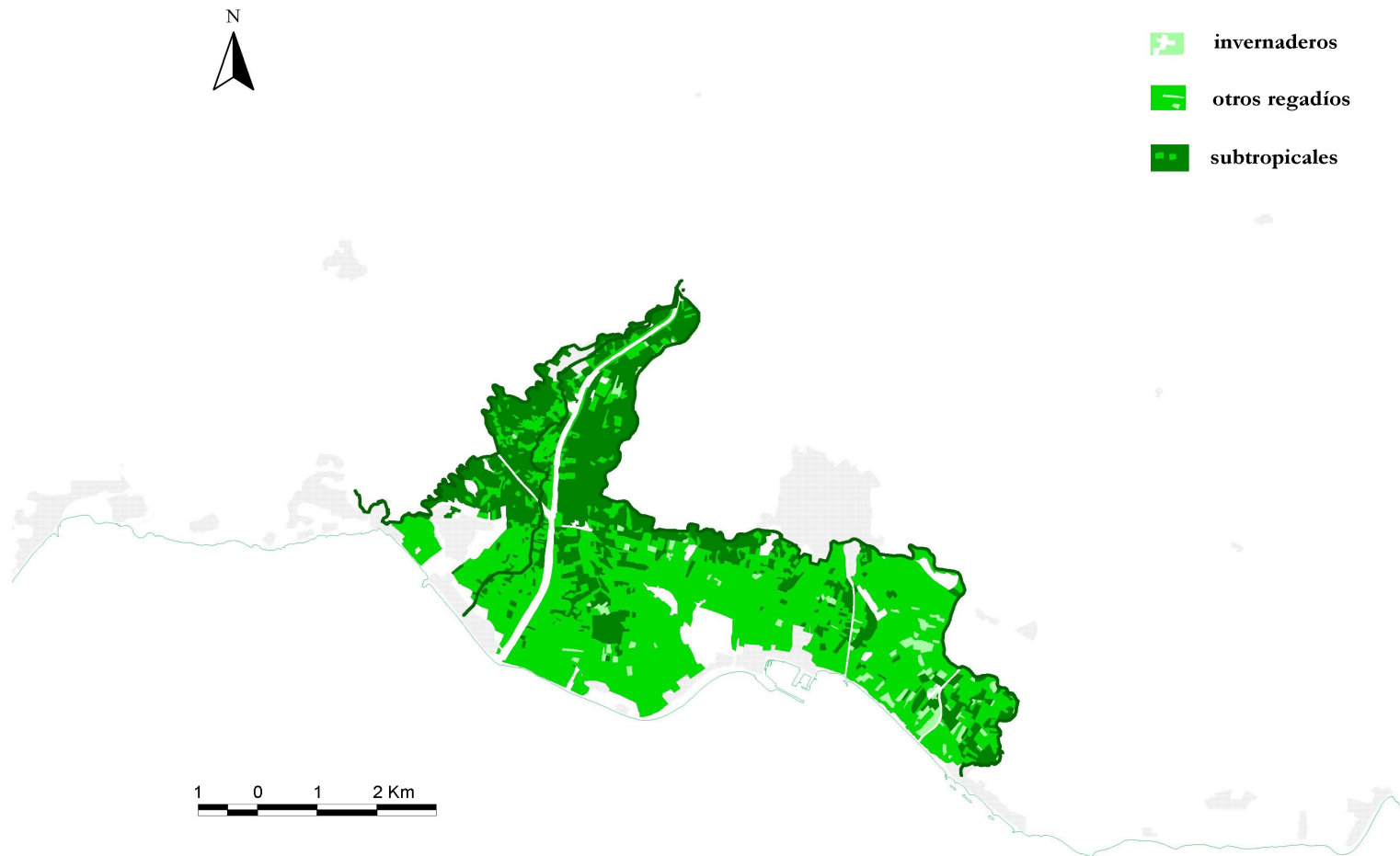
Esta tendencia se mantiene a lo largo de la década de los 90, siendo las captaciones subterráneas las únicas nuevas infraestructuras de regadío creadas. Así, la situación a principios del **año 2000** (datos del año 2002) sitúa **2.076** hectáreas por encima de la cota 300 (Fig. 33), cantidad similar a la proporcionada por los canales de la cota 100 ó 200. Esto indica el gran descontrol existente en el regadío en la zona, pues todos estos regadíos han crecido a expensas de la iniciativa privada con un escaso control por parte de la autoridad pertinente.

Si representamos gráficamente el crecimiento de las hectáreas de regadío en función de la disponibilidad de infraestructuras hidráulicas (Fig. 28), se puede ver que los umbrales de crecimiento se sitúan aproximadamente cada diez años desde los años 60, siendo cada uno de los saltos del mismo orden que el anterior, salvo el producido a principios de los 90, cuando la importante sequía existente no permitió crecer más al regadío pese a contar con la infraestructuras de distribución necesaria.



**Figura 28. Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de regadío**

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 29. Superficie agrícola regada bajo la cota 50**

*Fuente. Elaboración propia*



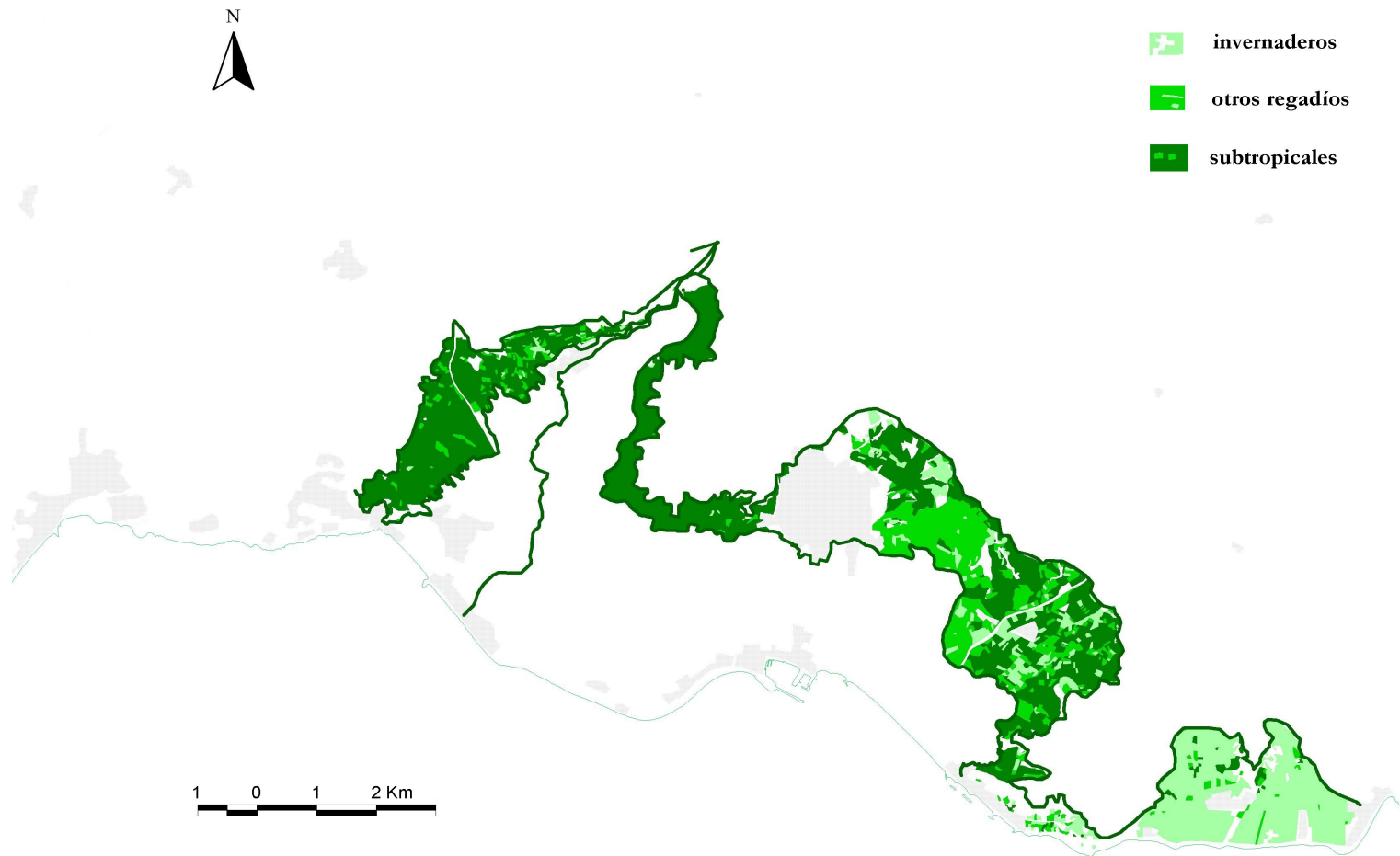


Figura 30. Superficie agrícola regada entre la cota 50 y 100

Fuente. *Elaboración propia*

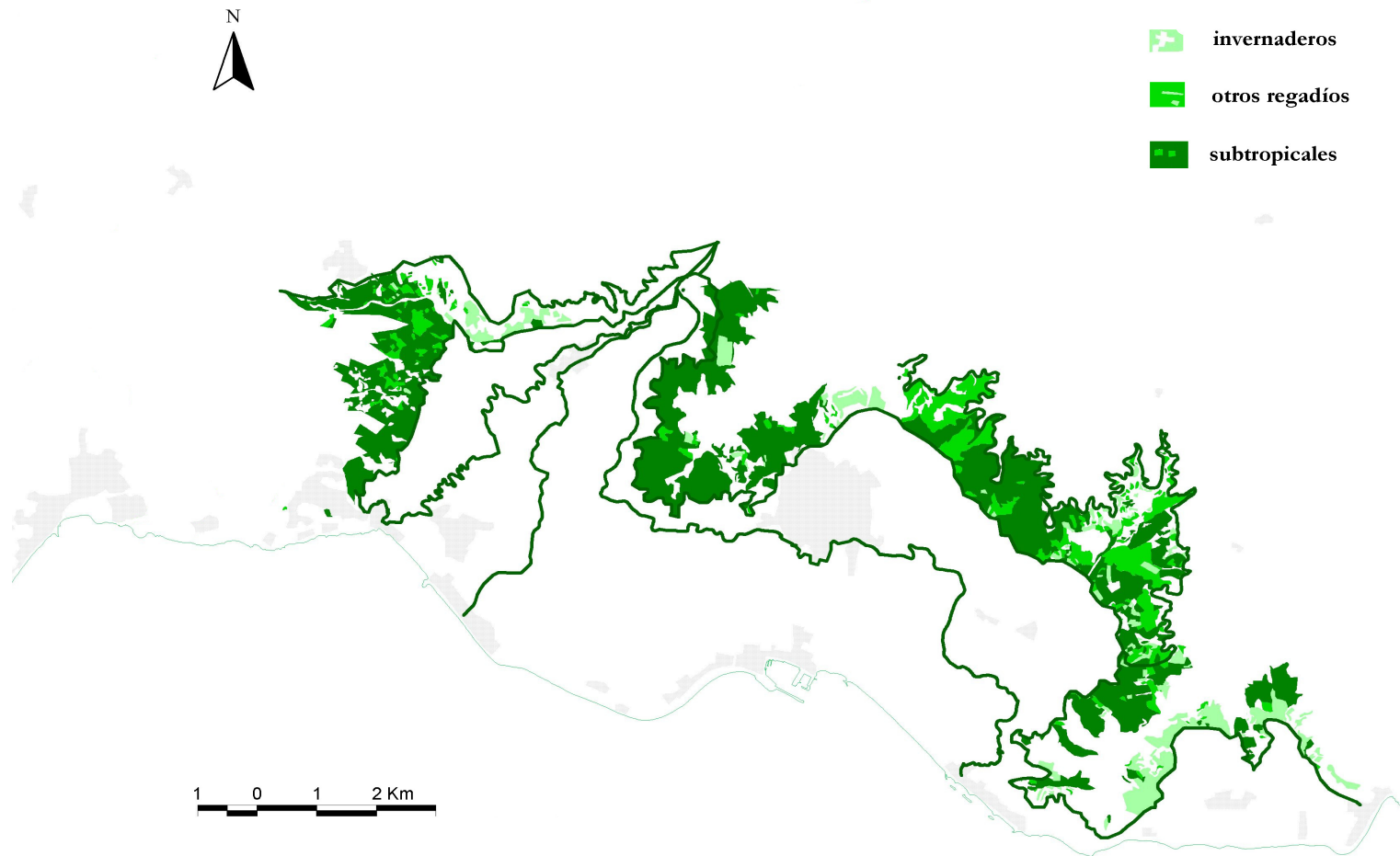


Figura 31. Superficie agrícola regada entre la cota 100 y 200

Fuente. *Elaboración propia*

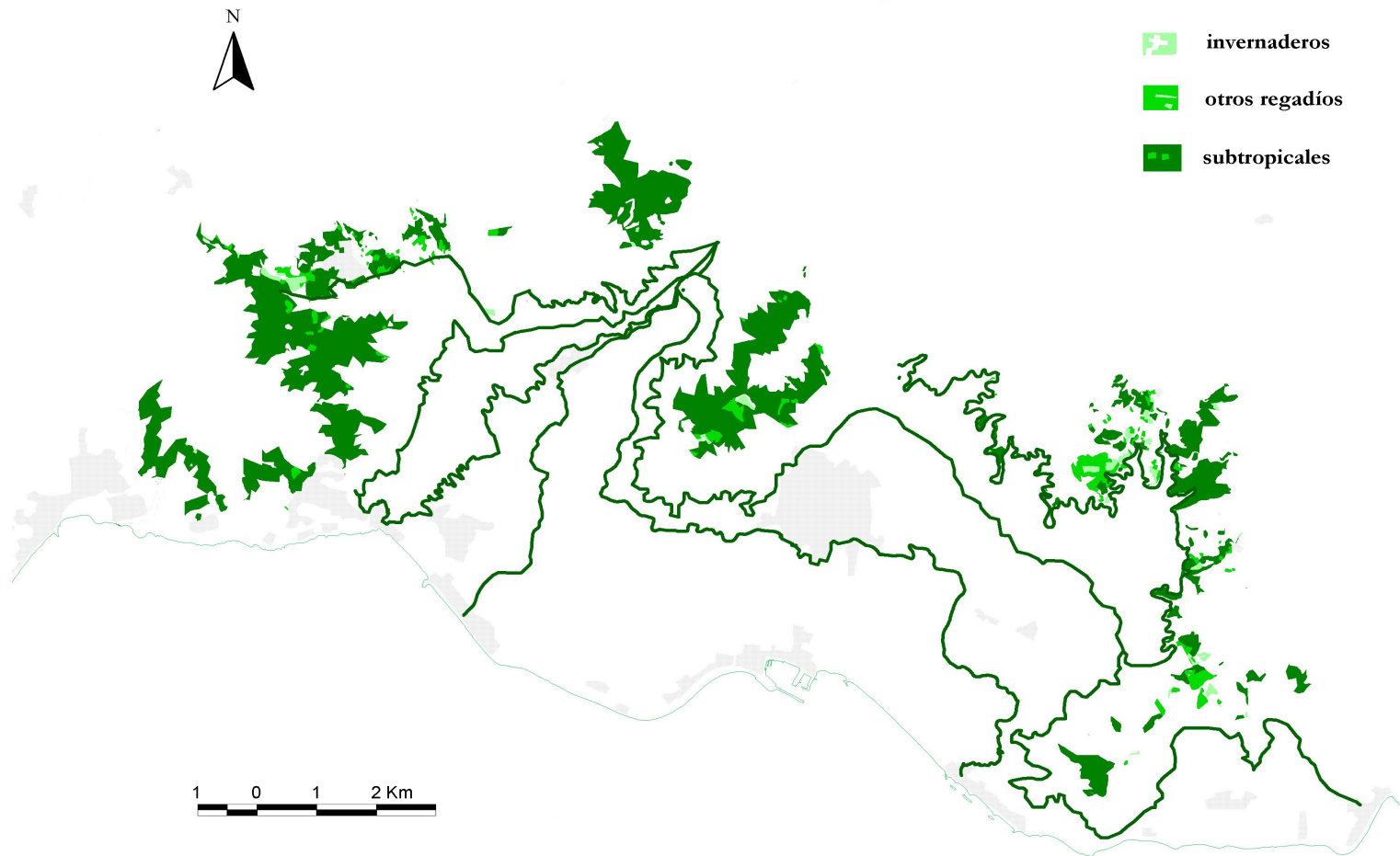


Figura 32. Superficie agrícola regada entre la cota 200 y 300

Fuente. *Elaboración propia*

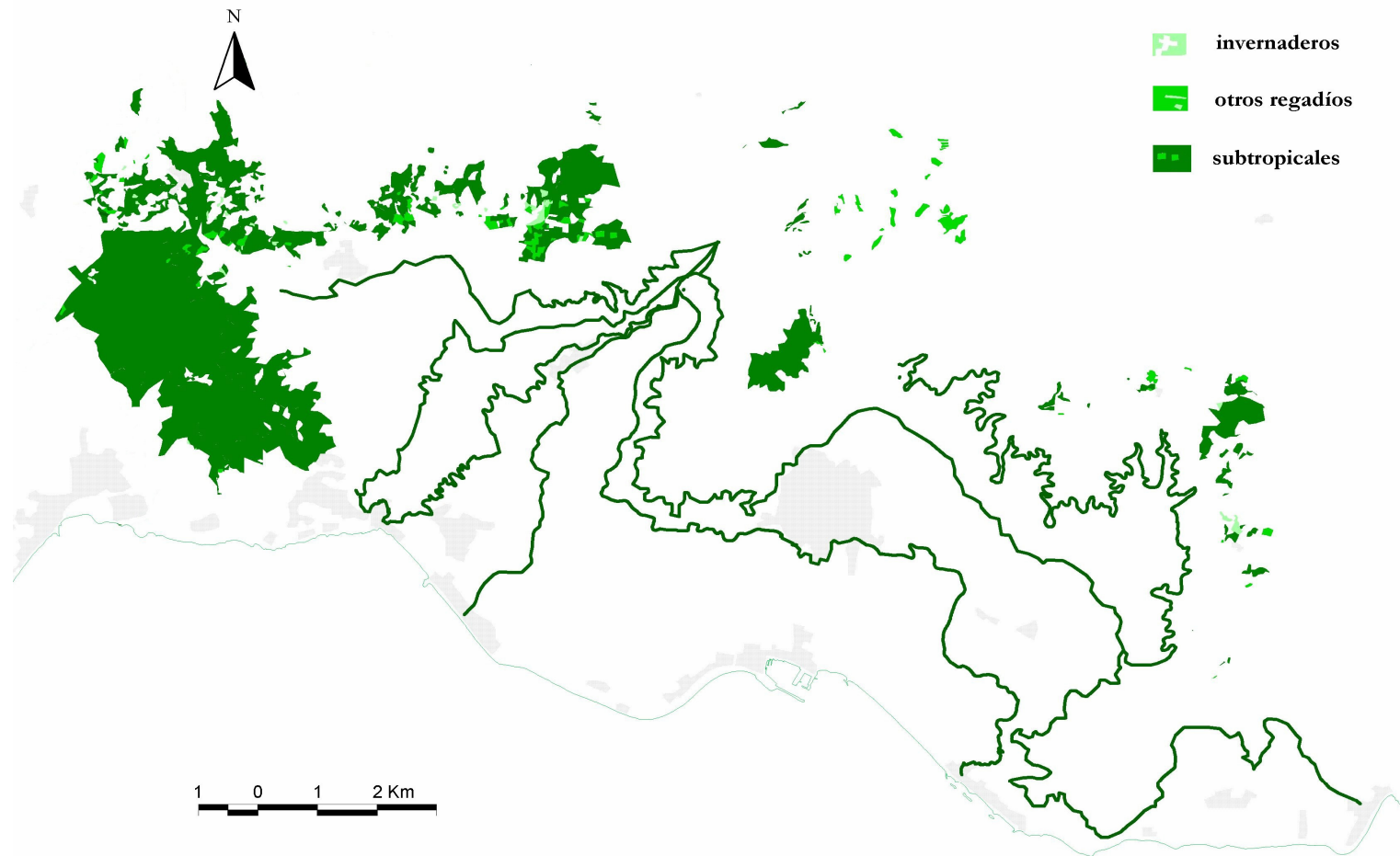


Figura 33. Superficie agrícola regada por encima de la cota 300

Fuente. *Elaboración propia*

## 5.2 EL CRECIMIENTO URBANO Y LAS REDES DE ABASTECIMIENTO

Respecto del crecimiento urbano, las infraestructuras hidráulicas de abastecimiento más importantes que han condicionado el desarrollo del Bajo Guadalfeo han sido la creación de las dos estaciones Potabilizadoras, -la de Motril en el año 1968 y la de Mólvizar en 1995-, la construcción de la tubería de abastecimiento desde Béznar a Molvízar tras la finalización de la presa en 1986, y la construcción en 1995 de la conducción subterránea que abastece de agua a las poblaciones del Valle del Río Verde.

Es claro que en las etapas previas a su abastecimiento los municipios de la zona se han abastecido de agua subterránea mediante la construcción de numerosas captaciones. Sin embargo, al no contar con una localización espacio-temporal de dichos pozos, sólo se han considerado las tomas de agua superficial para este análisis.

Así, se pueden distinguir tres estadios en el abastecimiento de la Costa Tropical (Fig. 35); la **primera etapa de 1968 a 1986**, cuando la construcción de la Estación Potabilizadora de Motril y sus conducciones abastecen a la zona más Oriental, - Motril, Varadero, Puntalón, Torrenueva, Carchuna y Calahonda-, la **segunda etapa de 1986 a 1995**, cuando la tubería procedente de Béznar abastece a toda la parte central -Molvízar, Itrabo, Jete y Salobreña-, y la **tercera etapa de 1995 a 2002**, cuando la construcción de la tubería subterránea desde salobreña al valle del río Verde abastece a los núcleos costeros de la parte más Occidental- Almuñécar y la Herradura-.

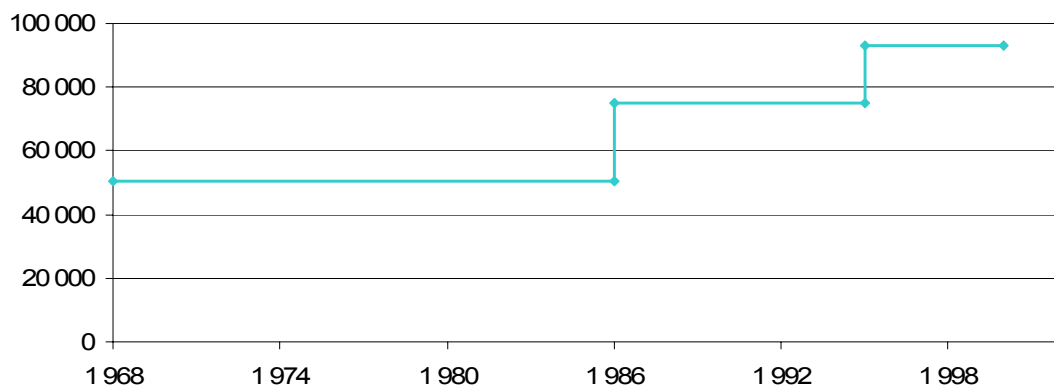
Representando los datos de población correspondientes a estos hitos infraestructurales (Tabla 2) se ha obtenido la Figura 34, en la que puede verse claramente los saltos de umbral poblacionales correspondientes a la dotación de agua potable en los distintos municipios de la región. Al igual que pasaba en el análisis de las redes de regadío, el salto de umbral producido en los años 90 es

menor que en el resto, es decir, la sequía de estos años afectó también al consumo urbano y por tanto, al crecimiento de sus redes.

**Tabla 2. Evolución de la población servida por la infraestructura hidráulica del Bajo Guadalfeo**

	AÑO 1968	AÑO 1986	AÑO 1995
ALMUÑECAR	11 587	17 149.00	21 302
ITRABO	811	1 200	1 491
JETE	487	721	896
MOLVIZAR	1 640	2 427	3 015
MOTRIL	30 053	44 482	55 254
SALOBREÑA	6 031	8 926	11 088
<b>TOTAL</b>	<b>50 609</b>	<b>74 905</b>	<b>93 044</b>

*Fuente. Elaboración propia a partir de INTECSA-INARSA 2003 y Caja General de Ahorros 2001*



**Figura 34. Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de abastecimiento**

*Fuente. Elaboración propia*

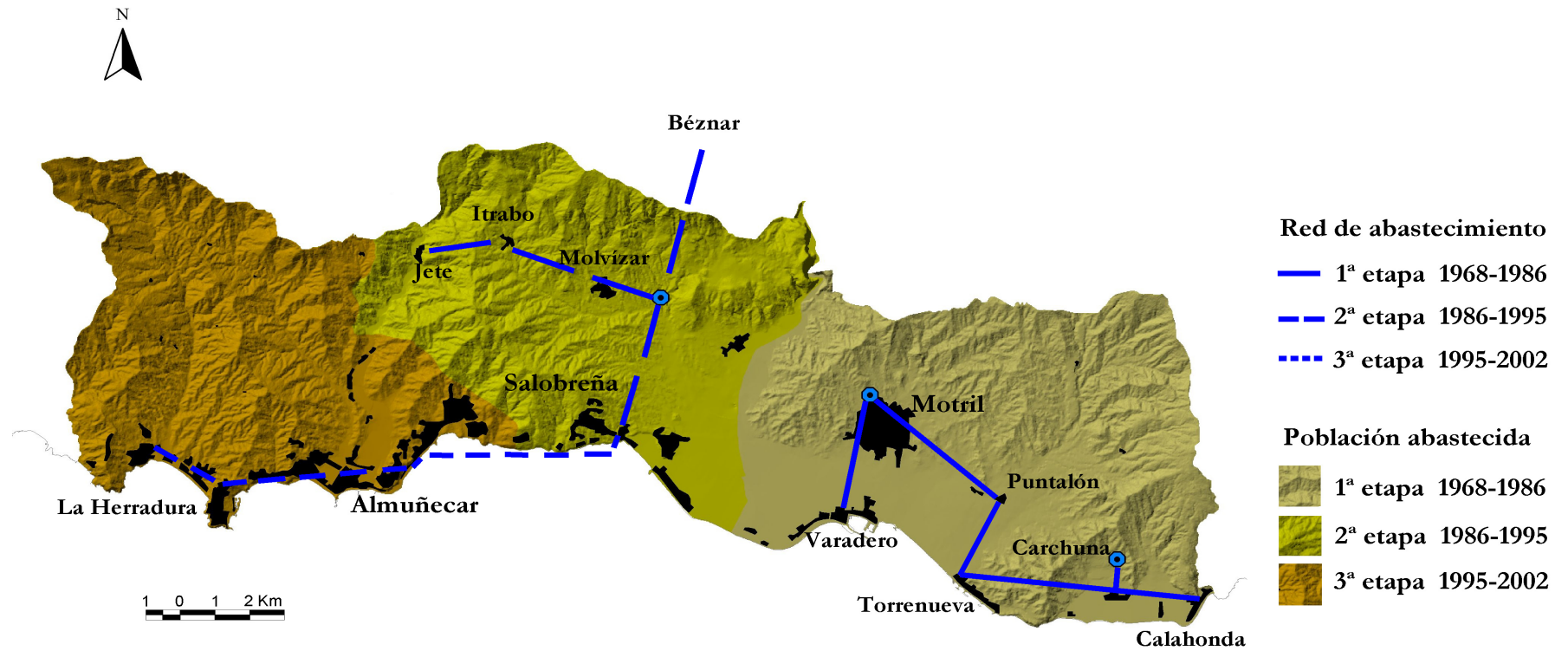


Figura 35. Localización espacial y temporal de las infraestructuras de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*



## 6 CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La primera conclusión de este capítulo podría ser el hecho de que el **aumento de la oferta de agua** como respuesta al crecimiento de la demanda, no ha supuesto una disminución del déficit hídrico si no todo lo contrario; donde más se han aumentado los recursos hídricos disponibles mediante la construcción de infraestructuras, mayores son los índices de demanda.

Este incremento de infraestructura hídrica se ha visto potenciado por la **desigualdad de recursos** existentes incluso dentro de las mismas cuencas, -caso de la región de estudio-, donde además las regiones con menos reservas de agua son las más pobladas.

Así, en la región del Guadalfeo se han desarrollado dos tipologías diferentes de infraestructura; una de carácter muy autónomo destinada al abastecimiento de los núcleos de las zonas menos pobladas que ha perpetuado de alguna forma su estadio de desarrollo, y otra más compleja formada por una serie de trasvases y obras de regulación que transportan el agua desde las zonas con más recursos, a las más deficitarias y consumidoras de agua. Este continuo incremento en la explotación ha provocado una situación de **'escasez'** asociada al abusivo incremento de la demanda, que está suponiendo graves problemas ambientales en la zona hoy en día.

Así mismo, también existe un claro problema en la **calidad del agua**, debido sobre todo a la acción antrópica en las zonas más pobladas. Estos desequilibrios imprimen una gran fragilidad al sistema hídrico que sustenta al corredor litoral, existiendo graves conflictos por el uso del agua que generan a su vez importantes incertidumbres.

Por otro lado, el crecimiento de la infraestructura a lo largo de la región de estudio ha supuesto, sobre todo en las zonas receptoras del agua, un crecimiento muy importante de las actividades humanas, la agricultura en especial, cuyo proceso de

**expansión territorial** muchas veces descontrolado, ha tenido un **carácter escalonado o de umbral**. Esta expansión hace prever la necesidad de gestionar mejor las infraestructuras así como la reordenación de las actividades existentes y futuras en coordinación con la planificación territorial, utilizando las infraestructuras hidráulicas como una herramienta para re-equilibrar el territorio, y no como ha sucedido en esta región, para potenciar su desequilibrio natural.

En resumen, puede decirse que las redes del agua han jugado un triple papel en el desarrollo de las actividades humanas; potenciar el crecimiento en las fases iniciales, limitarlo en las fases de agotamiento de dichas redes, y sobre todo, ordenar los usos que se han nutrido de ellas. Por tanto, la planificación de estas redes debe realizarse sin olvidar que son un importante elemento en la Ordenación del Territorio.

## **CAPÍTULO 5. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LA DEMANDA URBANA DEL AGUA**

<b>1. LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA EN RELACIÓN CON LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA .....</b>	<b>5.5</b>
<b>2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS DEL AGUA.....</b>	<b>5.7</b>
<b>2.1 METODOLOGÍAS EMPLEADAS PARA LA PREVISIÓN DE LA DEMANDA URBANA .....</b>	<b>5.7</b>
<b>2.2 LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN .....</b>	<b>5.11</b>
2.2.1 DATOS DE CONSUMO .....	5.11
2.2.2 COMPARATIVA DE CONSUMOS Y CONSUMO PONDERADO .....	5.16
2.2.3 DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LA DEMANDA URBANA DE AGUA .....	5.24
<b>2.3 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN .....</b>	<b>5.25</b>
<b>2.4 RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA .....</b>	<b>5.29</b>
<b>3. PREVISIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA URBANA .....</b>	<b>5.30</b>
<b>3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO .....</b>	<b>5.31</b>
<b>3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA.....</b>	<b>5.34</b>
<b>4. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA URBANA.....</b>	<b>5.38</b>
<b>4.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>5.48</b>
<b>5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....</b>	<b>5.52</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Previsiones de Demandas Urbanas de Agua en el ámbito Nacional realizadas en los diferentes Planes Hidrológicos .....	5.9
<b>Fig. 2.</b> Comparativa de Consumos en la Unidad Alpujarra .....	5.18
<b>Fig. 3.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Contraviesa .....	5.18
<b>Fig. 4.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Costa Tropical .....	5.19
<b>Fig. 5.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Valle de Lecrín .....	5.19
<b>Fig. 6.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Alpujarra .....	5.20
<b>Fig. 7.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Contraviesa .....	5.21
<b>Fig. 8.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Costa Tropical ....	5.21
<b>Fig. 9.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios del Valle de Lecrín .....	5.22
<b>Fig. 10.</b> Consumo de agua urbana por municipios en el año 2002 .....	5.23
<b>Fig. 11.</b> Distribución porcentual del consumo urbano lo largo del año .....	5.24
<b>Fig. 12.</b> Relación entre las Poblaciones Medias de los municipios y sus consumos per cápita .....	5.25
<b>Fig. 13.</b> Diferencia porcentual entre el Consumo Teórico y el Consumo Real.	5.26
<b>Fig. 14.</b> Ábaco propuesto para el cálculo del consumo urbano de agua .....	5.27
<b>Fig. 15.</b> Desviaciones respecto del consumo real del consumo teórico y propuesto .....	5.28
<b>Fig. 16.</b> Ocupación actual del suelo .....	5.32
<b>Fig. 17.</b> Predicción del crecimiento urbano para el año 2010 .....	5.33
<b>Fig. 18.</b> Predicción del crecimiento urbano para el año 2025 .....	5.33
<b>Fig. 19.</b> Evolución de la Demanda Urbana por Grupos Poblacionales .....	5.35
<b>Fig. 20.</b> Escenario de demanda urbana en el año 2010. Comparativa con la situación de partida .....	5.36
<b>Fig. 21.</b> Escenario de demanda urbana en el año 2025. Comparativa con la situación de partida .....	5.37
<b>Fig. 22.</b> Rendimientos en Alta de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa.....	5.49
<b>Fig. 23.</b> Rendimientos en Baja de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa.....	5.49
<b>Fig. 24.</b> Pérdidas en las redes de Abastecimiento.....	5.51

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Dotaciones recomendadas para la elaboración de previsiones de demanda urbana de agua en los Planes Hidrológicos (l/hab/día) .....	5.10
<b>Tabla 2.</b> Dotaciones de agua para consumo urbano .....	5.15
<b>Tabla 3.</b> Coeficientes de Ponderación en función de la disponibilidad de datos .....	5.16
<b>Tabla 4.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de infraestructura urbana .....	5.42
<b>Tabla 5.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro voluntario del ciudadano .....	5.43
<b>Tabla 6.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro inducido .....	5.44
<b>Tabla 7.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de la eficiencia en la red de abastecimiento urbana... ..	5.45
<b>Tabla 8.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la utilización de recursos no convencionales.....	5.46
<b>Tabla 9.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante otras medidas de gestión en el ámbito urbano.....	5.47
<b>Tabla 10.</b> Rendimientos de las redes de abastecimiento según número de habitantes.....	5.51



## RESUMEN

La política del agua practicada en nuestro país a lo largo del siglo XX se ha caracterizado por un constante aumento de la oferta hídrica mediante la promoción de numerosas e importantes obras hidráulicas. Décadas de bienestar sin control y bajos precios del agua han conformado una cultura que ha explotado los recursos como si de manantiales inagotables se tratara. En la actualidad, la situación de escasez asociada a estos modelos de desarrollo, unida a los problemas medioambientales que el incorrecto uso del agua está provocando, ha hecho creciente la necesidad de controlar y reducir los consumos tanto urbanos como agrícolas. Por ello, las políticas actuales se encuentran inmersas en una doble problemática; por un lado, la **caracterización y previsión de las demandas de agua** con mayor grado de exactitud con el fin de ejercer un mayor control sobre las mismas y planificar de forma más correcta la utilización de los recursos -el ‘desgobierno’ existente induce al despilfarro y a la sobreexplotación de los recursos-, y por otro, el **control y la disminución de las demandas de agua** aplicando políticas de ahorro. En este capítulo se estudian ambos aspectos en el caso de la demanda urbana, estableciendo una metodología de trabajo que permite realizar previsiones más fiables de las demandas futuras y disminuir las necesidades de agua de los usuarios.



## 1. LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA EN RELACIÓN CON LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL AGUA

A lo largo del tiempo, la Planificación de las demandas urbanas ha evolucionado en función de los modelos de gestión del agua existentes en cada época, es decir, del conjunto de valores, medidas, normas y acciones encaminadas a explotar y preservar los sistemas hídricos en un ámbito espacial y temporal determinado (Pedregal Mateos, 2004).

Los modelos de Gestión de la Oferta, han menospreciado tradicionalmente el conocimiento de la demanda urbana por *representar una proporción pequeña* respecto de la demanda agrícola. Sin embargo, el crecimiento del turismo en lugares como los países del Mediterráneo, hace del consumo urbano un factor clave para la gestión, ya que las previsiones demográficas mantienen estos niveles de crecimiento y auguran situaciones de insuficiencia en el abastecimiento, así como graves problemas ambientales derivados de esta masiva ocupación.

La población se ha considerado como un mera consumidora “per cápita del recurso” y no se ha precisado un conocimiento profundo de la demanda, si no que se ha asumido simplemente que el sistema siempre se enfrenta a una *demanda creciente* que se debe satisfacer aumentando la oferta, suposición que se ha desarrollado en un contexto en el que la construcción de infraestructuras se ha percibido como única opción (Pedregal Mateos, 2004).

Fruto de esta despreocupación, los métodos que se utilizan aún hoy en día para prever el crecimiento de estas demandas se basan en la consideración de dotaciones fijas que no tienen en cuenta las características de cada lugar, y que generalmente proponen escenarios de consumo por debajo de la realidad. Esto provoca situaciones de descontrol que terminan en el uso incorrecto y el despilfarro de los recursos amparándose en el carácter de emergencia. En España por ejemplo,

muchas regiones mediterráneas llegan a triplicar su población en los meses de verano, y sin embargo no cuentan con previsiones fiables de las demandas necesarias, encontrándose la mayoría de las veces desbordados en estos meses (Serrano Martínez, 2003).

Para mejorar esta situación, las políticas de Planificación y Gestión Integrada del Agua proponen un cambio de perspectiva en la Gestión de la Demanda Urbana, que requiere realizar mayores esfuerzos para **conocer, predecir, controlar y disminuir** estas demandas, y por tanto planificar y gestionar mejor el uso del agua.

En este apartado se ha realizado un análisis de la situación actual de las demandas en la región del Guadalfeo, estableciendo una metodología de trabajo que permite cumplir con los cuatro objetivos anteriores de la siguiente forma:

- **Caracterización** de las demandas de agua, lo cual permita **conocer** mejor sus particularidades.
- **Previsión del crecimiento** de estas demandas, que ayude a **predecir** futuros consumos y por tanto, planificar mejor el uso de los recursos hídricos
- Establecimiento de **Programas** dirigidos al **control y reducción** de estas demandas.

## 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS DEL AGUA

En este apartado se ha desarrollado una metodología que permite conocer de forma más rigurosa a la actual, la demanda urbana en función de la variabilidad de la población -principal característica poblacional de la región de estudio-, lo que resulta una herramienta muy útil para llevar a cabo una mejor Planificación del uso del agua. Conocidos los recursos existentes podrá determinarse la población máxima que asegura la sostenibilidad del sistema, así como la necesidad de buscar recursos alternativos para satisfacer los picos de demanda, evitando la sobreexplotación de las aguas subterráneas, que como se ha comentado en el Capítulo 4, supone un grave problema para la región de estudio.

### 2.1 METODOLOGÍAS EMPLEADAS PARA LA PREVISIÓN DE LA DEMANDA URBANA

La revisión bibliográfica pone de manifiesto que la principal relación de la previsión de las Demandas Urbanas con la planificación hidrológica se centra en dos aspectos principales; las **previsiones de crecimiento poblacional** y las **estimaciones per cápita del consumo** de agua.

Respecto de las **previsiones de crecimiento poblacional**, los métodos clásicos se han basado en el análisis matemático-estadístico de la evolución de los datos de población (Pedregal Mateos, 2004). En los últimos años y mejorando estos procedimientos, se han desarrollado multitud de modelos basados en análisis multicriterio que establecen escenarios futuros de ocupación urbana en función de la potencialidad de los suelos para ser ocupados; la proximidad a infraestructuras viarias o a otras zonas urbanas, la orientación, la pendiente... (Molero Melgarejo et al. 2006). Así mismo, desde los años noventa están surgiendo otros modelos más complejos que se basan en el establecimiento de analogías entre el crecimiento

urbano y el comportamiento de ciertos sistemas vivos, como son los modelos de autómatas celulares (Aguilera Benavente, 2006) o los multiagentes. Pese al incremento de la complejidad de estos procedimientos, la existencia de multitud de factores urbanos, sociales, económicos, culturales,... que afectan al crecimiento urbano y que son difícilmente cuantificables en los modelos, siguen imprimiendo un alto grado de incertidumbre a las previsiones de población realizadas, y en consecuencia a las demandas futuras previsibles.

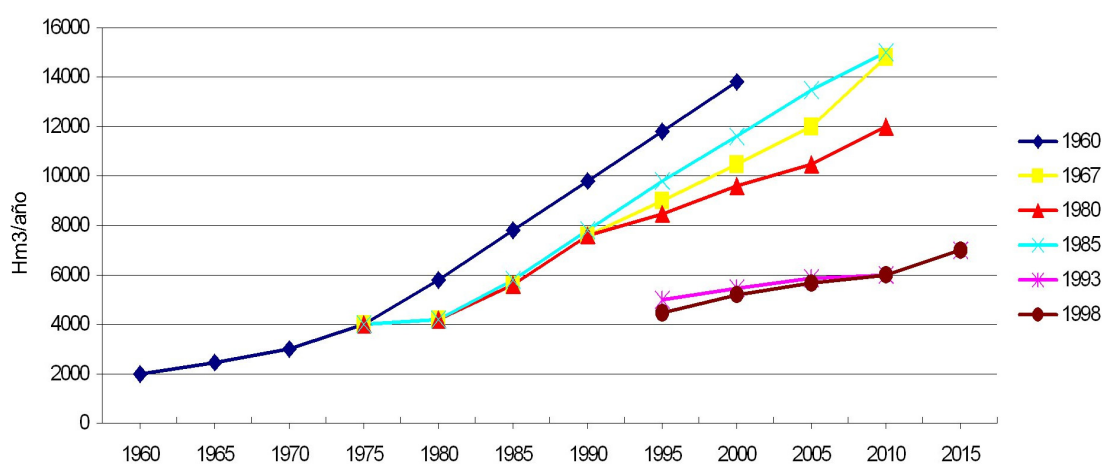
Respecto del cálculo de las **estimaciones per cápita del consumo de agua** (dotaciones) -aspecto en el que se va a profundizar en este capítulo-, los recientes modelos basados en el funcionamiento de las redes neuronales, se han mostrado como una herramienta muy útil para predecir el comportamiento del consumo urbano a corto plazo; días o incluso semanas (Jain et al. 2001, Zhou et al. 2000).

Sin embargo, las predicciones de los consumos per cápita a largo plazo, necesarias para la elaboración de los planes de gestión, siguen considerando dotaciones fijas estándar, por lo que las previsiones siguen siendo muy imprecisas. Estos métodos establecen una correspondencia directa entre el crecimiento de la población y de la demanda, sin tener en cuenta aspectos tan importantes como la variabilidad poblacional a lo largo del año, haciendo que los resultados observados y los estimados difieran bastante. La necesidad de contar con previsiones más reales de los consumos urbanos, ha hecho que se estén comenzando a utilizar dotaciones per cápita variables en función de las características del territorio. Este es el caso del método utilizado en el 'California Water Plan' (California Department of Water Resources, 1998), que realiza previsiones individualizadas para cada sector de uso y cada unidad hidrológica basándose en datos históricos proporcionados por las empresas suministradoras de agua y en las distintas características de cada región.

En España, el Libro Blanco del Agua -una de las principales referencias en gestión de agua-, reconoce que la práctica habitual de estimar o prever la demanda urbana a partir de valores teóricos de dotación en función de la población, conduce a

importantes desviaciones en las previsiones. Muestra de ello son las grandes diferencias en las estimaciones realizadas en los diferentes planes Hidrológicos (Fig. 1). En general se observa que las previsiones más antiguas son mucho mayores, ya que han sido realizadas en momentos en los que se consideraba al recurso hídrico como un bien ilimitado. A medida que el valor del agua ha ido aumentando y se ha empezado a considerar como un bien escaso, la necesidad de controlar más el consumo ha llevado a hacer un mayor esfuerzo por realizar previsiones más ajustadas a la realidad. Esto se debió principalmente a que las previsiones de consumo al alza han sido utilizadas tradicionalmente para permitir crecimientos por encima de lo necesario, por lo que una previsión razonable de las demandas, sirve también como un factor de control al crecimiento.

A pesar de la demostrada ineficacia en la estimación de los consumos futuros con dotaciones teóricas fijas, el Libro Blanco del Agua sigue proponiendo su utilización en las previsiones de demanda de los Planes de Gestión del Agua, atendiendo únicamente al nivel de desarrollo del lugar como variable diferenciadora (Tabla 1).



**Figura 1. Previsiones de Demandas Urbanas de Agua en el ámbito Nacional realizadas en los diferentes Planes Hidrológicos**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos del Libro Blanco del Agua, 2000*

**Tabla 1. Dotaciones recomendadas para la elaboración de previsiones de demanda urbana de agua en los Planes Hidrológicos (l/hab/día)**

POBLACIÓN	INDICE DE ACTIVIDAD		
	ALTO	MEDIO	BAJO
< 10.000	280	250	200
10.000-50.000	310	280	250
50.000-250.000	360	330	300
> 250.000	410	380	350

*Fuente. Modificado de Libro Blanco del Agua, 2000*

Al aplicar una metodología estándar de dotaciones constantes para todo el territorio nacional no se están teniendo en cuenta factores tan importantes como la heterogeneidad espacial del consumo y la variación poblacional a lo largo del año. Sin embargo, así se calculan las previsiones de consumo de agua en todos los Planes Hidrológicos de Cuenca del país. Este hecho no es más que el fruto del desinterés general por conocer de forma más detallada las demandas urbanas de agua.

En este sentido, este capítulo presenta una metodología para obtener **estimaciones variables del consumo de agua por habitante** que permite obtener datos de demandas futuras de agua mucho más acordes con la realidad. De esta forma se puede realizar una mejor Planificación de la Demanda Urbana de Agua y en consecuencia, una mejor Gestión Integrada del Agua. Para ello se analizarán en profundidad los datos de demanda urbana en la región de estudio, proponiendo una metodología de cálculo acorde con sus peculiaridades.

## 2.2 LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN

Como ya se ha comentado, la principal característica del consumo urbano en la región de estudio es su estacionalidad, por lo que se ha realizado un análisis de la relación existente entre los **consumos actuales** y la **variabilidad de población** a lo largo del año, con objeto de proponer una metodología más acorde con la realidad de la zona que la que proponen los procedimientos habituales. Para ello, es necesario realizar primero una estimación de los consumos actuales.

### 2.2.1 Datos de Consumo

Dado que según fuentes consultadas (Aguas y Servicios de la Costa Tropical, 2005) la demanda urbana de agua se encuentra satisfecha al 100%, para calcular la situación actual se han tomado los consumos de agua existentes, estableciendo una equivalencia entre consumo y demanda. Esto no será así en las previsiones realizadas.

La estimación de los consumos urbanos actuales en la región de estudio, al contrario de lo que parecería razonable, ha sido una labor realmente difícil. Tras solicitar esta información a las diferentes entidades gestoras, -Diputación de Granada, Confederación Hidrográfica del Sur y Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical-, la heterogeneidad de los datos proporcionados han requerido una gran labor de análisis y síntesis que se resume en este apartado.

Lo primero que llama la atención es que la información existente es bastante incompleta, ya que no existen registros de consumo en todas las zonas, tan sólo de aquellas que por su tamaño tienen especial incidencia en los números globales del consumo (la franja litoral). Por otro lado, las compañías gestoras del abastecimiento urbano son reacias a proporcionar los datos de los consumos que registran.

Todo ello pone de manifiesto la falta de control existente en los consumos urbanos, pues la mayoría de las veces ni siquiera son bien conocidos. Por tanto, la primera conclusión que puede extraerse de este primer análisis, es que existe una clara



necesidad de contar con una información más fiable y transparente que ayude a una mejora en la gestión del agua urbana.

A continuación se presenta un resumen de las fuentes de información y referencias bibliográficas consultadas, y de cómo son los datos obtenidos tanto en cantidad como en calidad. La información proporcionada corresponde al año 2002, por lo que se ha tomado este año como situación actual. Así mismo, se ha realizado una estimación propia de los consumos existentes basada en los procedimientos establecidos por la bibliografía específica. A cada una de las series de datos obtenidas se la ha asignado un grado de fiabilidad, con el fin de realizar una estimación del consumo que se aproxime lo máximo a la realidad.

### **Diputación de Granada**

La información proporcionada por la Diputación de Granada, ha sido facilitada por el Área de Obras y Servicios a través de técnico D. Vicente Gallardo, y ha consistido en la edición en papel de la *Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales* realizada por la Diputación en el año 2002.

El origen de estos datos es la estimación, es decir, no son datos de consumo de agua reales, sino un cálculo aproximado que se realiza multiplicando la población existente por una dotación media de 200 ó 250 l/hab/día, sin indicar en qué casos una u otra. Se añade además una estimación del consumo industrial que se incorpora en forma de habitante equivalente, pero sin indicar cómo se ha realizado. Se trata por tanto de una estimación considerada de **Fiabilidad Media**, pues el hecho de tomar una dotación fija para todos los núcleos independientemente de la población existente, no es una buena aproximación a la realidad.

### **Confederación Hidrográfica del Sur**

La información proporcionada por la Confederación Hidrográfica del Sur ha sido facilitada a través del Ingeniero de Caminos D. Germán Ríos, y ha consistido en los datos de las concesiones de explotación de agua que posee dicha Confederación.

Se trata de una información prolija de la cual ha sido difícil extraer datos de consumo urbano, pues las concesiones de agua se utilizan en la mayoría de los casos (salvo en algunos ayuntamientos), para la explotación tanto urbana como agrícola, sin distinguir el porcentaje que se dedica a cada uno de los usos. Se han tomado por tanto sólo aquellas concesiones dedicadas en exclusiva al consumo urbano, por tratarse de los únicos datos fiables, asumiendo por ello un error por defecto.

Por otro lado, las concesiones se realizan con un caudal máximo a explotar, por lo que el caudal de extracción real no tiene porqué coincidir con el máximo concedido. De hecho, al no existir caudalímetros que registren la salida de agua, el error cometido puede ser por exceso (se extrae menos agua de la máxima concedida), o por defecto (se extrae más agua de la que se tiene concedida). Según consultas realizadas a varios consumidores, suelen darse los dos casos, lo cual hace muy difícil el control de los consumos reales existentes. Si a esto le añadimos el hecho de que no existe información en todos los municipios, podemos concluir que esta información es de **Fiabilidad Baja**.

### **Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur**

El Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur, aprobado el 24 de Julio de 1998, ha sido consultado a través del Documento facilitado por la Confederación Hidrográfica del Sur ‘Seguimiento y revisión del plan hidrológico de la cuenca del Sur’ del año 2001.

Los datos presentados corresponden a consumos reales proporcionados por las empresas gestoras del abastecimiento en el año 1998, momento de la elaboración del Plan. Basándose en ellos, el documento de Revisión del Plan realiza una previsión para el año 2001, datos que se han aproximado a los correspondientes a la situación de análisis del 2002. Esta información se ha considerado de **Fiabilidad Media-Alta**, ya que los datos de origen responden a la realidad, y el período de estimación es lo suficientemente pequeño como para que no existan excesivas variaciones.

## **Estudio ‘Aprovechamiento de los Recursos Hídricos del Litoral Granadino’. INTECSA – INARSA.**

A petición de la Confederación Hidrográfica del Sur, la empresa INTECSA-INARSA realiza en el año 2003 un estudio sobre los Recursos Hídricos existentes en Litoral Granadino, con objeto de definir un sistema de gestión para el futuro embalse de Rules.

En este estudio al igual que en el anterior, los datos de consumo corresponden al año 2001, y ya que su origen también son consumos reales se han considerado también de **Fiabilidad Media-Alta**.

## **Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical**

La Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical es la entidad responsable de la gestión del ciclo integral del agua en los municipios de la Costa Tropical y la Contraviesa. A través de la Ingeniera de Caminos, D<sup>a</sup>. María López, se han recopilado los datos de consumo de los municipios integrantes correspondientes al año 2002. Estos datos han sido proporcionados por la empresa gestora del abastecimiento ‘Aguas y Servicios’, por lo que se han considerado de **Fiabilidad Alta** al corresponder a consumos reales.

## **Estimación Propia**

Para complementar la información obtenida por las fuentes ya descritas, se ha realizado una estimación de los consumos existentes en la zona mediante los procedimientos descritos en la bibliografía específica.

Para ello, se han tomado unos consumos per cápita dependientes del tamaño de la población descritos en la Tabla 2. Los consumos resultantes de multiplicar dichas dotaciones por la población residente, se han corregido por un factor que representa de cierta forma la variabilidad poblacional a lo largo del año, el *Coficiente Punta ‘Cp’* (Eq. 1). Este coeficiente relaciona las Poblaciones Máxima y Media (Eq. 2), tomando

la Población Media como el resultado de considerar que sólo el 30% del tiempo se dan valores de población máxima en los núcleos, suposición que se ha realizado tras consultar datos sobre ocupación turística y de segunda residencia (Instituto Andaluz de Estadística, 2002).

$$\text{Consumo} = \text{Dotación} \cdot \text{Población} \cdot C_p \quad \text{Eq. 1}$$

$$C_p = \frac{P_{MAXIMA}}{P_{Media}} \quad \text{Eq.2}$$

**Tabla 2. Dotaciones de agua para consumo urbano**

	<b>DOTACIONES</b>	<b>l/hab/día</b>
<b>GRUPO 1</b>	<1.000 habitantes	100
<b>GRUPO 2</b>	1.000-6.000 habitantes	150
<b>GRUPO 3</b>	6.000-12.0000 habitantes	200
<b>GRUPO 4</b>	12.000-50.000 habitantes	250
<b>GRUPO 5</b>	50.000-250.000 habitantes	300
<b>GRUPO 6</b>	>250.000 habitantes	400

*Fuente. Hernández Muñoz, 2000*

De esta forma se han calculado los datos de consumo para los municipios de la zona (Tabla 1, Anexo I), considerados de **Fiabilidad Media–Alta** al haber sido ponderados por un coeficiente punta que tiene en cuenta las fluctuaciones estivales.

## 2.2.2 Comparativa de Consumos y Consumo Ponderado

Una vez analizados los datos de los consumos obtenidos por las distintas fuentes (Tabla 2, Anexo I) ha podido observarse la gran variabilidad existente entre los datos (Fig. 2, 3, 4 y 5). Esto confirma de nuevo el descontrol existente en el consumo urbano de agua, y la necesidad de contar con datos más fiables que permitan una gestión más racional.

Para poder trabajar con datos únicos, se ha realizado una ponderación de los datos en función de su grado de fiabilidad, obteniendo lo que se ha denominado un Consumo Ponderado, que se ha tomado como el dato de consumo urbano más cercano a la realidad en la zona de estudio.

Ya que todas las fuentes no proporcionan datos en todos los municipios de la zona, se han establecido un serie de coeficientes de ponderación en función de las distintas combinaciones de datos que se han encontrado (Tabla 3).

Siguiendo las indicaciones anteriores, las posibles combinaciones y sus pesos han sido las siguientes:

**Tabla 3. Coeficientes de Ponderación en función de la disponibilidad de datos**

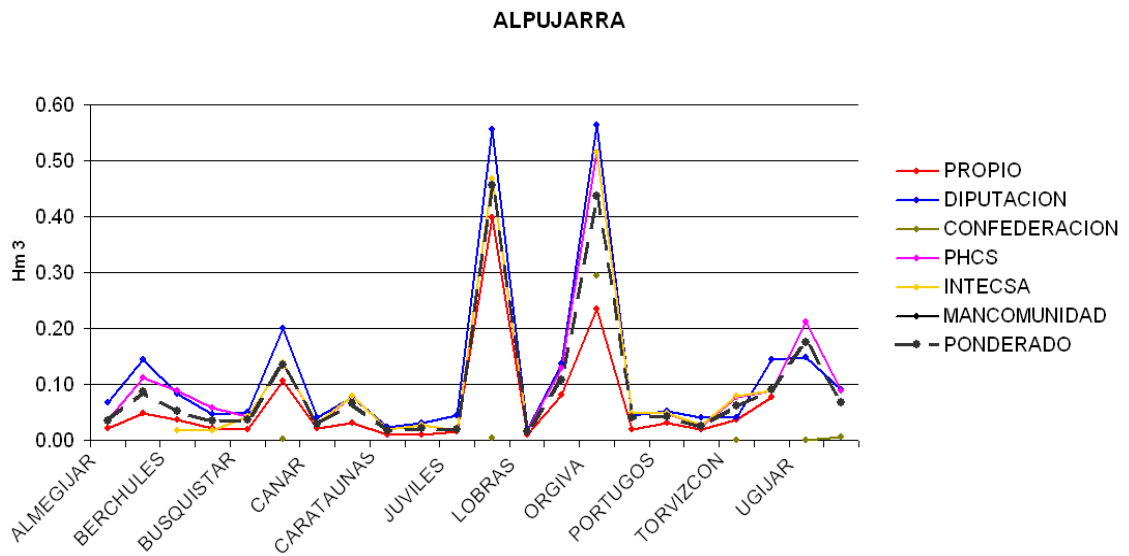
<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>	<b>GRADO DE FIABILIDAD</b>	<b>COEF. DE PONDERACIÓN</b>
Todas las fuentes proporcionan datos	Mancomunidad	Fiabilidad Alta	0,7
	INTECSA	Fiabilidad Media-Alta	0,1
	PHCS	Fiabilidad Media-Alta	0,1
	Estimación Propia	Fiabilidad Media-Alta	0,1
Mancomunidad de Municipios no proporciona datos	INTECSA	Fiabilidad Media-Alta	0,3
	PHCS	Fiabilidad Media-Alta	0,3
	Estimación Propia	Fiabilidad Media-Alta	0,3
	Diputación	Fiabilidad Media	0,1
INTECSA no proporciona datos	Mancomunidad	Fiabilidad Alta	0,7
	PHCS	Fiabilidad Media-Alta	0,125
	Estimación Propia	Fiabilidad Media-Alta	0,125
	Diputación	Fiabilidad Media	0,05
Ni Mancomunidad de Municipios ni INTECSA proporcionan datos	PHCS	Fiabilidad Media-Alta	0,45
	Estimación Propia	Fiabilidad Media-Alta	0,45
	Diputación	Fiabilidad Media	0,1

*Fuente. Elaboración propia*

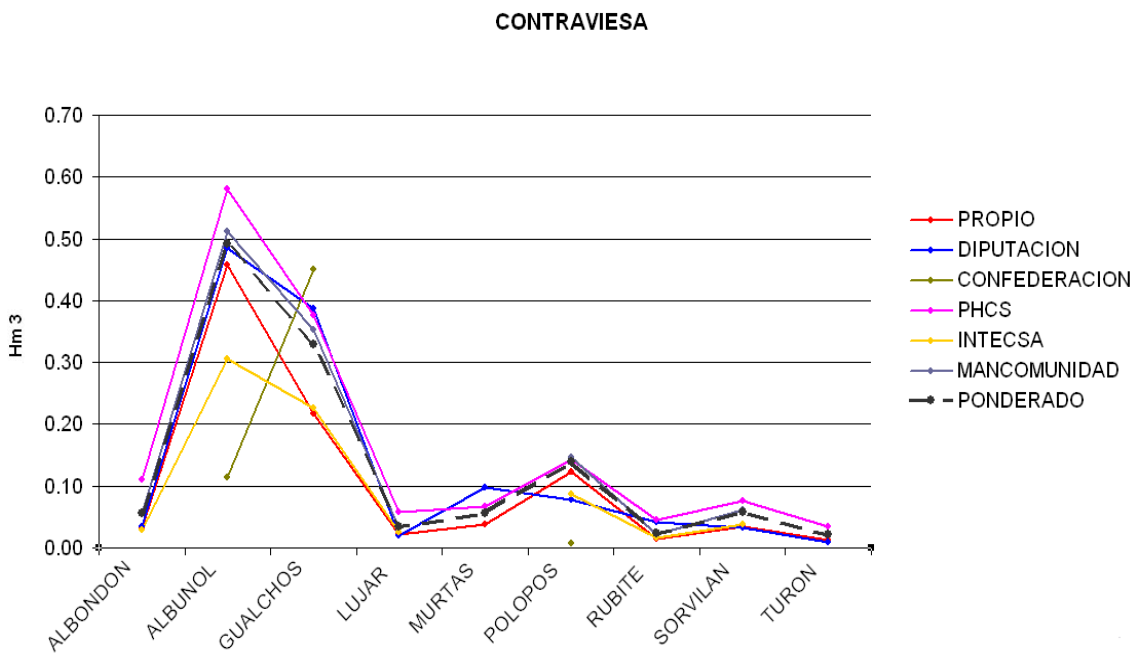
Multiplicando cada uno de los datos por el peso indicado en la tabla anterior y sumándolos, se obtienen los datos de Consumo Ponderado que serán tomados como la mejor aproximación al consumo real.

En los gráficos siguientes se han comparado los consumos obtenidos para cada municipio según su origen. En ellos pueden destacarse los siguientes aspectos:

- Los datos de Confederación Hidrográfica del Sur difieren mucho del resto, lo cual ratifica la decisión de haberlos considerado de Fiabilidad Baja.
- Los datos disponibles son más numerosos en las Unidades Territoriales Costa Tropical y Contraviesa, lo cual se debe principalmente a que los servicios de abastecimiento se encuentran mancomunados. En el Valle de Lecrín y sobre todo Alpujarra, al tratarse de abastecimientos autónomos, la información existente es más sesgada, por lo que el consumo ponderado se aproximará menos a la realidad. El hecho de que sean municipios menos poblados, y que por tanto no repercutan demasiado en el volumen global de consumo, hace que no exista un gran interés por mejorar esta información. Sin embargo, una Gestión Integral necesita conocer no sólo los ‘números grandes’ sino también aquellos que aunque menores, pueden suponer cambios importantes en los modelos de Gestión.
- Por otro lado, las diferencias en los datos disponibles son mucho mayores en las poblaciones de mayor tamaño. Esto pone de manifiesto la falta de rigurosidad en las mediciones proporcionadas por las distintas fuentes, y por tanto, la necesidad de contar con información más fiable.
- La estimación propia del consumo se encuentra siempre por debajo del Consumo Ponderado, lo que indica que los consumos teóricos que se utilizan en la planificación son menores que los reales.

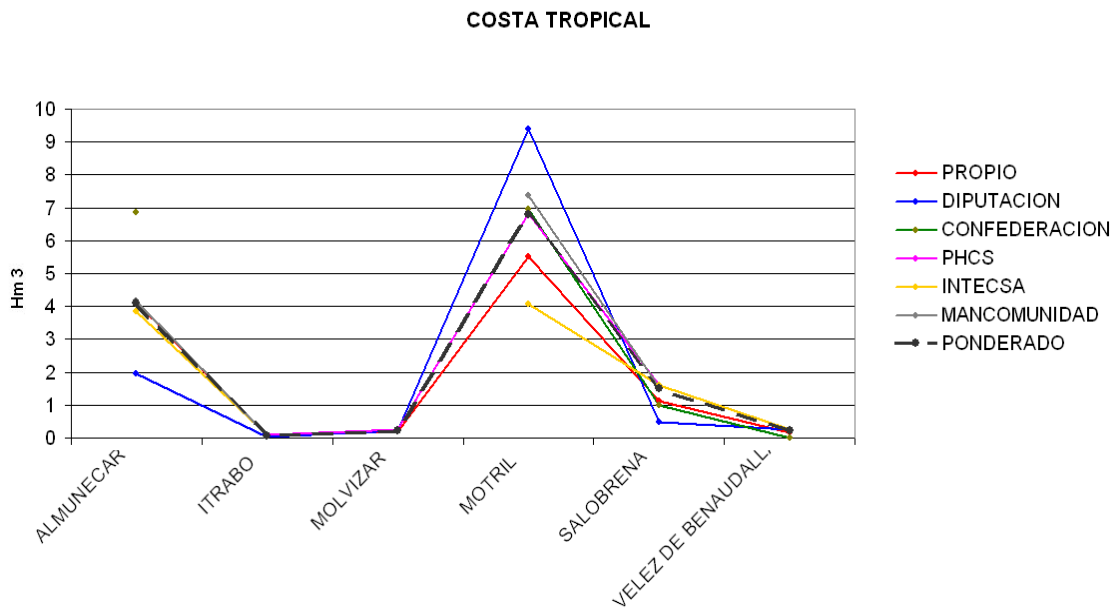


**Figura 2. Comparativa de Consumos en la Unidad Alpujarra**  
 Fuente. *Elaboración Propia*



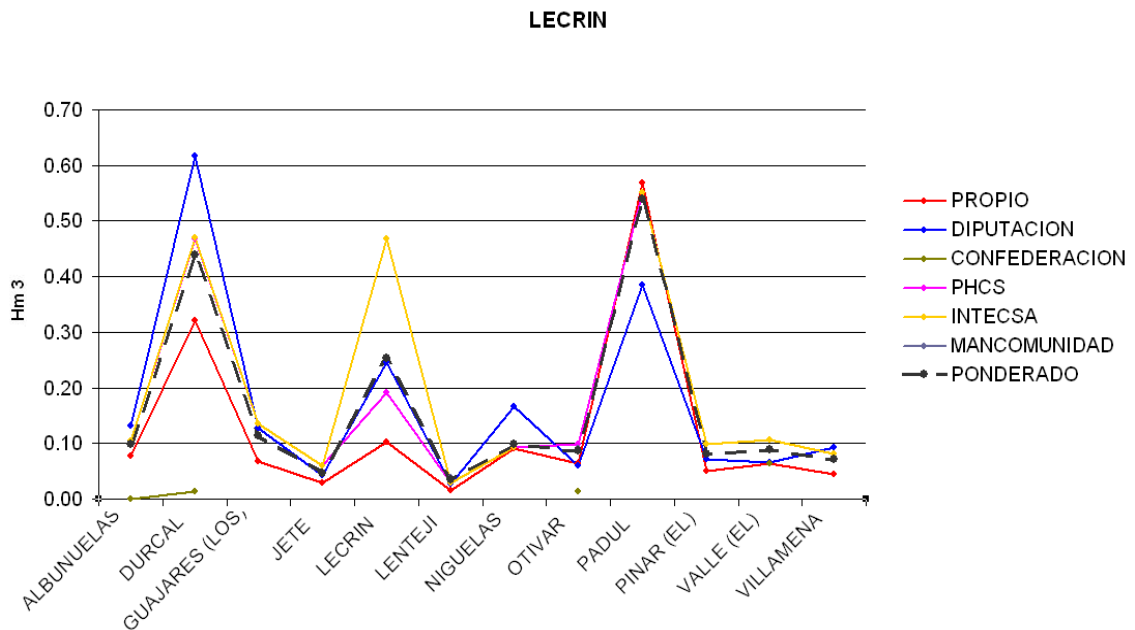
**Figura 3. Comparativa de Consumos en la unidad Contraviesa**  
 Fuente. *Elaboración Propia*





**Figura 4. Comparativa de Consumos en la unidad Costa Tropical**

Fuente. *Elaboración Propia*



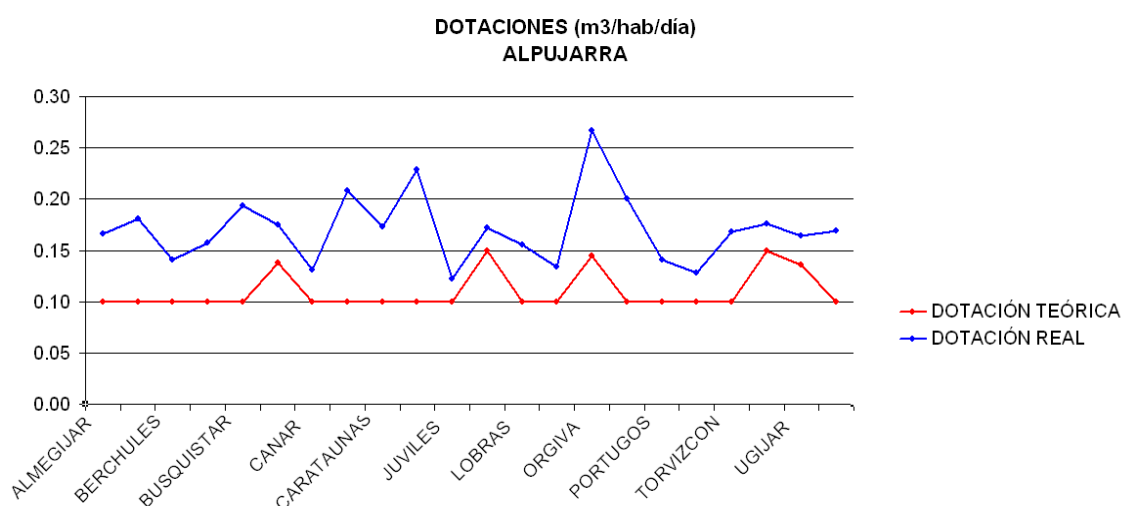
**Figura 5. Comparativa de Consumos en la unidad Valle de Lecrín**

Fuente. *Elaboración Propia*

Obtenido el Consumo Ponderado (a partir de ahora simplemente Consumo), se puede conocer la dotación real y compararla con las dotaciones fijas recomendadas por la bibliografía (Tabla 3, Anexo I).

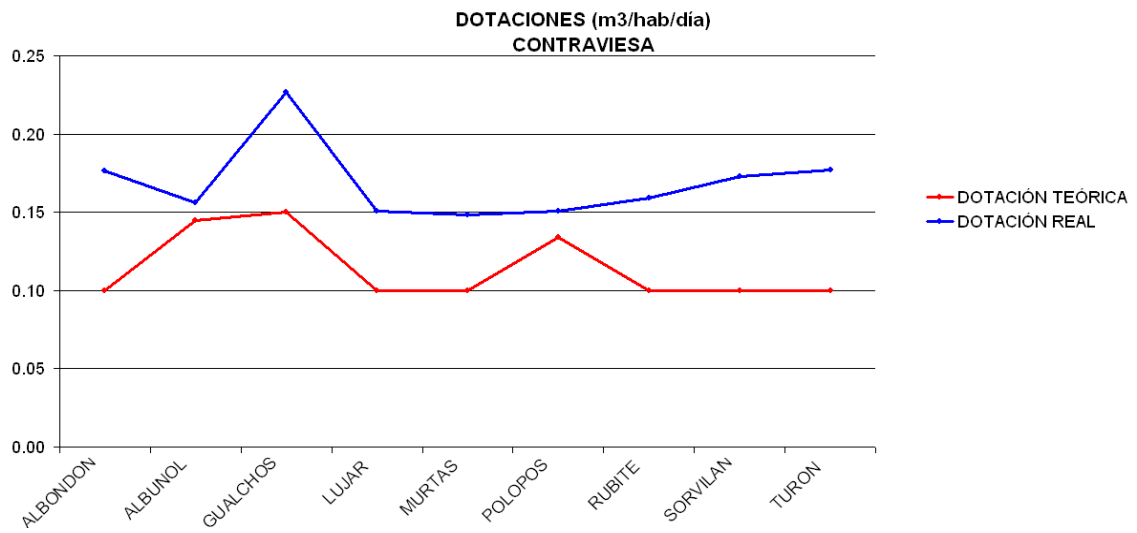
Puede observarse que la Dotación Real es mayor que la Teórica en prácticamente todos los municipios (Fig. 6, 7, 8 y 9), de forma que las previsiones realizadas en los planes de gestión son menores que los consumos reales. Esto suele ocasionar situaciones de emergencia, en la que deben ‘improvisarse’ mayores volúmenes de agua para el abastecimiento, que se obtienen generalmente de la sobre-explotación de las aguas subterráneas, sin control ni planificación. Así, un mejor conocimiento de estos valores puede ayudar a la planificar el uso del agua, considerando si es necesario, la utilización de recursos no convencionales para las puntas estacionales tales como la desalación.

Además, las mayores diferencias entre la dotación Real y Teórica se dan en las Unidades Territoriales menos pobladas, es decir, es más difícil aproximar el consumo en los municipios pequeños que en los grandes, sobre todo por no contar con servicios de abastecimiento organizados.



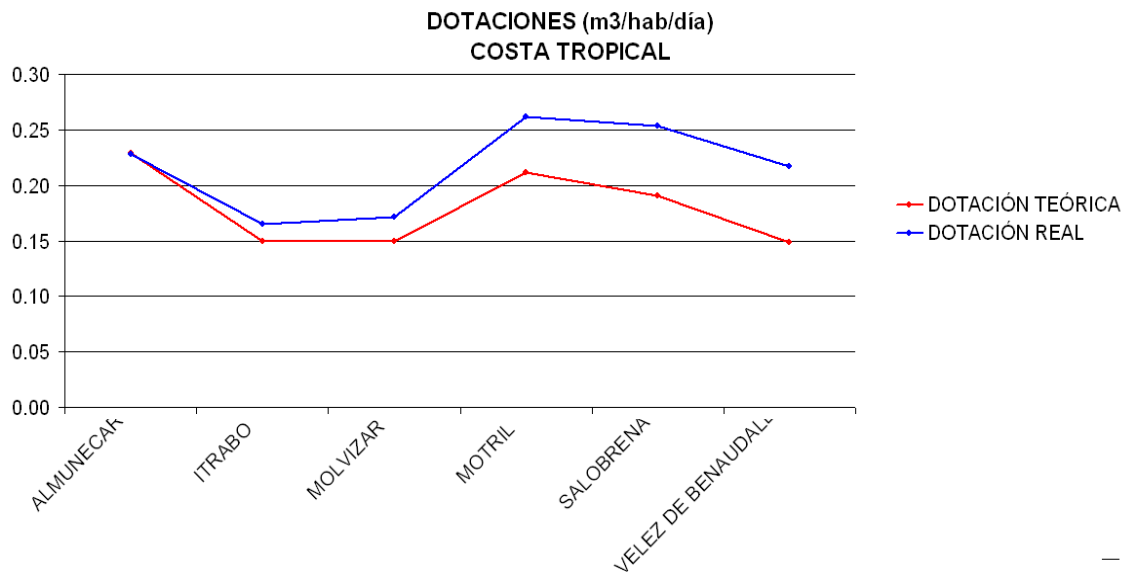
**Figura 6.** Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Alpujarra

Fuente. *Elaboración propia*



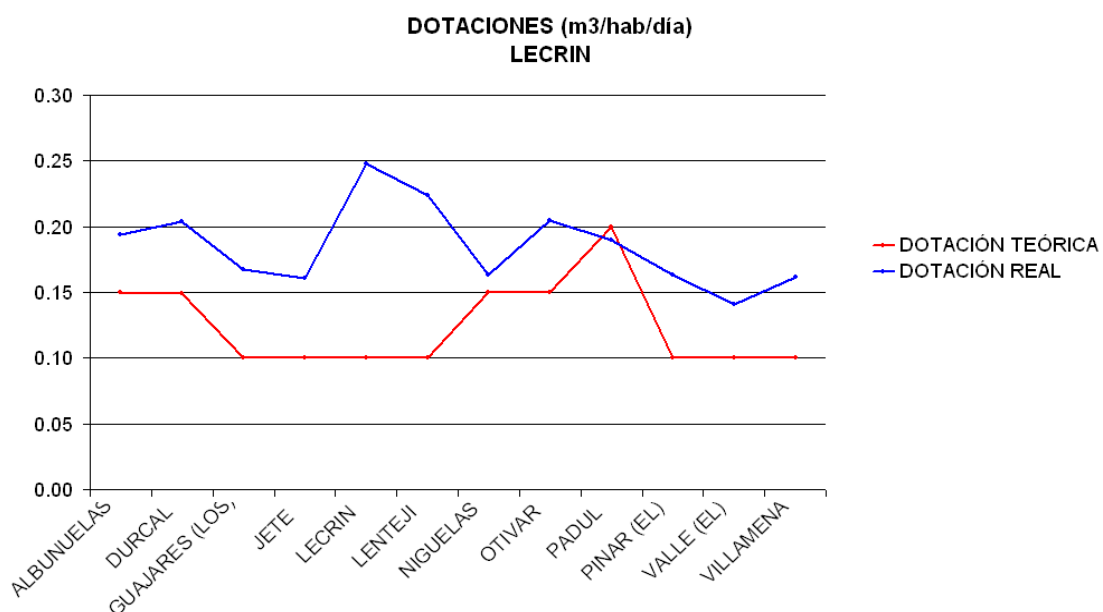
**Figura 7.** Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*



**Figura 8.** Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Costa Tropical

Fuente. *Elaboración propia*



**Figura 9. Dotaciones Teórica y Real en los Municipios del Valle de Lecrín**

*Fuente. Elaboración Propia*

Si se representa espacialmente los datos de consumo obtenidos, puede verse claramente cómo son mayores en la mitad Oeste de la región, es decir, en las unidades Valle de Lecrín y sobre todo Costa Tropical. En la mitad Este los consumos son más heterogéneos, en general bastante bajos exceptuando algunos municipios que cuentan con núcleos de población en la costa (Gualchos, Polopos, Albuñol) y poseen por tanto una población variable mayor, u otros que por contar con numerosos núcleos de población suman un volumen de agua considerable (Cadiar, Ugíjar...).

Así, una vez obtenidos los consumos urbanos de la zona de estudio (que ascienden a un total de 17.52 Hm<sup>3</sup>), demanda actual a los efectos, se está en disposición de relacionar estos datos con la variabilidad de población.

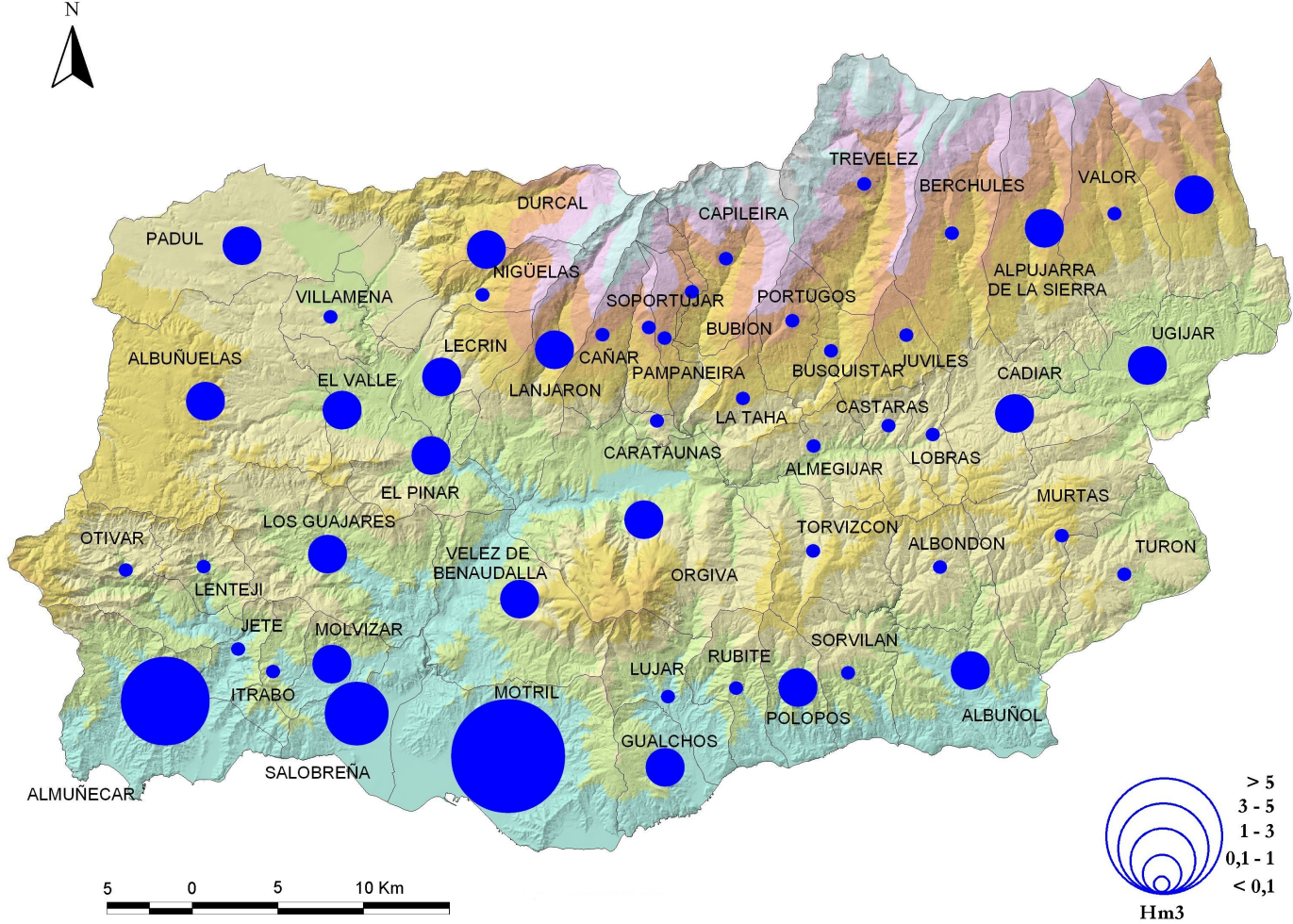


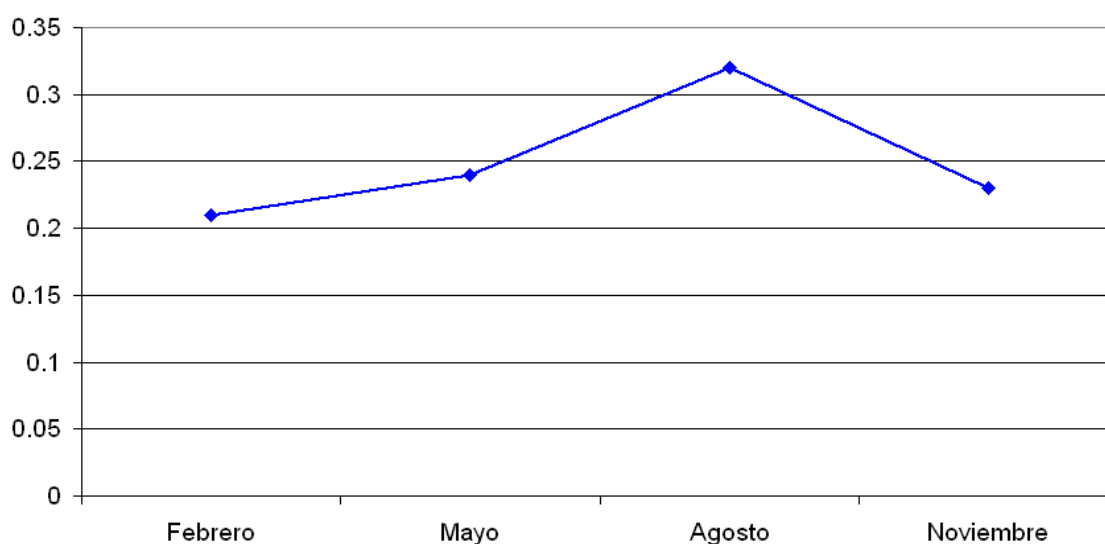
Figura 10. Consumo de agua urbana por municipios en el año 2002

Fuente. *Elaboración Propia*

### 2.2.3 Distribución Anual de la Demanda Urbana de Agua

La demanda de agua es máxima en la región en los meses de verano; la demanda urbana por su marcado carácter turístico, y la demanda agrícola por las necesidades hídricas de los cultivos en esta época. Por tanto, es necesario contar con una distribución media del consumo anual al menos trimestralmente, de forma que puedan predecirse situaciones de escasez y por tanto, conflictos entre los distintos usuarios.

Por ello, se han analizado los datos de consumo trimestrales disponibles, proporcionados por la Mancomunidad de Municipios en los años 1999 y 2000 (Tablas 4 y 5, Anexo I), y se han tomado las medias porcentuales. Así, en la Figura 11 puede observarse cómo la demanda urbana de agua en el trimestre estival supone un incremento considerable con respecto del resto del año, lo que habrá que tener en cuenta en el balance hídrico entre demandas totales y recursos disponibles. De esta forma, puede obtenerse una distribución media de la demanda urbana por trimestres en todos los municipios de la zona de estudio (Tabla 6, Anexo I).



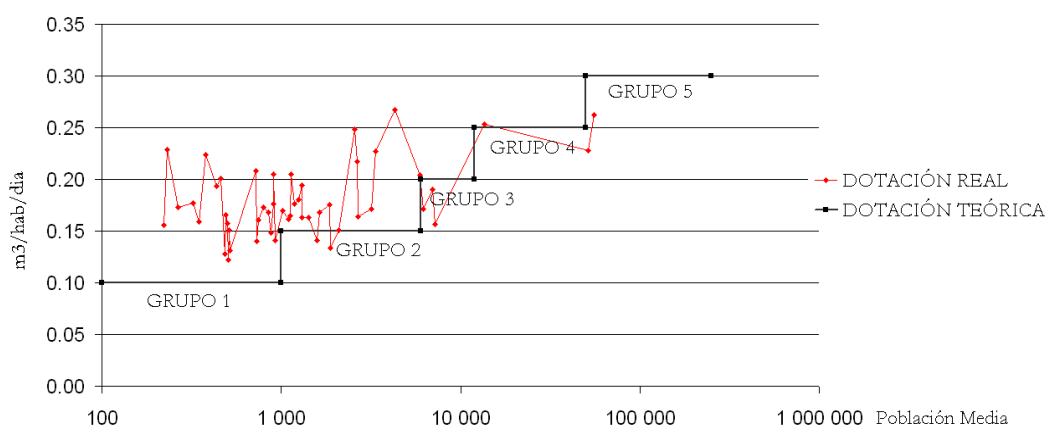
**Figura 11.** Distribución porcentual del consumo urbano lo largo del año

*Fuente. Elaboración Propia*

### 2.3 RELACIÓN ENTRE LA DEMANDA URBANA Y LA VARIABILIDAD DE POBLACIÓN

Como se ha dicho anteriormente, la principal característica del consumo urbano en la región de estudio es la variabilidad poblacional. En este apartado se va a analizar la relación existente entre ambas variables, con objeto de definir unas dotaciones variables que permitan realizar mejores previsiones de la demanda urbana.

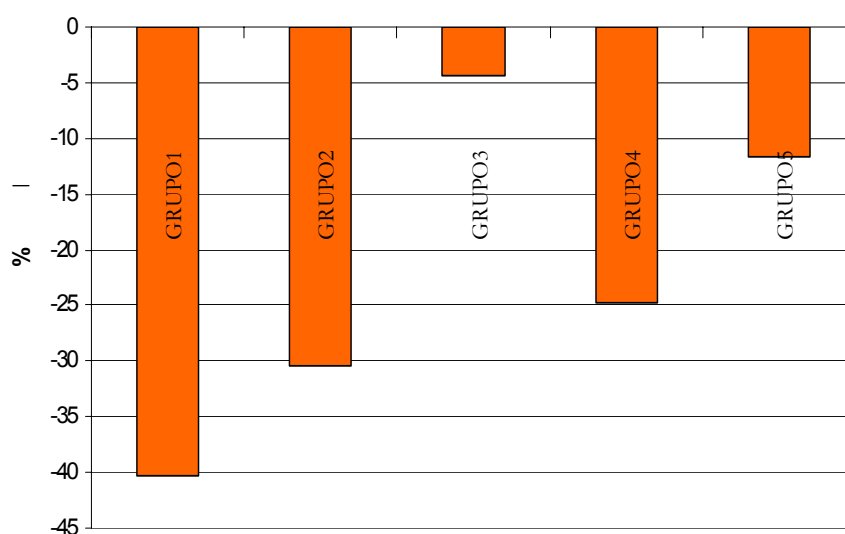
En la Figura 12 -bajo una escala logarítmica por considerar que esta escala representa mejor la tasa de crecimiento de una variable frente a otra-, se ha representado la relación existente entre la población media y el consumo per cápita, superponiendo unas dotaciones teóricas basadas en las recomendadas en las Tablas 1 y 2. Los resultados muestran que existen grandes diferencias entre las dotaciones reales y las teóricas. Estas diferencias son máximas en los grupos 1 y 2; poblaciones menores de 6.000 habitantes. Aunque pueda parecer que por su tamaño no supondrán grandes desviaciones en el consumo global, representan un 30% de la población, por lo que deben ser consideradas. En los grupos 3, 4 y 5 las diferencias son mucho menores, sin embargo al tratarse de poblaciones mucho mayores las diferencias resultantes pueden ser importantes.



**Figura 12. Relación entre las Poblaciones Medias de los municipios y sus consumos per cápita**

*Fuente. Elaboración Propia*

Si se compara la diferencia entre el consumo Teórico y el Real (Fig. 13) puede observarse que los porcentajes de variación de los grupos 1, 2 y 4 (casi el 40 % de la población total) son del 40, 30 y 25 % respectivamente, cifras demasiado elevadas para poder realizar estimaciones fiables del consumo urbano futuro. Además, todas las estimaciones son menores que los consumos reales (porcentajes negativos), por lo que tal y como se sabía, las previsiones realizadas han sido mucho menores que las demandas reales, obligando a sobreexplotar los recursos hídricos subterráneos.



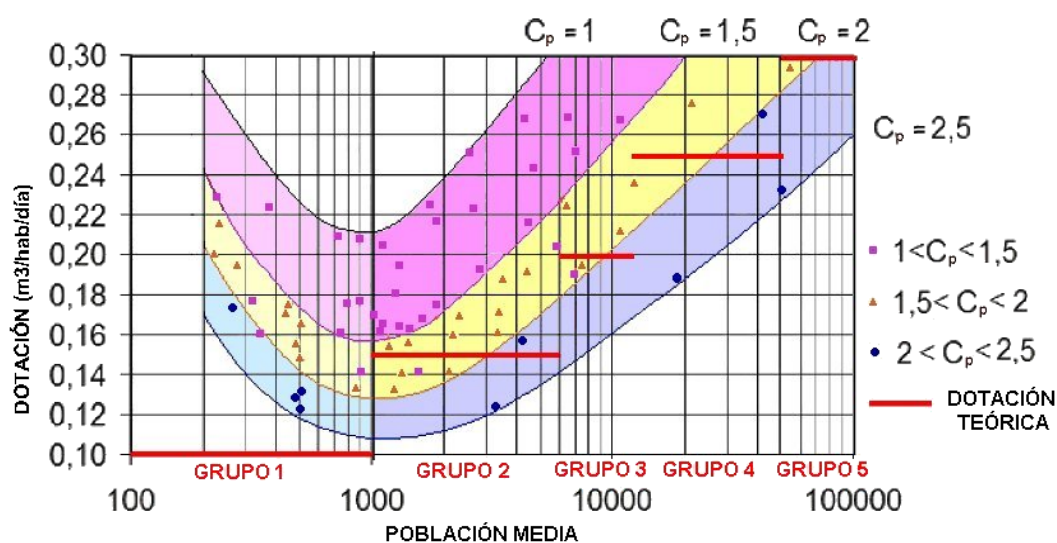
**Figura 13. Diferencia porcentual entre el Consumo Teórico y el Consumo Real**

*Fuente. Elaboración Propia*

Si se observan los consumos reales representados en la Figura 12, resulta difícil encontrar una relación aparente entre población y el consumo, lo cual induce a pensar en la influencia de la variable que representa la variabilidad de población; el *Coficiente Punta*. Representando de nuevo la relación entre dichas variables, e incorporando dicho coeficiente, puede verse claramente que los puntos de igual Coeficiente Punta se concentran en ciertas zonas. Realizando una interpolación polinómica de los datos, se han obtenido unas bandas exponenciales dentro de las cuales se encuentran la mayoría de los datos (Fig. 14).



De esta forma, se demuestra que existe una relación clara entre el consumo urbano y la variabilidad poblacional, tal y como se suponía. Así, realizando una previsión espacial y temporal del crecimiento de la población (población media y Coeficiente de Punta), se puede estimar el consumo de agua urbana con mayor grado de exactitud que con los procedimientos estándar, pudiendo establecer mejores estrategias de gestión del agua urbana.



**Figura 14.** Ábaco propuesto para el cálculo del consumo urbano de agua

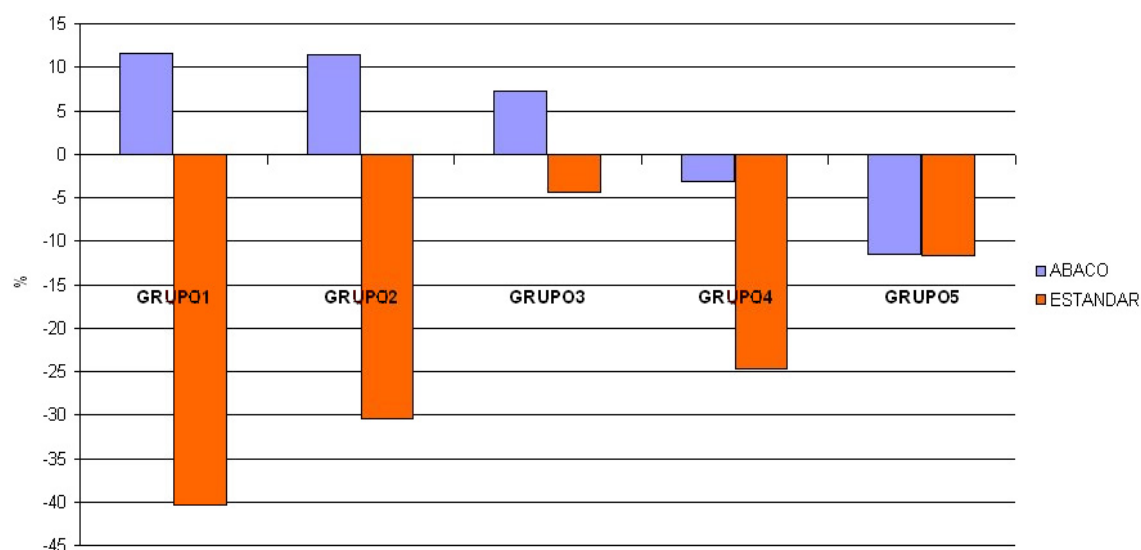
*Fuente.* Elaboración Propia

En el ábaco anterior destaca el hecho de que cuánto mayor es el coeficiente punta, menor es el Consumo por habitante. Esto indica que la influencia de la Población estable en el consumo global es mayor que la de la Población máxima.

Otro aspecto significativo es que en los municipios menores de 1.000 habitantes los consumos crecen al disminuir la población. Este hecho, que puede parecer contradictorio, se explica por la existencia de unos consumos fijos mínimos que comienzan a amortizarse a partir de los 1000 habitantes. Por eso, aunque el consumo de una población de 100 habitantes sea prácticamente igual que el de una de 500, su dotación es 5 veces mayor en la primera.

Para comprobar la fiabilidad de la metodología propuesta, se han calculado los consumos correspondientes al año 2002 a partir del **Ábaco** propuesto, se han tomado los calculados según las dotaciones teóricas, y ambos se han comparado con los datos reales en la Figura 15.

En dicha figura puede observarse que la estimación realizada con el **Ábaco** propuesto varía entre un 3 y un 12 % (6% de media), porcentajes mucho menores que los correspondientes a la estimación estándar, variable entre un 4 y un 40% (21% de media). Otro aspecto importante es que las estimaciones realizadas a partir del **Ábaco** para los grupos 1,2 y 3 son por exceso, y las de los grupos 4 y 5 por defecto. Este hecho podría provocar que las cantidades positivas compensaran las negativas, proporcionando un número global más cercano a la realidad. Finalmente, se puede observar que las estimaciones realizadas para el grupo 5 son prácticamente iguales en las dos estimaciones, pues como ya se ha dicho anteriormente, la metodología estándar se ajusta más a la realidad cuánto mayor es el tamaño de la población.



**Figura 15. Desviaciones respecto del consumo real del consumo teórico y propuesto**

*Fuente. Elaboración propia*

## 2.4 RESUMEN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Utilizando el ábaco propuesto en la Figura 14, se puede estimar la dotación de agua por habitante en los núcleos de población de la zona con mayor grado de exactitud que los procedimientos convencionales. El procedimiento de cálculo puede resumirse en los siguientes pasos:

- Obtención de los valores de **Población Residente** ( $P_R$ ) y **Población Máxima** ( $P_{MAX}$ )
- Cálculo de la **Población Media** ( $P_{MED}$ ), que en la región de estudio se define como sigue;

$$P_{MEDIA} = 0.7 \cdot P_R + 0.3 \cdot P_M \quad \text{Eq. 3}$$

- Cálculo del **Coefficiente Punta** ( $C_P$ ), que relaciona la Población Máxima y la Media;

$$C_P = \frac{P_{MAXIMA}}{P_{Media}} \quad \text{Eq.4}$$

- Cálculo del consumo per cápita, mediante la utilización del Ábaco de la Figura 14; entrando con el valor de la Población Media y el Coeficiente Punta se obtiene la **Dotación** (DOT)
- Cálculo del **Consumo medio anual** ( $C_{MA}$ )

$$C_{MA} = DOT \cdot P_{RES} \cdot C_P \cdot 365 \quad \text{Eq.5}$$

- $C_{MA}$  = Consumo Medio Anual ( $m^3/año$ )
- DOT = Dotación ( $m^3/habitante/día$ )

Utilizando esta metodología, se puede realizar una estimación del Consumo actual por Núcleos de Población (Tabla 7, Anexo I), que mejora la estimación realizada por Municipios (los datos de origen presentaban esta clasificación y por ello se ha trabajado por municipios).

### **3. PREVISIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA URBANA**

La aplicación principal del ábaco propuesto es la de permitir predecir el consumo futuro teniendo en cuenta la variación y la estacionalidad de la población, aspecto fundamental para realizar una planificación y gestión correcta del agua. Es importante estudiar las repercusiones territoriales que puede suponer el crecimiento urbano por encima de los recursos disponibles (López Martos, 2002) por ello esta herramienta resulta de mucha utilidad. De hecho, en la zona de estudio se prevé un crecimiento importante a raíz de la puesta en servicio de varios tramos de la A-7 (Autovía del Mediterráneo) y la A-44 (Bailén-Motril), lo cual modificará de una forma muy considerable las condiciones de accesibilidad de la Costa Tropical y la Alpujarra, provocando previsiblemente un crecimiento urbano considerable. Es por ello que contar con ‘cierta’ previsión de cómo puede ser el crecimiento de la población, y por tanto de la demanda urbana puede ayudar a la planificación del recurso.

Así, para la aplicación de dicho ábaco se utilizará el Modelo de crecimiento poblacional realizado por el Grupo de Urbanismo y Ordenación del territorio para el Proyecto ‘Estudio Piloto para la Gestión Integrada de la Cuenca Hidrográfica del Río Guadalfeo’ en 2005, dirigido por D. Miguel Ángel Losada Rodríguez, ya que dicho modelo fue creado entre otras cosas, para el uso de esta herramienta, por lo cual su aplicación es directa y evidente.

Es cierto que las previsiones realizadas por este modelo (en general por todos los modelos de crecimiento) tienen asociada una gran incertidumbre, pues como ya se ha comentado la modelización de los procesos territoriales resulta muy difícil. Pese a ello, se ha creído de cierta utilidad utilizar la proyección de crecimiento descrita para aplicar el resultado obtenido de la relación entre el consumo urbano y la población.

### 3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO

El objetivo de este modelo (puede verse detalladamente en la referencia Molero Melgarejo et al. 2006) es la proposición de posibles escenarios de crecimiento urbano, que localicen los suelos potencialmente más aptos para acoger este desarrollo y modelizar su evolución en el tiempo.

Para estimar la superficie urbana demandada, el modelo analiza la dinámica poblacional y su proyección futura mediante variaciones metodológicas de los modelos tradicionales de crecimiento, incorporando novedosas variables espaciales que permiten tener en cuenta las futuras condiciones de accesibilidad.

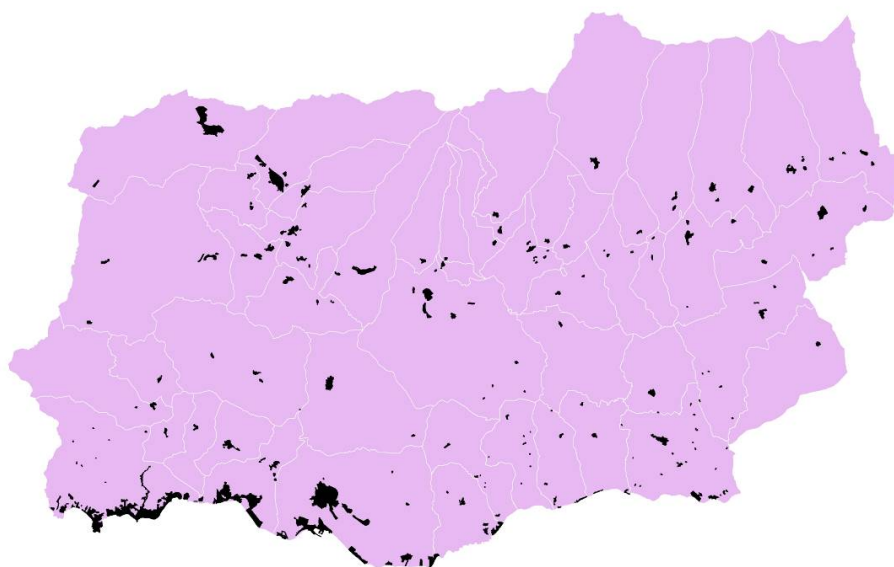
El método de evaluación y decisión multicriterio elegido para la modelización es el denominado proceso analítico jerárquico, que se basa en la asignación de pesos mediante la comparación por pares de variables. Además, se han recopilado las series históricas poblacionales entre 1991 y 2002.

La elaboración de la proyección se ha realizado mediante un análisis multi-criterio, en el cual las diferentes variables consideradas intentan reflejar las posibles tendencias, incorporando a los patrones de crecimiento unas variables territoriales derivadas de los modelos de aptitud a la urbanización, recogidas en un **coeficiente de aptitud** a la ocupación, su distribución ponderal en el tiempo, y en un **límite de capacidad de carga** o población máxima. El coeficiente de aptitud, distribuido temporalmente en varios periodos y extraído del modelo predictivo mediante técnicas de evaluación multicriterio, permite tener en cuenta el incremento poblacional que se generara con las nuevas condiciones de accesibilidad.

Estas variables se implementan en el modelo mediante dos índices, el primero generado a partir de la superficie libre del municipio, una vez eliminados los limitantes y convertido a población mediante densidades medias de 50 y 30 viviendas/ha (según tipología) y ocupación de 3 hab/vivienda; y el segundo como cociente entre la superficie calificada como de muy alta aptitud y la superficie o soporte territorial disponible.

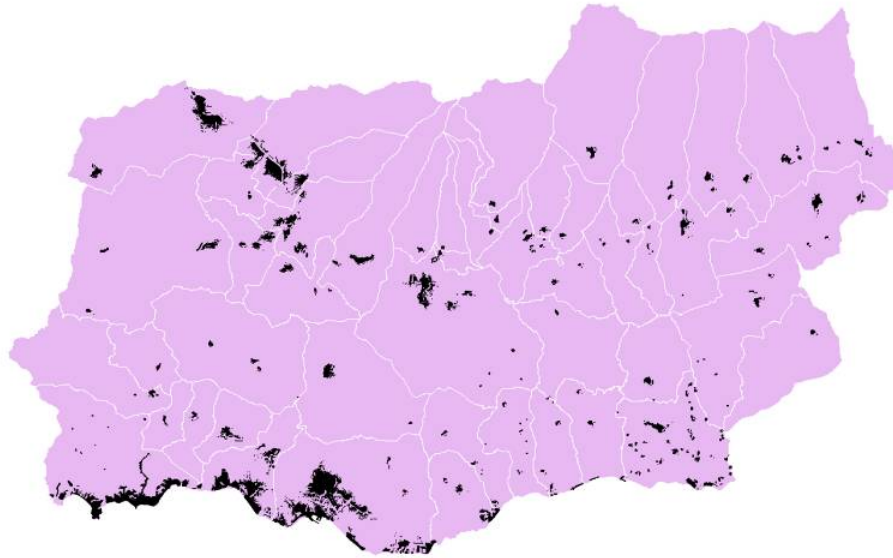
En las siguientes figuras puede verse el resultado de dicho modelo (Fig. 16, 17 y 18); situación actual y previsiones realizadas para los años 2010 y 2025. Se observa una tendencia clara de crecimiento en la franja litoral y su área de influencia (los núcleos con mayor consumo), así como un declive rural de las áreas de interior. Esto conduce a pensar que el consumo urbano se incrementará de forma importante, por lo cual es necesario contar con una previsión que ayude a planificar el uso del agua.

Las previsiones han sido realizadas considerando un nivel mínimo y máximo correspondientes a la Población Residente y Máxima, con lo cual se dispone de la información necesaria para aplicar la metodología propuesta.



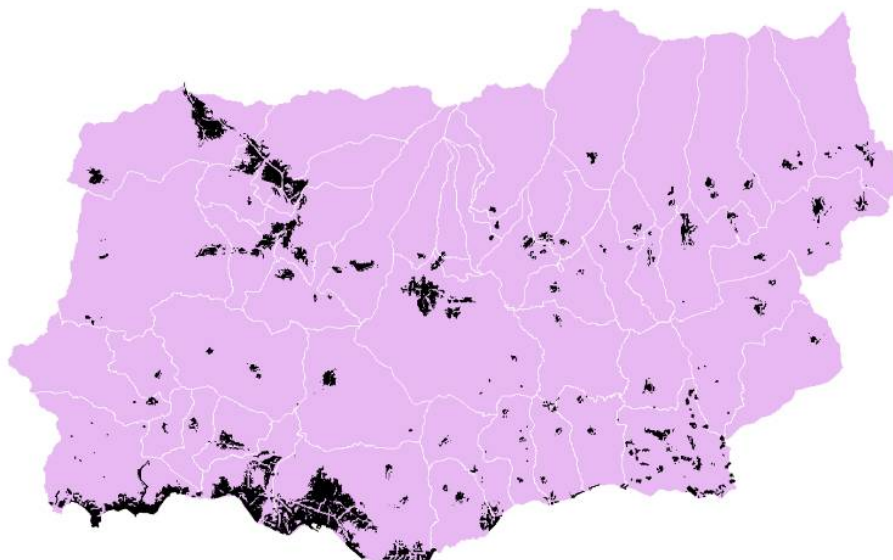
**Figura 16. Ocupación actual del suelo**

*Fuente. Molero Melgarejo 2006*



**Figura 17.** Predicción del crecimiento urbano para el año 2010

*Fuente.* Molero Melgarejo 2006



**Figura 18.** Predicción del crecimiento urbano para el año 2025

*Fuente.* Molero Melgarejo 2006

### **3.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA**

Una vez obtenidas del modelo de crecimiento poblacional las poblaciones máximas y residentes correspondientes a los horizontes 2010 y 2025, se pueden obtener las previsiones de demanda urbana de agua según la metodología propuesta resumida en el apartado 3.3 (Fig. 20 y 21), (Tablas 8 y 9, Anexo I).

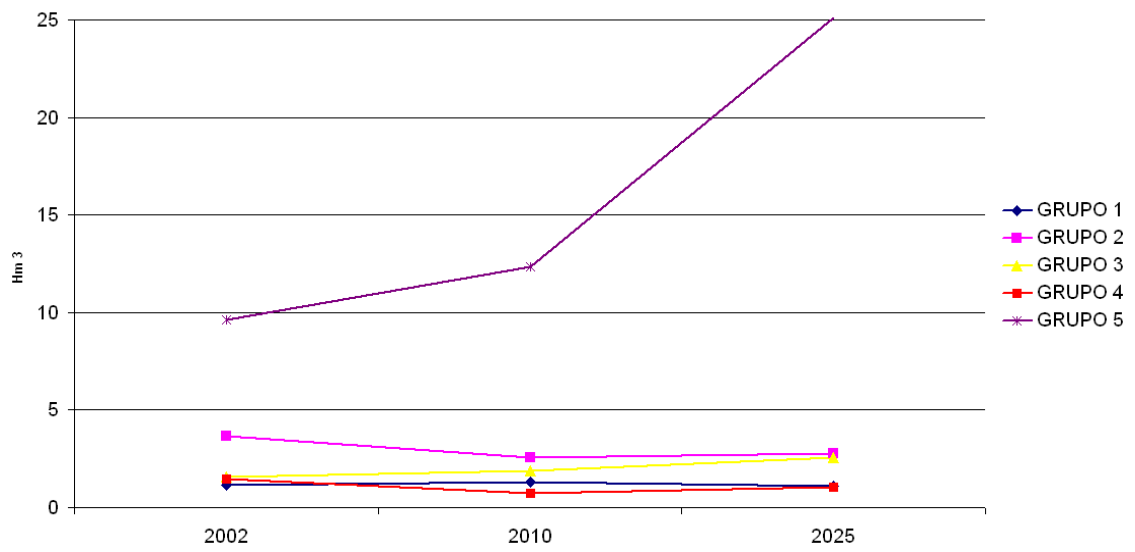
Para ello se han calculado la Población Media y los Coeficientes Punta correspondientes a los municipios de la región, y se han introducido en el ábaco de la Figura 14 obteniendo la Dotación media.

El ábaco utilizado considera poblaciones de hasta 100.000 habitantes debido a que ha sido diseñado para la situación de población del año 2002, en la cual el número de habitantes de los municipios estaba muy por debajo de este número. Sin embargo, la previsión realizada para el año 2025 señala varias poblaciones por encima de esta cifra, por lo que se ha supuesto una dotación de 300 l/hab/día al considerarse ésta como el máximo razonable.

Si se analiza la evolución de la demanda por sectores de población (Fig. 19), puede verse cómo los municipios del Grupo 5, -municipios de más de 50.000 habitantes-, son los que experimentan un mayor crecimiento, los municipios intermedios experimentan crecimientos más suaves, y los más pequeños decrecen en su consumo.

Así, contando con los valores de demanda urbana para los años 2010 y 2025 y comparándolos con los recursos disponibles, pueden establecerse estrategias de gestión.





**Figura 19. Evolución de la Demanda Urbana por Grupos Poblacionales**

*Fuente. Elaboración propia*

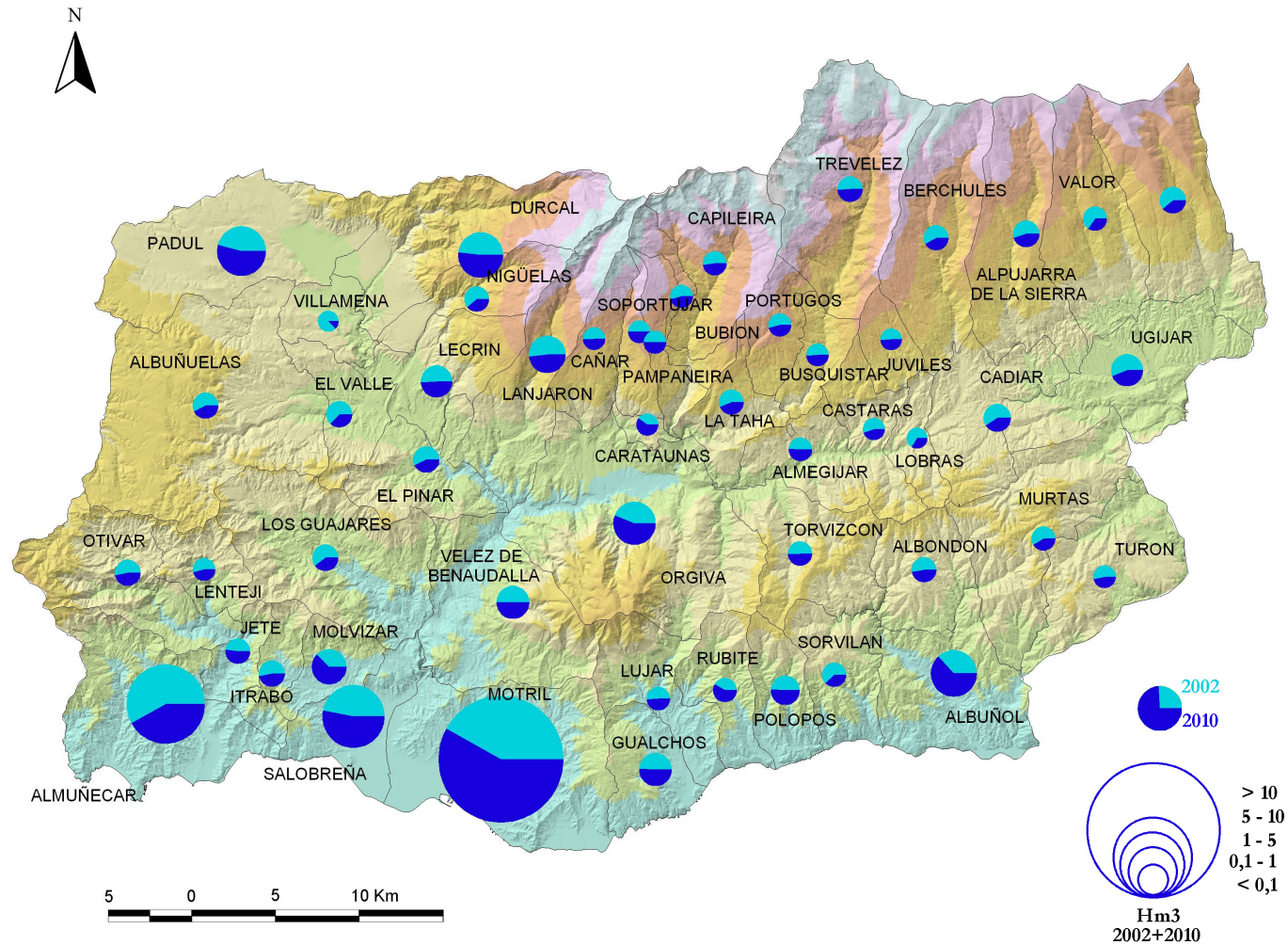


Figura 20. Escenario de demanda urbana en el año 2010. Comparativa con la situación de partida

Fuente. Elaboración propia

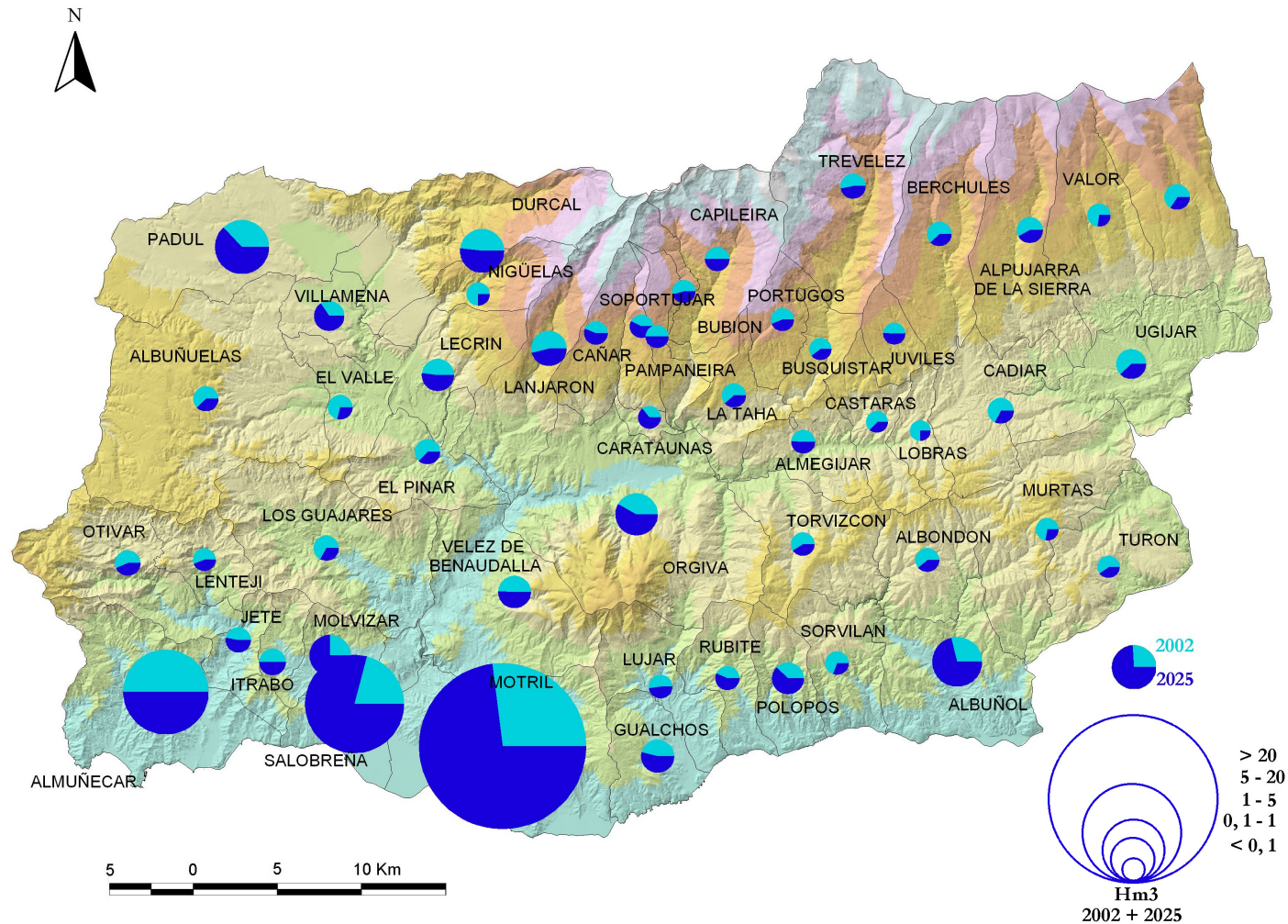


Figura 21. Escenario de demanda urbana de agua en el año 2025. Comparativa con la situación de partida

Fuente. *Elaboración propia*

#### 4. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA URBANA

Como ya se ha comentado, la política del agua practicada en nuestro país a lo largo del siglo XX se ha caracterizado por un constante aumento de la oferta hídrica mediante la promoción de numerosas e importantes obras hidráulicas. En la actualidad, la situación de escasez asociada a estos modelos de desarrollo, unida a los problemas medioambientales que el incorrecto uso del agua está provocando, ha hecho creciente la necesidad de controlar y reducir los consumos.

En el caso de la demanda urbana, en los últimos años se han desarrollado multitud de experiencias en las que se fomenta el uso racional del agua mediante campañas de concienciación ciudadana, en la búsqueda de 'la sostenibilidad de las ciudades' (Nijkamp, 1990). Estas experiencias consisten tanto en intentar que los usuarios asuman **cambios en los hábitos de consumo**, como en la **implantación de técnicas de ahorro** que consigan reducir estos consumos.

Respecto de los **hábitos de consumo**, crear una conciencia de conservación del agua entre los ciudadanos no es tarea fácil ni aún en zonas acostumbradas a la escasez. En general, los ciudadanos mostramos una gran inercia a introducir cambios en nuestros hábitos por el esfuerzo que nos suponen de tiempo, dinero y energía. Para ello se requieren iniciativas que contribuyan directa o indirectamente a demostrar que es posible la conservación del agua (Costanza et al. 1990).

Las propuestas, orientadas a la participación activa, deben diferenciarse y canalizarse para que lleguen a todos los sectores; los usuarios, las entidades gestoras del abastecimiento, las asociaciones y los medios de difusión locales.

Así mismo, debe facilitarse el acceso a los medios técnicos de todas las partes involucradas en el proceso, pues no tiene sentido hacer una campaña promoviendo

medios más eficientes si la población no puede adquirirlos en ningún comercio cercano. Igualmente, la bonificación al ciudadano por la adquisición de elementos de bajo consumo permite que una muestra de la población adquiera rápidamente estos dispositivos conociendo sus ventajas y ahorros económicos, actuando con efecto multiplicador (Plan de Sostenibilidad del Ciclo Urbano del Agua, 2005).

Por otro lado, muchos ayuntamientos y/o empresas de abastecimiento cobran un consumo mínimo (sobre 40 m<sup>3</sup>) se use o no el agua, cuando en realidad lo que quieren incluir es el mantenimiento del servicio. Llamarlo consumo mínimo y relacionarlo con un volumen determinado de agua, no favorece precisamente el ahorro, por lo que sería recomendable la sustitución de este término por el 'Cuota de Servicio'

Sería necesario transformar el concepto de consumo de agua y transmitir al ciudadano la idea de ciclo integral, desde la captación y el uso hasta la depuración y devolución al cauce. Una campaña de comunicación es fundamental para hacer entender a la población la justificación de una tarifa en bloques que penalice el despilfarro, explicando claramente los motivos, a qué tipos de consumidores les puede afectar, qué conceptos incluye la tarifa aplicada, qué servicios se está prestando y, finalmente, cómo podemos contribuir a minimizar el consumo de agua en beneficio propio y del medio ambiente.

Cada vez es mayor el número de ayuntamientos que incluyen en las prescripciones de los proyectos de urbanización y edificación tecnologías de ahorro de agua y uso eficiente. Este tipo de iniciativas obliga a las empresas concursantes a realizar un esfuerzo de innovación y mejora de sus propuestas, y facilita la aplicación de medidas de conservación en el municipio sin costes adicionales o muy reducidos. Así, por ejemplo, el Ayuntamiento de Alcobendas (Concurso Internacional de Buenas Prácticas DUBAI, 2004a) incluyó en las prescripciones relativas a las parcelas municipales del Consorcio Urbanístico de Valde las Fuentes el requisito de ser 'ahorradoras de agua'. para ello, entre otras cosas se dotó a las viviendas de una



red de abastecimiento doble, una para el consumo humano y otra para el resto de usos domésticos. El incremento en el costo de construcción supuso menos de 30 euros por vivienda, y el ahorro en agua es superior al 15 %, suponiendo un ahorro económico para las familias de más de 90 euros por vivienda y año.

Tras analizar multitud de experiencias de este tipo, que por su extensión no se van a desarrollar en este trabajo, se ha realizado un resumen en las Tablas siguientes ( 4, 5, 6, 7, 8 y 9) mostrando el aspecto más representativos de cada experiencia. Se han analizado experiencias tanto nacionales -Proyecto Life Alcobendas, Zaragoza Ciudad Ahorradora de Agua, Programa Integrado de Gestión de la Demanda de Agua en Alicante, Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Municipios Vascos, Plan de Sostenibilidad del Ciclo Urbano del Agua- como Internacionales - California Urban Water Conservation Council, The River Valleys Project, The Water Conservation Program Historical Highlights, Water Conservation and Water Utility Programs, Fukuoka una ciudad consciente del problema de la conservación del agua. De esta forma se configura un programa de acciones encaminadas a reducir la demanda urbana de agua, cada una de ellas apoyada en una experiencia que valida su resultado.<sup>1</sup>

El programa se ha estructurado en seis partes claramente diferenciadas:

- PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURA. Incluyen todas las medidas referentes a la mejora de la red de distribución del agua, como Reparación de redes y Eliminación de fugas, Localización y eliminación de tomas ilegales, Instalación de contadores individuales, Reducción de presiones de suministro o Gestión informatizada de redes. El ahorro potencial derivado de estos programas es fácilmente cuantificable, pues tan sólo deben medirse las pérdidas totales existentes en la red. Por ello, en el siguiente apartado se realizará una estimación de este volumen con objeto de considerarlo en los posibles escenarios de demanda, como un aumento de los recursos disponibles al disminuir los consumos.

- PROGRAMAS DE AHORRO VOLUNTARIO. Estos programas pretenden disminuir los consumos per cápita mediante cambios de hábitos de consumo en el ciudadano. Para ello se realizan campañas de Información ciudadana, mediante acciones demostrativas e iniciativas socio-culturales.
- PROGRAMAS DE AHORRO INDUCIDO. A diferencia de los anteriores, potencian el ahorro mediante la implantación de mediante tarifarias que premian el ahorro y penalizan el consumo excesivo.
- PROGRAMAS DE EFICIENCIA. Reducen el consumo de agua mediante modificaciones en las técnicas y dispositivos de utilización del agua; en el ámbito doméstico -modificación de los modelos tradicionales de grifos, duchas, e inodoros- agrícola -alternativas de especies menos consumidoras de agua y riego más eficiente-, o industrial -mejora de la eficiencia en los procesos industriales-.
- PROGRAMAS DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES. Proponen la utilización de estos recursos- aguas residuales, grises, pluviales o salobres- en usos no consuntivos -riegos de jardines, limpieza de calles.....-.
- OTRAS MEDIDAS DE GESTIÓN. Es este apartado se engloban aquellas medidas de carácter legal; Ordenanzas Municipales, Incentivos y descuentos, Préstamos y subvenciones o Bancos de agua

Tabla 4. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de infraestructura urbana

PROGRAMA	OBJETIVOS	MEDIDAS	EJEMPLO	RESULTADOS
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	Disminuir las pérdidas en las redes de abastecimiento	Eliminar Fugas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva York, 1995 Revisión y Reparación de las conducciones urbanas</li> <li>Fukuoka, Japón: una ciudad consciente del problema de la conservación del agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro de 125 millones de m<sup>3</sup> anuales con un coste de 0.03 €/m<sup>3</sup></li> <li>Pérdidas en las redes del 4,9%</li> <li>Ahorro diario de 7000 m<sup>3</sup></li> </ul>
		Eliminación de tomas ilegales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nueva York, 1998 Cierres magnéticos de hidrantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro del 15% anual</li> </ul>
		Implantar los contadores individuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Denver, 1999 Instalación de 87.000 nuevos contadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El coste de ahorro permitía obtener agua a un coste inferior al derivado de la construcción de un nuevo embalse</li> </ul>
		Reducción de presiones de suministro	Recomendado por la 'USEPA', desaconsejado por el 'Rocky Mountain Institute'	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución del consumo</li> <li>Pérdida de calidad en el servicio</li> </ul>
		Gestión informatizada de redes	Barcelona	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción de las pérdidas en un 10%</li> </ul>

Fuente. *Elaboración propia*



Tabla 5. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro voluntario del ciudadano

PROGRAMA	OBJETIVOS	MEDIDAS	EJEMPLO	RESULTADOS
<b>AHORRO VOLUNTARIO</b>	Disminuir los consumos per cápita mediante los cambios de hábitos de consumo en el ciudadano	Información ciudadana	Denver Water, 1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información meteorológica en internet para aconsejar sobre las necesidades de riego</li> <li>• Información en las facturas de la repercusión económica de los programas de ahorro de agua</li> </ul>
			Silicon Valley	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recomendaciones personales a las centros de mayor consumo</li> </ul>
		Participación ciudadana	Proyecto LIFE “Alcobendas, ciudad del agua para el siglo 21”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implicación de ciudadanos y empresas</li> <li>• Plan de actuación para el ahorro urbano de agua</li> </ul>
		Acciones demostrativas	Proyecto ‘Zaragoza, ciudad ahorradora de agua’. Demostración de la eficiencia de sistemas de ahorro en edificios públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo doméstico 96 l/hab/día; más bajo de España</li> <li>• Cambios en la política municipal</li> <li>• Edición de una guía de buenas prácticas</li> </ul>
		Actividades culturales	Texas, Concurso de técnicas de ahorro de agua en riego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantación comercial de algunas de las ideas ganadoras del concurso</li> </ul>

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 6. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro inducido

PROGRAMA	OBJETIVOS	MEDIDAS		EJEMPLOS
<b>AHORRO INDUCIDO</b>	‘Invitar’ al ahorro mediante medidas de ahorro económico	Medidas tarifarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas de bloques crecientes. Más consumo más precio por m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoy en día es lo habitual</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas con diferenciación estacional. Consumos más caros en verano que en invierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arizona, la tarifa de verano es un 30% más alto, y la de invierno un 20% más baja</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarifas con recargos especiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Florida, sobrecargas del 60% del precio al superar la media del mes anterior. Sólo un 16 por ciento de los abonados incurrieron en recargos por exceso de consumo.</li> <li>• California. Tasa de emergencia en caso de sequía; hasta 27 veces superior</li> </ul>	
		Cambios en la facturación	Eliminación del concepto ‘Consumo mínimo’ por el de ‘Cuota de Servicio’	

Fuente. *Elaboración propia*

**Tabla 7. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de la eficiencia en la red de abastecimiento urbana**

<b>PROGRAMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>EJEMPLOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>EFICIENCIA</b>	Reducir el consumo de agua mediante modificaciones en las técnicas y dispositivos de utilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones en usos residenciales</li> </ul> Modificación de los modelos tradicionales de grifos, duchas, e inodoros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fukuoka, Japón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El 72,1 % de la población ha adoptado tecnología de ahorro</li> <li>• Ahorro de unos 100 m<sup>3</sup>/año/familia</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones en jardinería.</li> </ul> Alternativas de especies menos consumidoras de agua y riego más eficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Denver Water</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción del consumo de riego de jardines (que puede ser hasta un 40% del consumo urbano) en un 60%</li> <li>• Información en Internet sobre cómo y cuando realizar los riegos</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones en usos comerciales e industriales</li> </ul> Mejora de la eficiencia en los usos industriales urbanos de mediana dimensión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• San Francisco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de recirculación en el sector del lavado y en sistemas de refrigeración</li> <li>• Sistemas de enfriamiento por evaporación; 5 veces menos consumo</li> </ul>

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 8. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la utilización de recursos no convencionales**

<b>PROGRAMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MEDIDAS</b>	<b>EJEMPLOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
<b>UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES</b>	Disminuir el consumo mediante la utilización de aguas no potables en usos no consuntivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de aguas residuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización para riego de las aguas depuradas de Alcobendas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de los sistemas de riego</li> <li>• Ahorro de un 20% del agua anual</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de aguas grises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización para riego de las aguas grises domésticas en California</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipos de filtración y acondicionamiento de aguas grises</li> <li>• Ahorro de hasta un 50% del consumo doméstico</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de aguas pluviales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de los tradicionales aljibes en el Sur Este español</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro dependiente de la pluviometría</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reutilización de aguas salobres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la gran industria termoeléctrica para la refrigeración en California</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro de hasta un 14%</li> </ul>

*Fuente. Elaboración propia*

Tabla 9. Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante otras medidas de gestión en el ámbito urbano

PROGRAMA	OBJETIVOS	MEDIDAS	EJEMPLOS	RESULTADOS
<b>OTRAS MEDIDAS DE GESTIÓN</b>	Promover el ahorro de agua mediante la implantación de diferentes medidas	• Ordenanzas Municipales	• Alcobendas	• Inclusión en las prescripciones urbanísticas el requisito de ser ‘ahorradoras de agua’. Ahorro de un 15% por vivienda
			• California	• Exigir a los promotores que financien programas de ahorro en viviendas hasta igualar con los ahorros generados los consumos de sus nuevas promociones
		• Incentivos y descuentos	• Massachusetts	• Descuentos de hasta el 50% en la adquisición de tecnología ahorradora
		• Préstamos y subvenciones	• California	• Subvenciones a PYMES
		• Bancos de agua, centros de intercambio de agua	• California	• Baja operatividad, desaparición

Fuente. *Elaboración propia*

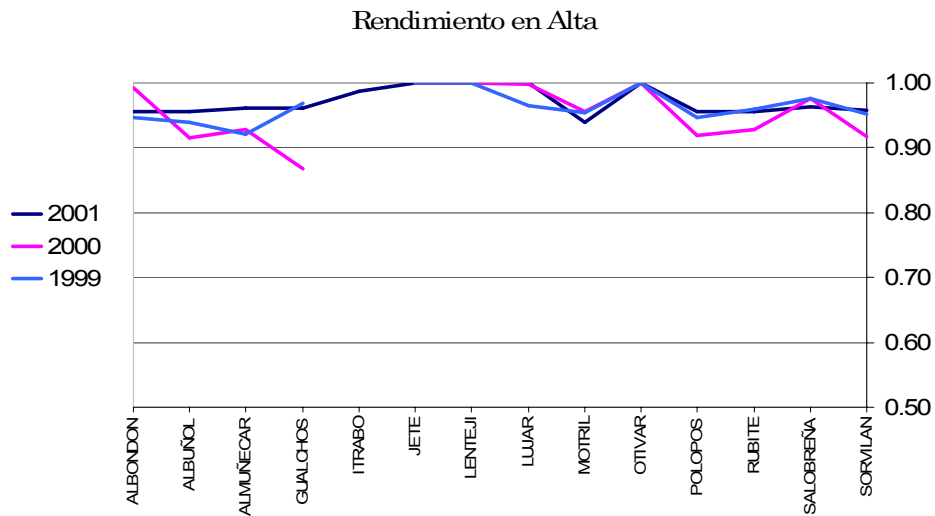
#### **4.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS**

Como ya se ha dicho, el ahorro potencial derivado de los programas de Infraestructuras es fácilmente cuantificable, por lo que se recomienda realizar una estimación del volumen total de pérdidas en las redes de distribución, con objeto de considerarlas en los escenarios de demanda como un aumento de los recursos disponibles al disminuir los consumos.

Las pérdidas de agua que se están produciendo en las redes urbanas pueden obtenerse analizando sus rendimientos en la distribución en Alta y en Baja. El rendimiento en Alta es la relación entre el volumen Distribuido a la red y el realmente Captado (pérdidas entre la captación y la entrada a la ciudad), y en Baja entre el volumen Registrado por contador y el volumen Distribuido (pérdidas dentro de la ciudad).

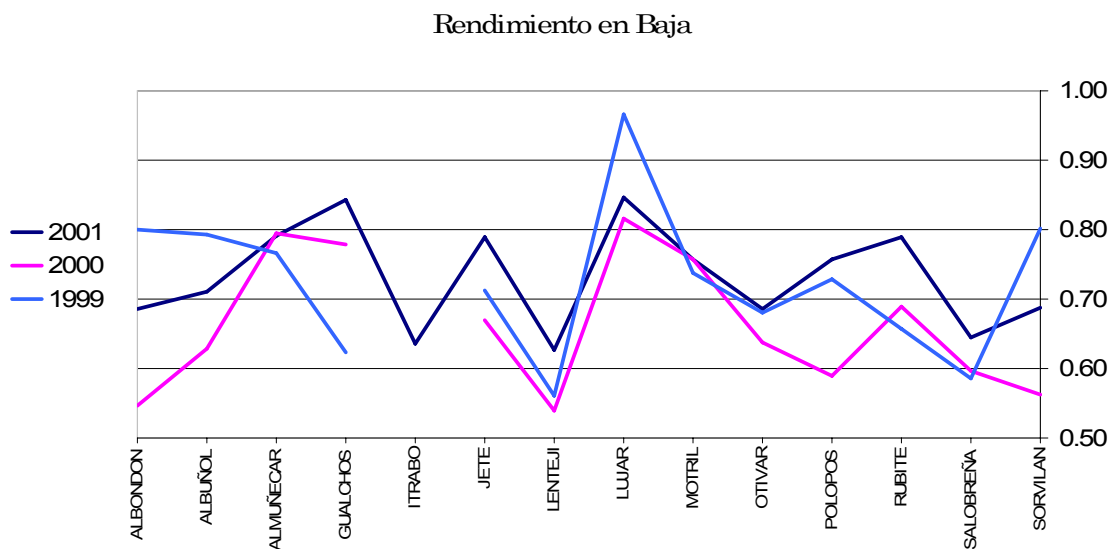
Las Demandas Urbanas detalladas en este capítulo corresponden a los volúmenes de Captación, que claro está incluyen todas las pérdidas posteriores. Los datos de Volúmenes Distribuidos y Registrados sólo han podido obtenerse para los municipios pertenecientes a la Costa Tropical y Contraviesa (Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical, 2002).

Así, analizando estos datos correspondientes a los años 1999, 2000 y 2001 (Fig. 22 y 23), puede observarse que mientras el rendimiento en alta oscila entre el 90 y el 100%, en baja es mucho menor oscilando entre un 55 y un 85%. Las pérdidas dentro de las ciudades son mucho mayores debido a la complejidad de las redes y a la dificultad de conservación de las mismas.



**Figura 22. Rendimientos en Alta de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical, 2002*



**Figura 23. Rendimientos en Baja de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical, 2002*

Ya que los rendimientos de las redes de abastecimiento dependen directamente de su estado de conservación, podría pensarse que las ciudades de mayor tamaño

cuentan con más recursos y por tanto mantienen sus redes en mejor estado. Sin embargo, si se calculan los rendimientos medios por grupos de población (Tabla 10) puede verse que todos están en torno al 70%, por lo que no existe una relación directa entre el tamaño de la población y las pérdidas de las redes. Además, el hecho de que los rendimientos sean tan parecidos en todas las poblaciones, hace pensar que los problemas son comunes para todas ellas.

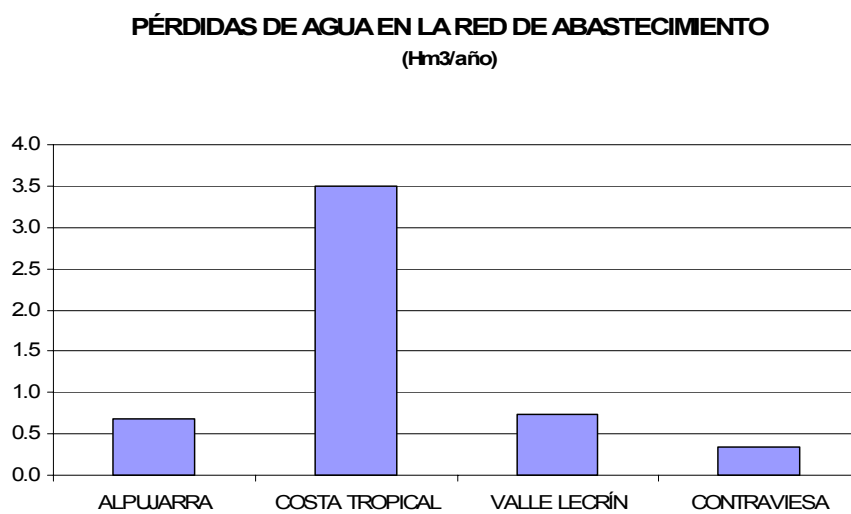
**Tabla 10. Rendimientos de las redes de abastecimiento según número de habitantes**

<b>Rendimientos de la Red de Abastecimiento</b>	
<1.000 habitantes	0,72
1.000-10.000 habitantes	0,73
10.000-50.0000 habitantes	0,68
>50.000 habitantes	0,73

*Fuente. Elaboración propia*

Utilizando los rendimientos medios de la tabla anterior, se ha calculado el volumen de pérdidas en las unidades de la región de estudio, ascendiendo a un total de 5.25 Hm<sup>3</sup> (Fig. 24), de los que 3.5 Hm<sup>3</sup> corresponden a la Costa Tropical; éste será el ahorro potencial máximo derivado de los programas de infraestructuras. En el Capítulo 5, se han mostrado experiencias realizadas en todo el mundo al respecto, existiendo ciudades que han logrado reducir las pérdidas hasta un 5 y un 10% (Japón y Barcelona). Dado el carácter más regional de las ciudades de la región de estudio, no se pueden esperar inversiones tan potentes, aunque sí una progresiva modernización de las infraestructuras, sobre todo en la Costa Tropical, donde los núcleos de población poseen un tamaño suficiente para rentabilizar estas inversiones. Por otro lado, existe un servicio de abastecimiento de aguas mancomunado en las unidades Costa Tropical y Contraviesa, lo cual puede facilitar este proceso. En el valle de Lecrín, exceptuando Dúrcal y Padul, el resto de los municipios poseen tamaños tan pequeños que resulta difícil pensar en mejoras de este tipo. Lo mismo ocurre en la Alpujarra, donde el carácter autónomo y rural de los municipios dificulta el desarrollo de estas medidas.





**Figura 24. Pérdidas en las redes de Abastecimiento**

*Fuente. Elaboración propia*

## 5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

El análisis de la situación actual en la región de estudio muestra una total despreocupación en cuanto a la Planificación y Gestión de la demanda urbana del agua se refiere. Por un lado, las cifras de consumo que manejan las administraciones competentes son francamente dispares, por lo que las estrategias de gestión elaboradas en los planes hidrológicos no responden a una situación real, ya que parten de una información errónea y poco fiable. Por otro lado, las previsiones realizadas para las futuras demandas urbanas utilizan metodologías muy ‘groseras’ que establecen escenarios de consumo muy por debajo de los que después se producen, generando situaciones de escasez que dan lugar al descontrol y al despilfarro de los recursos hídricos.

Así mismo, se ha podido comprobar que los escenarios de crecimiento urbano plantean un importante crecimiento del consumo de agua. Dado el descontrol en los consumos de agua existentes y el incumplimiento sistemático de la planificación, es previsible que las previsiones se vean desbordadas, incrementándose así los conflictos entre los diferentes usuarios.

Por otro lado, el cada vez mayor sector turístico de estas zonas supone un agravante en los problemas de gestión de la demanda, pues genera grandes puntas de consumo en los meses de verano que son difícilmente asumibles. Por todo ello, en este capítulo se ha elaborado una metodología de previsión de la demanda urbana que tiene en cuenta esta variabilidad de población, permitiendo plantear escenarios de futuro más acordes con la realidad y por tanto, planificar mejor la utilización de los recursos. De la misma forma, se ha desarrollado un programa dirigido al control y reducción de la demanda urbana, con el fin de ir reduciendo poco a poco los consumos, y hacer así más eficiente y sostenible el uso del agua.

## **CAPÍTULO 6. ORDENACIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL USO AGRÍCOLA**

<b>1. EL INCREMENTO DE LA SUPERFICIE REGADA Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>6.9</b>
<b>2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS AGRÍCOLAS DEL AGUA.....</b>	<b>6.12</b>
<b>3. PLANIFICACIÓN DE LOS USOS AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS. ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO .....</b>	<b>6.19</b>
3.1 CRITERIOS PARA DETERMINAR LA APTITUD DE LOS SUELOS PARA SER OCUPADOS POR LA AGRICULTURA.....	6.20
3.2 PLANIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO AGRÍCOLA Y LAS REDES HIDRÁULICAS... ..	6.23
3.2.1 ALPUJARRA .....	6.23
3.2.2 VALLE DE LECRÍN.....	6.29
3.2.3 RÍO VERDE .....	6.33
3.2.4 BAJO GUADALFEO .....	6.42
3.2.5 CONTRAVIESA.....	6.61
<b>4. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ACERCA DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS.....</b>	<b>6.73</b>
<b>5. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA AGRÍCOLA .....</b>	<b>6.81</b>
5.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS.....	6.87

5.2	AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES. REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y SUPERPOSICIÓN DE REDES.....	6.92
5.2.1	INTRODUCCIÓN.....	6.92
5.2.2	POSIBLES USOS DEL AGUA REGENERADA.....	6.95
5.2.3	OPORTUNIDADES DE REUTILIZACIÓN EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO .....	6.98
5.2.4	DEPURACIÓN NO CONVENCIONAL.....	6.109
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....</b>	<b>6.121</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Estimaciones de la superficie de regadío en la región de estudio (ha)...	6.10
<b>Fig. 2.</b> Comparativa de las superficies de regadío en la región de estudio (ha).	6.13
<b>Fig. 3.</b> Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) I...	6.13
<b>Fig. 4.</b> Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) II...	6.14
<b>Fig. 5.</b> Comparativa de dotaciones según tipos de cultivo o zonas de regadío (PHCS, 2001) (m <sup>3</sup> /ha).....	6.15
<b>Fig. 6.</b> Comparativa de dotaciones (m <sup>3</sup> /ha).....	6.15
<b>Fig. 7.</b> Dotaciones de agua en las sub-unidades de estudio(m <sup>3</sup> /ha).....	6.16
<b>Fig. 8.</b> Demanda de agua agrícola en las sub-unidades de estudio (Hm <sup>3</sup> ).....	6.17
<b>Fig. 9.</b> Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en la Alpujarra.....	6.25
<b>Fig. 10.</b> Situación actual del regadío respecto de las pendientes en la Alpujarra.....	6.26
<b>Fig. 11.</b> Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra.....	6.27
<b>Fig. 12.</b> Detalles de la posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra.....	6.28
<b>Fig. 13.</b> Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en el valle de Lecrín.....	6.30
<b>Fig. 14.</b> Situación actual del regadío respecto de las pendientes en el valle de Lecrín.....	6.31
<b>Fig. 15.</b> Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos en el valle de Lecrín.....	6.32
<b>Fig. 16.</b> Superficies cultivadas en el valle del río Verde.....	6.33
<b>Fig. 17.</b> Situación actual del regadío en el valle del Río Verde.....	6.34
<b>Fig. 18.</b> Pendiente de los regadíos actuales en el valle del Río Verde.....	6.36
<b>Fig. 19.</b> Pendiente de la superficie cultivada en el valle del río Verde.....	6.37
<b>Fig. 20.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío en el valle del río Verde .....	6.38

<b>Fig. 21.</b> Zonas apropiadas para el posible crecimiento agrícola en el valle del Río Verde.....	6.40
<b>Fig. 22.</b> Distribución de cultivos en el Bajo Guadalfeo.....	6.42
<b>Fig. 23.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el valle del Río Verde.....	6.43
<b>Fig. 24.</b> Situación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.44
<b>Fig. 25.</b> Distribución de superficies cultivadas en el Bajo Guadalfeo.....	6.45
<b>Fig. 26.</b> Distribución de superficies por pendientes entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.46
<b>Fig. 27.</b> Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas bajo la cota 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.46
<b>Fig. 28.</b> Ocupación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.47
<b>Fig. 29.</b> Mapa de pendientes en el Bajo Guadalfeo.....	6.48
<b>Fig. 30.</b> Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas en el Bajo Guadalfeo.....	6.49
<b>Fig. 31.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo I.....	6.53
<b>Fig. 32.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo II.....	6.54
<b>Fig. 33.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.56
<b>Fig. 34.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola en el Bajo Guadalfeo.....	6.57
<b>Fig. 35.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el Bajo Guadalfeo.....	6.60
<b>Fig. 36.</b> Evolución de la superficie de invernadero en la Costa de Granada.....	6.61
<b>Fig. 37.</b> Situación actual de los invernaderos en la Contraviesa.....	6.63
<b>Fig. 38.</b> Mapa de pendientes en la Contraviesa.....	6.64
<b>Fig. 39.</b> Distribución por cotas de los invernaderos en la Contraviesa.....	6.65
<b>Fig. 40.</b> Disponibilidad de superficies para el invernadero en la Contraviesa.....	6.66
<b>Fig. 41.</b> Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la Contraviesa.....	6.67

<b>Fig. 42.</b> Invernaderos situados en zonas a proteger en la Contraviesa.....	6.68
<b>Fig. 43.</b> Red agrícola en la Contraviesa.....	6.71
<b>Fig. 44.</b> Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la rambla de Gualchos.....	6.72
<b>Fig. 45.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Alpujarra (ha).....	6.76
<b>Fig. 46.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle de Lecrín (ha).....	6.77
<b>Fig. 47.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle del río Verde.....	6.78
<b>Fig. 48.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.79
<b>Fig. 49.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Contraviesa.....	6.80
<b>Fig. 50.</b> Técnicas de riego utilizadas en la región del Guadalfeo.....	6.89
<b>Fig. 51.</b> Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo I.....	6.89
<b>Fig. 52.</b> Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo II.....	6.90
<b>Fig. 53.</b> Pérdidas en las redes agrícolas en la región del Guadalfeo.....	6.90
<b>Fig. 54.</b> Volumen de Vertidos de aguas residuales en la Región del Guadalfeo.....	6.98
<b>Fig. 55.</b> Vertidos de aguas residuales y niveles de depuración en la región del Guadalfeo.....	6.100
<b>Fig. 56.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura del valle del río Verde.....	6.104
<b>Fig. 57.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de el Bajo Guadalfeo.....	6.105
<b>Fig. 58.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de la Contraviesa..	6.106
<b>Fig. 59.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura de Orgiva (la Alpujarra).....	6.107

<b>Fig. 60.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura del valle de Lecrín.....	6.108
<b>Fig. 61.</b> Riesgo de contaminación del agua subterránea por vertidos urbanos.	6.110
<b>Fig. 62.</b> Síntesis del funcionamiento de las Tecnologías Convencionales y no Convencionales.....	6.111
<b>Fig. 63.</b> Filtro verde en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.111
<b>Fig. 64.</b> Funcionamiento de un Filtro Verde.....	6.112
<b>Fig. 65.</b> Humedal en Pannessières, Francia.....	6.113
<b>Fig. 66.</b> Posible reutilización del agua regenerada de un humedal artificial.....	6.113
<b>Fig. 67.</b> Lagunaje en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.114
<b>Fig. 68.</b> Sección tipo de Zanja filtrante.....	6.115
<b>Fig. 69.</b> Zanja filtrante en un aparcamiento de Oregón, E.E.U.U.....	6.115
<b>Fig. 70.</b> Lecho de Turba en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.116
<b>Fig. 71.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Alpujarra.....	6.118
<b>Fig. 72.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en el valle de Lecrín.....	6.119
<b>Fig. 73.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Contraviesa.....	6.120



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coeficientes de ponderación asignados a las fuentes de información	6.16
<b>Tabla 2.</b> Demanda agrícola bruta en las zonas de regadío.....	6.17
<b>Tabla 3.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo.....	6.74
<b>Tabla 4.</b> Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola I	6.85
<b>Tabla 5.</b> Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola II.....	6.86
<b>Tabla 6.</b> Eficiencias teóricas de las redes agrícolas.....	6.88
<b>Tabla 7.</b> Pérdidas anuales en las redes agrícolas .....	6.91
<b>Tabla 8.</b> Experiencias en reutilización de agua residual urbana.....	6.97
<b>Tabla 9.</b> Estaciones depuradoras y volúmenes de agua regenerada.....	6.101
<b>Tabla 10.</b> Estrategias de Reutilización del agua residual de la región del Guadalfeo para la situación de 2002.....	6.103
<b>Tabla 11.</b> Características de diseño de los sistemas de depuración no convencional.....	6.116

## RESUMEN

Tal y como se describió en el capítulo anterior, la situación actual de escasez y los problemas medioambientales generados por el uso ‘abusivo’ que se realiza del agua, han generado la necesidad de **planificar** y **reducir** las demandas del agua. Por ello, se hace especialmente necesaria la correcta planificación que **caracterice las demandas existentes, controle y disminuya las dotaciones**, y establezca **escenarios de crecimiento** acordes con la capacidad del territorio y con los recursos hídricos disponibles, utilizando la **planificación de las redes hidráulicas** como una herramienta de control y/o potenciación del crecimiento. En este capítulo se analizan estos aspectos, determinando un posible escenario de crecimiento agrícola para la región de estudio, que minimiza las afecciones al medio físico y a los procesos hidrológicos, que tiene en cuenta las consecuencias territoriales de las posibles ampliaciones de las redes hidráulicas existentes y que plantea medidas para disminuir las demandas agrícolas.

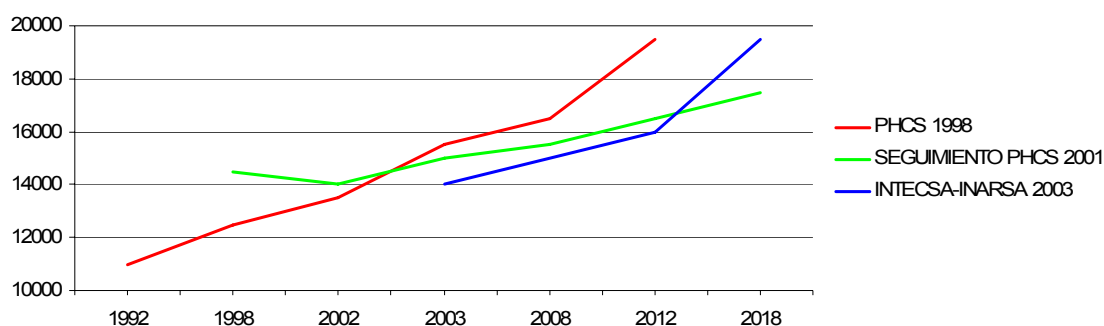
## 1. EL INCREMENTO DE LA SUPERFICIE REGADA Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

Como se ha visto en el Capítulo 4, la disponibilidad de agua supone el principal elemento potenciador al mismo tiempo que limitante, del crecimiento del regadío. La política del agua practicada en nuestro país a lo largo del siglo XX se ha caracterizado por un constante aumento de la oferta hídrica mediante la promoción de numerosas obras hidráulicas, lo cual ha originado un importante crecimiento de la agricultura.

Tanto ha sido así, que hoy en día la demanda agrícola supone en regiones como Andalucía alrededor de un 80% de la demanda total (Consejería de Medio Ambiente, 2003), lo cual indica la importancia de Planificar y Gestionar correctamente los usos agrícolas. Este es también el caso de la región que nos ocupa, donde además de existir un extensa actividad en la actualidad, se prevén importantes crecimientos futuros pese a la situación actual de ‘escasez’. De hecho, analizando los documentos de planificación sobre la actividad agrícola en la zona<sup>1</sup>, puede verse que todos los escenarios previstos plantean unas altas tasas de crecimiento (Fig. 1).

<sup>1</sup> Se han analizado los documentos siguientes: El **Plan Hidrológico de la cuenca Sur de España - PHCS** en adelante - elaborado en 1995 y aprobado en 1998, (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998), El **Inventario y Caracterización de Regadíos de Andalucía -ICRA** en adelante - elaborado en avance en 1996 y definitivamente en 1999, realizado en el marco del Plan Andaluz de Regadíos, (Consejería de Agricultura y Pesca, 1996 y 1999), **El Plan Nacional de Regadíos (2002) -PNR** en adelante -, (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2002), El **Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca Sur de España (2001) - Seguimiento PHCS** en adelante -, (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001), El “**Estudio de Aprovechamiento de los recursos hídricos del litoral granadino**” - **INTECSA** en adelante -, (INTECSA- INARSA, 2003), El “**Estudio de Viabilidad para la Mejora y Modernización de Regadíos, con vistas al ahorro de agua en la Cuenca del Sur**”, (Confederación Hidrográfica del Sur, 1997), y El “**Estudio de las dotaciones y volúmenes de agua para riego y otros usos en la zona regable de Motril-Salobreña**”, (Confederación Hidrográfica del Sur, 1996).

Otro aspecto que llama la atención del análisis de dichos documentos, es que al igual que sucedía en el Capítulo 5, **los datos existentes sobre demandas agrícolas son escasos y contradictorios**, tanto en las superficies de regadío existentes y previsibles, como en las dotaciones correspondientes a cada tipo de cultivo. Esta falta de información fiable hace que los documentos de planificación hidrológica fallen desde su origen, ya que no pueden establecer estrategias de gestión que respondan a la realidad. Si se comparan por ejemplo las estimaciones de superficie regada realizadas por los diferentes documentos de planificación en la región de estudio (Fig. 1), puede verse que tanto los datos correspondientes al momento de la elaboración del documento, como las previsiones realizadas para distintos horizontes, difieren mucho según la fuente consultada.



**Figura 1. Estimaciones de la superficie de regadío en la región de estudio (ha)**

*Fuente. Elaboración propia*

Son muchos los que piensan que estas grandes diferencias responden al interés de ciertos sectores sociales por mantener altas dotaciones que serían destinadas a los usos turísticos cuando los procesos de transformación que ya se están produciendo en el litoral se aceleren (Frontana González, 2002). Así mismo, podrían encubrir un interés por evitar a toda costa la propuesta de trasvases a otras provincias e incluso a otras áreas de la comarca (entrevistas personales), o incluso al desinterés por parte de la administración y los agricultores en invertir en la reducción de los consumos unitarios mediante la mejora de los regadíos (Matarán Ruiz, 2005).

Por otro lado, los documentos de planificación siempre consideran en sus previsiones de consumo una reducción de las dotaciones de agua por unidad de superficie, basada en el ahorro que generará la supuesta futura ‘modernización de los regadíos’. Este teórico ahorro se utiliza para permitir crecimientos ‘extra’ que al no llevarse a cabo dicha modernización, generan una situación de ‘escasez’ y una necesidad de crear nuevas infraestructuras que aumenten los recursos disponibles. Este ciclo se repite generando un círculo insostenible que nunca acaba de solucionar los problemas del agua -política hidrológica netamente desarrollista-.

La única forma de evitar este tipo de situaciones es establecer escenarios razonables basados en una información fiable sobre los recursos y las demandas existentes y estableciendo estrategias de consumo sostenible. En este sentido, en este capítulo se van a analizar las **demandas agrícolas existentes** así como la **posibilidad de crecimiento desde el punto de vista territorial**, crecimientos que serán contrastados en el capítulo siguiente con los recursos sostenibles, estableciendo propuestas de planificación y gestión integrada del agua. Así mismo, se detallarán las medidas necesarias para **controlar y disminuir las demandas**, con el fin de disminuir las dotaciones de agua de los diferentes cultivos mejorando así la eficiencia en el uso del agua.

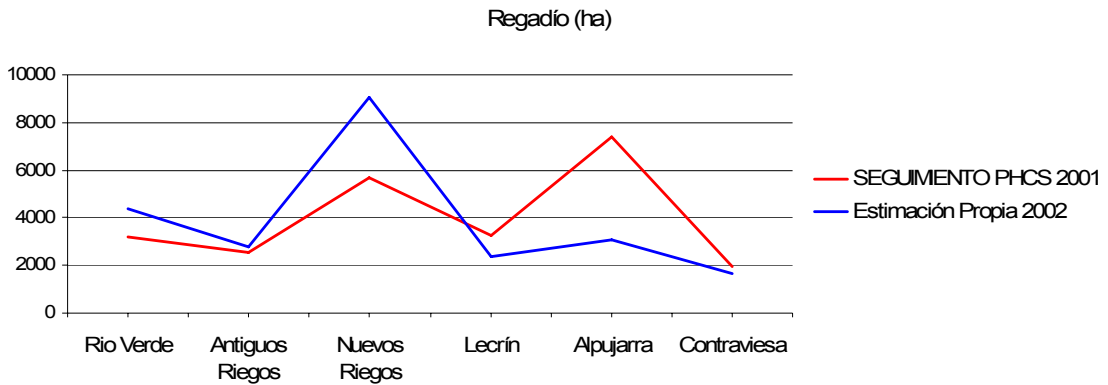
## 2. CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS AGRÍCOLAS DEL AGUA

Para caracterizar las demandas agrícolas es necesario contar con información acerca de las **superficies de regadío existentes** así como las **dotaciones** de los diferentes tipos de cultivo. Respecto de las primeras, a la vista de la divergencia de los datos consultados en las referenciadas bibliográficas citadas en el apartado anterior, se ha creído necesario realizar una estimación propia de las actuales superficies de regadío. Para ello se ha partido del plano de usos del suelo elaborado por el Laboratorio de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Granada para el año 2002. Este plano recoge la información cartográfica existente hasta ese momento al mismo tiempo que realiza correcciones mediante la superposición de fotografías aéreas de la zona, lo cual indica el alto grado de fiabilidad sobre la situación actual.

Mediante el empleo de un Sistema de Información Geográfica se han calculado las áreas regadas correspondientes a cada una de las unidades existentes<sup>1</sup> para el año 2002<sup>2</sup>. Si se comparan con los datos disponibles del año 2001 ('Seguimiento PHCS' Confederación Hidrográfica del Sur, 2001) (Fig. 2), puede observarse por ejemplo que la superficie de regadío en la Alpujarra es muy superior en la referencia bibliográfica, lo cual puede ser debido a que no se han actualizado los datos, y el claro retroceso de esta actividad ha hecho disminuir considerablemente esta cifra. Lo contrario ocurre en el valle del río Verde y los Nuevos Riegos, donde es posible que el ritmo de crecimiento haya dejado atrás a las anteriores estimaciones.

<sup>1</sup> Se han considerado las unidades definidas por los documentos de Planificación que coinciden con las tomadas en el Capítulo 4; **Alpujarra, Lecrín, Contraviesa, Río Verde** y el Bajo Guadalfeo, dividido en dos sub-unidades por considerarse muy diferentes en cuanto a consumos de agua; los **Antiguos Regadíos** situados por debajo de la cota 50 basados en el cultivo de la Caña de Azúcar y Hortalizas, y los **Nuevos Regadíos**, por encima de la cota 50 y basados en el cultivo de subtropicales y en menor medida de hortalizas.

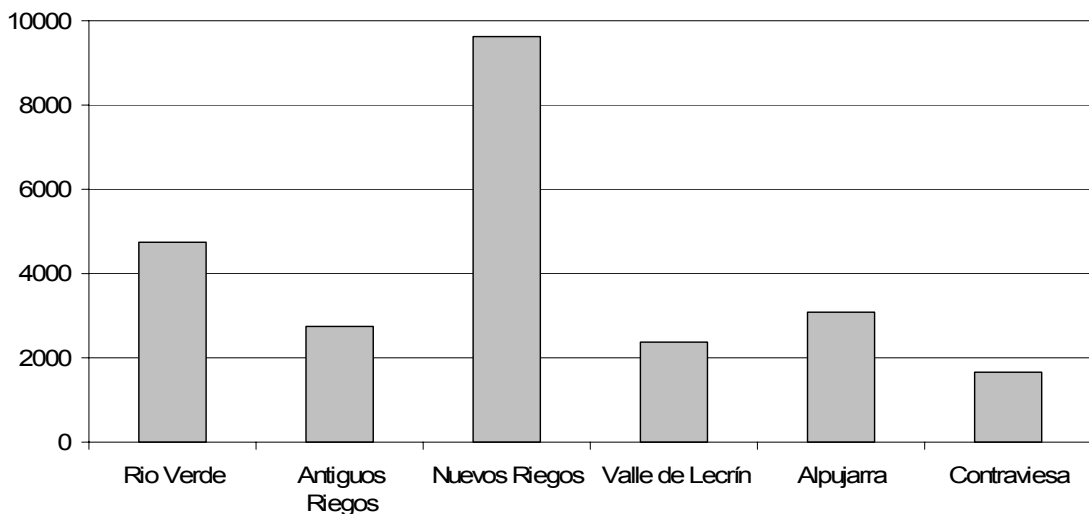
<sup>2</sup> Al igual que en las demandas urbanas el año 2002 se ha tomado como la situación actual.



**Figura 2.** Comparativa de las superficies de regadío en la región de estudio (ha)

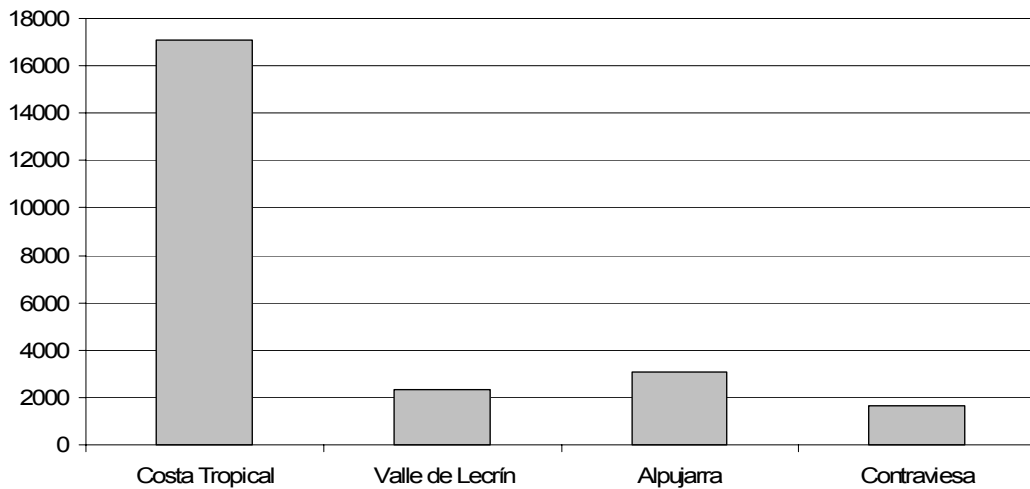
*Fuente. Elaboración propia*

De esta forma, se han obtenido las superficies correspondientes a cada una de las unidades definidas (Fig. 3 y 4), destacando la gran concentración de actividad agrícola en las sub-unidades que forman la Costa Tropical (río Verde, Antiguos Riegos y Nuevos Riegos), lo cual genera un importante desequilibrio en la región. Esto pone de manifiesto la necesidad de prestar especial atención a las estrategias de planificación y gestión en estas zonas.



**Figura 3.** Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) I

*Fuente. Elaboración propia*



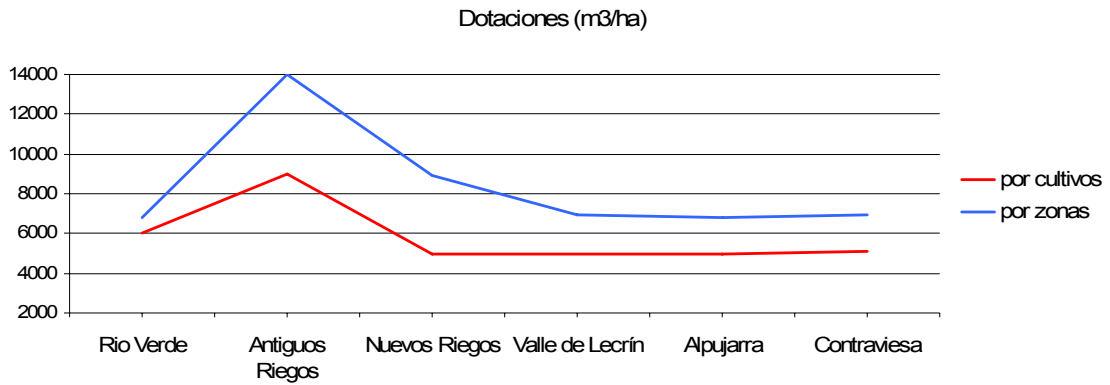
**Figura 4. Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) II**

*Fuente. Elaboración propia*

Una vez determinadas las superficies agrícolas existentes, para caracterizar las demandas agrícolas se requiere conocer las **dotaciones medias** de agua correspondientes a cada zona. Tras consultar la bibliografía ya referenciada, ha podido observarse que existen dos tipos de datos; las dotaciones de agua **referenciadas a las zonas de regadío** (tal y como son proporcionadas por el PHCS, el Seguimiento PHCS, el PNR y el ICRA), o a los **tipos de cultivo** (como las proporcionan el “Estudio de Viabilidad para la Mejora y Modernización de Regadíos” y el “Estudio de las dotaciones y volúmenes de agua para riego y otros usos en la zona regable de Motril-Salobreña”). Así, si se comparan los consumos de las distintas zonas según estos dos criterios (Fig. 5), puede observarse que las demandas consideradas por zonas de regadío son ampliamente superiores a las consideradas por tipo de cultivos. Esto puede deberse a que estos últimos no consideran las diferentes características de las redes de transporte en cada zona, de tal forma que un mismo cultivo consumiría lo mismo en la Alpujarra que en el Río Verde, lo cual no es cierto.

Este hecho unido a que en cada área de regadío existe una alta concentración de un solo tipo de cultivos, ha llevado a considerar más apropiado la determinación de las dotaciones según el primer procedimiento.

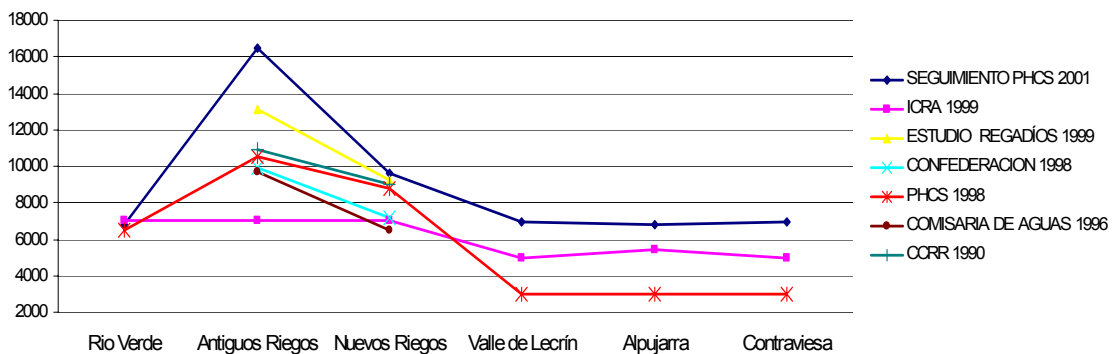




**Figura 5. Comparativa de dotaciones según tipos de cultivo o zonas de regadío (PHCS, 2001) (m³/ha)**

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de bibliografía detallada*

Así, para determinar las dotaciones medias correspondientes a cada área de regadío, se han consultado los datos proporcionados por los diferentes documentos de planificación (Fig. 6). Del análisis de estos datos puede decirse, que exceptuando el valle del río Verde, en el resto de áreas existen de nuevo grandes divergencias según la fuente bibliográfica consultada, diferencias que pueden superar el 100%, lo cual pone de manifiesto, la falta de rigurosidad con la que se planifican las demandas hídricas.



**Figura 6. Comparativa de dotaciones (m³/ha)**

*Fuente. Elaboración propia*

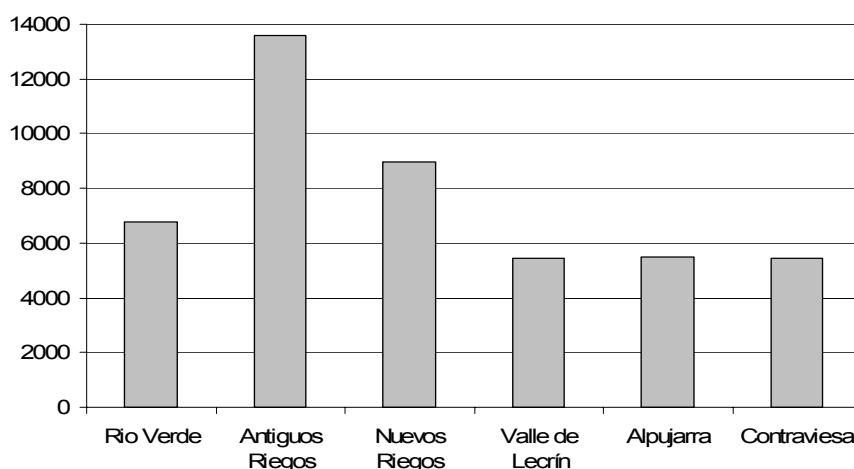
Así, y siguiendo el mismo procedimiento presentado en el Capítulo 5, se ha calculado la dotación media de cada zona mediante la ponderación de los datos disponibles en función de su fiabilidad (Tabla 1), asignando el coeficiente mayor a la referencia más reciente por considerarse la más exacta.

**Tabla 1. Coeficientes de ponderación asignados a las fuentes de información**

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	COEFICIENTES
SEGUIMIENTO PHCS 2001	0.4
ICRA 1999	0.2
ESTUDIO REGADÍOS 1999	0.05
PHCS 1998	0.2
COMISARIA DE AGUAS 1996	0.05
CCRR 1990	0.05

*Fuente. Elaboración propia*

De esta forma, se han obtenido las dotaciones medias correspondientes a las diferentes áreas de regadío (Fig. 7), en las que puede observarse que los mayores consumos corresponden a las tres zonas más extensas (río Verde, Antiguos y Nuevos Riegos), lo cual resulta preocupante pues generará grandes volúmenes de demanda. Los Antiguos Riegos son la unidad más consumidora, debido a que la red hidráulica existente es muy antigua y produce muchas pérdidas en el transporte.



**Figura 7. Dotaciones de agua en las sub-unidades de estudio(m³/ha)**

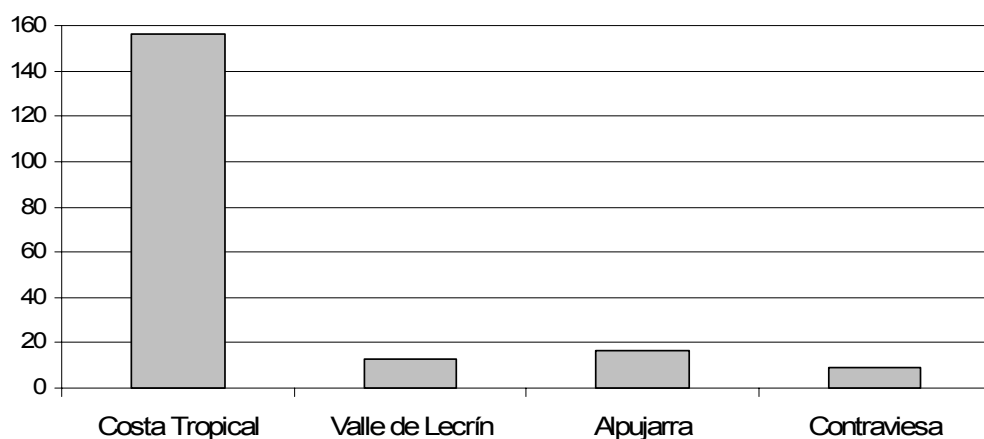
*Fuente. Elaboración propia*

Calculadas las superficies de regadío y sus consumos medios se han obtenido las **demandas agrícolas** multiplicando ambos factores (Tabla 2 y Figura 8). Los resultados muestran que existe un **gran desequilibrio territorial** entre las distintas áreas, ya que como era previsible, el consumo de agua en la Costa Tropical es una 10 veces superior al existente en cada una de las restantes unidades. Así, las estrategias de planificación deberán concentrarse en esta zona, procurando también una redistribución de la actividad económica respecto de otras zonas.

**Tabla 2. Demanda agrícola bruta en las zonas de regadío**

	<b>DOTACIÓN (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>DEMANDA BRUTA (Hm<sup>3</sup>/año)</b>
Río Verde	6.782	4.735	32,11
Antiguos Riegos	13.605	2.752	37,44
Nuevos Riegos	8.990	9.624	86,52
Total Costa Tropical	9.173	17.111	156,07
Valle de Lecrín	5.461	2.357	12,87
Alpujarra	5.483	3.078	16,87
Contraviesa	5.461	1.677	9,16
<b>TOTAL</b>		<b>24.223</b>	<b>194,97</b>

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 8. Demanda de agua agrícola en las sub-unidades de estudio (Hm<sup>3</sup>)**

*Fuente. Elaboración propia*

Como ya se ha comentado, la existencia de un mayor volumen de demanda agrícola está directamente condicionada con la disponibilidad de agua. Así se explica el enorme consumo de agua de la Costa Tropical frente al resto de unidades, ya que esta unidad corresponde al sistema III2 (ver Capítulo 4), el cual posee un volumen de recursos hídricos curiosamente unas 10 veces superior al resto de las unidades, aproximadamente la misma proporción existente entre las demandas.

**Así, las demandas agrícolas se adaptan a la disponibilidad de agua existente, alcanzando situaciones límite en las que se ‘aprovechan’ al máximo los recursos. Además se sitúan siempre un poco por encima de estos con el objeto de generar cierta ‘tensión hídrica’ que demande nuevas infraestructuras para seguir permitiendo el crecimiento.**

De esta forma, el control de esta disponibilidad de agua se sitúa como la mejor herramienta para controlar el crecimiento de la agricultura. Por ello, en el apartado siguiente se va a realizar un análisis del potencial de crecimiento del regadío, relacionándolo con las infraestructuras hidráulicas existentes.

### 3. PLANIFICACIÓN DE LOS USOS AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS. ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO

Como ya se ha dicho anteriormente, para evitar situaciones de crecimiento incontrolado de las actividades agrícolas, es necesario proponer escenarios de crecimiento agrícola razonables. Para ello, además de contar con información fiable sobre los recursos y las demandas existentes, es necesario analizar la capacidad de los territorios para absorber estos crecimientos agrícolas. Así se deberá determinar primero el **potencial máximo de crecimiento de la agricultura desde una perspectiva territorial**, para después contrastado con los recursos disponibles, y establecer así estrategias de consumo sostenible y propuestas para la planificación y la gestión integrada del agua en la región (ver capítulo 8).

Para ello sería necesario elaborar un Plan de Ordenación de Usos Agrícolas que resulta inabordable en este estudio, por lo que se ha realizado un análisis menos ambicioso que determina la aptitud de los suelos para ser ocupados por la agricultura en base a unos criterios sencillos. De esta forma, se han establecido unos máximos de crecimiento que se contrastarán en el próximo capítulo con los recursos disponibles, y permitirán establecer distintas hipótesis de crecimiento en la zona.

También se han analizado las carencias en cuanto a redes hidráulicas se refiere, planteando las posibles ampliaciones y analizando cómo pueden afectar al crecimiento del regadío. Como se ha indicado en varias ocasiones, las redes hidráulicas suponen un impulso al crecimiento de la agricultura, pudiendo utilizarse para justificar crecimientos por encima de lo planificado. Así, se plantea la **planificación de las redes hidráulicas como una medida de control de la disponibilidad de agua y por tanto, del crecimiento de la agricultura.**

### 3.1 CRITERIOS PARA DETERMINAR LA APTITUD DE LOS SUELOS PARA SER OCUPADOS POR LA AGRICULTURA

Para determinar las zonas de posible desarrollo agrícola en la zona se han definido una serie de principios que han servido para valorar espacialmente la conveniencia de la ocupación del suelo por parte de la agricultura, y cuantificar así el crecimiento potencial en cada una de las áreas de regadío. Los principios pueden resumirse en los siguientes:

Debe procurarse la **potenciación del desarrollo equilibrado del territorio**, ayudando a conservar las áreas agrícolas de aquellas zonas donde esta actividad cumple una función de cohesión territorial y dinamizador de la economía local.

El **crecimiento de los regadíos no debe producirse en cotas superiores a las de las infraestructuras hidráulicas** que los sirven. Este desarrollo origina la necesidad de obtener agua subterránea a través de pozos privados, en su mayoría ilegales, que realizan extracciones de forma incontrolada además de generar un coste económico importante en bombeos. Así, en el caso de considerarse importante la creación de nuevos cultivos situados en estos lugares, se deberá estudiar la conveniencia del emplazamiento así como la posibilidad de dotar a la zona de agua superficial mediante nueva red hidráulica. En el caso de que esto no pudiera llevarse a cabo, debería desecharse esta idea. Así mismo, con el fin de reducir la necesidad de transportar o transferir agua desde las fuentes de abastecimiento a los lugares de consumo, es fundamental **localizar los usos consumidores de agua cerca de las presas** que los abastecen.

Deben respetarse los **Espacios del agua**, -el Dominio Público Hidráulico en los ríos y el marítimo en el litoral, los propios cauces de los ríos, barrancos, ramblas y arroyos-, las **zonas improductivas** (masas forestales,...), las **crestas de las montañas** con el fin de mantener el paisaje, así como las **áreas de especial valor**

**ambiental**, asegurando la conservación de aquellos espacios que cumplen funciones hidráulico-ambientales en el territorio.

No debe permitirse el crecimiento de cultivos en zonas con **riesgo de inundabilidad**. Los invernaderos situados en las ramblas de la contraviesa son especialmente peligrosos ya que la impermeabilización del suelo aumenta la velocidad y el volumen del agua de escorrentía, generando un alto riesgo de inundabilidad en las zonas bajas. Además, la agricultura bajo plástico se configura como un uso totalmente incompatible con la ocupación ocasional del agua en la llanura de inundación, además de suponer un **obstáculo para la evacuación natural del agua**. Respecto de los cultivos tradicionales, los frutales por ejemplo no suponen un problema importante en las llanuras de inundación, pues aunque en gran número pueden disminuir la capacidad hidráulica de la sección del cauce, las ocasionales avenidas son compatibles con el desarrollo de esta agricultura. Estos cultivos serán más beneficiosos en las partes altas de los cauces - ya que disminuyen la velocidad de escorrentía del agua y aumentan la infiltración-, y más peligrosos en las zonas bajas, pues como ya se ha dicho, aumentan la rugosidad de la sección de desagüe, y por tanto la posibilidad de desbordamiento.

Debe impedirse **el crecimiento del regadío en zonas de altas pendientes**, por los problemas asociados a la inestabilidad de laderas, erosión del suelo e impacto paisajístico. Como ya se ha dicho, los invernaderos por ejemplo producen una alta impermeabilidad del suelo que genera altas velocidades del agua superficial aumentando su poder erosivo. Además, los grandes desmontes necesarios para implantar estas construcciones en las pendientes pueden generar inestabilidades del terreno, además de suponer una alteración muy importante del paisaje existente. Por ello, para cultivos de esta tipología no se recomiendan pendientes mayores al **25%** (Ayuntamiento de Motril, 2003). De la misma forma, y aunque los cultivos tradicionales de regadío (hortalizas, caña de azúcar,...) no planteen restricciones tan importantes en cuanto a los desmontes por tratarse de plantaciones al aire libre, sus características físicas, de recolección, así como de riego, hacen recomendable no

superar pendientes del **25%** (INTECOSA-INARSA, 2003). Respecto de los árboles frutales sin embargo, su emplazamiento aterrizado y el hecho de que estas plantaciones supongan una medida para la cohesión del terreno, pueden permitirse pendientes de hasta un **45%** (INTECOSA-INARSA, 2003), ya que este tipo de cultivo y su plantación en bancales disminuyen la velocidad del agua aumentando la infiltración y disminuyendo la erosión y los problemas de inestabilidad del terreno.

Así, siguiendo estos principios se ha analizado la posibilidad de expansión agrícola en cada una de las unidades, estableciendo máximos de crecimiento que después se contrastarán con los recursos disponibles, realizando una propuesta de ordenación en los usos agrícolas y las infraestructuras hidráulicas que los sirven.



## **3.2 PLANIFICACIÓN DEL CRECIMIENTO AGRÍCOLA Y LAS REDES HIDRÁULICAS**

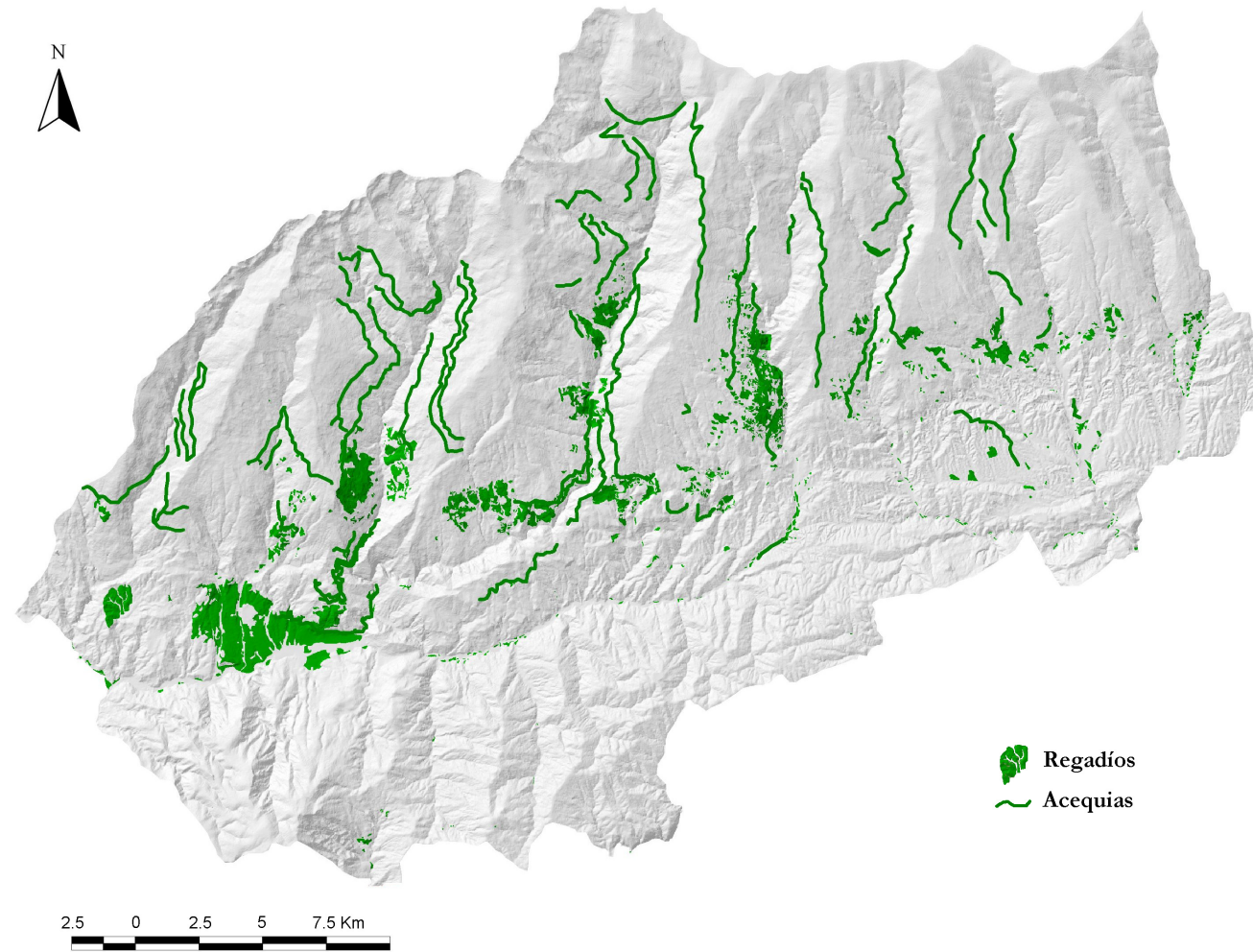
En este apartado se analizará la situación actual del regadío y de sus infraestructuras para cada una de las unidades existentes, determinando las áreas más aptas para albergar el desarrollo del regadío según los criterios definidos en el apartado anterior. Así mismo, se analizarán las posibles ampliaciones necesarias de las redes hidráulicas para abastecer tanto a la agricultura existente como a las zonas de posible crecimiento, así como las consecuencias que pueden tener para el crecimiento incontrolado de la agricultura debido al aumento de disponibilidad de superficie.

### **3.2.1 Alpujarra**

La Alpujarra es la zona de la región de estudio menos dinámica en cuanto al desarrollo de la agricultura (ver Capítulo 3). La existencia de numerosas acequias en zonas donde en la actualidad ya no existen cultivos (Fig. 9), así como el hecho de que la superficie regada determinada corresponde a menos de la mitad de la definida en el último documento de planificación (de más de 7.000 hectáreas en el estudio Seguimiento PHCS, a unas 3.000 constatadas en este trabajo), son pruebas de que este sector se encuentra en retroceso.

La agricultura de la Alpujarra se limita a pequeñas explotaciones familiares, muchas de ellas dedicadas a la agricultura ecológica y al mercado del turismo rural. Sin embargo, la permanencia de esta actividad en la zona puede considerarse necesaria ya que mantiene cierta actividad económica que ayuda al desarrollo rural y al reequilibrio territorial, al mismo tiempo que protege las laderas de la deforestación y la erosión. Como puede verse en la Figura 10, el regadío se concentra en las laderas de los barrancos formados por los arroyos o torrentes, por lo que dado el tipo de agricultura tradicional de la zona, estos cultivos son beneficiosos para disminuir los procesos de erosión.

Se propone por tanto la conservación de la superficie existente, apoyada con una actuación de mejora de la infraestructura hidráulica obsoleta existente que consiga aumentar la rentabilidad de estos cultivos asegurando su permanencia. Esta actuación consistirá en mejorar la eficacia de transporte de las conducciones de una nueva red de acequias, que se apoya en la existente y que se amplía en las áreas de actual densidad agrícola (Fig. 11). Los nuevos tramos propuestos toman agua directamente de las partes altas del río y la distribuyen en las laderas, aumentando en lo posible la captación de agua superficial y disminuyendo la subterránea, la cual complementará a la primera en los casos en los que sea necesario. La red resultante de unos 88 km de longitud (respecto de los 240 originales) resulta más económica y operativa en su mantenimiento (Fig. 12).



**Figura 9.** Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en la Alpujarra

*Fuente. Elaboración propia*

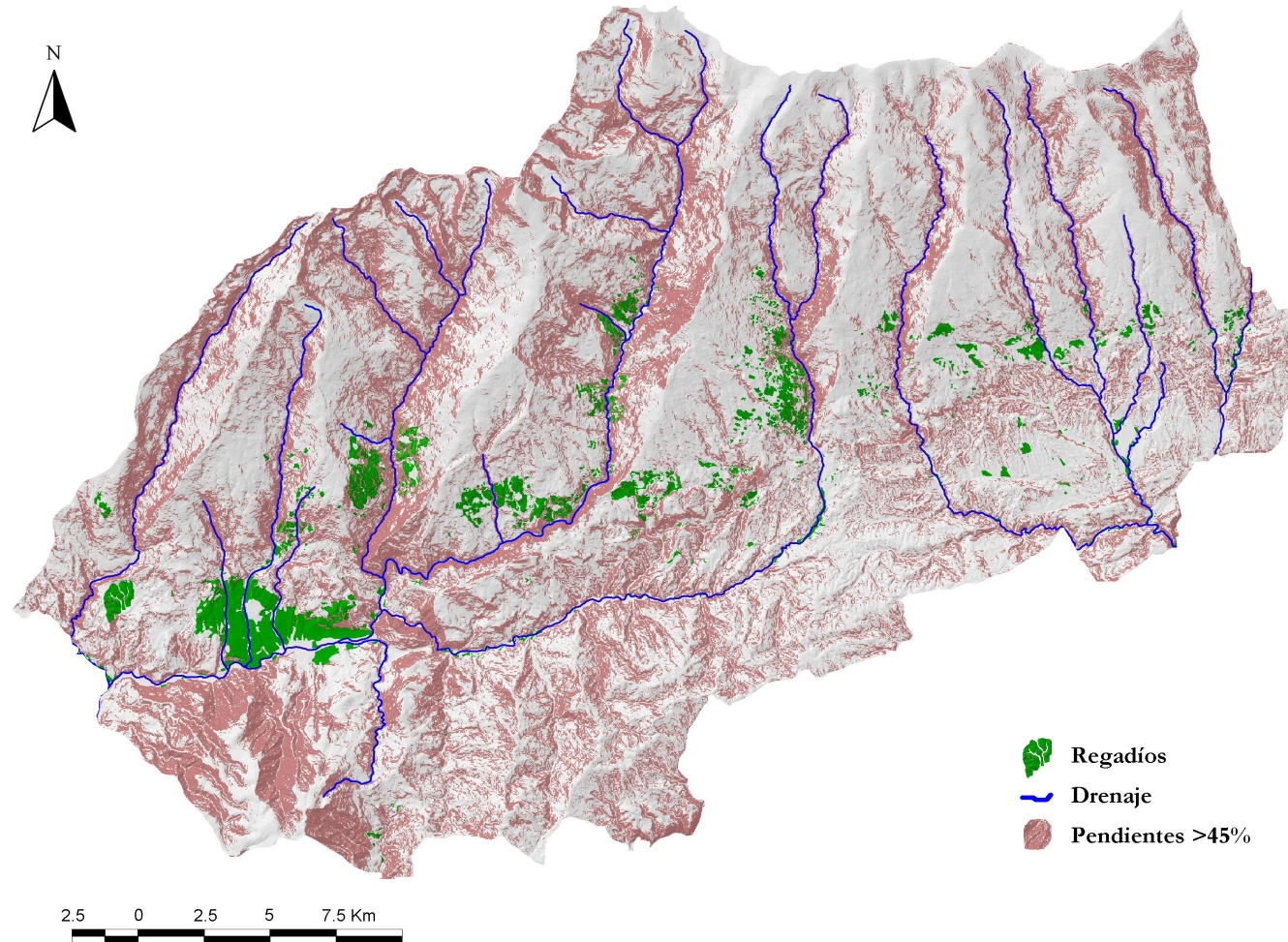


Figura 10. Situación actual del regadío respecto de las pendientes en la Alpujarra

Fuente. *Elaboración propia*



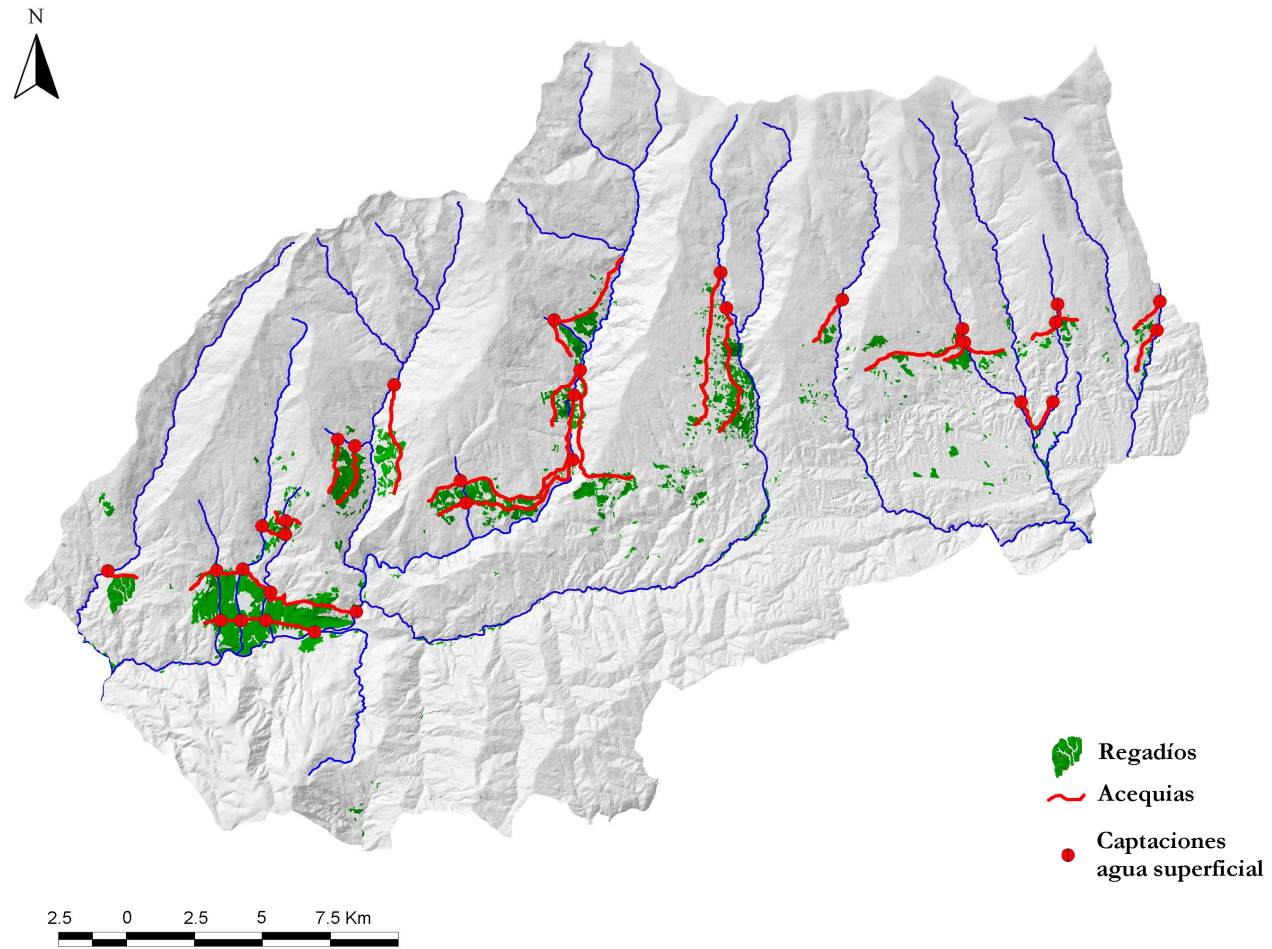
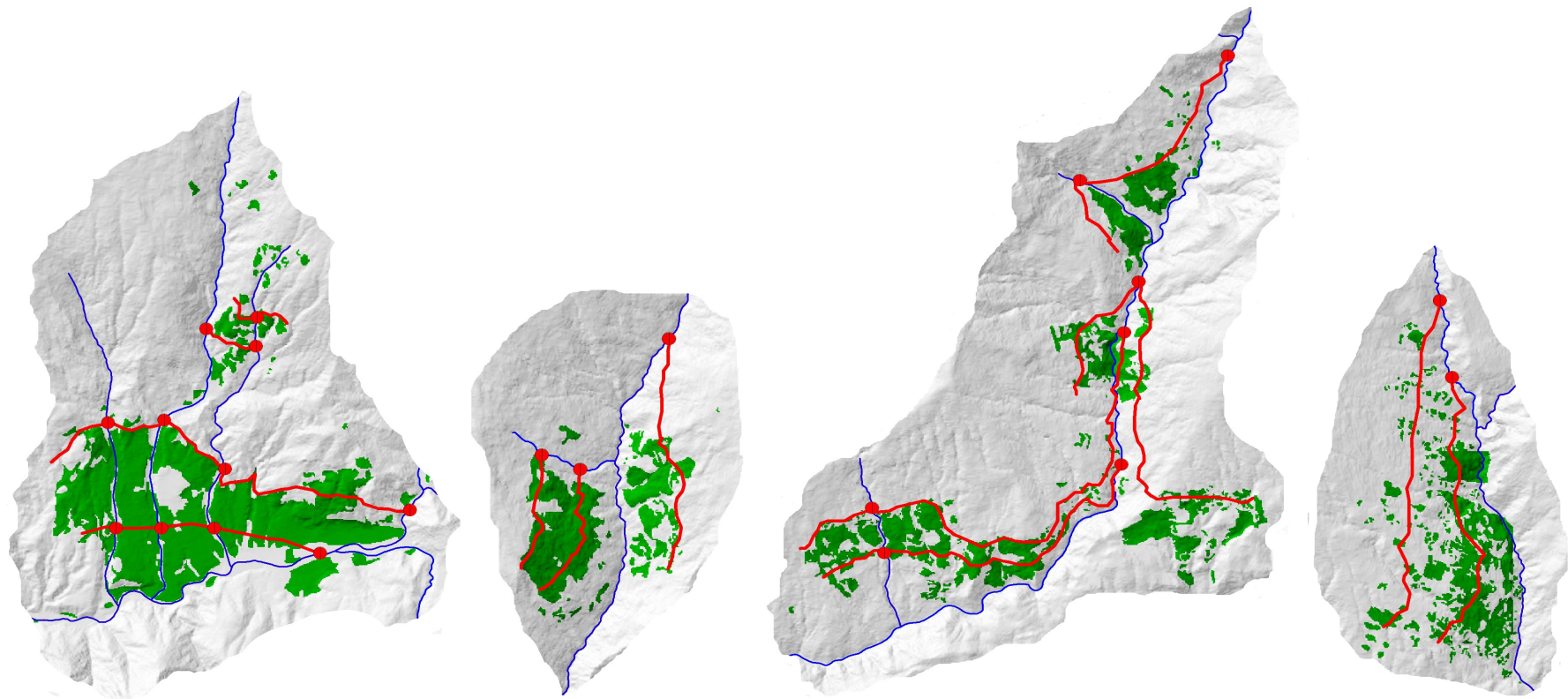


Figura 11. Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra

Fuente. *Elaboración propia*



**Figura 12.** Detalles de la posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra

*Fuente. Elaboración propia*

### 3.2.2 Valle de Lecrín

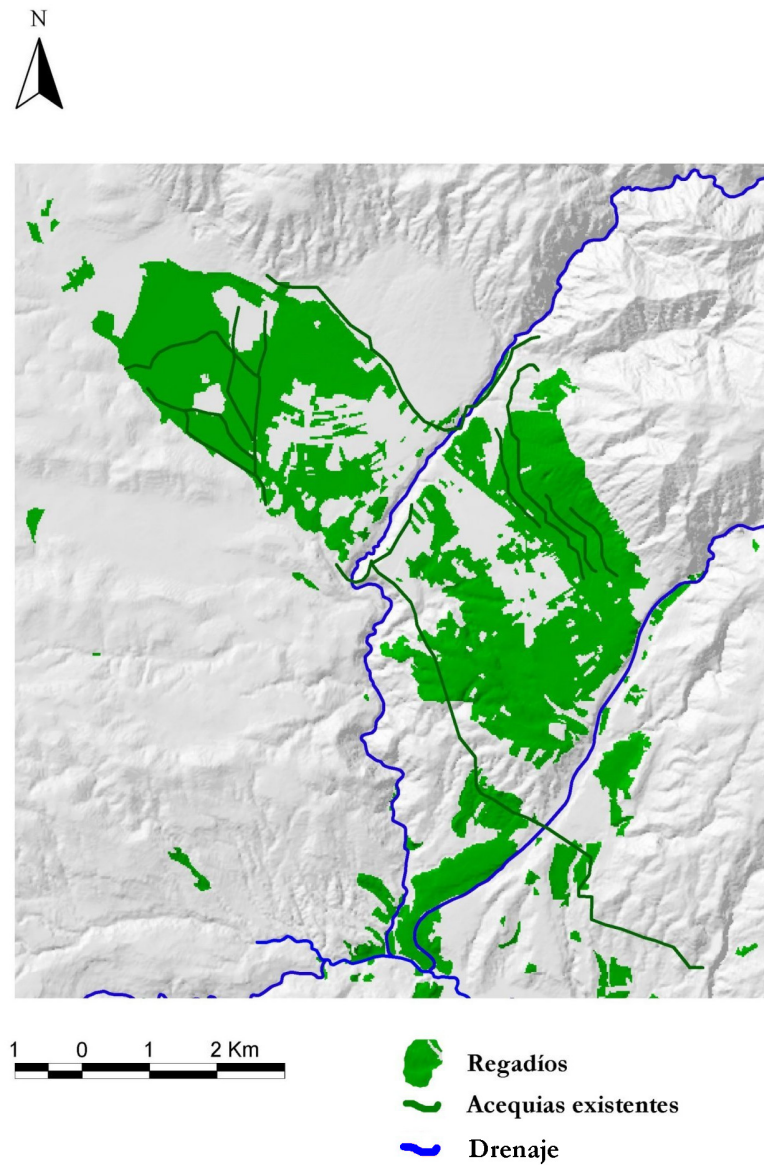
La agricultura del valle de Lecrín, basada en el cultivo de cítricos y regadíos tradicionales, es una agricultura rentable y que ha tenido un desarrollo importante en los últimos años. El emplazamiento de las actividades agrícolas se limita a las zonas más llanas del valle de Lecrín (ver Capítulo 3), en las márgenes derecha e izquierda del río Dílar, en áreas de pendientes muy inferiores al 45%, por lo que su emplazamiento no supone riesgos para las laderas escarpadas que rodean al valle (Fig. 14).

Puede observarse también que la red de acequias existente responde con bastante acierto a la agricultura existente, muestra de que este sector sigue estando activo en la actualidad (Fig. 13). Por ello, solamente se propone la ampliación de dicha red con el fin de aumentar las conexiones con los cauces existentes para disminuir en la medida de lo posible las captaciones subterráneas muy numerosas en la zona (ver capítulo 4) (Fig. 15).

Respecto del posible crecimiento de las actividades agrícolas, en la Figura 15 puede observarse que existen importantes zonas sin consolidar, alrededor de unas 462 hectáreas distribuidas entre la agricultura existente que podrían ocuparse con la mejora de la red de acequias propuesta.

Así mismo, existe una zona sin actividad agrícola situada junto a las áreas regadas de la margen derecha del río, que posee pendiente y emplazamiento muy favorables, pues podría nutrirse de una acequia que partiría del mismo río a una cota superior (futura ampliación en Fig. 15). De esta forma, eliminada la zona de protección de los cauces existentes, existirían unas 400 hectáreas más para el crecimiento del regadío, llegando a un total de **750**, que podría tomarse como el máximo crecimiento que podría producirse en la zona con la ampliación de la red hidráulica.

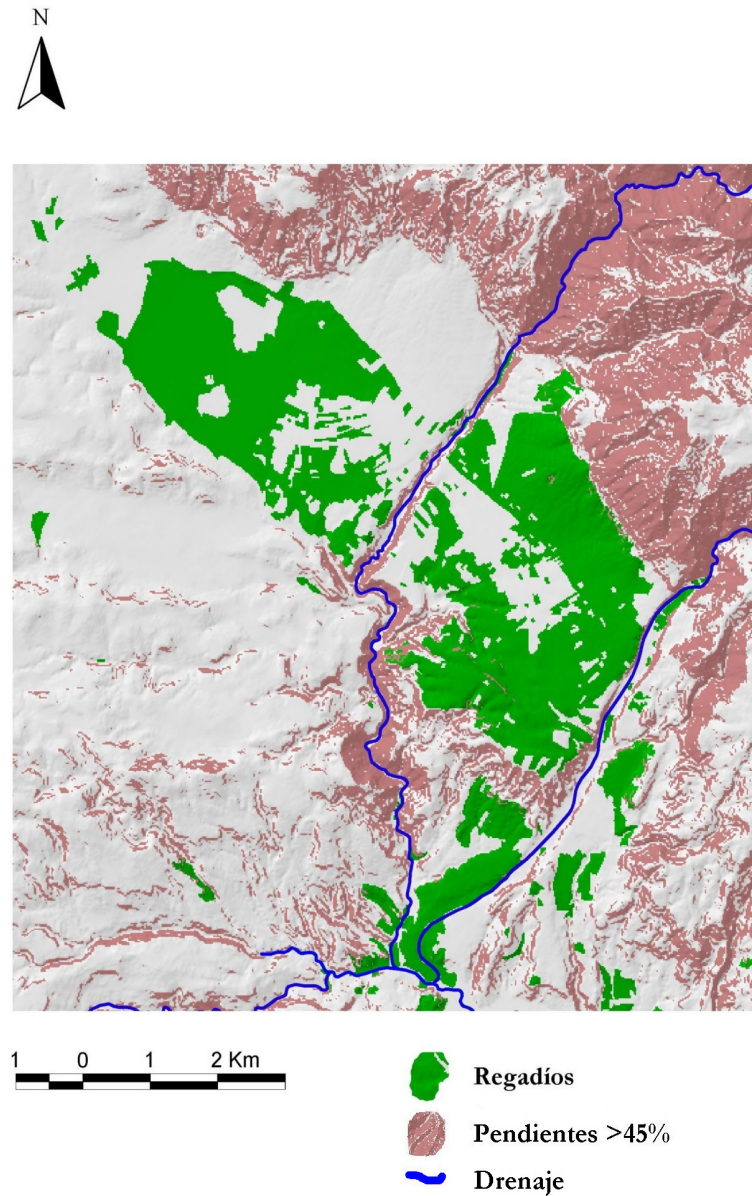
En el capítulo siguiente, se realizarán distintas hipótesis de crecimiento del regadío contrastándose con la existencia o no de recursos que lo permitan.



**Figura 13.** Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en el valle de Lecrín

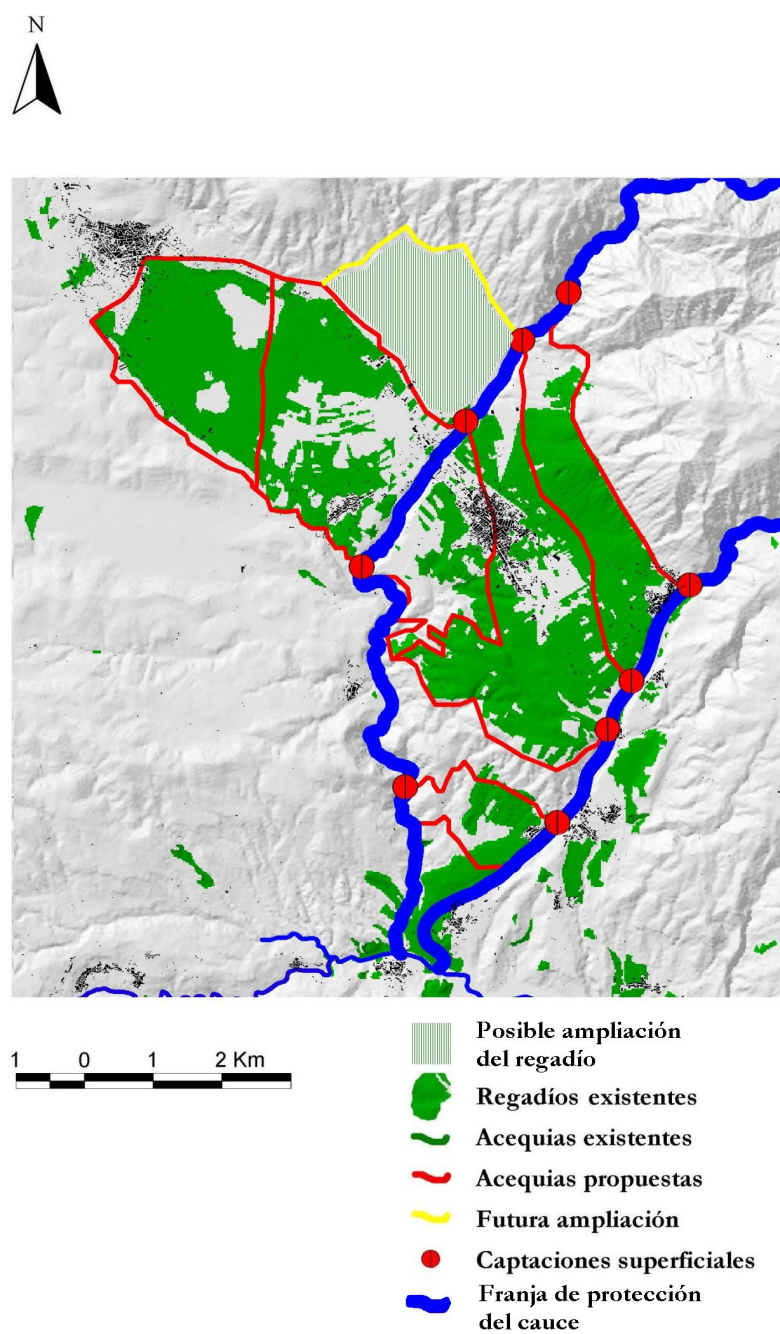
*Fuente.* Elaboración propia





**Figura 14.** Situación actual del regadío respecto de las pendientes en el valle de Lecrín

*Fuente.* Elaboración propia



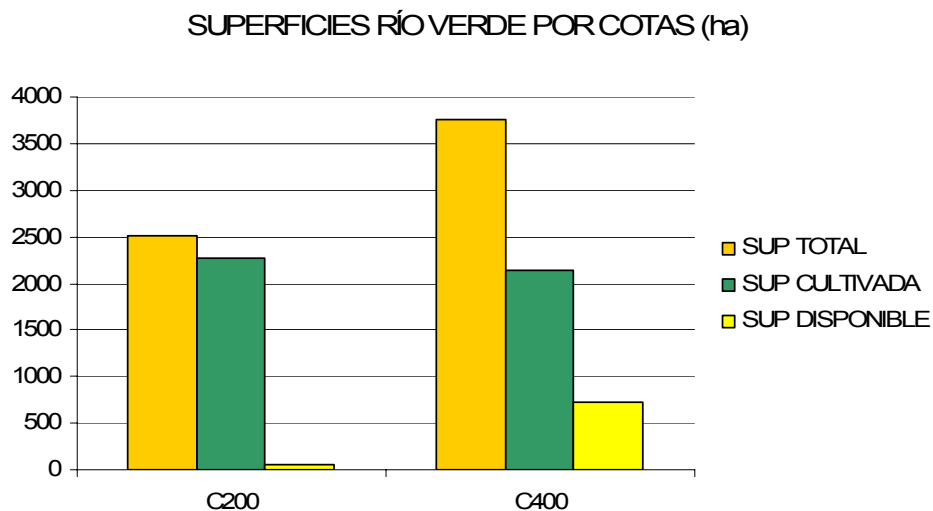
**Figura 15.** Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos en el valle de Lecrín

*Fuente.* Elaboración propia

### 3.2.3 Río Verde

Como ya se vio en el Capítulo 3, la agricultura del valle del Río Verde es una de las más extensas de la región de estudio. Se basa en los cultivos de frutales subtropicales que se sitúan en torno a los valles de los ríos Verde, Seco y Jate, configurando una superficie muy consolidada que se extiende por las laderas hasta cotas muy altas. Tal es el nivel de saturación, que la superficie disponible para la agricultura por debajo de la cota 200 (sin considerar la franja litoral ocupada por usos urbanos) supone tan solo alrededor de un 10% (Fig. 16 y 17). Este índice es algo mayor en la franja comprendida entre las cotas 200 y 400, casi el 40%, sobre todo en las zonas altas de los ríos Jate y Seco. Los espacios disponibles entorno al río Verde son casi inexistentes, debido a la disponibilidad de los recursos fluyentes de dicho río.

Por otro lado, el límite de crecimiento se sitúa en la cota 400, debido a que es la altura máxima a la que el embalse de Béznar puede abastecer agua mediante su toma y se puede asegurar por tanto el abastecimiento de agua superficial a la zona. Por tanto, la única posibilidad de expansión de la agricultura se sitúa entre las cotas 200 y 400, donde aún existen ciertos espacios disponibles.



**Figura 16.** Superficies cultivadas en el valle del río Verde

*Fuente. Elaboración propia*

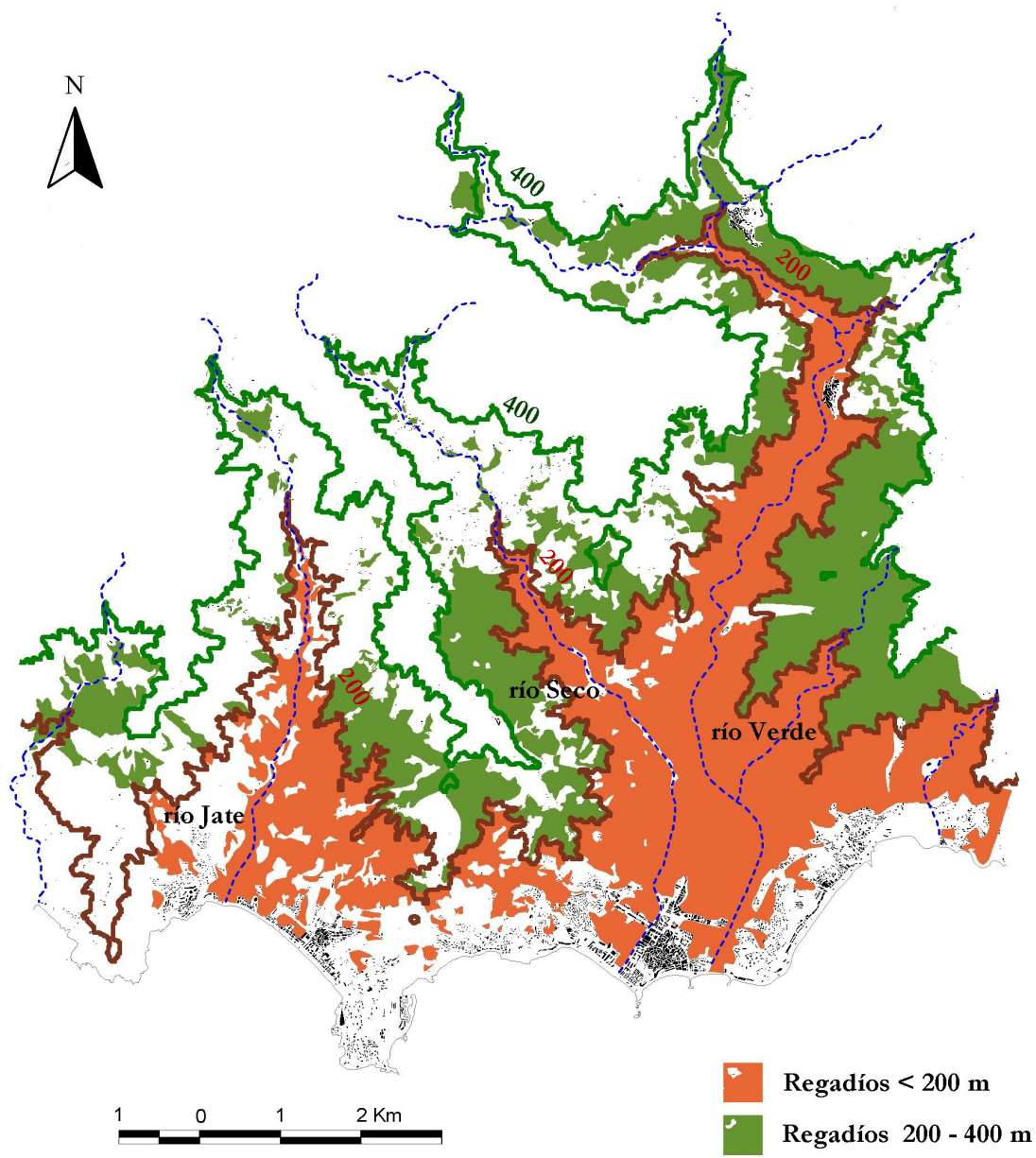


Figura 17. Situación actual del regadío en el valle del Río Verde

Fuente. *Elaboración propia*

Respecto de la conveniencia o no de permitir crecimientos agrícolas en la zona, puede decirse que los estudios realizados al respecto ponen de manifiesto un **importante potencial económico** respecto de esta actividad (Matarán Ruiz, 2005). Por otro lado, estos cultivos únicos en Europa, suponen la principal **seña de identidad** de la zona (de ahí su nombre ‘Costa Tropical’), y caracterizan el paisaje haciéndolo radicalmente diferente al resto de la Costa Mediterránea.

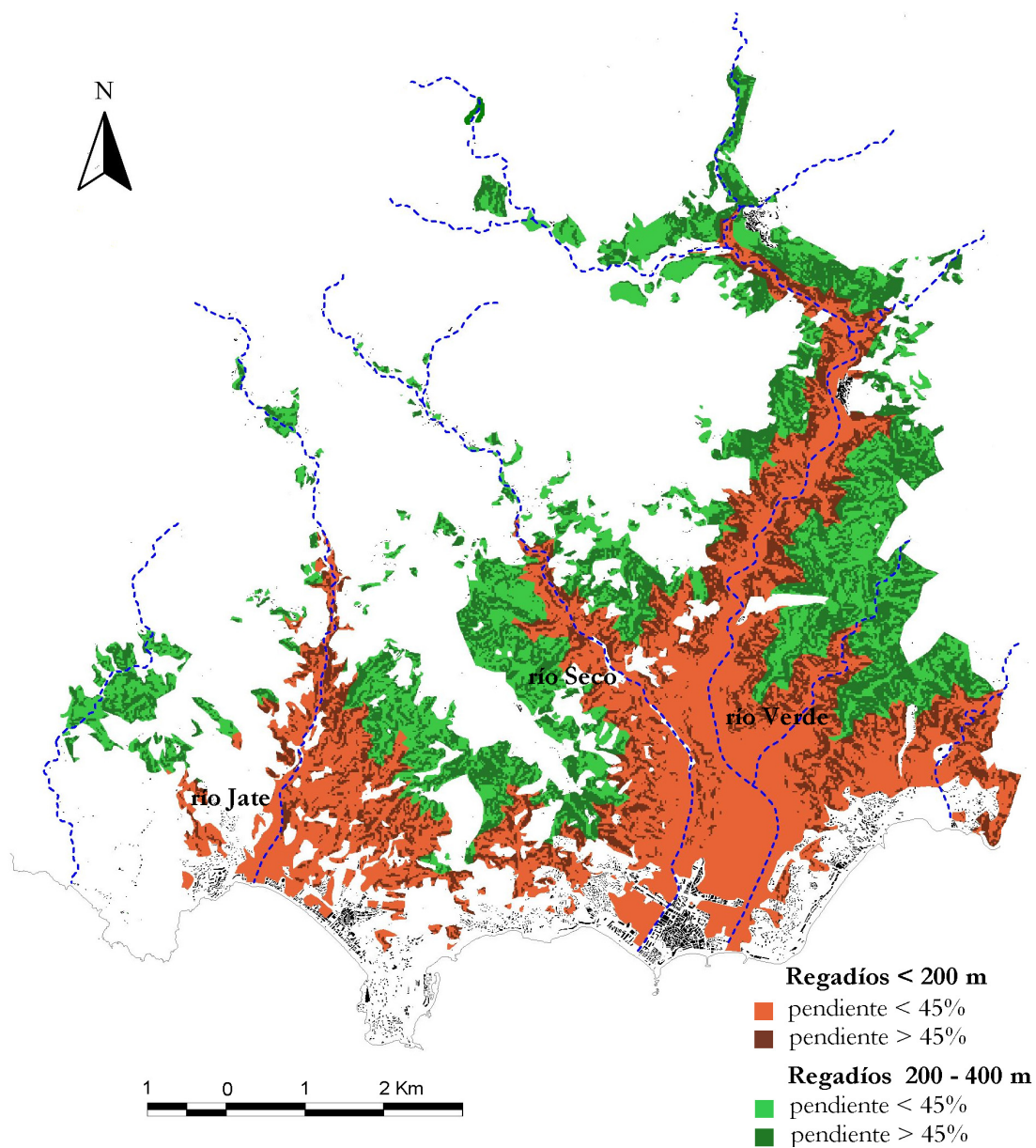
Ambos factores, unidos al hecho de que no existen indicios de que este tipo de agricultura esté suponiendo problemas ambientales a la zona, nos lleva a considerar esta actividad como un sector a mantener, y en su caso, a potenciar mínimamente en caso de que los recursos lo permitan.

Así, para determinar la posibilidad o no, desde el punto de vista territorial, de que esta agricultura pueda tener cierto desarrollo, se ha analizado la posible existencia de áreas con aptitud para el crecimiento en la zona considerando los principios definidos en el apartado anterior.

Como ya se ha dicho, el primer condicionante es el de **no permitir crecimientos por encima de la cota 400**, por no poder abastecerlos con el agua procedente del embalse de Béznar, por lo que se tomará esta cota como límite de estudio.

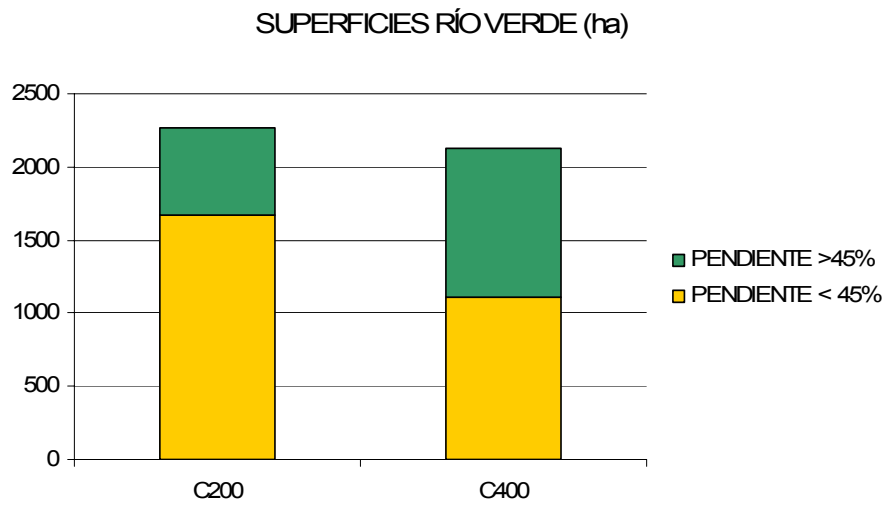
El segundo condicionante para el crecimiento del regadío en la zona es la escarpada orografía y las grandes **pendientes** existentes. En las Figuras 18 y 19, -obtenidas de la superposición de información en un sistema de información geográfica-, puede verse cómo muchos de los regadíos existentes se sitúan en pendientes superiores al 45% recomendable para este tipo de cultivo. De hecho, por debajo de la cota 200, un 26% del área cultivada se sitúa en pendientes mayores a ésta, situación aún mayor en la zona comprendida entre la cota 200 y 400, donde este porcentaje alcanza el 50% (Fig. 19).





**Figura 18. Pendiente de los regadíos actuales en el valle del Río Verde**

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 19. Pendiente de la superficie cultivada en el valle del río Verde**

*Fuente. Elaboración propia*

Con el fin de obtener aquellas zonas con mejor aptitud al crecimiento agrícola, se ha realizado un análisis de las superficies existentes en las franjas hasta 200 y 400 metros respectivamente. Para ello, se han localizado primero las zonas con **pendientes menores del 45%**, recomendables para este tipo de cultivos. Se han **eliminado las áreas urbanas** así como la franja costera que engloba al conjunto metropolitano de Almuñécar -área que supera a la franja correspondiente al Dominio Marítimo Terrestre definido por la ley-. De la misma forma, se han protegido las **áreas de especial valor ambiental** existentes como el Parque Natural de la sierra de la Almirajara, situada en el noroeste por encima de la cota 600 metros (Consejería de Medio Ambiente, 1999), así como el Paraje Natural de los Acantilados de Cerro Gordo, situado en el borde occidental de la costa. También se han conservado las franjas correspondientes al **Dominio Público Hidráulico** de los cauces existentes, así como las principales líneas de **crestas**, con el fin de conservar el paisaje existente (no se han considerado zonas de protección ambiental o masas forestales por no encontrarse en esta zona). Superponiendo toda esta información, se ha obtenido el mapa presentado en la Figura 20, donde pueden verse en verde oscuro las zonas resultantes como más apropiadas para el crecimiento agrícola.

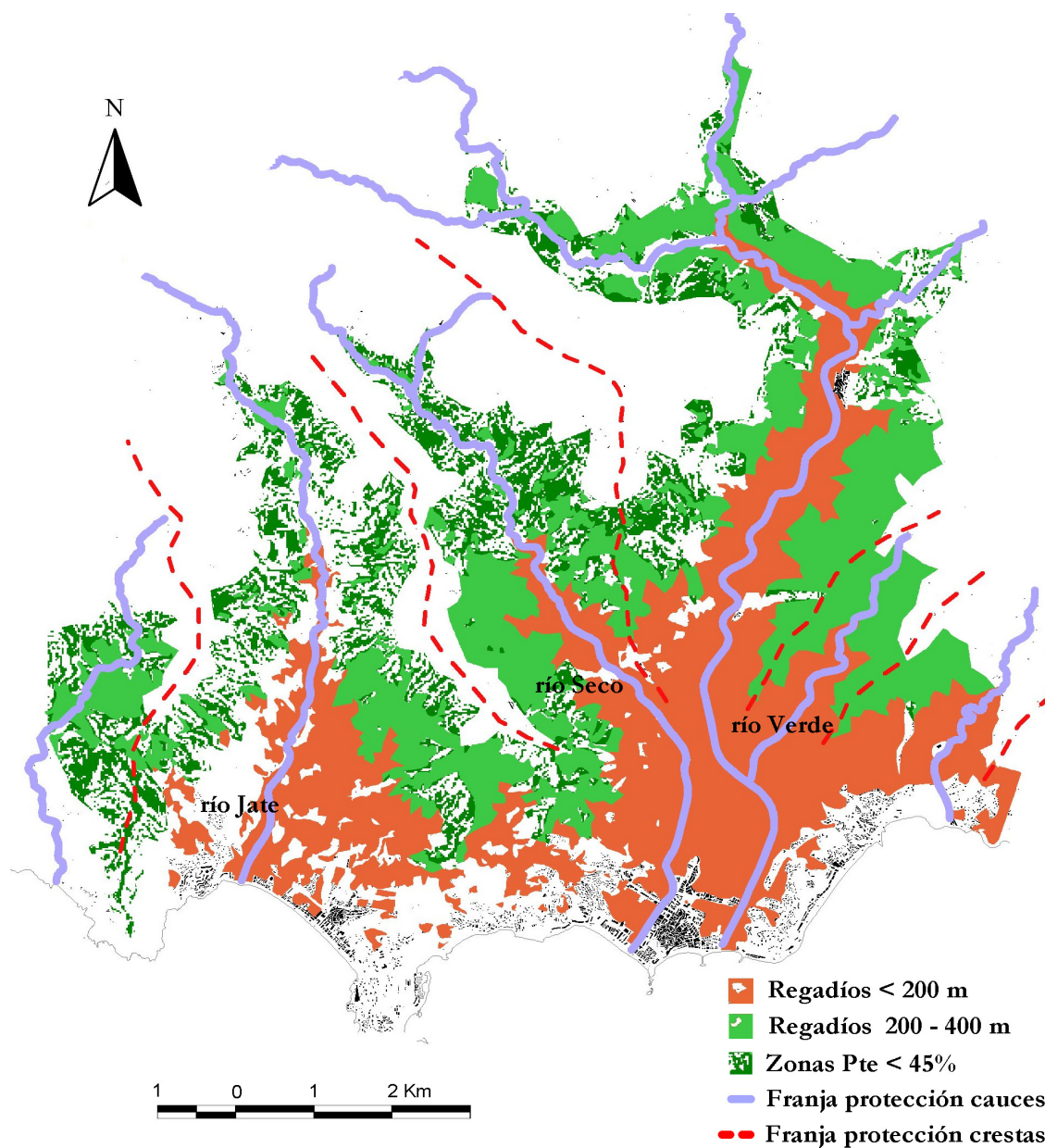


Figura 20. Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío en el valle del río Verde

Fuente. *Elaboración propia*



Sin embargo, su disposición dispersa a lo largo del territorio hace inviable tanto una parcelación agraria, como un correcto abastecimiento de agua en zonas tan poco organizadas. Por ello, se ha realizado una propuesta de crecimiento basada en áreas compactas anexas a las ya existentes, localizadas en zonas con alta concentración de pendientes menores del 45%, y respetando las franjas de protección de cauces y crestas, facilitando la organización y el acceso al agua de las nuevas áreas agrícolas.

De esta forma se han definido ciertas áreas adecuadas para el crecimiento agrícola definidas en la Figura 21, que como puede verse, se basan en la agregación de superficies, en un intento de ‘densificar lo denso’, dejando ciertos espacios vacíos entre los valles existentes, permitiendo ‘respirar’ al territorio, y disminuyendo la ‘carga’ de actividad al mismo. La superficie total de esta pequeña ampliación asciende a unas **600** hectáreas, aproximadamente un 15% de incremento respecto de la superficie actual. La conveniencia o no de ejecutar estas nuevas áreas de regadío se analizará después cuando se confronten estos crecimientos con los recursos hídricos disponibles.

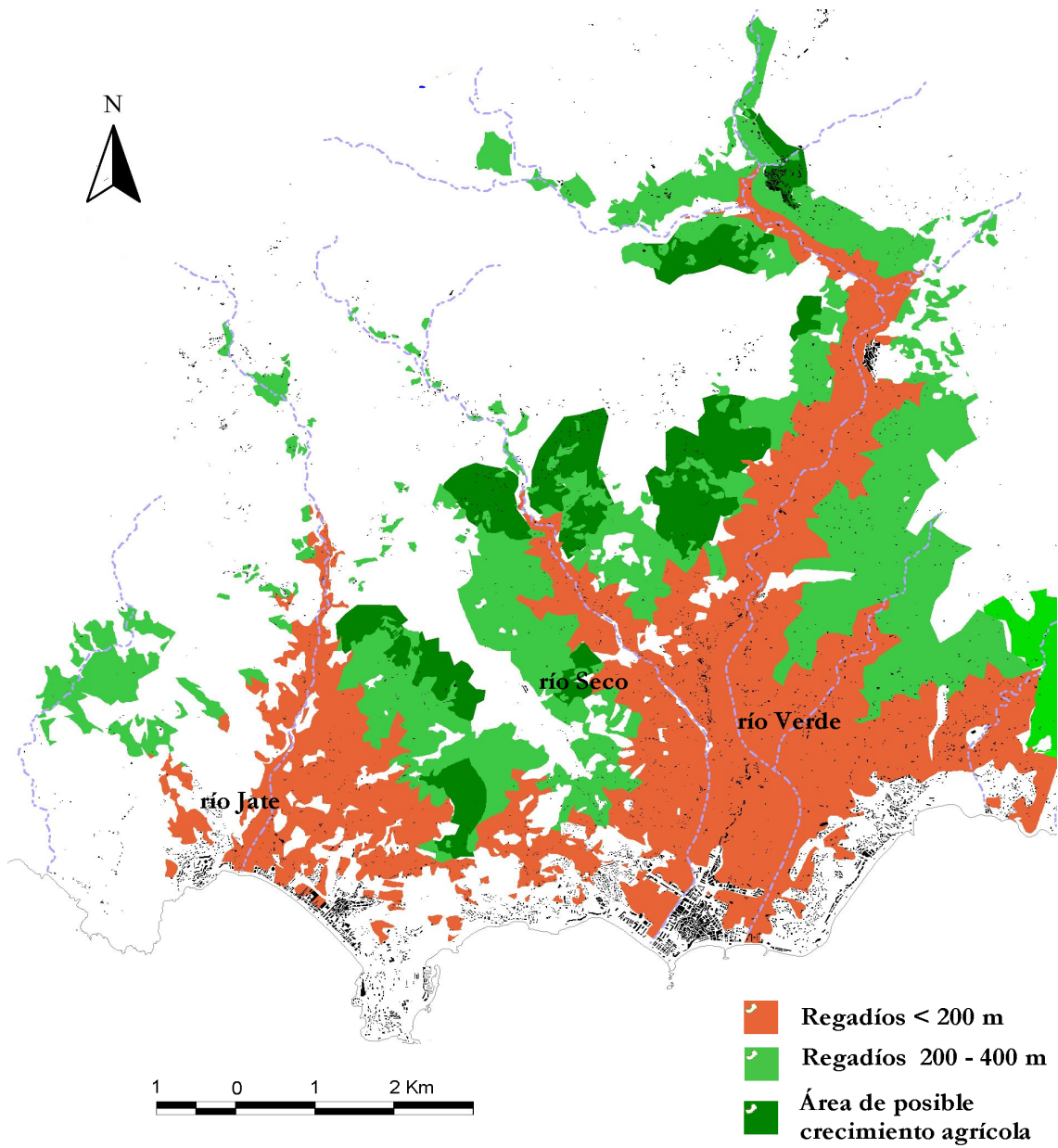


Figura 21. Zonas adecuadas para el posible crecimiento agrícola en el valle del Río Verde

Fuente. *Elaboración propia*

La segunda parte de la propuesta de Ordenación los usos agrícolas existentes y futuros, consiste en la ampliación de la infraestructura hidráulica de transporte. El gran desarrollo agrícola de la zona contrasta con el hecho de que no existe organización en la infraestructura hidráulica de regadío, ya que las acequias existentes (de las que no se ha conseguido su distribución espacial) se distribuyen sin ningún orden. Como se ha dicho anteriormente, el abastecimiento en esta zona se realiza mediante los recursos fluyentes del río verde y los subterráneos del acuífero costero, con un pequeño volumen procedente de los sobrantes destinados al abastecimiento urbano de la transferencia del sistema III2 (ver capítulo 4), por lo que resulta urgente la ampliación de la infraestructura hidráulica.

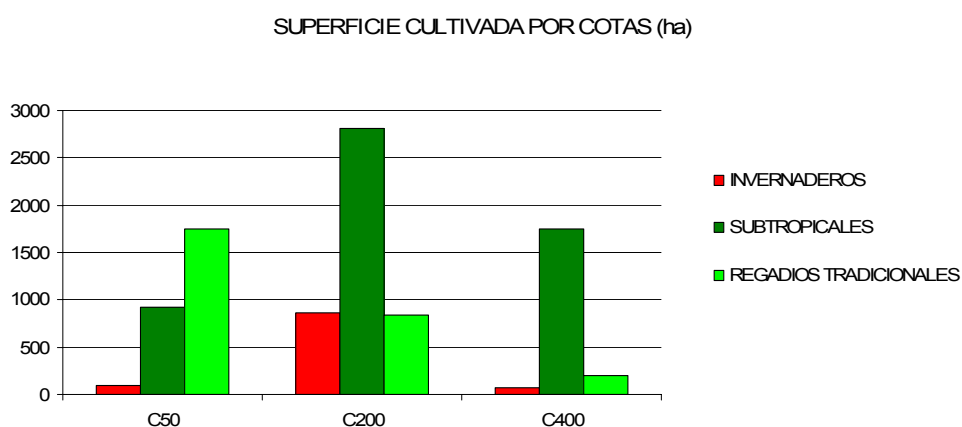
Esta ampliación puede consistir en dos nuevas conducciones. La primera de ellas podría ser la **ampliación del canal de la cota 200 procedente del Bajo Guadalfeo** (partidor de Cañizares) y por tanto de los recursos de dicho río (Fig. 21). Esta opción serviría únicamente para regular el abastecimiento de los cultivos situados bajo esta cota, los cuales suponen algo más del 50% de la superficie total regada. Esta conducción sólo sería necesario si el abastecimiento procedente de Béznar no fuera suficiente para la zona y fuera necesario realizar una transferencia desde el río Guadalfeo, y por tanto, del embalse de Rules (aspecto que se analizará en el Capítulo 8).

La segunda opción, y primera a considerar, debido a que la mitad del área regada se encuentra entre las cotas 200 y 400, sería un nuevo **canal en la cota 400** que se abastezca directamente de la toma de la presa de Béznar y que regule la demanda agrícola de los cultivos por debajo de la cota 400 (Fig. 21). Esta infraestructura permitiría la consolidación de las 600 hectáreas propuestas para el crecimiento del regadío, pero podría suponer la ‘excusa’ para el crecimiento de unas **1.280** hectáreas más de regadío al mejorar la disponibilidad de agua. Este dato deberá tenerse en cuenta en la futura planificación de los usos agrícolas, como un riesgo a considerar y/o controlar en el caso de que se considere imprescindible la creación de esta nueva infraestructura.

### 3.2.4 Bajo Guadalfeo

Al igual que pasaba en el valle del Río Verde, el Bajo Guadalfeo es una zona en la que la agricultura de regadío ha tenido una importancia crucial para la economía de la región a lo largo de la historia. Prueba de ello han sido los cultivos de caña de azúcar (ver Capítulo 3), que han supuesto la fuente principal de ingresos para la zona desde hace siglos (Frontana González, 2002). Sin embargo, el alto coste de la mano de obra, la competencia de la remolacha, y la reciente desaparición de las ayudas europeas, han dado lugar a la progresiva implantación de cultivos más rentables como los subtropicales o la agricultura de invernadero.

En consecuencia, los cultivos tradicionales ocuparon las zonas de regadío más antiguas -las más bajas y cercanas a la costa bajo el canal de la cota 50-, y progresivamente el cultivo de subtropicales y más recientemente los invernaderos, han ido colonizando las cotas más altas bajo el canal de la cota 200 (C200), e incluso bajo la cota 400 (C400) (Fig. 22 y 24).



**Figura 22.** Distribución de cultivos en el Bajo Guadalfeo

*Fuente.* Elaboración propia

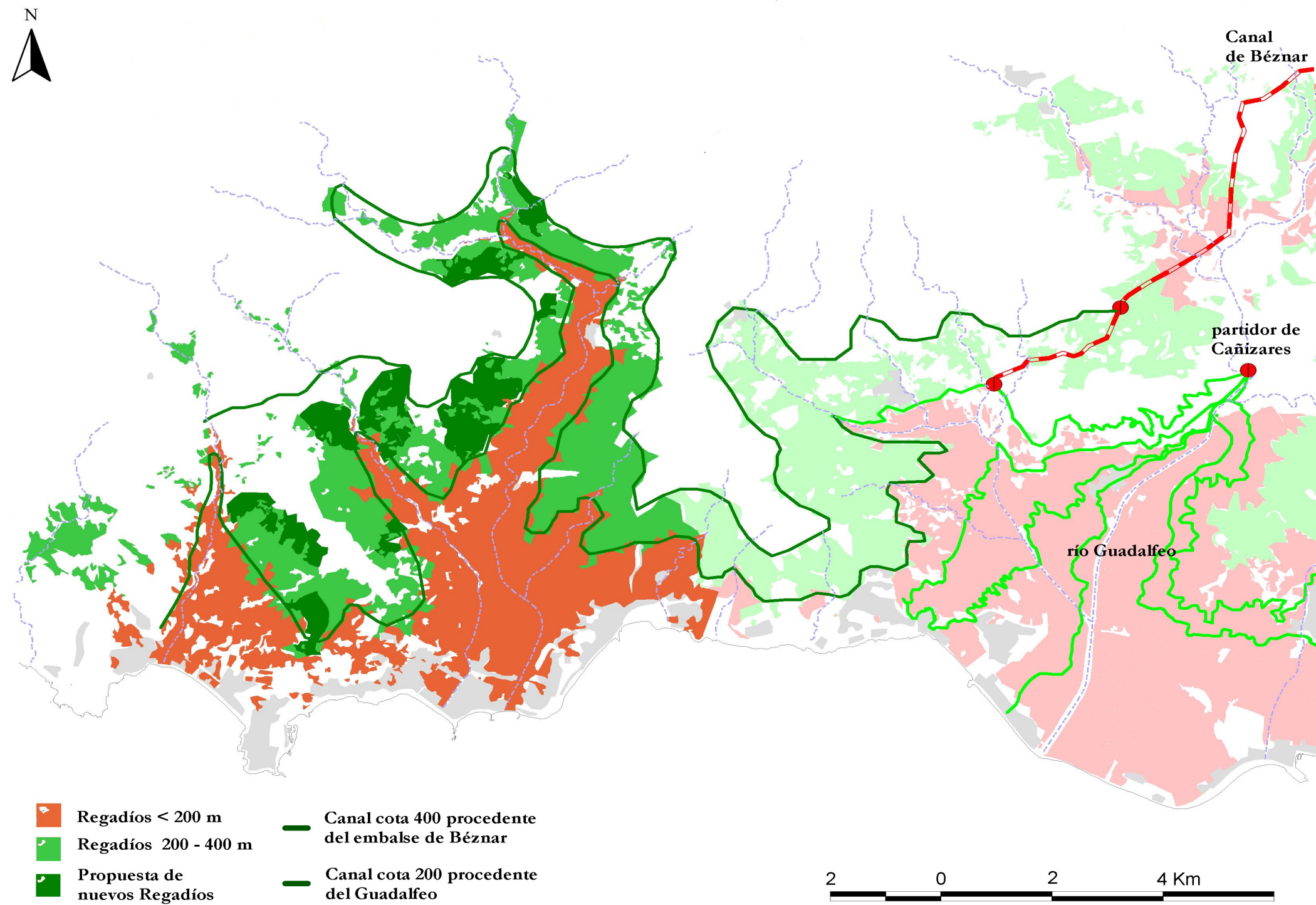


Figura 23. Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el valle del Río Verde

Fuente. Elaboración propia





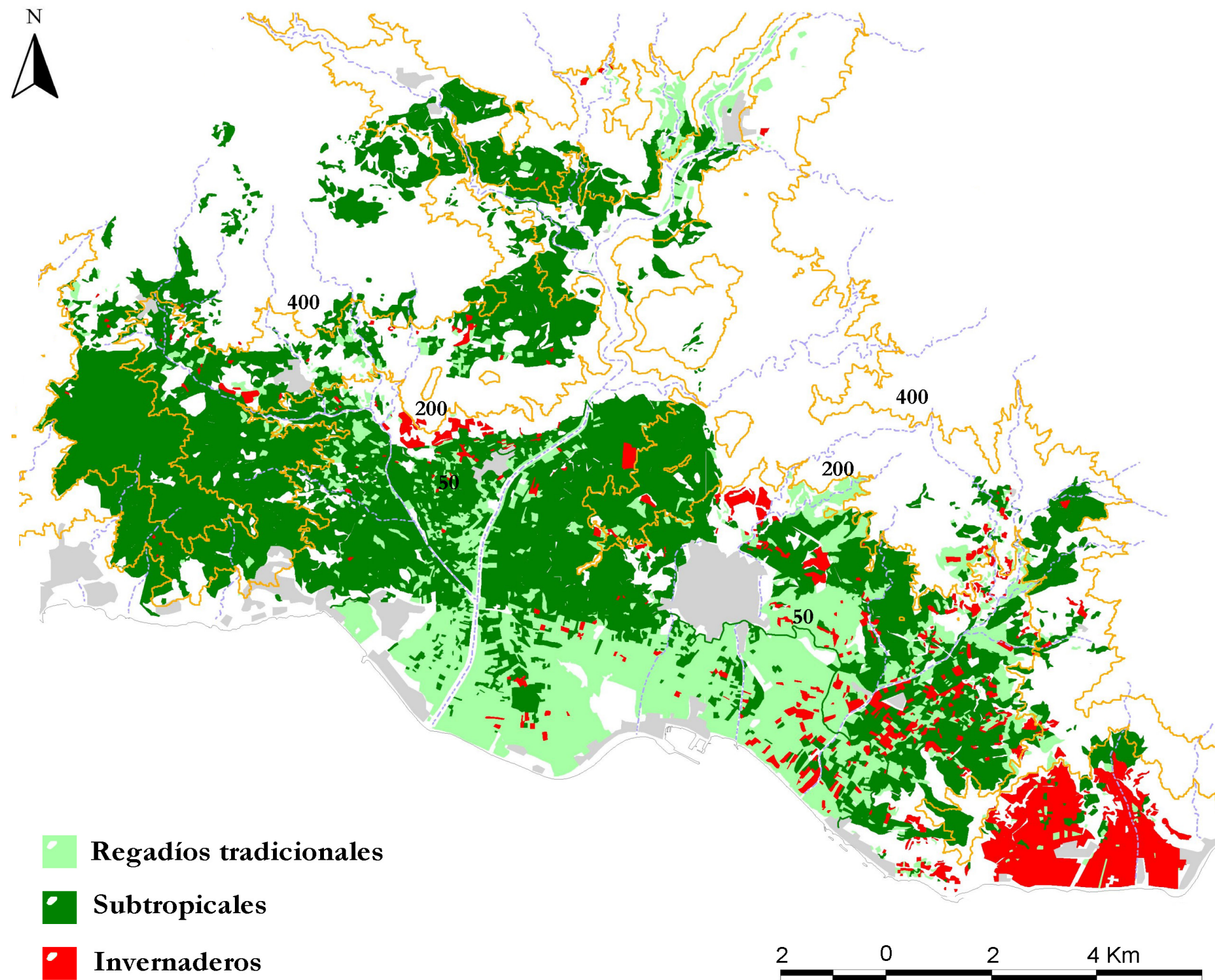


Figura 24. Situación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*

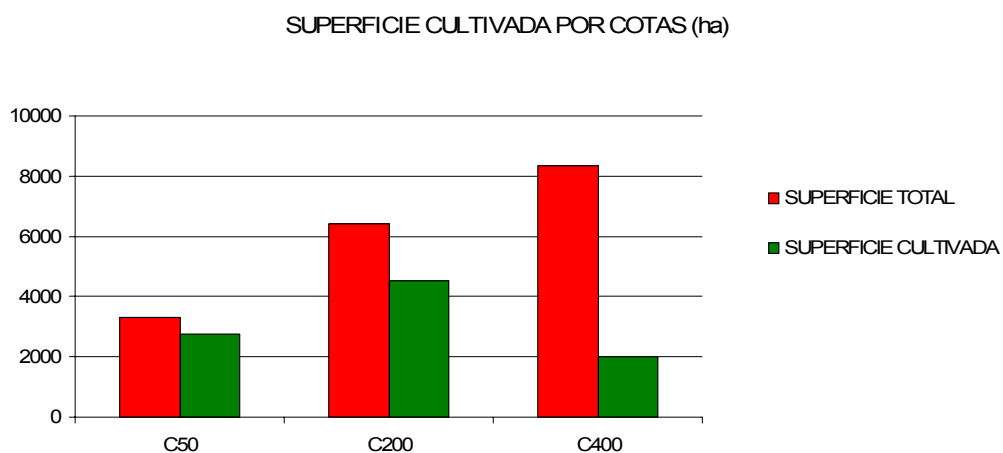




Así, gracias al suministro de agua proporcionado por los canales, la superficie disponible bajo la cota 50 y 200 ha sido ocupada casi en su totalidad por el regadío, dejando pocos espacios para permitir nuevos desarrollos agrícolas (Fig. 25 y 26).

Por encima de la cota 200 la ocupación agrícola es mucho menor ya que no existen canales de distribución (ver Capítulo 4), por lo que la dificultad de acceso al agua hace menos rentable la implantación de estos cultivos (bombeos y captaciones subterráneas). A pesar de ello, resulta increíble que existan más de 1.000 hectáreas cultivadas por encima de la cota 400, lo cual es indicativo de la alta rentabilidad de estos cultivos que pueden asumir un aumento considerable en el precio del agua.

De esta forma, analizando las franjas de superficie comprendidas entre las cotas 50, 200 y 400, y comparándolas con las superficies cultivadas, puede observarse que el índice de ocupación disminuye a medida que se asciende en el terreno (Fig. 25 y 26), que la superficie disponible para el crecimiento de la agricultura es casi nula bajo el canal de la cota 50, escasa bajo el canal de la cota 200, y considerable bajo la cota 400. Por ello, no se analizará la posibilidad de desarrollo agrícola por debajo del canal de la cota 50, ya que las superficies aún disponibles bajo este canal se consideran necesarias para permitir cierto ‘esponjamiento’ en la zona.

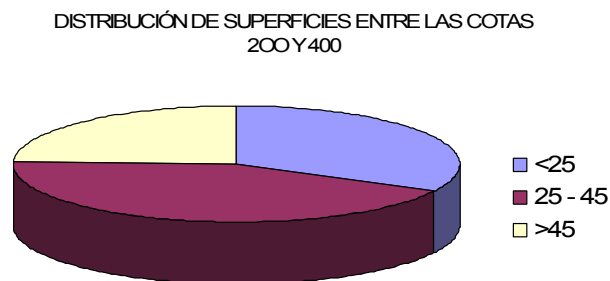


**Figura 25.** Distribución de superficies cultivadas en el Bajo Guadalfeo

*Fuente.* Elaboración propia

Por otro lado, el crecimiento de la agricultura entre las cotas 200 y 400 tiene dos inconvenientes importantes; las altas pendientes existentes y la falta de infraestructura hidráulica que la abastezca de agua.

Respecto del primero, un alto porcentaje de la superficie existente en esta franja supera el 25% de pendiente (Fig. 26 y 29), por lo que la posibilidad de desarrollo de cultivos tradicionales o los invernaderos es escasa. De hecho, muchos de los cultivos ya existentes superan las pendientes recomendadas (Fig. 27 y 30), inclusive los subtropicales a pesar de admitir pendientes de hasta un 45% (Fig. 27).



**Figura 26.** Distribución de superficies por pendientes entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo

*Fuente.* Elaboración propia



**Figura 27.** Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas bajo la cota 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo

*Fuente.* Elaboración propia

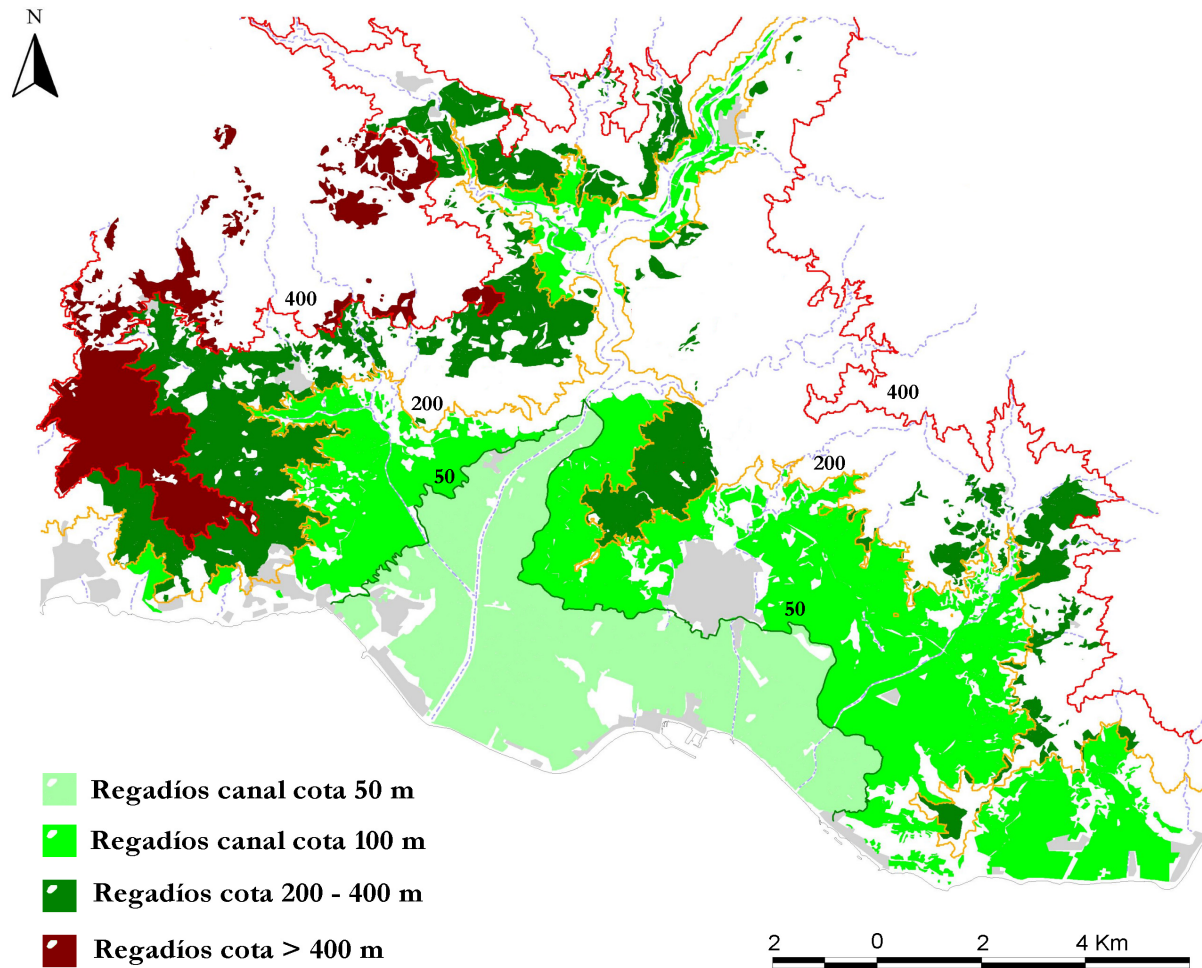


Figura 28. Ocupación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*

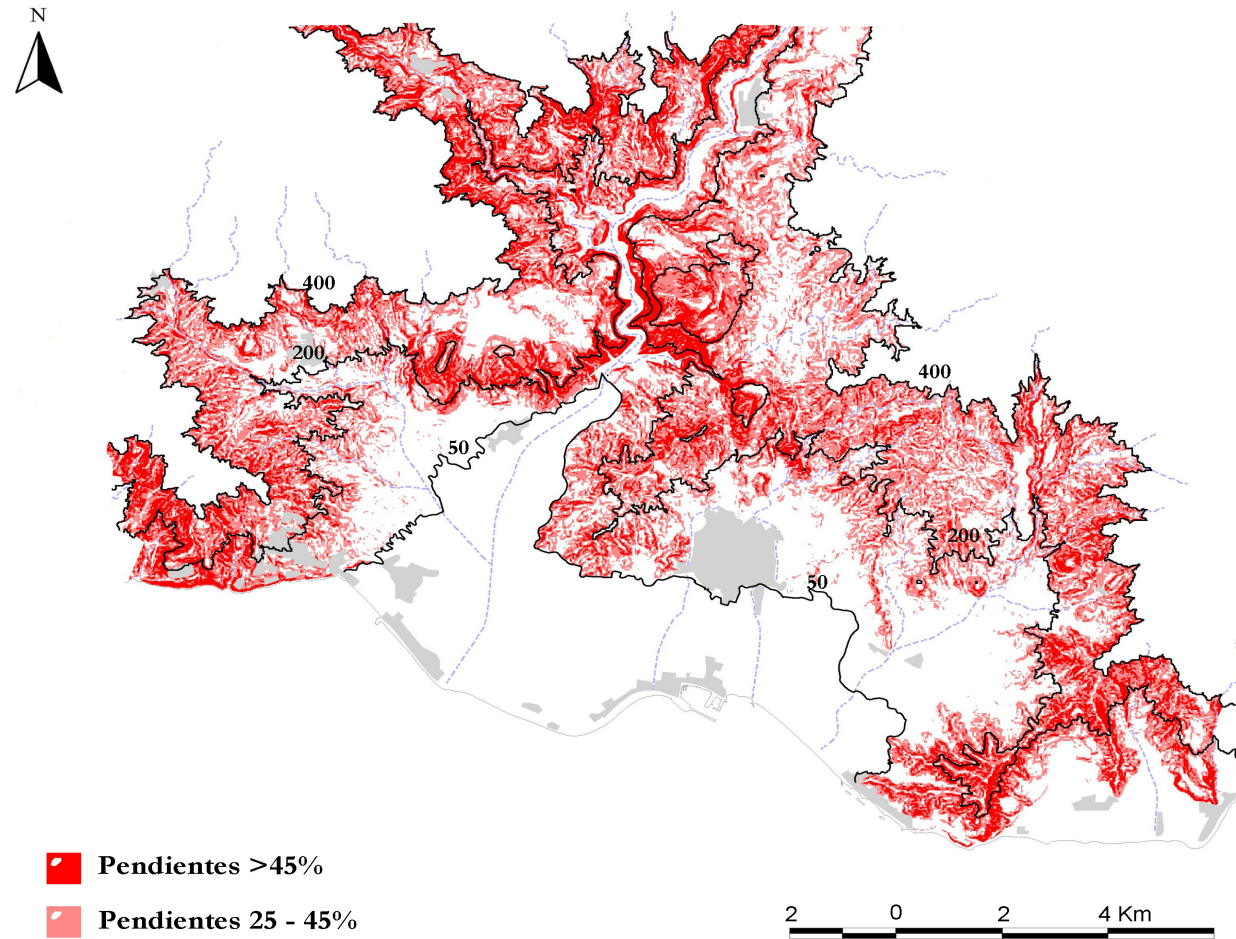


Figura 29. Mapa de pendientes en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*

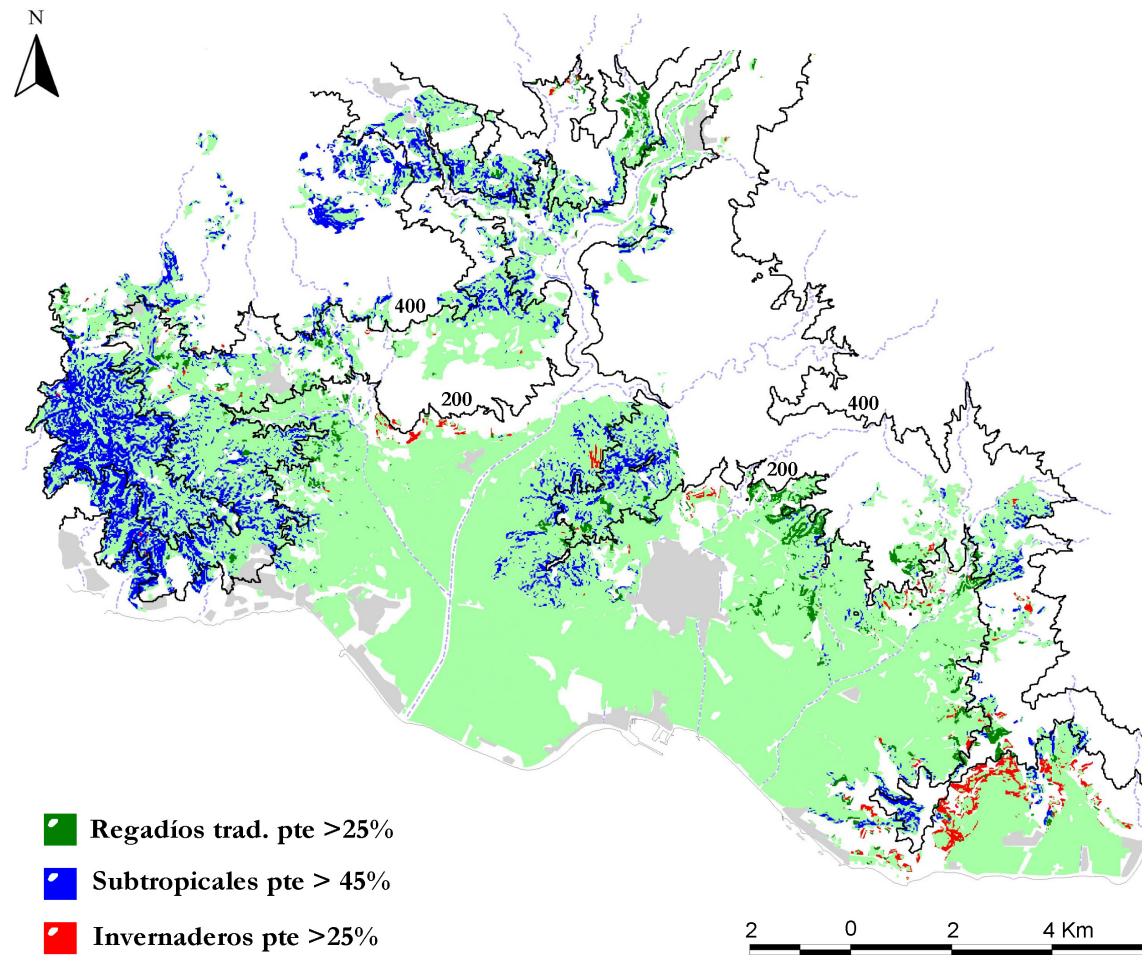


Figura 30. Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*

Respecto del segundo aspecto, se ha hablado mucho de que la construcción del embalse de Rules se había planificado con este objetivo (Frontana González, 2002), abastecer a los nuevos regadíos de la zona, que casualmente se sitúan por encima de la cota 200 cuando la toma de esta presa se encuentra aproximadamente a esta altura, lo cual hace inviable el suministro por gravedad.

Este hecho tan importante muestra la situación incongruente planteada por los documentos de planificación que ha justificado su construcción para el desarrollo de la agricultura de la zona, cuando lo único que puede hacer es abastecer a la zona situada bajo la cota 200, que ya posee canales de distribución procedentes del río.

Resulta evidente por tanto, que el propósito de esta presa no puede ser otro que el abastecimiento urbano de los grandes núcleos del litoral, que crecen cada día más debido al desarrollo turístico, en una clara apuesta por el sector servicios frente al sector agrícola. Sin embargo, la oposición de muchos sectores de la sociedad a este tipo de modelo territorial que ya ha agotado muchas zonas del litoral español, puede ser la consecuencia de esta ‘ocultación’ del verdadero objetivo.

De esta forma, la única opción para abastecer de agua a los regadíos situados por encima de la cota 200 sería la creación de un canal de distribución procedente del embalse de Béznar, cuya toma se encuentra a unos 400 metros de altura. Aún en este caso, el límite de crecimiento del regadío en la zona del Bajo Guadalfeo será la cota 400, por lo que las más de 1.000 hectáreas situadas por encima de ella deberían reconvertirse en usos no productivos, preferiblemente en masas forestales, debido a las altas pendientes existentes en la zona.

Respecto de la reordenación del resto de los usos existentes, los cultivos **subtropicales** tal y como se ha dicho en el capítulo anterior, suponen la principal seña de identidad de la región, y dado que su existencia sigue siendo rentable y no genera problemas ambientales, puede considerarse una actividad a conservar. La **agricultura tradicional** por su parte, además de ser una actividad centenaria en la zona y por tanto de un valor cultural y patrimonial importante, está empezando a



considerarse por la comunidad científica como un elemento de conservación de la biodiversidad (Frontana González, 2003), siendo su mantenimiento imprescindible para la protección ambiental, por lo que sería recomendable conservar la escasa superficie de estos cultivos aún existente bajo la cota 50.

Para ello, sería necesario controlar la progresiva sustitución de estos cultivos por invernaderos, que se está produciendo a causa de la alta rentabilidad de estos cultivos y a la mayor eficiencia en el uso del agua. La proximidad del puerto de Motril hace posible una rápida salida de los productos hortofrutícolas a otros lugares de España y del extranjero, lo cual aumenta aún más su productividad (Salinas Andujar, J. A. et al. 2002).

Sin embargo, los **invernaderos** están generando serios problemas ambientales en la zona (sobre todo en la Contraviesa). La impermeabilización de las laderas, el incremento de los procesos erosivos y del riesgo de inundabilidad, la alteración del paisaje, la eliminación de los residuos de plástico, la contaminación de acuíferos, ya sea por fenómenos de intrusión salina o por contaminación de nitratos o incluso los riesgos para la salud humana (ver Capítulo 3) son algunos de ellos.

La única consecuencia positiva de este tipo de agricultura es sin duda su rentabilidad, ya que zonas tradicionalmente secas y pobres como por ejemplo la Contraviesa, han visto prosperar su economía en pocos años y alcanzar unos niveles de renta muy altos. Por todo ello, la expansión de este uso debe ser planificada y controlada rigurosamente para disminuir el impacto negativo que están teniendo en el entorno. Debido a que la mayor concentración de invernaderos se encuentra en la zona de la Contraviesa, se analizará este problema con más profundidad en la zona siguiente.

Así, se ha realizado un análisis de la aptitud de las superficies para el crecimiento del regadío, siguiendo los criterios definidos en el apartado anterior. Este análisis se ha realizado como ya se ha comentado, por encima del canal de la cota 50 por

considerarse ya saturada la franja inferior, y por debajo de la cota 400 por suponer éste el límite de abastecimiento del embalse de Béznar.

Considerando los criterios de pendiente adecuada, protección de cauces, crestas, litoral y zonas de valor ambiental, se ha analizado la franja situada entre los canales de las cotas 50 y 200, y se han elaborado los mapas de las Figuras 31 y 32. En la Figura 31 puede verse que las áreas con aptitud para la ocupación de cultivos tradicionales o invernaderos (pendientes  $<25\%$ ) son muy escasas, por lo que no se justifica una ampliación de este tipo de agricultura en esta zona.

Por ello se ha analizado la posibilidad de implantar cultivos subtropicales, que además de permitir pendientes superiores, suponen un menor impacto que los invernaderos, y son menos exigentes en cuanto a técnicas de riego y de recolección que los cultivos tradicionales. Así, en la Figura 32 puede verse que las áreas con aptitud para el crecimiento de estos cultivos son más numerosas, sin embargo la mayoría se sitúan muy cerca de las zonas urbanas y de la costa, por lo que tan sólo las situadas junto a la cota 200 pueden suponer una alternativa al crecimiento.

Entre las dos márgenes, se han considerado más apropiadas las situadas en la derecha ya que el desarrollo de los subtropicales es máximo en la parte occidental de la región, por lo que las superficies propuestas sirven para consolidar este regadío. Debido a su proximidad con la cota 200 se han considerado de forma conjunta con las áreas de crecimiento de la cota 400 por lo que su emplazamiento se detallará a continuación.



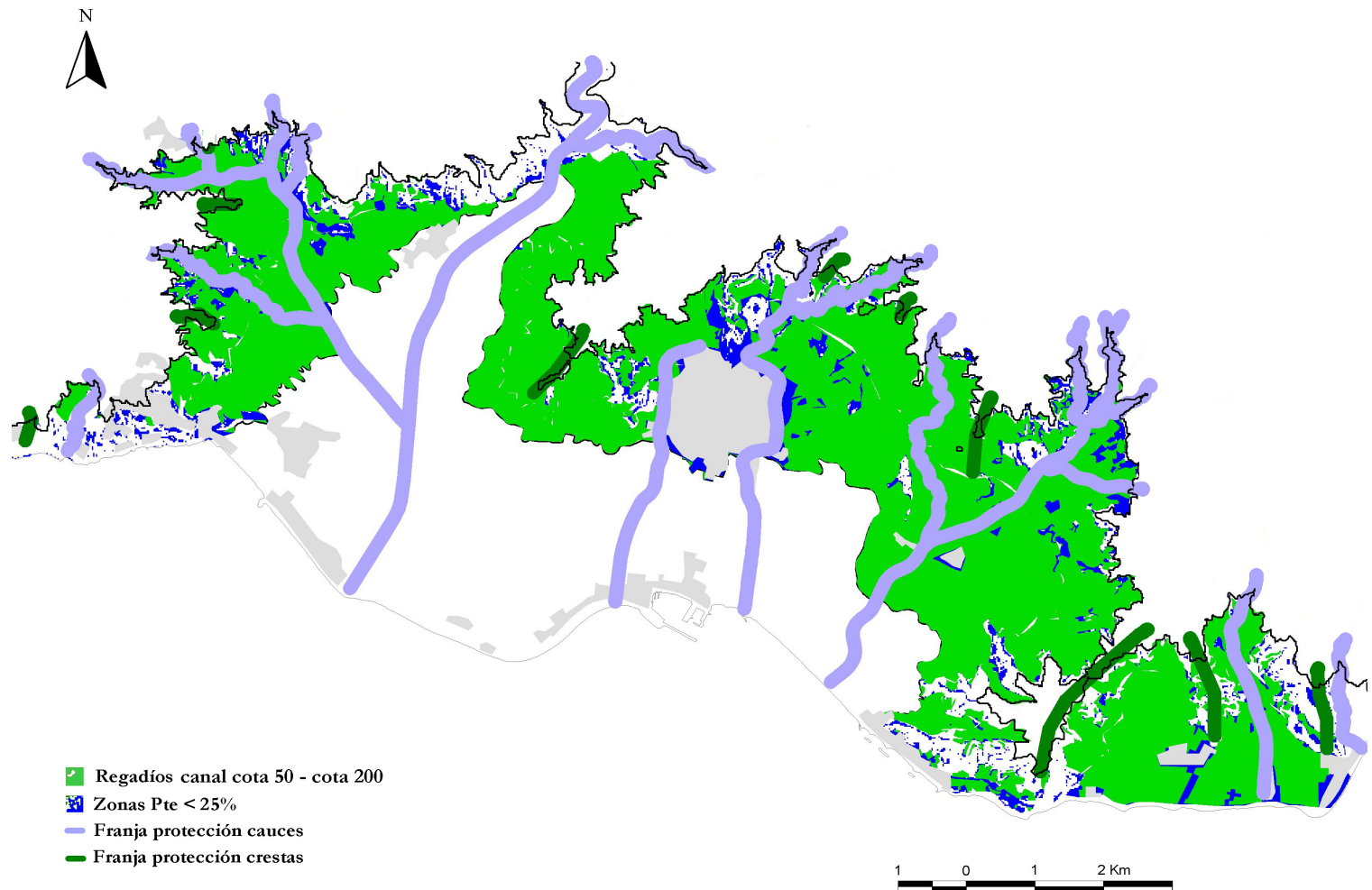


Figura 31. Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo I

Fuente. *Elaboración propia*

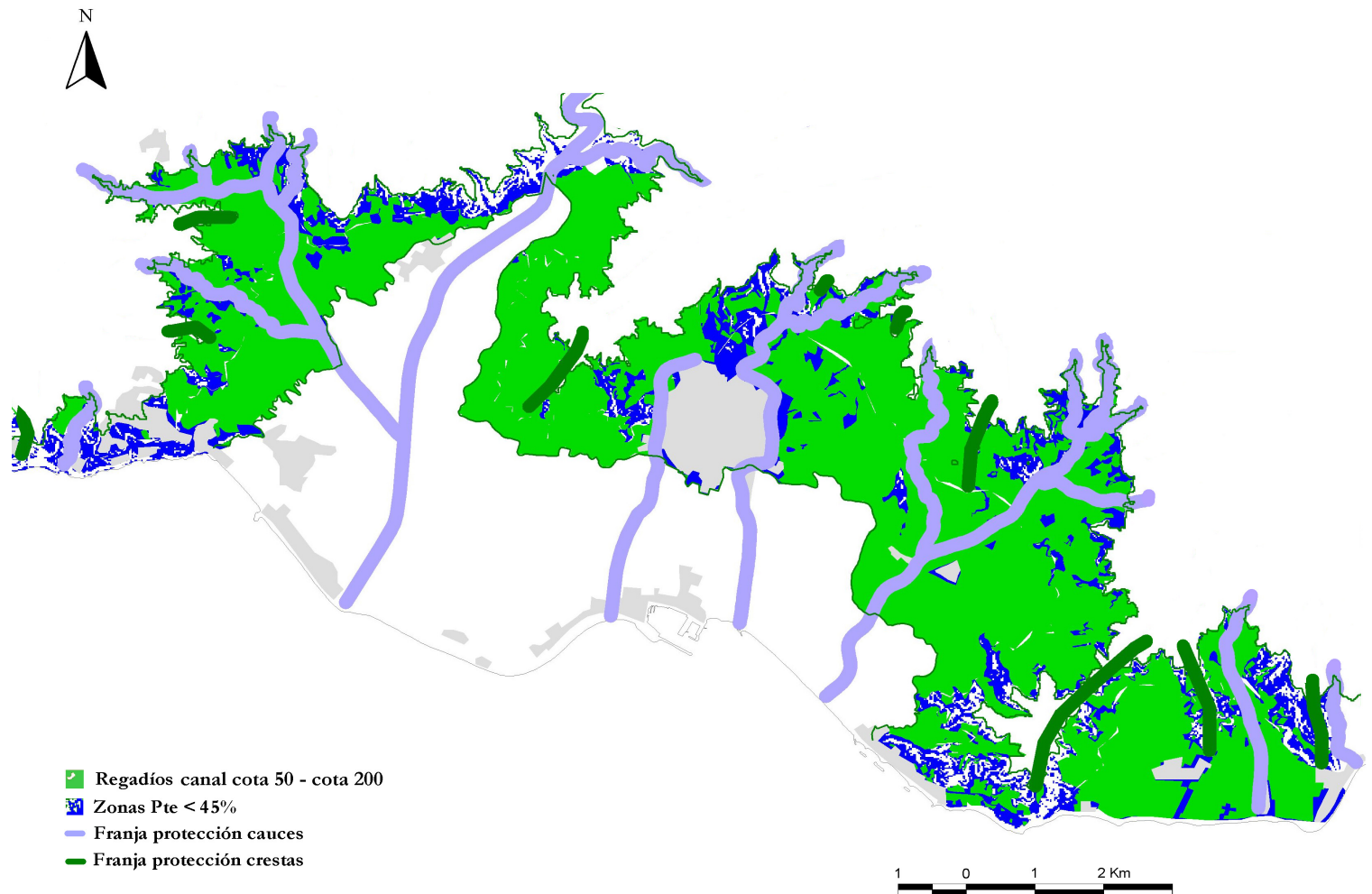


Figura 32. Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo II

Fuente. *Elaboración propia*

Respecto de la franja comprendida entre las cotas 200 y 400, la superficie disponible para el crecimiento de los subtropicales es mucho mayor sobre todo en la margen izquierda del río, donde casi toda la superficie existente posee pendientes menores al 45% (Fig. 33).

Considerando los criterios de emplazamiento, se han señalado algunas áreas consideradas aptas para el crecimiento agrícola, que configuran una red de ‘dedos’ situados entre las vaguadas de los ríos y las crestas del terreno, creando unos espacios libres a modo de ‘pasillos’ que permiten los flujos ambientales entre las partes altas y bajas de las laderas (Fig. 34). Estas áreas suponen en total unas 500 hectáreas en la margen derecha y unas 1.500 en la izquierda, **2.000** hectáreas que suponen un incremento respecto de la superficie existente entre el canal de la cota 50 y la cota 400 de un 20%, y un 15% respecto al total del Bajo Guadalfeo.

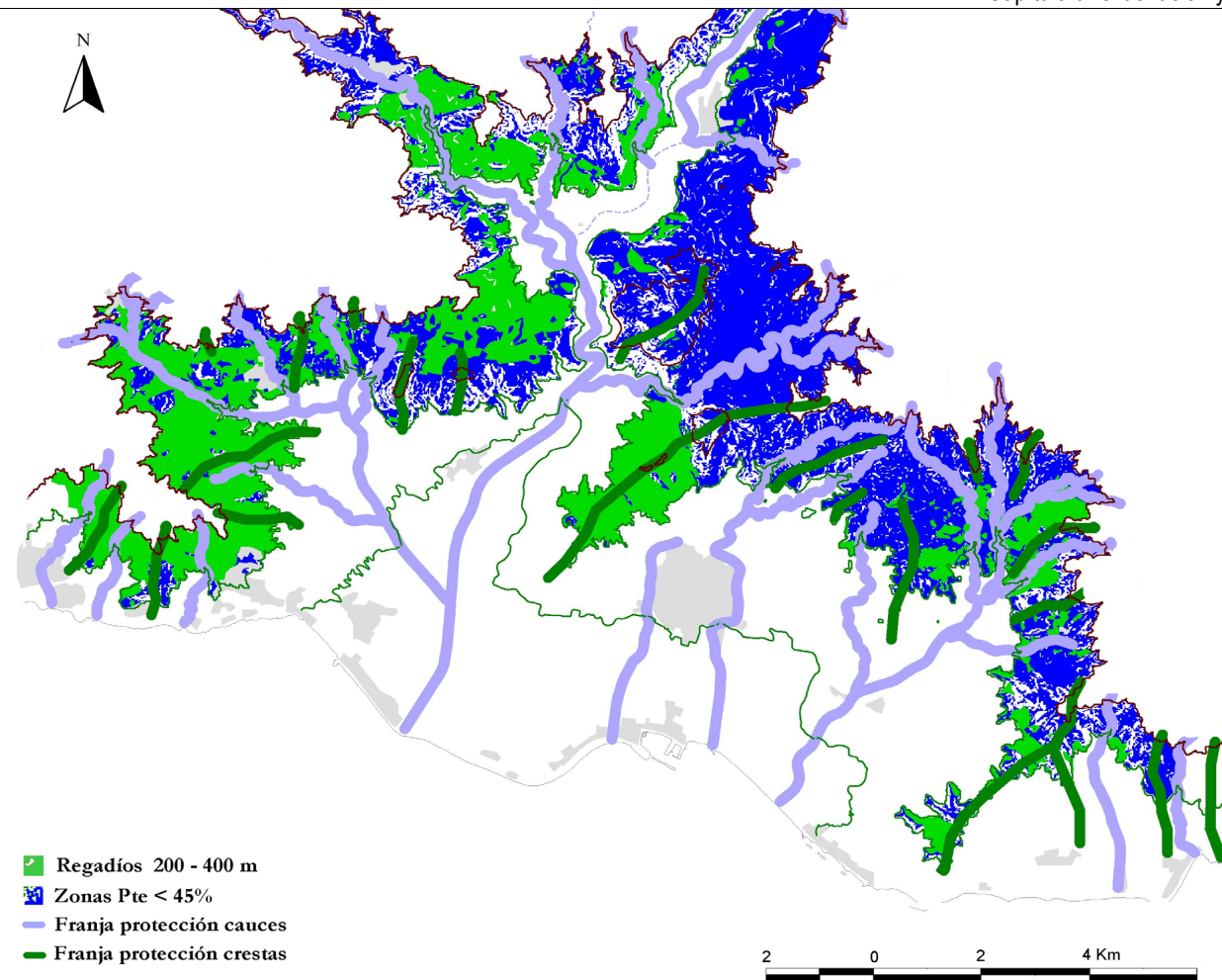


Figura 33. Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*



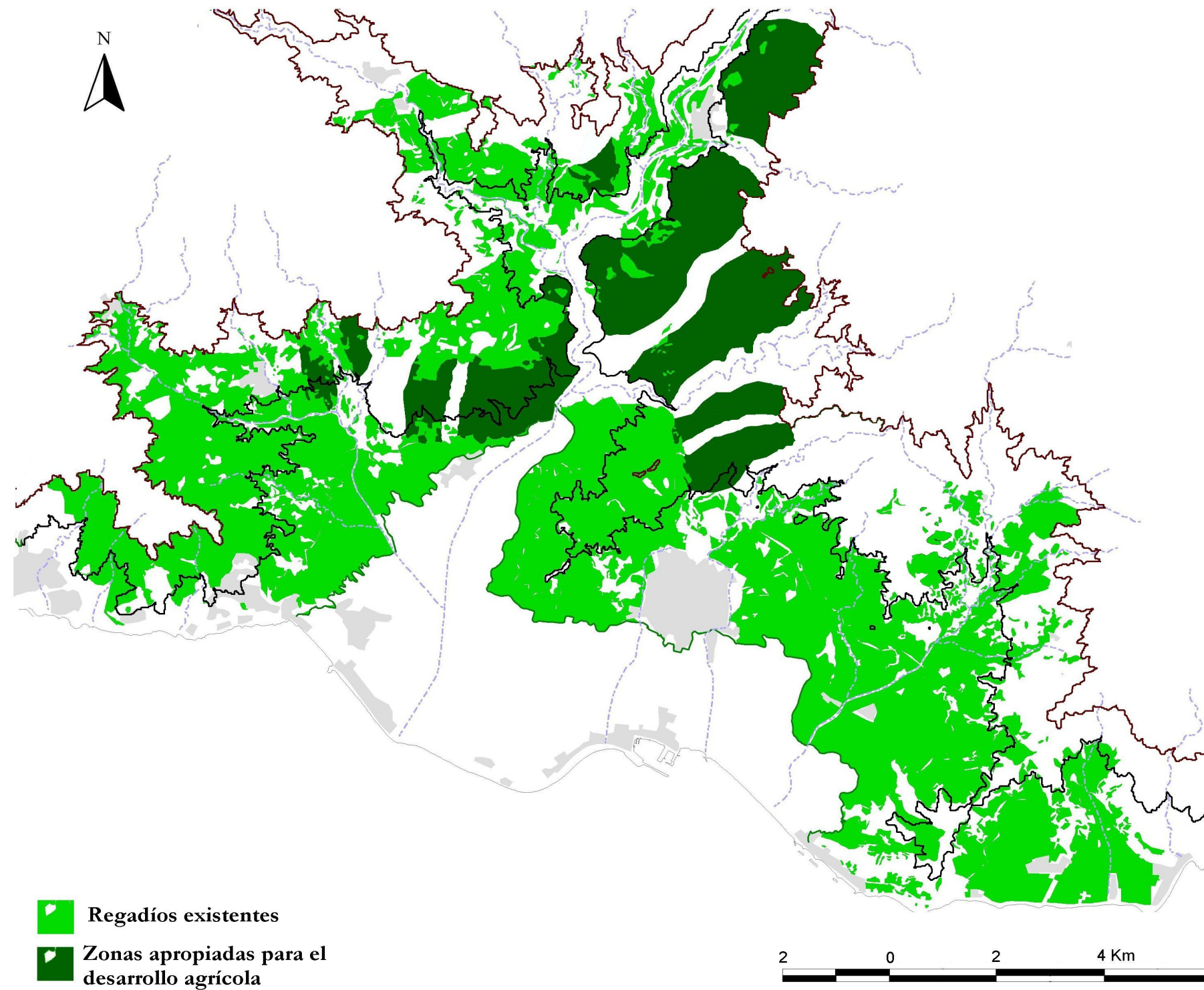


Figura 34. Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola en el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*



Con respecto a la propuesta de ampliación de la infraestructura hidráulica existente, puede afirmarse que aún sin contar con las nuevas áreas de regadío, resulta importante la prolongación de los canales de las cotas 200, para abastecer de agua superficial a la agricultura ya existente en las márgenes derecha e izquierda del río Guadalfeo evitando así los numerosos bombeos existentes (Fig. 35).

En la margen izquierda, se propone que el canal de la cota 200 se inicie en el partidor de Cañizares y se una con el tramo ya existente, prolongándose en su tramo final sobre la llanura de Carchuna. De esta forma se eliminará el bombeo existente entre los actuales canales de las cotas 100 y 200. Este canal podría prolongarse hacia la zona de la Contraviesa para abastecer a los invernaderos situados por encima de la cota 100, que en la actualidad se abastecen de agua subterránea. Esta posibilidad se analizará en el apartado siguiente.

En la margen derecha, se propone la ampliación del canal existente desde la zona de Molvízar hasta Salobreña, pudiendo ampliarse hasta la zona de río Verde, que como ya se ha comentado en el apartado anterior, sería necesario en caso de que los recursos de Béznar no fueran suficientes para abastecer a este sistema. Ambos canales, supondrían la consolidación de las más de 2.433 hectáreas disponibles en la actualidad, entre las que se encuentran las apenas 200 hectáreas descritas como áreas de posible crecimiento en esta zona.

En la superficie comprendida entre las cotas 200 y 400, existe un claro desequilibrio entre las márgenes derecha e izquierda, pues mientras en la margen derecha existen unas 2.614 hectáreas de cultivo en la actualidad, en la margen izquierda tan sólo existen unas 848. Así, para abastecer a los regadíos actuales de la margen derecha, se justifica ya la construcción del canal propuesto en el apartado anterior por la cota 400 y procedente del embalse de Béznar. De esta forma, este canal serviría para abastecer a los regadíos del río Verde, a los regadíos existentes del Bajo Guadalfeo en la margen izquierda, así como a las 500 hectáreas consideradas aptas para el

desarrollo de la agricultura. También propiciaría el crecimiento no planificado de unas 3.200 hectáreas.

Respecto a la margen izquierda, se justificaría la creación de un canal por la cota 400 siempre y cuando se considerara acertada la decisión de desarrollar las 1.500 hectáreas planteadas como apropiadas para el cultivo de subtropicales. La creación de este canal podría servir de ‘excusa’ para permitir un crecimiento de la superficie agrícola por encima de estos valores, pues la superficie disponible en esta franja asciende a más de 4.634 hectáreas.

Como puede verse, la construcción de las infraestructuras de regadío por la cota 400 en el Bajo Guadalfeo supone un posible aumento de la superficie regada de unas 8.000 hectáreas, cifra muy considerable que obligará a analizar con especial atención la necesidad de estas redes, pues pueden generar un proceso de transformación no planificado con graves consecuencias para la zona.



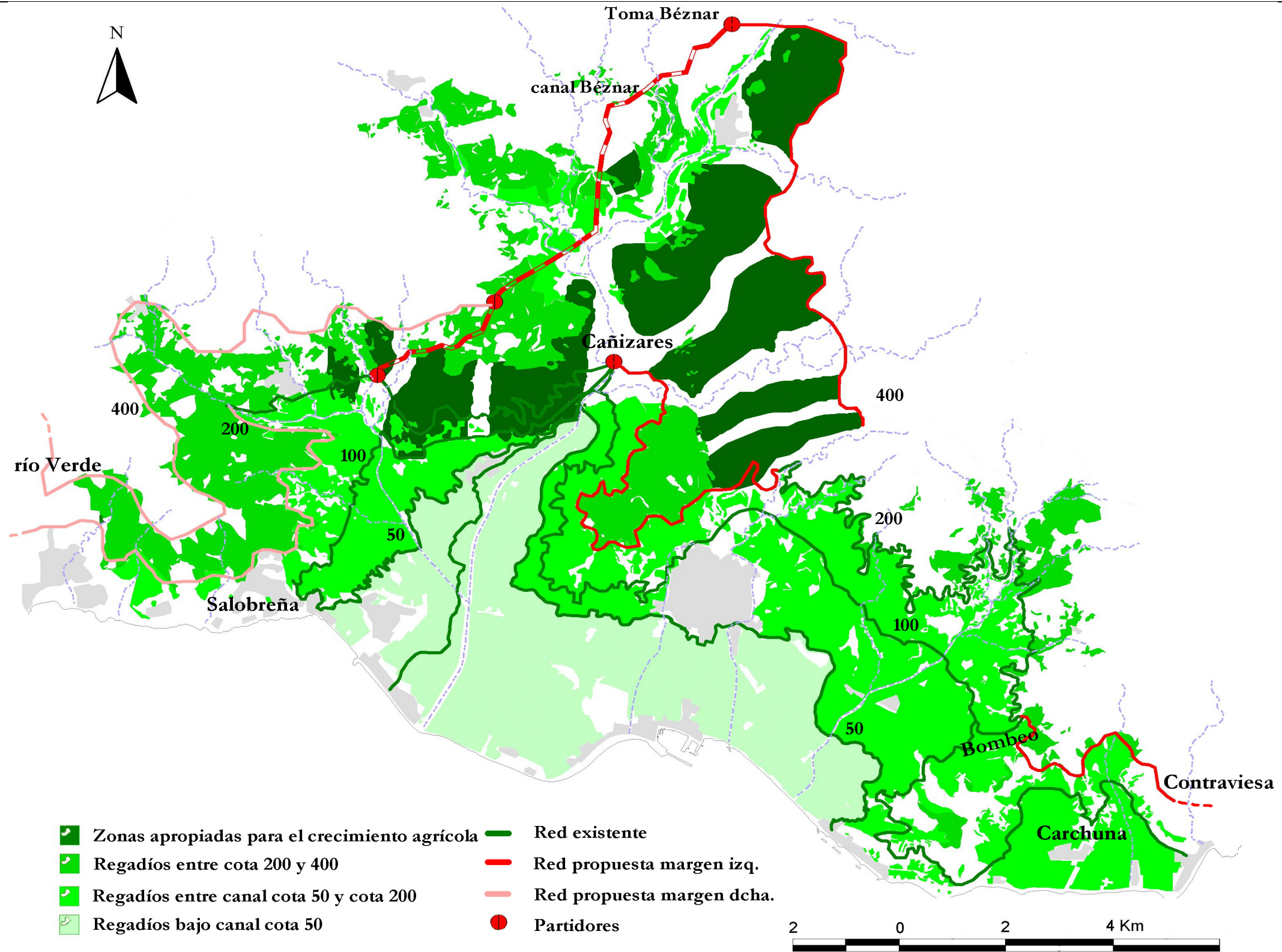


Figura 35. Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el Bajo Guadalfeo

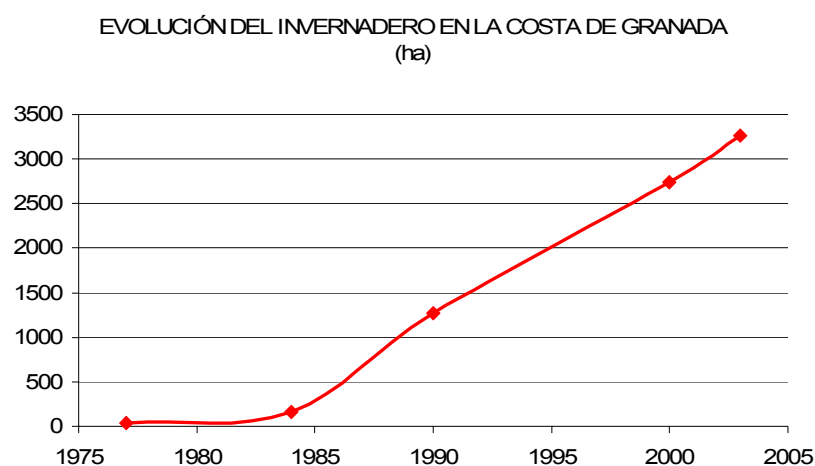
Fuente. Elaboración propia



### 3.2.5 Contraviesa

La Contraviesa es una región muy árida, en la que la ausencia de recursos hídricos ha generado un paisaje semi-desértico que contrasta fuertemente con las regiones vecinas, el delta del Guadalfeo y sobre todo el valle del río Verde, donde la extensa agricultura de regadío existente ha generado un paisaje radicalmente diferente (ver Capítulo 3). La ausencia de agua, la naturaleza de los suelos, y la topografía abrupta ha impedido que la agricultura de regadío pudiera desarrollarse, siendo tradicionalmente una región pobre.

A partir de mediados de los años 70 comienzan a implantarse en la zona algunos cultivos de regadío bajo plástico, no siendo hasta finales de los 80, una vez que se difunden entre los agricultores los altos rendimientos, cuando se produce el verdadero despegue de estos cultivos (Fig. 36). Desde entonces el crecimiento de este cultivo ha sido imparable, amenazando con expandirse a lo largo de toda la costa y e incluso del interior, ocasionando en el entorno los graves problemas ya descritos, al mismo tiempo que ha aumentado el nivel de renta de sus habitantes, lo cual ha generado un grave conflicto social en la zona entre los defensores y los detractores de este tipo de agricultura (Frontana González, 2002).



**Figura 36.** Evolución de la superficie de invernadero en la Costa de Granada

*Fuente.* Elaboración propia a partir de Matarán Ruiz, 2005

A pesar de todo ello, el control sobre estos cultivos es mínimo ya que alrededor del 30% de los invernaderos de nueva construcción son ilegales (Consejería de Medio Ambiente, 2003). De este modo, se hace urgente y necesario establecer una serie de criterios de planificación para este tipo de cultivos, que limite el excesivo crecimiento de este uso y los impactos de estos que ocasionan en el territorio que ocupan.

Para controlar este crecimiento, es fundamental **actuar sobre las infraestructuras** hidráulicas que lo abastecen, por lo que la construcción de éstas deberá estar supeditada a la conveniencia o no de permitir el desarrollo de esta agricultura. Así mismo, deberá evitarse la construcción de **invernaderos ilegales**, ya que estos están creciendo por contigüidad con los existentes ocupando zonas valiosas de la comarca litoral granadina.

Otro aspecto en el que se debe trabajar para disminuir el crecimiento de los invernaderos es el de buscar **alternativas económicas** para el desarrollo de la región, como la potenciación del turismo, de los subtropicales y de los Espacios Naturales Protegidos. Así mismo, el **control sobre el viario existente** para incrementar o disminuir la accesibilidad de ciertas zonas susceptibles de ser ocupadas por los invernaderos, así como los **servicios asociados** a esta 'industria' (alhóndigas, estaciones de tratamiento de residuos,...) (Matarán Ruiz, 2005). Además de estas medidas generales, es necesario definir cuáles son las áreas más apropiadas para el crecimiento de esta actividad desde el punto de vista del **emplazamiento**, para lo cual se ha seguido el mismo esquema de análisis desarrollado en las anteriores zonas.

Así, si se analiza la situación existente en la Contraviesa, puede observarse que los invernaderos se distribuyen a lo largo de la zona litoral y las principales ramblas, alcanzando incluso la cota 400 (Fig. 37). Las grandes pendientes existentes en la zona, que en su mayoría superan el 25%, (Fig. 38), no dejan apenas espacio disponible, 'obligando' a los invernaderos a 'trepar' por las laderas (ver Capítulo 3).

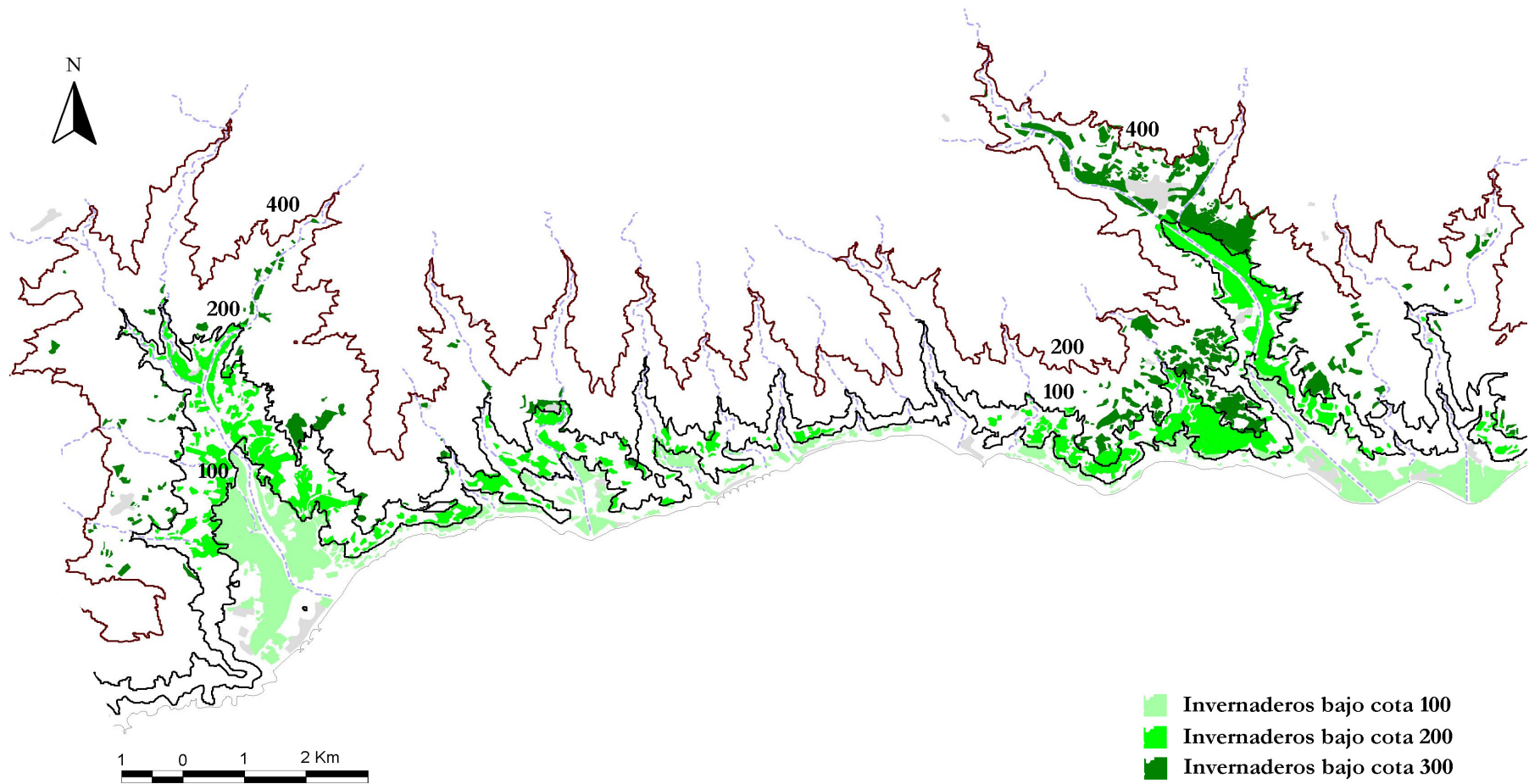


Figura 37. Situación actual de los invernaderos en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*



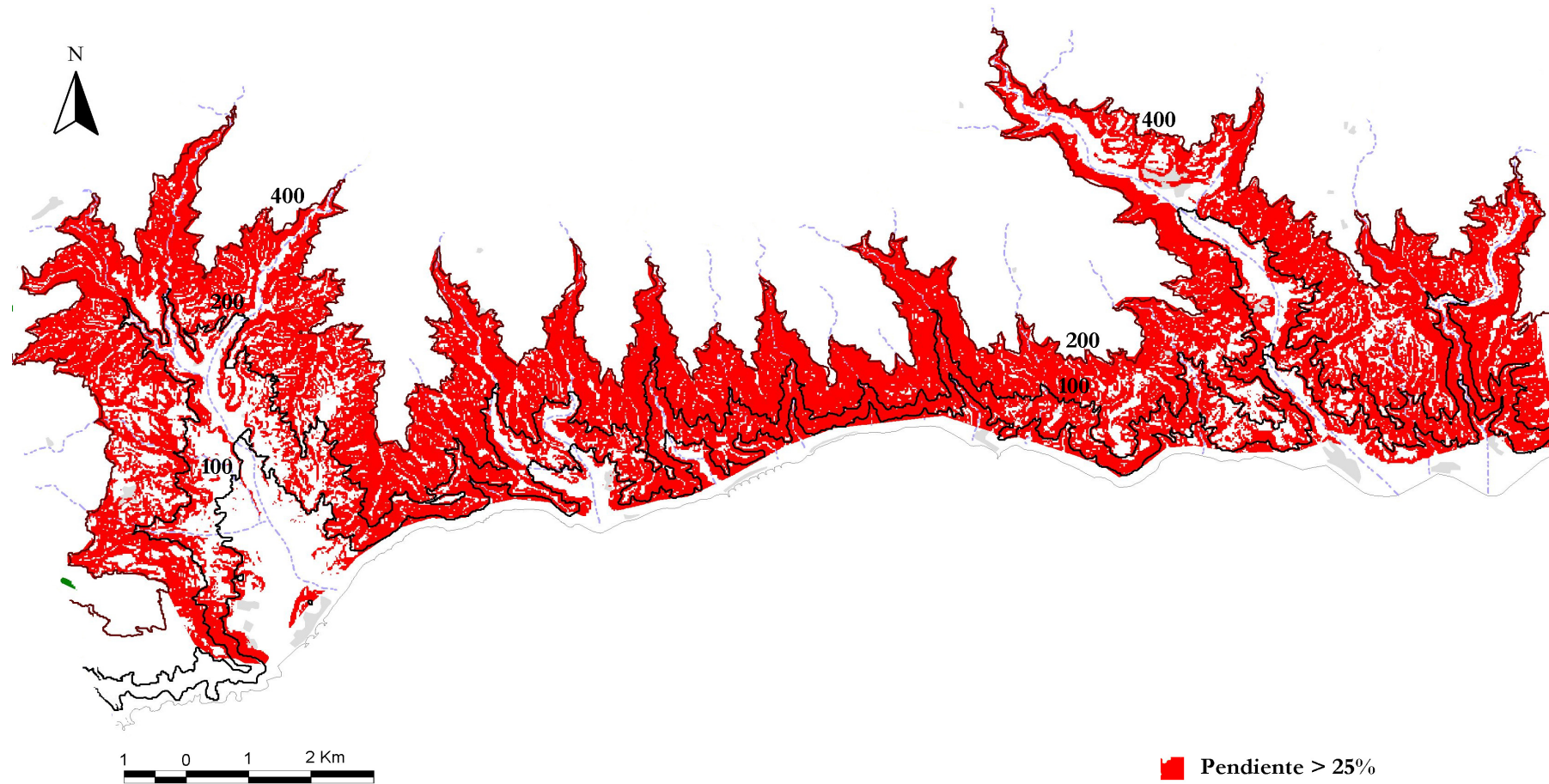
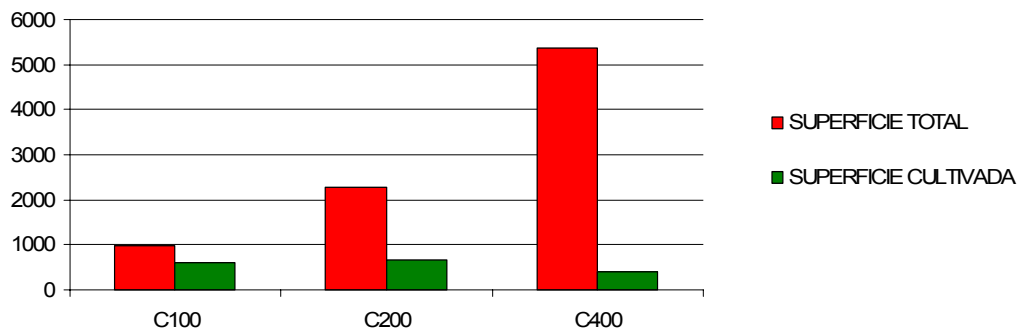


Figura 38. Mapa de pendientes en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*

La saturación de la actividad agrícola de la zona no parece ser tan alta como en las otras regiones vecinas, siendo la relación entre la superficie total existente y la superficie cultivada bastante favorable sobre todo entre las cotas 100 y 200 (C200), y 200 y 400 (C400) (Fig. 39).



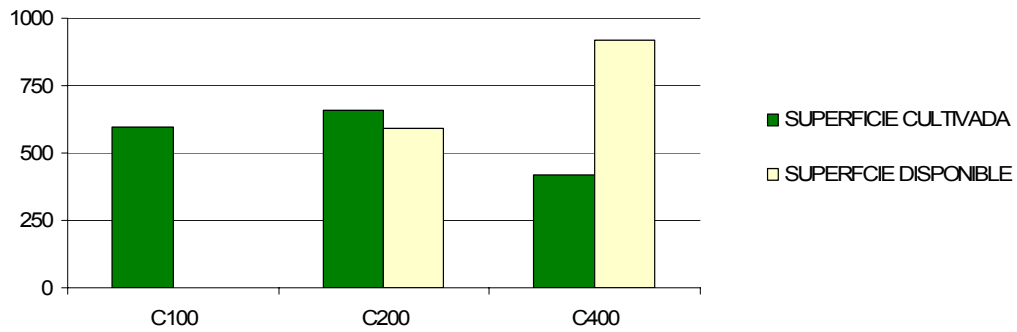
**Figura 39. Distribución por cotas de los invernaderos en la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia*

Esta ‘aparente’ disponibilidad de espacio no es real, ya que si consideramos los criterios acerca del emplazamiento definidos anteriormente las superficies disponibles disminuyen. Así, primero se han eliminado los ‘espacios del agua’ que se han definido de la siguiente forma; en la costa la franja que engloba a los principales núcleos urbanos y se sitúa como mínimo a 200 metros de la línea de mar, y en los cauces una franja de 100 metros a cada lado, aunque en un estudio de detalle debería determinarse el ámbito de protección en función de la periodicidad de las avenidas y no como un espacio fijo. En segundo lugar se han desechado las zonas con pendientes mayores al 25%, pues como ya se ha comentado, no son aptas para este tipo de cultivos, así como las áreas cercanas a las crestas del terreno.

De esta forma se ha obtenido el mapa de la Figura 41, en el que se puede observar por ejemplo que bajo la cota 100 no existen disponibilidad de espacios para la implantación de invernaderos (Fig. 40), por lo que las alrededor de 600 hectáreas situadas en esta franja estarían ya ‘mal situadas’. En la franja comprendida entre las cotas 100 y 200 (C200) la disponibilidad de espacios es menor a la superficie ya

existente (unas 70 hectáreas), y tan sólo entre las cotas 200 y 400 (C400) la superficie cultivada es menor a la recomendable, existiendo un teórico ‘excedente’ que permitiría el crecimiento de este tipo de cultivos.



**Figura 40.** Disponibilidad de superficies para el invernadero en la Contraviesa

*Fuente.* Elaboración propia

Por tanto, unas 670 hectáreas de invernaderos, se encontrarían situadas en zonas a proteger, la mayoría de ellas en las zonas más próximas a la costa y en los Dominios públicos de los cauces existentes (Fig. 42). De hecho, puede observarse que la ocupación es casi total en las ramblas, ya que la escasa pluviometría existente genera una falsa sensación de seguridad ante las avenidas. Sin embargo, el riesgo es muy alto, habiéndose producido ya algunos desastres en esta zona debido a la ocupación de los cauces (ver capítulo 3). Así mismo, las bajas pendientes existentes en las zonas más próximas a la costa ha llevado a que los invernaderos lleguen en ocasiones hasta la línea de playa, compitiendo por el uso del espacio con el uso turístico, generando paisajes inverosímiles en la que los edificios de apartamentos se encuentran rodeados de cultivos bajo plástico (ver capítulo 3).



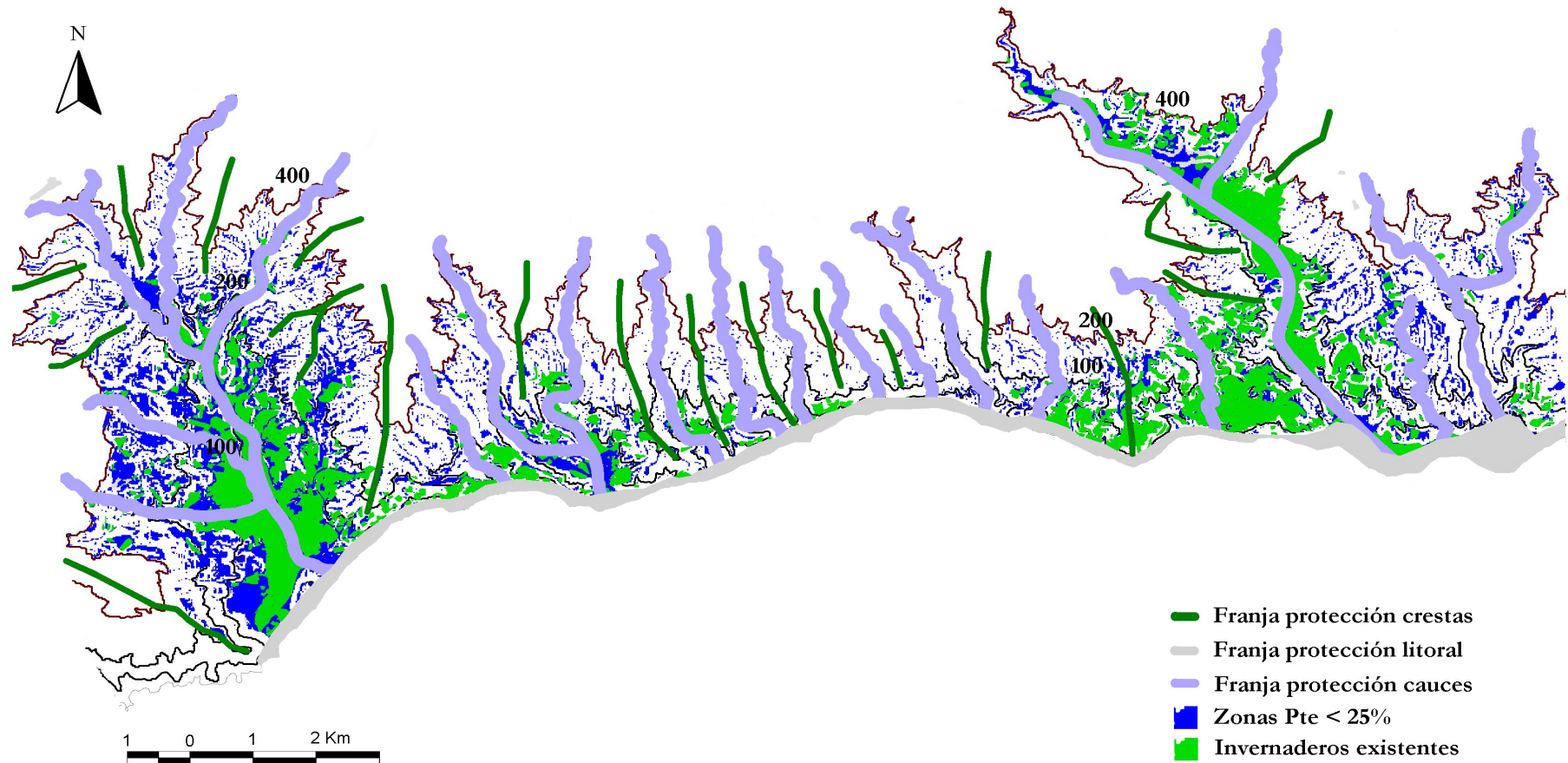


Figura 41. Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*

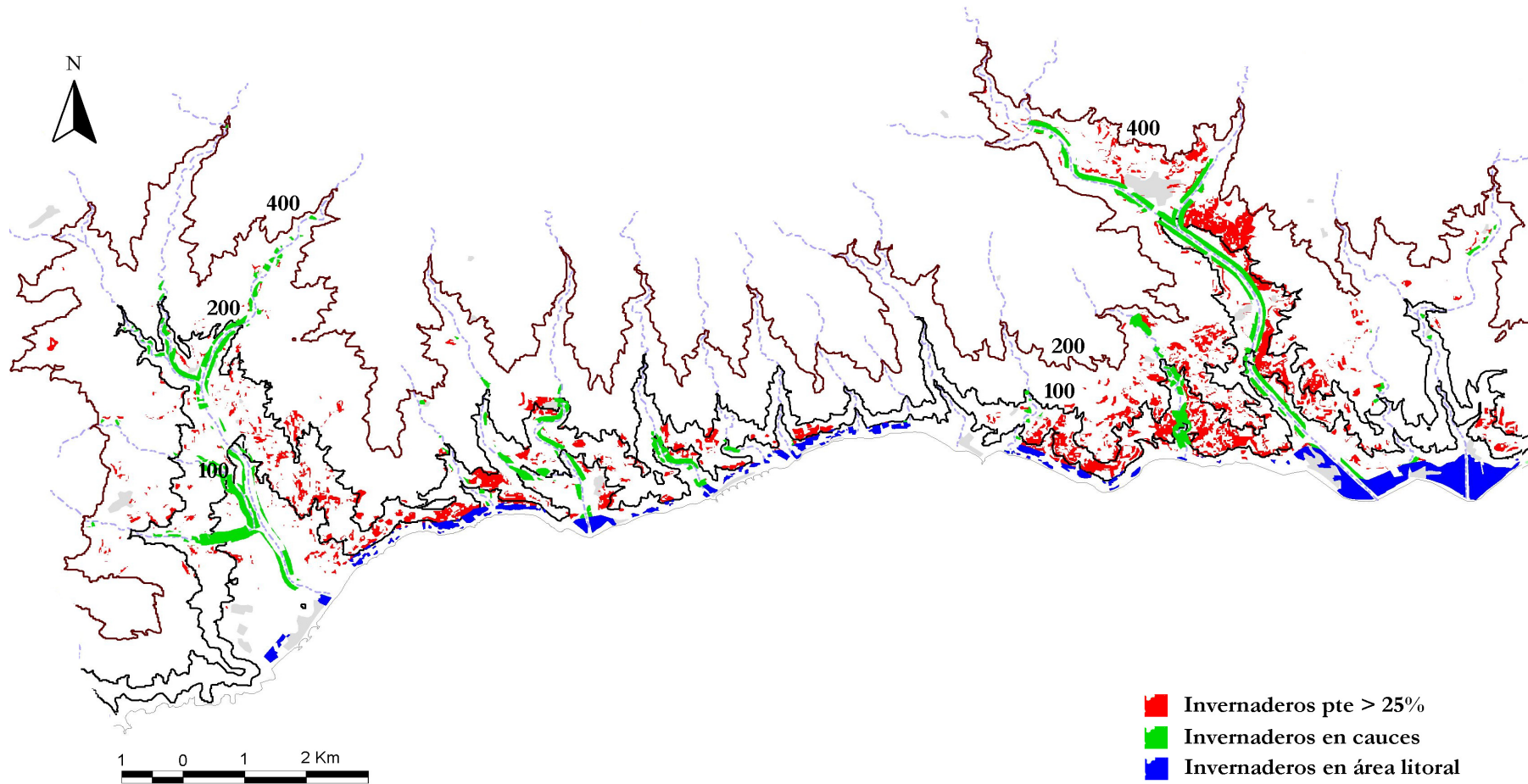


Figura 42. Invernaderos situados en zonas a proteger en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*

Respecto de la ‘supuesta’ disponibilidad de espacio entre las cotas 200 y 400, puede decirse que ha sido utilizada por los documentos de planificación hidrológica para permitir la expansión de estos cultivos en las cotas más altas. De hecho, el último estudio al respecto (Aprovechamiento de los recursos hídricos del litoral granadino, INTECSA-INARSA, 2003), plantea la creación de una nueva conducción por la cota 250 apoyada por una serie de bombeos que podrían dotar de agua a los invernaderos hasta la cota 300.

Sin embargo, los argumentos planteados en este apartado han demostrado que el crecimiento de este tipo de cultivo debe ser detenido por haber alcanzado ya una serie de impactos negativos en su entorno que hacen desaconsejable su crecimiento. Así, la alternativa que parece más razonable es la de ordenar los invernaderos existentes en zonas de riesgo (unas 670 hectáreas), localizándolos en lugares más apropiados.

Así mismo, al contrario de lo que se plantea en los documentos de planificación, no se debería ampliar la infraestructura existente que actualmente conduce agua procedente del Guadalfeo hasta la cota 200 (Fig. 43), pues esto supondría facilitar el crecimiento incontrolado de unas 2.000 hectáreas de invernadero. Además, deberían reconvertirse en otra actividad las 417 hectáreas situadas por encima de la cota 200, pues se seguirían nutriendo del agua procedente de bombeos y captaciones subterráneas, al no contar con un red de agua superficial.

Respecto de la ordenación de los invernaderos existentes, delimitando el área disponible hasta la cota 200, y considerando todos los criterios definidos anteriormente, se ha elaborado el mapa de la Figura 41, en la que se señalan en azul las zonas donde podrían recolocarse casi por completo las 670 hectáreas de invernaderos que se encuentran en la actualidad en zonas inapropiadas.

Como ejemplo de este proceso se ha elaborado el mapa de la Figura 44, en el que se realiza un análisis de aptitud para la relocalización de aquellos invernaderos que se encuentran en la actualidad mal emplazados en la rambla de Gualchos, y se señalan

las zonas en las que podrían situarse estas superficie. Puede verse que se repite en esquema tipo ‘dedos’ de las otras zonas; alternancia de espacios ocupados entre los cauces y las crestas, dejando libres ‘pasillos’ que permiten el transporte de flujos ambientales.

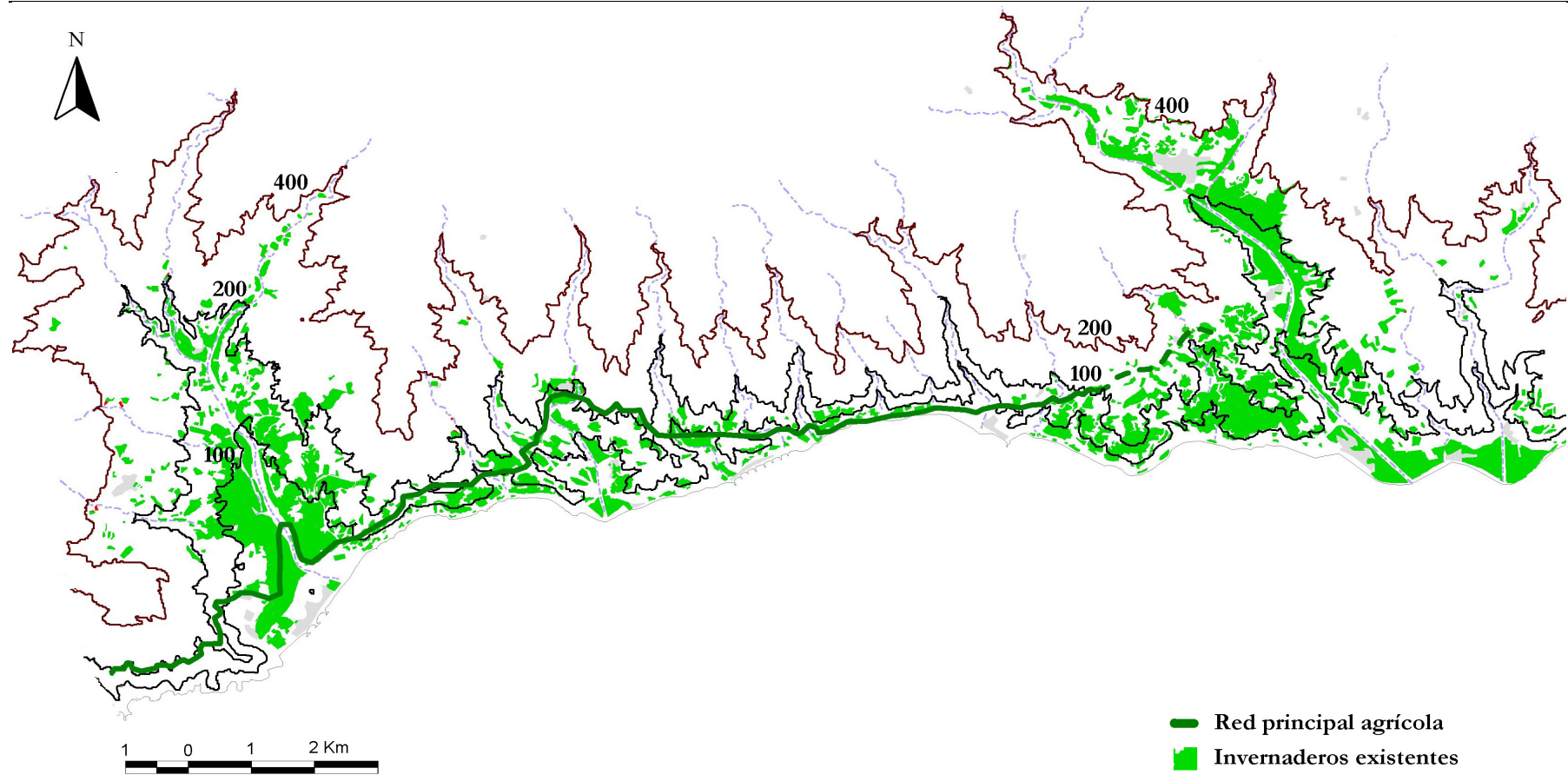


Figura 43. Red agrícola en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*



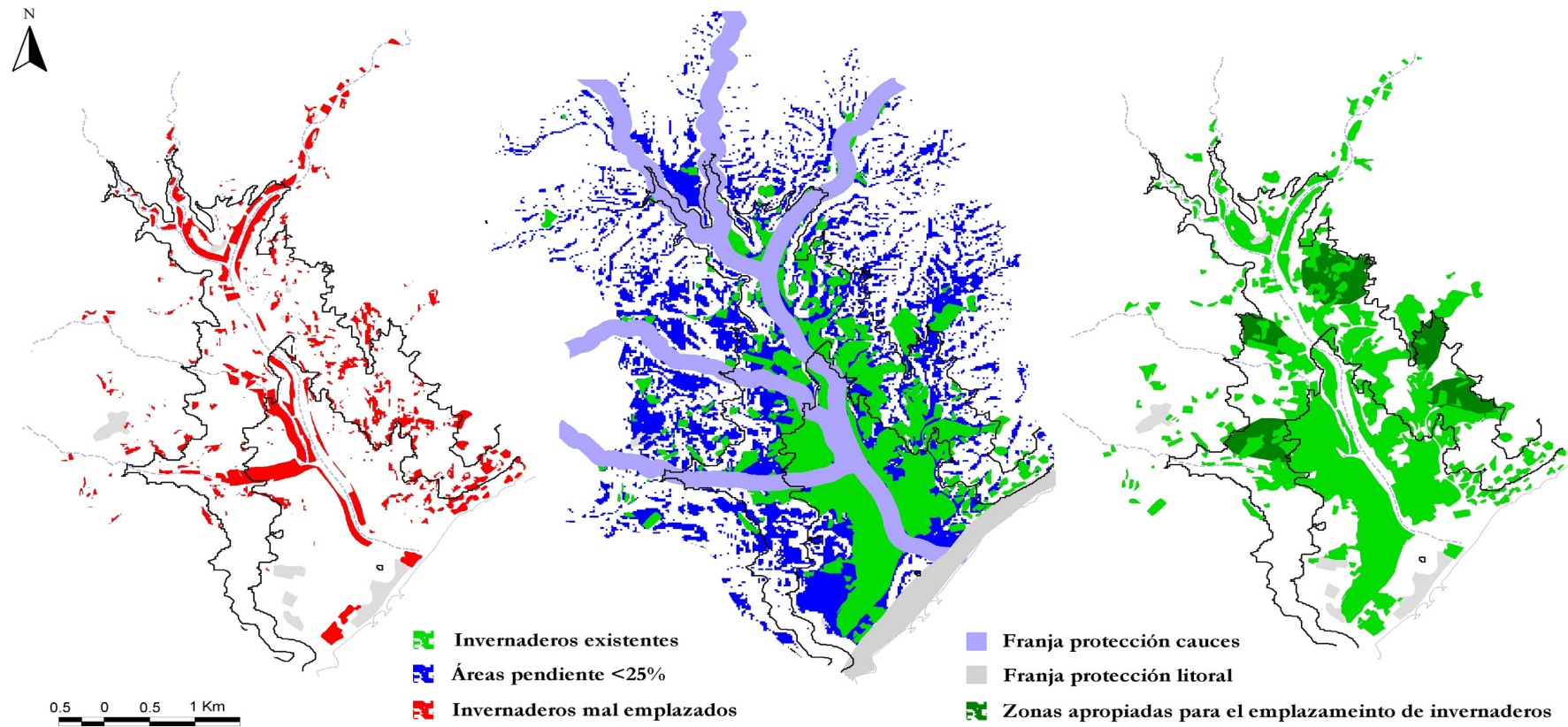


Figura 44. Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la rambla de Gualchos

Fuente. *Elaboración propia*

#### 4. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ACERCA DEL POTENCIAL DE CRECIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y SUS INFRAESTRUCTURAS

El resultado del análisis realizado en los apartados anteriores, presentado en la Tabla 3, puede resumirse en la determinación para cada una de las unidades de:

- **Datos fiables acerca de las superficies agrícolas actuales.** Como ha podido observarse en el primer apartado del capítulo, la información existente al respecto es bastante sesgada e incompleta, por lo que esta aportación supone un paso importante para la correcta planificación.
- **Posibles ampliaciones en la infraestructura hidráulica.** Estas ampliaciones solucionarían los problemas de abastecimiento existentes así como la sobre-explotación de agua subterránea.
- **El máximo crecimiento agrícola que podrían ocasionar las diferentes infraestructuras planteadas.** Como ya se ha comentado, las infraestructuras hidráulicas pueden utilizarse para permitir desarrollos mayores que los planificados, por lo que deben tenerse en cuenta previo a su construcción.
- **La planificación de las posibles superficies destinadas al crecimiento del regadío.** Se han establecido áreas de características apropiadas para la ocupación del regadío, según una serie de criterios planteados sobre la aptitud de los suelos para ser ocupados por la agricultura. De esta forma, se podrán reordenar los usos que se encuentren en lugares inapropiados, y en el caso de que los recursos los permitan, establecer áreas de crecimiento en función de unos máximos recomendables para cada zona.

Tabla 3. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo

	SUP. ACTUAL (ha)	POSIBLE AMPLIACIÓN DE INFRAEST.	NUEVA SUP. REGABLE Actual +Ampliación (ha)	SUP. MÁX. DE AMPLIACIÓN RECOMENDABLE (ha)	SUP. DE DISMINUCIÓN RECOMENDABLE (ha)	SUP. MÁXIMA FINAL RECOMENDABLE (ha)
<b>ALPUJARRA</b>	3.078	Remodelación y ampliación de la infraestructura existente	$3.078+0=3.078$	0	0	3.078
<b>LECRÍN</b>	2.357	Remodelación y ampliación de la infraestructura existente	$2.357+750=3.107$	750	0	3.107
<b>RÍO VERDE</b>	4.735	Canal cota 400 Canal cota 200	$4.735+1.880=6.615$	600	338	4.997
<b>BAJO GUADADALFEO</b>	12.376	Canal cota 400 margen dcha.	$12.376+3.206=15.582$	300	1.588	12.788
		Canal cota 400 margen izq.	$12.376+4.634=17.010$	1.500		
		Canal cota 200 margen dcha	$12.376+901=13.277$	200		
		Canal cota 200 margen izq	$12.376+1.532=13.908$	0		
<b>CONTRAVIESA</b>	1.677	Ninguna	$1.677+0=1.677$	0	417	1.260
<b>TOTAL</b>	<b>24.222</b>		<b>37.125</b>	<b>3.350</b>	<b>2.342</b>	<b>25.230</b>

Fuente. *Elaboración propia*



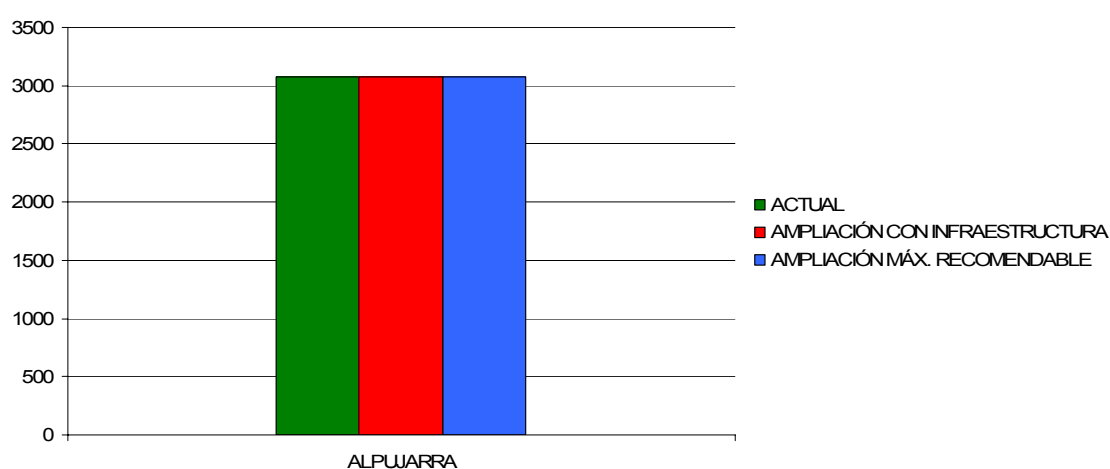
Así, de estos datos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- De forma global, puede verse que de las 24.222 hectáreas regadas de la región del Guadalfeo, tras el análisis de potencialidad de crecimiento del regadío, tan sólo **se recomienda aumentar esta cantidad un 5%**, hasta 25.230 hectáreas finales.
- De esta forma, se corrobora la idea planteada anteriormente de que existe una **saturación agrícola** que no permite grandes crecimientos, sobre todo en la parte baja de la región donde las superficies disponibles se encuentran ocupadas casi en su totalidad por esta actividad. El balance global puede resumirse en que se plantean un total de 3.350 hectáreas de posibles nuevos regadíos, al mismo tiempo que la conversión en otros usos (secano o forestal) de unas 2.342 hectáreas, resultando un incremento de superficie total de solo 1.008 hectáreas.
- Por otro lado, las infraestructuras hidráulicas planteadas, necesarias sobre todo para abastecer a los regadíos ya existentes, podrían favorecer el crecimiento agrícola en los espacios aún vacíos alcanzando un total de 37.125 hectáreas en total, lo que **supondría un crecimiento de casi el 50%** de la superficie actual, cuando lo planificado apenas alcanza el 5%. Este hecho hace pensar que no podrán acometerse todas las infraestructuras planteadas, siendo necesario estudiar estos datos junto con los recursos disponibles.

Respecto de los resultados por unidades pueden resumirse los siguientes aspectos interesantes.

En la **Alpujarra**, la escasa rentabilidad de los cultivos está haciendo que desaparezcan progresivamente. La permanencia de esta actividad en la zona se ha considerado necesaria, ya que mantiene cierta actividad económica que ayuda al desarrollo rural y al reequilibrio territorial, al mismo tiempo que protege las laderas de la deforestación y la erosión. Por ello, se ha propuesto el mantenimiento de la

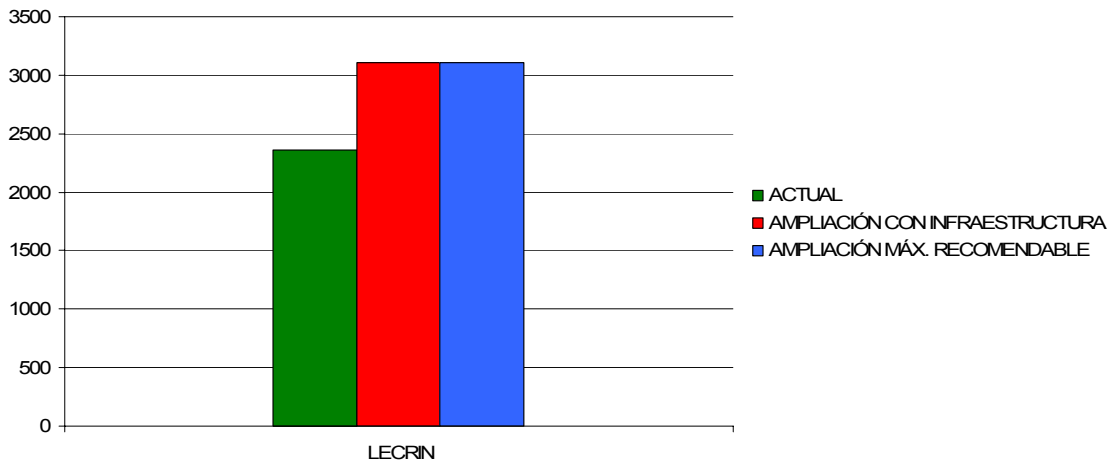
superficie agrícola existente apoyada por la mejora de la infraestructura hidráulica con el fin de aumentar la rentabilidad de los cultivos y asegurar su permanencia. Así, la superficie actual coincide con la superficie recomendable en los resultados obtenidos. De la misma forma, ya que no se han planteado nuevas infraestructuras, no existen superficies ‘extra’ que pudieran ser aprovechadas para un crecimiento sobredimensionado, aunque dado el carácter de retroceso de esta actividad, no parece resultar aquí un problema (Fig. 45).



**Figura 45. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Alpujarra (hectáreas)**

*Fuente. Elaboración propia*

En **Lecrín**, la rentabilidad y escasos problemas ambientales provocados por la agricultura existente, hace pensar en la posibilidad de que esta actividad pueda crecer en los próximos años, siempre y cuando los recursos lo permitan. Desde el punto de vista territorial, la superficie de crecimiento máxima que sería recomendable para la zona rondaría el 30% (Fig. 46), para lo cual sería necesario acometer una pequeña inversión en infraestructura hidráulica, que consistiría en la modernización de la red existente con una pequeña ampliación. Esta ampliación sólo podría abastecer al área planificada, por lo que no existe riesgo de que se produzcan crecimientos no planificados.

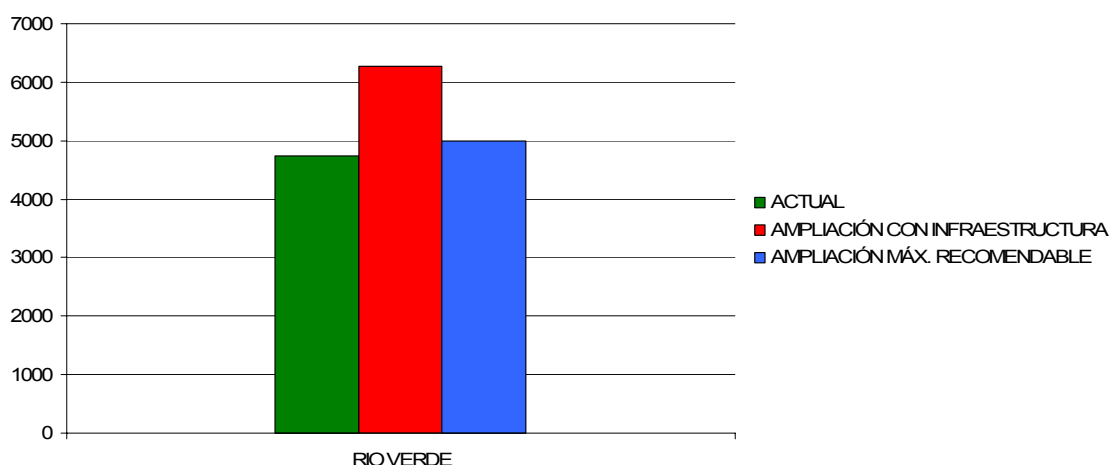


**Figura 46. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle de Lecrín (ha)**

*Fuente. Elaboración propia*

En el valle del **río Verde** se han detectado carencias importantes en cuanto a la red hidráulica existente, por lo que se han propuesto dos nuevas conducciones; la primera por la cota 400 transportaría el agua desde el embalse de Béznar hasta la zona. La segunda consistiría en la prolongación del canal de la cota 200 de la margen derecha del río Guadalfeo, y sólo sería necesaria en el caso de que fueran necesarios los recursos de dicho río.

Dado el elevado índice de ocupación de la superficie por parte de la agricultura, las nuevas conducciones propuestas sólo permitirían la ocupación de los escasos espacios vacíos aún existentes bajo la cota 400. Este posible crecimiento agrícola no planificado supondría como máximo unas 1.200 hectáreas, alrededor de un 25% más que la superficie recomendable. Por tanto, la ejecución de estas infraestructuras no supondrían un riesgo muy elevado, ya que además de no ser una cantidad muy elevada, la agricultura de la zona se considera como un activo social, cultural y patrimonial de la zona, y no provoca apenas daños ambientales.



**Figura 47. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle del río Verde**

*Fuente. Elaboración propia*

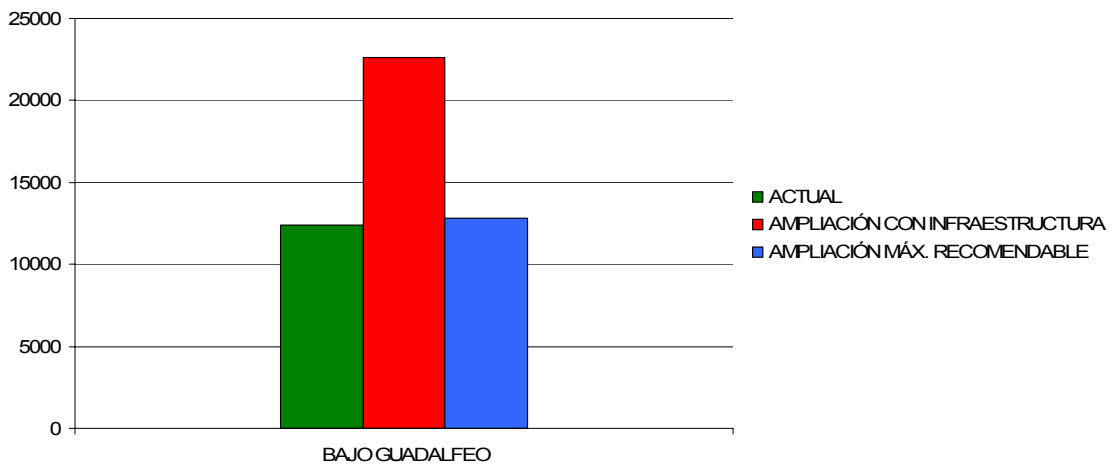
La situación en el **Bajo Guadalfeo** es sin embargo bastante diferente, pues la superficie recomendable de crecimiento apenas supone un 3% de la existente, y sin embargo, la superficie puesta en riego con las conducciones propuestas podrían suponer un crecimiento de un 80%, lo cual supondría un grave problema para la planificación de los recursos hídricos (Fig. 48).

Las conducciones propuestas consisten por un lado en la prolongación de los canales de la cota 200 procedentes del río Guadalfeo, por la margen izquierda y derecha (cuya prolongación sería la conducción del río Verde). Por otro lado se crearía un nuevo canal por la cota 400 procedente del embalse de Béznar, que transcurriría por las márgenes izquierda y derecha del río, este último coincidente con el planteado en el valle del río Verde. Ambos supondrían un posible incremento del regadío no planificado de unas 10.000 hectáreas, lo cual supondría un alto riesgo para la planificación.

Así, si se prioriza en cuanto a la importancia de las conducciones planteadas, puede decirse que el canal de la cota 400 margen derecha que abastece también al río Verde supone una de las actuaciones más importantes, por mejorar el

abastecimiento de las dos zonas y por no suponer riesgos para la zona del río Verde tal y como se ha dicho anteriormente. Por otro lado, la prolongación del canal de la cota 200 margen izquierda eliminaría el actual bombeo existente entre el canal de la cota 100 y el tramo incompleto de la cota 200.

Ambos canales supondrían un posible incremento de superficie no planificada de unas 4.500 hectáreas, demanda que deberá analizarse con los recursos disponibles antes de llevar a cabo dichas infraestructuras.

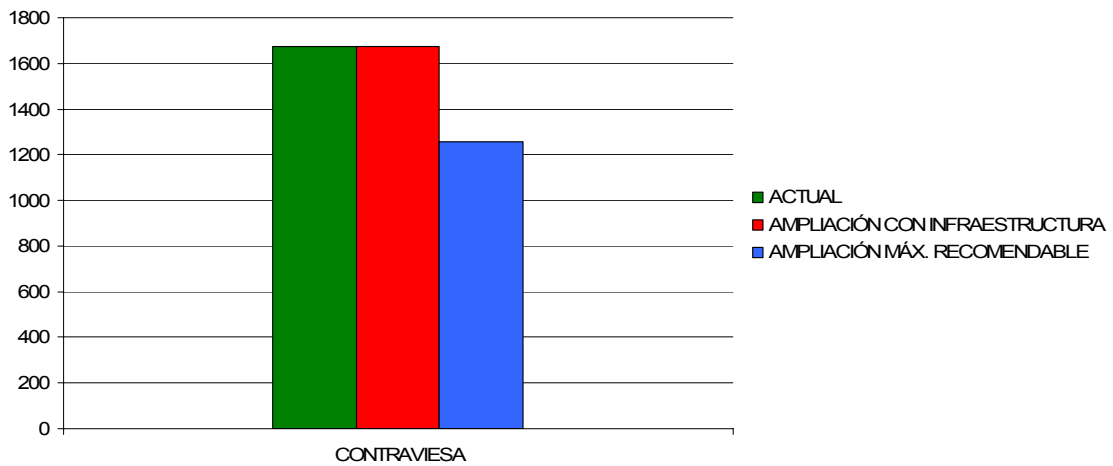


**Figura 48. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el Bajo Guadalfeo**

*Fuente. Elaboración propia*

Respecto de la **Contraviesa**, se ha concluido a lo largo del capítulo que debido a los graves problemas ambientales que estos cultivos están provocando en la zona, debe frenarse su crecimiento. Por ello, y al contrario de lo que se propone en los recientes documentos de planificación, no se ha planificado ninguna infraestructura nueva, conservando la tubería actual que conduce agua hasta la cota 200, estableciendo a ésta como límite de crecimiento. Respecto de la superficie recomendable, realizado el análisis de aptitud para el regadío de las superficies existentes, se ha determinado que la superficie recomendable es menor a la ya existente, lo cual indica que más de 400 hectáreas de invernadero existente se encuentran emplazados en lugares de

riesgo, ya sea en zonas del litoral o cauces. Por ello se propone la reubicación de esta superficie en otras localizadas a tal efecto.



**Figura 49. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Contraviesa**

*Fuente. Elaboración propia*

Resumiendo, se han obtenido criterios para la planificación de la demanda agrícola en la zona, así como los datos necesarios para establecer diferentes hipótesis de crecimiento, que junto con las propuestas de reducción de la demanda y aumento de los recursos disponibles, permitirán establecer estrategias de gestión y planificación de los usos agrícolas en el próximo capítulo.

## 5. PROGRAMAS DIRIGIDOS AL CONTROL Y REDUCCIÓN DE LA DEMANDA AGRÍCOLA

Como ya se ha comentado, la situación de escasez asociada a los modelos de desarrollo, unida a los problemas medioambientales que el incorrecto uso del agua está provocando, ha hecho creciente la necesidad de controlar y reducir los consumos. En el caso de la demanda agrícola, dada su importancia respecto de la demanda total (hasta un 80%), se hace especialmente necesario establecer programas dirigidos al control y a la reducción de las demandas, pues una pequeña mejora puede suponer un volumen de ahorro muy importante.

Si se comparan los esfuerzos que se están realizando en la reducción de la demanda agrícola con la urbana, puede decirse que pese a representar un volumen mucho menor de la demanda total, los programas dirigidos al consumo urbano son mucho más numerosos. Tradicionalmente no se ha invertido en la modernización de las redes agrícolas por dos motivos. Por un lado, la inversión privada por parte de los agricultores en la mejora de las redes agrícolas y de las técnicas de riego ha sido mínima, pues el ahorro económico ocasionado por estas mejoras suele ser menor que el coste de la mejora, ya que los precios del agua destinada han sido y siguen siendo, muy bajos. Por otro lado, las inversiones estatales han sido pocas y no muy eficientes, ya que la complejidad y el gran número de redes agrícolas existentes hacen muy difíciles y costosas estas inversiones, por lo que generalmente no han compensado el esfuerzo (Frontana González, 2002).

Hasta principios de los años noventa, el pensamiento general acerca de las pérdidas en las redes agrícolas era que éstas resultaban positivas para la recarga de acuíferos, pues se incorporaban a los flujos subterráneos aumentando dichos recursos. Sin embargo, los estudios realizados en los últimos años sobre **contaminación difusa**, -contaminación de los efluentes del riego, fertilizantes y pesticidas fundamentalmente- han puesto de manifiesto los graves problemas de

contaminación que se han producido en muchos acuíferos por la infiltración de estos efluentes (Gómez, 2005). En los invernaderos por ejemplo, se han implantado sistemas de recuperación de los sobrantes del riego, con la doble finalidad de reutilizar el agua e impedir su percolación en el subsuelo. En la agricultura tradicional, los sistemas para recuperar estos caudales son más complicados y se encuentran aún hoy en día en estudio para su implantación (Gómez, 2005).

De cualquier manera, hoy en día se acepta de manera generalizada la necesidad de reducir estas pérdidas, para disminuir la demanda de agua por un lado, y los efluentes contaminados por otro. Para ello, se han desarrollado multitud de programas dirigidos a reducir y controlar los consumos agrícolas, mediante las campañas de concienciación a los agricultores para **cambiar los hábitos de riego**, así como en la **implantación de técnicas de ahorro** que consigan aumentar las eficiencias tanto en el transporte como en el riego directo a la planta.

Respecto de los **hábitos de riego**, crear una conciencia de conservación del agua entre los agricultores no es tarea fácil, pues supone vencer una gran inercia y un importante esfuerzo en tiempo, dinero y energía. Para ello son necesarias las iniciativas que contribuyan directa o indirectamente a demostrar que es posible la conservación del agua (Costanza et al. 1990).

Respecto de la **implantación de técnicas de ahorro**, mientras que éstas no generen un ahorro económico para el agricultor en el coste del agua, no conseguirán implantarse de manera generalizada. Por eso, son muchos los que piensan que la única forma de conseguir ‘modernizar’ las redes hidráulicas es aumentar los precios del agua (Berbel Vecino et al. 2001). La Directiva Marco del Agua, que obligará a la recuperación de los costes y ocasionará por tanto la subida de los precios, puede suponer el comienzo de un importante cambio. Sin embargo, también se piensa (entrevistas personales) que si el sistema de subvención estatal a los cultivos menos rentables sigue manteniéndose, esta situación no cambiará.



Así, las posibilidades de ahorro de agua serán el fruto combinado de la modernización de las infraestructuras de transporte y distribución del agua hasta la parcela, y la implementación por parte del agricultor del sistema de riego más eficaz en el uso del agua para cada cultivo. Actualmente la menor eficacia en el uso del agua se localiza en los regadíos de más antigüedad y que utilizan sistemas de riego por gravedad, que pueden demandar dotaciones brutas de agua hasta un 40% superior a las necesidades de los cultivos; en el lado opuesto los riegos a la demanda, automatizados y con sistemas localizados de distribución del agua a la planta, y de construcción reciente, reducen sus pérdidas a menos del 10%.

Tras analizar bibliografía al respecto, que por su extensión no se van a desarrollar en este trabajo, se ha realizado un resumen en las Tablas 5 y 6 mostrando el aspecto más representativo de cada experiencia, las ventajas y los inconvenientes que generan la implantación de estas medidas.

Al igual que sucedía con la demanda urbana, los programas de control y reducción de la demanda agrícola se estructuran según los objetivos que persiguen (ver Capítulo 5):

- los programas de INFRAESTRUCTURA, que incluyen todas las medidas referentes a la mejora de la red de distribución del agua, (eliminación de fugas, de tomas ilegales, instalación de contadores,...). Como ya se ha dicho, el ahorro potencial derivado de los programas de Infraestructuras es fácilmente cuantificable, por lo que se recomienda realizar una estimación del volumen total de pérdidas en las redes de distribución, -que en el caso agrícola puede ser muy importante-, con objeto de considerarlas en los escenarios de demanda como un aumento de los recursos disponibles al disminuir los consumos.
- los programas de AHORRO, mediante campañas de formación a los regantes, las acciones demostrativas y las medidas tarifarias,

- los programas de EFICIENCIA, que reducen el consumo de agua mediante dispositivos de riego (goteos,...),
- los programas de UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES, que utilizan fundamentalmente las aguas residuales depuradas para el riego de determinados tipos de cultivos. El ahorro potencial derivado de la reutilización de aguas puede ser muy importante, por lo que se realizará un análisis más detallado de este aspecto en el apartado siguiente con objeto de considerarlas en los escenarios de demanda como un aumento de los recursos disponibles al disminuir los consumos.
- y por último OTRAS MEDIDAS, como la creación de redes informáticas para la gestión de los regadíos o las medidas compensatorias.

Tabla 4. Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola I

PROGRAMA	MEDIDAS	VENTAJAS	LIMITACIONES	INCONV.	EJEMPLO
<b>INFRAESTRUCT.</b>	<b>Contadores</b>	Controla el volumen consumido	Aceptación local	Difícil control de estafas	Francia
	<b>Mejora de la red de distribución</b>	Reduce las pérdidas en conducción y distribución	Debe ser rentable	Insuficiente	Israel
<b>EFICIENCIA</b>	<b>Riegos menos abundantes</b>	Adaptar los cultivos a la pluviometría	Realidad socio-económica del lugar	Difícil de implementar	Israel
	<b>Eficiencia en el riego</b>	Reduce las pérdidas en aplicación a la planta	Medios económicos; Subvenciones y divulgación	En función de la disponibilidad de agua	Nebraska, Israel
<b>OTRAS MEDIDAS</b>	<b>Medidas compensatorias</b>	Adaptadas a las necesidades del lugar	Medios económicos	Posible negocio	Francia, California
	<b>Gestión del riego con SIG</b>	Mejora la gestión	Necesita disponer de todos los datos	Insuficiente y difícil de implantar	Castilla la Mancha

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 5. Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola II

PROGRAMA	MEDIDAS	VENTAJAS	LIMITACIONES	INCONVENIENTES	EJEMPLO
<b>AHORRO</b>	<b>Tasas, Impuestos</b>	Ahorro de agua	Aceptación local	Difícil de Implementar	California
	<b>Mercado del Agua</b>	Eficiencia económica Acceso libre de usuarios	Aceptación local Infraestructura adecuada Control de gestión	Riesgo de ineficacia social	Pakistán
	<b>Programas de concienciación</b>	Mejor aceptación social	Nivel mínimo socio-cultural	Insuficiente a corto plazo	Nebraska, España, Marruecos
	<b>Derechos del agua</b>	Control del crecimiento	Aceptación local	Cómo instaurarlos	China
	<b>Tarificación</b>	Ahorro de agua Freno de la expansión	Aceptación local	Control de la distribución	España, Gerona

Fuente. *Elaboración propia*

## **5.1 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURAS**

Como ya se ha dicho, el ahorro potencial derivado de los programas de Infraestructuras es fácilmente cuantificable, por lo que se recomienda realizar una estimación del volumen total de pérdidas en las redes de distribución, con objeto de considerarlas en los escenarios de demanda como un aumento de los recursos disponibles al disminuir los consumos.

De la misma forma que para la demanda urbana, los datos de demanda agrícola presentados responden a la demanda bruta que incorpora las pérdidas previsibles en el transporte por el sistema de riego. Así, para obtener el posible ahorro que supondría la mejora de las redes es necesario conocer cuáles son las pérdidas existentes según el tipo de conducción así como el tipo de riego.

Tras haber consultado bibliografía especializada (Confederación Hidrográfica del Sur, 1996 y 1997, Consejería de Agricultura y Pesca, 1996, 1999 y 2000) se ha podido observar que la fracción de agua realmente asimilada por los cultivos respecto a los volúmenes servidos es muy variable, normalmente comprendida entre el 90% y el 10%, lo cual indica la heterogeneidad existente en cuanto a eficiencia del riego. La valoración de esta eficiencia se realiza normalmente mediante la asunción de supuestos derivados de la bibliografía general, como consecuencia de la dificultad de obtención de datos objetivos de campo. De hecho, la Orden Ministerial de 24 de septiembre de 1992 por la que se aprueban las recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de las cuencas intercomunitarias, establece que las dotaciones brutas se calculen aplicando coeficientes entre 0.5 y 0.6, a falta de datos que justifiquen otras cifras.

Estos datos son de nuevo indicativos de la falta de conocimiento y rigor con los que se plantean las estrategias de gestión. Así, y a falta de datos precisos sobre las

eficiencias de las redes agrícola de la zona se han tomado las descritas en la siguiente tabla, obtenidas de las referencias bibliográficas anteriores (Tabla 6).

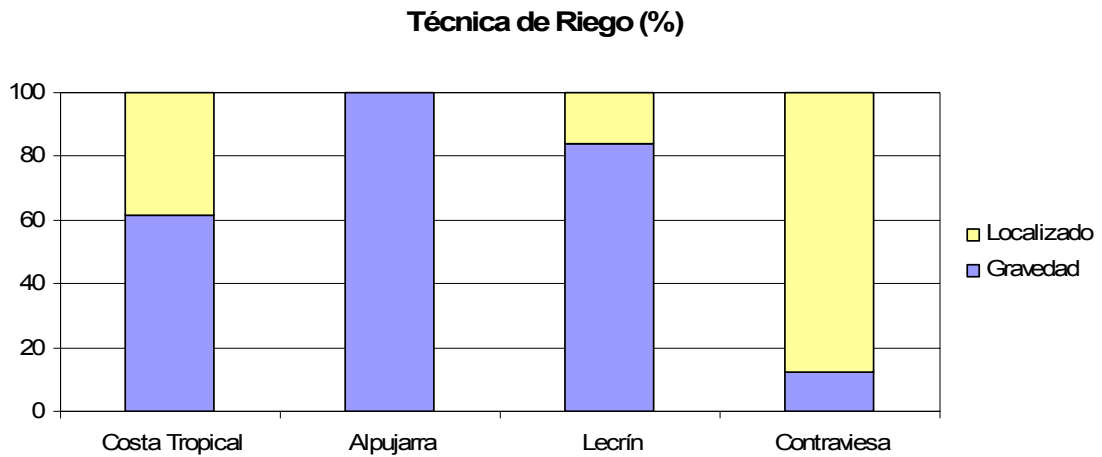
**Tabla 6. Eficiencias teóricas de las redes agrícolas**

	Gravedad	Aspersión	Localizado	
Eficiencia de aplicación	0,72	0,86	0,93	
	Acequia de tierra	Acequia revestida	Tubería	
Eficiencia de distribución	0,83	0,91	0,97	Buen estado
	0,77	0,83	0,90	Estado regular
	0,72	0,75	0,82	Mal estado
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas		
Eficiencia de conducción	0,94	1,00	Buen estado	
	0,88	1,00	Estado regular	
	0,83	1,00	Mal estado	

*Fuente. Elaboración propia a partir de fuente bibliográficas indicadas*

Así, determinando el número de hectáreas regadas con cada una de estas técnicas en la región de estudio podrá conocerse el volumen máximo de agua que podría ahorrarse mejorando la calidad de las redes agrícolas. En las Figuras 50, 51 y 52 puede observarse que la calidad de estas redes es muy heterogénea. En la Contraviesa por ejemplo, el 80% de los cultivos poseen riego localizado, más del 90% distribuyen el agua a través de tuberías, y un 70% lo hacen subterráneamente, lo cual disminuye las pérdidas considerablemente, alcanzando una eficiencia del 84% (Tabla 6). Todo lo contrario ocurre en la Alpujarra, donde la mayoría del riego se realiza por gravedad, por acequias de tierra en superficie, generando importantes pérdidas que disminuyen la eficiencia hasta valores de un 60%. La diferencia entre ambas regiones no es otra que la rentabilidad de los cultivos producidos.

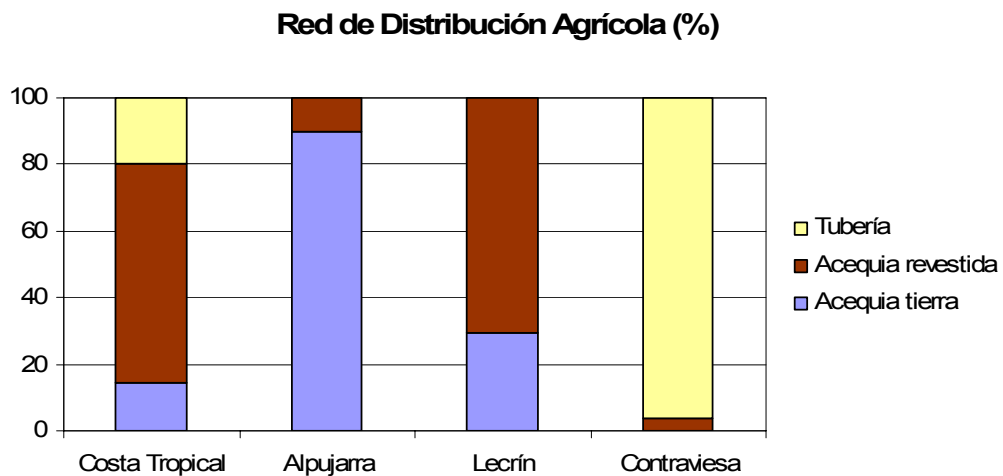
Respecto de las técnicas de riego (Fig. 50), puede observarse a excepción de la Contraviesa, predomina el riego por gravedad frente al riego localizado (goteo), un 20% menos eficiente, lo cual es indicio de la antigüedad de los sistemas de riego en la zona y de la necesidad de modernizarlos en este aspecto.



**Figura 50. Técnicas de riego utilizadas en la región del Guadalfeo**

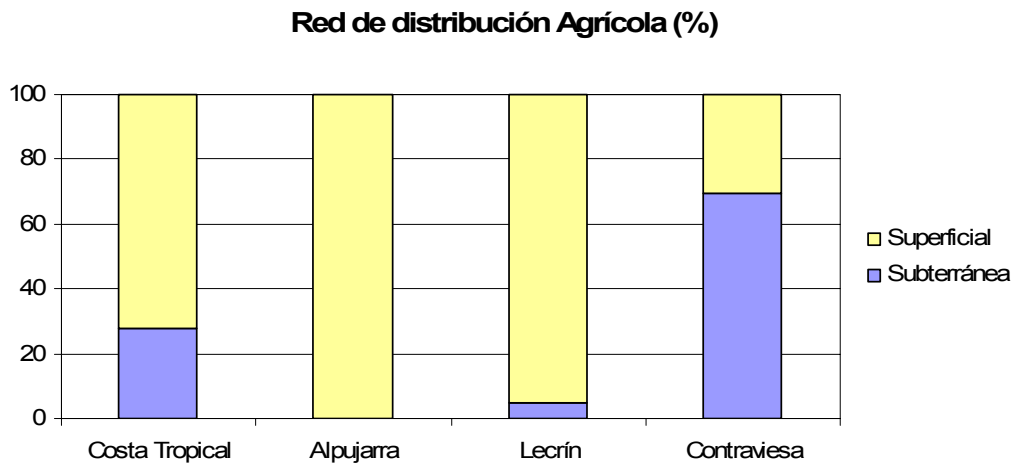
*Fuente. Elaboración propia a partir de Seguimiento PHCS, 2001*

En las redes de distribución (Fig. 51) puede observarse que aún siguen existiendo acequias en tierra, sobre todo en la Alpujarra. Así mismo, apenas existen tuberías, tan sólo en la Contraviesa donde son casi la totalidad. Así, una de las primeras medidas a tomar sería la reconversión de todas las redes como mínimo a acequias revestidas, que en buen estado pueden alcanzar rendimientos de hasta el 91%, y la progresiva sustitución por tuberías en las zonas de máximo consumo, a ser posibles subterráneas (Fig. 52), capaces de eliminar por completo las pérdidas.



**Figura 51. Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo I**

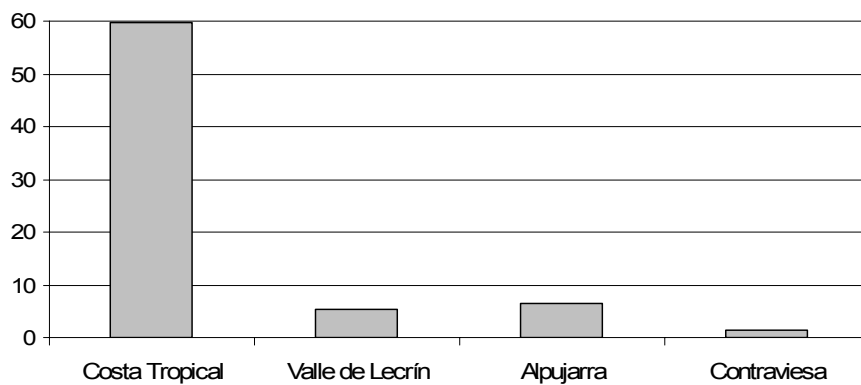
*Fuente. Elaboración propia a partir de Seguimiento PHCS, 2001*



**Figura 52. Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo II**

*Fuente. Elaboración propia a partir de Seguimiento PHCS, 2001*

Así, aplicando los coeficientes de eficacia de la Tabla 6 a las superficies existentes, puede cuantificarse la demanda de agua neta necesaria en cada unidad, y por tanto, el volumen de pérdidas que generan las redes agrícolas en la región de estudio (Fig. 53).



**Figura 53. Pérdidas en las redes agrícolas en la región del Guadalfeo**

*Fuente. Elaboración propia*

Así, en la Tabla 7 puede verse que estas pérdidas ascienden a un total 73 Hm<sup>3</sup>/año lo cual indica una eficiencia media del 61%. Así, un aumento de la eficiencia del 10%



en las redes urbanas supondría un ahorro de 1.75 Hm<sup>3</sup> frente a los 11.43 Hm<sup>3</sup> de las redes agrícolas (casi 10 veces más). Esto indica la importancia de acometer urgentemente una modernización de los regadíos, pues podrían suponer un incremento muy considerable de los recursos disponibles.

**Tabla 7. Pérdidas anuales en las redes agrícolas**

	Eficiencia Global	Demanda Bruta (Hm <sup>3</sup> /año)	Demanda Neta (Hm <sup>3</sup> /año)	Pérdidas (Hm <sup>3</sup> /año)
Costa Tropical	0.60	12.87	7.57	5.31
Alpujarra	0.62	16.87	10.43	6.44
Lecrín	0.59	9.16	7.67	1.48
Contraviesa	0.84	148.43	88.66	59.77
<b>TOTAL</b>	<b>0.61</b>	<b>187.33</b>	<b>114.33</b>	<b>73.00</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Esta modernización será mucho más rentable en las zonas con cultivos más productivos, por lo que la Costa Tropical y sobre todo la Contraviesa, podrán llevar a cabo estas acciones de mejora con mayor facilidad. La eficiencia de las redes agrícolas de la Contraviesa se sitúa ya en la actualidad en un valor muy alto (84%) difícilmente superable, sin embargo, en la Costa Tropical, la zona con más actividad agrícola, las redes poseen rendimientos incluso menores a los de la Alpujarra (60%), donde como ya se ha comentado la actividad agrícola es mucho menos dinámica. Lo mismo ocurre en el valle de Lecrín, que a pesar de contar con una agricultura próspera posee unas redes hidráulicas con la menor eficiencia global de toda la región (59%). Por tanto, es en estas dos zonas (Costa Tropical y valle de Lecrín) donde se requiere con más urgencia de medidas de mejora que eleven las eficiencias.

## 5.2 AHORRO POTENCIAL DERIVADO DE LOS PROGRAMAS DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS NO CONVENCIONALES. REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y SUPERPOSICIÓN DE REDES

### 5.2.1 Introducción

La reutilización de aguas residuales es un componente intrínseco del ciclo natural del agua (Mujeriego et al. 1998). Los primeros ejemplos de reutilización datan del año 1000 a.c. en la ciudad de Jerusalén, donde ya se derivaban las aguas residuales hacia los campos de riego (Rico Amorós, 1998). La reutilización de agua residual a gran escala tiene un origen más reciente (Collado, 1992) considerándose hoy en día un elemento fundamental de la gestión del agua sobre todo en los países con carencia de este recurso (California, Israel, España,...).

El objetivo de la reutilización es doble; **augmentar los recursos hídricos disponibles** y **resolver los vertidos de agua residual**. Las crecientes exigencias sanitarias y ambientales sobre la calidad de las aguas continentales y marinas, junto con los niveles de tratamiento cada vez más estrictos impuestos a los vertidos de aguas residuales, han hecho que el agua residual regenerada se convierta en una fuente alternativa de abastecimiento, económica y segura desde el punto sanitario y ambiental.

La reutilización del agua ocasiona múltiples beneficios en los territorios que la practican. Además de constituir un **aporte extra de recursos hídricos**, éste posee un alto grado de **fiabilidad y regularidad** que permite asegurar el suministro en zonas con un irregular régimen hidrológico. Además, puede suponer una **ventaja económica** si el uso del agua reutilizada requiere menos calidad que el medio receptor en el que se ha de realizar el vertido.

La práctica de la reutilización requiere sin embargo una serie de **normas de calidad** del agua que impidan posibles afecciones derivadas de su uso. De hecho, la faceta más discutida de la reutilización es la dificultad de establecer una relación causal

entre la calidad del agua y los posibles efectos sobre la salud y el medio ambiente. Prueba de ello son la diversidad y heterogeneidad de criterios y normas de calidad establecidas por diversos países y organizaciones internacionales sobre la reutilización de agua residual (USEPA, 1992; OMS, 1989), que establecen una serie de criterios sanitarios que deben cumplir las aguas regeneradas según el uso en el que vayan a emplearse. Así por ejemplo, para el riego de productos que van a consumirse en crudo (como es el caso de la agricultura de la región de estudio), de campos de golf, jardines o cualquier otro uso donde pueda existir contacto con el hombre, debe emplearse un tratamiento de desinfección (terciario) que elimine gran parte de los coliformes existentes, pues estos pueden transmitir numerosas enfermedades.

Por ello, la reutilización para usos potables se encuentra aún lejos de poder llevarse a cabo, ya que los posibles efectos sobre la salud no hacen seguros estos usos. El debate técnico sobre el alcance y futuro de la reutilización se centra en estos momentos entre la conveniencia de impulsar la reutilización indirecta para usos potables (incorporación del agua regenerada al agua natural para su posterior utilización; recarga de acuíferos), o de restringir el alcance de la reutilización a los usos no potables (Mujeriego, 2002).

Otro aspecto muy importante en la reutilización del agua es el **establecimiento del precio**; suele ser más costoso suministrar agua regenerada que agua potable, a pesar de que el agua regenerada tiene una calidad inferior (Rico Amorós, 1998). Los costes de abastecimiento de agua potable son en su gran mayoría subvencionados mediante la construcción de infraestructuras hidráulicas estatales, dando lugar a precios del agua muy bajos, sobre todo para la agricultura. El uso del agua regenerada sin embargo, depende de importantes inversiones de construcción, explotación y mantenimiento que generan un coste del agua igual o incluso superior al del agua de abastecimiento público. Este fue uno de los principales confrontamientos en el debate entre el anterior Plan Hidrológico Nacional y el actual programa A.G.U.A.; la utilización de aguas procedentes del trasvase del Ebro frente a las regeneradas y/o

desaladas. El dilema en estos casos es evidente: si el agua regenerada/desalada se factura a su precio real de coste, los usuarios no tendrán generalmente un incentivo suficiente para utilizarla; por otra parte, si el agua regenerada/desalada se factura a un precio inferior a su coste de producción, será necesario subvencionarla con otras fuentes de ingresos. Este hecho se produce en la región de estudio, donde como podrá verse más adelante, existe la posibilidad de reutilizar agua residual urbana para el riego agrícola y no se realiza por la falta de beneficio económico para los agricultores.

Recientes estudios muestran que pueden recuperarse hasta un 75% de la inversión necesaria para la reutilización de agua residual urbana (Mujeriego, 2002). En la planta de Vitoria-Gasteiz, una inversión total de 3,26 millones de euros ha permitido generar 12,6 hm<sup>3</sup> de agua, lo que representa una inversión de unas 0,27 euro/m<sup>3</sup>, inferior a la requerida por un embalse (Mujeriego et al. 1998). Así mismo, el coste de producción de agua regenerada de calidad suficiente para su utilización sin ningún tipo de restricciones en el riego se sitúa en torno a 0,06 euro/m<sup>3</sup> a la salida de la planta de regeneración, lo cual representa un coste muy competitivo.

Pese a las dificultades de implantación, la reutilización planificada de agua residual debe convertirse en un **elemento esencial de la gestión integral de los recursos hídricos**, para lo cual es necesaria una voluntad política que favorezca la creación de proyectos de demostración que contribuyen a la aceptación de esta tecnología por parte del público.

### 5.2.2 Posibles usos del agua regenerada

El agua residual regenerada se viene empleando en múltiples funciones -siempre usos no potables- entre los que cabe destacar: usos no consuntivos urbanos (jardinería, incendios, lavado de calles y automóviles), usos industriales (refrigeración), riego agrícola y forestal, reutilización ornamental y recreativa, mejora y preservación del medio natural y recarga de acuíferos. Cada utilización o aprovechamiento de agua tiene unas exigencias de calidad físico-química, derivadas del destino directo o indirecto del agua utilizada que debe ser respetada.

El riego agrícola y con fines recreativos constituye el aprovechamiento más extendido del agua residual regenerada, para cultivo hortícola (consumo crudo), cultivos con procesamiento posterior -cereales, cítricos, y viñedos-, riego de parques y zonas ajardinadas, o campos de golf (Tabla 8). Así mismo, en algunos países como la India se están utilizando aguas residuales para la acuicultura, pero los posibles riesgos para la salud humana no lo hacen recomendable.

La reutilización de agua regenerada para **usos urbanos** ha alcanzado una notable popularidad en ciudades con recursos hídricos limitados y con costes elevados del agua de abastecimiento. Además del riego de zonas ajardinadas, del lavado de automóviles o suministro de redes de extinción de incendios, el suministro de agua para cisternas de inodoros constituye una nueva aplicación del agua regenerada en grandes edificios de Japón (Asano et al. 2000), donde costes unitarios entre 2 y 4 euros por metro cúbico permiten reutilizar un volumen anual de 71 Hm<sup>3</sup>, en servicios que no implican un contacto directo o indirecto con las personas.

Sin embargo, los usos donde más aceptación está teniendo la reutilización del agua residual son el riego a la agricultura y la utilización con fines recreativos, sobre todo el riego de campos de golf (Tabla 8). En las zonas costeras como es el caso de la región de estudio, el gran desarrollo urbano turístico y agrícola que conlleva un importante consumo de agua, plantea la reutilización de agua residual con dos objetivos complementarios: la utilización racional del agua evitando los consumos

excesivos, y la reutilización de agua residual para usos no potables, especialmente la jardinería, la agricultura y la mejora ambiental. En estas zonas existe un importante paralelismo entre las mayores producciones de agua residual que se registran durante el verano y la máxima demanda de agua para riego agrícola que se produce en esa misma estación, por lo que las oportunidades de reutilización son excelentes. Otro aspecto importante, es que tal y como se ha detallado anteriormente (ver Capítulo 3), los acuíferos costeros suelen encontrarse en estado de sobre-explotación, por lo que la recarga artificial con agua regenerada es otro uso a tener muy en cuenta.

Así, la reutilización de agua residual en la región mediterránea debe convertirse en un elemento principal de gestión de los recursos hídricos.

Tabla 8. Experiencias en reutilización de agua residual urbana

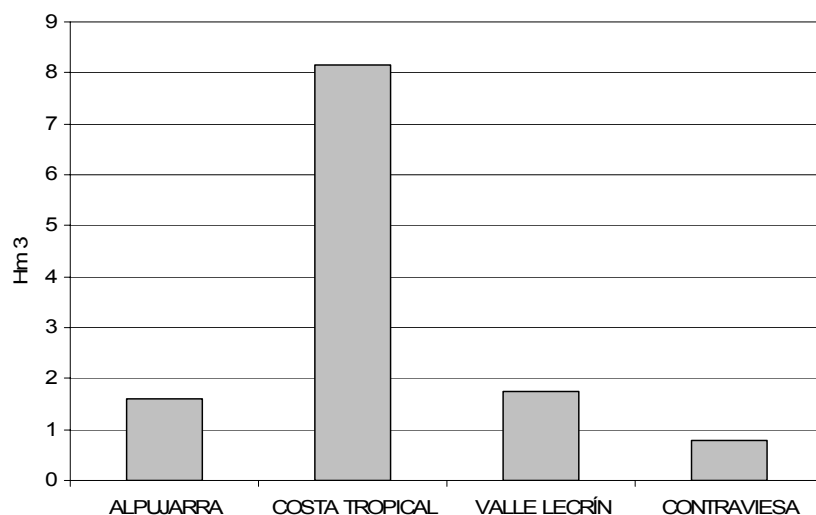
LOCALIDAD	USO EN AGRICULTURA Y ACUICULTURA	LOCALIDAD	USO CON FINES RECREATIVOS	LOCALIDAD	USO CON FINES RECREATIVOS
Calvia (P. Mallorca)	Olivar, cereales, forrajes, patata y hortalizas	Grau du Roi (Francia)	Césped	Túnez (4)	Campos de golf
Campo de Cartagena (Murcia)	Cebada, almendro, avellana, melón y alfalfa	México	Parques públicos	San Luis Obispo (USA)	Campos de golf y lagos de recreo
Guardamar de Segura (Alicante)	Alcachofa, limonero, naranjo y almendro	San Luis Obispo (USA)	Zonas ajardinada	Pennsylvania (USA) (	Zonas de recreo
Camarma de Esteruelas (Madrid)	Trigo, cebada y vid	Pomona (USA)	Ornamentación y cementerios	Omán, Qatar y Arabia Saudita	Campos de golf
Calcuta (India)	Carpas y tilapias	San Francisco (USA)	Parques de recreo	Livermore (USA)	Campos de golf
Carpas y tilapias	Algas y macrófitas	Visalia (USA)	Zonas ajardinadas	Costa del Sol (España)	Campos de golf

Fuente. Cuthbert et al. (1999), EPA (1992), OMS (1989), Mujeriego (1990)

### 5.2.3 Oportunidades de reutilización en la región del Guadalfeo

Como se ha visto en los apartados anteriores, la reutilización del agua en las zonas costeras es fundamental tanto para la conservación de los recursos hídricos como para la protección del medio ambiente. Así, en este apartado se van a analizar las oportunidades de reutilización del agua residual generada en las diferentes unidades. Para ello, es necesario conocer el estado actual de depuración pues como se ha explicado, la reutilización debe realizarse con aguas regeneradas.

Respecto del volumen de agua residual producido en la región de estudio, se ha estimado como la diferencia entre el consumo urbano y las pérdidas producidas en las redes (Tablas 1 y 2, Anexo II), pues se considera despreciable el porcentaje de agua consumido en los hogares (Metcalf et al. 1995). De esta forma, el total de agua residual vertida y potencial máximo de reutilización asciende a 13.01 Hm<sup>3</sup> de los cuales más de 8 Hm<sup>3</sup> corresponden a la Costa Tropical (Fig. 54). El hecho de que ésta sea la zona donde además se concentra más actividad agrícola, favorece la reutilización del agua residual.



**Figura 54.** Volumen de Vertidos de aguas residuales en la Región del Guadalfeo

*Fuente. Elaboración propia*



El gran volumen de agua residual generado en la Costa Tropical ha ocasionado que la mayoría de las depuradoras existentes en la región de estudio se concentren en esta zona (Fig. 55). Así, las depuradoras de **Motril-Salobreña** y **Carchuna-Calahonda** en el Bajo Guadalfeo y las de **La Herradura** y **Almuñécar** en el valle del río Verde, recogen la mayoría del agua residual de la región. En el resto de las unidades tan sólo existe una estación de depuración; la de **Gualchos** en la Contraviesa, **Órgiva** en la Alpujarra y **Padul** en Lecrín (Fig. 55).

En total, sólo 6 de los 50 municipios existentes cuentan con estaciones de este tipo depurando 7.77 Hm<sup>3</sup> (Tabla 9). El 36% restante -4.49 Hm<sup>3</sup>-, se distribuye en numerosos pero más pequeños vertidos sin depurar que acaban incorporándose a las principales masas de agua; el litoral, el río Guadalfeo y los embalses de Béznar y Rules (Fig. 55). De ahí la necesidad de unificarlos y tratarlos para evitar el daño que actualmente están provocando en el medio receptor.

Por otro lado, de las 7 depuradoras existentes tan sólo 2 de ellas (Gualchos y Almuñécar) (Tabla 9) poseen tratamientos terciarios aunque se encuentran aún sin funcionar. El hecho de que la agricultura existente en la zona se base fundamentalmente en frutas y hortalizas (alimentos que se consumen en crudo), hace necesario depurar el agua residual con tratamientos terciarios antes de regar, ya que como se ha dicho anteriormente, las normativas sanitarias exigen desinfección en este tipo de cultivos para evitar cualquier tipo de transmisión de enfermedades.

Por ello, al no estar funcionando este nivel de depuración en las dos únicas depuradoras que lo poseen, en la actualidad no se está reutilizando agua en la zona. La depuradora de Motril-Salobreña está incorporando tratamientos de desinfección, por lo que en breve estará en disposición de proporcionar agua adecuada para el riego. Sería conveniente que todas las depuradoras se dotaran de estos sistemas, para poder aprovechar al máximo este recurso.

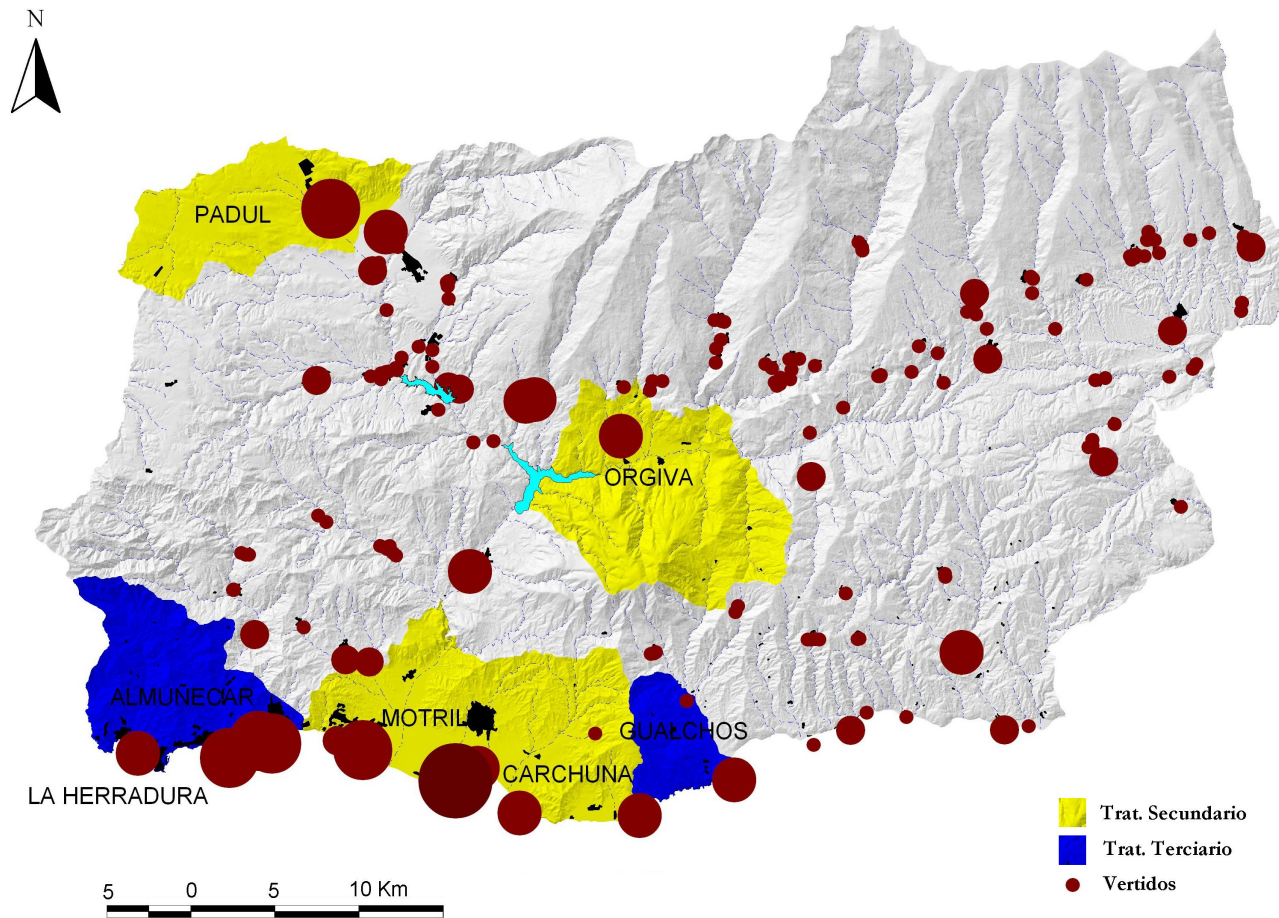


Figura 55. Vertidos de aguas residuales y niveles de depuración en la región del Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*

**Tabla 9. Estaciones depuradoras y volúmenes de agua regenerada**

LOCALIDAD	ÁMBITO	VOL. EFLUENTES (Hm <sup>3</sup> )	TRATAMIENTO
Motril-Salobreña	Costa Tropical	3.47	Terciario
Carchuna-Calahonda	Costa Tropical	0.54	Secundario
Almuñécar	Costa Tropical	2.45	Terciario
La Herradura	Costa Tropical	0.29	Secundario
Gualchos	Contraviesa	0.16	Terciario
Órgiva	Alpujarra	0.32	Secundario
Padul	Lecrín	0.54	Secundario
<b>TOTAL</b>		<b>7.77</b>	

*Fuente. Elaboración propia*

En resumen, la disponibilidad de agua residual en la zona, aunque baja respecto de la demanda total, debe ser aprovechada al máximo en el riego de la agricultura de la zona. Para ello, es necesario analizar la posibilidad de conectar las redes agrícolas destinatarias del agua residual con la red de saneamiento, fuente del recurso. En el valle del **río Verde** por ejemplo (Fig. 56), podrían conectarse ambas redes mediante un bombeo desde la depuradora de Almuñécar hasta el canal propuesto en la cota 200. Así mismo, sería necesario conectar ambas depuradoras prolongando el colector litoral, lo cual serviría para recoger los vertidos de las poblaciones costeras. De esta forma, los 2.74 Hm<sup>3</sup> de agua residual producidos por las poblaciones podrían abastecer al 61% de los subtropicales existentes bajo la cota 200 (Tabla 10). Así mismo, si fuera necesario podrían servir en parte también para recargar los esquilados acuíferos costeros de la zona.

En el **Bajo Guadalfeo** (Fig. 57), la depuradora de Motril Salobreña podría abastecer al canal de la cota 50 mediante un pequeño bombeo, proporcionando agua para el 9% de la superficie de cultivo bajo este canal (Tabla 10). Este porcentaje es tan pequeño debido a que las dotaciones de los Antiguos Riegos son muy altas (13.605

m<sup>3</sup>/ha), aunque como ya se ha comentado, la inversión en infraestructura hidráulica podría disminuir esta dotación media y aumentar el porcentaje de cultivos que podrían regarse con agua regenerada. Así mismo, un simple tubería podría transportar por gravedad el agua necesaria para regar el campo de Golf de la desembocadura del Guadalfeo (0.22 Hm<sup>3</sup>). Respecto de la depuradora de Carchuna-Calahonda, a pesar de recoger sólo el agua residual de las poblaciones pequeñas cercanas a Carchuna, podría abastecer el 19% de los invernaderos de esta zona, instalando un bombeo hasta el canal de la cota 100 (Fig. 57 y Tabla 10).

En la **Contraviesa** la depuradora de Gualchos, que sólo recoge agua de esta población, podría regar el 11% de los invernaderos situados bajo la cota 100 (Tabla 10), con un pequeño bombeo al canal de dicha cota (Fig. 58). Actualmente se encuentra en estudio la depuradora de Albuñol, que con un bombeo similar al de Gualchos podría regar el 30% de los invernaderos de esta rambla bajo la cota 100. de la misma forma, ambas depuradoras podrían proporcionar agua para la recarga de los acuíferos costeros si la situación lo requiriera.

En la **Alpujarra**, la única depuradora existente, en Orgiva, podría abastecer al 11% del regadío existente en este municipio bombeando el agua hasta la nueva acequia propuesta (Fig. 59). Por último en el valle de **Lecrín**, la depuradora de Padul proporcionaría agua sin coste de elevación al 4% del total de regadío de esta zona, pues está situada a la misma cota que uno de los canales propuestos (Fig. 60).

En resumen, puede decirse que existe la posibilidad de reutilizar el 100% del agua residual de la zona sin más que instalar tratamientos terciarios en las depuradoras que no lo posean, así como llevar a cabo pequeños bombeos como máximo hasta la cota 200. La ejecución de estas acciones es fundamental tanto para la situación actual como para el futuro, pues como ya se ha explicado anteriormente, el modelo de desarrollo de la región hace prever importantes crecimientos urbanos y una estabilización del crecimiento agrícola, por lo que cada vez se contará con más agua residual para hacer frente a las demandas agrícolas.

Tabla 10. Estrategias de Reutilización del agua residual de la región del Guadalfeo para la situación de 2002

LOCALIDAD	VOL. EFLUENTES (Hm <sup>3</sup> )	COTA E.T.A.P. (m)	BOMBEO	REUTILIZACIÓN
Almuñécar	2.45	33	Hasta el canal de la cota 200 (167 m)	2.74 Hm <sup>3</sup> 61% de los subtropicales bajo la cota 200
La Herradura	0.29	10	Conexión litoral con la depuradora de Almuñécar	
Motril-Salobreña	3.47	7	Hasta el canal de la cota 50 (43 m) y por gravedad hasta el campo de golf	3.47 Hm <sup>3</sup> . 9 % del regadío por debajo del canal de la cota 50 y el campo de Golf
Carchuna-Calahonda	0.54	7	Hasta el canal de la cota 100 (93 m)	0.54 Hm <sup>3</sup> 19 % de los Invernaderos de Carchuna
Gualchos	0.16	8	Hasta la tubería de la cota 100 (92 m)	0.16 Hm <sup>3</sup> 11 % de los invernaderos de Gualchos bajo la cota 100
Albuñol	0.30	En estudio	Hasta la tubería de la cota 100	0.30 Hm <sup>3</sup> 31 % de los invernaderos de Albuñol bajo la cota 100
Órgiva	0.32	330	Hasta los nuevos canales (115 m)	0.32 Hm <sup>3</sup> 11 % del regadío de Orgiva
Padul	0.54	745	NO	0.54 Hm <sup>3</sup> 4 % del regadío del valle de Lecrín
<b>TOTAL</b>	<b>8.07</b>			<b>8.07</b>

Fuente. *Elaboración propia*

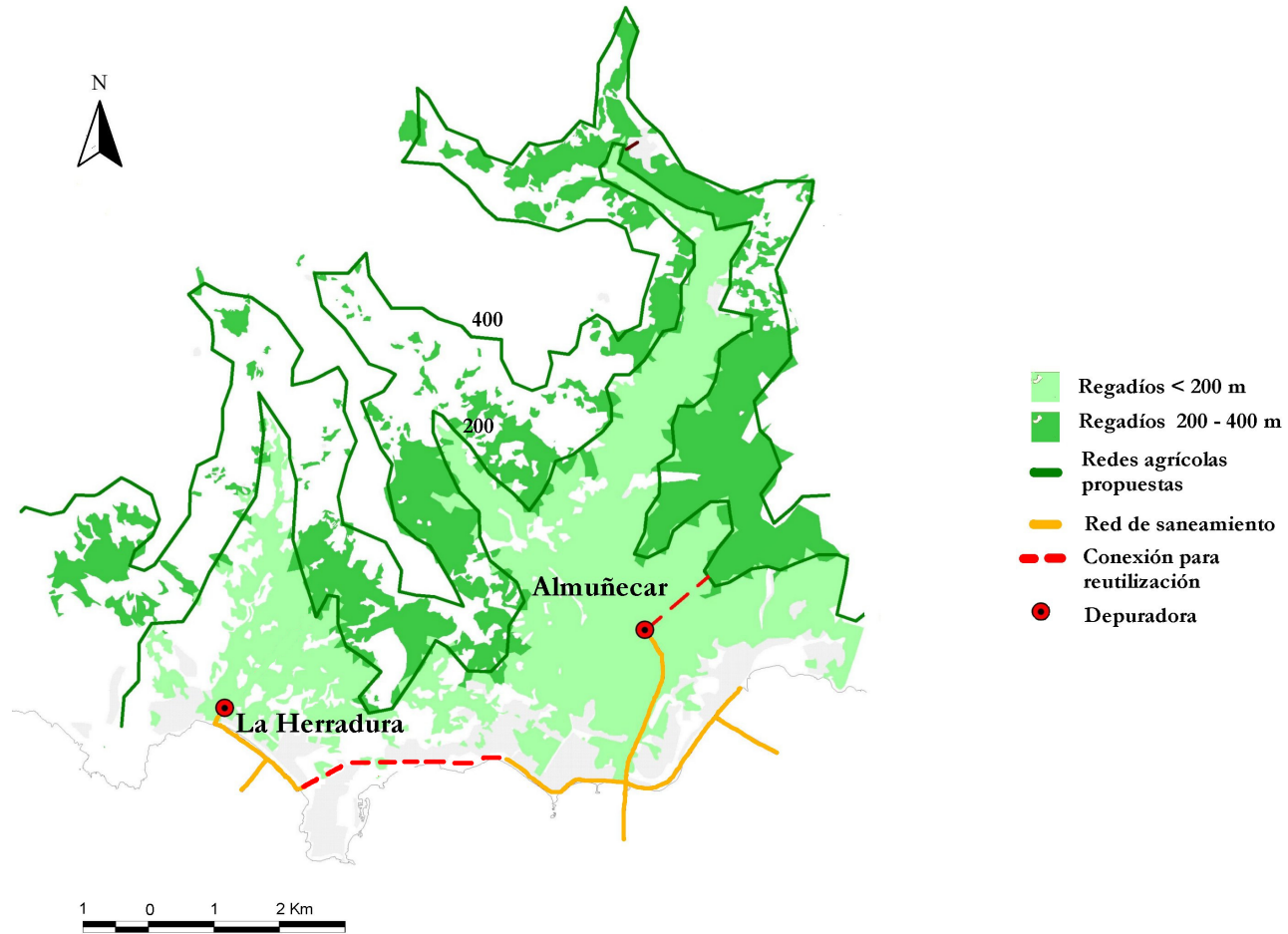


Figura 56. Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura del valle del río Verde

Fuente. *Elaboración propia*

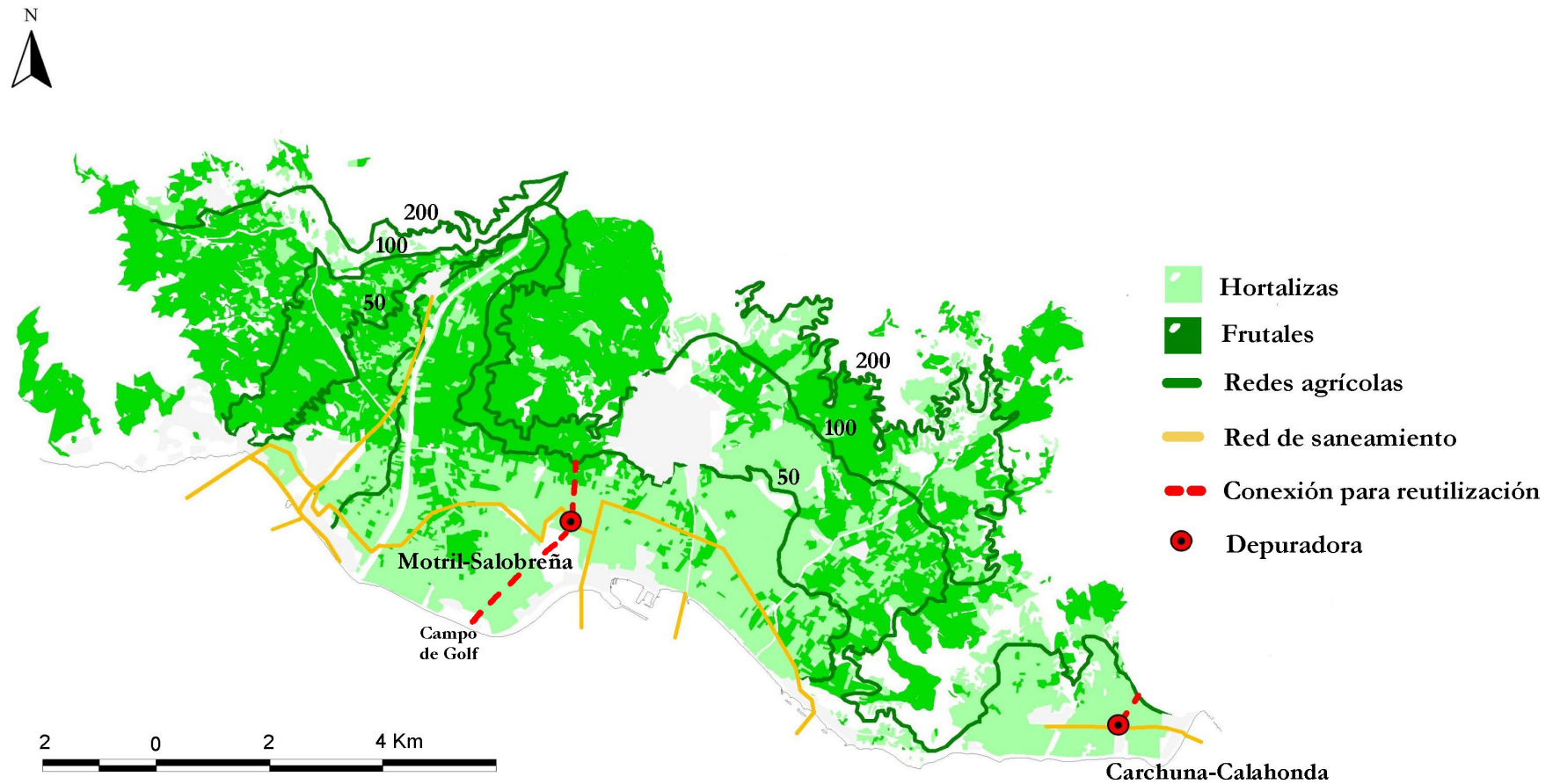


Figura 57. Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de el Bajo Guadalfeo

Fuente. *Elaboración propia*



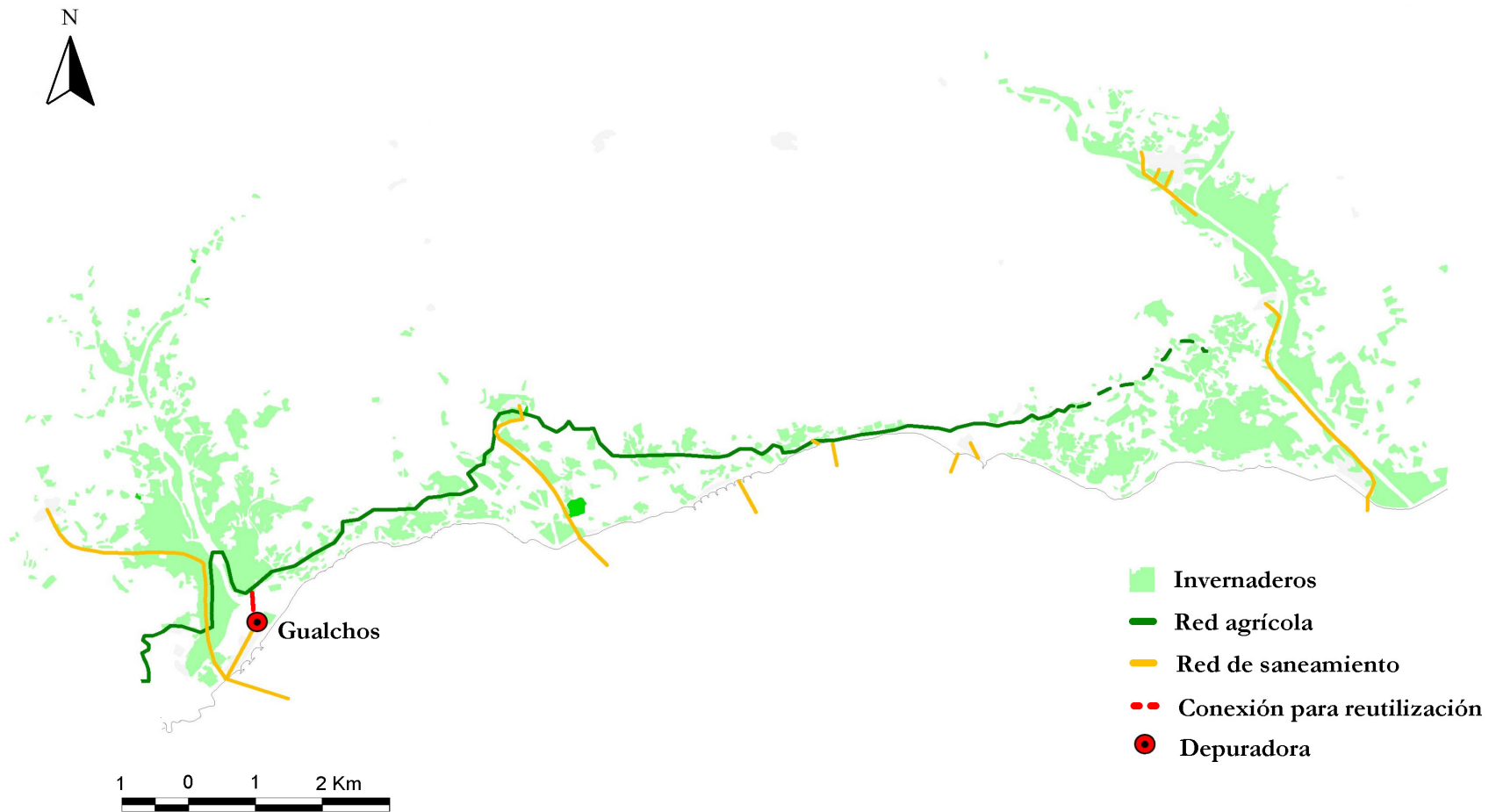
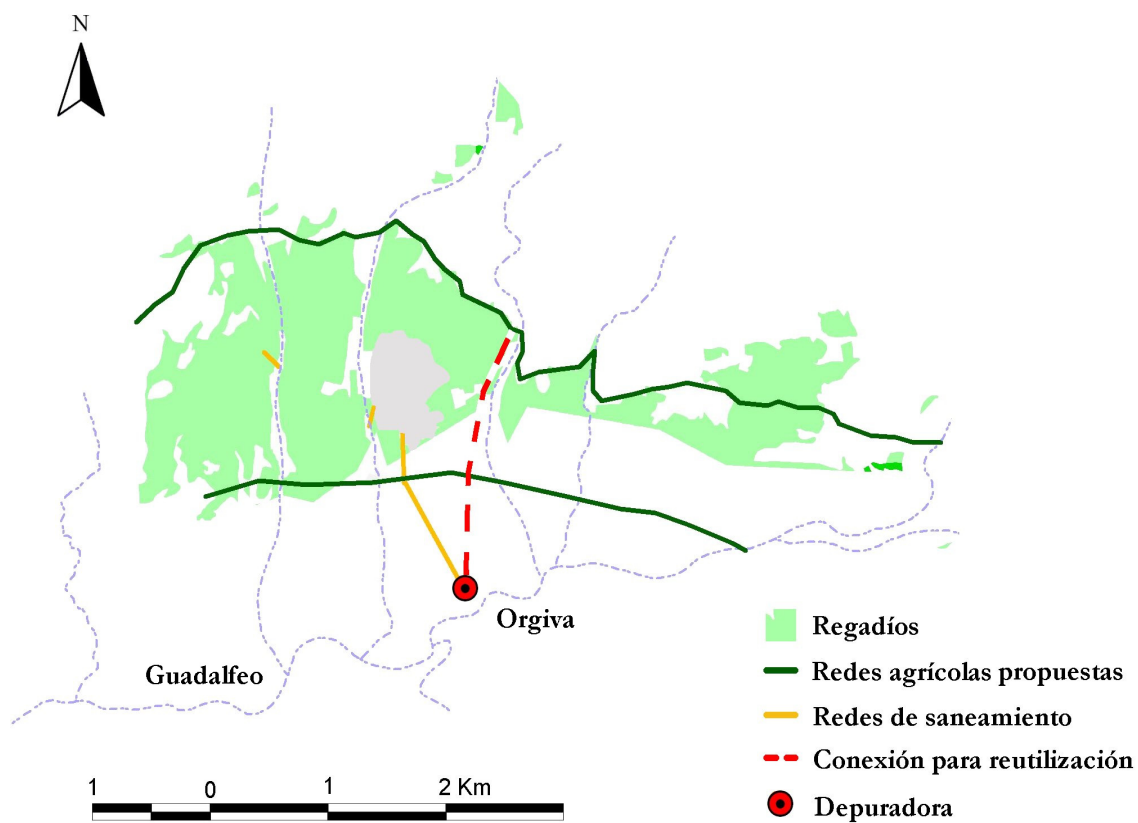


Figura 58. Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*





**Figura 59.** Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura de Orgiva (la Alpujarra)

*Fuente. Elaboración propia*

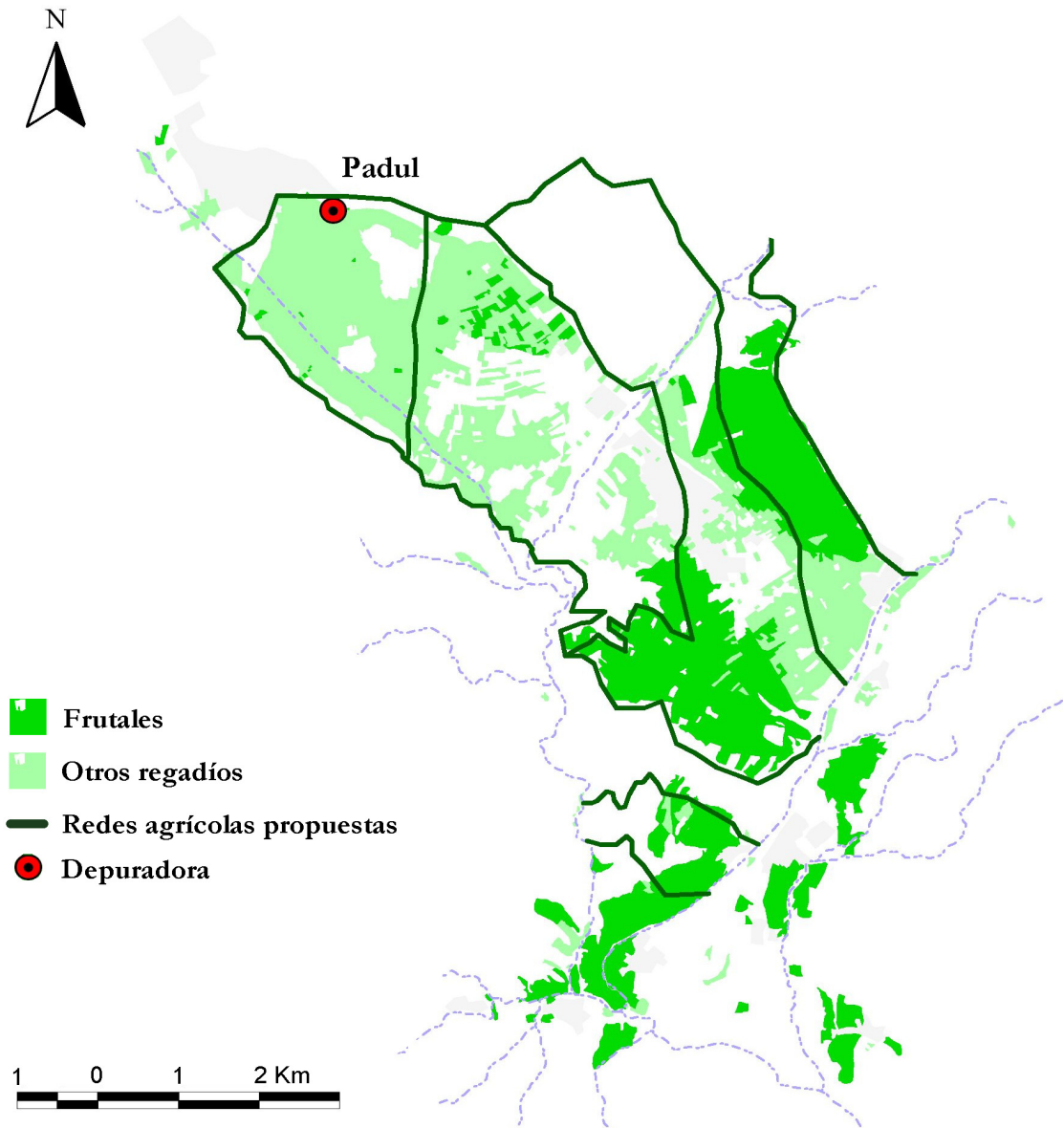


Figura 60. Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura del valle de Lecrín

Fuente. *Elaboración propia*

#### 5.2.4 Depuración no Convencional

Como se explicado en el apartado anterior, el 36% del agua residual de la región de estudio se vierte al medio sin ningún tipo de depuración (4.49 Hm<sup>3</sup>), debido a que existe un gran número de pequeños núcleos de población que no cuentan con depuradora (Fig. 55). Estos vertidos pueden contaminar las aguas subterráneas por infiltración en el terreno y las superficiales por escorrentía (ríos, mar).

Respecto de las subterráneas, el riesgo de contaminación de los acuíferos depende directamente de la permeabilidad del terreno donde se produce el vertido; cuanto más permeable más rápidamente se produce la infiltración y menor es la capacidad del suelo para depurarlo, por lo que el riesgo de contaminación aumenta. Así, superponiendo el grado de permeabilidad del terreno, los acuíferos existentes y los puntos de vertido, puede analizarse el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por los vertidos de aguas residuales urbanas. En la Figura 61 se ha realizado este análisis para la región de estudio, determinando el nivel de riesgo, -alto, medio, bajo o nulo-, en función del grado de permeabilidad del suelo donde se realiza el vertido. Los vertidos con riesgo medio o alto suponen un 25% del total, lo cual indica la necesidad de regular estos volúmenes.

Esta situación se repite en el resto de Andalucía, donde aproximadamente el 20% de la población aún no cuenta con ningún nivel de depuración. Este porcentaje responde a los núcleos rurales más pequeños, los cuales no pueden mantener el elevado coste energético que supone el funcionamiento de las depuradoras convencionales. Por ello, además de fomentar los sistemas supra-municipales para abaratar los costes de mantenimiento, desde los años 80 se vienen implantando lo que se ha denominado **‘Tecnologías no Convencionales de depuración’** (CENTA, 2002). Esta tecnología se basa en la utilización de procesos naturales para la depuración del agua residual, aprovechando la luz solar, el oxígeno del aire y la capacidad depurativa del suelo y de ciertas plantas no necesitando aportes de energía externos (Fig. 62 y 63).

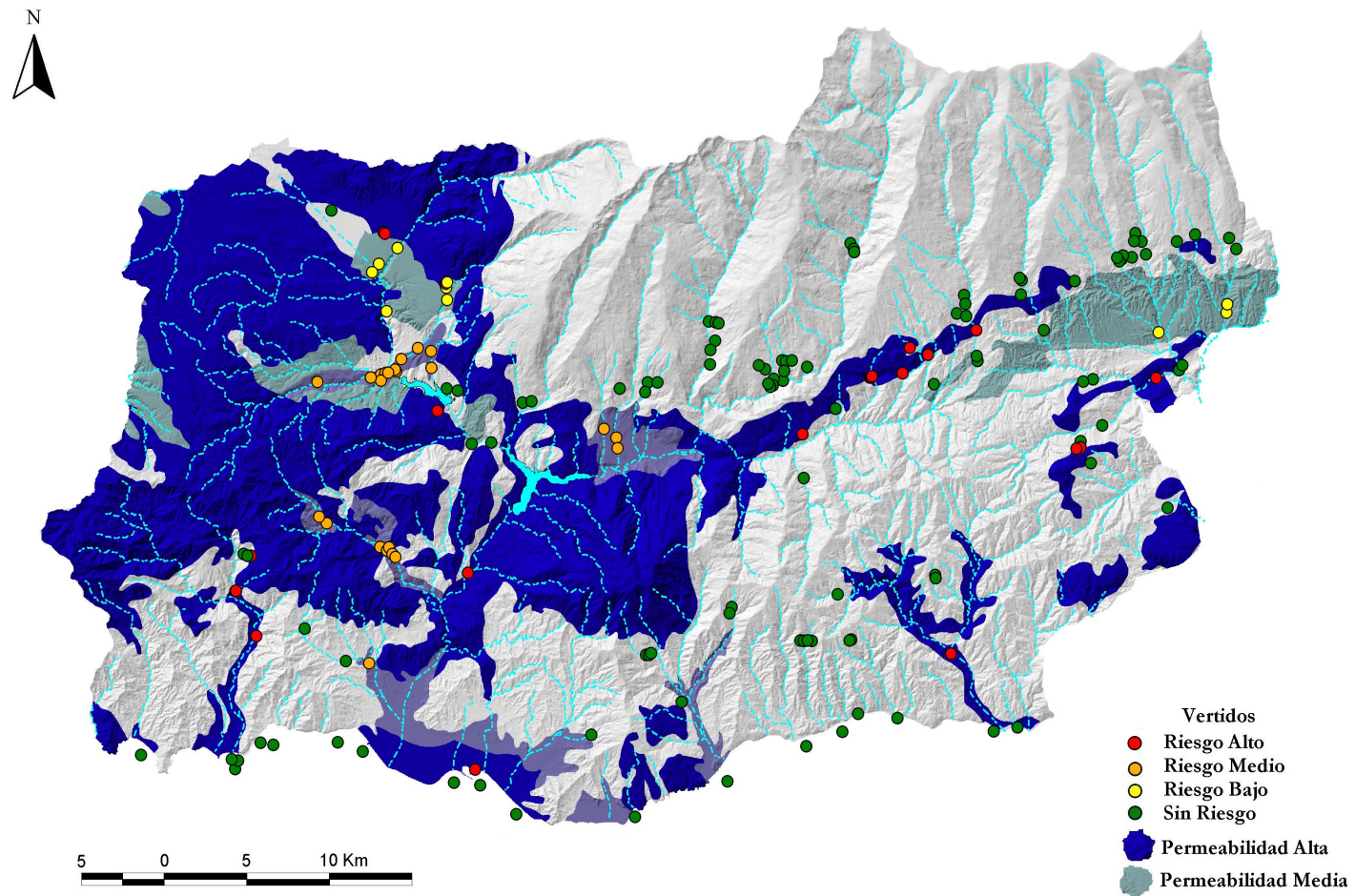
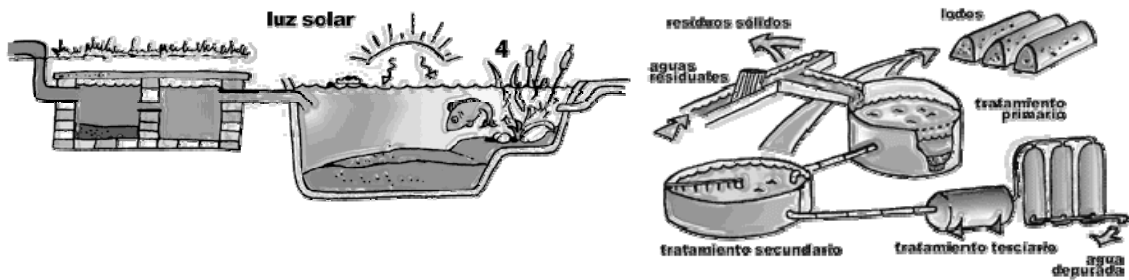


Figura 61. Riesgo de contaminación del agua subterránea por vertidos urbanos

Fuente. *Elaboración propia*



**Figura 62. Síntesis del funcionamiento de las Tecnologías Convencionales y no Convencionales**

*Fuente. CENTA, 2002*

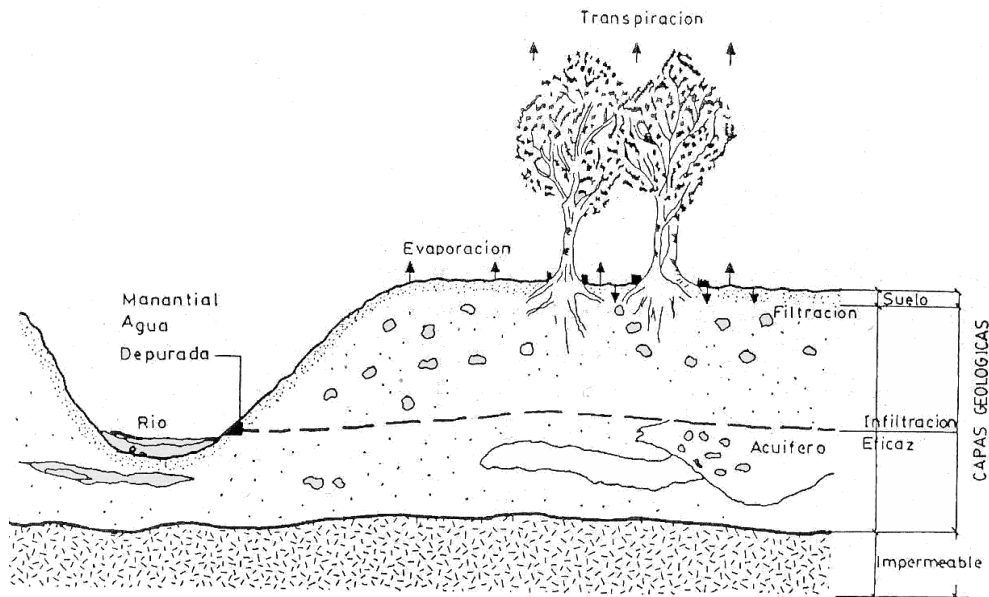
Los sistemas de depuración ‘naturales’ (Lagunaje, Filtros Verdes, Humedales, Lechos de Turba, Zanjas filtrantes) se adaptan mejor a las pequeñas poblaciones gracias al bajo requerimiento en consumo energético, los costes de inversión moderados, la sencillez operativa y la buena adaptación en el entorno. De hecho muchos de estos sistemas suponen además de una mejora ambiental por depurar los efluentes contaminados, una **mejora paisajística** del entorno. Los **Filtros Verdes** por ejemplo, que consisten en el aprovechamiento de la capacidad depurativa natural del suelo y de las raíces de las plantas -en este caso chopos- mediante la infiltración del agua, forman pequeñas arboledas que a veces suponen la única vegetación en lugares en zonas con escasez de agua (Fig. 63).



**Figura 63. Filtro verde en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva**

*Fuente. Elaboración propia*

En el Filtro Verde, el agua depurada no es ‘recuperable’ pues se infiltra en el terreno incorporándose a los recursos subterráneos (Fig. 64), siendo por tanto un método adecuado para la recarga de acuíferos, aunque su implantación debe estudiarse con cuidado para evitar posibles contaminaciones.



**Figura 64. Funcionamiento de un Filtro Verde**

*Fuente. Collado 1992*

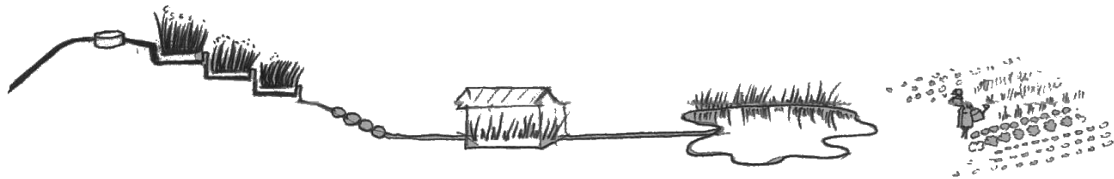
Los **Humedales Artificiales** también pueden suponer una mejora ambiental y paisajística importante en el entorno, ya que el agua residual genera un nuevo ecosistema húmedo (Fig. 65). Utilizan la capacidad depurativa de ciertas plantas - carrizo, juncos o aneas-, depurando el agua al circular a través de ellas, ya sea en superficie o subterráneamente. El agua regenerada es recuperable, pues el estrato de los humedales es impermeable conduciendo todo el flujo hacia un punto de salida, pudiendo ser utilizada para regar jardines, crear pequeños estanques o regar pequeñas parcelas agrícolas (Fig. 66), siendo un importante recurso sobre todo en lugares con poca agua (Izembart et al. 2003) debido a su regularidad, mejorando la integración de estos sistemas de depuración en los entornos rurales.





**Figura 65. Humedal en Pannessières, Francia**

*Fuente. Izembart et al. 2003*



**Figura 66. Posible reutilización del agua regenerada de un humedal artificial**

*Fuente. Izembart et al. 2003*

Otro de estos sistemas no convencionales es el **Lagunaje**. Este sistema depura el agua mediante la circulación del agua a través de tres lagunas creadas artificialmente (anaerobia, facultativa y aerobia) (Fig. 67). En ellas se reproducen los procesos depuradores que se dan de forma natural en ríos y lagos, y que utilizan el oxígeno del aire, la luz solar, y los organismos vivos para regenerar el agua. La integración de este sistema sigue siendo muy buena ya que se crean nuevas masas de agua en el entorno, sin embargo, los olores que se producen y el peligro de accidente por caída, hacen que el acceso a estas instalaciones suele estar prohibido.

En general, el acceso a estos lugares suele estar controlado, pues el contacto accidental del hombre con el agua residual puede ocasionar la transmisión de ciertas enfermedades. Sin embargo, los filtros verdes o los humedales de flujo sub-superficial ofrecen mayores garantías a este respecto, pudiendo llegar a permitir el acceso de los ciudadanos.

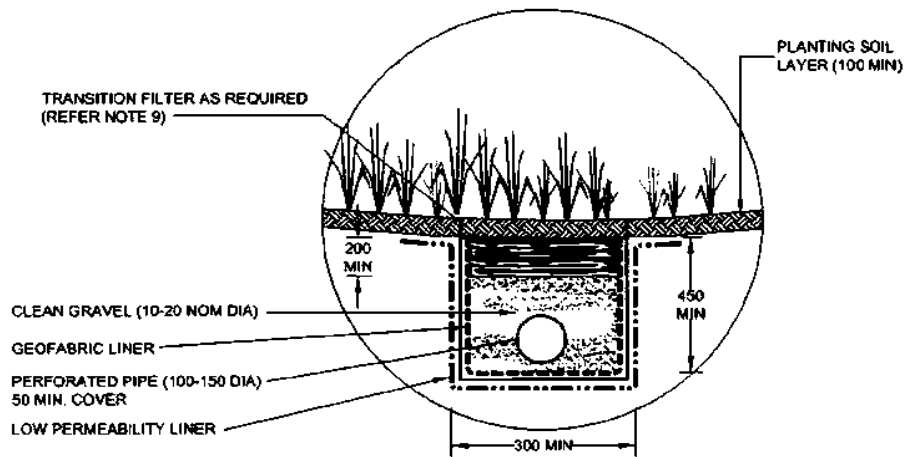


**Figura 67. Lagunaje en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva**

*Fuente. Elaboración propia*

También existen sistemas de depuración por infiltración en suelos artificiales creados a tal efecto, como **zanjas o pozos drenantes**. Estos se componen generalmente de material granular de distintos tamaños (Fig. 68), que además de suponer un medio de depuración, permiten infiltraciones muy rápidas del agua. Por ello, estos sistemas son muy utilizados en medios urbanos para recoger la escorrentía superficial de las grandes zonas impermeables (Fig. 69) disminuyendo la posibilidad de inundación y la carga contaminante de un agua muy contaminada (materia orgánica, aceites,...) debido al ‘lavado’ superficial de las calles. Así mismo, permiten el crecimiento de vegetación sobre ellas, pasando totalmente inadvertidas tanto en ambiente rurales como sobre todo urbanos.





**Figura 68.** Sección tipo de Zanja filtrante

*Fuente.* *Water Sensitive Urban Design in the Sydney Region, 2004*



**Figura 69.** Zanja filtrante en un aparcamiento de Oregón, E.E.U.U.

*Fuente.* *Izembart et al. 2003*

Existen otros sistemas de este tipo, como los **Lechos de Turba** (Fig. 70) que aunque no suponen una mejora paisajística para el lugar, si poseen altos rendimientos de depuración proporcionando agua de calidad tanto para el riego de jardines como para la actividad agrícola a pequeña escala.



**Figura 70. Lecho de Turba en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva**

*Fuente. Elaboración propia*

En resumen, puede decirse que estos sistemas depurativos son ideales para el medio rural, pues mejoran la calidad de agua, generan nuevos paisajes y permiten la reutilización del agua depurada. El único inconveniente es que requieren de ciertos condicionantes para su implantación, sobre todo en superficies (Tabla 11); el filtro verde por ejemplo puede necesitar hasta 90 m<sup>2</sup> por habitante, aunque esto no tiene porqué ser un problema en el entorno rural donde existen todavía grandes espacios disponibles. Además, cada sistema tiene unos rendimientos diferentes, por lo que según el tamaño del municipio deberá implantarse uno diferente.

**Tabla 11. Características de diseño de los sistemas de depuración no convencional**

	<b>FILTRO VERDE</b>	<b>ZANJA DRENANTE</b>	<b>LECHO DE TURBA</b>	<b>LAGUNAJE</b>	<b>HUMEDAL</b>
<b>Carga Hidráulica (m/año)</b>	1.7 - 6	6-10			5.5 - 18
<b>Superficie necesaria (m<sup>2</sup>/hab)</b>	10-90	1-22	0.6-1	6.5	
<b>Evacuación del agua residual aplicada</b>	Evapo-transpiración y percolación	Percolación	Drenaje	Evapo-transpiración, percolación y escorrentía	Algo de Evapo-transpiración

*Fuente. Collado 1992, CENTA 2002, e Izembart et al. 2003*

Así, la utilización de estas técnicas puede ser la solución para regenerar los 4.49 Hm<sup>3</sup> de agua residual que se están vertiendo en la actualidad sin depurar. La reutilización de esta agua consistirá fundamentalmente en usos ambientales y paisajísticos, pues como se ha visto anteriormente, el destino principal de esta agua es la infiltración, la creación de nuevos ecosistemas o el riego de la vegetación cercana.

La gestión de estos vertidos no puede ser de forma individual, ya que la mayoría de ellos son muy pequeños y se encuentran situados a cierta distancia. Por ello, podrían crearse ‘micro-sistemas mancomunados’ que recogieran el agua residual de varias poblaciones. Ya que la mayoría de los vertidos se hacen cerca de los ríos o el mar siguiendo la lógica hidrológica, estos sistemas podrían emplazarse en los puntos de recogida natural del agua; en las confluencias del drenaje de las pequeñas subcuencas.

De esta forma, se protegerían las principales masas de agua receptoras; el río Guadalfeo en la Alpujarra (Fig. 71), el embalse de Béznar en el valle de Lecrín (Fig. 72) y el mar Mediterráneo en la Contraviesa (Fig. 73). En la Costa Tropical no tendrían sentido estas instalaciones, ya que la totalidad de los municipios cuentan con depuración convencional además ser núcleos de gran tamaño.

Para concluir este apartado, puede decirse que la conjunción de diferentes medidas, como la mejora de las redes hídricas y la reutilización del agua residual, suponen una pieza clave en la gestión actual de los recursos hídricos, sobre todo en las zonas con escasez hídrica y grandes poblaciones como las del litoral Mediterráneo. Estas medidas mejoran la calidad ambiental del territorio al mismo tiempo que aumentan los recursos hídricos disponibles, disminuyendo así la necesidad de crear nuevas infraestructuras hidráulicas y cerrando el Ciclo Integral del Agua.

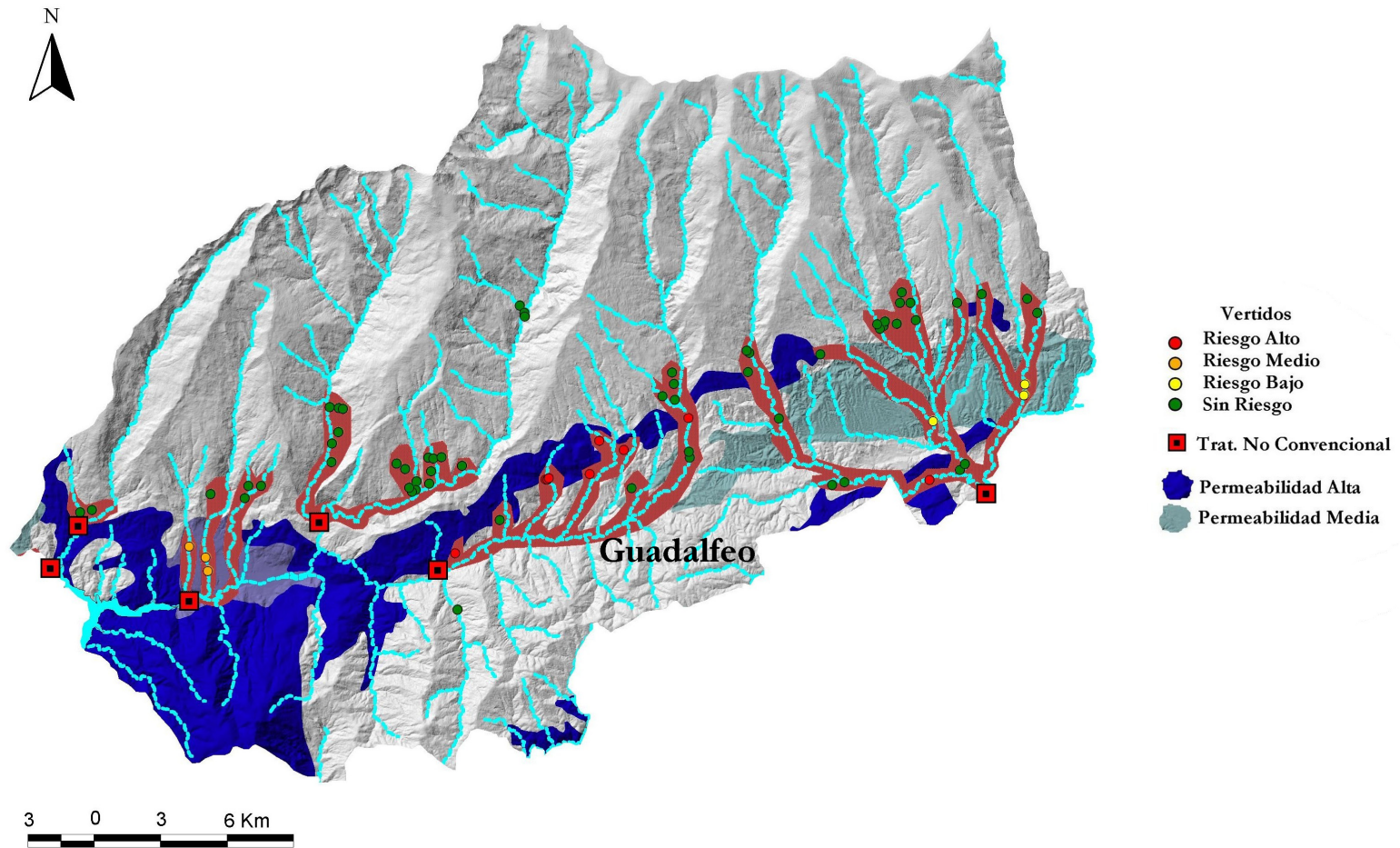


Figura 71. Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Alpujarra

Fuente. *Elaboración propia*

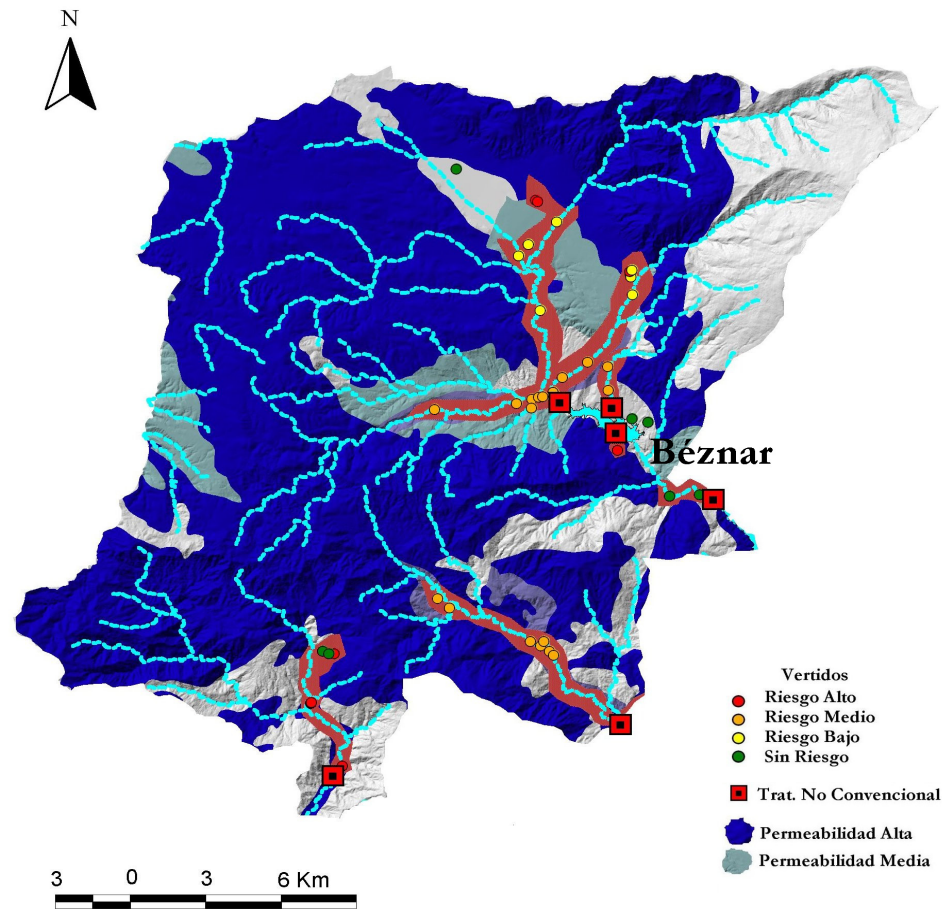


Figura 72. Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en el valle de Lecrín

Fuente. *Elaboración propia*



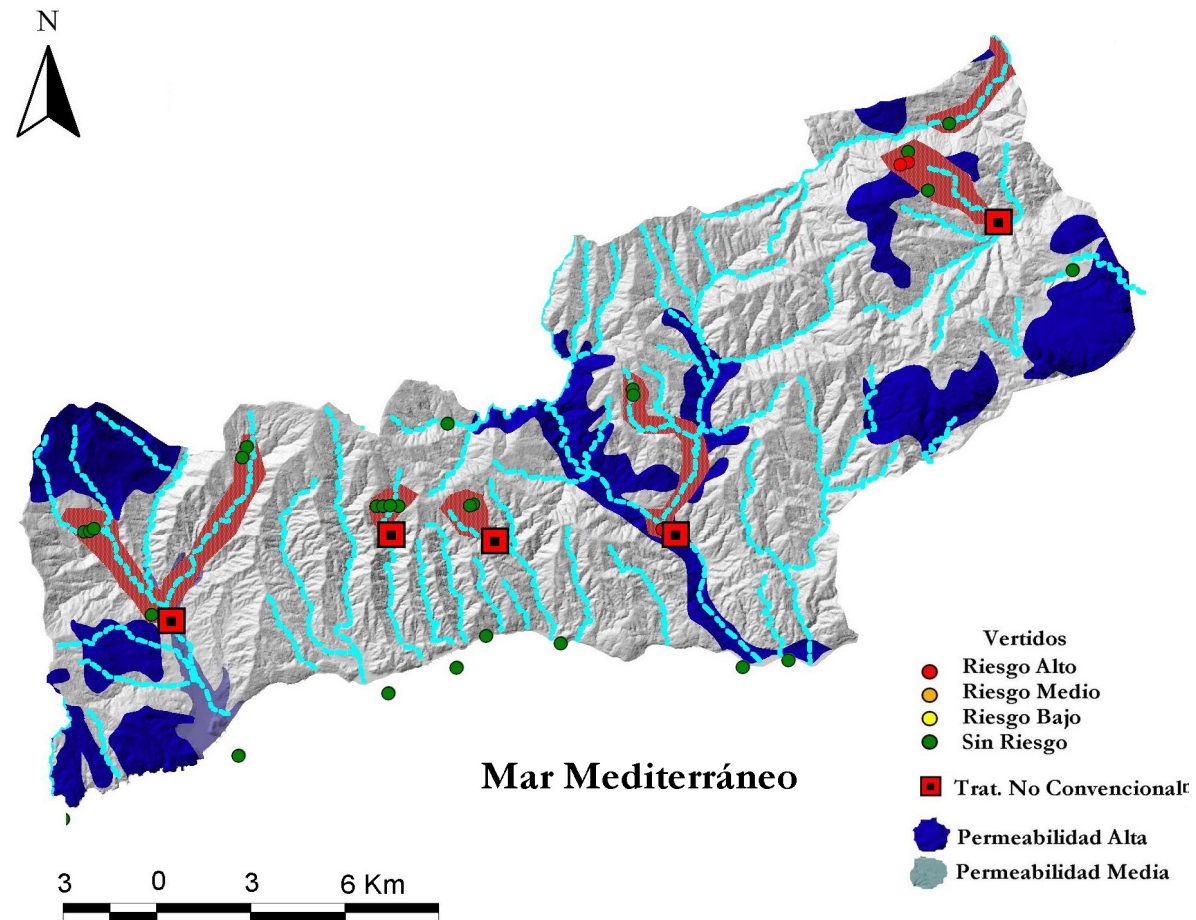


Figura 73. Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Contraviesa

Fuente. *Elaboración propia*

## 6. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La primera conclusión que podría extraerse de este capítulo es la **inexistencia de información fiable** sobre las demandas agrícolas en los distintos documentos de planificación hidrológica consultados, los cuales son elaborados y aprobados en base a datos no verificados que difieren en exceso entre un documento y los que le suceden. Esta falta de información **incrementa las incertidumbres y provoca un descontrol en la gestión y una ineficaz planificación del crecimiento de los usos del suelo**, que suele derivar en desarrollos superiores a lo que permiten los recursos hídricos disponibles, generando una situación de ‘**escasez crónica**’.

Por otro lado, la tendencia creciente del sector agrícola de la zona se articula mediante la sucesiva creación de **infraestructura hidráulica**, la cual se ha visto potenciada por los **grandes desequilibrios hídricos existentes** y por la existencia de **agriculturas muy rentables**, imprimiendo una gran fragilidad al sistema que depende fuertemente de los recursos de una sola zona, y agravando el habitual conflicto por el uso del agua entre las zonas exportadoras e importadoras de agua.

Estos problemas se ven agravados por la **falta de planificación y ordenación del regadío**. Los **crecimientos de la agricultura han desbordado las previsiones de la planificación**, debido a las expectativas de desarrollo que han generado la creación de nuevas infraestructuras hidráulicas. Además, éstas han supuesto el único elemento de ordenación del crecimiento, pues no existen otros criterios de planificación para la expansión del regadío. De esta forma, el crecimiento de la agricultura se ha producido sin una planificación previa, ocupando las áreas que las redes hidráulicas han ido convirtiendo en regables, y sin considerar las posibles consecuencias ambientales de estos emplazamientos. Así, y propiciado por la falta de espacios llanos de la zona de estudio, se han ocupado la franja litoral, las ramblas, las crestas y las laderas, generando graves problemas de erosión, alto riesgo de inundabilidad, e importantes alteraciones del paisaje.

Por ello, se han analizado en este capítulo la posible **planificación conjunta de las redes hidráulicas y del crecimiento de los usos del suelo** que permita utilizar las infraestructuras como medida de control de la disponibilidad de agua evitando así desarrollos no deseados. Por otro lado, se han establecido una serie de **criterios de ordenación** que impidan la expansión de la agricultura en lugares inadecuados, y se han planteado **medidas de control y reducción de las demandas** que mejoren la eficiencia y la racionalidad en el uso del agua.

En primer lugar, se han definido una serie de **criterios fundamentales** basados en principios de la ordenación del territorio -la búsqueda del equilibrio territorial y la protección de los valores ambientales-, que han servido para **planificar el crecimiento de la agricultura**, determinando de forma aproximada cuáles son las zonas más adecuadas para albergar posibles nuevos desarrollos. Así, se ha obtenido un **crecimiento máximo del 5%** respecto de la situación actual, lo cual indica la gran **saturación** agrícola existente, sobre todo en la parte baja donde la agricultura ha ocupado ya casi toda la superficie disponible. Por ello, el futuro de la agricultura de la región no debe basarse en la ampliación de la superficie regada como ha venido haciéndose hasta ahora, sino en la **modernización del sector regadíos** haciendo más eficiente el uso del agua y adaptándose al mercado, siempre desde el respeto al entorno.

En segundo lugar, se han estudiado las **necesidades infraestructurales** existentes en la actualidad, pudiendo comprobarse que una inadecuada dotación de agua ha ocasionado en ciertos lugares la creación de infraestructura de carácter privado, que debido a su difícil control (pozos en su mayoría), han originado graves problemas ambientales en la zona. Por ello, se ha realizado un análisis de la **infraestructura necesaria para hacer más sostenible el uso del agua** en la región, tanto para la agricultura ya existente como para el crecimiento propuesto.

En base a lo dicho anteriormente acerca de las expectativas generadas por las redes hidráulicas, se ha estudiado **cómo las posibles ampliaciones planteadas pueden**



**afectar al crecimiento del regadío**, concluyendo que dichas ampliaciones podrían generar un aumento de la superficie regada de hasta un 50% de la superficie actual, pese a que como se ha dicho, sólo resulta recomendable un 5% en base a los criterios de ‘capacidad de carga’ definidos para este territorio.

En tercer lugar, y con el fin de hacer más eficiente y sostenible el uso del agua, se han propuesto una serie de medidas de gestión encaminadas a **controlar las demandas y a mejorar la eficiencia en el uso del agua**, las cuales han consistido principalmente en la elaboración de programas de reducción de los consumos y de **reutilización de aguas residuales** tratadas. Para ello, se ha analizado la posibilidad de regenerar las aguas residuales urbanas y reutilizarlas en el riego de la agricultura, concluyendo que la casi totalidad del agua residual producida por las poblaciones puede ser utilizada en usos agrícolas y/o ambientales.

Los tres aspectos analizados, *-criterios para la planificación del crecimiento del uso agrícola, infraestructuras hidráulicas necesarias y sus posibles efectos territoriales, y programas de reducción y control de las demandas-*, servirán para plantear diferentes **hipótesis de crecimiento** que se contrastarán con la **disponibilidad actual y futura de recursos hídricos**, permitiendo establecer escenarios sostenibles de ordenación y crecimiento de los usos agrícolas y sus infraestructuras en el Capítulo 8.

**CAPÍTULO 7. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE LOS ESPACIOS FLUVIALES. HACIA UN ENFOQUE INTEGRAL**

<b>1. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO FLUVIAL. GESTIÓN ANTROPOCÉNTRICA VERSUS GESTIÓN ECOCÉNTRICA DE LOS RÍOS.....</b>	<b>7.6</b>
1.1 LA GESTIÓN DE LOS RÍOS Y SU PLASMACIÓN EN LA CIENCIA .....	7.6
1.2 LOS CONFLICTOS EN LOS ESPACIOS FLUVIALES; LUCHA DE INTERESES..	7.13
1.3 LOS ENCAUZAMIENTOS .....	7.17
1.4 LOS CORREDORES FLUVIALES .....	7.22
<b>2. CONTROLES A LOS USOS DEL SUELO. LA LEGISLACIÓN DE AGUAS Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....</b>	<b>7.30</b>
<b>3. MODELO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS FLUVIALES .....</b>	<b>7.35</b>
<b>4. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DEL DELTA DEL RÍO GUADALFEO .....</b>	<b>7.39</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	7.39
4.2 EL DELTA DEL RÍO GUADALFEO.....	7.43
4.3 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL DELTA DEL GUADALFEO .....	7.50
<b>5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....</b>	<b>7.65</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Antagonismo radical entre la gestión antropocéntrica y ecocéntrica	7.16
<b>Figura 2.</b> Esquema de cauce colgado.....	7.18
<b>Figura 3.</b> Esquema de rectificación de meandros.....	7.18
<b>Figura 4.</b> Reagrupación de meandros en ríos trenzados.....	7.19
<b>Figura 5.</b> Sección clásica de encauzamiento.....	7.19
<b>Figura 6.</b> Analogía de la balanza de Lane.....	7.19
<b>Figura 7.</b> Objetivos de los Encauzamientos y efectos sobre los ríos.....	7.21
<b>Figura 8.</b> Canalización urbana con cauce meandriforme.....	7.24
<b>Figura 9.</b> Sección transversal tipo en la restauración de ríos.....	7.24
<b>Figura 10.</b> Técnicas de Bioingeniería.....	7.25
<b>Figura 11.</b> Plan de ordenación fluvial del río Skjern, Dinamarca.....	7.28
<b>Figura 12.</b> Encauzamiento en Tarragona.....	7.28
<b>Figura 13.</b> Río Tormes en la ciudad de Salamanca.....	7.29
<b>Figura 14.</b> Definición del Dominio Público Hidráulico.....	7.31
<b>Figura 15.</b> Modelo de Planificación y Gestión Territorial de los ríos.....	7.38
<b>Figura 16.</b> Situación del Delta del río Guadalfeo en el año 1872.....	7.43
<b>Figura 17.</b> Crecida del Guadalfeo del año 1.937.....	7.45
<b>Figura 18.</b> Obra de Encauzamiento del Río Guadalfeo en 1946.....	7.45
<b>Figura 19.</b> Evolución de los usos del suelo en el Delta del Guadalfeo.....	7.46
<b>Figura 20.</b> Delta del Guadalfeo.....	7.47
<b>Figura 21.</b> Encauzamiento del Río Guadalfeo en el delta.....	7.48
<b>Figura 22.</b> Actividades urbanas e industriales en las márgenes del río Guadalfeo.....	7.48

<b>Figura 23.</b> Estado actual de la desembocadura del río Guadalfeo.....	7.49
<b>Figura 24.</b> Situación actual del Delta del Guadalfeo (datos del 2002).....	7.51
<b>Figura 25.</b> Captura del resultado de inundabilidad obtenido por el modelo hidrológico HECRAS.....	7.52
<b>Figura 26.</b> Llanura de inundación aproximada del río Guadalfeo para la avenida de período de retorno de 500 años I.....	7.54
<b>Figura 27.</b> Llanura de inundación aproximada del río Guadalfeo para la avenida de período de retorno de 500 años II.....	7.55
<b>Figura 28.</b> Erosión en la zona de pilas del viaducto de la N-340 sobre el río Guadalfeo.....	7.56
<b>Figura 29.</b> Usos en riesgo de inundación por la avenida de período de retorno de 500 años.....	7.57
<b>Figura 30.</b> Definición del Espacio máximo de movilidad del río Guadalfeo (EMAX) y primera zonificación de usos.....	7.60
<b>Figura 31.</b> Trazado del río Guadalfeo anterior al encauzamiento.....	7.62
<b>Figura 32.</b> Corredor agro-fluvial propuesto.....	7.64

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Evolución histórica de las perspectivas de estudio de los ríos.....	7.9
<b>Tabla 2.</b> Demandas y Exigencias de uso de los espacios fluviales.....	7.14
<b>Tabla 3.</b> Gradación de Niveles y Exigencias de la restauración fluvial.....	7.14
<b>Tabla 4.</b> Correspondencia entre Niveles de Gestión en los ríos y Grados de desarrollo socioeconómico.....	7.15
<b>Tabla 5.</b> Objetivos y acciones principales de los Planes de Restauración.....	7.23
<b>Tabla 6.</b> Características de las áreas Fluviales y Urbanas.....	7.26

## RESUMEN

Los ríos han constituido a lo largo de la historia enclaves básicos para el desarrollo de la vida urbana, girando ésta en muchos casos en torno al cauce y las riberas fluviales. Durante el siglo XIX, los ríos se convirtieron en las puertas comerciales de las ciudades -el Guadalquivir en Sevilla, el Támesis en Londres- y en el centro de la agitada vida social donde los habitantes paseaban y se dejaban ver; el Quai de Orsay en París, las riberas del Támesis a su paso por Oxford, los paseos alamedas de muchas ciudades españolas -Burgos, Valladolid, Granada...-. Las fachadas fluviales urbanas han sido testigo del paso de la historia y del emplazamiento de los principales monumentos de muchas ciudades -Budapest con el Danubio, Praga con el Moldava, el Tajo a su paso por Toledo, Zaragoza y el Ebro, el Tíber en Roma...

Tras este período de esplendor, la relación río-ciudad sufrió una grave decadencia durante la primera mitad del siglo XX, debido a que el aprovechamiento intensivo que se hacía de estos comenzó a generar graves problemas ambientales. En muchos casos, la ciudad olvidó que era atravesada por un río que le proporciona lugares abiertos y comunes para el disfrute de la ciudadanía, llegando a convertirse en ocasiones en áreas problemáticas y lugares de desencuentro.

Esta situación parece estar cambiando desde el inicio del nuevo milenio. Muestra de ello son los planes de acondicionamiento de las márgenes fluviales que se están llevando a cabo en las principales ciudades europeas; los macroproyectos de Londres para reactivar las orillas del Támesis en la zona de los Docklands o las iniciativas de París, Berlín, Lyon, Milán o Praga de crear playas artificiales en las riberas urbanas de sus ríos.

En esta nueva etapa en la gestión de los ríos se pretende compatibilizar el aprovechamiento de los ríos y sus espacios ribereños, con la recuperación ambiental de los procesos fluviales y el ecosistema ripario. Sin embargo, estos dos objetivos a veces encontrados, plantean dificultades en el proceso de restauración y

rehabilitación de los ríos, imponiéndose en ocasiones uno de ellos en contra del otro. Este es uno de los retos actuales en relación a la planificación y gestión de los espacios fluviales; rescatar y potenciar el río como un espacio urbano-metropolitano más, recuperando al mismo tiempo su identidad natural.

En este capítulo se realiza un análisis crítico del proceso de cambio en la gestión de los ríos, con el objeto de definir una serie de principios que puedan ayudar en esta tarea, sentado las bases para la realización de proyectos de actuación en los espacios fluviales. Para ello, se propone una acción general de ordenación y protección del territorio del Delta del Guadalfeo, que permitiría restaurar y rehabilitar no sólo el cauce del río si no todo el sistema fluvial.

## **1. EVOLUCIÓN DEL TRATAMIENTO FLUVIAL. GESTIÓN ANTROPOCÉNTRICA VERSUS GESTIÓN ECOCÉNTRICA DE LOS RÍOS**

### **1.1 LA GESTIÓN DE LOS RÍOS Y SU PLASMACIÓN EN LA CIENCIA**

El siglo XIX ha sido protagonista del desarrollo de la gestión fluvial. El pensamiento contemporáneo, el 'excepcionalismo humano', presuponía la superioridad humana frente al resto de especies, estableciendo una relación en la que se consideraba a la sociedad como sujeto y a la naturaleza como objeto (Roberts, 1985), y en la que el hombre se valía de los recursos -considerados como ilimitados-, para desarrollarse. Este pensamiento se reflejó en el tratamiento de los ríos primando el aprovechamiento integral de los recursos fluviales y relegando la conservación a un segundo plano.

La agricultura, la urbanización, las industrias y las vías de comunicación fueron creciendo cada vez más cerca de los ríos, ocupando sus llanuras de inundación y vertiendo en ellos todos sus desechos. Se comenzaron a desviar y rectificar los cursos naturales eliminando los meandros, se multiplicaron las acometidas para abastecimiento, se reguló el régimen de caudales mediante la creación de presas (González del Tánago, 2001), y se realizaron trabajos de canalización para reducir y controlar el espacio físico ocupado por el cauce fluvial, dejando más terreno disponible para cultivar o para soportar el crecimiento de las ciudades. Estas grandes transformaciones fueron posibles gracias al desarrollo de la ingeniería Hidráulica, dirigida a controlar y estabilizar los ríos para lograr su aprovechamiento integral.

Ya a mediados del siglo XIX comenzaron a oírse las primeras voces que reclamaban una relación más armoniosa entre sociedad y naturaleza. Prueba de ello fue el discurso de Marx y Engels, que presentaba a la sociedad y a la naturaleza como sujetos de un equilibrio, estable y plausible, sin renunciar a las necesidades humanas

ni tampoco, desatender el funcionamiento del entorno natural. Los principios marxistas denunciaban claramente un sistema de organización económica al que acusaban de manipular a la naturaleza y, en último término, de alienar a la sociedad respecto a sus vínculos con el entorno, un entorno que se degradaba como la misma sociedad (Ventura, 2002).

A pesar de estas voces de alarma, el principio sujeto-objeto siguió consolidándose en el siglo XX en la sociedad en general, y en la práctica de los ríos en particular, dando lugar a lo que se ha denominado **Gestión Antrópica** de los ríos (Marshall, 1995), apoyada en el desarrollo científico-técnico y encaminada al aprovechamiento humano de los ríos desde la dominación.

En este sentido, las décadas de 1950 y 1960 son conocidas como las de la revolución científica, pues en ellas se empezó a disponer de nuevos instrumentos y metodologías que, en el ámbito concreto de los ríos, empujaron hacia el adelanto de la física, de la química y de la microbiología. Aparecieron trabajos que se convirtieron en referencias obligadas a partir de entonces; libros como *River management* (1967) comenzaron a mostrar la importancia de enfrentarse al estudio de los ríos desde la multidisciplinariedad. Así, los adelantos científicos del periodo 1950-1960 permitieron consolidar las bases del discurso antropocéntrico de manera firme, apoyadas por las disciplinas propias de la regulación del agua.

El resultado de esta Gestión Antrópica, articulada mediante el desarrollo de la ingeniería hidráulica, puso de manifiesto ya en el siglo XX, una generalizada ruptura de las dinámicas fluviales y ambientales que ha tenido efectos muy negativos en el territorio. La explotación de este recurso sin la consideración de sus efectos, fue convirtiendo los ríos en entidades artificiales que servían de canales de desagüe de las grandes ciudades e industrias, y que fueron perdiendo su función de nexo entre la naturaleza y el hombre.

Esta situación de degradación originó en los años 60 y 70, en el contexto del nuevo paradigma ecológico, una preocupación ambiental por el estado de los ríos -y por la



naturaleza en general- que supuso el comienzo de una nueva etapa que se ha denominado **Gestión Ecológica** de los ríos (Hayward, 1994), una gestión encaminada a la utilización de técnicas más respetuosas con el entorno, y a la rehabilitación y restauración de aquellos ríos que habían sufrido daños importantes (Jansson et al., 2005). Así, aparecieron los primeros estudios sobre Ecología Fluvial (Hynes, 1960), Dinámica fluvial (Leopold et al., 1964) o Planificación ambiental (Mc Harg, 1967), en los cuales se reconocía que la calidad del río, en términos de conservación natural, estética y recreativa, estaba malograda.

El tipo de preocupaciones ambientales de estos discursos científicos se canalizaron hacia unos aspectos muy concretos, en particular y de manera novedosa, se empezó a reconocer la conveniencia de diálogo, de intercambio de conocimientos, entre las disciplinas de la regulación del agua y las nuevas disciplinas asociadas a la ecología.

A partir de los años 80, este discurso dio lugar a un enfoque de carácter más **Ecocéntrico** que añadía una distinción más opuesta al discurso antropocéntrico: la sociedad como objeto y la naturaleza como sujeto, en la cual el aprovechamiento del río estaba condicionado a la conservación del mismo. En estos años la consolidación de los principios ecocéntricos coincidió de manera decisiva con la consolidación de disciplinas como la hidrología, la geomorfología y la ecología. La aportación conjunta de estas tres disciplinas representó un paso real por deshacer la exclusividad de los discursos antropocéntricos, rompiendo sus principios y llegando a caer en unos valores igualmente intransigentes.

Ya en la década de los 90 comenzaron a suavizarse estos planteamientos apareciendo multitud de tratados que presentaban al río como un elemento integrador en el que se podían conjugar los intereses ambientales y sociales, en los que se planteaba la recuperación de estos como elementos fundamentales para las ciudades y para el territorio en general (Boon et al. 1992, Brooks 1996, Riley 1998, Ureña 1999,...).

Este recorrido científico-técnico puede sintetizarse en la Tabla 1, donde se muestran algunas de las referencias científicas que apoyaron los diferentes discursos.

**Tabla 1. Evolución histórica de las perspectivas de estudio de los ríos**

PERÍODO	ESTADO DE LA CUESTIÓN	REFERENCIAS REPRESENTATIVAS
1950-1960 Predominio del estudio de los procesos fluviales y la explotación	Revolución científica que hizo prevalecer las prácticas analíticas y experimentales, las descripciones cuantitativas de sistemas y los principios aplicados de física, química y biología	R.K. Linsley, (1949). <i>Applied hydrology.</i> L.B. Leopold, (1964) <i>Fluvial processes in geomorphology.</i> P.C.G. Isaac (1967) <i>River management.</i>
1960-1980 Aproximación a la gestión ambiental	Preocupación ambiental por el estado de los ríos. Propuesta de utilización de técnicas más respetuosas con el entorno, y a la rehabilitación y restauración.  La evidencia del error científico por comunicar eficientemente resultados que contribuían a la progresiva degradación ambiental.	Mc Harg (1967) <i>Design with nature</i> H.S.N. Hynes (1970) <i>The ecology of running waters</i> Oglesby (1972) <i>River Ecology and Man.</i> ASCE (1974) <i>Journal of water resources planning and management</i>
1980-1990 Predominio de la gestión ambiental	El desarrollo científico refuerza el divorcio entre dos líneas de búsqueda antagónicas: la tradicional antropocéntrica y la contemporánea ecocéntrica.	CIWEM (1986) <i>Journal of the Institution of Water and Environmental Management</i> Wiley (1987) <i>Regulated rivers. Research and Management</i> Universidad Politéc.de Valencia (1992) <i>Ingeniería del agua</i>
1990-2000	Se suavizan los planteamientos radicales y se plantea el río como un elemento integrador en el que pueden conjugarse intereses ambientales y sociales, fundamental para las ciudades y para el territorio en general	Boon, P.J. (1992). <i>Essential elements in the case of river conservation.</i> Brookes y Shields, (1996). <i>Towards an approach to sustainable river restoration.</i> Riley A.L. (1998). <i>Restoring Streams in cities: a guide for planners, policy markers and citizens.</i> Ureña Francés J.M. et al. (1999). <i>Ordenación y Protección ambiental de Ríos en Europa</i>

Fuente Elaboración propia a partir de Petts, 1995

Esta nueva disciplina asociada a lo que podría denominarse ‘gestión urbana’, se encuentra plenamente vigente hoy en día y su objetivo principal es integrar el río como elemento de transición entre el hombre y la naturaleza, sobre todo en las ciudades. Plantea la necesidad de restaurar y rehabilitar los ríos desde la perspectiva de su disfrute en los entornos urbanos, como un espacio natural más para el hombre. Referencias como ‘Restoring Streams in cities: a guide for planners, policy makers and citizens’ (Riley A.L. 1998) u ‘Ordenación y Protección ambiental de Ríos en Europa’ (Ureña et al. 1999) han supuesto la consolidación de esta necesidad.

Así, esta disciplina, -por denominarla de forma análoga al resto pese a no tratarse de una disciplina al uso-, trata dos aspectos claramente diferenciados en la gestión de los ríos; por un lado, la rehabilitación del cauce propiamente dicho para el uso y disfrute del ciudadano (más asociado al uso recreativo), y por otro, la ordenación de los espacios fluviales para su aprovechamiento edificatorio o agrícola. Tanto en un aspecto como en el otro, esta gestión se sitúa en el enfoque Antropocéntrico al perseguir claramente el aprovechamiento del río (recreativo, de vivienda, comercial, industrial, agrícola,...), y por otro, en el Ecocéntrico, pues dicho aprovechamiento requiere de ciertos valores ambientales, sobre todo en el asociado al uso recreativo. El desequilibrio entre una posición y otra es lo que ha ocasionado que las actuaciones fluviales en las ciudades sean demonizadas por algunos y endiosadas por otros, dependiendo del origen conceptual de las críticas.

Así, puede decirse que a inicios del siglo XXI nos encontramos con que la realidad de la gestión de los ríos se plantea mediante la integración de dos discursos teóricos y pragmáticos esencialmente diferentes: el antropocéntrico y el ecocéntrico (Benton, 1996, Fox, 1995; Pearce y Turner, 1990), el primero de ellos heredado de la tradición del aprovechamiento del río por parte de la ingeniería hidráulica, y el segundo respondiendo a la necesidad de mediados del siglo XX de recuperar y restaurar los ríos por parte de la ecología.

Estos dos principios, a pesar de haber evolucionado en cierta medida desde sus consideraciones iniciales a una situación más encontrada desde el punto de vista conceptual, siguen generando serios problemas y conflictos entre los 'usos naturales' y los 'usos sociales' de los espacios fluviales. Estos problemas no hacen más que evidenciar un hecho que está presente en nuestra sociedad y nuestra ciencia, y que en último término se refleja en la planificación y gestión de los ríos.

La opinión de que el paradigma tradicional 'hombre versus naturaleza' está siendo reemplazado por 'proyectar con la naturaleza' (Design with nature, Mc Harg 1967), 'el hombre dentro el medio ambiente' (People within environment, Petts et. al., 1995), o 'trabajando con la naturaleza' (Working with nature, Gardiner, 1994) es una tendencia que cada vez está más difundida en la sociedad. Constatar esta tendencia es factible como voluntad, pero en cambio, es más que discutible cuando la convivencia social manifiesta un conflicto entre intereses, a razón de una dicotomía persistente -sociedad versus naturaleza- (Arrojo y Naredo, 1997).

Además de las disciplinas científico-técnicas, vale la pena destacar la importancia que en ambos discursos han tenido las disciplinas sociales, aportando al discurso antropocéntrico estudios socioeconómicos y demográficos capaces por ejemplo de legitimar un trasvase entre cuencas en pro del progreso y de la equidad socioeconómica. De igual forma pero en sentido inverso, el discurso ecocéntrico dispone, entre otras, de valoraciones éticas y de reflexiones retrospectivas que rechazan el mismo trasvase o cualquier otra infraestructura humana que no respete el derecho intrínseco de los ríos a no ser alterados.

En cierto modo, los argumentos socioeconómicos se pueden entender como la base que da legitimidad a los argumentos más prácticos de cualquiera de los dos discursos. La diferencia más importante entre ambos es que en las consideraciones antropocéntricas se suele realizar una interpretación cuantitativa (ganancia económica y personas beneficiadas), muy diferente de la inevitable interpretación cualitativa que realizan las consideraciones ecocéntricas (la importancia de la

biodiversidad, la identidad de los lugares), debido en gran medida a la inexistencia de parámetros que cuantifiquen variables como la pérdida de riqueza ambiental.

Es claro que el valor intrínseco de los ríos necesita de principios de restauración para recuperar el Equilibrio Natural, si bien la juventud de la búsqueda en estos temas hace admitir abiertamente los vacíos de conocimiento (Ventura, 2002). Más allá del discurso antropo o ecocéntrico, es mucho más sencillo recurrir a aquellos principios que corresponden a las disciplinas más maduras, aquellos que proporcionan resultados contundentes, sin lugar a dudas (cuánta agua se necesita, cómo se protegen los espacios contra las inundaciones, cómo se asegura el abastecimiento de los nuevos usos, cómo se mejora la calidad del agua,...), frente a otros que generan dudas razonables (cómo deben ordenarse los usos del suelo, cuál es el límite de explotación de un río, cómo de ser el corredor ribereño, cuál debe ser la geomorfología del cauce, cuál es el impacto de la actividad recreativa en el río,...).

Por esto, deben incorporarse a las disciplinas de análisis conceptos como 'retos y amenazas, oportunidades y riesgos' (Brookes y Shields, 1996), plenamente incorporados en la Planificación y Ordenación del Territorio, y que deberían verse literalmente traducidos en los Proyectos y Planes de Ordenación Fluvial.

En conclusión, **certezas e incertidumbres** podrían ser las nociones clave; la 'certeza' es un hecho real y loable, y la 'incertidumbre' un preocupante periodo de transición (Clark y Gardiner, 1994). Es curioso y significativo que mientras la Ciencia y la Tecnología adelantan, la certeza decrece más que se incrementa (Herricks, 1995). Además, la incertidumbre no debe implicar incompetencia o ignorancia (Brookes y Shields, 1996), aunque en la práctica se vea como algo inadecuado. Así, los conceptos de Gestión Ecocéntrica y Antropocéntrica deberían ser sustituidos por uno de carácter más integrador que podría denominarse '**Gestión Territorial**', pues a fin de cuentas la mejora de la calidad de los espacios fluviales no es más que la mejora de sus relaciones con el territorio que los sustenta, ya sea desde la perspectiva ambiental o social.

## 1.2 LOS CONFLICTOS EN LOS ESPACIOS FLUVIALES; LUCHA DE INTERESES

Como ya se ha dicho, los conflictos en torno a los ríos y sus usos siguen generándose a partir de unos intereses antropocéntricos y/o ecocéntricos. Aunque la fricción entre estos intereses está viva, las valoraciones genéricas en la planificación y gestión de los ríos tienden a minimizar esta dualidad. En este contexto, los conceptos **Demanda-Consumo / Restauración-Conservación**, se presentan como las premisas principales según sea la prioridad establecida (social o natural) hacia los recursos fluviales. Por un lado, la sociedad debe poder asegurar los recursos del río con las cantidades y el ritmo que exija su demanda y consumo (Tabla 2), y por otro, la naturaleza tiene el derecho intrínseco de disponer de una restauración y conservación de su hábitat fluvial. En la confluencia de estos conceptos surge el conflicto.

Por una parte, la sociedad demanda el desarrollo de los usos Urbano y Agrícola, los cuales exigen de los espacios fluviales el abastecimiento de agua y un suelo seguro donde poder establecerse sin miedo a las inundaciones. Por otra, esa misma sociedad exige una calidad ambiental del territorio y por tanto unos niveles de restauración en los ríos que requieren buena calidad del agua, buen estado ecológico del ecosistema ripario y ‘naturalidad’ geomorfológica e hidrológica (Tabla 3).

De esta forma, las exigencias de uso deben ser compatibles con las exigencias de la restauración y viceversa. Desde la perspectiva del excepcionalismo humano la gestión sobre los recursos fluviales deberá tender a minimizar los impactos, y desde la perspectiva ecológica, la conservación del sistema fluvial deberá ser flexible según las necesidades humanas existentes.

**Tabla 2. Demandas y Exigencias de uso de los espacios fluviales**

DEMANDA DE USO	EXIGENCIAS DE USO
<p>URBANA Doméstica, Industrial, Comercial, Recreativa e Infraestructural</p> <p>AGRÍCOLA Tradicional e Intensiva</p>	<p>ABASTECIMIENTO Urbano y Agrícola</p> <p>ESPACIOS SEGUROS Llanuras no inundables y ríos estables (canalización)</p>

*Fuente* Elaboración propia a partir de Boon, 1992; Brookes y Shields, 1996; Ventura, 2002

**Tabla 3. Gradación de Niveles y Exigencias de la restauración fluvial**

NIVELES DE RESTAURACIÓN	EXIGENCIAS DE LA RESTAURACIÓN
<p>APORTACIÓN Creación de un elemento no existente previamente</p>	<p>CALIDAD DEL AGUA Recuperación del buen estado ecológico del agua</p>
<p>ACONDICIONAMIENTO Mejora de la calidad ambiental</p>	<p>VEGETACIÓN DE RIBERA Recuperación del ecosistema ripario</p>
<p>REHABILITACIÓN Regreso parcial a un estado pre-alterado</p>	<p>GEOMORFOLOGÍA Recuperación de la geomorfología natural del río</p>
<p>RESTAURACIÓN Regreso funcional-estructural a un estado pre-alterado</p>	<p>HIDROLOGÍA Recuperación de las funciones hidrológicas naturales del río</p>

*Fuente* Elaboración propia a partir de Boon, 1992; Brookes y Shields, 1996; Ventura, 2002

En general, la perspectiva que marca el nivel de actuación es la primera, sin embargo, es mucha la discusión existente sobre si debe actuarse bajo la segunda. La transición entre una y otra puede decirse que se encuentra muy asociada al grado de desarrollo de la comunidad en cuestión; cuánto mayor sea éste más primará la conservación ambiental frente a la satisfacción de la exigencia sobre el recurso.

Así, se puede establecer la siguiente correspondencia entre el nivel de Gestión del río en base a las perspectivas expuestas anteriormente, y el nivel de desarrollo del país o región (Tabla 3).

**Tabla 4. Correspondencia entre Niveles de Gestión en los ríos y Grados de desarrollo socioeconómico**

NIVEL DE GESTIÓN	NIVEL DE DESARROLLO
RÍO ANTROPOCÉNTRICO Explotación de los recursos dirigida al crecimiento	SUBDESARROLLO Satisfacción de las necesidades sociales básicas
EXCEPCIONALISMO HUMANO Gestión de la explotación de los recursos dirigida a minimizar los impactos humanos	EN DESARROLLO Necesidad de una mejora ambiental. Problemas ambientales serios
RÍO ECOCÉNTRICO Gestión del río dirigida a la conservación de recursos	DESARROLLADO Búsqueda del equilibrio conservacionismo - desarrollo
ECOLOGÍA PROFUNDA Protección y restauración total de los recursos	MUY DESARROLLADO Exigencia conservacionista de los recursos

*Fuente: Elaboración propia a partir de Ventura, 2002*

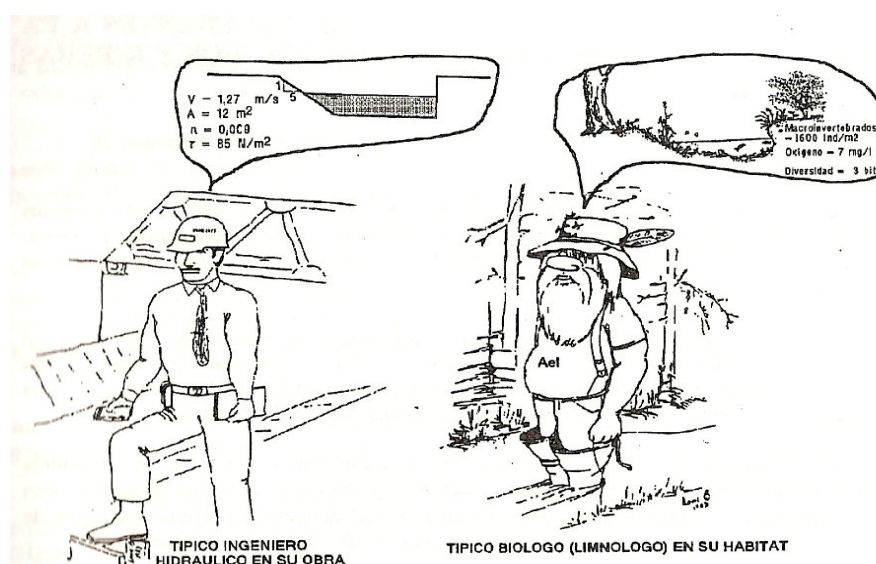
Cada sociedad gestiona por tanto los recursos naturales en función de sus necesidades. Las sociedades menos desarrolladas consideran la no explotación como una forma de empobrecerse. A medida que esta explotación genera más riqueza por un lado, y más problemas ambientales por otro, comienza a originarse la necesidad de reducir el nivel de explotación hasta llegar al extremo de la conservación absoluta. Ambos discursos tienen su justificación social y por tanto deben entenderse como parte de una realidad histórica e incluso económica de los países.

Así, la aspiración de la gestión antropocéntrica se manifiesta con unos objetivos sociales relacionados, básicamente, en cómo se entiende la posibilidad de consumo y



de bienestar que puede reportar un río. En este tipo de gestión ideal, la exclusividad de los objetivos sociales relega a un segundo término los objetivos naturales. En el otro extremo, los criterios básicos de la gestión ecocéntrica buscan la manera ideal por reencontrar el río natural. Los objetivos de gestión son dirigidos a devolver aquella identidad que se cree perdida del río. Se trata de buscar en el tiempo las referencias histórico-científicas de río primitivo o buscar unas condiciones de estabilidad funcional y ecológica. Partiendo de este punto de vista, la gestión que se haga del río ha de asegurar poder contemplar el río sin dejar huella humana.

En la solución por recuperar estos ideales hay un claro escepticismo hacia las soluciones que presentan los dos discursos, lo cual ha supuesto una radicalización en las bases de ambas gestiones. En la Figura 1 pueden verse los dos conceptos antagónicos de los estereotipos de la gestión antropocéntrica y ecocéntrica respectivamente, que muy a pesar de todo, sigue teniendo vigencia hoy en día. Esta dicotomía se traduce la mayoría de las veces en que los agentes sociales se implican de pleno en una tesis sin términos intermedios: mantener la equidad socioeconómica versus mantener el equilibrio natural, lo cual origina conflictos no fáciles de resolver.



**Figura 1. Antagonismo radical entre la gestión antropocéntrica y ecocéntrica**

Fuente González del Tánago 1995

### 1.3 LOS ENCAUZAMIENTOS

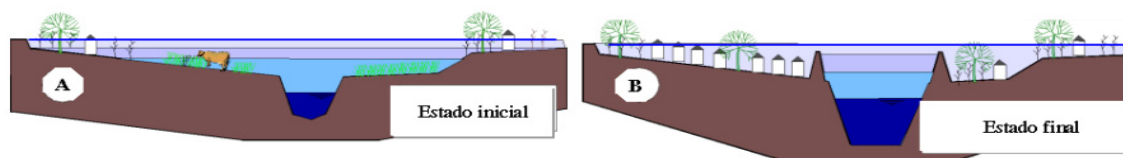
La respuesta más explícita a la gestión Antropocéntrica de los ríos ha sido el encauzamiento. Necesarios, sobre todos en áreas urbanas, han sido ensalzados como grandes obras de ingeniería por el Antropocentrismo, y demonizados como precursores de la desaparición de la riqueza ecológica de los ríos por el Ecocentrismo.

La palabra encauzamiento, *obra realizada por el hombre que encierra en un cauce un curso de agua protegiendo las márgenes de la erosión hídrica y los terrenos colindantes de las inundaciones*, ha estado asociada tradicionalmente a un tipo de canalización cuyo objetivo principal era el de **proporcionar espacios seguros para ser ocupados** ya sea por la urbanización (en el sentido amplio de la palabra) o por la agricultura.

Para **evitar la inundación** de los terrenos perifluviales -tan recomendables en cuanto a sus efectos sobre los suelos en áreas rurales, pero nefastas en áreas urbanas por la presión del daño económico y sobre la vida humana que causan- se han ejecutado secciones de baja rugosidad y gran área (en hormigón generalmente), que han aumentado la velocidad del agua y la capacidad de almacenamiento respectivamente.

De esta forma, se ha eliminado el aporte de sedimentos a las llanuras de inundabilidad en los momentos de avenidas, lo cual ha obligado a que toda la carga sólida se deposite dentro del cauce, disminuyendo así el calado líquido efectivo y la capacidad hidráulica de desagüe, y aumentando por tanto el riesgo de inundación, justamente lo contrario de lo deseado. Esto ha obligado a aumentar de nuevo la capacidad de transporte de muchos ríos, mediante el recrecimiento de las paredes del encauzamiento y la excavación del nivel del lecho, lo cual, repetido en el tiempo, ha llegado a originar paredes de cauces muy por encima de las llanuras que protegen, dando lugar a lo que se ha denominado ‘cauces colgados’ (Fig. 2).

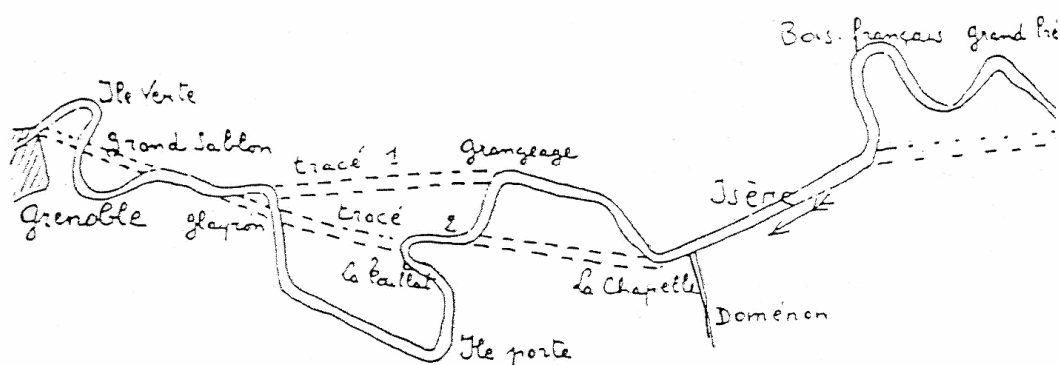
Éste es el caso extremo del río Amarillo, en el que las llanuras de inundación dentro del encauzamiento han llegado a estar a 10 m por encima del terreno defendido de la inundación (Martín Vide, 2002).



**Figura 2. Esquema de cauce colgado**

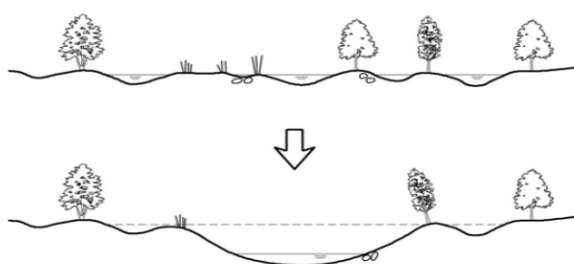
Fuente Fernández Yuste, 2002

Por otro lado, el encauzamiento debe **estabilizar el cauce** para permitir la ocupación de sus márgenes y disminuir el espacio ocupado por los ríos, asegurando que el río discurrirá en el futuro de modo permanente por dicho cauce. Para ello es necesaria la rectificación de los cauces eliminando los meandros (Fig. 3), unificando los cauces en el caso de ríos trenzados (Fig. 4), e impermeabilizando el lecho y las riberas para proteger las márgenes de los desprendimientos y evitar los desbordamientos en momentos de avenidas (Fig. 5).



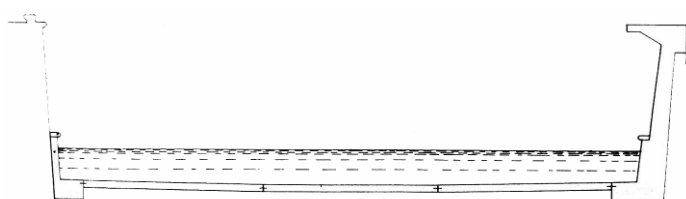
**Figura 3. Esquema de rectificación de meandros**

Fuente Wasson et al. 1995



**Figura 4. Reagrupación de meandros en ríos trenzados**

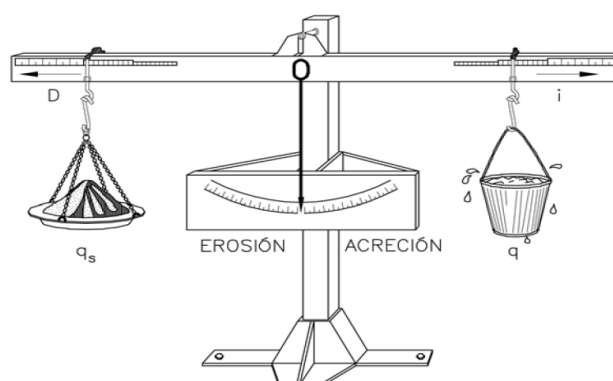
*Fuente* Martín Vide, 2002



**Figura 5. Sección clásica de encauzamiento**

*Fuente* Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 2001

Según la analogía de la Balance de Lane (Fig. 6) que rige los procesos de la morfología fluvial en los ríos, la **eliminación de los meandros** provoca una disminución de la longitud total y por tanto, un aumento de la pendiente media ( $i$ ), lo cual origina un desequilibrio en el sentido de la erosión haciendo al río más agresivo (Lane, 1955).



**Figura 6. Analogía de la balanza de Lane**

*Fuente* Martín Vide, 2002

Así mismo, la **unificación de los cauces** genera un aumento en la sección del caudal líquido ( $q$ ) que provoca el mismo efecto propiciando el descenso del nivel del lecho, como el producido en el río Rin en los años 50 que llegó hasta los 7 metros (Martín Vide, 2002) -desde hace 17 años se combate este problema aportando artificialmente material granular al río, sin embargo sigue siendo una tendencia en la actualidad-.

Respecto de la protección de las **márgenes** del río, es necesaria para impedir desprendimientos, especialmente en los límites del cauce por el valor económico del terreno perifluvial o por los inconvenientes de todo tipo (legales fundamentalmente) que puede acarrear un cambio en los límites del cauce. Para ello se impermeabilizan el lecho y las riberas impidiendo así la infiltración de agua a los acuíferos a través del lecho, además de destruir el ecosistema ribereño, uno de los elementos de más valor ecológico del sistema fluvial (Naiman, 1993; Lachat et al. 1994).

En resumen, los encauzamientos tradicionales han sido una forma de proteger los espacios ribereños de las inundaciones y por tanto de permitir el desarrollo de las actividades humanas en sus márgenes, al mismo tiempo que han supuesto una ruptura del equilibrio fluvial en una continua lucha por estabilizar y tener controlado un cauce que intenta recuperar su propio equilibrio, equilibrio que a veces es incompatible con el desarrollo de dichas actividades -en la Figura 7 se resume el proceso de acción-reacción-.

Así, esta disyuntiva entre Aprovechamiento y Conservación es la que ha originado la necesidad de idear nuevos planteamientos que se sitúen a medio camino entre ambas, de forma que no se perjudican los intereses de las sociedades que viven en los bordes de los ríos ni se malogre la calidad ambiental de los mismos. Así, el río debe ser una oportunidad de beneficio para sus habitantes, recuperando parte del esplendor que estos espacios tenían en el siglo XIX, un lugar de encuentro y de conexión entre la naturaleza y el hombre.

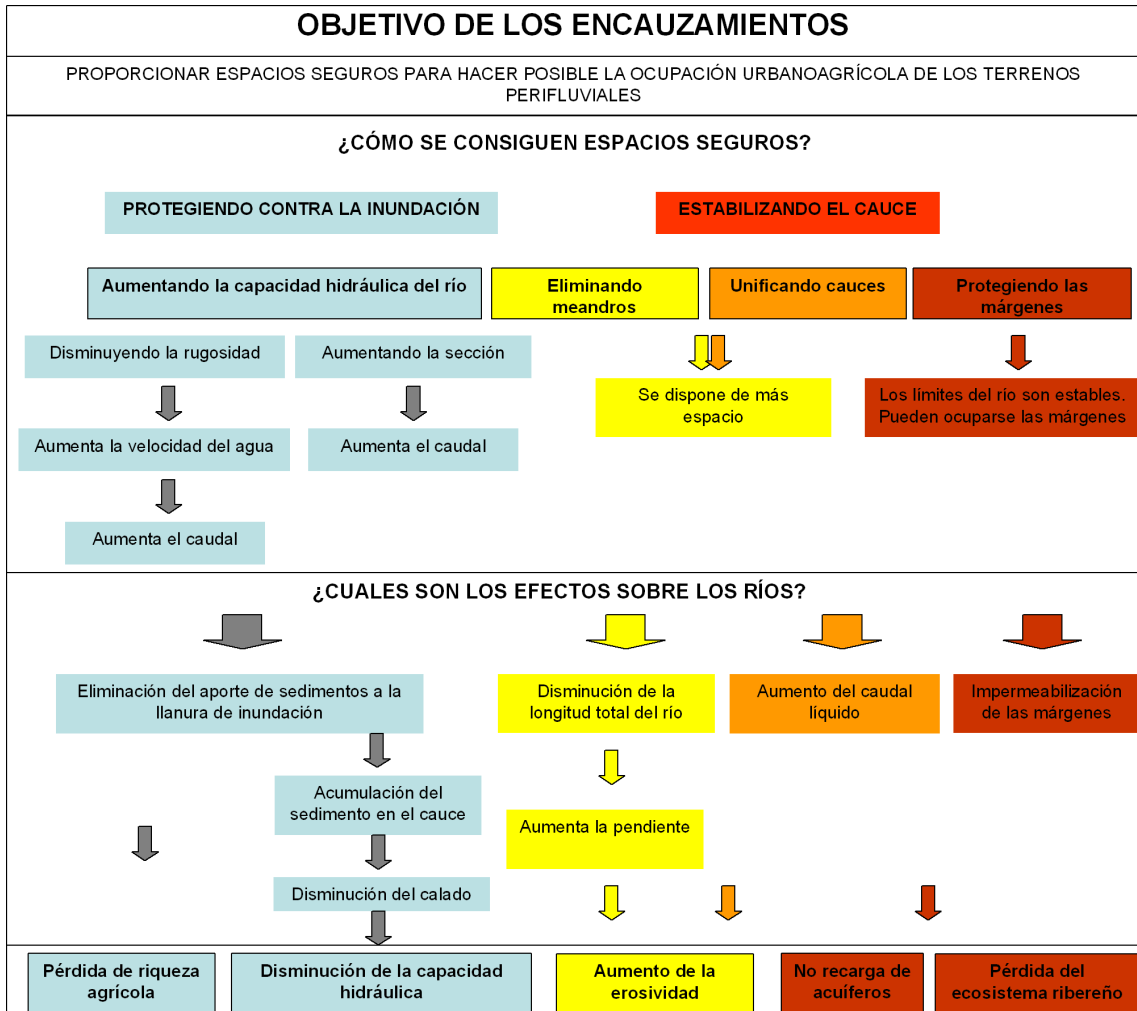


Figura 7. Objetivos de los Encauzamientos y efectos sobre los ríos

Fuente: Elaboración propia

## 1.4 LOS CORREDORES FLUVIALES

Los encauzamientos tradicionales, también llamados obras `duras`, han supuesto como se ha dicho la eliminación del proceso fundamental de la dinámica fluvial además del ecosistema ripario. Los ríos han acabado convirtiéndose en canales de desagüe, y en muchos casos, se ha llegado a un estado de degradación ambiental tal, que han sido embovedados desapareciendo de la vista del hombre y condenados al ostracismo. La calidad del agua ha empeorado enormemente por la contaminación industrial, urbana y agrícola, la demanda del agua para la agricultura y el abastecimiento. También ha aumentado el acoso físico al ecosistema fluvial, manifestándose en los cultivos hasta el borde del río, la urbanización de terrenos aluviales y la ejecución de incontables obras de acondicionamiento, regulación y mejora, reflejada en una constante reducción territorial del Dominio Público Hidráulico, la falta de naturalidad en los ríos, el aumento de desastres naturales y un número creciente de especies acuáticas amenazadas y en peligro de extinción.

En respuesta a esto, el enfoque Ecocéntrico de la gestión fluvial ha comenzado a utilizar palabras como *acondicionamiento, restauración, rehabilitación, renaturalización,...* a veces eufemismos para denominar el mismo tipo de obra convencional. El objetivo principal de esta gestión debería ser la recuperación de los valores naturales de un río, sin embargo, muchas veces se limita a acciones de maquillaje que poco tienen que ver con la realidad del río. De hecho, muchos proyectos de regeneración siguen limitándose a la minimización y restauración de impactos ambientales muy concretos carentes de una visión global del problema fluvial (estabilización y revegetación de orillas por ejemplo).

Por ello, es necesario plantear criterios claros de actuación sobre los ríos, que actúen sobre los verdaderos problemas ambientales del sistema fluvial, permitiendo así la recuperación de valores naturales, al mismo tiempo que se potencia un uso compatible con dichos valores.

Así, los tres pilares fundamentales sobre los que debería sustentarse un Plan de Restauración Fluvial deberían ser; la **Recuperación de la Dinámica Fluvial y del Ecosistema Ripario** necesarios para la mejora ambiental del cauce, así como la **Planificación del uso de los espacios perifluviales** como forma de recuperar y mantener las funciones naturales de las llanuras fluviales (Tabla 5).

Así mismo, para asegurar el éxito de un plan de restauración es muy importante que las **acciones sean auto-sustentables** en el tiempo, es decir, que después de la fase de construcción y mantenimiento necesario durante los primeros años, las funciones ecológicas y morfológicas se mantengan sin la continua intervención humana, ya que ésta es la mejor forma de asegurar la continuidad de la regeneración realizada.

**Tabla 5. Objetivos y acciones principales de los Planes de Restauración fluvial**

OBJETIVOS DE LA RESTAURACIÓN FLUVIAL	ACCIONES A REALIZAR
Recuperar la dinámica fluvial	Restauración de meandros y permeabilización total o parcial de la sección del cauce del río
Recuperar el ecosistema ripario	Técnicas de Bio-ingeniería
Planificar los usos perifluviales	Planes de Ordenación Fluvial y de Cuenca

*Fuente Elaboración propia*

Con respecto a la **recuperación de la dinámica fluvial**, se debe dar la oportunidad al río a que desarrolle su propia dinámica dentro del cauce, atendiendo a los procesos de erosión y sedimentación variables en el tiempo con el régimen de caudales; el hecho fundamental de que los ríos en estado natural no son rectos. En este sentido, en muchos proyectos se está permitiendo al río generar sus propios meandros dentro de los límites de los encauzamientos tradicionales, que por exigencias urbanas, a veces es imposible eliminar (Fig. 8). Además, debe recuperarse



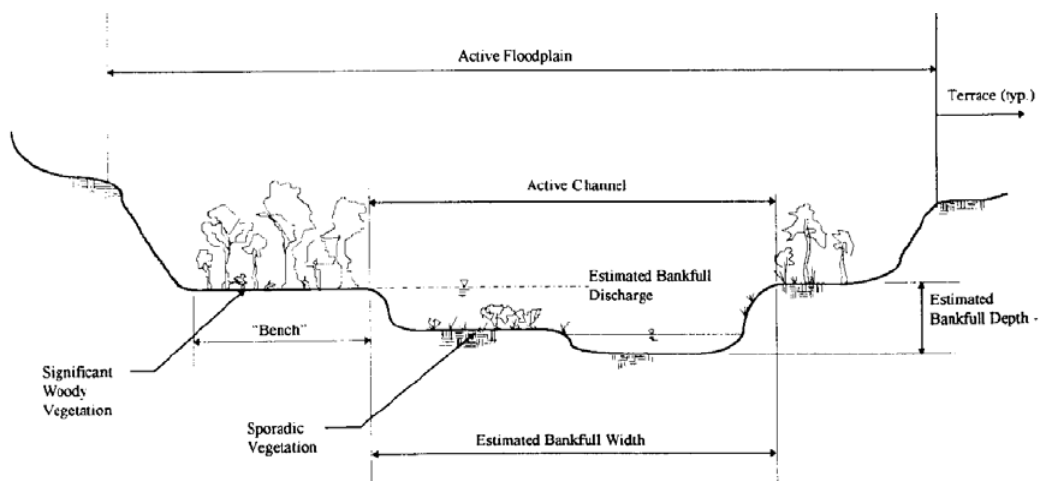
la movilidad del fondo con el fin de permitir el transporte sólido y la infiltración de agua a los acuíferos a través del lecho.



**Figura 8.** Canalización urbana con cauce meandriforme

*Fuente* Martín Vide 2002

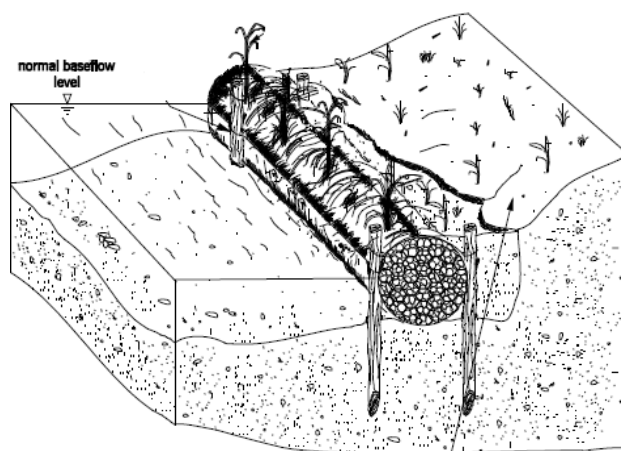
Con respecto a la **recuperación del ecosistema ripario**, es fundamental recuperar el movimiento del agua entre el caudal de aguas bajas y el caudal de aguas altas, inclusive la llanura de inundación, pues es éste precisamente el que origina y conserva la vegetación riparia (González del Tánago, 2001). En este sentido, las secciones de los cauces deben recuperar una forma más acorde con este movimiento. En la Figura 9 puede verse una sección tipo con estos elementos: 'Active Channel' o 'Bankfull' (que incluye el cauce de aguas bajas y aguas altas) y 'Active Floodplain' o zona de inundación.



**Figura 9.** Sección transversal tipo en la restauración de ríos

*Fuente* Johnson, 1985

Una vez recuperada la sección, es necesario establecer acciones de revegetación en las riberas mediante el empleo de lo que se ha denominado ‘**restauración blanda**’ o ‘**bioingeniería**’ (Gray et al, 1996; Lachat, 2000), que consiste en revegetar y estabilizar las márgenes mediante la implantación de vegetación natural y elementos pseudo-artificiales que les confieren resistencia frente al poder erosivo del agua y al mismo tiempo pueden generar un corredor ripario ambientalmente sostenible (Fig. 10).



**Figura 10.** Técnicas de Bioingeniería

*Fuente Maryland 2000*

El último de los objetivos, la **Planificación de los usos perifluviales**, ha sido hasta hace poco tiempo el aspecto más olvidado de la *nueva gestión fluvial*. Uno de los aspectos principales de dicha planificación es que debe hacerse en toda la cuenca vertiente, especialmente en la llanura de inundación del río (Olcina Santos, 2004). En Europa (Loira, Rin) y Estados Unidos están empezando a realizarse proyectos en este sentido, donde participan además de la administración todos los sectores sociales, y cuyo alcance afecta enormemente a los diferentes usos que se han establecido en las cuencas de los ríos a lo largo de los siglos (Riley, 1998).

Adecuar el espacio fluvial para su uso urbano sin perjudicar las funciones ambientales propias de los ríos se ha convertido hoy en día en una prioridad (Rodríguez Rojas, 2007). Para ello se deben compatibilizar el uso de las diferentes

actividades urbanas, agrícolas y de las infraestructuras, la utilización del recurso agua y la necesidad de reservar espacios de manera permanente y temporal para uso de los ríos.

El primer problema que se presenta para llevar a cabo esta integración es la colisión que se produce entre las dinámicas y características de los ríos y las actividades urbanas (Ureña et al, 1999); el cambio frente a la estaticidad, la diversidad frente a la uniformidad, la integración frente a la exclusividad... (Tabla 6).

**Tabla 6. Características de las áreas Fluviales y Urbanas**

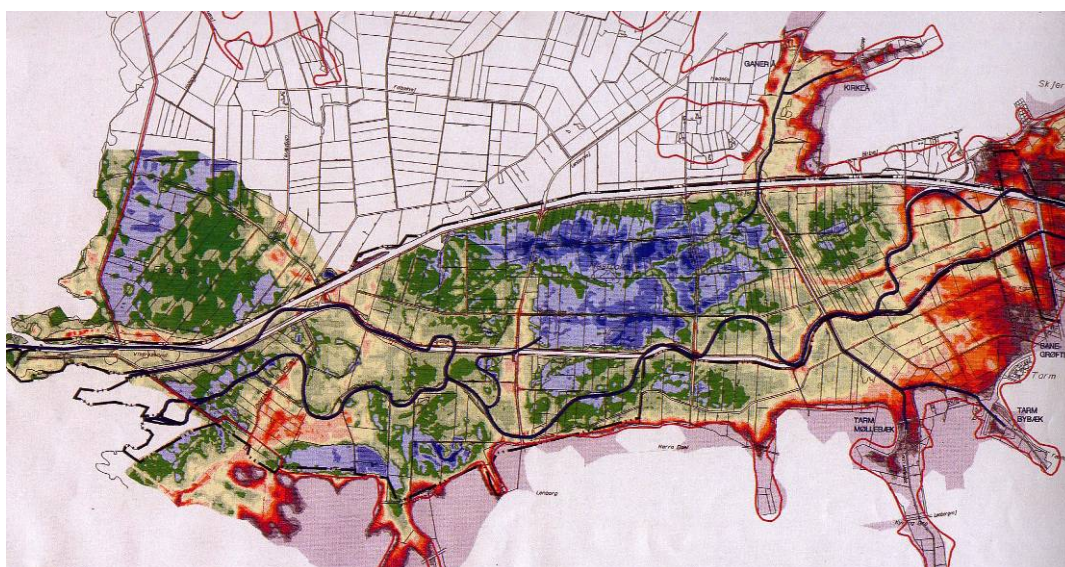
AREAS FLUVIALES	AREAS URBANAS
<p>- CAMBIO Los ríos están en permanente cambio: caudal, erosión, transporte, sedimentación, modificación de su curso y de su sección, del territorio ocupado por sus aguas, etc. Su morfología, fauna y flora se han generado adaptándose a los cambios.</p>	<p>- PERMANENCIA Los usos del suelo y las edificaciones crean estructuras permanentes y con límites fijos y estables. Las calles y los edificios tienden a permanecer durante largos periodos de tiempo.</p>
<p>- DIVERSIDAD Los ríos no son uniformes sino diversos: con rápidos y remansos, con riberas no uniformes, cursos no rectilíneos, etc. En general, sus formas son muy irregulares y diversas.</p>	<p>- UNIFORMIDAD Las formas de las calles, plazas, edificios, etc. son bastante geométricas y regulares. Cada vez es más habitual usar reglas geométricas como modo de ordenar la ciudad.</p>
<p>- INTEGRACION Las áreas fluviales consisten en la superposición de dos ámbitos, el acuático y el terrestre, y es precisamente esta relación la que las convierte en ecosistemas singulares.</p>	<p>- EXCLUSIVIDAD La base de las áreas urbanas está en su continuidad, su exclusividad y la utilización de todo el espacio disponible.</p>
<p>- SISTEMA Un tramo de un río no puede aislarse del resto, sino que es parte de un sistema. En consecuencia, la ordenación de un tramo del sistema fluvial influye en los demás y debe realizarse con un enfoque de conjunto.</p>	<p>- FRAGMENTACION La ordenación del territorio se lleva a cabo por fragmentos administrativos, en general municipios. Se están iniciando experiencias de Ordenación Comarcal, Provincial o Regional. Sin embargo, casi en ningún caso estos ámbitos coinciden con las cuencas hidrográficas.</p>
<p>- PROPIEDAD POR EXCLUSION La propiedad pública del cauce está generalmente definida por exclusión de lo que no es privado.</p>	<p>- PROPIEDAD POR DEFINICION El suelo es en su mayoría privado y sus límites y titularidad están definidos con precisión.</p>
<p>- NATURAL Los ríos son espacios netamente representativos de la evolución natural de nuestro planeta.</p>	<p>- PRODUCTO DEL HOMBRE Las ciudades son la expresión más completa de la transformación de la naturaleza por el hombre.</p>

Fuente: *Ureña et al. 1999*

Estas diferencias hacen necesario buscar nuevos métodos de Ordenación que permitan acercarnos un poco más a la convivencia de un sistema natural como el río, en un entorno inminentemente artificial como son las ciudades. En este sentido, se empieza a considerar la posibilidad de establecer limitaciones en el uso del suelo perifluvial, de forma que las actividades que se desarrollen sean compatibles con la ocupación ocasional del agua (García Cordón, 2004).

Así, el análisis de las llanuras de inundación está tomando cada vez más importancia en los planes de gestión fluvial y en la Planificación urbana en todo el mundo. En Noruega por ejemplo, existen recomendaciones que definen la idoneidad de los distintos usos del suelo en función de la periodicidad de inundación (Ureña et al, 1999). En España, el PATRICOVA (Plan de Acción Territorial de Carácter Sectorial sobre prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana) en vigor desde principios del 2003, ha determinado las zonas con riesgo de inundación de toda la Comunidad condicionando los Planes de Ordenación Urbana, de forma que todos los nuevos espacios catalogados como urbanos deben respetar los límites de inundabilidad. En este mismo sentido, en Andalucía se están requiriendo estudios de inundabilidad específicos para la aprobación de los Planes Generales de Ordenación Urbana de los municipios, asegurando así que no se planteen nuevas zonas urbanas o urbanizables en áreas inundables.

Respecto de las zonas periurbanas donde la presión hacia el río es de carácter más agrícola o urbano-dispersa, la tendencia es establecer Corredores Fluviales cuyos perímetros de protección sean coincidentes con las llanuras de inundación y donde sólo se permitan usos compatibles con la inundación periódica (ciertos cultivos, actividades recreativas, edificación no permanente,... ) (Riley, 1998) (Fig. 11). Esta tendencia está tomando un gran protagonismo en los grandes proyectos fluviales, como una forma de recuperar la identidad natural del sistema fluvial, al mismo tiempo que se potencia el uso ciudadano del lugar.



**Figura 11. Plan de ordenación fluvial del río Skjern, Dinamarca**

*Fuente Ureña et al, 1999*

En los entornos urbanos más consolidados las actuaciones fuera del cauce quedan prácticamente imposibilitadas. Aún así, se aplica la misma filosofía del corredor fluvial, dejando un espacio intermedio para la circulación permanente de agua, y otro más amplio a modo de llanura de inundación para el desarrollo de usos compatibles con la ocupación periódica del agua (usos recreativos) (Rodríguez Rojas, 2006b) (Fig. 12 y 13). En este tipo de actuaciones debe tenerse especial cuidado con las medidas de alerta ciudadana en caso de avenidas para evitar accidentes (Fig. 12).



**Figura 12. Encauzamiento en Tarragona**

*Fuente Elaboración propia*





**Figura 13. Río Tormes en la ciudad de Salamanca**

*Fuente Elaboración propia*

En resumen, puede decirse que las actuaciones sobre los ríos deben contemplar no sólo los aspectos paisajísticos, si no también aquellos referentes a la morfología fluvial (lecho móvil y sinuoso, secciones con caudal de aguas bajas y altas) (Fernández Yuste, 2002), y a la ocupación urbana (pequeñas llanuras de inundación y usos perifluviales compatibles con la ocupación transitoria del agua). Así mismo, es especialmente importante que la restauración planteada sea auto-sostenible en el tiempo, pudiendo conservar las funciones ecológicas y urbanas sin la continua intervención humana, pues éste es la mejor técnica para que la acción de regeneración se mantenga (IFMRC, 1994).

## 2. CONTROLES A LOS USOS DEL SUELO. LA LEGISLACIÓN DE AGUAS Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

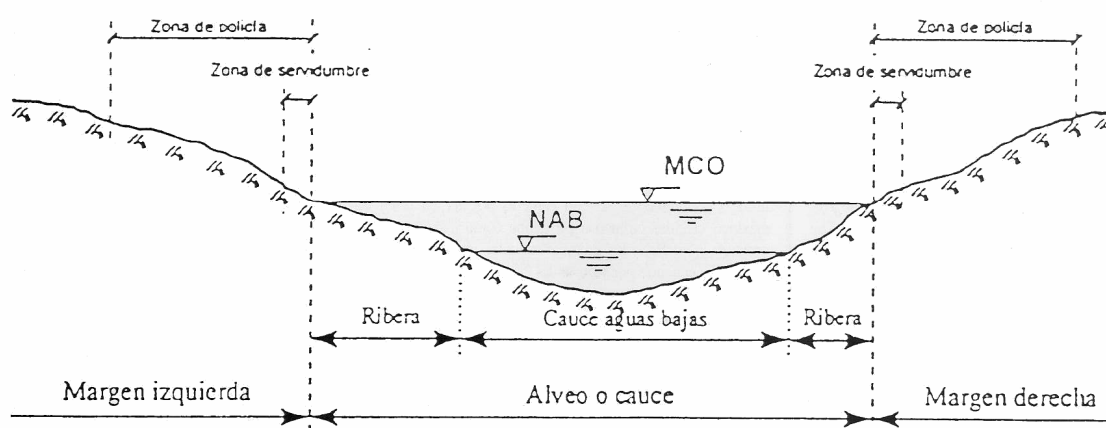
Como ya se ha explicado, uno de los tres aspectos importantes en la restauración de los ríos es la planificación de los espacios ribereños, como elemento fundamental del sistema fluvial. La creación de corredores fluviales que protejan estos espacios frente a la ocupación intensiva está condicionada a veces por la disposición de elementos legales que permitan la expropiación de las actividades ya existentes, o la conservación frente a posibles ocupaciones futuras.

La regulación de esta materia en la legislación estatal (a falta de la transposición de la Directiva Marco del Agua) se contiene en el Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. En él se recogen los preceptos de la Ley de 1985 y los introducidos en la reforma aprobada por Ley 46/1999, de 13 de diciembre.

La Ley de Aguas establece una serie de limitaciones a los usos del suelo en las márgenes de los cauces públicos que conforman lo que denomina **Dominio Público Hidráulico** (art. 6.1), el cual está formado por el **cauce** y la **ribera**, la **zona de servidumbre** y la **zona de policía**. Los dos primeros se definen por el Nivel de Aguas Bajas (NAB) y la Máxima Crecida Ordinaria (MCO) respectivamente (Fig. 14). La **zona de servidumbre** está limitada por una franja de 5 metros de anchura, de propiedad privada pero con uso público para algunos fines como la pesca o el amarre de embarcaciones (art. 7 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, en adelante PDPH). Los propietarios de estas zonas pueden por tanto desarrollar actividades que perjudiquen a la estabilidad de las márgenes y que contaminen al agua, por ejemplo el laboreo o el uso de fertilizantes. De esta forma, existe una clara falta de protección en las riberas de los ríos, tanto en su uso como en su definición, pues el hecho de establecer una distancia fija se contradice con la realidad dinámica

del río, además de que 5 metros pueden ser excesivos o insuficientes según las características del lugar.

Así mismo, se detalla una **zona de policía** de 100 metros de anchura (Fig. 14), ampliable en las zonas próximas a la desembocadura del mar, en embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario. En esta zona todas las obras o trabajos que se pretenda llevar a cabo deben estar sometidas a autorización del Organismo de cuenca, *salvo que el correspondiente instrumento de ordenación urbanística hubiere sido informado por el citado Organismo y se hubieran recogido las previsiones formuladas por él* (arts. 9 y 79 del RDPH).



**Figura 14. Definición del Dominio Público Hidráulico**

Fuente Menéndez Rexach, 2002

Es evidente que esta definición de las zonas de protección del río en base a cantidades ‘constantes’ va en contra de los principios planteados en este capítulo acerca del dinamismo de las áreas fluviales y su heterogeneidad. Se trata por tanto de la *aplicación de conceptos que se han desarrollado para el ámbito urbano (áreas estables y homogéneas) en un ámbito de características fundamentalmente dinámicas y variables según el entorno.*



Es evidente que el Dominio Público Hidráulico o zona de protección no puede ser igual en un arroyo pequeño de cabecera de cuenca, que el de un gran río que discurre por un extenso delta. Este problema se encuentra recogido en la Directiva Marco del Agua mediante la inclusión del término **Espacio de Libertad del río**, sin embargo, no se establecen criterios claros para su determinación (Directiva Marco del Agua, 2000). A pesar de ello, el hecho de que se recoja esta figura en la nueva referencia legal en materia de agua, conducirá con toda seguridad a un estudio más profundo del problema, que acabará planteando nuevos criterios de definición de las zonas de protección más adaptados a la realidad de los ríos.

Al respecto de las **zonas inundables**, la Ley de Aguas exige que se delimiten como las ocupadas por los niveles teóricos de las aguas en las **avenidas de período de retorno 500 años**, pero sin embargo indica que conservarán la calificación jurídica y la titularidad que tuvieran (art. 11), es decir, **no pertenecen al Dominio Público Hidráulico** y por tanto no forman parte del cauce, por lo que no contarían con ninguna figura de protección (Menéndez Rexach, 2002).

Según los criterios planteados a lo largo de este capítulo, no resulta coherente que sólo se proteja una franja de 100 metros a cada lado del río, dejando totalmente desprotegido el resto del espacio fluvial, que en ocasiones pueden ser extensiones muy superiores.

Por tanto, la única manera de proteger estos espacios es mediante las leyes urbanísticas. Algunas leyes autonómicas como la del Principado de Asturias exigen por ejemplo que se lleve a cabo en el Plan General (Ley 3/2002, de Régimen del Suelo y Ordenación Urbanística del Principado de Asturias). Además de la figura de los Planes Urbanísticos, la **Ley estatal 6/98 sobre Régimen del Suelo y Valoraciones**, incluye entre los terrenos que deben clasificarse como suelo no urbanizable (SNU) *los que estén sometidos a algún régimen de especial de protección incompatible con su transformación en razón de 'riesgos naturales acreditados en el planeamiento sectorial'* (art. 9.1).

**La clasificación de SNU es por tanto obligatoria para las zonas delimitadas como inundables en las previsiones de los planes Hidrológicos o incluidos en la zonificación de los Planes de Protección Civil, ya que en ambos casos se estará en presencia de planes sectoriales acreditativos del riesgo de inundación** (Menéndez Rexach, 2002).

La legislación autonómica de ordenación del territorio y urbanismo no sigue un criterio uniforme respecto de esta cuestión, si embargo todas ellas conducen a la clasificación de las zonas inundables como SNU. Existe en este aspecto cierta confusión dependiendo de la Comunidad. En Castilla y León por ejemplo se obliga a clasificar como suelo 'rústico' (equivalente al SNU) *los terrenos amenazados por riesgos naturales o tecnológicos incompatibles con su urbanización, tales como inundación* (art. 15.c).

Así mismo, **el Dominio Público Hidráulico (zona de servidumbre y zona de policía) debe ser clasificado como SNU** en aplicación de dicha Ley estatal, el planeamiento territorial o sectorial, o el propio planeamiento urbanístico, ya que del régimen de protección establecido en la Ley de aguas no deriva necesariamente la clasificación como SNU de los terrenos afectados por las servidumbres, lo cual puede derivar en que dichos terrenos puedan ser urbanizables (Ferrer Polo, 2002).

Así lo han entendido algunas leyes autonómicas, como la de urbanismo de Castilla y León (Ley 5/1999), que incluye en la categoría de suelo rústico con protección natural no solo los cauces naturales y el lecho o fondo de lagunas y embalses, sino también las márgenes, así como los que el planeamiento estime necesarios para proteger las aguas subterráneas (art. 16.1.g). En definitiva, **la clasificación y calificación urbanística del Dominio Público Hidráulico dependerá de lo establecido en la legislación autonómica.**

Sin embargo, más eficaz que legislar con objetivo sancionador (lo cual es muy difícil de controlar), podría ser el establecer políticas de fomento y subvenciones a los ribereños para que respeten y colaboren con los planes de restauración, como son el caso de Inglaterra y Alemania donde los organismos de cuencas pagan una anualidad

a los agricultores locales para que no roturen o introduzcan ganado en las zonas más cercanas al cauce (González de Tánago, 2001).

La educación ambiental se hace imprescindible para hacer comprender a la población, sobre todo rural, de los valores que ofrecen los ríos en condiciones naturales, valores no sólo ecológicos si no también económicos. En general, en la mayoría de los países estudiados en Ureña et al. 1999, estos temas aparecen todavía sin resolver definitivamente. En dichos países, las competencias de ordenación del territorio, de planificación hidrológica y de conservación de la naturaleza están asignadas de distintas maneras, correspondiendo en unos casos a la misma autoridad provincial y, en otros, a distintas instituciones, unas de cuenca y otras regionales o municipales. A pesar de ello, todos los países están haciendo esfuerzos por encontrar procedimientos adecuados de coordinación, aunque en todos ellos se reconoce que las relaciones entre ellas son escasas o malas (Ureña et al. 1999).

### 3. MODELO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DE LOS ESPACIOS FLUVIALES

A largo de este capítulo se ha explicado cómo y por qué ha evolucionado el proceso de gestión de los ríos, cuáles son las necesidades actuales y cuál es la dificultad para llevarlas a cabo. En definitiva, se ha demostrado la necesidad de acometer planes de restauración de espacios fluviales que defiendan una dualidad complementaria y dialogante entre la conservación y el aprovechamiento de los ríos, basada en un discurso integrador donde la intencionalidad debe ser evitar caer en estereotipos mal dados y prescindibles. En resumen, un río antrópico y un río ecosistémico como partes interdependientes de un todo, el concepto de **río territorial** que permite armonizar los componentes sociales y naturales de los recursos fluviales.

Así, la planificación y gestión territorial de nuestros ríos debe constar de tres atributos o condiciones: **integración, adaptación y participación**. Con estos tres principios se pueden concebir debidamente los estadios y los actores de un plan de gestión consensuada de los ríos y sus recursos (Thompson, 1999).

**Integración** figura como un término que se ha querido atribuir a demasiados proyectos, de forma que su significado ha tendido a dispersarse y a perder la credibilidad de su concepción inicial. Integrar debería ser la dependencia de ganar conocimiento desde la variedad de las fuentes disponibles en la investigación científica, la gestión y la experiencia de la población (Ventura, 2002). Es condición imprescindible conectar personas y disciplinas más allá de fronteras disciplinarias. Integrar debe ser un proceso más que un resultado estancado, y un proceso abierto, visible y receptivo (Born y Sonzogni, 1995). Para ello, la gestión de los ríos debe incorporarse en toda su extensión o influencia, desde el curso alto al bajo y tomando en consideración todos los usos que tenga a su paso (Riley, 1998). Por esto exige que sea integral, porque debe contar con una perspectiva a largo y a corto plazo de

los tres objetivos básicos definidos en el apartado anterior; la *Recuperación de la dinámica fluvial*, la *Restauración del corredor ripario* y la *Planificación de los espacios perifluviales*.

Respecto de la **Adaptación**, se trata de un enfoque interactivo que va incorporando informaciones y conocimientos nuevos a medida que se van disponiendo. Una gestión adaptativa debe contar con una definición clara de los objetivos y debe prever la evaluación de las acciones implementadas en su consecución. En el proceso de seguimiento y control puede resultar que además de modificar acciones también se hayan de alterar determinados objetivos. Y es que la capacidad de adaptación en la gestión de los recursos es indispensable dadas las incertidumbres que rodean a la gestión de cuencas fluviales (California Bay-Delta Authority, 2000), lo cual desacredita maneras de gestionar inflexibles. Ante las incertidumbres se requiere ser prudente, es decir, planificar, detectar y corregir errores evitables y, antes de nada, reconocer la posibilidad de equivocarse. En el fondo, la gestión adaptativa debe trabajar con la incertidumbre más que con el determinismo (Lemons, 1996).

La **participación** de los agentes sociales en la gestión territorial también es un intento por reformar el rol de la planificación técnica más tradicional. El medio físico deja de ser la única esfera en los procesos de planificación y lejos de los procedimientos clásicos, el medio social toma protagonismo en la práctica de la planificación (Ventura, 2002). Contar con el criterio de los agentes sociales permite una garantía del grado de eficacia y eficiencia en la implementación de las propuestas de gestión que se contemplan (Clark, 1999).

Así, la planificación debe incorporar el componente social en el proceso de toma de decisiones, en el diseño de objetivos y de actuaciones, muy diferente de la participación más conocida limitada a las reacciones en contra, por ejemplo, de planes administrativos que se proyectan demasiado desvinculados de la realidad de un territorio. Es la diferencia entre Información Pública y Participación Ciudadana,

entre informar sobre las decisiones ya tomadas y dar paso a los recursos, o incorporar a los agentes sociales en la definición de objetivos y acciones.

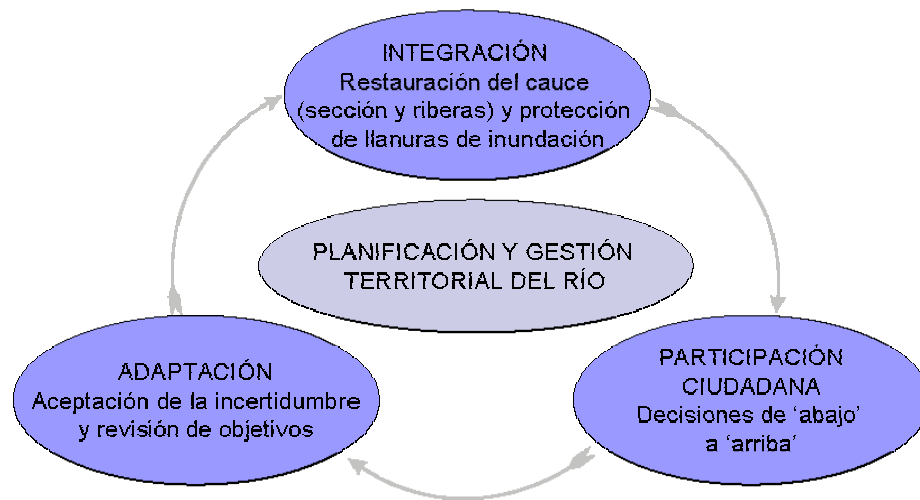
En sentido complementario, la participación es capaz de cambiar el comportamiento de los ciudadanos a nivel de compromiso y responsabilidad ante un proyecto aprobado de manera consensuada. Romper con el rol técnico de la planificación ha supuesto y supone un continuo esfuerzo por la apertura. Una apertura por unos planes que escuchen y debatan las repercusiones desde la pluralidad de voces. Un enfoque muy diferente a la perspectiva tradicional enclavada en el contrasentido de tratar el interés público como si fuera una voz unitaria que un técnico mismo pueda definir por apoyar las decisiones tomadas.

La consideración y el respeto por el amplio espectro de necesidades y valores es el que asegura que todo el mundo tenga niveles de responsabilidad compartida y que, por lo tanto, nadie tenga un poder determinante. En definitiva, un plan participativo tomará la dirección 'de abajo a arriba' como vía alternativa y contraria al procedimiento 'de arriba abajo' en el planteamiento y ejecución de un plan.

En la práctica significa no delegar al experto que actúe sino crear una intersección, o convergencia, entre los aspectos sociales y naturales en lo que se ha denominado equidad ambiental (National Research Council, 1999). 'Our water, our future: the need for new voices in California' (Gomez y Wong, 1997) es el título de un libro crítico con la planificación del agua, la californiana, que continúa al servicio de las prácticas y filosofías del pasado, no extendiéndose al rol social, cultural y religioso del agua. Estas reflexiones no surgen de la nada. Las recientes sequías e inundaciones de aquella región, la competición creciente por el agua y los costes al alza han alimentado un sentido de urgencia, cada vez más firme, por enderezar la gestión de este recurso (Arrojo et al. 1997).

Estos tres atributos **-integración, participación y adaptación** - componen lo que se ha denominado en este trabajo modelo de **'Planificación y Gestión Territorial de los ríos'** (Fig. 15), que análogamente al definido genéricamente para esta tesis

(Modelo de Planificación Territorial del agua, ver capítulo 2), intenta adaptar los métodos tradicionales de actuación a los problemas contemporáneos asociados al agua (en este caso a los ríos), desde una perspectiva territorial. En los sucesivos apartados se realizará aplicación de estos principios modelo en la región de estudio de esta tesis (el delta del Guadalfeo), centrándose en el proceso de **Integración** a modo de propuesta de Plan de actuación.



**Figura 15. Modelo de Planificación y Gestión Territorial de los ríos**

*Fuente Elaboración propia*

## **4. PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN TERRITORIAL DEL DELTA DEL RÍO GUADALFEO**

### **4.1 INTRODUCCIÓN**

Como ya se ha explicado a lo largo de este capítulo, puede decirse que el principal problema que explica la disociación ciudad-río y la pérdida de los valores naturales de éstos, obedece a un hecho inherente y característico de este tipo de medios como es la presencia recurrente e histórica de las inundaciones y sus catastróficos efectos (Baena Escudero, 2004). La lucha contra ellas ha sido pues, la máxima prioridad a la hora de intervenir en los ríos y su entorno, lo que explica en gran parte la situación de artificialidad y a veces hasta de marginalidad que presentan muchos de ellos.

Como resultado en cambio, se ha logrado reducir la frecuencia y magnitud de las crecidas, ganando en seguridad para las actividades humanas, pero a la vez induciendo una mayor presión urbanizadora sobre los antiguos espacios inundables (Guerrero Amador, 2004). Se alcanza así un nuevo desequilibrio ciudad-río en el que a largo plazo se incrementa de nuevo el riesgo potencial, esta vez ante fenómenos hidrológicos extremos.

De todo ello se desprende la necesidad de acometer definitivamente un cambio en las concepciones de intervención en los espacios fluviales, que deben dejar de ser exclusivamente hidrológicas y estructurales, para dar paso a otras de respeto y restauración del medio natural. Esto nos brinda la oportunidad no sólo de compatibilizar desarrollo y conservación, sino también y más importante, de conseguir una mayor durabilidad y sostenibilidad de las actuaciones.

En este sentido, la recuperación de los ríos como principal activo del Patrimonio Natural pasa ineludiblemente por conseguir devolverles su valor excepcional desde el punto de vista estético, ecológico, fisiográfico, cultural,... Esto podría garantizarles a largo plazo una consideración de espacios abiertos de valor



estratégico para la sociedad, afianzando la presencia del pasado de la ciudad en el presente, a la vez que se favorecería el turismo y el desarrollo local (Baena Escudero, 2004).

Así, y como resumen de las consideraciones realizadas a lo largo del capítulo, pueden definirse dos principios fundamentales en la Gestión Territorial de los espacios fluviales que integran los aspectos ambientales propios de la gestión ecocéntrica, y los sociales propios de la Antropocéntrica.

El primer principio se basa en la necesidad de asumir que *las inundaciones son fenómenos naturales* que responden a procesos extremos pero habituales en los ríos, de ahí la existencia de las llanuras de inundación en las que se asientan las ciudades ribereñas. Es por tanto un hecho que la sociedad es la que induce el riesgo a medida que aumenta su presión. Por ello es evidente, que para reducir el riesgo es necesario ***planificar y ordenar el territorio fluvial, disminuyendo la actividad humana, buscando usos compatibles con la ocupación ocasional del agua y aumentando los espacios de libertad del río.*** Para ello deben utilizarse los instrumentos legales existentes, desde la Directiva Marco del Agua, hasta los Planes Generales de Ordenación Urbana, pasando por otras leyes sectoriales como la Ley de Costas, la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía, la Ley de Protección Ambiental o los Planes Hidrológicos de Cuenca.

El segundo se basa en la *recuperación ambiental del cauce*, como un elemento más del sistema fluvial integrado en la llanura de inundación. Así, deberá propiciarse la ***recuperación de la dinámica fluvial*** -trazados meandriiformes que permitan recuperar el equilibrio natural del río-, el diseño de una ***sección más acorde con los movimientos naturales del agua*** -cauce de aguas bajas y altas- y por último, la ***restauración de la vegetación de ribera*** mediante la utilización de técnicas de bioingeniería que permitan la revegetación de las márgenes y la rehabilitación del corredor ripario.

Cada uno de estos aspectos requeriría de un estudio específico y detallado que analizara en profundidad los procesos existentes, tanto urbanos como naturales. En este capítulo se ha desarrollado una propuesta general de planificación y protección de los espacios del delta basada en los principios anteriores, planteando algunas directrices que pueden ayudar en el desarrollo futuro de un Plan Especial de actuación y protección de la zona.

La elección del Delta del río Guadalfeo se justifica por el hecho de que es la zona en la que se presentan con más claridad los conflictos antrópico-naturales de los sistemas fluviales anteriormente descritos. De hecho, el análisis realizado pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo actuaciones que detengan la progresiva ocupación del delta, conserven y potencien este espacio ‘natural’ mediante su adecuación para el uso urbano restringido, aprovechando el inmenso potencial que aún posee esta zona y convirtiéndolo en una zona de referencia en el litoral.

Para ello, se han propuesto dos figuras de protección; un **área no urbanizable** en la que sólo se permitirán usos agrícolas compatibles con la ocupación transitoria de agua (fundamentalmente regadíos tradicionales y subtropicales). Su función será, además de permitir la laminación de avenidas, la de conservar una pequeña parte de la agricultura tradicional existente en la zona, que como ya se ha explicado anteriormente (ver Capítulo 3), se encuentra en vías de desaparición a causa de la finalización de las ayudas europeas, y sin embargo posee una gran importancia histórica y patrimonial para la zona, pues ha supuesto durante siglos la principal fuente de riqueza y punto de encuentro de todos los fenómenos sociales y económicos de la región.

Así mismo, se propone otra franja de actuación a modo de **corredor fluvial**, cuya función sea la de conectar ambientalmente los ecosistemas de la parte alta y baja de la cuenca, y también dotar a la región de un espacio de uso multifuncional metropolitano. En este lugar convivirán la agricultura tradicional (parque agrario), los usos ambientales del agua (cauce, corredor ripario, marismas,...), los usos

recreativos (zonas deportivas, merenderos, vías verdes, pequeños embarcaderos,...) así como cierto uso urbano-disperso asociado a las actividades anteriores (pequeños centros de transformación y comercialización de productos agrarios, observatorios y centros de educación ambiental, pequeños restaurantes y centros de agroturismo...). De la misma forma, este espacio permitirá la laminación de las ocasionales avenidas y la protección de los espacios ribereños del río frente a la ocupación intensiva, potenciando su integración como parque metropolitano para los municipios de la costa.

## 4.2 EL DELTA DEL RÍO GUADALFEO

Sin lugar a dudas, el sistema fluvial del río Guadalfeo ha representado el principal hito geográfico de la costa de Granada, a la vez que uno de los más importantes recursos socioeconómicos, ambientales, culturales y patrimoniales con los que esta región ha contado desde tiempos inmemoriales.

Este delta conforma un complejo ecosistema donde han interactuado multitud de componentes dentro y fuera del cauce, extendiéndose por buena parte de la llanura de inundación, en la cual, gracias a los procesos de sedimentación ocasionados por la laminación de avenidas, se ha podido desarrollar una importante actividad agraria. En la Figura 16 puede verse como ya en el siglo XIX existía en la región una intensa actividad agrícola apoyada en un considerable sistema hidráulico de acequias, lo cual es indicio de la importancia de este sistema para la costa de Granada, económica y culturalmente.



Figura 16. Situación del Delta del río Guadalfeo en el año 1872

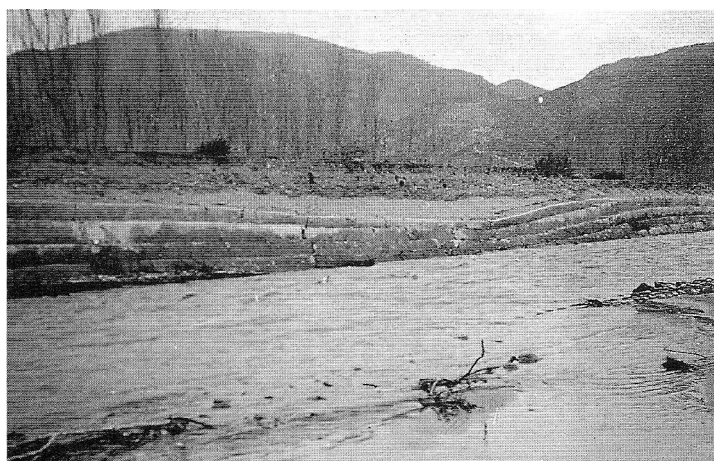
Fuente: Caja General de Ahorros, 2001

Se trata pues de un territorio donde han entrado en contacto y en colisión dos grandes sistemas: el fluvial como sistema natural con importantes condicionantes de riesgo en su dinámica (migración de meandros, derrumbamientos de márgenes, inundaciones,...) y la actividad humana (antiguamente sólo la agricultura tradicional, pero hoy en día la urbanización y los invernaderos) exponente de las perturbaciones que puede llegar a introducir el hombre en un sistema natural.

Las avenidas del río Guadalfeo producían efectos nocivos en los terrenos fluviales, el inmediato en forma de inundación de los terrenos colindantes y otro derivado del depósito de los materiales que la crecida arrastraba en el tramo final del cauce fluvial, con la consiguiente colmatación del mismo que aumentaba según se iban recreciendo las defensas existentes. El estado del cauce al inicio de la segunda década del siglo, causaba gran alarma entre los agricultores, ya que el lecho del río estaba más alto que los terrenos cultivados, sobre-elevación que en algunos tramos alcanzaba hasta los 8 metros. Ante esta amenaza, los vecinos de Motril solicitaron en Mayo de 1.913 a la autoridad hidráulica la canalización del encauzamiento del río, para resolver no solo el problema de las inundaciones, sino también el aumento de las zonas pantanosas de la vega, consecuencia de la sobre-elevación del citado lecho (Caja General de Ahorros, 2001).

Así, en el año 1.917 se ejecuta una primera fase de la obra que termina en el año 1.965, cuando se finaliza el encauzamiento desde el azud del vínculo hasta su desembocadura, terminando con el problema de las inundaciones y de los arrastres de sedimentos. En este período se sucedieron algunas crecidas importantes, como la de 1.937 (Fig. 17), 1.945 ó 1.950; en esta última murieron 6 personas que vivían en las cercanías del cauce de la antigua carretera de Granada (Caja General de Ahorros, 2001).





**Figura 17.** Crecida del Guadalfeo del año 1.937

*Fuente* Caja General de Ahorros, 2001

La ‘seguridad’ inducida por la creación de esta infraestructura (Fig. 18) genera una multiplicación de las actividades económicas de la zona; la consolidación de la agricultura, cierto uso urbano y en los últimos años, invernaderos.



**Figura 18.** Obra de Encauzamiento del Río Guadalfeo en 1946

*Fuente* Motril, una visión del siglo XX, Caja General de Ahorros (2001).

De hecho, si se observa la evolución de los usos del suelo (Fig. 19), puede verse cómo a partir de los años 50 comienza la progresiva desaparición de espacios naturales que son sustituidos por la agricultura de secano, y posteriormente por el regadío. Así mismo, comienza a fragmentarse el parcelario y a aparecer invernaderos y urbanización dispersa, aumentando la actividad económica del lugar.

Aún así, la existencia de grandes superficies dedicadas a la agricultura tradicional (caña de azúcar), hacen posible la recuperación de ciertos espacios de libertad para el río a pesar de la progresiva ocupación de la urbanización sobre todo en la desembocadura (Fig.20).

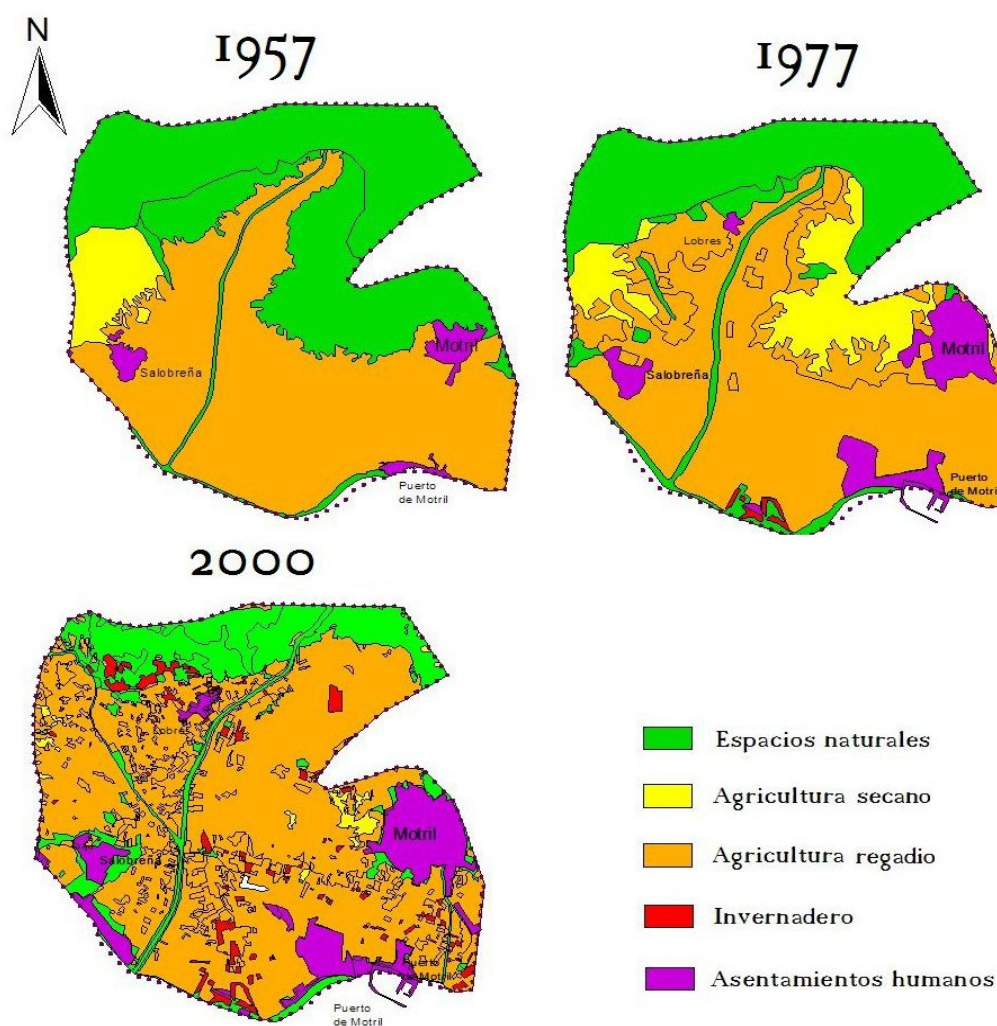


Figura 19. Evolución de los usos del suelo en el Delta del Guadalfeo

Fuente: Elaboración propia a partir de Campaña, 2005





**Figura 20.** Delta del Guadalfeo

Fuente <http://pueblosdespana.com>



Respecto del cauce, las características del encauzamiento han generado una ausencia total de lugares para el uso urbano, originando un espacio abandonado y muy deteriorado en el que cualquier posibilidad de uso queda automáticamente imposibilitada, entre otras cosas por la falta de accesibilidad (Fig. 21). Por otro lado, en algunas zonas cercanas al cauce la actividad humana ha llegado a ocupar el espacio más inmediato a las márgenes, las cuales presentan además un deficiente estado ambiental además de problemas de inestabilidad y derrumbamientos (Fig.21).



**Figura 21. Encauzamiento del Río Guadalfeo en el delta**

*Fuente Elaboración propia*



**Figura 22. Actividades urbanas e industriales en las márgenes del río Guadalfeo**

*Fuente Elaboración propia*

Muestra de este proceso de ‘desnaturalización’ es el estado de la desembocadura del río (Fig. 23, dos muros de hormigón que conducen el agua sobrante directamente al mar, creando una barrera impenetrable entre ambas márgenes del río, sólo salvada por los puentes para el tráfico rodado, ya que no existe ningún paso peatonal entre ellas.



**Figura 23.** Estado actual de la desembocadura del río Guadalfeo

*Fuente Elaboración propia*

Por todo ello, es evidente la necesidad de recuperar de alguna forma el sistema fluvial perdido por años de tecnificación y uso incontrolado, rescatar parte de su identidad natural y posibilitar el uso urbano de los espacios asociados al río. Todo ello pasa porque la ciudadanía exija este tipo de actuaciones para la mejora de su relación con el río y que los poderes públicos reaccionen de manera adecuada, proporcionando fondos y fomentando la participación pública y privada en esta idea. El enorme potencialidad de este lugar aún en bajo estado de explotación, como *conector ambiental* de las partes altas y baja de la cuenca y como *parque agrario-fluvial periurbano* que sirva de lugar de esparcimiento para los municipios de la Costa de Granada, hacen necesario la toma de decisiones a este respecto en los Planes Generales de Ordenación Urbana, en contra de la tendencia general de seguir urbanizando los espacios ribereños.

### 4.3 PROPUESTAS DE ACTUACIÓN EN EL DELTA DEL GUADALFEO

En base a todo lo anterior, se va a realizar en este apartado una propuesta general de *ordenación y protección del territorio fluvial del delta del río Guadalfeo*, cuyo objetivo principal será dotar de espacios de libertad al río y potenciar su utilización como área multifuncional.

El primer elemento a considerar para la delimitación de estos espacios debe ser la inundabilidad, pues como se ha dicho, determina el riesgo existente para las actividades humanas y el espacio de libertad máximo del río. Por ello, tal y como se está comenzando a hacer en los entornos fluviales asociados a espacios antropizados, se va a elaborar una **cartografía de riesgo de inundabilidad** que permite determinar qué usos se verían afectados en caso de avenida.

A primera vista, en la Figura 24 puede observarse que existen algunos núcleos urbanos muy cerca del cauce, lo cual puede provocar un grave desastre en caso de avenida. Además, existe una tendencia clara de expansión del invernadero desde la zona más oriental de Carchuna hacia el delta, lo cual además de generar una mayor impermeabilización del suelo y por tanto una mayor escorrentía superficial, supondría un riesgo adicional dado el carácter permanente de estas construcciones, más cerca de la actividad industrial que de la agrícola.

Así, la elaboración de una cartografía de riesgo puede proporcionar la información necesaria para plantear posibles reubicaciones de usos en riesgo así como medidas de protección especial en aquellas zonas consolidadas que no puedan reubicarse en otros sitios más seguros.

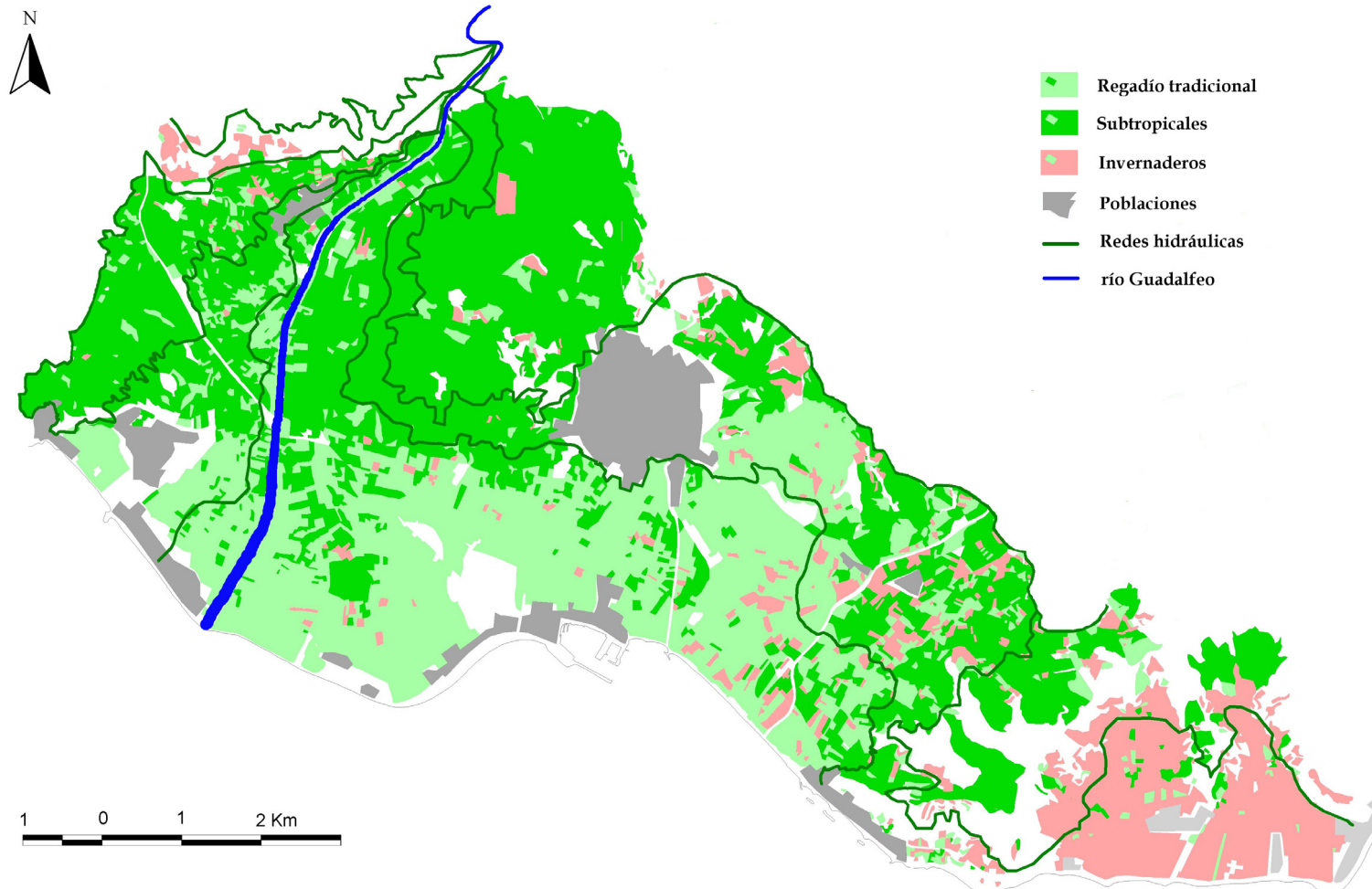
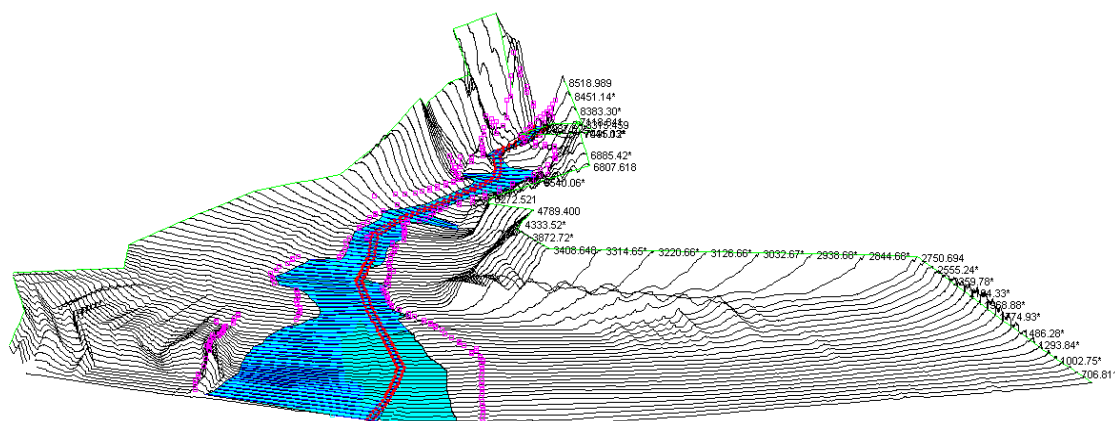


Figura 24. Situación actual del Delta del Guadalfeo (datos del 2002)

Fuente *Elaboración propia*



Así, se ha procedido al cálculo de la llanura de inundabilidad del río Guadalfeo necesaria para la elaboración de esta cartografía de riesgo, utilizando el Modelo hidrológico **HEC-RAS**<sup>1</sup> y la extensión **HEC-GEORAS**<sup>2</sup> (Fig. 25). Para ello, se ha requerido la elaboración de un modelo digital de terreno y de su caracterización mediante la rugosidad correspondiente a los diferentes usos del suelo existentes (coeficiente de manning) lo cual se ha llevado a cabo mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (Arc View en este caso). El caudal de diseño considerado para el cálculo hidrológico es el correspondiente a la avenida de periodo de retorno de 500 años, ya que como se ha dicho en apartados anteriores, es el perímetro de protección que establece la ley ante avenidas (en las cartografías de riesgo en ocasiones se utiliza también la avenida de los 100 años). En la cuenca de estudio este dato corresponde al caudal de diseño del embalse de Rules para dicho periodo de retorno (2.680 m<sup>3</sup>/s) (Confederación Hidrográfica del Sur, 1999).



**Figura 25. Captura del resultado de inundabilidad obtenido por el modelo hidrológico HECRAS**

*Fuente Elaboración propia*

<sup>1</sup> Modelo hidrológico desarrollado por el cuerpo de Ingenieros Civiles en Estados Unidos, de disposición gratuita en Internet. Se trata de un modelo unidimensional basado en las ecuaciones de energía y de cantidad de movimiento (para flujo no permanente), cuyas pérdidas son calculadas por las ecuaciones de manning y el coeficiente de contracción/expansión entre las secciones.

<sup>2</sup> Extensión del programa Arc View, -Sistema de Información Geográfica- que ha servido para exportar los resultados del modelo hidrológico al entorno cartográfico en el que se ha llevado a cabo todo el análisis territorial de este trabajo.

El hecho de que este río se encuentre regulado por un embalse aguas arriba hace menos probable la inundación, ya que para que esto se produjera, debería darse la avenida de los 500 años en un momento en el que el embalse estuviese cercano al nivel máximo y se viera obligado a aliviar, lo cual según los actuales protocolos de seguridad de las presas no debería ser posible (Confederación Hidrográfica del Sur, 2001).

Esto no exime de la necesidad de tener en cuenta esta posibilidad en el planeamiento urbano, por lo que debe elaborarse la cartografía de riesgo de igual forma. Así, utilizando el soporte informático descrito anteriormente, se ha calculado de forma aproximada (dadas las limitaciones de la cartografía disponible; 1:1000 en las zonas más próximas al cauce y 1:5.000 en las más alejadas) la llanura de inundación del último tramo del río, desde el lugar en el que la abrupta topografía da paso a la llanura del delta del río.

En las Figuras 26 y 27 puede verse la llanura de inundación obtenida, unas 950 hectáreas de suelo, superficie considerable si se tiene en cuenta la extensión total del delta. Utilizando los sistemas de información geográfica pueden obtenerse los usos del suelo afectados por la llanura de inundación (Fig. 29), los cuales pueden clasificarse en función del nivel de riesgo.

El más bajo correspondería a la agricultura arbórea (*subtropicales en riesgo*), ya que sería el menos afectado en caso de avenida, seguido por los *regadíos tradicionales*, los cual sí sufrirían mayores pérdidas económicas dado el carácter menos resistente de este tipo de cultivos (hortalizas fundamentalmente). Los usos que podrían sufrir mayores daños con la inundación serían sin duda los *invernaderos*, -dado su carácter permanente y en cierto modo urbano-, las *infraestructuras viarias* -ya que son el soporte del transporte y la comunicación entre las poblaciones- y claro esta, los *núcleos urbanos*, donde las inundaciones pueden provocar grandes daños económicos pero también la pérdida de vidas humanas, por lo que deberá prestarse especial atención a su protección.

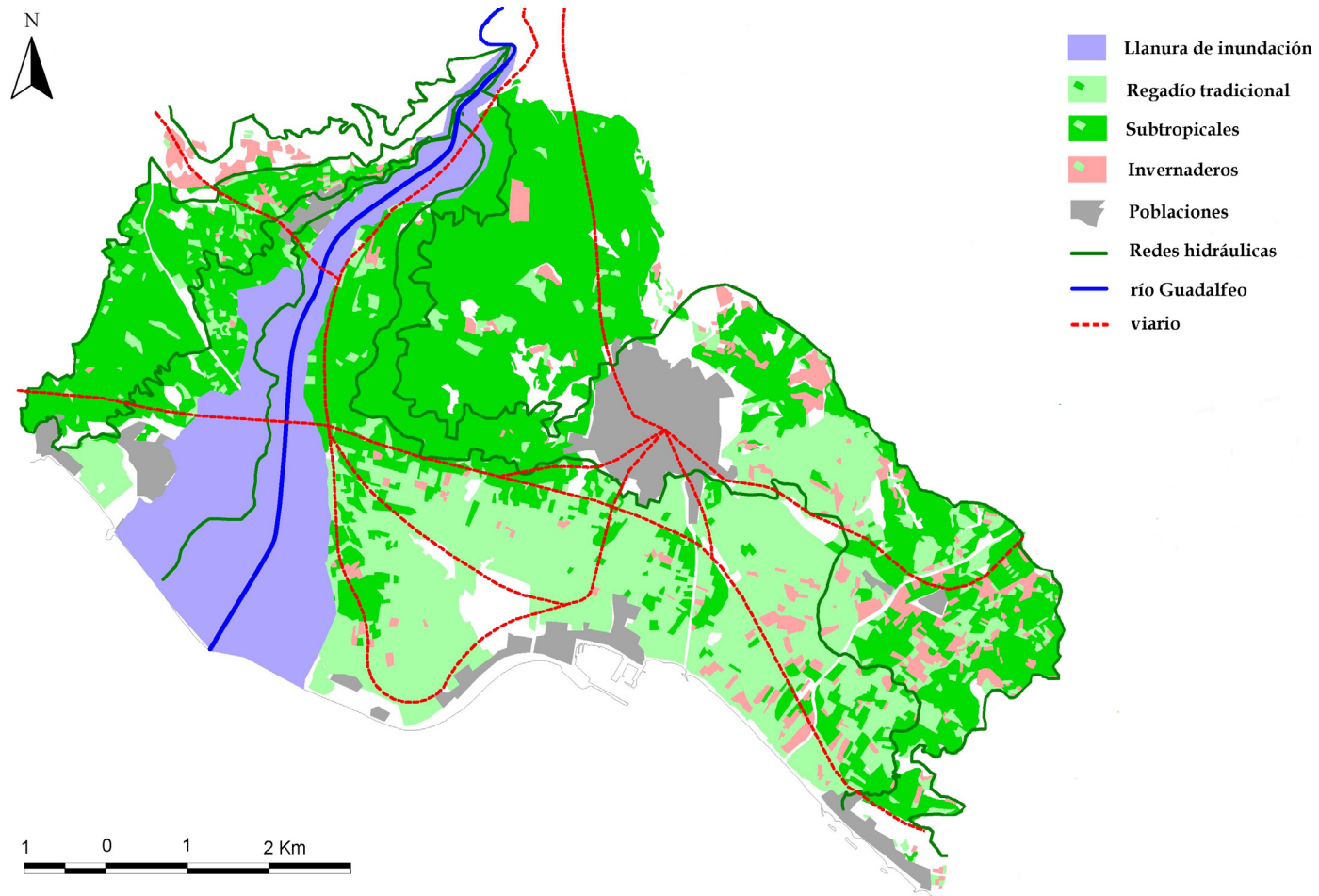


Figura 26. Llanura de inundación aproximada del río Guadalfeo para la avenida de período de retorno de 500 años I

Fuente *Elaboración propia*





**Figura 27.** Llanura de inundación aproximada del río Guadalfeo para la avenida de período de retorno de 500 años II

*Fuente Elaboración propia*



En el caso de estudio (Fig. 29) puede observarse que respecto de los invernaderos, apenas existen unos pocos en la llanura de inundación (menos de 7 hectáreas), por lo que sería factible su re-localización en otras zonas. Esto no resulta fácil sin embargo en las zonas urbanas, ya que existe un área consolidada de un tamaño considerable junto a la desembocadura del río (anexo al núcleo de Salobreña), lo cual hace muy difícil su traslado a otro lugar, aún más si se considera que responde a un uso turístico intensivo y muy rentable. Para solucionar este problema sería necesario realizar un estudio específico en el que se planteen protecciones que impidan la inundabilidad de esta zona (motas en las inmediaciones de la urbanización, ampliación del encauzamiento para reducir la altura de la lámina de agua, zonas de infiltración para disminuir el caudal de escorrentía...).

Respecto del viario, en la Figura 29 puede observarse que los dos pasos existentes podrían verse afectados por un avenida de este tipo, por lo que dado el carácter estratégico de estas infraestructuras, debería llevarse un estudio hidrológico detallado en el que se analizase la altura de la lámina de agua alcanzada bajo los puentes de paso y en los tramos de carretera afectados, así como los fenómenos de erosión de pilas que pueden provocar el derrumbamiento de la estructura (Fig. 28).



**Figura 28.** Erosión en la zona de pilas del viaducto de la N-340 sobre el río Guadalfeo

*Fuente Elaboración propia*

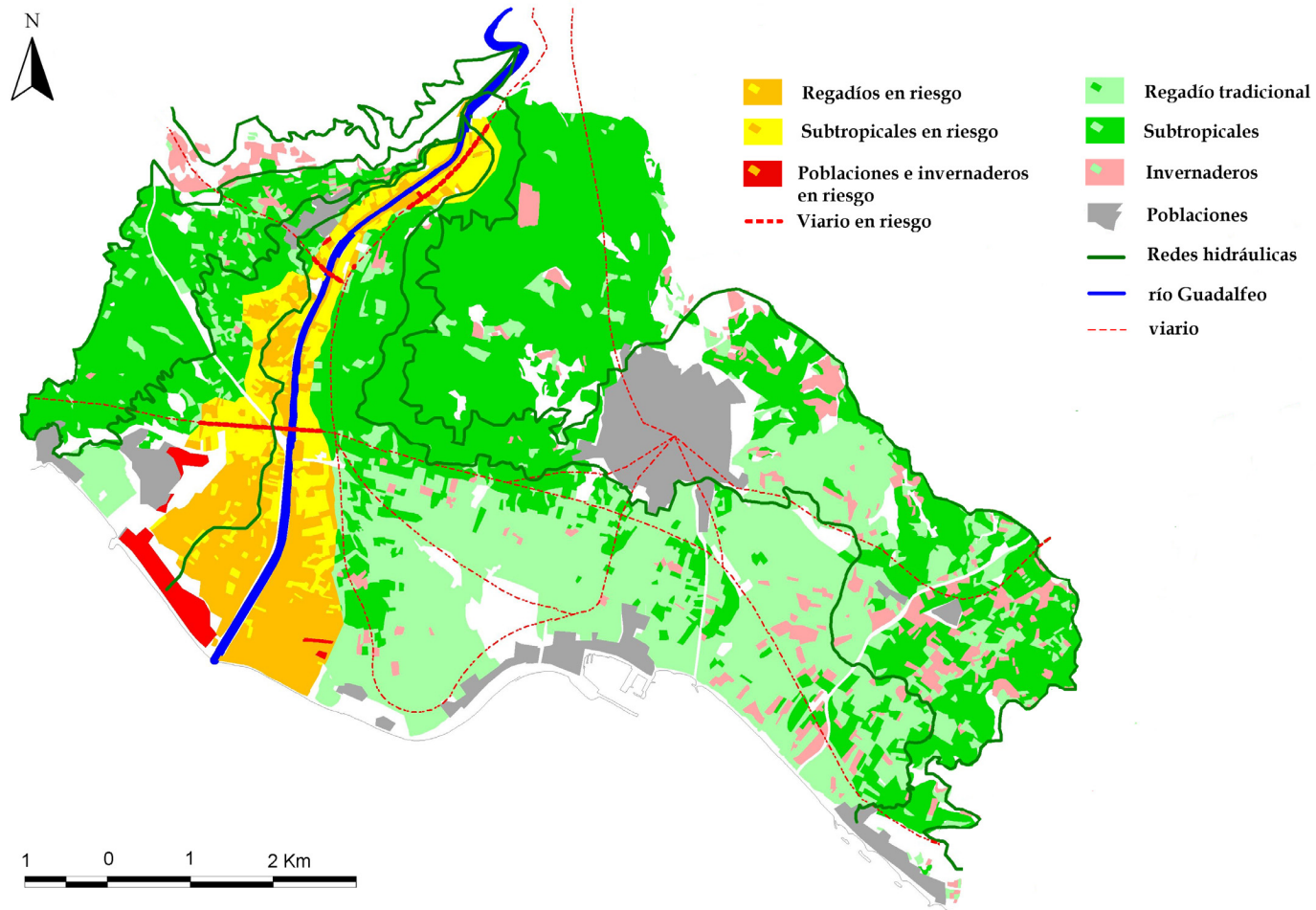


Figura 29. Usos en riesgo de inundación por la avenida de período de retorno de 500 años

Fuente *Elaboración propia*

Una vez determinadas las zonas con riesgo de inundación, es necesario realizar una ordenación de los usos existentes estableciendo figuras de protección, para recuperar la identidad de los territorios del delta, y al mismo tiempo evitar que sigan creciendo los usos incompatibles con la ocupación transitoria de agua.

Para delimitar estos espacios de protección debe acudir a las referencias legales en materia de agua existentes en la actualidad (analizadas anteriormente). Así, según la Directiva Marco del Agua, debe proporcionarse al río un espacio de libertad que permita el desarrollo de las funciones propias de un sistema fluvial, y aunque no define específicamente la limitación de este espacio, parece lógico pensar que las zonas inundables correspondientes a la llanura de inundación de período de retorno de 500 años, definidas por Ley Estatal del Régimen del Suelo español como zonas no urbanizables (ver apartado 3), podrían conformar en este caso el denominado **‘Espacio de Libertad’**.

Así, este espacio protegido podría cumplir las funciones hidrológicas y ambientales propias de los ríos, al mismo tiempo que otras asociadas a la conservación del patrimonio y la identidad cultural de la zona, así como al uso ciudadano dado su carácter de espacio abierto. Se propone por tanto la creación de un **corredor agrario-fluvial** cuyas funciones serían las siguientes:

- Dotar al río de un espacio de libertad que le permita recuperar parte de su identidad hidrológica perdida.
- Proteger los espacios ribereños de una ocupación masiva.
- Recuperar los espacios del delta para la conservación de la agricultura tradicional como valor patrimonial de la zona, y para el uso y disfrute de los ciudadanos.
- Conectar ambientalmente los ecosistemas de la parte alta de la cuenca con el delta del río y por tanto, con el mar.

Resultaría por tanto un espacio protegido que es necesario acotar y planificar conforme a una prioridad de usos compatibles con estas funciones. Para ello se han seguido las recomendaciones francesas para la *limitación y el uso de los Espacios de Libertad de los ríos* (Malavoi, 1998), las cuales establecen dos perímetros diferentes.

El primero, denominado **'EMAX'** (espacio de movilidad máxima) comprendería el espacio de movilidad ideal del río, basado teóricamente en los movimientos del río en el plazo de milenios. Dado la dificultad de establecer este límite así como su previsible gran extensión, se ha considerado suficiente tomar el espacio definido por la llanura de inundación calculada, correspondiente al movimiento del río en un período de 500 años, y cuyo uso debe ser restringido como Suelo No Urbanizable.

El segundo, -incluido en el primero-, se denomina **'EFUNC'** (espacio de movilidad funcional) y corresponde al espacio necesario para que el río recupere su equilibrio teniendo en cuenta las restricciones socio-económicas de la zona (asentamientos humanos, áreas industriales, viario...). En el caso de estudio, la existencia de la antigua carretera Nacional N-323 en la margen izquierda del río marcaría el límite de este último espacio. Dado que la llanura de inundación no alcanza este viario por poca distancia, se ha creído conveniente incorporarla al corredor (anexo corredor) para evitar la creación de una 'isla' cuya utilización podría originar tensiones entre ambos espacios (Fig. 29). En la margen derecha, la presencia del canal de la cota 50, creado en el siglo XIX y de gran importancia patrimonial, podría utilizarse como el otro límite, pues además de permitir su conservación, supone un hito importante en la zona.

De esta forma, el espacio de movilidad máxima (EMAX) sería el formado por la llanura de inundación más una pequeña franja que limita con la antigua N-323 (Fig. 29). Incluido en este espacio se situaría un espacio protegido (EFUNC) denominado **Corredor fluvial**, y que estaría formado por parte de la llanura de inundación (en la Fig. 29 *Zona protegida 1; corredor*) más una franja comprendida entre ésta y la N-323 (en la Fig. 29 *Zona protegida2 ; anexo corredor*).

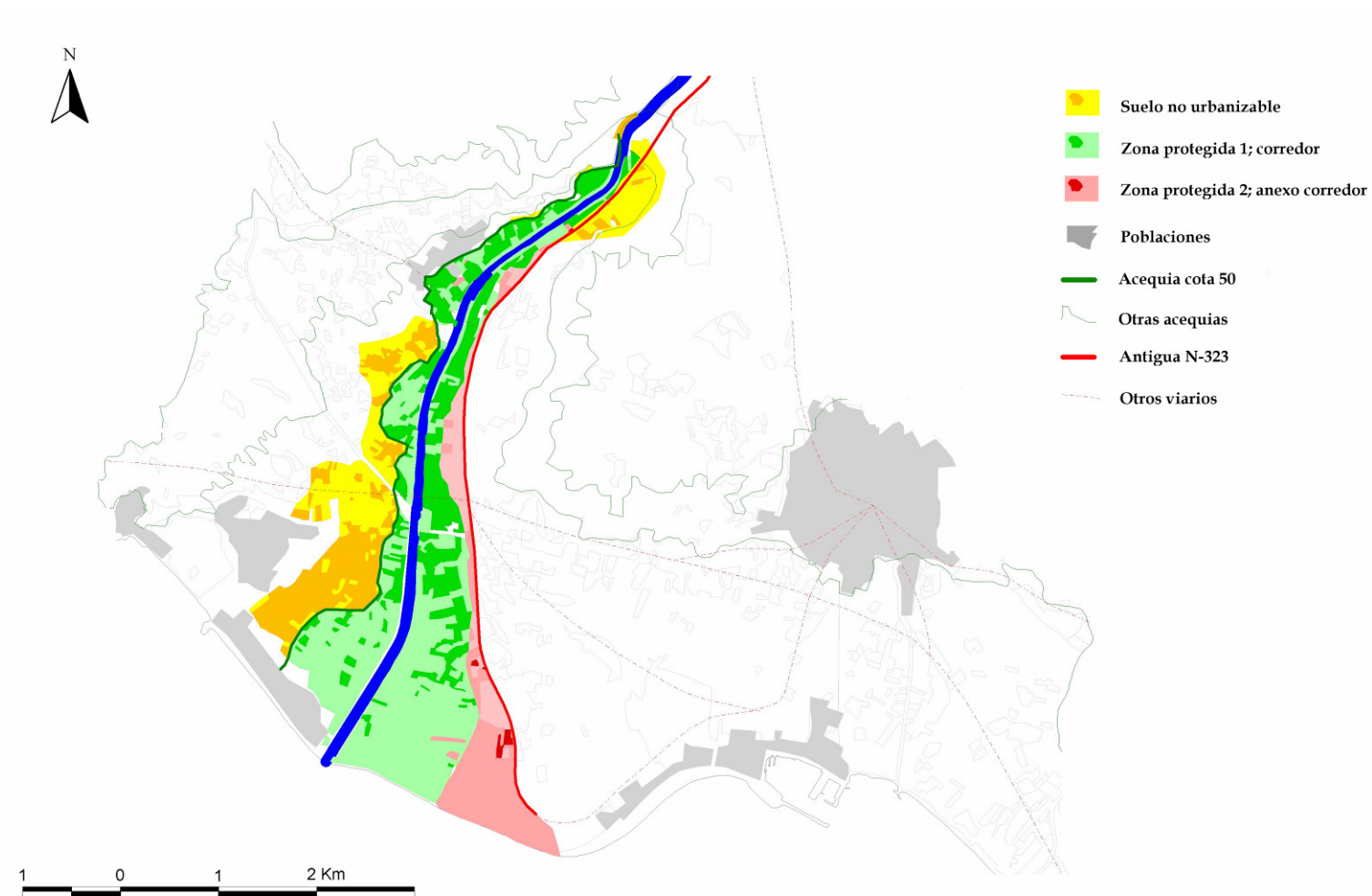


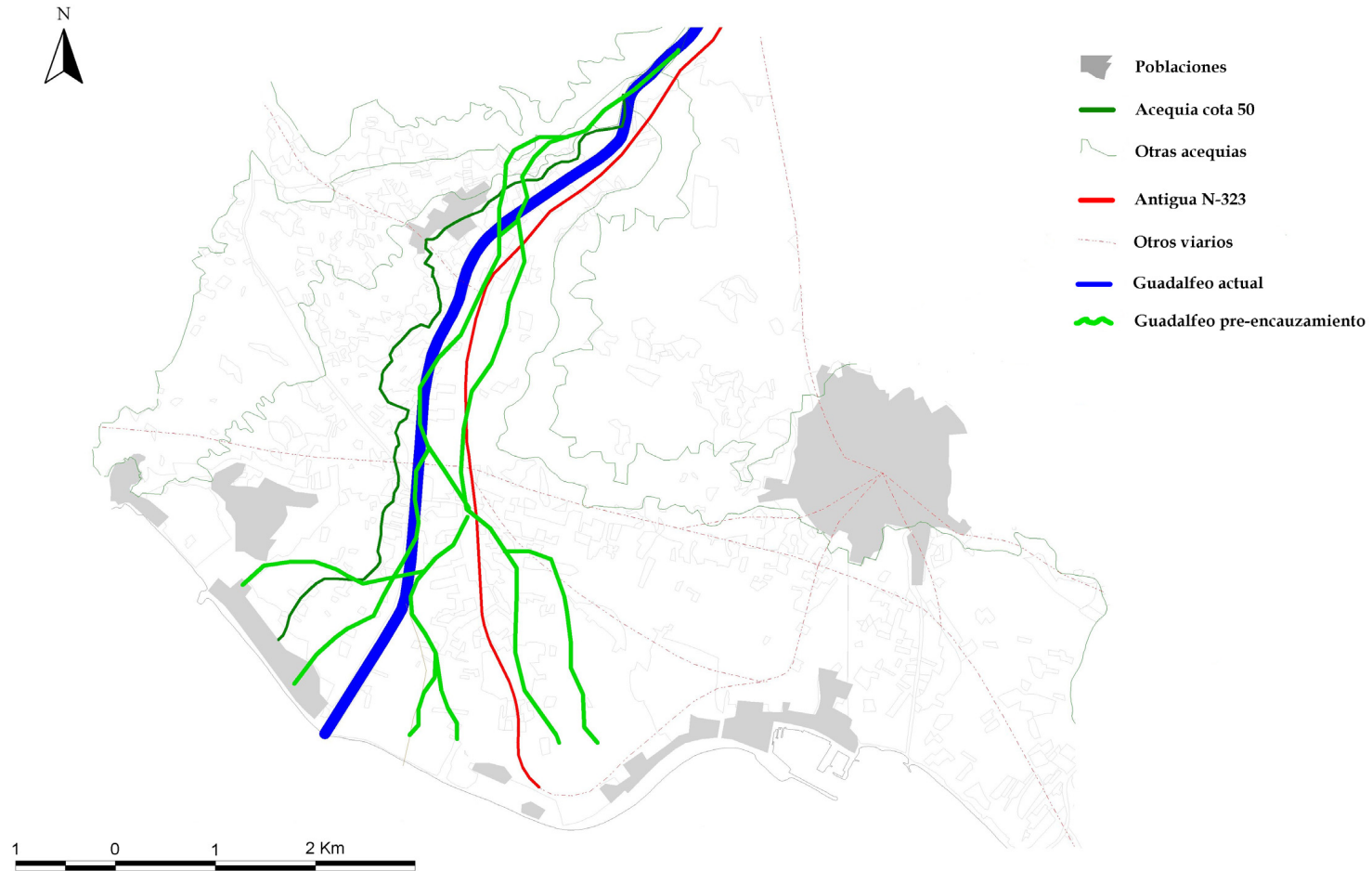
Figura 30. Definición del Espacio máximo de movilidad del río Guadalfeo (EMAX) y primera zonificación de usos

Fuente *Elaboración propia*

De esta forma, se obtienen dos espacios diferentes (Fig. 30); un **área no urbanizable** en la que sólo se permitirían usos agrícolas compatibles con la ocupación transitoria de agua (fundamentalmente regadíos tradicionales y subtropicales), cuya función sería permitir la laminación de avenidas, mantener y conservar una muestra de la agricultura tradicional de la zona de gran importancia histórica y patrimonial, y proteger la llanura de inundación de la ocupación intensiva.

Así mismo, se propone otra franja de actuación a modo de **corredor fluvial**, cuya función sería la de conectar ambientalmente los ecosistemas de la parte alta y baja de la cuenca, y también dotar a la región de un espacio de uso multifuncional metropolitano. En este lugar convivirían la agricultura tradicional (parque agrario), los usos ambientales del agua (cauce, corredor ripario, marismas,...), los usos recreativos (zonas deportivas, merenderos, vías verdes, pequeños embarcaderos,...) así como cierto uso urbano-disperso asociado a las actividades anteriores (pequeños centros de transformación y comercialización de productos agrarios, observatorios y centros de educación ambiental, pequeños restaurantes y centros de agroturismo...). De la misma forma, este espacio permitirá la laminación de las ocasionales avenidas y la protección de los espacios ribereños del río frente a la ocupación intensiva, potenciando su integración como parque metropolitano para los municipios de la costa.

El corredor fluvial debería utilizarse también, según los principios planteados anteriormente, para recuperar de alguna forma el trazado natural del río. En la Figura 31 puede observarse que el río Guadalfeo, antes de su encauzamiento en 1.917, poseía un trazado típicamente trenzado, unificándose en un solo y cambiando la dinámica de sedimentación del río, tanto en la llanura de inundación como en la desembocadura. De hecho, puede observarse que el principal punto de sedimentación del delta se encontraba en la prolongación de la antigua N-323, pues es ahí donde se sitúa la ‘punta’ del delta. Así mismo, se observa cómo la desembocadura post-encauzamiento está cambiando el perfil del litoral generando una nueva acumulación de sedimentos.



**Figura 31. Trazado del río Guadalfeo anterior al encauzamiento**

*Fuente Elaboración propia*



Así, en un intento por ‘recuperar’ de alguna forma este trazado primigenio, se proponen dentro del corredor fluvial una serie de nuevos ‘brazos de cauce’ que podrían generar sus propios meandros, y que transportarían caudales de forma limitada para controlar los posibles riesgos para las zonas colindantes, y la posible afección al perfil del litoral y por tanto a las playas (Fig. 32), siendo el principal cauce de evacuación el ya existente. Estos nuevos ‘brazos’ dotarían al sistema de una mayor naturalidad, al mismo tiempo que mejorarían la calidad ambiental del lugar y las oportunidades de uso ciudadano. La creación de dos islas artificiales podrían favorecer la recuperación del carácter de marisma del delta.

Así mismo, en el corredor agro-fluvial podrían delimitarse dos espacios de utilización diferentes, con el fin de establecer una gradación en el uso del suelo a modo de ‘tampón’ (Fig. 32); un espacio **tipo 1** en la parte más alta del delta donde el uso natural fuera el predominante, y otro **tipo 2** cercano a la desembocadura donde la actividad humana fuera más intensa, respetando siempre los usos definidos anteriormente.

Para completar la propuesta de restauración y rehabilitación del espacio fluvial, sería necesario recuperar la sección del cauce y su vegetación de ribera, para lo cual se propone su transformación en una más acorde con la dinámica natural del agua, tal y como se ha comentado anteriormente. Esta sección contaría con dos partes principales; un cauce de aguas bajas que se diseñaría para el caudal de la máxima crecida ordinaria, y otra zona en el que se permitiera ciertos usos recreativos muy restringidos que se inundarían frecuentemente (ver Fig. 9).

Sería necesario por tanto dotar al cauce de un sistema de alerta hidrológica que avisara de la obligada evacuación del cauce (como el existente en el río Besós) para evitar riesgos para los ciudadanos. Así mismo, los materiales empleados para la restauración de la márgenes de esta sección, estarían basados en las técnicas de bioingeniería descritas anteriormente, que permitirían la recuperación de la vegetación natural del río y la creación de un corredor ripario (ver Fig. 10).



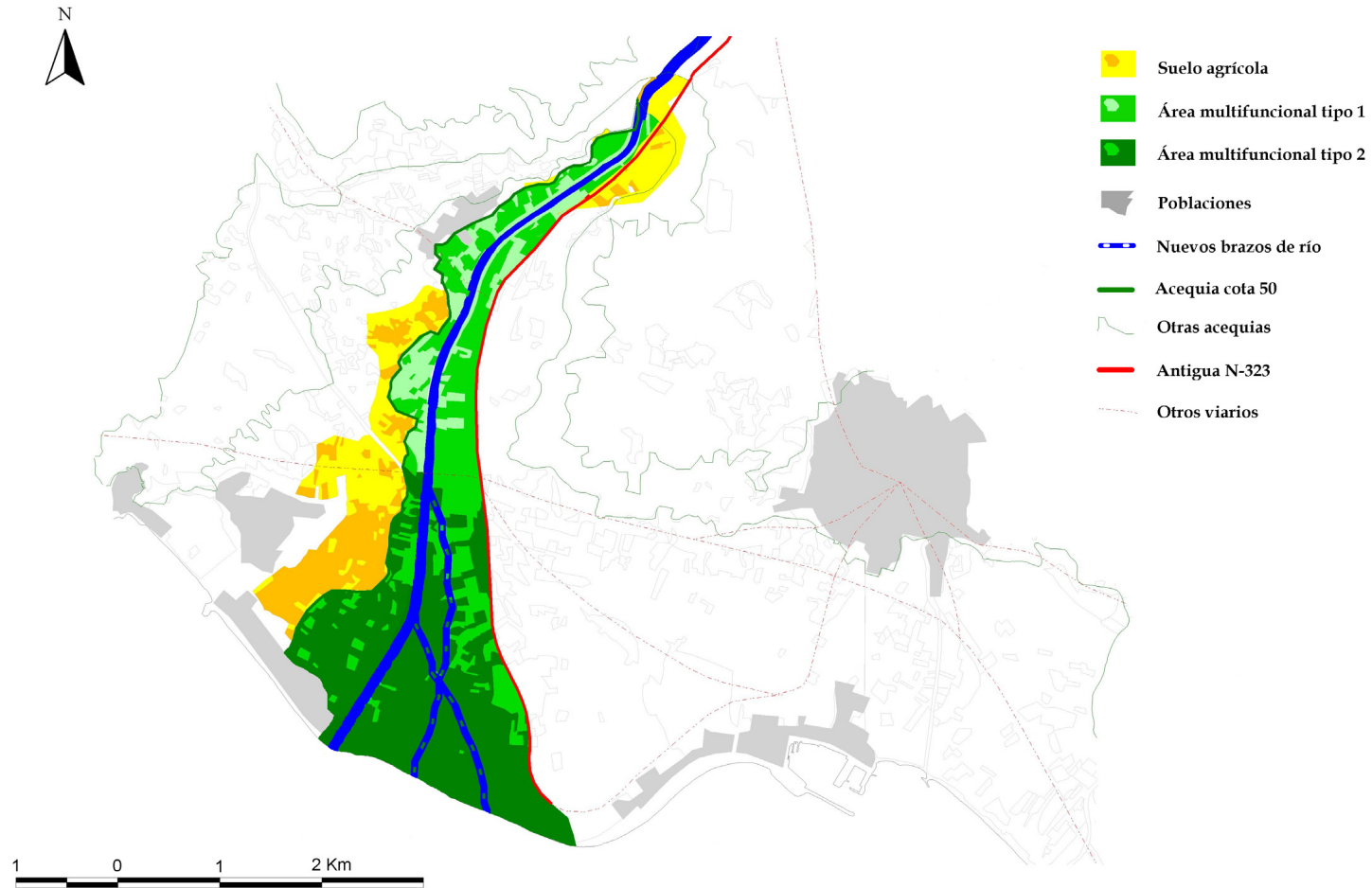


Figura 32. Corredor agro-fluvial propuesto

Fuente *Elaboración propia*

## 5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

La gestión de los ríos y sus recursos siempre ha sido un hecho conflictivo. La realización de planes que abran posibilidades de integración, adaptabilidad y participación ciudadana son la mejor garantía de éxito. Este hecho requiere de más tiempo y esfuerzo del que tradicionalmente se ha dedicado, pues es necesario incorporar en el debate a los ciudadanos, a las asociaciones, a las entidades locales y a todos los colectivos de usuarios. Las dificultades de estos planes son inherentes a la misma identidad del río, en la cual confluyen intereses muchas veces en conflicto.

La perspectiva de dominación con la que se han ejecutado los proyectos de actuación durante el último siglo ha ocasionado el progresivo deterioro de nuestros ríos. La pugna entre los ‘usos naturales y sociales’ ha llevado a que muchos de ellos se conviertan en las cloacas de las ciudades. Esta situación de degradación ha provocado que en los últimos años se haya generalizado una conciencia por la recuperación tanto ambiental como urbana de estos ecosistemas, perdida por años de tecnificación y uso incontrolado. El enorme potencial de los espacios fluviales como ‘conectores ambientales’ y ‘parques urbanos o metropolitanos’ hacen necesario la toma de decisiones a este respecto en los Planes Generales de Ordenación Urbana, en contra de la tendencia general de seguir urbanizando los espacios ribereños.

Así, en este capítulo se han definido una serie de principios que pueden ayudar a recuperar la identidad natural perdida de los sistemas fluviales y su función de nexo entre hombre y naturaleza. Para ello se ha realizado una propuesta de ordenación y protección del territorio fluvial del Delta del Guadalfeo, que permitiría restaurar y rehabilitar estos espacios. En el análisis realizado se ha demostrado la necesidad de llevar a cabo una acción de este tipo dados los procesos socio-económicos existentes, así como la factibilidad de llevarla a cabo tanto desde el punto de vista legal como territorial.

**CAPÍTULO 8. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL DEL AGUA EN LA REGIÓN DEL GUADALFEO**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8.5</b>
<b>2. OTROS USOS DEL AGUA.....</b>	<b>8.6</b>
<b>3. RELACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA CON LA DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO.....</b>	<b>8.11</b>
<b>4. ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS .....</b>	<b>8.17</b>
4.1 ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO .....	8.18
4.2 ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y EL EFECTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PROPUESTAS.....	8.27
<b>5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....</b>	<b>8.43</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Balance hídrico actual (Hm <sup>3</sup> ).....	8.16
<b>Fig. 2.</b> Variación de la demanda urbana según la Hipótesis 1 (Hm <sup>3</sup> ).....	8.23
<b>Fig. 3.</b> Variación de la demanda agrícola según la Hipótesis 1 (Hm <sup>3</sup> ).....	8.23
<b>Fig. 4.</b> Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 1.....	8.24
<b>Fig. 5.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1.....	8.25
<b>Fig. 6.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1 en la Costa de Granada.....	8.26
<b>Fig. 7.</b> Variabilidad de la demanda agrícola en función de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Guadalfeo.....	8.35
<b>Fig. 8.</b> Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 2 en 2025	8.37
<b>Fig. 9.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.39
<b>Fig. 10.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en la Costa de Granada en 2025.....	8.40
<b>Fig. 11.</b> Evolución de la demanda agrícola en base al escenario propuesto por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025.....	8.42
<b>Fig. 12.</b> Resultado del Balance Hídrico de la región del Guadalfeo en la situación actual y los escenarios propuestos por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025.....	8.42

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 1.....	8.12
<b>Tabla 2.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 2.....	8.13
<b>Tabla 3.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 3.....	8.14
<b>Tabla 4.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.20
<b>Tabla 5.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.21
<b>Tabla 6.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.22
<b>Tabla 7.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo.....	8.28
<b>Tabla 8.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.30
<b>Tabla 9.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.31
<b>Tabla 10.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.32
<b>Tabla 11.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.33
<b>Tabla 12.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.33
<b>Tabla 13.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.34
<b>Tabla 14.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.38
<b>Tabla 15.</b> Balance hídrico en el Sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.38
<b>Tabla 16.</b> Balance hídrico en el Sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.41

## RESUMEN

De los análisis realizados en los capítulos anteriores han resultado una serie de propuestas de ordenación conjunta de los usos del suelo y las infraestructuras hidráulicas, basadas en la *planificación del uso urbano, agrícola y fluvial, en los efectos de las posibles mejoras o ampliaciones de las infraestructuras, y en las medidas de gestión de la demanda*. Así, con el fin de establecer la sostenibilidad de los escenarios propuestos, se ha realizado en este capítulo un análisis comparativo entre las demandas y los recursos hídricos disponibles actuales y futuros, tomando como condicionantes la protección de los recursos superficiales y subterráneos, la sostenibilidad de su explotación, la consideración de una ‘reserva estratégica de agua’ que permita hacer frente a las frecuentes sequías y el respeto a las demandas ambientales. De esta forma, se ha planteado un escenario de desarrollo para los usos del suelo y las infraestructuras que protege los valores territoriales y ambientales de la zona, respeta los procesos hidrológicos y permite la conservación de los recursos hídricos.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hasta ahora se han analizado los principales usos del agua en la región de estudio así como las infraestructuras de distribución que han transportado el agua desde las fuentes de suministro hasta los usuarios. Sin embargo, para poder establecer escenarios de desarrollo acordes y respetuosos con la realidad hídrica de los territorios, es imprescindible conocer su relación con la disponibilidad del recurso.

Por ello, en este capítulo se van a analizar conjuntamente los usos del agua, las infraestructuras y los recursos hídricos, estableciendo una serie de propuestas que conformen un Plan Territorial del Agua para la región del Guadalfeo, basado en los análisis realizados en éste y en los capítulos anteriores;

- La **caracterización del territorio** de estudio y el análisis de los problemas relacionados con el agua, desarrollado en el **capítulo 3**.
- La **planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo**, como mecanismos de potenciación y/o limitación del crecimiento, en base al análisis de la capacidad del territorio; desarrollada en los **capítulos 4, 5, 6 y 7**.
- La **protección del medio físico** como condicionante al desarrollo, analizando la disponibilidad actual y futura de los recursos, y la disminución de los impactos producidos en el medio físico; desarrollado de forma intrínseca en los **capítulos 4, 5, 6 y 7**, y en concreto en este Capítulo.

Todos estos aspectos se cruzarán con la disponibilidad del agua, resultando una serie de propuestas que enhebrarán en sus elementos comunes a la Gestión del Agua y a la Planificación Territorial.

## 2. OTROS USOS DEL AGUA

Además de las demandas Urbanas e Agrícolas analizadas en los Capítulos 5 y 6, existen otros usos del agua que deben ser tenidos en cuenta en el análisis comparativo con los recursos hídricos, pues algunas de ellas pueden resultar de gran importancia, como por ejemplo la **Demanda Industrial**, que en muchos lugares supone un alto porcentaje de la demanda total.

En la región de estudio sin embargo, esta demanda representa un porcentaje muy pequeño, ya que la actividad industrial de la zona ha sido tradicionalmente muy escasa siendo la agricultura y el turismo las principales fuentes de riqueza (Frontana González, 2002). De hecho, la principal industria de la zona, -la Azucarera de Motril que transformaba el cultivo de la caña de azúcar de la zona desde 1861-, ha desaparecido recientemente (ver Capítulo 3), por lo que la actual demanda industrial se limita a la fábrica de Celulosa de Motril y asciende a 6.29 Hm<sup>3</sup>/año.

Otro uso del agua que tradicionalmente ha tenido una gran importancia en la gestión de las cuencas hidrográficas son los **Aprovechamientos Hidroeléctricos**. De hecho, muchos embalses de poca capacidad han sido construidos principalmente con el fin de aprovechar los grandes desniveles existentes, sobre todo en las cuencas mediterráneas donde la topografía ha propiciado en gran medida estas infraestructuras (Rosen, 2002). En el ámbito de estudio, los únicos aprovechamientos significativos, al margen de algunas tuberías forzadas en los afluentes de cabecera, son la central hidroeléctrica de Ízbor y el aprovechamiento hidroeléctrico del embalse de Rules aún sin funcionar. La central de Ízbor se encuentra inactiva debido a problemas de filtraciones en el canal que transporta los caudales desde el embalse de Béznar hasta la cámara de carga de la central, por lo que en la actualidad no se están sirviendo demandas hidroeléctricas.



Dadas las dos grandes infraestructuras de regulación existentes en la zona, serían necesario actuaciones que aprovecharan el enorme valor añadido que estas infraestructuras pueden tener en la generación de energía limpia.

Otro uso importante en las cuencas hidrográficas es el ecológico; las llamadas **Demandas Ecológicas** correspondientes al volumen de agua necesario para mantener los ecosistemas y las morfologías fluviales. Pueden suponer un importante volumen de agua si existen ríos con régimen hidrológico continuo, como es el caso del río Guadalfeo, el cual posee importantes aportes hídricos procedentes de Sierra Nevada casi durante todo el año.

La necesidad de respetar estas demandas se justifica por numerosos motivos; la preservación de los ecosistemas y paisajes fluviales (González del Tánago, 1995), la conservación de la pesca tanto en el río como en la desembocadura (García de Jalón, 1995), la protección de tramos de gran valor urbano, cultural o incluso científico (Riley, 1998), o la recarga de los acuíferos (García-Aróstegui, 2001a). La respuesta a esta demanda se realiza permitiendo la circulación de ciertos caudales que aseguren la continuidad de los procesos naturales del río, y que deben imitar lo mejor posible al régimen natural, ya que tanto los ecosistemas existentes como la morfología fluvial han evolucionado de acuerdo con las pautas históricas de distribución de estiajes y crecidas (González del Tánago, 1998).

Sin embargo, y a pesar de la importancia de esta demanda, no existen aún criterios claros que permitan cuantificar estos caudales mínimos, por lo que en la mayoría de las ocasiones han sido insuficientes o incluso inexistentes, lo que ha llevado a muchos ríos regulados prácticamente a su desaparición (Martín Vide, 2002). Este hecho, generalizado sobre todo en países como los mediterráneos donde existe una gran presión sobre los recursos hídricos, ha generado una gran preocupación por el estado actual de los ríos y su recuperación ecológica, que se ha plasmado en la legislación europea -la Directiva Marco del Agua-, como uno de sus objetivos principales. La obligatoriedad de recuperar el 'buen estado ecológico' de las masas de agua

continentales y litorales antes del año 2015 (DMA 2000/60/CE) hace necesario tanto la definición real de estas demandas como su posterior respeto.

En la región que nos ocupa podrá verse más adelante, que estas demandas no han sido consideradas prioritarias y se han empleado tradicionalmente en el riego agrícola. Así por ejemplo, el río Guadalfeo que posee un importante caudal en la parte alta de la cuenca, pierde casi por completo su caudal tras la última infraestructura de derivación para riego (el azud de Vélez, ver Capítulo 3), afectando de forma importante a la recarga del acuífero detrítico costero, lo cual unido a la fuerte explotación de los recursos subterráneos está originando graves problemas de intrusión salina en la costa (Instituto Tecnológico Geominero de España, 1999).

Respecto de la determinación de estos caudales mínimos, la construcción de las dos presas de la zona ha obligado a la realización de estudios para establecer protocolos en el alivio de caudales en los respectivos ríos. Así, se ha determinado que para asegurar el mantenimiento de los procesos fluviales y de saturación de los acuíferos detríticos en las subcuencas del Guadalfeo y el Izbor, han de permitirse la circulación de 20 y 5,9 Hm<sup>3</sup> anuales respectivamente (INTECSA-INARSA, 2003).

En el otro río importante de la región de estudio, el río Verde, la ausencia de regulación en teoría no hace necesaria la determinación de este valor, pues el río conserva su régimen hidrológico natural. Sin embargo, las numerosas derivaciones de agua para el riego existentes hacen desaparecer el caudal mucho antes de su desembocadura, generando los mismos problemas que el Guadalfeo en su delta. Por ello, y debido a la falta de un estudio concreto, se ha adoptado la recomendación del Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur, que considera como demanda ecológica el 10% de la aportación media del río (Confederación Hidrográfica del Sur, 1998), resultando para dicho río unos 2.5 Hm<sup>3</sup> anuales.

Así, la demanda ecológica resultante en la región será; 25,9 Hm<sup>3</sup> en el Sistema 2, 2,5 Hm<sup>3</sup> en el Sistema 1 y nula en Sistema 3, por tratarse de cauces permanentemente secos.

Por último, en los últimos años ha aparecido un nuevo uso del agua que cada vez está tomando más importancia sobre todo en las regiones costeras, el **Golf**. Esta práctica, adorada por algunos y demonizada por otros, ha supuesto una revolución en cuanto a rentabilidad económica del agua se refiere, lo cual ha generado una importante discusión sobre las externalidades generadas por esta actividad.

Las actuales recomendaciones de regar los campos con agua residual regenerada (Mujeriego, 1996) han disminuido la presión sobre el uso de los recursos hídricos, por lo que el verdadero problema ya no es el consumo específico del campo de golf (menos 0.5 Hm<sup>3</sup> anuales), sino el de las grandes operaciones inmobiliarias que lo sustentan.

En la región de estudio tan sólo existe un campo de Golf situado junto a la desembocadura del río Guadalfeo. Sin embargo, los nuevos Planes de Ordenación Urbana de los municipios costeros están comenzando a plantearlos, como es el caso del ayuntamiento de Almuñécar, cuyo Plan General aún sin aprobar, propone la creación de cuatro campos de golf que se abastecerían teóricamente con el agua residual tratada de la depuradora de Almuñécar. Un campo de golf de 18 hoyos consume una media de 0.43 Hm<sup>3</sup>/año, por lo que esta previsión supondría una demanda de 1.72 Hm<sup>3</sup>/año, que podrían ser cubiertos con los aproximadamente 2 Hm<sup>3</sup>/año que generaría la estación depuradora para la población horizonte de 2010. Sin embargo, la localización de estos campos de golf a cotas muy superiores a la de la Depuradora, obligaría a construir una importante red de bombeos que encarecería mucho el coste del agua.

A este problema meramente 'económico', habría que añadirle la conveniencia o no de crear 4 campos de golf en una región con tan escasos espacios disponibles debido a su escarpada orografía. De cualquier forma, las elevadas pendientes de esta zona costera hace difícil que pueda convertirse en una 'Costa del Golf' tal y como ha pasado en Málaga.

Respecto del riego del único campo existente, pese a estar situado muy cerca de la depuradora de Motriz-Salobreña y a menor cota permitiendo el transporte del agua residual regenerada por gravedad, la inexistencia de un tratamiento terciario en esta depuradora ha impedido la reutilización de este importante volumen de agua. En el Documento ‘Seguimiento del PHCS’ del año 2001 se prevé la implantación de este tratamiento, pero por la información que se ha podido recabar aún no está en funcionamiento, así que en la actualidad la demanda que asciende a 0.22 Hm<sup>3</sup> se sirve directamente de la estación Potabilizadora de Motril (INTECSA-INARSA 2003).

### 3. RELACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA CON LA DISPONIBILIDAD ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO

Como ya se ha comentado, es necesario conocer la relación de las demandas existentes con los recursos disponibles, con el fin de establecer estrategias de planificación territorial del agua que aseguren un desarrollo sostenible de los territorios. Por ello, considerando todas las demandas existentes incluidas las ecológicas, se ha realizado un análisis comparativo entre ambos factores obteniendo los siguientes resultados.

En el **Sistema 1** -valle del río Verde- (Tabla 1) puede verse que la demanda total existente, unos 34 Hm<sup>3</sup>, supone un 50% más que los recursos propios existentes en la zona, debido a que como ya se ha dicho en el capítulo 4, no existen obras de regulación y la superficie de la cuenca hidrográfica es muy pequeña. Pese a ello, el desarrollo de la agricultura ha sido enorme gracias a la explotación de las aguas subterráneas, lo cual ha causado un importante deterioro de los acuíferos llegando algunos de ellos a una situación crítica (ver Capítulo 3). Para disminuir esta presión se han realizado transferencias de agua desde el sistema 2 que suministran agua para el abastecimiento urbano y en menor proporción para el regadío (ver Capítulo 4), pero que sin embargo no han logrado paliar el déficit hídrico.

La demanda agrícola ha seguido creciendo por encima de los recursos disponibles, lo cual ha provocado la continua sobre-explotación de los recursos subterráneos. De hecho, según el estudio ‘Seguimiento del PHCS’ el volumen máximo que podría aprovecharse del acuífero del Río Verde supondría unos 12.86 Hm<sup>3</sup>/año y en la actualidad se están utilizando casi 18 Hm<sup>3</sup>/año (INTECSA-INARSA, 2003).

El resultado del Balance hídrico actual sigue siendo negativo a pesar de las transferencias realizadas (-7.55 Hm<sup>3</sup>), lo cual indica la urgencia de llevar a cabo una ordenación del uso agrícola, así como medidas de control y reducción de la

demanda. El crecimiento de los cultivos subtropicales está supeditado por tanto al desarrollo de estas medidas así como a la posibilidad de trasvasar agua desde los recursos de ambas presas, y por tanto de ampliar la infraestructura hidráulica.

En la actualidad, prácticamente todos los recursos de Béznar se regulan a través del embalse de Rules, pues ambos sistemas funcionan en paralelo. El hecho de que la toma de esta presa se sitúe a unos 200 metros y los regadíos del río Verde fundamentalmente por encima, hace necesario como se ha comentado en el Capítulo 6, la creación de una red hidráulica que abastezca este sistema directamente desde la toma del embalse de Béznar situada a la cota 400 (Canal Cota 400, ver Capítulo 6).

**Tabla 1. Balance Hídrico actual en el Sistema 1**

SISTEMA 1								
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )				DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )				BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	13.62	4.57	9.05					
Subterráneos	17.54	17.14	0.40					
Reutilización	0	0	0					
<b>TOTAL</b>	<b>31.16</b>	21.71	9.45	4.10	32.11	2.50	<b>38.71</b>	<b>-7.55</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Respecto del **Sistema 2** (Tabla 2), el formado por las sub-unidades Alpujarra, Lecrín y Bajo Guadalfeo, puede verse que la disponibilidad de agua es muy superior al resto, y en consecuencia también las demandas, existiendo por tanto una relación directa entre disponibilidad de agua y desarrollo agrícola. Los teóricos excedentes que deberían haber sido reservados en concepto de demanda ecológica se han trasvasado sin embargo a los sistemas 1 y 3, generando un balance hídrico negativo (-21.20 Hm<sup>3</sup>).

Esto es indicativo de la alta presión existente sobre el recurso y de la necesidad de ordenar y planificar de forma urgente los usos del suelo en este sistema. Teniendo en cuenta que la demanda ecológica asciende a 25.9 Hm<sup>3</sup>, resulta claro que el balance hídrico resulta más o menos equilibrado si no se sirven las demandas ecológicas, situación que responde a la realidad.

**Tabla 2. Balance Hídrico actual en el Sistema 2**

SISTEMA 2								BALANCE HÍDRICO (Hm3)
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)			DEMANDA (Hm3)					
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	163.22	176.79	-13.57	12.30	153.70	25.9	198.42	
Subterráneos	14	14	0	Golf	Indust			
Reutilización	0	0	0	0.22	6.29			
<b>TOTAL</b>	<b>177.22</b>	<b>190.79</b>	<b>-13.57</b>					<b>-21.20</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Respecto del **Sistema 3** (Tabla 3), la demanda total es incluso menor a los recursos propios del sistema, subterráneos en su totalidad, lo cual ha provocado como ya se ha comentado la sobre-explotación del acuífero costero y la inutilización de muchos de los pozos existentes. Por ello, se ha realizado una transferencia desde el sistema 2 (ver Capítulo 4) superior incluso a la demanda existente, con el objetivo de suprimir el aprovechamiento de agua subterránea y permitir la recuperación del acuífero.

Según el estudio Seguimiento PHCS, el volumen máximo que podría aprovecharse de los acuíferos de Castel de Ferro y Albuñol supondría unos 10.5 Hm<sup>3</sup>/año, aunque aún deben pasar algunos años para que se recupere la calidad del agua subterránea de esta zona (INTECSA-INARSA, 2003).

Por otro lado, el hecho de que la transferencia sea mayor que la demanda existente es un indicativo de la presión que está ejerciendo la rentabilidad de estos cultivos y

de las expectativas de crecimiento de los invernaderos de esta zona. Así, aunque el resultado del balance hídrico resulta positivo<sup>1</sup>, debe tenerse en cuenta la necesidad de preservar los recursos subterráneos.

**Tabla 3. Balance Hídrico actual en el Sistema 3**

SISTEMA 3							
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)				DEMANDA (Hm3)			BALANCE HÍDRICO (Hm3)
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	TOTAL	
Superficiales	5.19	0	5.19				
Subterráneos	13.90	13.90	0				
Reutilización	0	0	0				
<b>TOTAL</b>	<b>19.09</b>	13.90	5.19	1.12	9.16	<b>10.28</b>	<b>8.81</b>

*Fuente. Elaboración propia*

En resumen, puede decirse que existe un **gran desequilibrio** entre los tres sistemas considerados, tanto en recursos como en demandas (Fig. 1). Los sistemas 1 y 3, bajos en recursos pero con gran potencial de crecimiento, han sobreexplotado sus recursos subterráneos para mantener un alto ritmo de crecimiento agrícola, por lo que ha sido necesario realizar transferencias desde el Sistema 2, que han permitido el crecimiento de las actividades agrícolas muy por encima de las posibilidades hídricas.

Estas transferencias, que se han realizado a costa de no respetar la demanda ecológica, han paliado en cierto modo el problema de intrusión salina de los acuíferos costeros, pero no han conseguido disminuir el déficit hídrico ya que las demandas han seguido aumentando de forma incontrolada (consecuencia directa de la política de Gestión de la Oferta, ver Capítulo 1). Por ello, se requieren medidas urgentes de **planificación y reducción de las demandas, así como de aumento de los recursos disponibles.**

<sup>1</sup> No se ha considerado demanda ecológica en este sistema ya que los cauces existentes son ramblas que no conducen agua salvo en los episodios de lluvia

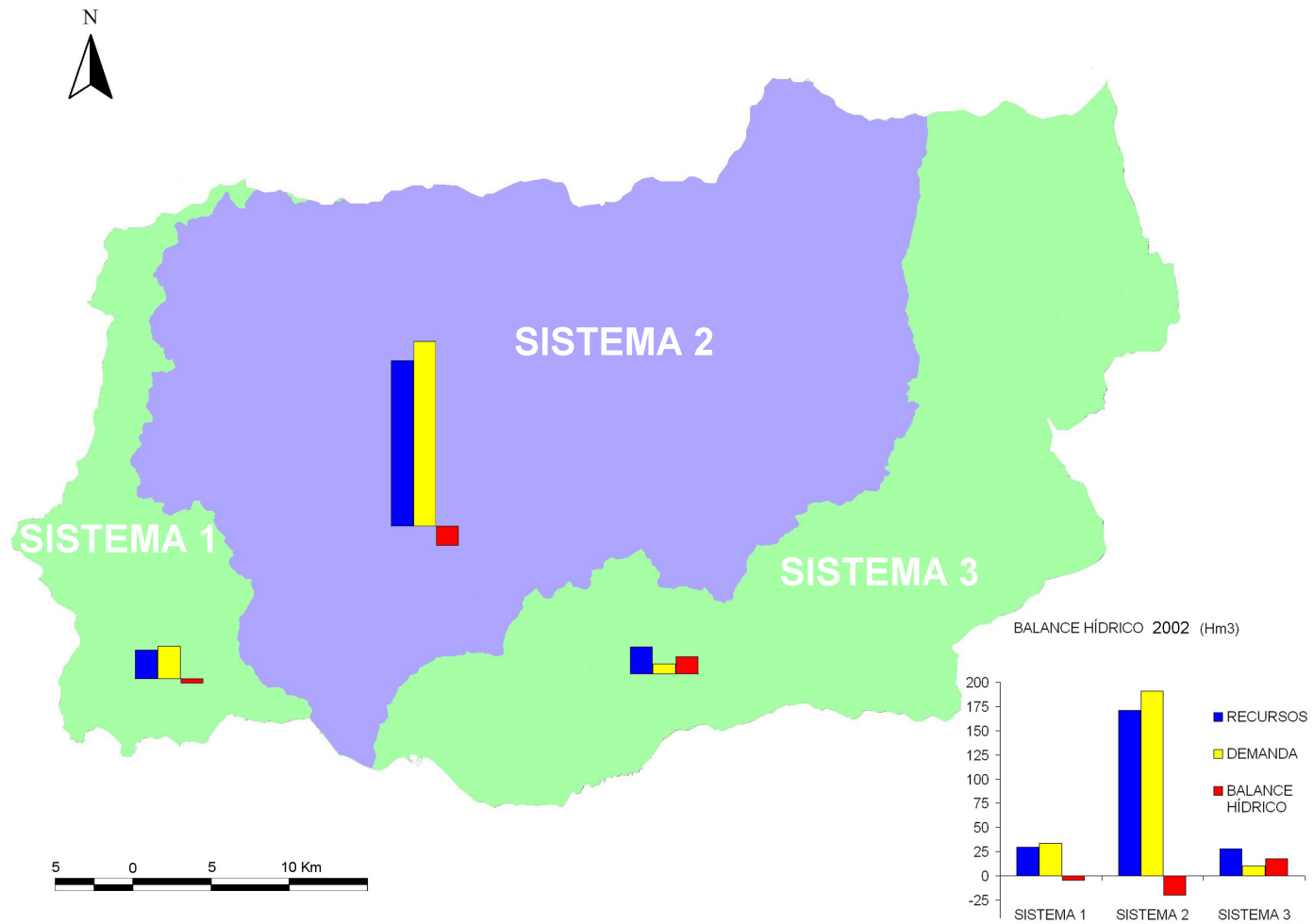


Además, la consideración real de las demandas ecológicas supondría, además de la mejora de la calidad ambiental de los ríos y los acuíferos, el poder contar con una **‘reserva estratégica de agua’** que permitiría hacer frente a las cada vez más frecuentes sequías, pudiendo abastecer a todos los núcleos emplazados aguas abajo de los embalses de Béznar y Rules.

El otro aspecto importante es que con el sistema de gestión actual, **no existen sobrantes de recursos hídricos que permitan grandes crecimientos de la agricultura**. De hecho, la actual sobre-explotación de los recursos subterráneos indica que las demandas existentes son muy superiores a las que serían razonables.

Muestra de ello es el Índice de Estrés Hídrico de la región de estudio (porcentaje de recursos utilizados, ver Capítulo 1) que asciende a un 90%, casi 4 veces superior a la media Nacional y muy cercano al índice de países con gran escasez hídrica como Israel.

Por otro lado, la disponibilidad de agua por habitante asciende a unos 1.150 m<sup>3</sup>/hab/año, casi la mitad que la media nacional y muy por debajo de los 1.500 m<sup>3</sup>/hab/año que el IWMI (ver Capítulo 1) establece como índice de escasez crónica, situación en la que se requiere de medidas urgentes de disminución de demandas y/o aumento de recursos. Por ello, apremia planificar y ordenar los usos del suelo, así como establecer políticas de control y reducción de la demanda (ver Capítulos 5 y 6).



**Figura 1. Balance hídrico actual (Hm<sup>3</sup>)**

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4. ESCENARIOS DE PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Como ha quedado patente en el apartado anterior, resulta urgente proponer escenarios de planificación de los usos del suelo y las infraestructuras hidráulicas, respetando los recursos hídricos disponibles y reduciendo los impactos negativos en el entorno. Para ello, y considerando los análisis realizados en los capítulos anteriores, se han realizado dos hipótesis de crecimiento con el fin de proponer un Plan Territorial del Agua para los usos del suelo e infraestructuras, que ayude al crecimiento sostenible de las actividades del agua en esta región.

La primera hipótesis se basará en la **consideración de los crecimientos agrícolas considerados máximos recomendables en el estudio territorial realizado en el capítulo 6, así como las medidas de reducción de la demanda y de protección del medio físico** planteadas a lo largo de este estudio<sup>1</sup>.

La segunda hipótesis estudiará la **afección que las infraestructuras hidráulicas planteadas en la hipótesis 1 pueden tener a medio-largo plazo sobre el desarrollo territorial**, según las dinámicas de crecimiento del regadío existentes en la zona. De esta forma, pueden replantearse si es necesario la creación de algunas de aquellas infraestructuras que potencien grandes desarrollos no deseados. De la misma forma que en la hipótesis 1, se considerarán **las medidas de reducción de la demanda y de protección del medio físico** planteadas a lo largo de este estudio.

---

<sup>1</sup> Dada la prioridad actual que se le da al consumo urbano se ha considerado esta demanda como un factor fijo. Sería objeto de estudio el análisis de la conveniencia de satisfacer las demandas de ciertos tipos de agricultura antes que la demanda urbana del sector turístico por ejemplo.

#### 4.1 ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO

Detectados los problemas existentes en cuanto a la disponibilidad del recurso y al impacto de los usos del agua sobre el medio físico, se han realizado las siguientes consideraciones para el desarrollo de una propuesta de ordenación de usos del suelo e infraestructuras, basada en el análisis territorial de crecimiento del regadío realizado en el Capítulo 6. Las consideraciones realizadas son las siguientes;

- Dada la situación de sobre-explotación sobre todo en los acuíferos costeros de los sistemas 1 y 3, se ha considerado la recomendación del Plan Hidrológico de la Cuenca Sur (INTECSA-INARSA, 2003) de **no superar en explotación el 75% de los recursos subterráneos disponibles**. Así, se permitirá su progresiva recuperación al mismo tiempo que servirá como reserva estratégica en caso de emergencia. Se han considerado por tanto como **recursos subterráneos disponibles el 75% de los totales**.
- Se han considerado las **demandas ecológicas** como un uso prioritario, tal y como establece la Directiva Marco del Agua.
- Se utilizarán el **100% de los volúmenes** de agua procedentes de la **reutilización**, que como se ha visto en el Capítulo 6, es posible gracias a las infraestructuras propuestas.
- La **demanda urbana** considerada corresponde a la definida por el modelo de crecimiento urbano en el año 2010 (ver Capítulo 5). Como resultado de la acción conjunta de las medidas propuestas para el ahorro y control de esta demanda (ver Capítulo 5), se ha considerado una **disminución de la dotación del 10% en la Costa Tropical y del 5% en el resto**, ya que como se ha explicado, el pequeño tamaño de los núcleos de población existentes en el resto de unidades hace más difícil la implementación de estos programas.

- De la misma forma, se ha considerado una disminución de la **dotación agrícola** como resultado de la acción conjunta de dichas medidas de ahorro y control de la demanda (ver Capítulo 6) del **10%** en todas las unidades exceptuando en la Contraviesa, donde la elevada eficiencia actual en el uso del agua hace difícil la disminución de la dotación. Por otro lado, la **superficie regada** corresponde a la propuesta en el Capítulo 6 como **máximo crecimiento recomendable** en función del suelo disponible y de la disminución del impacto negativo sobre el medio físico.
- En los sistemas 1 y 3 se han ajustado las **transferencias** realizadas desde el sistema 2 de forma que los balances hídricos no sean negativos, con el objeto de preservar durante un tiempo la explotación de los recursos subterráneos y permitir así la recuperación de los acuíferos.

Realizadas todas estas consideraciones, se ha realizado el balance hídrico correspondiente a cada uno de los sistemas y se han obtenido los siguientes resultados.

En el **Sistema 1** (Tabla 4) la transferencia de agua procedente del Sistema 2 debe duplicarse para satisfacer las demandas existentes. Esta transferencia supone el 50% de los recursos medios disponibles del embalse de Béznar. Esto ratifica aún más la necesidad de crear una nueva conducción hidráulica que transporte el agua desde la toma de dicho embalse hacia el río Verde por la cota 400, no existiendo la necesidad de exportar agua directamente del río Guadalfeo y por extensión del embalse de Rules. De esta forma no sería necesaria la prolongación de la tubería de la cota 200 de la margen derecha en el Bajo Guadalfeo (ver Capítulo 6).

La transferencia del embalse de Béznar se ha ajustado para que el resultado del balance hídrico sea nulo y pueda preservarse el 25% de los recursos subterráneos. En resumen, el abastecimiento de agua tanto para uso urbano como agrícola del Sistema 1 se basará en la utilización de los recursos propios del sistema más la transferencia de 20.63 Hm<sup>3</sup> procedentes del embalse de Béznar, por lo que no dependerá de los recursos del río Guadalfeo.

**Tabla 4. Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2010**

SISTEMA 1								
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)				DEMANDA (Hm3)				BALANCE HÍDRICO (Hm3)
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	23.61	4.57	19.04					
Subterráneos	12.86	12.86	0					
Reutilización	2.29	2.29	0					
<b>TOTAL</b>	<b>38.75</b>	19.71	19.04	2.73	33.52	2.50	<b>38.75</b>	<b>0</b>

*Fuente. Elaboración propia*

En el **Sistema 3** (Tabla 5), la disminución de hectáreas de invernadero propuesta en el Capítulo 6 en base al análisis territorial realizado, ha hecho disminuir la demanda agrícola de forma que se produce un balance positivo de 2.68 Hm<sup>3</sup>, lo cual supone que sólo deberá utilizarse el 55% de los recursos hídricos subterráneos, mejorando la condición recomendada del 75% y propiciando así la recuperación de los acuíferos costeros.

Además, tampoco resulta necesaria la transferencia de agua desde el sistema 2, lo cual ratifica la idea propuesta en el capítulo 6 de **no ampliar la infraestructura** existente en la actualidad que transporta agua por la cota 100 desde el río Guadalfeo. Sin embargo, según el Plan Hidrológico y los sucesivos estudios realizados al respecto –Seguimiento PHCS e INTECSA-INARSA-, piensa prolongarse dicha conducción hasta la rambla de Albuñol, además de complementarse con otra que circundará la cota 250 y que recibirá el agua mediante una impulsión procedente del canal de la cota 200 del bajo Guadalfeo. Este hecho deja claro la apuesta por parte de la planificación hidrológica actual de seguir favoreciendo el crecimiento de los invernaderos de la zona, pese a los problemas ambientales que están suponiendo (ver Capítulo 3).

**Tabla 5. Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2010**

SISTEMA 3							
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)				DEMANDA (Hm3)			BALANCE HÍDRICO (Hm3)
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	TOTAL	
Superficiales	0	0	0				
Subterráneos	10.43	10.43	0				
Reutilización	0.46	0.46	0				
<b>TOTAL</b>	<b>10.89</b>	10.89	0	1.33	6.88	<b>8.21</b>	<b>2.68</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Respecto del **Sistema 2** (Tabla 6), el resultado del balance hídrico (-1.75 Hm<sup>3</sup>) muestra que no puede satisfacerse menos del 1% de la demanda total, lo cual sería fácilmente solucionable bien aumentando los recursos disponibles mediante la desalación de agua de mar, o bien disminuyendo las demandas haciendo más hincapié en los programas de reducción planteados en los Capítulos 5 y 6.

**Tabla 6. Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2010**

SISTEMA 2								BALANCE HÍDRICO (Hm3)
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)			DEMANDA (Hm3)				TOTAL	
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica		
Superficiales	180.47	199.51	-19.04	13.18	154.56	25.9	200.15	
Subterráneos	10.50	10.50	0	Golf	Indust			
Reutilización	7.44	7.44	0	0.22	6.29			
<b>TOTAL</b>	<b>198.41</b>	217.45	-19.04					<b>-1.75</b>

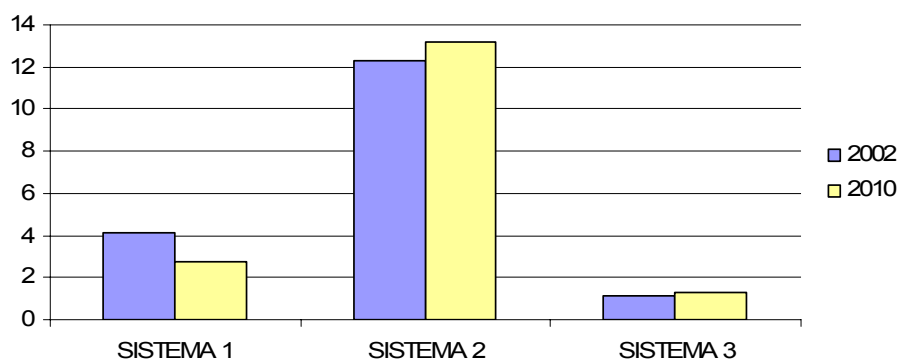
*Fuente. Elaboración propia*

En resumen, puede decirse que el balance hídrico resultante (Fig. 4) ratifica el plan de usos del suelo e infraestructuras propuesto (Fig. 5 y 6), ya que mejora la situación actual de forma considerable. Además de asegurar la conservación del buen estado de las aguas -superficiales y subterráneas-, disminuye el impacto sobre el medio físico, asegura la sostenibilidad del sistema, disminuye el Índice de Estrés Hídrico del 90% al 79%, y aumenta la relación de recursos disponibles de los 1.152 a los 1.433 m<sup>3</sup>/habitante, muy cerca de los 1.500 m<sup>3</sup>/habitante que el IWMN (ver Capítulo 1) establece como mínimo para evitar la vulnerabilidad de la gestión frente a las sequías y asegurar la protección de los recursos hídricos.

Respecto de las demandas resultantes (Fig. 2 y 3), puede observarse que no existen grandes variaciones, lo cual indica que la propuesta realizada ha consistido más en una ordenación de los usos existentes y reducción de las demandas, que en una planificación de grandes crecimientos, ya que como se ha visto anteriormente, esto

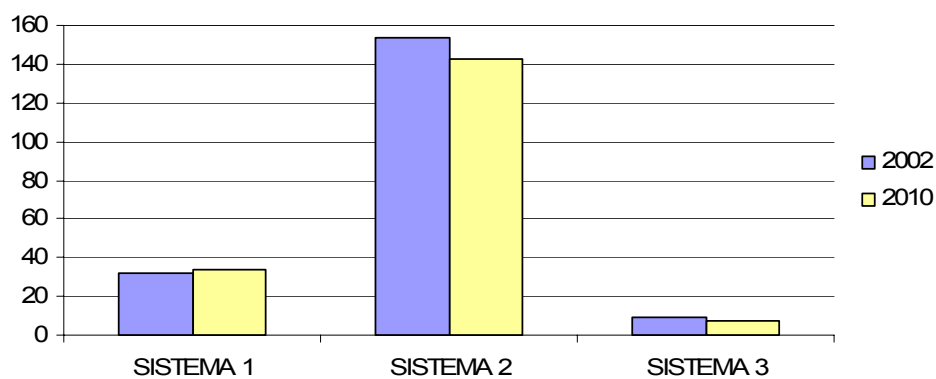


no es posible debido al alto índice de explotación de los recursos (por tanto, Gestión de la Demanda).



**Figura 2.** Variación de la demanda urbana según la Hipótesis 1 (Hm<sup>3</sup>)

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 3.** Variación de la demanda agrícola según la Hipótesis 1 (Hm<sup>3</sup>)

*Fuente. Elaboración propia*

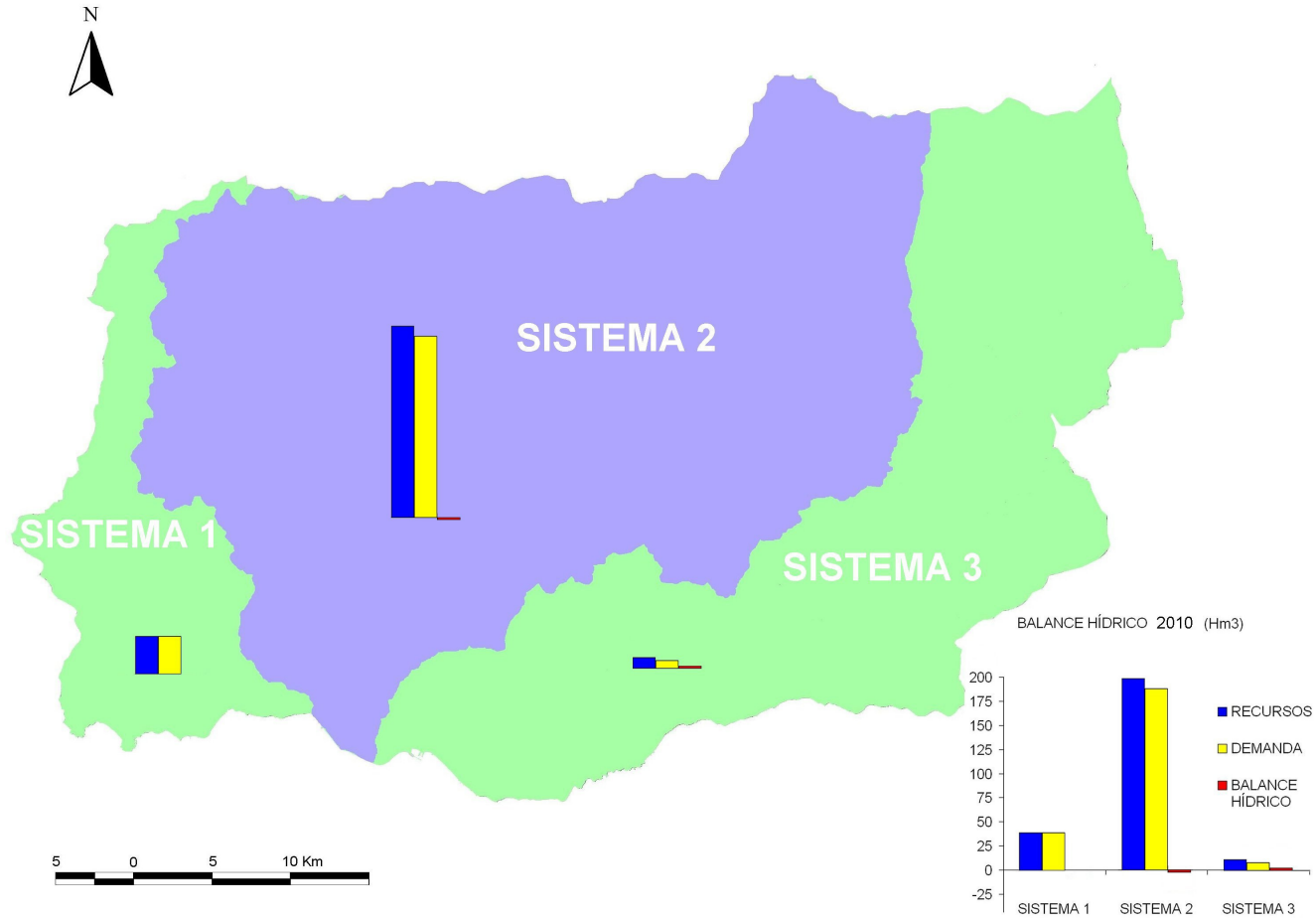


Figura 4. Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 1

Fuente. *Elaboración propia*

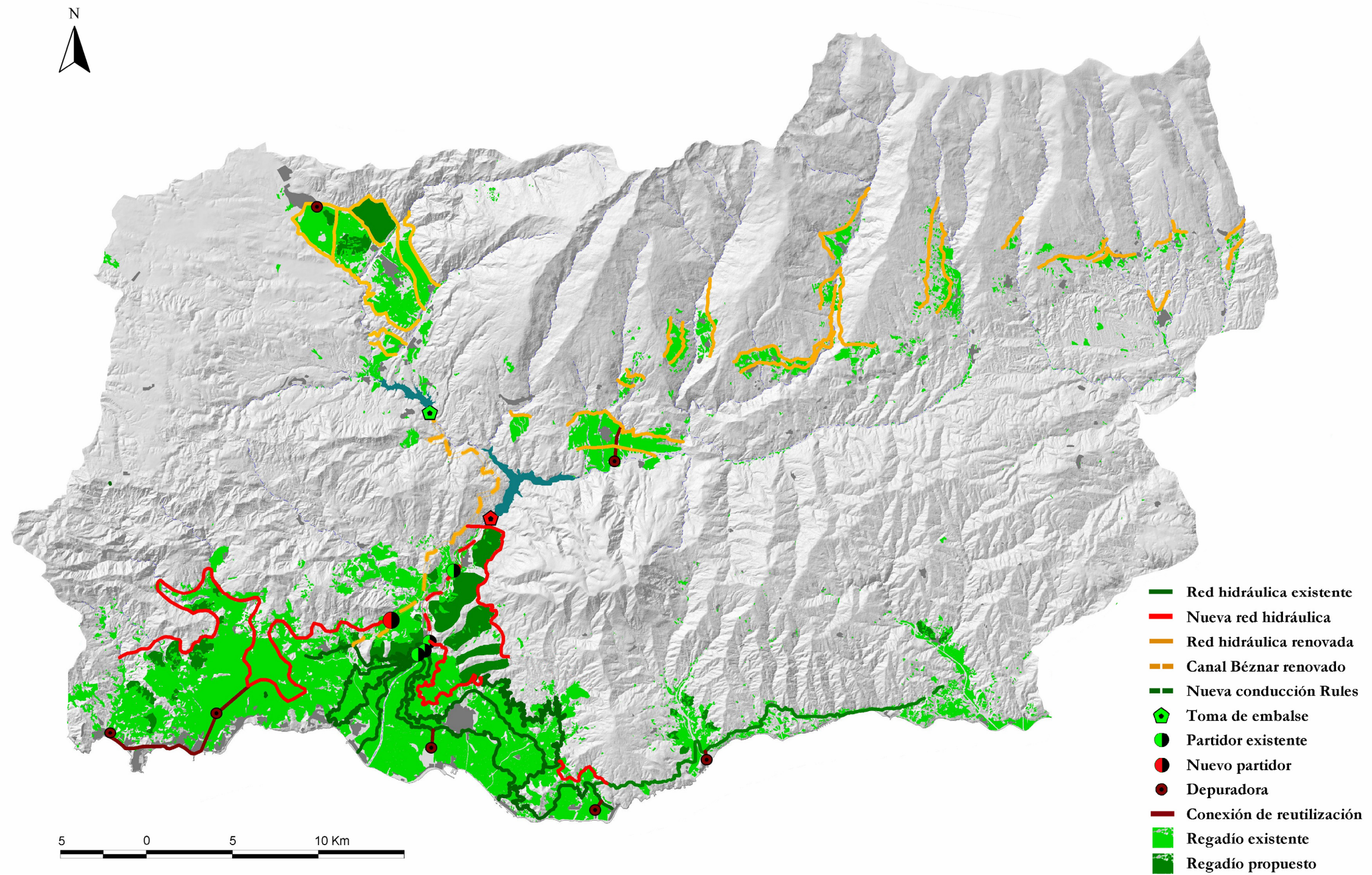


Figura 5. Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1

Fuente. *Elaboración propia*





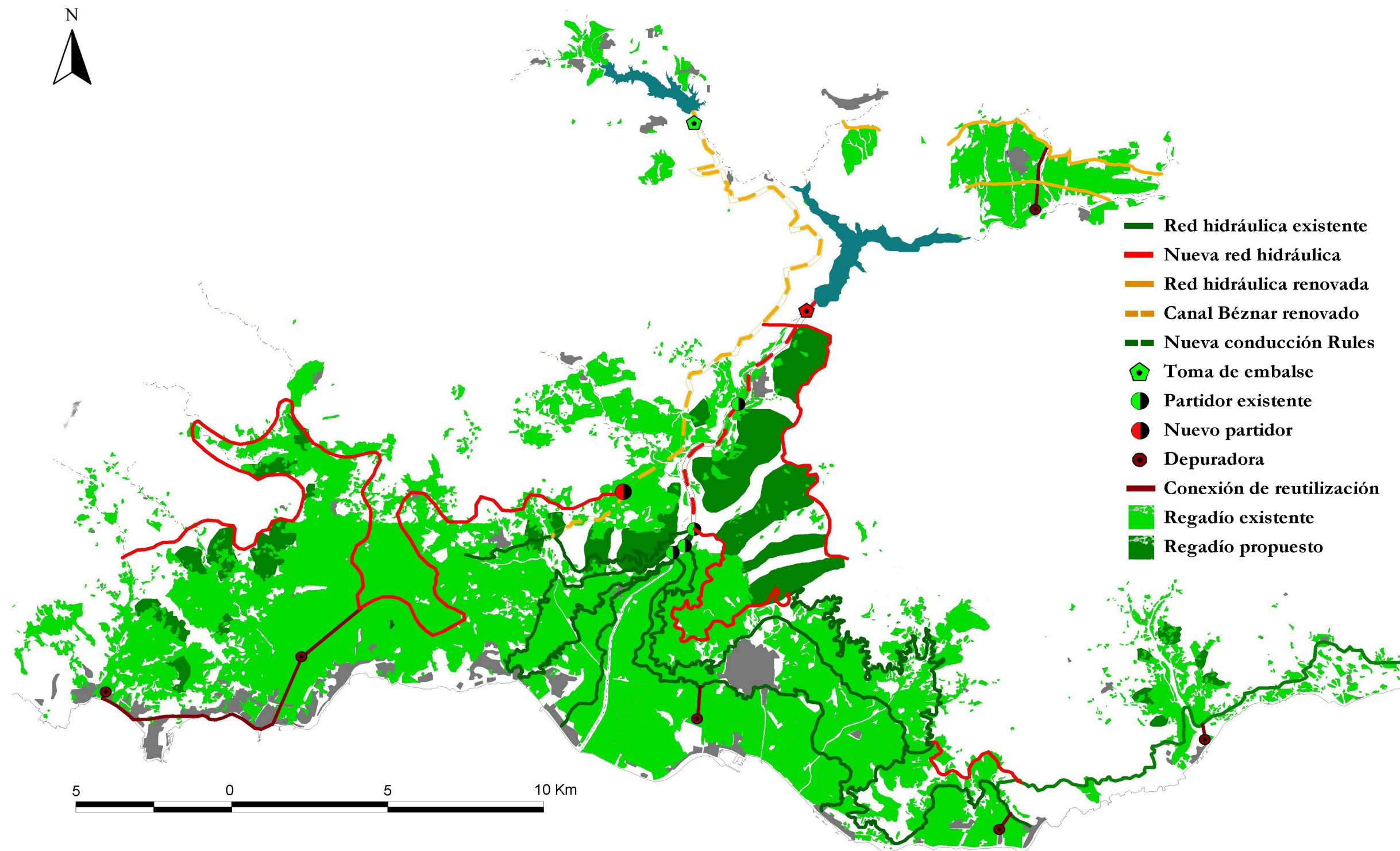


Figura 6. Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1 en la Costa de Granada

Fuente. *Elaboración propia*



## **4.2 ESCENARIO PROPUESTO CONSIDERANDO LA PLANIFICACIÓN DE LOS USOS DEL SUELO Y EL EFECTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PROPUESTAS**

En los resultados de la Hipótesis anterior ha podido verse la situación tan ‘ajustada’ en cuanto a la disponibilidad de los recursos. Esto evidencia que cualquier crecimiento superior a los planteados generará un déficit en la región que acabará solventándose con el uso de la demanda ecológica y/o la sobre explotación de los recursos subterráneos.

Para evitar esta situación y dada la dinámica de expansión que la agricultura ha tenido en la región de estudio, es necesario analizar el posible efecto que las redes hidráulicas planteadas pueden tener sobre el crecimiento de los usos del agua, ya que son el principal factor potenciador, al generar una importante expectativa de crecimiento en aquellas superficies que se convierten en ‘regables’ (ver Capítulo 4).

Así, aunque se hayan planificado unas áreas determinadas para el crecimiento de la agricultura en el escenario propuesto de la Hipótesis 1, las nuevas redes planteadas, necesarias para mejorar el riego de la agricultura existente y propuesta, supondrán una ‘invitación’ al crecimiento en aquellas superficies que han sido dotadas de agua. En el Capítulo 4 pudo comprobarse cómo la creación de los sucesivos canales del bajo Guadalfeo generó la ocupación progresiva de las áreas que se iban convirtiendo en regables. Así mismo, se produjeron crecimientos situados por encima de la cota de dichas redes, a expensas de las elevaciones de agua sustentadas en la rentabilidad de ciertos cultivos. Estos crecimientos no pueden predecirse pues dependen de la inversión privada así como del control ejercido por las autoridades competentes.

Dada esta relación directa entre ‘disponibilidad de agua’ y ‘crecimiento agrícola’, en el Capítulo 6 se ha analizado el aumento de superficie regable que supondría la creación de cada una de las redes propuestas, estableciéndose así la máxima ocupación agrícola que podrían generar (Tabla 7).

**Tabla 7. Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo**

	<b>SUP. ACTUAL (ha)</b>	<b>POSIBLE AMPLIACIÓN DE INFRAEST.</b>	<b>NUEVA SUP. REGABLE Actual +Ampliación (ha)</b>	<b>SUP. MÁX. DE AMPLIACIÓN RECOMENDABLE (ha)</b>	<b>SUP. DE DISMINUCIÓN RECOMENDABLE (ha)</b>	<b>SUP. MÁXIMA FINAL RECOMENDABLE (ha)</b>
<b>ALPUJARRA</b>	3.078	Remodelación y ampliación de la infraestructura existente	3.078+0=3.078	0	0	3.078
<b>LECRÍN</b>	2.357	Remodelación y ampliación de la infraestructura existente	2.357+750=3.107	750	0	3.107
<b>RÍO VERDE</b>	4.735	Canal cota 400 Canal cota 200	4.735+1.880=6.615	600	338	4.997
<b>BAJO GUADADALFEO</b>	12.376	Canal cota 400 margen dcha.	12.376+3.206=15.582	300	1.588	12.788
		Canal cota 400 margen izq.	12.376+4.634=17.010	1.500		
		Canal cota 200 margen dcha	12.376+901=13.277	200		
		Canal cota 200 margen izq	12.376+1.532=13.908	0		
<b>CONTRAVIESA</b>	1.677	Ninguna	1.677+0=1.677	0	417	1.260
<b>TOTAL</b>	<b>24.222</b>		24.222+13.993=37.125	<b>3.350</b>	<b>2.342</b>	<b>25.230</b>



Si se analizan los resultados mostrados en la Tabla 7 sobre el potencial de crecimiento de la actividad agrícola generado por las infraestructuras hidráulicas propuestas, puede verse que las nuevas redes convierten en regables unas 12.993 hectáreas, cuando sólo se considera recomendable el crecimiento de unas 3.350. Así, según la dinámica de crecimiento seguida por el regadío de la zona (ver Capítulo 4), podrían llegar a ocuparse unas 9.643 hectáreas más que generarían un déficit estructural importante.

Para evitar esta situación, que originaría la necesidad de crear más infraestructura y de nuevo más necesidades de agua (Gestión de la Oferta), es necesario conocer este posible déficit, para lo cual se requiere situar a medio-largo plazo el escenario en el que podría producirse esta ocupación. Así, con el fin de poder cruzar los datos de demanda urbana obtenidos en el Capítulo 5, se ha tomado el año 2025.

Es importante señalar que la previsión a largo plazo tanto del crecimiento del regadío como de la transformación de agriculturas, depende en gran medida de la evolución del mercado de los productos agrícolas. En el caso más probable de que se produjeran cambios hacia los cultivos más rentables como los subtropicales o sobre todo los invernaderos, no se agravaría el problema desde el punto de vista de la disponibilidad del recurso, ya que consumen menos cantidad de agua. Sí lo harían desde el punto de vista ambiental, ya que tal y como se detalló en el Capítulo 3, el continuo crecimiento de los invernaderos está generando numerosos problemas sobre todo en la región de la Contraviesa.

Por ello, en base a los principios que han definido el crecimiento de la agricultura en la región, la ocupación casi total de las nuevas superficies regables puede considerarse la situación más desfavorable. Así, se ha considerado este ‘**escenario tendencial**’ como la máxima ocupación agrícola que podría producirse a medio-largo plazo en base a las nuevas redes planteadas en la Hipótesis 1 y por tanto en el Capítulo 6. Las estrategias de gestión seguidas para el cálculo del balance hídrico son las siguientes:

Al igual que en el escenario propuesto para el año 2010, **no se explotarán más del 75% de los recursos subterráneos disponibles**, se considerarán prioritarias las **demandas ecológicas**, se utilizará el **100% del agua residual urbana**, la **demanda urbana** corresponderá a la definida por el modelo de crecimiento para el año 2025 considerado una **disminución de la dotación del 10% en la Costa Tropical y del 5% en el resto** respecto de la situación propuesta para 2010, la **dotación agrícola** disminuirá un **10%** en todas las unidades respecto del mismo año, y las **transferencias** a los sistemas 1 y 3 desde el sistema 2 se ajustarán de forma que los balances hídricos sean mayores o iguales a cero.

De esta forma, los resultados obtenidos para cada uno de los sistemas son los siguientes: En el **Sistema 1** (Tabla 8) puede observarse que la demanda agrícola no es muy superior respecto de la situación ideal propuesta en 2010, de 33.52 a 36.71 Hm<sup>3</sup>. Esto indica que la nueva infraestructura planteada en este sistema (el canal de la cota 400 en la margen derecha del río Guadalfeo) que proporcionaría agua al valle del río Verde tanto para los nuevos desarrollos planteados, como para la mejora del abastecimiento de la agricultura ya existente por encima de la cota 200 que actualmente se nutre de los bombeos, no supone un gran riesgo para el desarrollo incontrolado de la agricultura de la zona.

**Tabla 8. Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2025**

SISTEMA 1								
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )				DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )				BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	27.15	4.57	22.58					
Subterráneos	12.86	12.86	0					
Reutilización	2.65	2.65	0					
<b>TOTAL</b>	<b>42.65</b>	<b>20.07</b>	<b>22.58</b>	<b>3.45</b>	<b>36.71</b>	<b>2.50</b>	<b>42.65</b>	<b>0</b>

*Fuente. Elaboración propia*

En el **Sistema 3** (Tabla 9) la demanda agrícola crece más del doble (de 6.88 a 15.33 Hm<sup>3</sup>), lo cual genera la necesidad de trasvasar 5.5 Hm<sup>3</sup> desde el sistema 2, cuando en la situación propuesta para el 2010 los recursos subterráneos y el agua reutilizada eran suficientes. En el caso de que no fuera posible o incluso conveniente realizar esta transferencia desde el sistema 2, los 5.5 Hm<sup>3</sup> supondrían un volumen fácilmente asumible por el sector del invernadero, por ejemplo mediante la desalación de agua de mar, dada la situación costera de estos cultivos y su alta rentabilidad económica que podría asumir el incremento del coste del agua. Sin embargo, los problemas ambientales que generarían estos invernaderos seguirían ocasionando graves perjuicios en la zona.

La situación considerada en este sistema como más desfavorable corresponde a la consolidación de los cultivos hasta la cota 200, situación posible gracias a la tubería actual de la cota 100 más los numerosos bombeos existentes. Sin embargo como se ha dicho, los últimos documentos de planificación prevén la construcción de una nueva tubería a la cota 250, lo cual agravaría aún más esta situación, propiciando la creación de invernaderos incluso por encima de esta cota mediante bombeos. Esto pone de manifiesto que el factor condicionante del crecimiento de la agricultura de esta zona no es el agua, si no la planificación ambiental.

**Tabla 9. Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2025**

SISTEMA 3							
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )				DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )			BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	TOTAL	
Superficiales	5.50	0	5.50				
Subterráneos	10.43	10.43	0				
Reutilización	0.88	0.88	0				
<b>TOTAL</b>	<b>16.81</b>	<b>11.30</b>	<b>5.50</b>	<b>1.48</b>	<b>15.33</b>	<b>16.81</b>	<b>0</b>

*Fuente. Elaboración propia*

En el **Sistema 2** (Tabla 10), el aumento propio de la demanda agrícola (de 154.56 a 186.36 Hm<sup>3</sup>) más el producido en las transferencias realizadas a los sistemas 1 y 3 (de 19.04 a 28.08 Hm<sup>3</sup>) generan un déficit de 47.56 Hm<sup>3</sup>. Esta situación originaría el consumo de la reserva estratégica del sistema formada por la demanda ecológica y el 25% de los recursos subterráneos y que asciende a 40.21 Hm<sup>3</sup>.

**Tabla 10. Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2025**

SISTEMA 2								BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )			DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )					
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	171.43	199.51	-28.08	22.77	186.36	25.9	241.54	
Subterráneos	10.50	10.50	0	Golf	Indust			
Reutilización	12.06	12.06	0	0.22	6.29			
<b>TOTAL</b>	<b>193.98</b>	222.07	-28.08					<b>-47.56</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Este fuerte déficit que acabaría con la reserva estratégica del sistema ocasionado los ya mencionados problemas ambientales, hace necesario replantear la propuesta de nuevas redes hidráulicas y en consecuencia de nuevos usos de la Hipótesis 1.

La mayoría de las infraestructuras propuestas cumplen una función de consolidación y mejora del regadío de las superficies existentes además de nutrir las nuevas áreas de regadío. Por ello, puede considerarse como redes de más ‘riesgo’ aquellas que abastecen sólo a nuevas zonas de cultivo, pues ponen en riego áreas mucho más grandes. Este es el caso de la conducción más al norte del valle de Lecrín (Fig. 9) que convierte en regable unas 350 nuevas hectáreas calificadas como de buen emplazamiento, y el canal de la Cota 400 de la margen Izquierda del Bajo Guadalfeo (Fig. 10), donde se habían planificado 1.500 hectáreas, pero cuya construcción podría favorecer el crecimiento agrícola hasta 4.600 hectáreas.

Parece lógico pensar que sería más apropiado prescindir de esta última, ya que potencia un crecimiento de más de 3.000 hectáreas. Así, puede determinarse una **Hipótesis 2** (Fig. 9 y 10) en la que se elimina esta infraestructura así como las 1.500 hectáreas planificadas en esa zona. Así, haciendo las mismas consideraciones que en la Hipótesis 1 el nuevo balance hídrico de los diferentes sistemas sería el siguiente<sup>1</sup>:

**Tabla 11. Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2025**

SISTEMA 1								BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )			DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )					
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	27.15	4.57	22.58					
Subterráneos	12.86	12.86	0					
Reutilización	2.65	2.65	0					
<b>TOTAL</b>	<b>42.65</b>	<b>20.07</b>	<b>22.58</b>	<b>3.45</b>	<b>36.71</b>	<b>2.50</b>	<b>42.65</b>	
							<b>0</b>	

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 12. Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2025**

SISTEMA 3							BALANCE HÍDRICO (Hm <sup>3</sup> )
RECURSOS HÍDRICOS (Hm <sup>3</sup> )			DEMANDA (Hm <sup>3</sup> )				
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	TOTAL	
Superficiales	5.50	0	5.50				
Subterráneos	10.43	10.43	0				
Reutilización	0.88	0.88	0				
<b>TOTAL</b>	<b>16.81</b>	<b>11.30</b>	<b>5.50</b>	<b>1.48</b>	<b>15.33</b>	<b>16.81</b>	
							<b>0</b>

*Fuente. Elaboración propia*

<sup>1</sup> Dado que la infraestructura suprimida afecta sólo al sistema 2, el balance hídrico de los sistemas 1 y 3 es igual que el arrojado por la Hipótesis 1

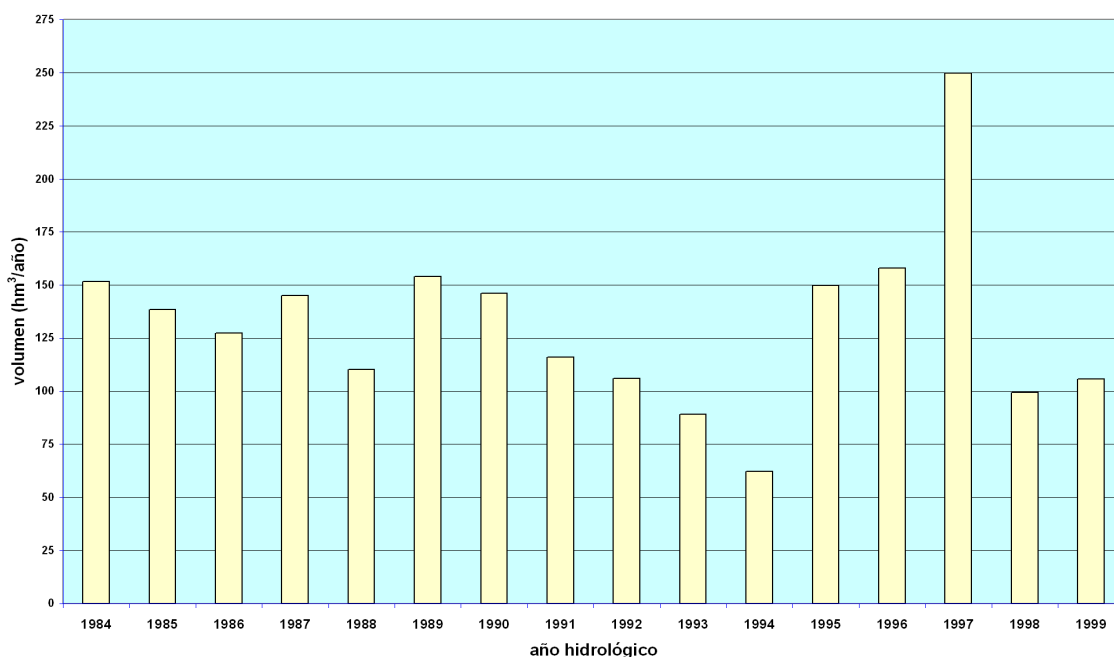
**Tabla 13. Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2025**

SISTEMA 2								BALANCE HÍDRICO (Hm3)
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)			DEMANDA (Hm3)					
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	171.43	199.51	-28.08	22.77	152.28	25.9		
Subterráneos	10.50	10.50	0	Golf	Indust			
Reutilización	7.44	7.44	0	0.22	6.29			
<b>TOTAL</b>	<b>193.98</b>	227.07	-28.08					<b>207.45</b>
								<b>-13.47</b>

*Fuente. Elaboración propia*

De esta forma, el nuevo balance hídrico del sistema 2 (Tabla 13 y Fig. 8) sería de -13.47 Hm<sup>3</sup>, lo cual supone un 70% menos que el arrojado por la Hipótesis 1. Este déficit no sería tan preocupante como el anterior, pues sería más fácil de asumir -en el caso de producirse- por el agua procedente de la desalación o incluso por un aumento en el porcentaje de explotación de las aguas subterráneas, ya que la situación de los acuíferos habría mejorado durante el período anterior en el que se había preservado el 25%.

Además, la reserva estratégica resultante de este esquema de gestión que asciende a 40.21 Hm<sup>3</sup> (demanda ecológica más el 25% de los recursos subterráneos disponibles), permitiría hacer frente a años secos en los que los recursos hídricos medios disminuyeran hasta un 20%. Como puede verse en la Figura 7, la región del Guadalfeo posee un régimen hidrológico muy irregular típico de las cuencas mediterráneas, por lo que esta situación no resulta extraña.



**Figura 7. Variabilidad de la demanda agrícola en función de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Guadalfeo**

*Fuente. Confederación Hidrográfica del Sur, 1998*

En resumen, el escenario propuesto según la **Hipótesis 2** (Fig. 9 y 10) puede resumirse en la planificación de las áreas de regadío e infraestructuras siguientes:

- En la **Alpujarra** no se proponen nuevas superficies, aunque sí la mejora de las infraestructuras existentes, las cuales no suponen un incremento en el potencial de crecimiento de la zona.
- En el valle de **Lecrín**, se propone la creación de unas **750** nuevas hectáreas, de las cuales unas 400 corresponden a la consolidación de zonas ya existentes que necesitarían de la mejora de la red existente. Las 350 restantes requieren de un nuevo canal de riego que no supone un riesgo para el crecimiento incontrolado, pues abastece exclusivamente a esa zona.
- En el **río Verde**, se elimina el canal de la cota 200 y se propone sólo el Canal de la cota 400 que une el embalse de Béznar con la costa, ya que los recursos de éste son suficientes para abastecer a la zona. Este canal supondría la

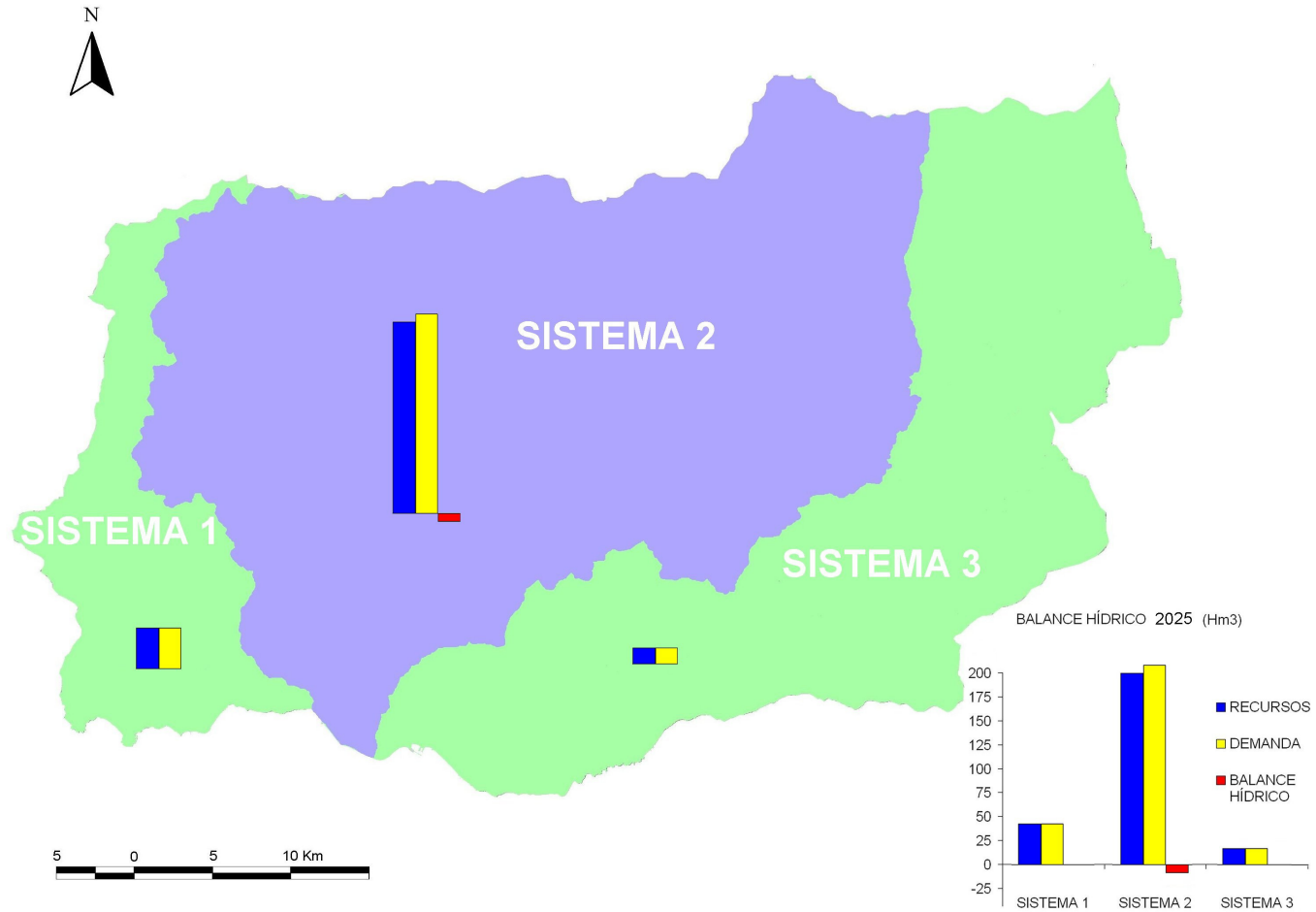
consolidación de los espacios aún libres bajo esta cota, que ascienden a unas **1.880 hectáreas** frente a las **600** hectáreas recomendadas.

- En el **Bajo Guadalfeo**, se elimina el canal de la cota 400 de la margen izquierda y se mantiene el de la margen derecha, coincidente con el del río Verde, suponiendo un posible crecimiento en esta zona de **3.206** hectáreas frente a las **300** recomendadas. Respecto del canal de la cota 200, se desecha el de la margen derecha coincidente con el del río Verde y se conserva el de la margen izquierda, que supondría la consolidación de los cultivos bajo esta cota, unas **1.532 hectáreas** pese a que en esta zona no se ha propuesto ningún crecimiento por las características inapropiadas de los espacios libres.
- En la **Contraviesa**, a pesar de no haber propuesto ninguna infraestructura nueva, la actual podría servir para consolidar los espacios libres bajo la cota 200, unas **1.442** hectáreas más a pesar de haber propuesto reducir **417** has.

Como conclusión, puede decirse que **de las 900 hectáreas propuestas para el crecimiento del regadío, las infraestructuras propuestas por la Hipótesis 2 podrían generar un desarrollo de unas 8.000 hectáreas, ocasionando un déficit de 13.47 Hm<sup>3</sup>, el cual se ha considerado que podría ser asumido por la utilización de agua desalada y por el aumento del porcentaje de explotación de los recursos subterráneos.**

Por otra parte, el modelo propuesto en la Costa de Granada consistiría en lo siguiente; en la margen derecha del río Guadalfeo (río Verde y mitad del Bajo Guadalfeo), donde predominan los cultivos subtropicales, se ha considerado la opción de que el regadío se consolide hasta la cota 400. Sin embargo, en la margen derecha (mitad el Bajo Guadalfeo y Contraviesa), donde predominan los regadíos tradicionales y los invernaderos, se ha limitado el crecimiento hasta la cota 200. Esto es coherente con la tipología de cultivo existente, pues los cultivos arbóreos pueden situarse a mayores cotas y con mayores pendientes, dado que su impacto tanto sobre el paisaje como sobre los procesos hidrológicos es mucho menor.





**Figura 8. Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 2 en 2025**

*Fuente. Elaboración propia*

Así, según esta Hipótesis 2, la situación prevista para el año 2010 cambiaría, ya que no existirían las demandas correspondientes a las superficies de riego de la cota 400 en la margen izquierda del río. Por tanto, el nuevo balance hídrico para la situación de 2010 sería el siguiente<sup>1</sup>:

**Tabla 14. Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2010**

SISTEMA 1								
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)				DEMANDA (Hm3)				BALANCE HÍDRICO (Hm3)
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	23.61	4.57	19.04					
Subterráneos	12.86	12.86	0					
Reutilización	2.29	2.29	0					
<b>TOTAL</b>	<b>38.75</b>	<b>19.71</b>	<b>19.04</b>	<b>2.73</b>	<b>33.52</b>	<b>2.50</b>	<b>38.75</b>	<b>0</b>

*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 15. Balance hídrico en el Sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2010**

SISTEMA 3							
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)				DEMANDA (Hm3)			BALANCE HÍDRICO (Hm3)
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	TOTAL	
Superficiales	0	0	0				
Subterráneos	10.43	10.43	0				
Reutilización	0.46	0.46	0				
<b>TOTAL</b>	<b>10.89</b>	<b>10.89</b>	<b>0</b>	<b>1.33</b>	<b>6.88</b>	<b>8.21</b>	<b>2.68</b>

*Fuente. Elaboración propia*

<sup>1</sup> De nuevo, el balance hídrico de los sistemas 1 y 3 se mantiene constante, ya que el cambio planteado por la Hipótesis 2 afecta sólo al sistema 2.

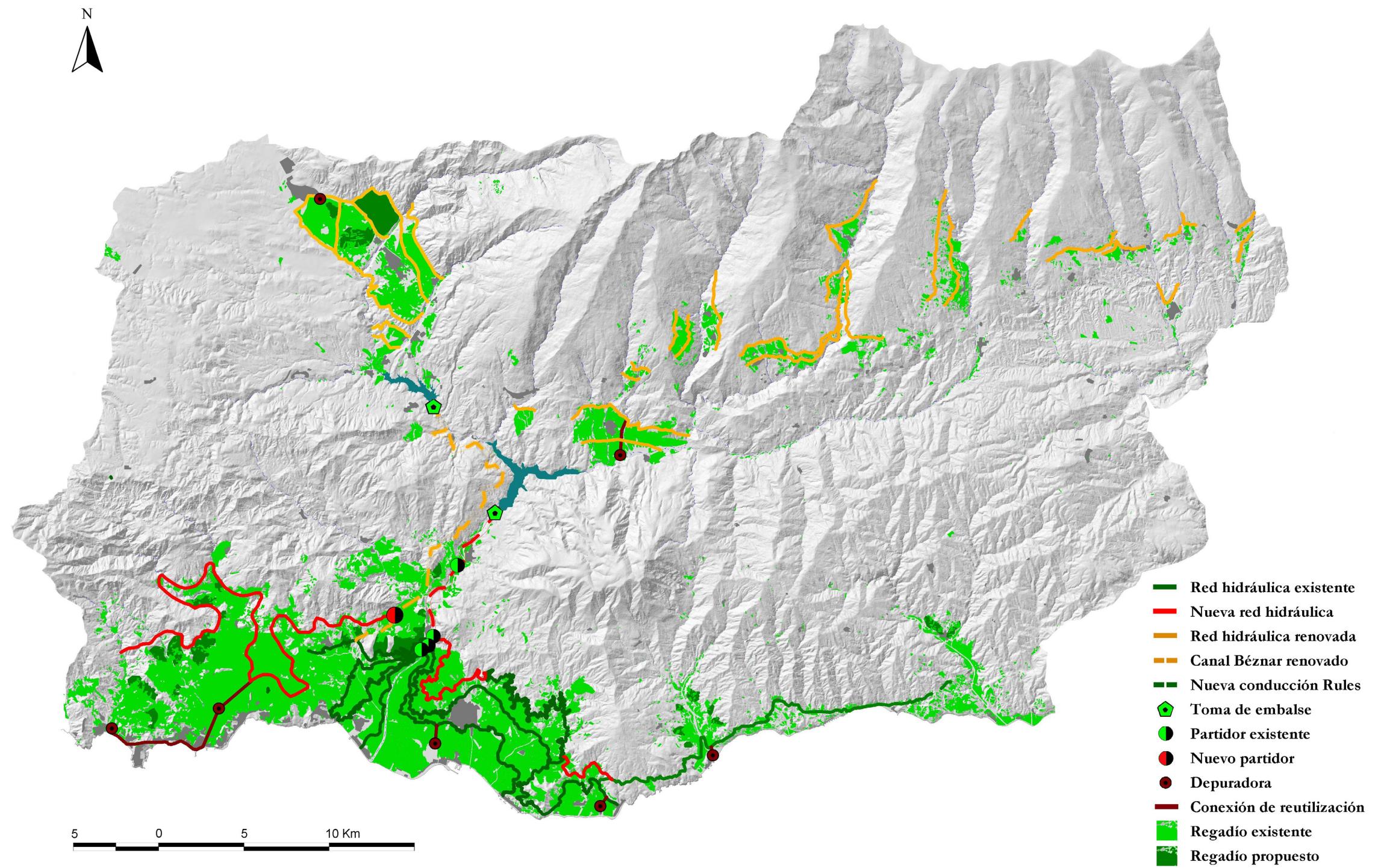


Figura 9. Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en 2025

Fuente. *Elaboración propia*





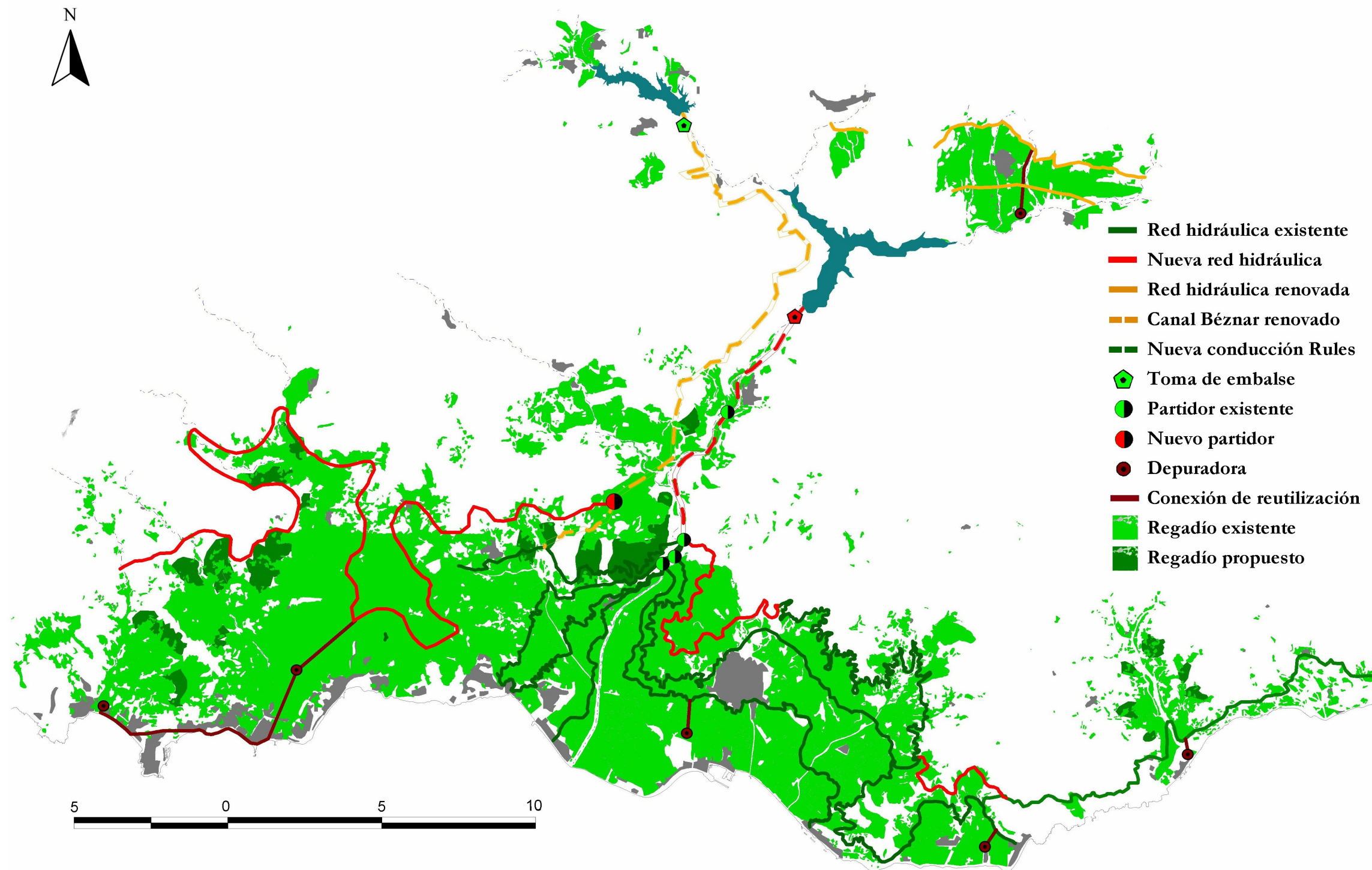


Figura 10. Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en la Costa de Granada en 2025

Fuente. *Elaboración propia*



En el **Sistema 2** (Tabla 16), el balance hídrico resultante pasa de -1.75 a +10.51 Hm<sup>3</sup>, es decir, se pasa de una situación deficitaria a una excedentaria. Este ‘exceso’, que supone apenas un 5% de los recursos totales, serviría para absorber los posibles crecimientos producidos al margen de la planificación, hipótesis muy posible dada la dinámica de crecimiento del regadío de la región de estudio.

**Tabla 16. Balance hídrico en el Sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2010**

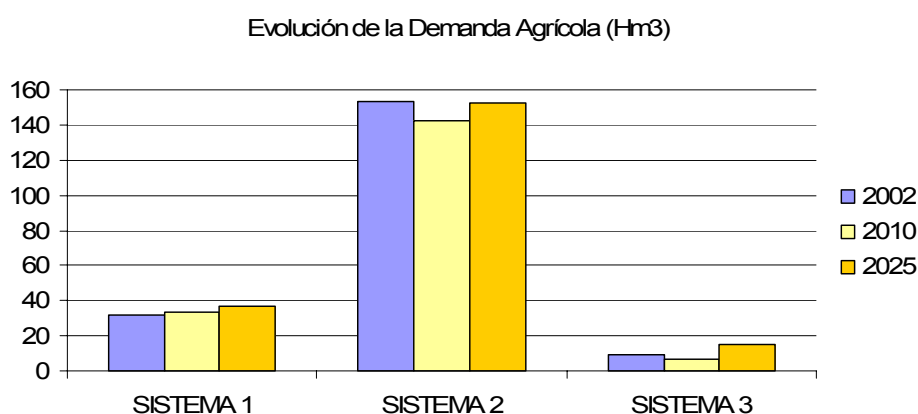
SISTEMA 2								BALANCE HÍDRICO (Hm3)
RECURSOS HÍDRICOS (Hm3)			DEMANDA (Hm3)					
	TOTAL	Propios	Transferencias	Urbana	Agrícola	Ecológica	TOTAL	
Superficiales	180.47	199.51	-19.04	13.18	142.3	25.9	<b>187.9</b>	
Subterráneos	10.50	10.50	0	Golf	Indust			
Reutilización	7.44	7.44	0	0.22	6.29			
<b>TOTAL</b>	<b>198.41</b>	217.45	-19.04					<b>10.51</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Si se comparan los resultados finales arrojados por la Hipótesis 2 (Fig. 11 y 12) puede verse que las demandas agrícolas aumentan muy poco (en el sistema 2 incluso disminuyen ligeramente). Esto es un indicio claro de que en la región del Guadalfeo no pueden producirse crecimientos importantes en el sector agrícola, -sí reconversiones en cultivos más eficientes-, si no que se requieren de medidas urgentes de planificación y ordenación de los usos existentes, además de planificar las infraestructuras hidráulicas para mejorar la situación existente, y al mismo tiempo limitar el crecimiento incontrolado de la agricultura, tal y como ha venido sucediendo hasta el momento.

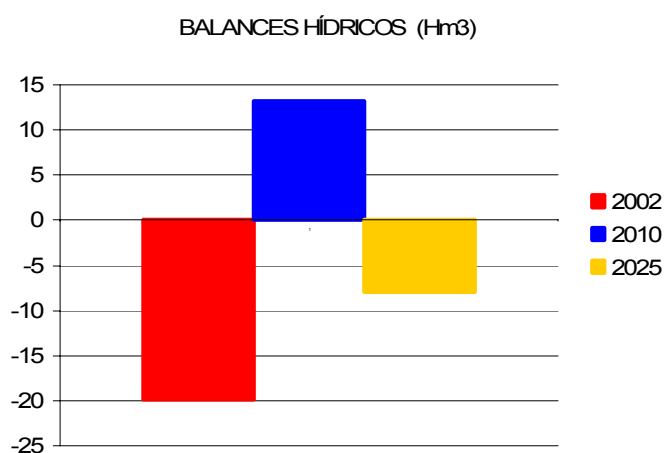
Así, el Plan Territorial del Agua planteado (Fig. 9 y 10), además de proteger los recursos superficiales y subterráneos, contar con una reserva estratégica de agua que

permitiría hacer frente a las sequías, y proponer una ordenación y planificación del uso agrícola, disminuye la situación actual de déficit de recursos hídricos (Fig. 12) y prevé la posibilidad de que pueda darse la situación más desfavorable en la que se consoliden todas las nuevas áreas regables por las infraestructuras propuestas.



**Figura 11.** Evolución de la demanda agrícola en base al escenario propuesto por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025

*Fuente.* Elaboración propia



**Figura 12.** Resultado del Balance Hídrico de la región del Guadalfeo en la situación actual y los escenarios propuestos por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025

*Fuente.* Elaboración propia



## 5. CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

A la vista de la importancia del sector agrícola en la región de estudio, es especialmente necesario establecer **criterios para la planificación y la gestión de las demandas agrícolas en coordinación con la planificación hidrológica**. Así, es necesario llevar a cabo una **Planificación Territorial del Agua** que considere conjuntamente la ordenación de los usos del suelo, el posible crecimiento asociado a las infraestructuras y los recursos disponibles, disminuyendo en la medida de lo posible el impacto sobre el medio físico.

El escenario propuesto en este capítulo cumple con esta premisa, proponiendo un Modelo de Crecimiento Sostenible basado en la **ordenación y planificación del uso agrícola, en la planificación de infraestructuras acordes con el desarrollo propuesto y en la consideración de medidas de control y reducción de la demanda**. Así, este escenario asegura un consumo adecuado de los recursos hídricos, ordena y planifica el uso agrícola y urbano, disminuye la situación actual de déficit, y considera la posibilidad de que, como ha venido sucediendo hasta ahora, se produzcan ciertos crecimientos al margen de la planificación. Así mismo, prioriza las demandas ecológicas y la reserva de explotación de los recursos subterráneos, con el fin de mejorar la calidad ambiental de los ríos y los acuíferos, y salvaguardar una **‘reserva estratégica de agua’** que permitirá hacer frente a las cada vez más frecuentes sequías.

Por otro lado, los crecimientos propuestos suponen pequeños incrementos en la demanda final, por lo que la propuesta realizada se basa fundamentalmente en la **Ordenación de los usos existentes y en Gestión de la Demanda**.

Así, cumpliendo con el objetivo propuesto, el resultado principal de esta tesis ha sido la elaboración de una metodología de trabajo que puede ser una herramienta útil para la toma de decisiones respecto de la ordenación de los usos del agua. Esta metodología se ha plasmado en una serie de propuestas a modo de **Plan Territorial**

**CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES**

1.	PRINCIPALES APORTACIONES DEL TRABAJO .....	9.2
2.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	9.11
3.	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS.....	9.12

## 1. PRINCIPALES APORTACIONES DEL TRABAJO

Las cada vez más complejas relaciones entre el Agua y el Territorio han puesto de manifiesto en los últimos años, la necesidad de acometer una gestión del agua más integral y menos sectorizada, que se asome con más detenimiento a las interacciones con los fenómenos territoriales. Esta primigenia consideración de la ordenación territorial vinculada a la planificación de los recursos hídricos no ha sido desarrollada suficientemente por los planes territoriales y/o hidrológicos, por lo que hoy en día siguen existiendo carencias importantes a este respecto.

Este es uno de los retos de la sociedad contemporánea, y también el **objetivo principal** de esta tesis, **impulsar el encuentro entre la planificación territorial y la gestión del agua**, más allá de la diferente concepción de las administraciones que las gestionan, fomentando su imbricación allí donde sea posible, especialmente en aquellos territorios en los que el agua tiene un mayor protagonismo como es el caso del litoral mediterráneo.

Para la consecución de este objetivo, y como resultado principal de la tesis, se ha desarrollado una **metodología de trabajo** denominada **‘Planificación Territorial del Agua’**, que resulta de la búsqueda de los elementos transición entre la Gestión Sectorial del agua y la Ordenación del Territorio, y que se basa en el **análisis relacional entre los componentes del sistema hídrico y los procesos territoriales** -Infraestructuras hidráulicas, Usos del Agua y Medio Físico- (ver **Capítulo 2**).

Como laboratorio de trabajo se ha elegido la **región del Guadalfeo** en la costa de Granada, con una identidad fuertemente marcada por el agua y cuyas características típicamente mediterráneas hacen que esta metodología pueda ser aplicable en otros lugares de problemática similar como herramienta para la toma de decisiones.

El proceso de elaboración de dicha metodología ha sido el siguiente:

En primer lugar se ha realizado una **caracterización y análisis** de la región de estudio, que ha puesto de manifiesto la importancia del **agua como elemento vertebrador de los procesos territoriales**, así como la necesidad de llevar a cabo una gestión del agua más cercana a la planificación (ver **Capítulo 3**). El paisaje y las actividades humanas se han encontrado y se encuentran fuertemente condicionados por la disponibilidad de este recurso.

La agricultura ha sido históricamente la principal actividad económica del lugar, en una lucha constante por controlar y sacar provecho del agua. Han destacado los cultivos subtropicales y los regadíos tradicionales como la caña de azúcar, únicos en Europa y base para la economía de la región durante siglos. En los últimos años sin embargo, se están produciendo importantes transformaciones muy similares a las de otras regiones mediterráneas que amenazan en cierta medida la identidad sociocultural y la calidad ambiental de la región. Estos procesos de cambio consisten principalmente en la progresiva desaparición de los cultivos de escasa rentabilidad - como la caña de azúcar-, y su sustitución por la agricultura intensiva -el invernadero- o el uso turístico, los cuales han experimentado un extraordinario crecimiento en los últimos años gracias a su elevada productividad.

Los invernaderos, provenientes del poniente almeriense, han supuesto una ‘revolución’ agrícola en la región, alcanzando rentabilidades hasta 4 veces superiores a las de los cultivos más rentables, los subtropicales, por lo que se han extendido rápidamente y de forma incontrolada en la franja litoral Este -llanura de Carchuna y ramblas de la Contraviesa-, ‘trepando’ por las escarpadas laderas y generando un alto impacto paisajístico y graves problemas de erosión. Así mismo, están provocando serias afecciones ambientales, causadas por los residuos plásticos de las construcciones, y sobre todo, por la sobre-explotación de los acuíferos costeros, algunos de los cuales se encuentran afectados por fenómenos de contaminación difusa y salinización.

Respecto del uso turístico, desde los años 70 se ha producido un importante crecimiento -gracias al sol y a las buenas temperaturas propias de este clima-, que ha influido de forma substancial en el desarrollo económico de la zona, convirtiéndose en el principal competidor de la agricultura por el uso del agua y el suelo. Los modelos tradicionales de Gestión de la Oferta, han menospreciado tradicionalmente el conocimiento de esta demanda por representar una proporción pequeña respecto de la demanda agrícola, sin embargo, el crecimiento del turismo ha convertido la gestión del agua urbana en un factor clave, ya que las previsiones demográficas mantienen estos niveles de crecimiento, previéndose situaciones de insuficiencia en el abastecimiento así como graves problemas ambientales derivados de esta masiva ocupación.

Por tanto, en la región del Guadalfeo existen hoy en día **dos modelos territoriales** muy diferentes que luchan por imponerse, representados por la expansión desorbitada de la urbanización turística de la Costa de Sol en el Oeste, y por la saturación de invernaderos del Poniente Almeriense en el Este. El potencial de desarrollo de ambos modelos, basados en un uso intensivo del agua y el suelo, hace prever conflictos sociales muy importantes, lo cual pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo una *Planificación Territorial del Agua*, que asegure un modelo de desarrollo sostenible y potencie los nexos entre los sistemas hídrico y antrópico. Así, resulta esencial planificar conjuntamente el *crecimiento de los usos del agua* y las *medidas de gestión*, con el fin de aportar nuevos criterios y puntos de apoyo para la ordenación del territorio que aseguren la continuidad tanto de los procesos hídricos como humanos.

Respecto de la evolución de los usos del agua, aunque es inducida principalmente por su rentabilidad, está fuertemente condicionada por la disponibilidad de agua. Por ello se ha analizado la relación existente entre el **crecimiento de los usos del suelo y la creación de infraestructuras hidráulicas** (ver **Capítulo 4**), ya que éstas han determinado la localización y el ritmo de desarrollo de los crecimientos,

potenciándolos en sus inmediaciones en las fases iniciales de su servicio, y limitándolos cuando han sobrepasado su capacidad.

En la región de estudio, los **grandes desequilibrios territoriales e hídricos** existentes, han favorecido la creación de numerosas infraestructuras que han transportado el agua desde las zonas ‘productoras’ y menos pobladas de la parte alta de la cuenca, a las más ‘consumidoras’ de la parte baja donde se concentran la mayoría de las actividades humanas. Este hecho ha potenciado aún más el desequilibrio existente, pues las áreas ‘excedentarias’ han conservado una infraestructura de carácter muy autónomo que ha perpetuado de alguna forma su estadio de desarrollo, al mismo tiempo que las áreas ‘demandantes’ han desarrollado una compleja red hidráulica que sigue potenciando su crecimiento. De esta forma los grandes consumidores cada vez lo son más, y los pequeños cada vez menos.

Por otro lado, la creación de las infraestructuras hidráulicas ha potenciado un crecimiento de las demandas superior a las sucesivas dotaciones de agua, por lo que se ha generado una situación de **‘escasez crónica’** que ha intentado resolverse sin éxito mediante la continua creación de infraestructura, consolidando un modelo de gestión basado en el incremento de la oferta que no sólo no ha reducido el déficit hídrico sino que lo aumentado. Dichas infraestructuras hidráulicas han supuesto además un elemento de ‘ordenación’ muy importante en el crecimiento de los usos del agua, cuyo proceso de expansión territorial ha tenido un **carácter escalonado o de umbral**, coincidente con la inversión infraestructural.

En resumen, puede decirse que las redes antrópicas del agua han jugado un triple papel en el desarrollo de las actividades humanas de la región; potenciar el crecimiento en las fases iniciales, limitarlo en las fases de agotamiento de dichas redes, y sobre todo, ordenar los usos que se han nutrido de ellas. Por ello, la **planificación de las infraestructuras** se sitúa como una herramienta fundamental para el control del desarrollo de las actividades humanas, y por tanto, para la Ordenación del Territorio.

El crecimiento de los diferentes usos del agua ha venido marcado por tanto por modelo de gestión de la oferta en el que las demandas del agua han crecido, muchas veces de forma incontrolada, bajo el ‘paraguas’ de la inversión estatal.

Este es el caso del **uso urbano del agua** (ver **Capítulo 5**), en el que el análisis de la situación actual muestra una total despreocupación en cuanto a la Planificación y Gestión de la demanda urbana, lo cual es debido a que tradicionalmente se la ha considerado despreciable frente a la demanda agrícola, prestando escasa atención a su planificación. Muestra de ello, es que las cifras de consumo que manejan la administración hidrológica y el resto de administraciones competentes y que son utilizadas en los Planes de Gestión, son francamente dispares y por tanto muy poco fiables. Esta falta de información **incrementa las incertidumbres, provoca el descontrol en la gestión y genera una planificación ineficaz del crecimiento de los usos del suelo**, utilizándose en muchas ocasiones para permitir desarrollos por encima de lo planificado.

Por otro lado, las *previsiones* realizadas utilizan metodologías muy ‘groseras’ que establecen demandas futuras muy por debajo de las reales, creando a posteriori situaciones de escasez que dan lugar al descontrol y el despilfarro de los recursos hídricos. Se produce además un incumplimiento sistemático de la planificación, por lo que los escenarios planteados se ven desbordados incrementando los conflictos entre los usuarios.

El cada vez mayor sector turístico en las regiones mediterráneas supone un agravante en los problemas de planificación y gestión de esta demanda, pues genera grandes puntas de consumo en los meses de verano que derivan en situaciones de emergencia para el abastecimiento, solucionándose mediante la sobre-explotación de los recursos subterráneos.

Por todo ello, se ha creído necesario establecer propuestas para la Gestión de la Demanda que permitan Planificar y Gestionar las demandas futuras con criterios más razonables. Así, se ha desarrollado una metodología de trabajo basada en las

características de la demanda urbana de la región de estudio que permite, **caracterizar, prever, controlar y disminuir la demanda urbana**, con el fin de ejercer un mayor control sobre las mismas y planificar de forma más correcta la utilización de los recursos.

Respecto del **uso agrícola** (ver **Capítulo 6**), la situación es muy parecida; planes de gestión que utilizan datos de demanda francamente dispares y por tanto muy poco fiables, previsiones de crecimiento que se ven desbordadas generando escasez y por tanto una nueva necesidad de infraestructura hidráulica, incumplimiento sistemático de la planificación, escasa preocupación por la gestión de la demanda... problemas que se han visto muy agravados dada la importancia de esta demanda en la región (más del 80% de la demanda total).

Este proceso ha dado como resultado un incremento considerable de la superficie regada -casi se ha doblado en los últimos 50 años-, y en la expansión desordenada de determinados usos como los invernaderos, que tras aparecer por primera vez a mediados de la década de los 70, suponen hoy en día uno de los sectores más importantes. Por tanto, es claro que existe una tendencia de crecimiento en la superficie regada de la zona de estudio, lo cual indica la consecución de una **política hidrológica desarrollista**, basada en la ampliación del regadío y la creación de infraestructura hidráulica, y todo ello a pesar de los problemas de escasez, de baja calidad y de desequilibrio respecto a los recursos hídricos.

El crecimiento de la agricultura se ha producido sin una planificación previa, ocupando las áreas que las redes hidráulicas han ido convirtiendo en regables, y sin considerar las posibles consecuencias ambientales de estos emplazamientos. Así, y propiciado por la falta de espacios llanos, se ha ocupado la franja litoral, las ramblas, las crestas, y las laderas, generando graves problemas de erosión, alto riesgo de inundabilidad, e importantes alteraciones del paisaje.

En consecuencia, se hace necesario establecer unos criterios para la Planificación del uso agrícola y la gestión de su demanda, en concordancia con la protección de los



recursos hídricos y los valores naturales de la región. Para ello, se han desarrollado una serie de propuestas que atienden a tres factores principales; la determinación de áreas idóneas para la ocupación agrícola y su posible ampliación, la necesidad infraestructural de la agricultura existente y propuesta así como el posible efecto 'inducido' que podrían tener sobre el crecimiento, y por último, la reducción y control de las demandas agrícolas con el fin de hacer más eficiente el uso del agua.

Respecto del primer factor, se han definido una serie de **criterios de planificación espacial** basados en la búsqueda del *equilibrio territorial y la protección de los valores ambientales del territorio*, que han servido en la identificación de áreas idóneas para el posible crecimiento agrícola, así como aquellas existentes cuyo emplazamiento supone un riesgo ambiental. De esta forma se ha obtenido el incremento máximo de la superficie agrícola que podría producirse respetando estos principios; aproximadamente un 5% de la superficie actual, lo cual es indicativo de la alta saturación agrícola de este territorio, sobre todo en la parte baja donde se ha ocupado casi toda la superficie disponible. Por tanto, el futuro de la agricultura de la región no puede basarse como hasta ahora en un continuo crecimiento, si no que debe atender a la ordenación de las superficies ya existentes, a la mejora de la eficiencia en el uso del agua y a la conversión a cultivos más rentables siempre y cuando se respeten los criterios territoriales descritos.

Respecto del segundo factor, se ha evaluado la **necesidad de ampliar la infraestructura existente** no sólo para abastecer al pequeño crecimiento propuesto, sino sobre todo para mejorar el uso actual del agua, ya que en muchos casos, a falta de un abastecimiento regulado se han creado infraestructuras de carácter privado que escapan del control de las administraciones generando situaciones de sobre-explotación (por ejemplo las captaciones subterráneas). Así mismo, se han analizado los **posibles efectos territoriales de las ampliaciones propuestas** con el fin de establecer escenarios futuros de desarrollo acordes con los recursos hídricos disponibles.

Respecto del último factor, se han propuesto una serie de **medidas de gestión encaminadas a controlar las demandas, a aumentar los recursos disponibles y a mejorar la eficiencia en el uso del agua**, las cuales han consistido sobre todo en la elaboración de programas de reducción de la demanda y de reutilización de aguas residuales tratadas. Para ello, se ha analizado la posibilidad de regenerar las aguas residuales urbanas y reutilizarlas en el riego de la agricultura, concluyendo que la casi totalidad del agua residual producida por las poblaciones puede ser utilizada en usos agrícolas y ambientales.

El tercer uso importante del agua considerado ha sido el **uso fluvial** (ver **Capítulo 7**). El principal problema al respecto del desarrollo de este uso, ha sido sin duda la inadecuada antropización de las llanuras fluviales por parte de las actividades humanas, que ha generado la pérdida tanto del ecosistema fluvial como de la función de nexo entre el sistema urbano y el natural. El origen de este problema ha estado sin duda en el conflicto primigenio entre los usos naturales y sociales de los ríos. Estos conflictos han ocasionado el progresivo deterioro de los sistemas fluviales, dada la perspectiva de dominación con la que se han ejecutado los proyectos de actuación durante el último siglo. Esta situación de degradación ha provocado que en los últimos años se haya generalizado una conciencia por la recuperación tanto ambiental como urbana de estos ecosistemas, perdida por años de tecnificación y uso incontrolado. El enorme potencial de los espacios fluviales como ‘conectores ambientales’ y ‘parques urbanos o metropolitanos’ hacen necesario la toma de decisiones a este respecto en los Planes Generales de Ordenación Urbana, en contra de la tendencia general de seguir urbanizando los espacios ribereños.

Así, se han definido una serie de principios que pueden ayudar a recuperar la identidad natural perdida de los sistemas fluviales y su función de nexo entre hombre y naturaleza. Para ello se ha realizado una propuesta de ordenación y protección del territorio fluvial en el Delta del Guadalfeo, que permitiría restaurar y rehabilitar no sólo el cauce del río, si no todo el sistema fluvial. En el análisis

realizado se ha demostrado la necesidad de llevar a cabo una acción de este tipo dados los procesos socio-económicos existentes, así como la factibilidad de llevarla a cabo tanto desde el punto de vista legal como territorial.

Resumiendo, de los análisis realizados resulta una serie de propuestas de ordenación conjunta de los usos del suelo y las infraestructuras hidráulicas, basadas en la *planificación del uso urbano, agrícola y fluvial, en los efectos de las posibles mejoras o ampliaciones de las infraestructuras, y en las medidas de gestión de la demanda*. Por último, con el fin de establecer la sostenibilidad de los escenarios propuestos, se ha realizado un **análisis comparativo entre las demandas y los recursos hídricos disponibles actuales y futuros** (ver **Capítulo 8**). Los condicionantes respecto de la utilización del recurso hídrico han sido la **protección de los recursos superficiales y subterráneos, la sostenibilidad de su explotación, la consideración de una ‘reserva estratégica de agua’ que permita hacer frente a las frecuentes sequías, y el respeto a las demandas ambientales**.

Así, cumpliendo con el objetivo propuesto, el resultado principal de esta tesis ha sido la elaboración de una metodología de trabajo que puede ser una herramienta útil para la toma de decisiones respecto de la ordenación de los usos del agua. Esta metodología se ha plasmado en una serie de propuestas a modo de **Plan Territorial del Agua** en la región del Guadalfeo, que analiza los problemas contemporáneos del agua en su relación con el suelo, mediante la *planificación conjunta de las infraestructuras y los usos del suelo, considerando la disponibilidad actual y futura de recursos, y disminuyendo en la medida de lo posible los impactos producidos al medio físico, estableciendo escenarios de desarrollo sostenibles que protejan los valores ambientales, respeten los procesos hidrológicos y permitan la conservación de los recursos hídricos*. Por último, puede decirse que el actual estado de desarrollo de la zona de estudio permite la aplicación de estos nuevos criterios de planificación que consideran las cuestiones infraestructurales y ambientales, pudiendo dirigirse el desarrollo de la zona hacia la sostenibilidad. Así mismo, las características típicamente Mediterráneas de esta zona permitirán la **aplicación** de esta metodología de trabajo a otras regiones con una problemática similar.

## 2. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como es lógico, en la elaboración de esta tesis se pueden destacar algunas limitaciones propias de la metodología utilizada, que deberían tenerse en cuenta en futuras investigaciones. Dado el reconocimiento de las mismas y la consideración de las incertidumbres propias de este tipo de estudios, se puede afirmar que no han alterado significativamente los resultados presentados.

La principal limitación de este trabajo es sin duda la derivada de su carácter generalista de **'Master Plan'**. Es evidente que muchos de los aspectos estudiados en este trabajo deben ser estudiados con más profundidad -tal y como se ha ido señalando a lo largo del trabajo-, realizando estudios con más detalle que permitan elaborar propuestas más pormenorizadas. Así, para la elaboración de cada uno de los diferentes escenarios de crecimiento de los usos urbano, agrícola o fluvial, sería necesario realizar **Planes Especiales específicos** que analizaran con más detenimiento la complejidad de los procesos territoriales existentes, incorporando multitud de variables que por su extensión no han podido ser tenidas en cuenta en este estudio; análisis económico y de rentabilidad de los diferentes usos, consecuencias ambientales específicas de las propuestas, efecto y necesidad de infraestructuras viarias, jerarquización en los usos de agua, consecuencias y necesidades sociales.... Por otro lado, en lo que respecta a las **escalas espaciales**, es evidente que existen limitaciones, dado que se ha considerado sobre todo el ámbito subregional, por lo que se 'escapan' numerosos detalles que deberían tenerse en cuenta en el análisis y en la planificación a otras escalas más concretas. Así mismo, y atendiendo a las **escalas temporales**, se han tenido muy en cuenta las limitaciones que suponen las propias fuentes documentales y cartográficas; la falta de cartografías históricas de los usos del suelo no ha permitido profundizar adecuadamente en el análisis de las dinámicas.

Otras limitaciones importantes del trabajo son las que se derivan de la calidad de los **datos de partida**, debido como se ha dicho en varias ocasiones, a su carácter

disperso y la falta de calidad de los mismos, al igual que ocurre en otros estudios territoriales y ambientales. Sin embargo, se ha tratado constantemente de reducir el grado de incertidumbre que esto introduce en la tesis, mediante la utilización de fuentes muy diversas que permitieran realizar buenas estimaciones.

Por último, la **falta de estudios similares** al que se presenta en esta tesis, junto con la diversidad y complejidad de los procesos estudiados, ha dificultado la labor comparativa necesaria para poder confirmar los resultados y para que éstos sean extrapolables a otros lugares.

### 3. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN ABIERTAS

Las líneas de investigación abiertas por este trabajo derivan principalmente de sus limitaciones. Tal y como se ha dicho anteriormente, deben realizarse Planes Especiales de Ordenación que realicen propuestas de crecimiento más detalladas (dentro de las bases y criterios establecidos por este ‘Master Plan’) para cada una de las diferentes zonas. Para el uso agrícola, serían necesarios **Planes Especiales** sobre todo para la ordenación de los invernaderos de la costa Este, y los regadíos tradicionales y subtropicales de la Costa Oeste y Centro. Para el uso urbano, sería necesario elaborar un **Plan del Litoral** asociado al crecimiento urbano turístico de la costa acorde con los principios y limitaciones establecidos en este estudio, un **Plan de ordenación de los espacios fluviales del río Guadalfeo**, y un **Plan de desarrollo rural de la Alpujarra** asociado a la agricultura ecológica y al turismo.

Otras línea de investigación abierta por este trabajo consistirían el **análisis socioeconómico de la rentabilidad del uso del agua**, proponiendo modelos de asignación de recursos que tuviesen en cuenta además la **jerarquización en el uso del agua**, diferenciando el uso que se destina a fines públicos y que debe ser prioritario, -el abastecimiento urbano o ciertos tipos de agricultura-, del destinado a fines privados puramente comerciales –actividades turísticas, cultivos intensivos-,

que debe estar condicionado a la satisfacción de los primeros. De este modo, podría analizarse el efecto que los diferentes precios tendrían sobre el crecimiento de esos usos y cómo podría controlar su expansión.

Así mismo, teniendo en cuenta la falta de cartografías adecuadas, es evidente que sería necesaria la **elaboración de nuevas cartografías dinámicas**, que mejoraran la comparabilidad de los planos y que además se relacionaran con intervalos de tiempo homogéneos, para poder realizar análisis y modelos estadísticos.

Por otro lado, en relación con las dificultades encontradas con los datos de partida, sería muy importante que se coordinaran las **bases de datos existentes**, mejorando la calidad de los mismos y la facilidad de acceso. Cabe realizar especial hincapié en los datos sobre la localización y la superficie ocupada por los diferentes usos del suelo, y, sobre todo, en los datos relacionados con el agua y la planificación hidrológica. Son necesarios también nuevos estudios a escala local, que determinen, e incluso lleguen a modelizar de forma experimental, mediante trabajos de campo pormenorizados, las relaciones existentes entre los usos del suelo y los impactos ambientales-territoriales. De este modo se podrán mejorar las cartografías que tratan de espacializar los resultados obtenidos mediante el análisis con indicadores.

En relación con los criterios de planificación, sería muy importante la **elaboración de cuestionarios y otras formas de investigación social**, que permitieran conocer la opinión de las personas que habitan en esta región. Así mismo, tras la participación pública, sería fundamental la elaboración de un **Plan Subregional de Ordenación del Territorio** para la región, que incluyera la puesta en práctica de algunas **experiencias piloto** que permitieran la demostración de la utilidad de los criterios que fueran finalmente planteados. Por último, teniendo en cuenta la novedad de los enfoques utilizados, sería interesante la **extrapolación de la metodología de estudio a otros lugares similares del Mediterráneo**, de tal manera que se pudieran confirmar los resultados obtenidos, al mismo tiempo que se revisa y se mejora la propia metodología.

**ANEXOS**

---





**ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA**

**INDICE DE TABLAS**

**Tabla 1.** Estimación propia de Consumo medio Anual.....AI.2

**Tabla 2.** Comparativa de los consumos obtenidos de las distintas fuentes..... AI.4

**Tabla 3.** Consumo Ponderado, dotación teórica y dotación real..... AI.6

**Tabla 4.** Distribución total y porcentual del consumo urbano en los municipios de la Mancomunidad en el año 2000..... AI.8

**Tabla 5.** Distribución total y porcentual del consumo urbano en los municipios de la Mancomunidad en el año 1999..... AI.9

**Tabla 6.** Distribución anual del consumo urbano por municipios..... AI.10

**Tabla 7.** Consumo urbano de agua por núcleos a partir del ábaco propuesto. AI.12

**Tabla 8.** Estimación máxima y mínima de la demanda urbana en el año 2010 AI.17

**Tabla 9.** Estimación máxima y mínima de la demanda urbana en el año 2025 AI.19

Tabla 1. Estimación propia de Consumo medio Anual

MUNICIPIO	POB RESIDENTE	POB MAXIMA	POB MEDIA	Cp	DOTACION m <sup>3</sup>	CONSUMO APROX MED m <sup>3</sup> /año
ALBONDON	922	866	905	0,96	0,10	32.196
ALBUNOL	4.809	12.705	7.178	1,77	0,14	445.604
ALBUNUELAS	1.215	1.497	1.300	1,15	0,15	76.625
ALMEGIJAR	342	834	490	1,70	0,10	21.264
ALMUNECAR	19.844	125.055	51.407	2,43	0,23	4.057.174
ALPUJARRA D.	1.205	1.368	1.254	1,09	0,10	47.985
BERCHULES	864	1.057	922	1,15	0,10	36.157
BUBION	388	771	503	1,53	0,10	21.712
BUSQUISTAR	280	806	438	1,84	0,10	18.815
CADIAR	1.651	2.378	1.869	1,27	0,14	105.507
CANAR	296	1.038	519	2,00	0,10	21.625
CAPILEIRA	572	1.067	721	1,48	0,10	30.919
CARATAUNAS	119	610	266	2,29	0,10	9.949
CASTARAS	205	291	231	1,26	0,10	9.434
DURCAL	6.014	5.855	5.966	0,98	0,15	321.534
LOS GUAJARES	1.374	2.218	1.627	1,36	0,10	68.360
GUALCHOS	2.096	6.310	3360	1,88	0,15	215.496
ITRABO	1.052	1.299	1.126	1,15	0,15	66.440
JETE	717	825	749	1,10	0,10	28.811
JUVILES	173	1.286	507	2,54	0,10	16.020
LANJARON	3.904	11.499	6.183	1,86	0,15	397.548
LECRIN	2.418	2.931	2.572	1,14	0,10	100.580
LENTEJI	346	454	378	1,20	0,10	15.152
LOBRAS	152	385	222	1,74	0,10	9.626
LUJAR	370	839	511	1,64	0,10	22.187
MOLVIZAR	2.627	4.479	3.183	1,41	0,15	202.415
MOTRIL	49.766	69.000	55.536	1,24	0,23	5.104.172
MURTAS	659	1.387	877	1,58	0,10	38.024
NEVADA	1.405	2.963	1.872	1,58	0,10	81.153
NIGUELAS	1.121	2.119	1.420	1,49	0,15	91.561
ORGIVA	4.196	4.598	4.317	1,07	0,14	235.831
OTIVAR	1.108	1.177	1.129	1,04	0,15	63.259
PADUL	6.233	8.722	6.980	1,25	0,20	568.590

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	POB RESIDENTE	POB MAXIMA	POB MEDIA	Cp	DOTACION m <sup>3</sup>	CONSUMO APROX MED m <sup>3</sup> /año
PAMPANEIRA	309	805	458	1,76	0,10	19.832
EL PINAR	1.270	1.402	1.310	1,07	0,10	49.626
POLOPOS	1.233	4.106	2.095	1,96	0,13	115.155
PORTUGOS	429	1.433	730	1,96	0,10	30.729
RUBITE	308	436	346	1,26	0,10	14.150
SALOBRENA	10.098	21.854	13.625	1,60	0,19	1.125.962
SOPORTUJAR	266	1.000	486	2,06	0,10	19.969
SORVILAN	672	1.076	793	1,36	0,10	33.273
LA TAHA	748	1.282	908	1,41	0,10	38.539
TORVIZCON	634	1.344	847	1,59	0,10	36.720
TREVELEZ	795	2.081	1.181	1,76	0,15	76.709
TURON	314	343	323	1,06	0,10	12.182
UGIJAR	2.507	3.092	2.683	1,15	0,14	143.610
VALOR	978	1.128	1.023	1,10	0,10	39.361
EL VALLE	1.431	1.928	1.580	1,22	0,10	63.732
VILLAMENA	1.013	1.309	1.102	1,19	0,10	43.928
<b>TOTAL</b>	<b>144.073</b>	<b>326.058</b>	<b>198.669</b>			<b>14.592.974</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Tabla 2. Comparativa de los consumos obtenidos de las distintas fuentes

MUNICIPIO	APROX. m <sup>3</sup> /año	DIP. m <sup>3</sup> /año	CONFED. m <sup>3</sup> /año	PHCS m <sup>3</sup> /año	INTECSA -INARSA m <sup>3</sup> /año	MANCOM. m <sup>3</sup> /año
ALBONDON	32.196	35.000		111.221	29.784	56.481
ALBUNOL	445.604	485.080	113.511	580.964	306.476	511.531
ALBUNUELAS	76.625	132.000	300	105.087	105.000	
ALMEGIJAR	21.264	68.000		36.591	37.000	
ALMUNECAR	4.057.174	1.960.600	6.868.155	3.858.346	3.858.000	4.164.428
A. DE LA SIERRA	47.985	144.820		112.437		
BERCHULES	36.157	81.900		88.581	18.030	
BUBION	21.712	46.975		58.226	18.032	
BUSQUISTAR	18.815	49.700		42.986	43.000	
CADIAR	105.507	199.230	2.100	138.370	138.000	
CANAR	21.625	39.700		29.643	30.000	
CAPILEIRA	30.919	77.270		79.152	79.000	
CARATAUNAS	9.949	22.850		19.786	20.000	
CASTARAS	9.434	30.500		26.358	26.000	
DURCAL	321.534	617.031	13.470	468.670	469.000	
LOS GUAJARES	68.360	127.001		135.584	136.000	
GUALCHOS	215.496	387.812	450.373	375.421	226.822	352.001
ITRABO	66.440	35.352		85.477	85.000	70.390
JETE	28.811	42.543		59.879	60.000	44.869
JUVILES	16.020	44.000		17.435	17.000	
LANJARON	397.548	555.650	4.283	467.065	467.000	
LECRIN	100.580	245.800		190.897	467.000	
LENTEJI	15.152	28.000		29.427	29.000	37.875
LOBRAS	9.626	19.200		17.060	17.000	
LUJAR	22.187	19.026		57.815	26.000	33.026
MOLVIZAR	202.415	233.600		259.928		
MOTRIL	5.104.172	9.375.147	6.948.355	6.837.388	4.055.050	7.374.884
MURTAS	38.024	96.840		66.486		
MOLVIZAR	202.415	233.600		259.928		
NEVADA	81.153	136.550		129.730		

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	APROX. m <sup>3</sup> /año	DIP. m <sup>3</sup> /año	CONFED. m <sup>3</sup> /año	PHCS m <sup>3</sup> /año	INTECSA -INARSA m <sup>3</sup> /año	MANCOM. m <sup>3</sup> /año
NIGUELAS	91.561	167.200		92.382	92.000	
ORGIVA	235.831	564.050	293.715	514.707	515.000	
OTIVAR	63.259	60.000	13.500	97.656		91.686
PADUL	568.590	385.148		551.860	552.000	
PAMPANEIRA	19.832	45.100		48.768	49.000	
EL PINAR	49.626	71.832		98.832	99.000	
POLOPOS	115.155	77.642	7.000	142.434	87.371	154.052
PORTUGOS	30.729	52.210		47.780	48.000	
RUBITE	14.150	41.508		45.164	15.390	21.755
SALOBRENA	1.125.962	486.395	998.060	1.592.523	1.593.000	1.530.261
SOPORTUJAR	19.969	40.233		25.614	26.000	
SORVILAN	33.273	32.517		76.531	37.758	62.217
LA TAHA	38.539	152.700		88.629	89.000	
TORVIZCON	36.720	39.520	550	77.856	78.000	
TREVELEZ	76.709	144.100		87.833	88.000	
TURON	12.182	8.427		33.871		
UGIJAR	143.610	149.038	365	211.056		
VALOR	39.361	90.904	6.000	88.765		
EL VALLE	63.732	64.824	63.072	107.005	107.000	
VELEZ DE BENAUDALLA	147.773	267.244	365	249.293	249.000	
VILLAMENA	43.928	91.900		81.018	81.000	
<b>TOTAL</b>	<b>14.592.974</b>	<b>18.369.669</b>	<b>15.783.174</b>	<b>18.845.587</b>	<b>14.569.713</b>	<b>14.505.456</b>

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 3. Consumo Ponderado, dotación teórica y dotación real

MUNICIPIO	CONSUMO PONDERADO m <sup>3</sup> /año	DOTACION TEÓRICA m <sup>3</sup> /hab/día	DOTACIÓN REAL m <sup>3</sup> /hab/día
ALBONDON	56.857	0,10	0,17
ALBUNOL	491.376	0,14	0,19
ALBUNUELAS	99.214	0,15	0,21
ALMEGIJAR	35.256	0,10	0,20
ALMUNECAR	4.092.452	0,23	0,22
ALPUJARRA DE LA SIERRA	86.672	0,10	0,19
BERCHULES	51.021	0,10	0,15
BUBION	34.088	0,10	0,19
BUSQUISTAR	36.410	0,10	0,23
CADIAR	134.486	0,14	0,20
CANAR	28.350	0,10	0,15
CAPILEIRA	64.448	0,10	0,25
CARATAUNAS	17.206	0,10	0,18
CASTARAS	21.588	0,10	0,26
DURCAL	439.464	0,15	0,20
LOS GUAJARES	114.683	0,10	0,19
GUALCHOS	328.175	0,15	0,27
ÍTRABO	72.965	0,15	0,12
JETE	46.277	0,10	0,17
JUVILES	19.536	0,10	0,11
LANJARON	455.049	0,15	0,20
LECRIN	252.123	0,10	0,27
LENTEJI	33.870	0,10	0,25
LOBRAS	15.026	0,10	0,19
LUJAR	33.718	0,10	0,18
MOLVIZAR	231.414	0,15	0,20
MOTRIL	6.762.080	0,23	0,33
MURTAS	56.714	0,10	0,18
NEVADA	108.552	0,10	0,16
NIGUELAS	99.503	0,15	0,19

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	CONSUMO PONDERADO m <sup>3</sup> /año	DOTACION TEÓRICA m <sup>3</sup> /hab/día	DOTACIÓN REAL m <sup>3</sup> /hab/día
ORGIVA	436.067	0,14	0,28
OTIVAR	86.272	0,15	0,21
PADUL	540.250	0,20	0,21
PAMPANEIRA	39.790	0,10	0,24
EL PINAR	81.420	0,10	0,17
POLOPOS	142.332	0,13	0,19
PORTUGOS	43.174	0,10	0,16
RUBITE	22.699	0,10	0,18
SALOBRENA	1.502.331	0,19	0,30
SOPORTUJAR	25.498	0,10	0,14
SORVILAN	58.308	0,10	0,20
LA TAHA	80.120	0,10	0,24
TORVIZCON	61.725	0,10	0,20
TREVELEZ	90.173	0,15	0,21
TURON	21.566	0,10	0,18
UGIJAR	174.504	0,14	0,18
VALOR	66.747	0,10	0,18
EL VALLE	89.803	0,10	0,16
VELEZ DE BENAUDALLA	220.544	0,15	0,23
VILLAMENA	70.974	0,10	0,18
<b>TOTAL</b>	<b>17.519.949</b>		

*Fuente. Elaboración Propia*

Tabla 4. Distribución total y porcentual del consumo urbano en los municipios de la Mancomunidad en el año 2000

MUNICIPIO	OCTUBRE- NOVIEMBRE m <sup>3</sup>	JULIO- SEPTIEMBRE m <sup>3</sup>	ABRIL- JUNIO m <sup>3</sup>	ENERO- MARZO m <sup>3</sup>
ALBONDON	6.874	9.348	7.262	6.300
ALBUNOL	74.398	94.281	69.905	67.892
ALMUNECAR	625.505	885.773	509.352	436.016
GUALCHOS	62.258	73.659	47.232	43.673
JETE	7.461	8.730	7.853	7.429
LENTEJI	7.461	5.423	4.519	4.586
LUJAR	4.750	6.901	5.270	4.850
MOTRIL	951.931	1.260.769	975.431	866.919
OTIVAR	11.961	11.447	14.689	12.331
POLOPOS	17.911	33.638	18.319	17.503
RUBITE	3.021	5.704	3.956	2.709
SALOBRENA	162.860	280.496	171.128	157.760
SORVILAN	8.866	13.112	8.622	7.158
<b>DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL</b>				
ALBONDON	0,23	0,31	0,24	0,21
ALBUNOL	0,24	0,31	0,23	0,22
ALMUNECAR	0,25	0,36	0,21	0,18
GUALCHOS	0,27	0,32	0,21	0,19
JETE	0,24	0,28	0,25	0,24
LENTEJI	0,34	0,25	0,21	0,21
LUJAR	0,22	0,32	0,24	0,22
MOTRIL	0,23	0,31	0,24	0,21
OTIVAR	0,24	0,23	0,29	0,24
POLOPOS	0,20	0,39	0,21	0,20
RUBITE	0,20	0,37	0,26	0,18
SALOBRENA	0,21	0,36	0,22	0,20
SORVILAN	0,23	0,35	0,23	0,19
<b>MEDIA</b>	<b>0,24</b>	<b>0,32</b>	<b>0,23</b>	<b>0,21</b>

Fuente. *Elaboración propia a partir de datos de la Mancomunidad de Municipios*



**Tabla 5. Distribución total y porcentual del consumo urbano en los municipios de la Mancomunidad en el año 1999**

MUNICIPIO	OCTUBRE- NOVIEMBRE m <sup>3</sup>	JULIO- SEPTIEMBRE m <sup>3</sup>	ABRIL- JUNIO m <sup>3</sup>	ENERO- MARZO m <sup>3</sup>
ALBONDON	6.142	9.186	8.528	5.696
ALBUNOL	65.836	89.802	67.310	63.546
ALMUNECAR	594.152	955.541	512.197	423.881
GUALCHOS	59.456	71.073	47.066	45.987
JETE	7.848	8.403	8.228	8.065
LENTEJI	4.376	5.117	4.477	4.698
LUJAR	4.019	7.106	5.296	4.592
MOTRIL	976.947	1.204.429	958.641	863.310
OTIVAR	12.245	14.263	13.628	12.444
POLOPOS	17.498	31.207	18.718	16.502
RUBITE	2.747	4.311	2.939	2.223
SALOBRENA	146.631	272.763	169.443	137.131
SORVILAN	7.343	12.757	9.337	6.731
<b>DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL</b>				
ALBONDON	0,21	0,31	0,29	0,19
ALBUNOL	0,23	0,31	0,23	0,22
ALMUNECAR	0,24	0,38	0,21	0,17
GUALCHOS	0,27	0,32	0,21	0,21
JETE	0,24	0,26	0,25	0,25
LENTEJI	0,23	0,27	0,24	0,25
LUJAR	0,19	0,34	0,25	0,22
MOTRIL	0,24	0,30	0,24	0,22
OTIVAR	0,23	0,27	0,26	0,24
POLOPOS	0,21	0,37	0,22	0,20
RUBITE	0,22	0,35	0,24	0,18
SALOBRENA	0,20	0,38	0,23	0,19
SORVILAN	0,20	0,35	0,26	0,19
<b>MEDIA</b>	<b>0,22</b>	<b>0,32</b>	<b>0,24</b>	<b>0,21</b>

*Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la Mancomunidad de Municipios*

Tabla 6. Distribución anual del consumo urbano por municipios

MUNICIPIO	CONSUMO OCTUBRE- NOVIEMBRE m <sup>3</sup>	CONSUMO JULIO- SETIEMBRE m <sup>3</sup>	CONSUMO ABRIL- JUNIO m <sup>3</sup>	CONSUMO ENERO- MARZO m <sup>3</sup>
ALBONDON	13.077	18.194	13.646	11.940
ALBUNOL	113.017	157.240	117.930	103.189
ALBUNUELAS	22.819	31.748	23.811	20.835
ALMEGIJAR	8.109	11.282	8.462	7.404
ALMUNECAR	941.264	1.309.585	982.188	859.415
ALPUJARRA D.	19.935	27.735	20.801	18.201
BERCHULES	11.735	16.327	12.245	10.714
BUBION	7.840	10.908	8.181	7.159
BUSQUISTAR	8.374	11.651	8.739	7.646
CADIAR	30.932	43.036	32.277	28.242
CANAR	6.521	9.072	6.804	5.954
CAPILEIRA	14.823	20.623	15.468	13.534
CARATAUNAS	3.957	5.506	4.129	3.613
CASTARAS	4.965	6.908	5.181	4.533
DURCAL	101.077	140.629	105.471	92.287
LOS GUAJARES	26.377	36.699	27.524	24.083
GUALCHOS	75.480	105.016	78.762	68.917
ITRABO	16.782	23.349	17.512	15.323
JETE	10.644	14.809	11.107	9.718
JUVILES	4.493	6.252	4.689	4.103
LANJARON	104.661	145.616	109.212	95.560
LECRIN	57.988	80.679	60.510	52.946
LENTEJI	7.790	10.839	8.129	7.113
LOBRAS	3.456	4.808	3.606	3.155
LUJAR	7.755	10.790	8.092	7.081
MOLVIZAR	53.225	74.053	55.539	48.597
MOTRIL	1.555.278	2.163.866	1.622.899	1.420.037
MURTAS	13.044	18.148	13.611	11.910
NEVADA	24.967	34.737	26.053	22.796
NIGUELAS	22.886	31.841	23.881	20.896

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	CONSUMO OCTUBRE- NOVIEMBRE m <sup>3</sup>	CONSUMO JULIO- SETIEMBRE m <sup>3</sup>	CONSUMO ABRIL- JUNIO m <sup>3</sup>	CONSUMO ENERO- MARZO m <sup>3</sup>
ORGIVA	100.295	139.541	104.656	91.574
OTIVAR	19.842	27.607	20.705	18.117
PADUL	124.257	172.880	129.660	113.452
PAMPANEIRA	9.152	12.733	9.550	8.356
EL PINAR	18.727	26.055	19.541	17.098
POLOPOS	32.736	45.546	34.160	29.890
PORTUGOS	9.930	13.816	10.362	9.067
RUBITE	5.221	7.264	5.448	4.767
SALOBRENA	345.536	480.746	360.559	315.490
SOPORTUJAR	5.865	8.159	6.120	5.355
SORVILAN	13.411	18.659	13.994	12.245
LA TAHA	18.428	25.639	19.229	16.825
TORVIZCON	14.197	19.752	14.814	12.962
TREVELEZ	20.740	28.855	21.641	18.936
TURON	4.960	6.901	5.176	4.529
UGIJAR	40.136	55.841	41.881	36.646
VALOR	15.352	21.359	16.019	14.017
EL VALLE	20.655	28.737	21.553	18.859
VELEZ DE B.	50.725	70.574	52.931	46.314
VILLAMENA	16.324	22.712	17.034	14.904
<b>TOTAL</b>	<b>4.224.109</b>	<b>5.877.021</b>	<b>4.407.766</b>	<b>3.856.795</b>

*Fuente. Elaboración propia*

Tabla 7. Consumo urbano de agua por núcleos a partir del ábaco propuesto

NUCLEO DE POBLACIÓN	P CENSO	P MAXIMA	P MEDIA	CP	DOTACIÓN ÁBACO m <sup>3</sup> /hab/día	CONSUMO ABACO m <sup>3</sup> /año
<b>ALBONDON</b>	<b>922</b>	<b>866</b>	<b>905</b>	<b>0,96</b>	<b>0,21</b>	<b>67.611</b>
ALBUNOL	2.652	7.578	4.130	1,83	0,16	284.192
CASTILLAS (LOS)	485	477	483	0,99	0,23	40.243
POZUELO (EL)	314	806	462	1,75	0,16	32.019
RABITA (LA)	1.358	3.844	2.104	1,83	0,15	135.851
<b>ALBUÑOL</b>	<b>4.809</b>	<b>12.705</b>	<b>7.178</b>			<b>492.306</b>
<b>ALBUNUELAS</b>	<b>1.215</b>	<b>1.497</b>	<b>1.300</b>	<b>1,15</b>	<b>0,20</b>	<b>102.167</b>
ALMEGIJAR	217	555	318	1,74	0,15	20.709
NOTAEZ	125	279	171	1,63	0,24	17.845
<b>ALMEGIJAR</b>	<b>342</b>	<b>834</b>	<b>490</b>			<b>38.554</b>
ALMUNECAR	16.156	83.514	36.363	2,30	0,23	3.114.938
HERRADURA (LA)	2.905	10.715	5.248	2,04	0,17	368.033
VELILLA TARAMAY	783	30.826	9.796	3,15	0,11	98.928
<b>ALMUÑECAR</b>	<b>19.844</b>	<b>125.055</b>	<b>51.407</b>			<b>3.581.898</b>
GOLCO	48	66	53	1,24	0,30	6.496
MECINA B.	657	749	685	1,09	0,22	57.720
YEGEN	500	553	516	1,07	0,23	44.994
<b>ALPUJARRA D.</b>	<b>1.205</b>	<b>1.368</b>	<b>1.254</b>			<b>109.210</b>
ALCUTAR	189	235	203	1,16	0,29	23.182
BERCHULES	675	822	719	1,14	0,23	64.775
<b>BERCHULES</b>	<b>864</b>	<b>1.057</b>	<b>922</b>			<b>87.957</b>
<b>BUBION</b>	<b>388</b>	<b>771</b>	<b>503</b>	<b>1,53</b>	<b>0,17</b>	<b>36.910</b>
<b>BUSQUISTAR</b>	<b>280</b>	<b>806</b>	<b>438</b>	<b>1,84</b>	<b>0,16</b>	<b>30.104</b>
CADIAR	1.245	1.782	1.406	1,27	0,19	109.423
NARILA	162	220	179	1,23	0,27	19.578
RAMBLA DE B.(LA)	22	23	22	1,03	0,30	2.485
YATOR	222	353	261	1,35	0,25	27.367
<b>CADIAR</b>	<b>1.651</b>	<b>2.378</b>	<b>1.869</b>			<b>158.852</b>
<b>CANAR</b>	<b>296</b>	<b>1.038</b>	<b>519</b>	<b>2,00</b>	<b>0,14</b>	<b>30.275</b>
<b>CAPILEIRA</b>	<b>572</b>	<b>1.067</b>	<b>721</b>	<b>1,48</b>	<b>0,16</b>	<b>49.470</b>

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

NUCLEO DE POBLACIÓN	P CENSO	P MAXIMA	P MEDIA	CP	DOTACIÓN ÁBACO m <sup>3</sup> /hab/día	CONSUMO ABACO m <sup>3</sup> /año
<b>CARATAUNAS</b>	<b>119</b>	<b>610</b>	<b>266</b>	<b>2,29</b>	<b>0,16</b>	<b>15.919</b>
CASTARAS	85	116	94	1,23	0,30	11.449
NIELES	120	175	137	1,28	0,30	16.846
<b>CASTARAS</b>	<b>205</b>	<b>291</b>	<b>231</b>			<b>28.295</b>
CUESTA DE LA VALDESA	22	22	22	1,00	0,30	2.409
DURCAL	5.931	5.755	5.878	0,98	0,30	635.833
MARCHENA	61	78	66	1,18	0,30	7.882
<b>DURCAL</b>	<b>6.014</b>	<b>5.855</b>	<b>5.966</b>			<b>646.124</b>
GUAJAR ALTO	288	483	347	1,39	0,21	30.771
GUAJAR FARAGÜIT	695	1.115	821	1,36	0,17	58.568
GUAJAR FONDON	391	620	460	1,35	0,19	36.571
<b>GUAJARES (LOS)</b>	<b>1.374</b>	<b>2.218</b>	<b>1.627</b>			<b>125.911</b>
CASTELL DE F.	1.573	4.149	2.346	1,77	0,17	172.633
GUALCHOS	523	2.161	1.014	2,13	0,13	52.867
<b>GUALCHOS</b>	<b>2.096</b>	<b>6.310</b>	<b>3.360</b>			<b>225.500</b>
<b>ITRABO</b>	<b>1.052</b>	<b>1.299</b>	<b>1.126</b>	<b>1,15</b>	<b>0,21</b>	<b>93.017</b>
<b>JETE</b>	<b>717</b>	<b>825</b>	<b>749</b>	<b>1,10</b>	<b>0,20</b>	<b>57.621</b>
<b>JUVILES</b>	<b>173</b>	<b>1.286</b>	<b>507</b>	<b>2,54</b>	<b>0,12</b>	<b>19.224</b>
<b>LANJARON</b>	<b>3.904</b>	<b>11.499</b>	<b>6.183</b>	<b>1,86</b>	<b>0,17</b>	<b>450.555</b>
ACEQUIAS	144	189	158	1,20	0,27	17.029
BEZNAR	298	470	350	1,34	0,21	30.708
PELOTEOS	103	57	89	0,64	0,30	7.207
CHITE	282	316	292	1,08	0,26	28.942
LECRIN	615	736	651	1,13	0,20	50.733
MONDUJAR	682	785	713	1,10	0,20	54.821
MURCHAS	294	378	319	1,18	0,24	30.499
<b>LECRIN</b>	<b>2.418</b>	<b>2.931</b>	<b>2.572</b>			<b>219.940</b>
<b>LENTEJI</b>	<b>346</b>	<b>454</b>	<b>378</b>	<b>1,20</b>	<b>0,23</b>	<b>34.850</b>
LOBRAS	120	290	171	1,70	0,24	17.827
MORONES (LOS)	12	28	17	1,67	0,30	2.190
TIMAR	20	67	34	1,96	0,30	4.303

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

NUCLEO DE POBLACIÓN	P CENSO	P MAXIMA	P MEDIA	CP	DOTACIÓN ÁBACO m <sup>3</sup> /hab/día	CONSUMO ABACO m <sup>3</sup> /año
<b>LOBRAS</b>	<b>152</b>	<b>385</b>	<b>222</b>			<b>24.320</b>
CARLOS (LOS)	116	190	138	1,37	0,26	15.135
LUJAR	254	649	373	1,74	0,17	27.460
<b>LUJAR</b>	<b>370</b>	<b>839</b>	<b>511</b>			<b>42.594</b>
<b>MOLVIZAR</b>	<b>2.627</b>	<b>4.479</b>	<b>3.183</b>	<b>1,41</b>	<b>0,14</b>	<b>188.921</b>
CALAHONDA	1.425	6.902	3.068	2,25	0,30	351.022
GARNATILLA (LA)	51	58	53	1,09	0,30	6.100
MOTRIL	42.260	42.936	42.463	1,01	0,30	4.679.038
TORRENUOVA	1.799	11.637	4.750	2,45	0,13	209.112
VARADERO (EL)	2.497	5.567	3.418	1,63	0,17	252.354
CARCHUNA	1.469	1.607	1.510	1,06	0,23	131.210
PUNTALON	184	203	190	1,07	0,30	21.561
LAS VENTILLAS	81	90	84	1,08	0,30	9.537
<b>MOTRIL</b>	<b>49.766</b>	<b>69.000</b>	<b>55.536</b>			<b>5.659.933</b>
COJAYAR	88	116	96	1,20	0,30	11.595
MECINA TEDEL	26	38	30	1,28	0,30	3.655
MURTAS	545	1.233	751	1,64	0,17	55.492
<b>MURTAS</b>	<b>659</b>	<b>1.387</b>	<b>877</b>			<b>70.742</b>
LAROLAS	630	1.391	858	1,62	0,15	55.900
JUBAR	55	120	75	1,61	0,30	9.701
MAIRENA	308	602	396	1,52	0,19	32.455
PICENA	412	850	543	1,56	0,17	39.989
<b>NEVADA</b>	<b>1.405</b>	<b>2.963</b>	<b>1.872</b>			<b>138.044</b>
<b>NIGUELAS</b>	<b>1.121</b>	<b>2.119</b>	<b>1.420</b>	<b>1,49</b>	<b>0,16</b>	<b>97.665</b>
ALCAZAR	79	97	84	1,15	0,30	9.942
BARRERAS (LAS)	91	112	97	1,15	0,30	11.470
BAYACAS	70	96	78	1,23	0,30	9.458
ORGIVA	3.750	4.073	3.847	1,06	0,28	405.775
TABLONES (LOS)	206	220	210	1,05	0,29	22.822
<b>ORGIVA</b>	<b>4.196</b>	<b>4.598</b>	<b>4.317</b>			<b>459.467</b>
<b>OTIVAR</b>	<b>1.108</b>	<b>1.177</b>	<b>1.129</b>	<b>1,04</b>	<b>0,21</b>	<b>88.562</b>

NUCLEO DE POBLACIÓN	P CENSO	P MAXIMA	P MEDIA	CP	DOTACIÓN ÁBACO m <sup>3</sup> /hab/día	CONSUMO ABACO m <sup>3</sup> /año
<b>PADUL</b>	<b>6.233</b>	<b>8.722</b>	<b>6.980</b>	<b>1,25</b>	<b>0,29</b>	<b>824.456</b>
<b>PAMPANEIRA</b>	<b>309</b>	<b>805</b>	<b>458</b>	<b>1,76</b>	<b>0,15</b>	<b>29.748</b>
ACEBUCHE	43	71	51	1,38	0,30	6.504
IZBOR	320	372	336	1,11	0,24	31.072
PINOS DEL VALLE	907	959	923	1,04	0,21	72.264
<b>PINAR (EL)</b>	<b>1.270</b>	<b>1.402</b>	<b>1.310</b>			<b>109.841</b>
ABAJO	43	219	96	2,29	0,25	8.970
ARRIBA	102	124	109	1,14	0,30	12.753
HAZA DEL TRIGO	167	235	187	1,25	0,25	19.109
MAMOLA (LA)	640	2.773	1.280	2,17	0,13	65.795
POLOPOS	167	622	304	2,05	0,15	18.738
GUAPA (LA)	114	133	120	1,11	0,30	13.870
<b>POLOPOS</b>	<b>1.233</b>	<b>4.106</b>	<b>2.095</b>			<b>139.235</b>
<b>PORTUGOS</b>	<b>429</b>	<b>1.433</b>	<b>730</b>	<b>1,96</b>	<b>0,13</b>	<b>39.948</b>
CASARONES	39	67	47	1,41	0,30	6.036
LANCE (EL)	32	46	36	1,27	0,30	4.453
RAMBLA DEL A.	25	21	24	0,88	0,30	2.415
RUBITE	212	302	239	1,26	0,22	21.511
<b>RUBITE</b>	<b>308</b>	<b>436</b>	<b>346</b>			<b>34.415</b>
CALETA GUARDIA	1.093	2.528	1.524	1,66	0,15	99.298
LOBRES	920	1.444	1.077	1,34	0,25	112.536
SALOBRENA	8.085	17.882	11.024	1,62	0,26	1.244.570
<b>SALOBRENA</b>	<b>10.098</b>	<b>21.854</b>	<b>13.625</b>			<b>1.456.403</b>
<b>SOPORTUJAR</b>	<b>266</b>	<b>1.000</b>	<b>486</b>	<b>2,06</b>	<b>0,14</b>	<b>27.957</b>
ALFORNON	119	163	132	1,23	0,30	16.066
MELICENA	149	331	204	1,63	0,25	22.104
SORVILAN	322	445	359	1,24	0,22	32.060
YESOS (LOS)	82	137	99	1,39	0,25	10.407
<b>SORVILAN</b>	<b>672</b>	<b>1.076</b>	<b>793</b>			<b>80.637</b>
FERREIROLA	51	63	55	1,15	0,30	6.444
ATARBEITAR	38	46	40	1,14	0,30	4.738

NUCLEO DE POBLACIÓN	P CENSO	P MAXIMA	P MEDIA	CP	DOTACIÓN ÁBACO m <sup>3</sup> /hab/día	CONSUMO ABACO m <sup>3</sup> /año
MECINA F.	165	201	176	1,14	0,26	17.903
PITRES	494	972	637	1,52	0,17	46.744
<b>TAHA (LA)</b>	<b>748</b>	<b>1.282</b>	<b>908</b>			<b>75.828</b>
<b>TORVIZCON</b>	<b>634</b>	<b>1.344</b>	<b>847</b>	<b>1,59</b>	<b>0,15</b>	<b>55.079</b>
<b>TREVELEZ</b>	<b>795</b>	<b>2.081</b>	<b>1.181</b>	<b>1,76</b>	<b>0,14</b>	<b>71.595</b>
<b>TURON</b>	<b>314</b>	<b>343</b>	<b>323</b>	<b>1,06</b>	<b>0,26</b>	<b>31.673</b>
CANTERAS (LAS)	42	93	57	1,62	0,30	7.464
CHERIN	322	334	326	1,03	0,26	31.346
JORAIRATAR	287	346	305	1,14	0,25	29.738
MONTOROS (LOS)	38	95	55	1,72	0,30	7.174
UGIJAR	1.818	2.224	1.940	1,15	0,22	167.374
<b>UGIJAR</b>	<b>2.507</b>	<b>3.092</b>	<b>2.683</b>			<b>274.770</b>
MECINA ALFAHAR	174	210	185	1,14	0,28	20.208
NECHITE	86	105	92	1,15	0,30	10.783
VALOR	718	813	747	1,09	0,21	59.937
<b>VALOR</b>	<b>978</b>	<b>1.128</b>	<b>1.023</b>			<b>90.928</b>
MELEGIS	577	731	623	1,17	0,23	56.818
RESTABAL	579	793	643	1,23	0,19	49.505
SALERES	275	404	314	1,29	0,23	29.732
<b>VALLE (EL)</b>	<b>1.431</b>	<b>1.928</b>	<b>1.580</b>			<b>136.055</b>
LAGOS	12	92	36	2,56	0,25	2.798
V. DE BENAUDALLA	2.613	2.658	2.627	1,01	0,25	241.296
<b>V. DE BENAUDALLA</b>	<b>2.625</b>	<b>2.750</b>	<b>2.663</b>			<b>244.094</b>
CONCHAR	320	429	353	1,22	0,23	32.676
COZVIJAR	693	880	749	1,17	0,20	59.429
<b>VILLAMENA</b>	<b>1.013</b>	<b>1.309</b>	<b>1.102</b>			<b>92.105</b>
<b>TOTAL</b>	<b>144.073</b>	<b>326.058</b>	<b>198.669</b>			<b>17.287.285</b>

Fuente. *Elaboración propia*



Tabla 8. Estimación máxima y mínima de la demanda urbana en el año 2010

MUNICIPIO	P <sub>RES</sub>	P <sub>MÁX</sub>	P <sub>MED</sub>	C <sub>P</sub>	DOT (m <sup>3</sup> /hab)	DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
ALBONDON	790	796	792	1.01	0.21	60 875
ALBUÑOL	6 566	6 853	6 652	1.03	0.30	740 691
ALBUÑUELAS	997	1 013	1 002	1.01	0.21	77 274
ALMEGIJAR	433	589	480	1.23	0.21	40 743
ALMUÑECAR	24 079	27 095	24 984	1.08	0.30	2 859 455
ALPUJARRA	1 084	1 221	1 125	1.09	0.21	90 171
BERCHULES	726	861	767	1.12	0.21	62 509
BUBION	328	383	345	1.11	0.24	31 944
BUSQUISTAR	300	315	305	1.03	0.26	29 452
CADIAR	1 370	1 402	1 380	1.02	0.22	111 797
CAÑAR	352	390	363	1.07	0.21	28 956
CAPILEIRA	567	622	584	1.07	0.21	46 328
CARATAUNAS	222	228	224	1.02	0.29	23 940
CASTARAS	202	223	208	1.07	0.29	22 891
DURCAL	6 013	6 512	6 163	1.06	0.30	695 743
GUAJARES (LOS)	1 080	1 080	1 080	1.00	0.21	82 782
GUALCHOS	2 523	2 667	2 566	1.04	0.25	239 267
ITRABO	1 031	1 096	1 051	1.04	0.21	82 449
JETE	773	839	793	1.06	0.21	62 703
JUVILES	156	196	168	1.17	0.28	18 600
LANJARON	3 619	3 869	3 694	1.05	0.27	373 549
LECRIN	2 312	2 335	2 319	1.01	0.25	212 435
LENTEJI	306	317	309	1.02	0.26	29 762
LOBRAS	100	118	105	1.12	0.30	12 259
LUJAR	470	516	484	1.07	0.22	40 253
MOLVIZAR	3 029	3 446	3 154	1.09	0.25	301 976
MOTRIL	66 244	73 821	68 517	1.08	0.30	7 815 227
MURTAS	537	690	583	1.18	0.21	48 724
NEVADA	1 106	1 145	1 118	1.02	0.21	86 846
NIGUELAS	707	950	780	1.22	0.20	62 868
ORGIVA	5 100	5 836	5 321	1.10	0.29	592 106

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	P <sub>RES</sub>	P <sub>MÁX</sub>	P <sub>MED</sub>	C <sub>P</sub>	DOT (m <sup>3</sup> /hab)	DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
OTIVAR	1 006	1 013	1 008	1.00	0.21	77 485
PADUL	7 702	8 362	7 900	1.06	0.30	892 690
PAMPANEIRA	314	399	340	1.18	0.23	30 980
PINAR (EL)	1 030	1 198	1 080	1.11	0.20	83 374
POLOPOS	1 657	1 869	1 721	1.09	0.22	144 533
PORTUGOS	385	401	390	1.03	0.24	34 695
RUBITE	501	623	538	1.16	0.22	46 621
SALOBREÑA	14 910	16 840	15 489	1.09	0.28	1 656 713
SOPORTUJAR	302	314	306	1.03	0.26	29 448
SORVILAN	579	694	614	1.13	0.21	50 204
TAHA (LA)	703	818	738	1.11	0.21	59 767
TORVIZCON	677	692	682	1.02	0.21	52 692
TREVELEZ	798	936	839	1.12	0.21	68 206
TURON	274	352	297	1.18	0.24	28 409
UGIJAR	2 338	2 352	2 342	1.00	0.25	214 235
VALOR	585	662	608	1.09	0.21	48 815
VALLE (EL)	959	1 116	1 006	1.11	0.21	81 537
VELEZ	2 576	2 677	2 606	1.03	0.25	241 436
VILLAMENA	1 136	116	830	0.14	0.21	12 169
<b>TOTAL</b>	<b>171 554</b>	<b>188 858</b>	<b>176 745</b>			<b>18 838 580</b>

Fuente. *Elaboración propia*

Tabla 9. Estimación máxima y mínima de la demanda urbana en el año 2025

MUNICIPIO	P <sub>RES</sub>	P <sub>MÁX</sub>	P <sub>MED</sub>	C <sub>P</sub>	DOT (m <sup>3</sup> /hab)	DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
ALBONDON	510	522	514	1.02	0.23	43 515
ALBUÑOL	8 482	9 846	8 891	1.11	0.30	1 028 518
ALBUÑUELAS	780	825	794	1.04	0.21	62 160
ALMEGIJAR	403	1 178	636	1.85	0.15	40 900
ALMUÑECAR	27 391	40 734	31 394	1.30	0.30	3 891 650
ALPUJARRA	884	1 341	1 021	1.31	0.19	80 512
BERCHULES	590	1 067	733	1.46	0.17	53 284
BUBION	283	481	342	1.40	0.22	31 924
BUSQUISTAR	198	235	209	1.12	0.25	20 305
CADIAR	978	1 060	1 003	1.06	0.21	79 255
CAÑAR	386	549	435	1.26	0.22	39 128
CAPILEIRA	539	738	599	1.23	0.21	50 927
CARATAUNAS	273	301	281	1.07	0.26	27 712
CASTARAS	118	170	134	1.27	0.30	16 441
DURCAL	5 804	7 656	6 360	1.20	0.28	714 086
GUAJARES (LOS)	823	825	824	1.00	0.21	63 190
GUALCHOS	2 547	3 095	2 711	1.14	0.25	265 295
ITRABO	1 053	1 307	1 129	1.16	0.21	93 421
JETE	784	1 044	862	1.21	0.19	65 850
JUVILES	111	246	152	1.62	0.30	19 736
LANJARON	3 301	4 173	3 563	1.17	0.24	338 712
LECRIN	2 532	2 620	2 558	1.02	0.25	236 608
LENTEJI	253	285	263	1.09	0.27	27 060
LOBRAS	50	89	62	1.44	0.30	7 897
LUJAR	416	579	465	1.25	0.21	39 712
MOLVIZAR	4 756	7 427	5 557	1.34	0.25	579 995
MOTRIL	115 909	161 370	129 547	1.25	0.30	15 809 776
MURTAS	264	635	375	1.69	0.17	27 717
NEVADA	849	960	882	1.09	0.21	70 807
NIGUELAS	338	966	526	1.84	0.15	33 960
ORGIVA	4 916	7 870	5 802	1.36	0.26	632 791

## ANEXO I. CÁLCULO DE LAS DEMANDAS URBANAS DE AGUA

MUNICIPIO	P <sub>RES</sub>	P <sub>MÁX</sub>	P <sub>MED</sub>	C <sub>P</sub>	DOT (m <sup>3</sup> /hab)	DEMANDA (m <sup>3</sup> /año)
OTIVAR	891	911	897	1.02	0.21	69 361
PADUL	9 739	12 945	10 701	1.21	0.30	1 290 073
PAMPANEIRA	284	625	386	1.62	0.18	30 188
PINAR (EL)	851	1 446	1 030	1.40	0.15	65 442
POLOPOS	2 277	3 460	2 632	1.31	0.21	229 447
PORTUGOS	318	367	333	1.10	0.25	32 009
RUBITE	533	1 141	715	1.59	0.15	46 542
SALOBREÑA	38 361	56 008	43 655	1.28	0.30	5 389 136
SOPORTUJAR	400	460	418	1.10	0.23	36 954
SORVILAN	370	700	469	1.49	0.18	36 282
TAHA (LA)	518	883	628	1.41	0.18	47 890
TORVIZCON	436	469	446	1.05	0.23	38 498
TREVELEZ	728	1 221	876	1.39	0.17	62 970
TURON	165	397	235	1.69	0.21	21 402
UGIJAR	1 898	1 936	1 909	1.01	0.24	168 581
VALOR	294	455	342	1.33	0.23	32 807
VALLE (EL)	634	1 080	768	1.41	0.17	55 336
VELEZ	2 596	2 969	2 708	1.10	0.24	249 337
VILLAMENA	1 949	2 097	1 993	1.05	0.24	179 606
<b>TOTAL</b>	<b>249 763</b>	<b>349 764</b>	<b>279 763</b>			<b>32 574 705</b>

Fuente. *Elaboración propia*

**ANEXO II. CÁLCULO DE LOS VERTIDOS URBANOS**

**INDICE DE TABLAS**

**Tabla 1.** Estimación del vertido de agua residual por municipios.....AII.2

**Tabla 2.** Estimación del vertido de agua residual por núcleos.....AII.3

Tabla 1. Estimación del vertido de agua residual por municipios

MUNICIPIO	AGUA RESIDUAL (m <sup>3</sup> /año)	MUNICIPIO	AGUA RESIDUAL (m <sup>3</sup> /año)
ALBONDON	37.295	NEVADA	52.585
ALBUNOL	303.575	NIGUELAS	72.637
ALBUNUELAS	72.426	ORGIVA	266.682
ALMEGIJAR	20.792	OTIVAR	59.162
ALMUNECAR	2.799.524	PADUL	414.912
ALPUJARRA DE LA SIERRA	47.507	PAMPANEIRA	28.649
BERCHULES	28.925	PINAR (EL)	48.569
BUBION	24.544	POLOPOS	91.402
BUSQUISTAR	26.216	PORTUGOS	31.085
CADIAR	75.069	RUBITE	16.069
CANAR	20.412	SALOBRENA	2.008.218
CAPILEIRA	46.403	SOPORTUJAR	18.359
CARATAUNAS	12.388	SORVILAN	36.175
CASTARAS	13.505	LA TAHA	49.362
DURCAL	250.393	TORVIZCON	44.442
LOS GUAJARES	68.748	TREVELEZ	65.826
GUALCHOS	248.630	TURON	15.528
ITRABO	45.742	UGIJAR	80.212
JETE	36.558	VALOR	35.795
JUVILES	14.066	EL VALLE	51.599
LANJARON	309.433	V. DE BENAUDALLA	128.635
LECRIN	162.023	VILLAMENA	42.191
LENTEJI	21.234		
LOBRAS	8.739		
LUJAR	26.666		
MOLVIZAR	168.932		
MOTRIL	4.439.844		
MURTAS	28.514		
<b>TOTAL</b>		<b>13.016.196</b>	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 2. Estimación del vertido de agua residual por núcleos

NUCLEO DE POBLACION	AGUA RESIDUAL (m <sup>3</sup> /año)	NUCLEO DE POBLACION	AGUA RESIDUAL (m <sup>3</sup> /año)
<b>ALBONDON</b>	<b>47.328</b>	<b>CASTARAS</b>	<b>19.807</b>
ALBUNOL	198.934	C. DE LA VALDESA	1.686
CASTILLAS (LOS)	28.170	DURCAL	445.083
POZUELO (EL)	22.414	MARCHENA	5.517
RABITA (LA)	95.096	<b>DURCAL</b>	<b>452.287</b>
<b>ALBUÑOL</b>	<b>344.614</b>	GUAJAR ALTO	21.540
<b>ALBUNUELAS</b>	<b>71.517</b>	GUAJAR FARAGÜTT	40.997
ALMEGIJAR	14.496	GUAJAR FONDON	25.600
NOTAEZ	12.491	<b>GUAJARES (LOS)</b>	<b>88.137</b>
<b>ALMEGIJAR</b>	<b>26.988</b>	CASTELL DE FERRO	120.843
ALMUNECAR	2.180.456	GUALCHOS	37.007
HERRADURA (LA)	257.623	<b>GUALCHOS</b>	<b>157.850</b>
VELILLA TARAMAY	69.250	<b>ITRABO</b>	<b>65.112</b>
<b>ALMUÑECAR</b>	<b>2.507.329</b>	<b>JETE</b>	<b>40.335</b>
GOLCO	4.547	<b>JUVILES</b>	<b>13.457</b>
MECINA BOMBARON	40.404	<b>LANJARON</b>	<b>315.388</b>
YEGEN	31.495	ACEQUIAS	11.921
<b>A. DE LA SIERRA</b>	<b>76.447</b>	BEZNAR	21.496
ALCUTAR	16.227	PELOTEOS	5.045
BERCHULES	45.342	CHITE	20.259
<b>BERCHULES</b>	<b>61.570</b>	LECRIN	35.513
<b>BUBION</b>	<b>25.837</b>	MONDUJAR	38.375
<b>BUSQUISTAR</b>	<b>21.073</b>	MURCHAS	21.349
CADIAR	76.596	<b>LECRIN</b>	<b>153.958</b>
NARILA	13.705	<b>LENTEJI</b>	<b>24.395</b>
R. DE BANCO (LA)	1.739	LOBRAS	12.479
YATOR	19.157	MORONES (LOS)	1.533
<b>CADIAR</b>	<b>111.196</b>	TIMAR	3.012
<b>CANAR</b>	<b>21.192</b>	<b>LOBRAS</b>	<b>17.024</b>
<b>CAPILEIRA</b>	<b>34.629</b>	CARLOS (LOS)	10.594
<b>CARATAUNAS</b>	<b>11.143</b>	LUJAR	19.222
CASTARAS	8.015	<b>LUJAR</b>	<b>29.816</b>
NIELES	11.792	<b>MOLVIZAR</b>	<b>132.245</b>

NUCLEO DE POBLACION	VERTIDO (m <sup>3</sup> /año) 2002	NUCLEO DE POBLACION	VERTIDO (m <sup>3</sup> /año) 2002
CALAHONDA	245.715	MAMOLA (LA)	46.056
GARNATILLA (LA)	4.270	POLOPOS	13.117
MOTRIL	3.275.327	GUAPA (LA)	9.709
TORRENUOVA	146.378	<b>POLOPOS</b>	<b>97.464</b>
VARADERO (EL)	176.648	<b>PORTUGOS</b>	<b>27.964</b>
CARCHUNA	91.847	CASARONES	4.225
PUNTALON	15.092	LANCE (EL)	3.117
LAS VENTILLAS	6.676	RAMBLA DEL AGUA	1.691
<b>MOTRIL</b>	<b>3.961.953</b>	RUBITE	15.058
COJAYAR	8.117	<b>RUBITE</b>	<b>24.091</b>
MECINA TEDEL	2.558	CALETA GUARDIA (LA)	69.508
MURTAS	38.844	LOBRES	78.775
<b>MURTAS</b>	<b>49.519</b>	SALOBRENA	871.199
LAROLAS	39.130	<b>SALOBRENA</b>	<b>1.019.482</b>
JUBAR	6.790	<b>SOPORTUJAR</b>	<b>19.570</b>
MAIRENA	22.718	ALFORNON	11.246
PICENA	27.992	MELICENA	15.473
<b>NEVADA</b>	<b>96.631</b>	SORVILAN	22.442
<b>NIGUELAS</b>	<b>68.365</b>	YESOS (LOS)	7.285
ALCAZAR	6.959	<b>SORVILAN</b>	<b>56.446</b>
BARRERAS (LAS)	8.029	FERREIROLA	4.511
BAYACAS	6.621	ATARBEITAR	3.316
ORGIVA	284.043	MECINA FONDALES	12.532
TABLONES (LOS)	15.975	PITRES	32.721
<b>ORGIVA</b>	<b>321.627</b>	<b>TAHA (LA)</b>	<b>53.080</b>
<b>OTIVAR</b>	<b>61.994</b>	<b>TORVIZCON</b>	<b>38.556</b>
<b>PADUL</b>	<b>577.119</b>	<b>TREVELEZ</b>	<b>50.117</b>
<b>PAMPANEIRA</b>	<b>20.824</b>	<b>TURON</b>	<b>22.171</b>
ACEBUCHE	4.553	CANTERAS (LAS)	5.225
IZBOR	21.751	CHERIN	21.942
PINOS DEL VALLE	50.585	JORAIRATAR	20.817
<b>PINAR (EL)</b>	<b>76.889</b>	MONTOROS (LOS)	5.022
ABAJO	6.279	UGIJAR	117.162
ARRIBA	8.927	<b>UGIJAR</b>	<b>170.168</b>
HAZA DEL TRIGO	13.377	MECINA ALFAHAR	14.145



NUCLEO DE POBLACION	VERTIDO (m <sup>3</sup> /año) 2002	NUCLEO DE POBLACION	VERTIDO (m <sup>3</sup> /año) 2002
NECHITE	7.548	LAGOS	1.959
VALOR	41.956	V. DE BENAUDALLA	168.907
<b>VALOR</b>	<b>63.650</b>	<b>V. DE BENAUDALLA</b>	<b>170.866</b>
MELEGIS	39.773	CONCHAR	22.873
RESTABAL	34.654	COZVIJAR	41.600
SALERES	20.812	<b>VILLAMENA</b>	<b>64.473</b>
<b>VALLE (EL)</b>	<b>95.239</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>12.078.928</b>

*Fuente. Elaboración propia*

## **INDICE DE FIGURAS Y TABLAS**



**INDICE DE FIGURAS****CHAPITRE 1.**

<b>Fig. 1.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau.....	1.12
<b>Fig. 2.</b> L'Aménagement Territorial de l'eau.....	1.13
<b>Fig. 3.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et le territoire.....	1.16

**CAPÍTULO 2.**

<b>Fig. 1.</b> Modelo de gestión basado en el incremento de oferta .....	2.16
<b>Fig. 2.</b> Modelo de Gestión Integrada del Agua .....	2.22
<b>Fig. 3.</b> Modelo de Gestión de la Oferta de agua .....	2.23
<b>Fig. 4.</b> Modelo de Gestión del Medio físico.....	2.24
<b>Fig. 5.</b> Modelo de Gestión de la Demanda de agua.....	2.25
<b>Fig. 6.</b> Niveles de planificación en relación a la Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio.....	2.26
<b>Fig. 7.</b> Relación de la Planificación Territorial del Agua con otras planificaciones.....	2.27
<b>Fig. 8.</b> Modelo de Planificación Territorial del Agua.....	2.30
<b>Fig. 9.</b> Modelo de Planificación y Gestión Int. del Agua y el Territorio I.....	2.31
<b>Fig. 10.</b> Modelo de Planificación y Gestión Int. del Agua y el Territorio II....	2.32
<b>Fig. 11.</b> Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada .....	2.34
<b>Fig. 12.</b> Acuíferos sobre-explotados e intrusión salina en el Mediterráneo....	2.39
<b>Fig. 13.</b> Previsión del crecimiento poblacional en los países Mediterráneos...	2.41
<b>Fig. 14.</b> Crecimiento de la demanda de agua en los países Mediterráneos.....	2.42

<b>Fig. 15.</b> Ingresos procedentes del turismo internacional y porcentaje respecto del P.I.B. en los países del Mediterráneo en el año 2000.....	2.43
<b>Fig. 16.</b> Crecimiento del turismo nacional e internacional en el Mediterráneo.	2.44
<b>Fig. 17.</b> Índice de Estrés Hídrico (WSI) en países del Mediterráneo Norte (Agua utilizada/Recursos Disponibles) .....	2.45

### CAPÍTULO 3.

<b>Fig. 1.</b> Situación de la Región del Guadalfeo en España y en la Provincia de Granada .....	3.6
<b>Fig. 2.</b> Delimitación de la Región Hídrica del Guadalfeo y división en Unidades Territoriales .....	3.8
<b>Fig. 3.</b> Río Guadalfeo a su paso por Órgiva (Alpujarra), aguas arriba del embalse de Rules y el Azud de Vélez .....	3.11
<b>Fig. 4.</b> Presa de Rules en la intersección de las unidades Alpujarra, Valle de Lecrín y Alpujarra .....	3.12
<b>Fig. 5.</b> Derivación de agua para la agricultura en el Azud de Vélez de Benaudalla, aguas abajo del embalse de Rules .....	3.12
<b>Fig. 6.</b> Río Guadalfeo tras la derivación de agua del Azud de Vélez, aguas abajo del embalse de Rules .....	3.14
<b>Fig. 7.</b> Mapa de Pendientes en la Alpujarra .....	3.15
<b>Fig. 8.</b> Arroyo de Torvicón .....	3.15
<b>Fig. 9.</b> Cumbres de Sierra Nevada desde el valle de Lecrín .....	3.16
<b>Fig. 10.</b> Presa de retención de sólidos en el Río Guadalfeo (Dique del Granadino).....	3.17
<b>Fig. 11.</b> Depósito de materiales tras un episodio de lluvia intensa en la cabecera del embalse de Rules .....	3.18
<b>Fig. 12.</b> Valle de Lecrín aguas abajo del embalse de Béznar .....	3.17
<b>Fig. 13.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en el Valle de Lecrín .....	3.19
<b>Fig. 14.</b> Barranco provocado por la erosión hídrica en Albuñol .....	3.20

---

<b>Fig. 15.</b> Desembocadura de la Rambla de Albuñol.....	3.21
<b>Fig. 16.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Contraviesa .....	3.22
<b>Fig. 17.</b> Mapa de Pendientes y emplazamiento de los núcleos de población en la Costa Tropical.....	3.23
<b>Fig. 18.</b> Red de drenaje de la Alpujarra .....	3.25
<b>Fig. 19.</b> Clasificación de los cauces por el método de Strahler y esquema general de la red de drenaje en la Alpujarra .....	3.26
<b>Fig. 20.</b> Zonificación administrativa (municipios) e hídrica (subcuencas de drenaje) en la Alpujarra .....	3.27
<b>Fig. 21.</b> Red de drenaje del valle de Lecrín .....	3.29
<b>Fig. 22.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de Lecrín .....	3.30
<b>Fig. 23.</b> Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en el Valle de Lecrín .....	3.31
<b>Fig. 24.</b> Red de Drenaje de la zona de la Costa Tropical .....	3.33
<b>Fig. 25.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Costa Tropical .....	3.34
<b>Fig. 26.</b> Zonificación administrativa (Municipios) e hídrica (Subcuencas de drenaje) en la Costa Tropical .....	3.35
<b>Fig. 27.</b> Encauzamiento del Río Guadalfeo .....	3.36
<b>Fig. 28.</b> Delta del Guadalfeo .....	3.37
<b>Fig. 29.</b> Cala en la Costa Tropical .....	3.37
<b>Fig. 30.</b> Zona de invernaderos de Castell de Ferro, en la Contraviesa .....	3.38
<b>Fig. 31.</b> Red de Drenaje de la Contraviesa .....	3.39
<b>Fig. 32.</b> Clasificación por Strahler y esquema general de la red de drenaje en la zona de la Contraviesa .....	3.40
<b>Fig. 33.</b> Agricultura en terrazas en la zona de la Alpujarra .....	3.43
<b>Fig. 34.</b> Valle del Río Verde en Almuñécar .....	3.45

---

<b>Fig. 35.</b> Cultivos de Caña de Azúcar .....	3.41
<b>Fig. 36.</b> Invernaderos de la zona de Carchuna, en el límite entre la Costa Tropical y la Contraviesa .....	3.46
<b>Fig. 37.</b> Zona de invernaderos junto a residencia en Calahonda .....	3.49
<b>Fig. 38.</b> Distribución de los núcleos de población en la Región del Guadalfeo .....	3.51
<b>Fig. 39.</b> Valores de densidad correspondientes a la población censada y máxima .....	3.52
<b>Fig. 40.</b> Distribución de la población residente y máxima de los núcleos de población .....	3.54
<b>Fig. 41.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Alpujarra .....	3.56
<b>Fig. 42.</b> Vista aérea de Bubión, Alpujarra .....	3.57
<b>Fig. 43.</b> Vista general del Valle de Lecrín .....	3.58
<b>Fig. 44.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de...l..... valle de Lecrín .....	3.59
<b>Fig. 45.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Costa Tropical .....	3.61
<b>Fig. 46.</b> Vista de Almuñécar .....	3.62
<b>Fig. 47.</b> Vista de Salobreña .....	3.62
<b>Fig. 48.</b> Vista de Torrenueva .....	3.63
<b>Fig. 49.</b> Vista de Calahonda .....	3.63
<b>Fig. 50.</b> Infraestructura Viaria y distribución poblacional en la Unidad de la Contraviesa .....	3.65

#### **CAPÍTULO 4.**

<b>Fig. 1.</b> Modelo de planificación hidrológica basado en el incremento de oferta .....	4.6
--	-----

---

<b>Fig. 2.</b> Recursos hídricos disponibles en las principales cuencas hidrográficas andaluzas .....	4.7
<b>Fig. 3.</b> Déficit hídrico en las principales cuencas hidrográficas andaluzas .....	4.8
<b>Fig. 4.</b> Comparativa de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalfeo y las comarcas litorales vecinas .....	4.9
<b>Fig. 5.</b> Distribución de los recursos hídricos disponibles en la Región del Guadalfeo en la situación actual (2002) y en la previsión del 2010 .....	4.10
<b>Fig. 6.</b> Definición de sistemas hídricos y correspondencia con las unidades territoriales .....	4.12
<b>Fig. 7.</b> Distribución de los recursos hídricos disponibles por sistemas hídricos en la situación actual (2002) .....	4.13
<b>Fig. 8.</b> Distribución prevista de los recursos hídricos disponibles en el año 2010 .....	4.14
<b>Fig. 9.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III1....	4.16
<b>Fig. 10.</b> Red de abastecimiento y Recursos hídricos en el Valle del Río Verde.	4.18
<b>Fig. 11.</b> Cultivos de regadío en el Valle del Río Verde .....	4.20
<b>Fig. 12.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2 ...	4.21
<b>Fig. 13.</b> Previsión de la distribución porcentual de los recursos hídricos en el Sistema III2 en el año 2010 .....	4.23
<b>Fig. 14.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo .....	4.25
<b>Fig. 15.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en el bajo Guadalfeo .....	4.28
<b>Fig. 16.</b> Detalle de la Red de acequias y áreas de regadío en el bajo Guadalfeo .....	4.29
<b>Fig. 17.</b> Esquema de la Red de acequias en el bajo Guadalfeo .....	4.30
<b>Fig. 18.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra .....	4.32
<b>Fig. 19.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en la Alpujarra .....	4.33
<b>Fig. 20.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Alpujarra.....	4.35

---



<b>Fig. 21.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en el Valle de Lecrín .....	4.36
<b>Fig. 22.</b> Distribución porcentual de los recursos hídricos en la Contraviesa... 4.38	4.38
<b>Fig. 23.</b> Recursos hídricos e Infraestructura de abastecimiento en la Contraviesa .....	4.41
<b>Fig. 24.</b> Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa .....	4.42
<b>Fig. 25.</b> Detalle de la Red de acequias y Cultivos de regadío en la Contraviesa	4.43
<b>Fig. 26.</b> Esquema de la red de abastecimiento en la región del Guadalfeo .....	4.45
<b>Fig. 27.</b> Esquema de la red de acequias en la región del Guadalfeo .....	4.47
<b>Fig. 28.</b> Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de regadío .....	4.51
<b>Fig. 29.</b> Superficie agrícola regada bajo la cota 50 .....	4.52
<b>Fig. 30.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 50 y 100 .....	4.53
<b>Fig. 31.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 100 y 200 .....	4.54
<b>Fig. 32.</b> Superficie agrícola regada entre la cota 200 y 300 .....	4.55
<b>Fig. 33.</b> Superficie agrícola regada por encima de la cota 300 .....	4.56
<b>Fig. 34.</b> Análisis de umbrales en el Bajo Guadalfeo en función de la disponibilidad de infraestructura de abastecimiento .....	4.58
<b>Fig. 35.</b> Localización espacial y temporal de las infraestructuras de abastecimiento en el Bajo Guadalfeo .....	4.59

## **CAPÍTULO 5.**

<b>Fig. 1.</b> Previsiones de Demandas Urbanas de Agua en el ámbito Nacional realizadas en los diferentes Planes Hidrológicos .....	5.9
<b>Fig. 2.</b> Comparativa de Consumos en la Unidad Alpujarra .....	5.18
<b>Fig. 3.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Contraviesa .....	5.18
<b>Fig. 4.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Costa Tropical .....	5.19
<b>Fig. 5.</b> Comparativa de Consumos en la unidad Valle de Lecrín .....	5.19

---

<b>Fig. 6.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Alpujarra .....	5.20
<b>Fig. 7.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Contraviesa .....	5.21
<b>Fig. 8.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios de la Costa Tropical ....	5.21
<b>Fig. 9.</b> Dotaciones Teórica y Real en los Municipios del Valle de Lecrín .....	5.22
<b>Fig. 10.</b> Consumo de agua urbana por municipios en el año 2002 .....	5.23
<b>Fig. 11.</b> Distribución porcentual del consumo urbano lo largo del año .....	5.24
<b>Fig. 12.</b> Relación entre las Poblaciones Medias de los municipios y sus consumos per cápita .....	5.25
<b>Fig. 13.</b> Diferencia porcentual entre el Consumo Teórico y el Consumo Real.	5.26
<b>Fig. 14.</b> Ábaco propuesto para el cálculo del consumo urbano de agua .....	5.27
<b>Fig. 15.</b> Desviaciones respecto del consumo real del consumo teórico y propuesto .....	5.28
<b>Fig. 16.</b> Ocupación actual del suelo .....	5.32
<b>Fig. 17.</b> Predicción del crecimiento urbano para el año 2010 .....	5.33
<b>Fig. 18.</b> Predicción del crecimiento urbano para el año 2025 .....	5.33
<b>Fig. 19.</b> Evolución de la Demanda Urbana por Grupos Poblacionales .....	5.35
<b>Fig. 20.</b> Escenario de demanda urbana en el año 2010. Comparativa con la situación de partida .....	5.36
<b>Fig. 21.</b> Escenario de demanda urbana en el año 2025. Comparativa con la situación de partida .....	5.37
<b>Fig. 22.</b> Rendimientos en Alta de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa.....	5.49
<b>Fig. 23.</b> Rendimientos en Baja de las redes de abastecimiento de los Municipios de la Costa Tropical y Contraviesa.....	5.49
<b>Fig. 24.</b> Pérdidas en las redes de Abastecimiento.....	5.51

**CAPÍTULO 6.**

<b>Fig. 1.</b> Estimaciones de la superficie de regadío en la región de estudio (ha)...	6.10
<b>Fig. 2.</b> Comparativa de las superficies de regadío en la región de estudio (ha).	6.13
<b>Fig. 3.</b> Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) I...	6.13
<b>Fig. 4.</b> Superficies de regadío en las unidades de la región de estudio (ha) II...	6.14
<b>Fig. 5.</b> Comparativa de dotaciones según tipos de cultivo o zonas de regadío (PHCS, 2001) (m <sup>3</sup> /ha).....	6.15
<b>Fig. 6.</b> Comparativa de dotaciones (m <sup>3</sup> /ha).....	6.15
<b>Fig. 7.</b> Dotaciones de agua en las sub-unidades de estudio(m <sup>3</sup> /ha).....	6.16
<b>Fig. 8.</b> Demanda de agua agrícola en las sub-unidades de estudio (Hm <sup>3</sup> ).....	6.17
<b>Fig. 9.</b> Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en la Alpujarra.....	6.25
<b>Fig. 10.</b> Situación actual del regadío respecto de las pendientes en la Alpujarra.....	6.26
<b>Fig. 11.</b> Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra.....	6.27
<b>Fig. 12.</b> Detalles de la posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos de la Alpujarra.....	6.28
<b>Fig. 13.</b> Situación actual del regadío respecto de las redes agrícolas en el valle de Lecrín.....	6.30
<b>Fig. 14.</b> Situación actual del regadío respecto de las pendientes en el valle de Lecrín.....	6.31
<b>Fig. 15.</b> Posible ampliación y consolidación de la red de acequias y los regadíos en el valle de Lecrín.....	6.32
<b>Fig. 16.</b> Superficies cultivadas en el valle del río Verde.....	6.33
<b>Fig. 17.</b> Situación actual del regadío en el valle del Río Verde.....	6.34
<b>Fig. 18.</b> Pendiente de los regadíos actuales en el valle del Río Verde.....	6.36
<b>Fig. 19.</b> Pendiente de la superficie cultivada en el valle del río Verde.....	6.37
<b>Fig. 20.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío en el valle del río Verde .....	6.38

---

<b>Fig. 21.</b> Zonas apropiadas para el posible crecimiento agrícola en el valle del Río Verde.....	6.40
<b>Fig. 22.</b> Distribución de cultivos en el Bajo Guadalfeo.....	6.42
<b>Fig. 23.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el valle del Río Verde.....	6.43
<b>Fig. 24.</b> Situación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.44
<b>Fig. 25.</b> Distribución de superficies cultivadas en el Bajo Guadalfeo.....	6.45
<b>Fig. 26.</b> Distribución de superficies por pendientes entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.46
<b>Fig. 27.</b> Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas bajo la cota 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.47
<b>Fig. 28.</b> Ocupación actual del regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.47
<b>Fig. 29.</b> Mapa de pendientes en el Bajo Guadalfeo.....	6.48
<b>Fig. 30.</b> Cultivos con pendientes superiores a las recomendadas en el Bajo Guadalfeo.....	6.49
<b>Fig. 31.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo I.....	6.53
<b>Fig. 32.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 100 y 200 en el Bajo Guadalfeo II.....	6.54
<b>Fig. 33.</b> Análisis de aptitud para el crecimiento del regadío entre las cotas 200 y 400 en el Bajo Guadalfeo.....	6.56
<b>Fig. 34.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola en el Bajo Guadalfeo.....	6.57
<b>Fig. 35.</b> Zonas apropiadas para el crecimiento agrícola e infraestructura hidráulica en el Bajo Guadalfeo.....	6.60
<b>Fig. 36.</b> Evolución de la superficie de invernadero en la Costa de Granada.....	6.61
<b>Fig. 37.</b> Situación actual de los invernaderos en la Contraviesa.....	6.63
<b>Fig. 38.</b> Mapa de pendientes en la Contraviesa.....	6.64
<b>Fig. 39.</b> Distribución por cotas de los invernaderos en la Contraviesa.....	6.65
<b>Fig. 40.</b> Disponibilidad de superficies para el invernadero en la Contraviesa.....	6.66
<b>Fig. 41.</b> Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la Contraviesa.....	6.67

---

---

<b>Fig. 42.</b> Invernaderos situados en zonas a proteger en la Contraviesa.....	6.68
<b>Fig. 43.</b> Red agrícola en la Contraviesa.....	6.71
<b>Fig. 44.</b> Análisis de aptitud para el emplazamiento de invernaderos en la rambla de Gualchos.....	6.72
<b>Fig. 45.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Alpujarra (ha).....	6.76
<b>Fig. 46.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle de Lecrín (ha).....	6.77
<b>Fig. 47.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el valle del río Verde.....	6.78
<b>Fig. 48.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en el Bajo Guadalfeo.....	6.79
<b>Fig. 49.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la Contraviesa.....	6.80
<b>Fig. 50.</b> Técnicas de riego utilizadas en la región del Guadalfeo.....	6.89
<b>Fig. 51.</b> Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo I.....	6.89
<b>Fig. 52.</b> Redes de distribución agrícolas en la región del Guadalfeo II.....	6.90
<b>Fig. 53.</b> Pérdidas en las redes agrícolas en la región del Guadalfeo.....	6.90
<b>Fig. 54.</b> Volumen de Vertidos de aguas residuales en la Región del Guadalfeo.....	6.98
<b>Fig. 55.</b> Vertidos de aguas residuales y niveles de depuración en la región del Guadalfeo.....	6.100
<b>Fig. 56.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura del valle del río Verde.....	6.104
<b>Fig. 57.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de el Bajo Guadalfeo.....	6.105
<b>Fig. 58.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola para la reutilización del agua residual urbana en agricultura de la Contraviesa..	6.106
<b>Fig. 59.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura de Orgiva (la Alpujarra).....	6.107

---

---

<b>Fig. 60.</b> Posibles conexiones entre la red de saneamiento y la red agrícola propuesta para la reutilización del agua residual urbana en la agricultura del valle de Lecrín.....	6.108
<b>Fig. 61.</b> Riesgo de contaminación del agua subterránea por vertidos urbanos.	6.110
<b>Fig. 62.</b> Síntesis del funcionamiento de las Tecnologías Convencionales y no Convencionales.....	6.111
<b>Fig. 63.</b> Filtro verde en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.111
<b>Fig. 64.</b> Funcionamiento de un Filtro Verde.....	6.112
<b>Fig. 65.</b> Humedal en Pannessières, Francia.....	6.113
<b>Fig. 66.</b> Posible reutilización del agua regenerada de un humedal artificial.....	6.113
<b>Fig. 67.</b> Lagunaje en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.114
<b>Fig. 68.</b> Sección tipo de Zanja filtrante.....	6.115
<b>Fig. 69.</b> Zanja filtrante en un aparcamiento de Oregón, E.E.U.U.....	6.115
<b>Fig. 70.</b> Lecho de Turba en la ‘Estación Experimental de Depuración no Convencional’ del CENTA en Carrión de los Céspedes, Huelva.....	6.116
<b>Fig. 71.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Alpujarra.....	6.118
<b>Fig. 72.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en el valle de Lecrín.....	6.119
<b>Fig. 73.</b> Emplazamiento de las posibles Depuradoras no Convencionales en la Contraviesa.....	6.120

---

**CAPÍTULO 7.**

<b>Figura 1.</b> Antagonismo radical entre la gestión antropocéntrica y ecocéntrica	7.16
<b>Figura 2.</b> Esquema de cauce colgado.....	7.18
<b>Figura 3.</b> Esquema de rectificación de meandros.....	7.18
<b>Figura 4.</b> Reagrupación de meandros en ríos trenzados.....	7.19
<b>Figura 5.</b> Sección clásica de encauzamiento.....	7.19
<b>Figura 6.</b> Analogía de la balanza de Lane.....	7.19
<b>Figura 7.</b> Objetivos de los Encauzamientos y efectos sobre los ríos.....	7.21
<b>Figura 8.</b> Canalización urbana con cauce meandriforme.....	7.24
<b>Figura 9.</b> Sección transversal tipo en la restauración de ríos.....	7.24
<b>Figura 10.</b> Técnicas de Bioingeniería.....	7.25
<b>Figura 11.</b> Plan de ordenación fluvial del río Skjern, Dinamarca.....	7.28
<b>Figura 12.</b> Encauzamiento en Tarragona.....	7.28
<b>Figura 13.</b> Río Tormes en la ciudad de Salamanca.....	7.29
<b>Figura 14.</b> Definición del Dominio Público Hidráulico.....	7.31
<b>Figura 15.</b> Modelo de Planificación y Gestión Territorial de los ríos.....	7.38
<b>Figura 16.</b> Situación del Delta del río Guadalfeo en el año 1872.....	7.43
<b>Figura 17.</b> Crecida del Guadalfeo del año 1.937.....	7.45
<b>Figura 18.</b> Obra de Encauzamiento del Río Guadalfeo en 1946.....	7.45
<b>Figura 19.</b> Evolución de los usos del suelo en el Delta del Guadalfeo.....	7.46
<b>Figura 20.</b> Delta del Guadalfeo.....	7.47
<b>Figura 21.</b> Encauzamiento del Río Guadalfeo en el delta.....	7.48
<b>Figura 22.</b> Actividades urbanas e industriales en las márgenes del río Guadalfeo.....	7.48
<b>Figura 23.</b> Estado actual de la desembocadura del río Guadalfeo.....	7.49

**CAPÍTULO 8.**

<b>Fig. 1.</b> Balance hídrico actual (Hm <sup>3</sup> ).....	8.16
<b>Fig. 2.</b> Variación de la demanda urbana según la Hipótesis 1 (Hm <sup>3</sup> ).....	8.23
<b>Fig. 3.</b> Variación de la demanda agrícola según la Hipótesis 1 (Hm <sup>3</sup> ).....	8.23
<b>Fig. 4.</b> Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 1.....	8.24
<b>Fig. 5.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1.....	8.25
<b>Fig. 6.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 1 en la Costa de Granada.....	8.26
<b>Fig. 7.</b> Variabilidad de la demanda agrícola en función de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Guadalfeo.....	8.35
<b>Fig. 8.</b> Balance hídrico del escenario propuesto según la Hipótesis 2 en 2025	8.37
<b>Fig. 9.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.39
<b>Fig. 10.</b> Escenario propuesto de usos del suelo y redes hidráulicas según la Hipótesis 2 en la Costa de Granada en 2025.....	8.40
<b>Fig. 11.</b> Evolución de la demanda agrícola en base al escenario propuesto por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025.....	8.42
<b>Fig. 12.</b> Resultado del Balance Hídrico de la región del Guadalfeo en la situación actual y los escenarios propuestos por la Hipótesis 2 en los años 2010 y 2025.....	8.42



**INDICE DE TABLAS****CHAPITRE 1.**

<b>Tableau 1.</b> Modèles de Gestion de l'eau.....	1.9
<b>Tableau 2.</b> Modèle de Gestion Intégrée de l'eau et le territoire.....	1.15

**CAPÍTULO 2.**

<b>Tabla 1.</b> Modelos de Gestión del agua I .....	2.18
<b>Tabla 2.</b> Modelos de gestión del agua II .....	2.19
<b>Tabla 3.</b> Planificación y Gestión Integrada del Agua y el Territorio.....	2.32
<b>Tabla 4.</b> Recursos hídricos existentes en países del Mediterráneo .....	2.46

**CAPÍTULO 4.**

<b>Tabla 1.</b> Volúmenes transferidos a la Contraviesa desde del río Trevélez en 2002 .....	4.39
<b>Tabla 1.</b> Evolución de la población servida por la infraestructura hidráulica del Bajo Guadalfeo .....	4.58

**CAPÍTULO 5.**

<b>Tabla 1.</b> Dotaciones recomendadas para la elaboración de previsiones de demanda urbana de agua en los Planes Hidrológicos (l/hab/día) .....	5.10
<b>Tabla 2.</b> Dotaciones de agua para consumo urbano .....	5.15
<b>Tabla 3.</b> Coeficientes de Ponderación en función de la disponibilidad de datos .....	5.16
<b>Tabla 4.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de infraestructura urbana .....	5.42

<b>Tabla 5.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro voluntario del ciudadano .....	5.43
<b>Tabla 6.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante el ahorro inducido .....	5.44
<b>Tabla 7.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la mejora de la eficiencia en la red de abastecimiento urbana...	5.45
<b>Tabla 8.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante la utilización de recursos no convencionales.....	5.46
<b>Tabla 9.</b> Programa de buenas prácticas para el ahorro y la conservación del agua mediante otras medidas de gestión en el ámbito urbano.....	5.47
<b>Tabla 10.</b> Rendimientos de las redes de abastecimiento según número de habitantes.....	5.51

## **CAPÍTULO 6.**

<b>Tabla 1.</b> Coeficientes de ponderación asignados a las fuentes de información	6.16
<b>Tabla 2.</b> Demanda agrícola bruta en las zonas de regadío.....	6.17
<b>Tabla 3.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo.....	6.74
<b>Tabla 4.</b> Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola I	6.85
<b>Tabla 5.</b> Programas dirigidos al control y reducción de la demanda agrícola II.....	6.86
<b>Tabla 6.</b> Eficiencias teóricas de las redes agrícolas.....	6.88
<b>Tabla 7.</b> Pérdidas anuales en las redes agrícolas .....	6.91
<b>Tabla 8.</b> Experiencias en reutilización de agua residual urbana.....	6.97
<b>Tabla 9.</b> Estaciones depuradoras y volúmenes de agua regenerada.....	6.101
<b>Tabla 10.</b> Estrategias de Reutilización del agua residual de la región del Guadalfeo para la situación de 2002.....	6.103
<b>Tabla 11.</b> Características de diseño de los sistemas de depuración no convencional.....	6.116

**CAPÍTULO 7.**

<b>Tabla 1.</b> Evolución histórica de las perspectivas de estudio de los ríos.....	7.9
<b>Tabla 2.</b> Demandas y Exigencias de uso de los espacios fluviales.....	7.14
<b>Tabla 3.</b> Gradación de Niveles y Exigencias de la restauración fluvial.....	7.14
<b>Tabla 4.</b> Correspondencia entre Niveles de Gestión en los ríos y Grados de desarrollo socioeconómico.....	7.15
<b>Tabla 5.</b> Objetivos y acciones principales de los Planes de Restauración.....	7.23
<b>Tabla 6.</b> Características de las áreas Fluviales y Urbanas.....	7.26

**CAPÍTULO 8**

<b>Tabla 1.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 1.....	8.12
<b>Tabla 2.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 2.....	8.13
<b>Tabla 3.</b> Balance Hídrico actual en el Sistema 3.....	8.14
<b>Tabla 4.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.20
<b>Tabla 5.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.21
<b>Tabla 6.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2010.....	8.22
<b>Tabla 7.</b> Síntesis del análisis de superficies actuales y potenciales de regadío en la región del Guadalfeo.....	8.28
<b>Tabla 8.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.30
<b>Tabla 9.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.31
<b>Tabla 10.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 1 en 2025.....	8.32
<b>Tabla 11.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.33
<b>Tabla 12.</b> Balance hídrico en el sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.33
<b>Tabla 13.</b> Balance hídrico en el sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2025.....	8.34
<b>Tabla 14.</b> Balance hídrico en el Sistema 1 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.38
<b>Tabla 15.</b> Balance hídrico en el Sistema 3 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.38
<b>Tabla 16.</b> Balance hídrico en el Sistema 2 según la Hipótesis 2 en 2010.....	8.41

## **REFERENCIAS**

---



**REFERENCIAS**

- Abderrahman W.A. (2000).** Urban Water Management in Developing Arid Countries. *International Journal of Water Resources Development*, Vol. 16, (1): 7-20.
- Abercrombie, P. (1933).** *Town and country Planning*, London, Oxford University Press, 1961; 292.
- Abercrombie, P. (1945).** *Greater London Plan 1944*. London, His Majesty's Stationery Office.
- Abrams, L. J. (1996).** Policy Development in the Water Sector - The South African Experience. *Water Policy: Allocation and Management in Practice*. Peter Howsam y Richard Carter, (eds.). Londres, E & FN Spon: 21-30.
- Agencia de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1987).** Informe general del medio ambiente en Andalucía. Consejo Asesor de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Aguas y Servicios de la Costa Tropical (2005).** Entrevista personal realizada con el Gerente de dicha empresa, D. Gabriel Morales López.
- Aguilera Benavente, F. (2006).** Predicción del crecimiento urbano mediante Sistemas de Información Geográfica y Modelos basados en Autómatas celulares. *Geofocus* 6: 81-112.
- Aguilera Klink, F. (1997a).** Economía del agua: reflexiones ante un nuevo contexto. *La gestión del agua de riego*. José Manuel Naredo y José López-Galvéz, (eds.), Fundación Argentaria: 235-259.

- Aguilera Klink, F. (1997b).** Instituciones e instrumentos útiles para mejorar la gestión del agua. La economía del agua en España. José Manuel Naredo, (ed.). Madrid, Fundación Argentaria : 79-102.
- Aguilera Klink, F. (1999).** Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales. El agua a debate desde la Universidad. Hacia una nueva cultura del agua. I Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas, Zaragoza, P. Arrojo y F.J. Martínez Gil, (eds.), Institución Fernando el Católico (CSIC) - Excma. Diputación de Zaragoza.
- Alcalde, F. (2001).** Impactos de la agricultura de invernadero en la Costa de Granada. V Congreso Nacional de Medio Ambiente. Madrid.
- Ander-Egg, E. (1995).** Introducción a la planificación. Buenos Aires, Lumen.
- Annals of the Association of American Geographers (2001).** Damage Control: Restoring the Physical Integrity of America's Rivers, Vol. 91, Marzo 2001.
- American Water Works Association (1995).** Water Conservation and Water Utility Programs. En AWWA Mainstream, Junio.
- Apostolopoulos Y., Loukissas P., Leontidou L. (ed) (2001).** Mediterranean tourism facets of socioeconomic development and cultural change. Atticus Books. Toronto, Canada.
- Araújo J. (1990).** Naturaleza y ecología en España. La muerte silenciosa. Ed. Temas de hoy Vol. 387.
- Arizmendi, L. (1992).** Instalaciones Urbanas. Infraestructura y planeamiento. Ed. Bellisco.
- Arrojo Agudo, P. (1996).** Dónde estamos y qué se puede aportar hoy desde la ciencia económica a la gestión hidráulica (Presentación). Cuadernos Aragoneses de Economía Vol. 6, (1) : 5-14.

- Arrojo Agudo, P. (1998).** Conclusiones del I Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas. Ed. Universidad de Zaragoza.
- Arrojo, P. & Naredo, J. M. (1997).** La gestión del agua en España y California. Colección Nueva cultura del agua. Bilbao, Bakeaz.
- Asano, T., Ogoshi, M. y Suzuki, Y. (2000).** Lessons learned from the Japanese Water Reuse Experience. 3th International Symposium on Water Reclamation, Recycling and Reuse, Paris.
- Association for planning and regional reconstruction (1950).** Town and country Planning Textbook, Londres, The Architectural Press.
- Avilés A., Rodero J., Amores V., de Vicente I., Rodríguez M.I., Niell F.X (2006).** Factors controlling phosphorus speciation in a mediterranean basin (River Guadalfeo, Spain). Journal Of Hydrology, Vol. 331: 396-408.
- Avilés, A., Rodríguez M.I., Moreno E., de Vicente I., Amores M.V., Cruz L. (2004).** Caracterización de la calidad del agua y circulación de sustancias en el sistema del Guadalfeo. Actas del IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Tortosa.
- Ayala-Carcedo, F. J. (2003).** Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad física y ecológica del Plan Hidrológico Nacional 2001. En Arrojo y Del Moral eds. La Directiva Marco del Agua: Realidades y Futuros. Fundación Nueva Cultura del Agua, Zaragoza: 253-271.
- Ayala-Carcedo, F. J. (1999).** De la política hidráulica a la política del agua sostenible. Tecnoambiente. Vol 90: 5-9.
- Ayuntamiento de Almuñécar (2006).** <http://www.almunecar.info/>
- Ayuntamiento de Salobreña (2006).** <http://www.ayto-salobrena.org/default.htm>



- 
- Baena Escudero, R (2004).** Los ríos como oportunidad para la recuperación del patrimonio natural de las ciudades desde la cooperación institucional. Universidad de Sevilla.
- Beecher, J. A. (1998).** Integrating Water Supply and Water Demand Management. Urban Water Demand Management and Planning. Duane D. Baumann, John J. Boland y Michael W. Hanemann, (eds.), McGraw-Hill: 303-327.
- Benabent Fernández de Córdoba, M. (2006).** La Ordenación del Terriotrio en España. Universidad de Sevilla y Conserjería de Obras Públicas.
- Benavente Herrera, J. (1984).** Las aguas subterráneas en la Costa del Sol de Granada. Universidad de Granada. Granada.
- Benblidia, M (2007).** Les ressources actuelles en eau dans le Bassin Méditerranéen. 6<sup>èmes</sup> Séminaires Eau dans le Politech de Montpellier, Enero 2007.
- Bennett, R. (1995).** Eb mud Water Conservation Program Historical Highlights. East Bay Municipal Utility District, Oakland, California.
- Benton, T. (1996).** Critical voices. Introduction. A: Benton, T (ed) The greening of marxism. New York, The Guilford Press: 243-249.
- Berbel Vecino, J., López Baldorín, M.J., Gómez Barbero, M., Cañas Ortega, J.F. (2001).** The Irrigated Agriculture in Europe and the Water Directive Framework, Madrid.
- Bethemont, J. (1987).** L'agriculture hydraulique dans les pays méditerranéens essai de bilan actualisé. En L'eau et les hommes en méditerranée Ed. André Reparaz, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.
- Bethemont, J. (1994).** Gestion de l'eau et conflicts sectoriels dans le cadre des pays mediterranees. Atti del Seminario Europeo di Geografia dell'acqua, Ed. Pierpaolo Faggi, 11-18 de Septiembre de 1994. Monselice. Italia.

- 
- Biswas A.K., Tortajada C. (2003).** An Assessment of the Spanish National Hydrological Plan. *International Journal of Water Resources Development*. Vol. 19, (3): 377-397.
- Boon P.J., Davis B.R., Petts G.E. (2000).** *Global Perspectives on River Conservation*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Boon, P.J. (1992).** Essential elements in the case of river conservation. A: Boon, P.J., Calow, P. i Petts, G. E. (eds) *River conservation and management*. Chichester, John Wiley and Sons: 11-33.
- Boulton A.J. (1999).** An overview of river health assessment: philosophies, practice, problems and prognosis. *Freshwater Biology*. Vol. 41 (2): 469-479.
- Born, S. & Sonzogni, W. (1995).** Integrated environment management. En: *Environmental management*, 19 (2): 167-181.
- Brookes, A., Shields, F.O. (1996).** Towards an approach to sustainable river restoration. Chichester, John Wiley and Sons: 385-402.
- Burel F., Baudry J. (1999).** *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Ed. TEC & DOC. 359.
- Cabrera, E. (1993).** Abastecimientos de agua urbanos: estado actual y tendencias futuras. Ed. Conselleria d'Indústria Comerç i Turisme.
- Cabrera Marcel, E. (2002).** La gestión del agua en los países de la unión europea: paradigmas del norte y el sur *Comunicaciones del III Congreso Ibérico del Agua*.
- California Bay-Delta Authority (2000).** *Adaptive Management*. A: Watershed program plan. Sacramento, CALFED Bay-Delta program, cap 4.
- California Department of Water Resources (1998)** *California Water Plan*. Bull. 160-98 (1,2) California.
-

- California Department of Water Resources (2002)** California Urban Water Conservation Council.
- Caja General de Ahorros (2001)**. Motril, una visión del siglo XX.
- Camacho Olmedo M.T. et al. (2002)**. Dinámica evolutiva del paisaje vegetal en la Alta Alpujarra en la segunda mitad del siglo XX. Cuadernos Geográficos, Vol. 32: 25-42. Universidad de Granada.
- Carles Genovés, J. (2001)**. La Administración Pública ante las nuevas políticas de aguas de la Directiva Marco. I Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de aguas.
- Castillo, J.M. (2002)**. El Plan Hidrológico nacional desde el Sur. Ed. Ecorama. Granada.
- Cedex (1995)**. Curso sobre Principios y Técnicas para la Restauración de Ríos y Riberas. Edita: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.
- CENTA (2002)**. Curso 'Experto en Diseño y Cálculo de Infraestructura Hidráulica Municipal'. La Rábida, Huelva.
- Cerdá, I. (1867)**. Teoría general de la urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la reforma y ensanche de Barcelona. Instituto de estudios fiscales, 1968.
- Clark, R.N. et al (1999)**. Towards an ecological approach: integrating social, economic, cultural, biological, and physical considerations. A: Sexton, W.T et al (eds) Ecological stewardship. A common reference for ecosystems management. Oxford, Elsevier Science, Vol 111: 297-318.

- Clark, M.J. & Gardiner, J. (1994).** Strategies for handling uncertainty in integrated river basin planning. En: Kirby, C. i White, W.R. (eds) Integrated river basin development. Chichester, John Wiley and Sons: 437-445.
- Colin R. et al. (2003).** The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. *Freshwater Biology*. Vol. 48 (5): 768-785.
- Collado, R. (1992).** Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades. Ed. Colegio. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Comisaría de Aguas (1996).** Estudio de dotaciones. Consejería de Obras Públicas, Junta de Andalucía. Sevilla.
- Concurso Internacional de Buenas Prácticas, DUBAI (2004a).** Proyecto Life Alcobendas, Ciudad del Agua para el Siglo XXI.
- Concurso Internacional de Buenas Prácticas, DUBAI (2004b).** Zaragoza, ciudad ahorradora de agua.
- Concurso Internacional de Buenas Prácticas, DUBAI (2004c).** Fukuoka: Una ciudad consciente del problema de la conservación del agua.
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG) (2005).** Acuerdo por el Agua en la Cuenca del Guadalquivir. Ministerio de Medio Ambiente.
- Confederación Hidrográfica del Sur (CHS) (1996).** Estudio de las dotaciones y volúmenes de agua para riego y otros usos en la zona regable de Motril-Salobreña. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Sur (CHS) (1997).** Estudio de Viabilidad para la Mejora y Modernización de regadíos, con vistas al ahorro de agua en la Cuenca del Sur. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

- Confederación Hidrográfica del Sur (CHS) (1998).** Plan Hidrológico de la Cuenca Sur. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Confederación Hidrográfica del Sur (CHS) (2001).** Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la cuenca Sur de España. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Consejería de Agricultura y Pesca (1996).** Avance del Plan Andaluz de Regadíos. Sevilla.
- Consejería de Agricultura y Pesca (1999).** Inventario y caracterización de los regadíos de Andalucía. Sevilla.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2000).** Plan Andaluz de Regadíos 2000-2006. Sevilla.
- Consejería de Medio Ambiente (2003).** Informe 2002, Medio Ambiente en Andalucía. , Junta de Andalucía, Sevilla.
- Consejería de Obras Públicas y Transportes (2005).** Plan de Ordenación del Territorio de la Costa del Sol Occidental. Análisis del Crecimiento de la Población Futura.
- Contreras, S. (2002).** ‘Los regadíos intensivos del Campo de Dalías (Almería)’. En Martínez Fernández y Esteve Selma (coords.) Agua, regadío y sostenibilidad en el Sudeste Ibérico. Cap. 7: 157-192. Ed. Bakeaz, Bilbao.
- Costa J., (1911).** Política hidráulica (Misión social de los riegos en España). Edición digital basada en la edición de Madrid, Biblioteca J. Costa.
- Costanza R. & Wainger L. (1990).** No Accounting for Nature: How Conventional Economics Distorts the Real Value of Things, The Washington Post, Washington, D.C.

- Cotton A., Franceys R. (1991).** Services for Shelter. Ed. Liverpool University Press.
- Cuenca Mediterránea Andaluza (1986).** Presa de Béznar en el Río Izbor. Consejería de Medio Ambiente.
- Cuthbert, R.W. y Hajnosz, A.M. (1999).** Setting reclaimed water rates. Journal of the American Water Works Association, Vol. 91 (8): 50-57.
- Davidson, F. (1986).** Urban projects manual. Ed. Liverpool University Press.
- De la Fuente V., D. Sánchez-Mata (1985).** Las riberas de agua dulce. Edita: MOPU, Serie Unidades Temáticas Ambientales. Madrid.
- DENVER WATER, (1996).** Denver Water Wins with Conservation. Denver Water, Denver, Colorado.
- Díaz Pineda, F. (2000).** Solidaridad hídrica, El País, 11 de septiembre de 2000.
- Diputación de Granada (1990).** Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada.
- Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (2000).** Marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. PE-CONS 3639/00.
- Dooge, J. (1999).** Hydrologic science and social problems. Arbor CLXIV, Vol. 646: 191-202.
- Dourojeanni A., Jouravlev A., Chávez G. (2002).** Gestión del agua a nivel de cuencas; teoría y práctica. División de recursos naturales e Infraestructuras. Naciones Unidas.
- Dourojeanni A., Jouravlev A. (1999).** Gestión de cuencas y ríos vinculados a entornos urbanos. División de recursos naturales e Infraestructuras. Naciones Unidas.

- Dzurik, A. (1996).** Water Resources Planning. Lanham, Maryland, Rowman & Littlefield.
- Edwards – Jones E.S. (1997).** The River Valleys Project: A participatory approach to integrated catchment planning in Scotland. Journal of environmental planning and management. Vol 40 (1): 125-141.
- Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales (2002).** Área de Obras y Servicios de la Diputación de Granada.
- Escartín Hernández, C. M. et al. (1999).** La política del agua. Revista de Obras Públicas. Vol. 3.388: 79-85.
- Escobar, I. y García Tapia, J. (2001).** El aguacate en la Costa de Granada: fruticultura subtropical. Gabinete Técnico de la Caja Rural de Granada. Granada.
- Escobar Gómez, G. (1995).** Ordenación del territorio y planificación hidrológica. Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, Vol.3 (106): 824-840.
- ESECA (2000).** Estudio sobre el impacto socioeconómico y nuevas perspectivas de desarrollo para la costa granadina al poner en servicio el embalse de Rules Sociedad de Estudios Económicos de Andalucía, Caja de Granada La General. Granada.
- Espinosa Béjar, A. (2003).** Problema de la desaparición del cultivo de la caña de azúcar. Ponencia en el curso: La Planificación del Litoral Granadino. Agua, Suelo y Desarrollo. Centro Mediterráneo de la Universidad de Granada. Motril.
- Fanlo Loras A. (1999).** La delimitación de las zonas inundables en los Planes Hidrológicos. Obra colectiva Planificación Hidrológica y Política Hidráulica, Editorial Civitas, Madrid.

- Fernández Yuste, J.A. (2002).** Morfología fluvial y restauración de ríos. Ed. Restauración de ríos en entornos urbanos. Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- Ferrer Polo J. (2002).** Identificación de riesgos de inundación: Estudios hidrológicos e hidráulicos y zonificación de zonas inundables. Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- Field, R., Sullivan, D. (2002).** 'Wet-weather flow in the urban watershed; technology and management'. Ed. CRC Press, INC.
- Foro Cívico Europeo (2000).** 'El Ejido, tierra sin ley'. Comité Europeo de Defensa de los Refugiados e Inmigrantes.
- Fox, W. (1995).** Toward a transpersonal ecology. Developing New Foundations for Environmentalism. Foxhole, A Resurgence book.
- Friedmann J., Weaver, C. (1981).** Territorio y función. La evolución de la planificación regional. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Frissell C.A. (1997).** Ecological Principles. En: Watershed Restoration: Principles and Practices. J.E. Williams, C.A. Wood y M.P. Dombeck (eds.), pp. 96-115. Publ. American Fisheries Society, Maryland.
- Frontana González, J. (2002).** Agua y territorio. Recursos y conflictos de usos en Andalucía y la costa de Granada. Editorial Universidad de Granada, Colección Monográfica del Sur. Granada.
- Frossard P.-A., Lachat B., Paltrinieri, L. (1998).** Davantage d'espace pour nos cours d'eau. Contribution à la protection de la nature en Suisse. Nr. 20. Pro Natura.
- García-Aróstegui, J.L., Heredia, J., Murillo, J.M., Rubio-Campos, J.C., González-Ramón, A., y López-Geta, J.A. (2001a).** Contribución desde la



---

modelización del flujo subterráneo al conocimiento del acuífero del Río Verde (Granada). V Simposio sobre el agua en Andalucía. Almería. 25-28 de Septiembre.

**García-Aróstegui, J.L., Heredia, J., Murillo, J.M., Rubio-Campos, J.C., González-Ramón, A., y López-Geta, J.A. (2001b).** Primera aproximación mediante modelización al análisis de la influencia del embalse de Rules en el régimen hidrológico del acuífero de Motril-Salobreña (Granada). V Simposio sobre el agua en Andalucía. Almería. 25-28 de Septiembre.

**García Cordón J.C. (2004).** Las ciudades españolas y el riesgo de inundación; permanencia y cambio de un problema crónico. Boletín A.G.E. Vol. 37: 85-99.

**García de Jalón D., Schmidt G. (Coord.)(1995).** Manual práctico para la gestión sostenible de la pesca fluvial. Edita: Asociación para el Estudio y Mejora de los Salmónidos (AEMS). Madrid.

**García Lozano, M. y Escobar Jiménez, I. (2001).** Diez años de experiencias en cultivos sin suelo. Gabinete Técnico de la Caja Rural de Granada. Granada.

**Gardiner, J.L. (1994).** Towards a sustainable water environment. Chichester, John Wiley and Sons.

**Geddes, P. (1915).** Cities in evolution, Londres, Benn, pp. 409. Traducción Ciudades en evolución, Buenos Aires, Editorial Infinito, 1960.

**Geddes, P. (1973).** La sección del valle, en Lewis, D. La ciudad: problemas de diseño y estructura. Gustavo Gili. Barcelona.

**Gil Olcina, A. (1995).** Planificación hidráulica en España. Fundación Caja del Mediterráneo.

**Gil Olcina, A. (2002).** Insuficiencias Hídricas y Plan Hidrológico Nacional. Fundación Caja del Mediterráneo.

- Goerg V., Callwey D.W., Tabacchi P. (1994).** La végétation riveraine et la gestion des systèmes fluviaux. Revue de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne. Vol. 60: 31 - 38.
- Gómez J.E. (2005).** Contaminación e invernaderos. Waste magazine, Ideal Digital.
- Gómez Ayau, E. (1961).** El estado y las grandes obras regables. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Gómez Ordóñez, J.L., Grindlay A.L., Matarán, A., Molero F.E., Rodríguez, M.I., Valenzuela, L.M. (2006).** Manual de buenas prácticas en torno a la relación agua-territorio. Actas del III Congreso de Ingeniería, Territorio y Medioambiente, Zaragoza.
- Gómez Ordóñez, J.L., (2004).** La cuenca hidrográfica y la ordenación del territorio. IV Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua. Tortosa.
- Gomez, S.V. & Wong, AK. (1997).** Our water, our future. The need for new voices in California water policy. Oakland, Pacific Institute for Studies in Oevelopment, Environment, and Security.
- González del Tánago M. (2001).** Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar, Madrid.
- González del Tánago M., García De Jalón D. (1995).** Restauración de ríos y riberas. Edita: Fundación del Conde del Valle de Salazar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid: 319 páginas. Madrid.
- Gray D.H., Sotir R.B. (1996).** Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization. John Wiley & Sons, New York.
- Gregory K.J., Chin A. (2002).** Urban stream channel hazards. Area. Vol. 34 (3): 312-321.

- Guerrero Amador, I. (2004).** Los ríos como espacios de encuentro en las ciudades: el caso del río Guadalquivir a su paso por Sevilla. Universidad de Sevilla
- Hamdy A., Abu-Zeid M., Lacirignola C. (1995).** Water Resource Management in the Mediterranean Basin. *International Journal of Water Resources Development*. Vol. 11, (4): 515-526.
- Hayward, T. (1994).** Ecological thought. An introduction. Cambridge, Polity Press.
- Hernández Muñoz, A. (2000).** Abastecimiento y distribución de agua. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Hernández Muñoz, A. (1997).** Saneamiento y Alcantarillado; Vertido de aguas residuales. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Herrero Lantarón, J., Rodríguez Rojas, M.I., Avilés Benítez, Rodero Pérez J.(2004).** Modelos integrales de cuencas hidrográficas y prognosis de escenarios de gestión. SWAT aplicado a la cuenca Guadalfeo. Actas del IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Tortosa.
- Herricks, E.E. (1995).** Section summary on uncertainty and risk. A: Herricks, E.E. (ed) Stormwater runoff and receiving systems: impact, monitoring and assessment. Florida, CRC Publishers: 195-197.
- Holl K.D., Crone E. (2004).** Applicability of landscape and island biogeography theory to restoration of riparian understorey plants. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 41 (5): 922-933.
- Hollis, G.E. (1995).** The Effect of Urbanization on Floods of Different Recurrence Intervals. *Water Resources Research*, Vol. 11: 431-435.
- Hough, M. (1998).** Naturaleza y ciudad: Planificación urbana y procesos ecológicos. G. Gili.

---

**Howard, E. (1898).** Tomorrow: a peaceful path to real reform. Editado a partir de 1902 como Garden cities of tomorrow. Traducción; Las ciudades jardín del mañana, en Anymonino, C. Orígenes y desarrollo de la ciudad moderna. Barcelona, Gustavo Gili, 1972: 131-203

**Hynes, H.B. (1960).** The biology of polluted rivers. Liverpool University Press.

**IFMRC (-nteragency Floodplain Management Review Committee- (1994).** Sharing the Challenge: Floodplain Management into the 21` Century, Administration Floodplain Management Task Force, Washington, D.C.

**Institut D´Amenagement et d´urbanisme de la region d´ile de France (1997).** L´eau, la ville et l´urbanisme. Revista Les Cahiers, Vol. 116. Ed. Institut D´Amenagement et d´urbanisme.

**Instituto Andaluz de Estadística (IAE) (2002).** Datos de población. <http://www.juntadeandalucia.es/iea/>

**Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGME) (1999).** Plan de Integración de los recursos hídricos subterráneos en los sistemas de abastecimiento publico de Andalucía, Sector de acuíferos en relación con el abastecimiento de los núcleos situados en la cuenca del Guadalfeo y sectores costeros adyacentes (Almuñécar, Albuñol y Castel de Ferro) Granada. ITGME, Granada.

**Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGME) (1991).** Investigación Hidrogeológica para apoyo a la gestión hidrológica en la cuenca del Rio Guadalfeo (Granada),Planteamiento del estudio y síntesis de resultados. En la serie: Manuales de Utilización de Acuíferos. Madrid.

**INTECSA-INARSA (2003).** Memoria del estudio: Aprovechamiento de los recursos hídricos del litoral granadino (presa de Rules). Inédito.

**International Water Management Institute (2006).** <http://www.iwmi.cgiar.org/>

- Izembart, H. et al. (2003).** Waterscapes: el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas vegetales using plant systems to treat wasterwater. Gustavo Gili. Barcelona.
- Jain A. , Varshney A.K., Joshi U.C. (2001)** Short-Term Water Demand Forecast Modelling at IIT Kanpur Using Artificial Neural Networks. *Water Resources Management*, 15: 299-321.
- Jansson R., Backx H., Boulton A.J., Dixon M., Dudgeon D., Hughes F. M. R, Nakamura K., Stanley E.H., Tockner K. (2005).** Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 42 (2): 218-222.
- Jonhson R. R. Et al (1985).** On the development of Riparian ecology. . USDA Forest Services, Washintong D.C.
- Jiménez Olivencia (1991).** Los paisajes de Sierra Nevada. Ed. Universidad de Granada.
- Jones, A. & Dyer, J. (1992).** Water Service Companies. Rocky Mountains Institute, Snowmass, Colorado.
- Juanicó M., Salgot M. (2005).** Water reuse in the northern Mediterranean. Technical workshop ‘The integration of reclaimed water in water resource management. Gerona, Spain.
- Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca (1999).** Inventario y Caracterización de los regadíos de Andalucía Dirección general de Investigación y Formación Agraria, Servicio de Publicaciones y Divulgación. Sevilla.
- Kaplan S. (1995).** The Urban Forests as a Source of Psychological Well-Being. En: *Urban Forest Landscapes*. G.A.Bradley (ed.), 100-110. University of Washington Press, Seattle.

- Lachat B., (2000).** Les techniques du génie végétal : une nouvelle approche pour mieux respecter nos rivières ? Actes du séminaire transnational du 3 mars 1999 à Beckerich (Luxembourg). Fondation Oeko-Fonds: 19-32.
- Lachat, B., En Coll. Avec Adam P., Frossard P.A., Marcaud R. (1994).** Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. Ministère de l'Environnement.
- Lachat B. (1991).** Le cours d'eau -Conservation, entretien et aménagement. Série aménagement et gestion n° 2. Conseil de l'Europe. Strasbourg. 84 p.
- Lane, E.W. (1955).** The importance of fluvial Geomorphology in Hydraulic Engineering. Proc ASCE, 81, Paper 745: pp. 1-17.
- Larrubia Vargas, R. (1993).** Los cultivos subtropicales en la Costa Mediterránea. Textos mínimos, Universidad de Málaga. Málaga. Granada.
- Le Corbusier (1924).** Urbanismo, París, G. Cres and Cie. Traducción La ciudad del futuro, Buenos Aires. Ed. Finito, 2001: pp. 193.
- Le Corbusier (1957).** La Carte d'Athenes, Paris, Fondation Le Corbusier y Editions Le Minuit. Traducción Principios de Urbanismo, Barcelona, Ariel, 1979.
- Lee, K.N. (1993).** Compass: Adaptive management A: Compass and gyroscope. Integrating science and politics for the environment. Washington, Island Press: 51-86.
- Le Goulven P. (2005).** Gestion Integree des Ressources en Eau – Gire. Principes, définitions et mise en oeuvre. Master 'Gestion des exploitations 2005 – 2006 agricoles et environnement'. Maison des Sciences de l'eau. Institut de Recherche et development de Montpellier, Francia.
- Ley 10/2001 de 5 de Julio,** del Plan Hidrológico Nacional.

- Leal A., Mertes K. (2002).** Remote sensing of riverine landscapes. *Freshwater Biology*. Vol. 47 (4): 799-816.
- Lemons, J. (ed) (1996).** Scientific uncertainty and environmental problem solving. Cambridge, Blackwell Science.
- León Duarte G., Pérez Guevara F. (1998).** Aspectos básicos del enfoque global para el manejo de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas. *Región y Sociedad* Vol. 9 (16): 1331-151. Sonora, México.
- Leopold L.B. (1994).** *A View of the River*. Harvard University Press.
- Leopold L.B. (1968).** *Hydrology for Urban Land Planning. A Guidebook on the Hydrologic Effects on Urban Land Use*. U.S. Geological Survey Circular 554. Washington D.C.
- Libro Blanco del Agua (2000).** Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
- Llop Torné, C. et al. (1999).** Oficina del Plan General de Lleida-Ayuntamiento de Lleida Plan General de Lleida: 1995-2015.
- López-Camacho, B. (1997).** La escasez del agua y el modo de abordarla: nuevos abastecimientos versus conservación del agua. *La economía del agua en España*. José Manuel Naredo, (ed.). Madrid, Fundación Argentaria: 27-68.
- López Martos, J. (2002).** Los problemas del agua y su gestión en el territorio andaluz. III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Sevilla.
- López Martos, J. (2000).** Agua y territorio, *Obras Publicas (OP)*, Vol. 50: 46-53.
- Lorenzo Pardo, M. (1930).** *La confederación del Ebro. Nueva política hidráulica*. CIAP, Madrid.

- 
- Malavoi J.R, (1998).** Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau. Bassin Rhône Méditerranée Corse, guide technique N°2. SDAGE Rhône Méditerranée Corse.
- Malisz B. & Olvera G. (1975).** La técnica de análisis por umbrales como instrumento en la planeación urbana y regional, Investigación Económica. Vol. 133, UNAM.
- Malisz B. (1972).** Threshold analysis as a tool in urban and regional planning. Papers in Regional Science. Vol. 29 (1).
- Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical (2002).** Datos de consumos urbanos proporcionados por la Ingeniera responsable D<sup>a</sup> María López.
- Manual de Buenas Prácticas Ambientales para Municipios Vascos (2002).** Campaña ciudad Ahorradora de agua.
- Martín Mendiluze J.M. (1989).** Marco institucional y legal de la planificación hidráulica española. Revista de Obras Públicas Vol. 14.
- Martín Vide J.P. (2002).** Ingeniería de ríos. Edicions UPC, Barcelona.
- Martínez Gil, F. J. (1997).** La nueva cultura del agua en España. Bilbao, Bakeaz-Coagret.
- Margat J. (2007).** Évolution des demandes en eau en région méditerranéenne au XX<sup>ième</sup> siècle. 6<sup>èmes</sup> Séminaires Eau dans le Politech de Montpellier, Enero 2007.
- Marshall, P. (1995)** Nature's web. Rethinking our place on earth. London, Cassell.
- Maryland Departament of the Enviroment (2000).** Construction Guidelines.
- Matarán Ruiz A. (2005).** Tesis Doctoral 'La Valoración Ambiental- Territorial de las agriculturas de regadío en el litoral mediterráneo: el caso de Granada'. Universidad de Granada.



- Mc Harg, I.L. (1967).** Design with nature, New Cork, Jomh Wiley and sonos, Inc.  
Traducción 'Proyectar con la naturaleza'. Gustavo Gili 2000, Barcelona.
- Mee, W. R. (1988).** Application of Social Science Research Products in Urban Water Resources Planning. The Role of Social and Behavioral Sciences in Water Resources.
- Melgarejo J. (2000).** El agua en la historia de España. Publicaciones Universidad de Alicante.
- Menéndez Rexach A. (2002).** Problemas competenciales en la ordenación de espacios fluviales urbanos Ed. Restauración de ríos en entornos urbanos. Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- Metcalf & Hedy (1995).** Ing. de aguas residuales. Redes de alcantarillado. Ed. Mc Graw Hill.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2002).** Plan Nacional de Regadíos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Ministerio de Medio Ambiente (1999).** La presa de Rules en el Río Guadalfeo. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de Aguas.
- Molero Melgarejo E., Asensio J., Grindlay Moreno A. (2006).** Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio. Actas del XII Congreso Nacional de Tecnologías de la información geográfica. Granada septiembre 2006.
- Moral, L. y Saurí, D. (1999).** Changing Course. Water Policy in Spain. Environment vol. 41, Vol. 6: 12-36.
- Moral Ituarte, L. (2000).** Problemas y tendencias de la gestión del agua en España: del proyecto Borrell al proyecto Matas. La eficiencia del agua en las ciudades.

---

Antonio Estevan y Víctor Viñuales, (eds.). Bilbao, Bakeaz, Fundación Ecología y Desarrollo: 13-51.

**Moral Ituarte, L. (2002).** Aspectos territoriales de la gestión del agua: de la idea de factor de desarrollo al debate sobre la capacidad de carga. Ed. Comares.

**Morgan R.P.C., Rickson R. J. (1995).** - Slope Stabilization and Erosion Control. A Bioengineering Approach.

**Mujeriego, R. (2002).** Reutilización del agua planificada. Curso 'Experto en Diseño y Cálculo de Infraestructuras Hidráulicas Municipales'. La Rábida, Huelva.

**Mujeriego R., Salá Ll. (1998).** La gestión del agua regenerada. Ed. C. de la Costa Brava.

**Mujeriego R., Sala L., Sala J. y Martínez S. (1996).** Gestión del Agua Residual Regenerada Utilizada para Regar el Campo de Golf Mas Nou. Séptima Memoria Anual. Sección de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña.

**Naiman, R.J., Décamps H., Pollock M. (1993).** The role of riparian corridor in maintaining regional diversity. *Ecological Application*, Vol. 3: 209-212.

**Naredo, J. M., ed. (1997).** La economía del agua en España. Colección Economía y Naturaleza, Serie "Textos Aplicados". Madrid, Fundación Argentaria.

**National Research Council (ed) (1999).** New strategies for America's watersheds. Washington, National Academy Press.

**Newson, M.D. (1992).** Land, Water and Development. Sustainable management of river basin systems. London, Routledge (2 ed).

**Nijkamp P. (1990).** Regional Sustainable Development and Natural Resources Use, World Bank Annual Conference on Development Economics, Washington D.C.

- Nisar Ahamed, T.R., Gopal Rao, K., y Murthy, J.S.R. (2002).** Automatic extraction of tank outlets in a sub-watershed using digital elevation models. *Agricultural Water Management*. Vol. 57 (1): 1-10.
- Nurizzo, C., Bonomo, L., y Malpei, F. (2001).** Some economic considerations on wastewater reclamation for irrigation, with reference to the Italian situation. *Water Science and Technology*. Vol. 43 (10): 75-81.
- OCDE (1989).** *Gestion des ressources en eau. Politiques intégrées*. Paris, Organisation de Coopération et de Développement Économiques.
- Ohlsson, L. y Turton, A. (1999).** The Turning of a Screw. 9th Stockholm Water Symposium "Urban Stability through Integrated Water-Related Management", Estocolmo (Suecia), Stockholm Water Institute (SIWI), MEWREW Occasional Paper N° 19.
- Olcina Santos J. (2004).** Riesgo de inundaciones y Ordenación del Territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín A.G.E.* Vol. 31: 49-84.
- Olea N, Molina MJ, García-Martin M, and Olea-Serrano MF: (1996).** Modern agricultural practices: The human price. In: *Endocrine disruption and Reproductive effects in Wildlife and Humans*. Soto, A.M., Sonnenschein, C. Y Colborn, T. Eds. *Comments in Toxicology*, 455-474.
- OMS, Organización Mundial de la Salud (1989).** *Directrices Sanitarias sobre el Uso de Aguas Residuales en Agricultura y Acuicultura*. Serie de informes técnicos 778. Ginebra, Suiza.
- Otaola-Urrutxi M., Rey A., Schmidt G. (1996).** La aplicación de estaquillas de sauces en la restauración fluvial: Ejemplos prácticos. *Revista AEMS*. Pesca a Mosca, (XVIII), 59:25-30. Madrid.

- 
- PATRICOVA (2003).** Plan de acción territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana. <http://www.rinamed.net/docs/prof/patricova/PATRICOVA.pdf>
- Pearce, DW. y Turner, R. K. (1990).** Economics of natural resources and the environment. Exeter, Harvester Wheatsheaf.
- Pedregal Mateos B. (2004).** Estimación de la demanda urbana en los planes marco: el caso español a la luz de la experiencia de California. Bull A.G.E. Vol. 37: 183-204.
- Petts, G. et al (1995).** Linking hydrology and ecology: the scientific basis for river management. Chichester, John Wiley and Sons.
- Plan Blue Regional Activity Center. (2001).** Urban Sprawl in The Mediterranean Region Sophia Antipolis.
- Plan Blue (2003).** Urbanisation in the Mediterranean region from 1950 to 1995. Blue Plan Papers 1, Sophia Antipolis.
- Plan de Sostenibilidad del Ciclo Urbano del Agua (2005).** El agua en la Ciudad 21. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Plan Director de Depuración de Aguas Residuales Urbanas de la Provincia de Granada (1993).** Diputación de Granada.
- Porras Luque J.J. (1999).** Consideraciones medioambientales en la corrección y estabilización de cursos fluviales de la cuenca del Ebro. Revista Montes, 56:85-93. Madrid.
- Programa Integrado de Gestión de la Demanda de Agua en Alicante (1996).** Ayuntamiento de Alicante.
- Ranucci, J. (1990).** Tourisme international et tourisme national dans les États de l'Europe méridionale. Annales de Géographie, Vol. 551: 21-50.

- Ramos Gorostiza, J. L. (1998).** Economía institucional y gestión de los recursos naturales. La gestión del agua en España: un análisis institucional comparado. Tesis presentada en el Dpto. de Historia e Instituciones Económicas I. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Complutense de Madrid.
- Rayner, S. y Malone, E. L., eds. (1998).** Human Choice and Climate Change. Vol. 1. The societal framework. Columbus, Ohio, Battelle Memorial Institute.
- Requejo Liberal, J. et al. (1991).** Recursos Naturales y Crecimiento Económico en el Campo de Dalías. Monografías de economía y medio ambiente. Consejería de Cultura y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Rico Amorós, A. (1998).** Depuración, desalación y reutilización de aguas en España: estudio regional. Ed. Vilassar de Mar, Barcelona: Oikos Tau.
- Riesco Chueca, P. (2000).** Mecanismos de permanencia en la modificación de los hábitos de consumo en los usuarios de abastecimientos urbanos de agua. Curso sobre la gestión ecosistémica del agua en las ciudades, Valsaín (Segovia), Centro Nacional de Educación Ambiental.
- Riley A.L. (1998).** Restoring Streams in cities: a guide for planners, policy makers and citizens. Washington DC: Island Press.
- Rivera Menéndez, J. (1998).** El agua como factor condicionante del desarrollo. Encuentro Medioambiental Almeriense. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- RMI, (1994a).** Rocky Mountain Institute. Water Efficiency: a Resource for Utility Managers, Community Planners, and Other Decisionmakers. RMI, Snowmass, Colorado.
- RMI, (1994b).** Rocky Mountain Institute. Water-Efficient Landscaping: A Guide for Utilities and Community Planners. RMI, Snowmass, Colorado.

- Roberts, K.F. (ed) (1990).** Advanced technology in water management. London, The Institution of Civil Engineers.
- Rodríguez Rojas, M.I. (2007).** Encauzamientos & Corredores Fluviales. Gestión Antropocéntrica o Ecocéntrica de los Ríos. Tecnología del Agua Vol. 285: 42-49.
- Rodríguez Rojas, M.I. (2006a).** Urban Consumption of Water In Touristic Areas. The Guadalfeo Region Case. Concepts for Water management and Multifunctional Land Uses in Lowlands. Vol. 9: 73-84.
- Rodríguez Rojas, M.I. (2006b).** Encauzamientos; acciones estructurales o corredores fluviales. Actas del V Congreso Andaluz de Ciencias Ambientales. Granada.
- Rodríguez Rojas, M.I., Grindlay Moreno A.L (2006).** Experiencias de planificación y gestión integrada de cuencas hidrográficas y directrices para su aplicación a la cuenca del Segura. Actas del V Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua, Faro, Portugal.
- Rodríguez Rojas, M.I., Pansart, M. (2006).** Los SIG en la planificación Hídrico-Territorial. El caso del delta del Guadalfeo. Actas del XII Congreso Nacional de Tecnologías de la información Geográfica Granada.
- Rodríguez Rojas, M.I. (2005).** El agua y la Ciudad de hoy. Equipamiento y Servicios Municipales, Vol. 117: 28-38.
- Rodríguez Rojas M. I., Avilés Benítez A., Grindlay Moreno A., Matarán Ruiz A. (2004).** Modelo de gestión del agua y territorio. Actas del IV Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. Tortosa.
- Roldán Medina, F. (2002).** Informe Contraviesa: Transformaciones del Territorio por Implantación de Invernaderos en LA ALPUJARRA. [www.contraviesa.info](http://www.contraviesa.info).

- Rosen, C. y otros. (2002).** Recursos Mundiales 2002: La guía global del planeta. Ecoespaña Editorial. Madrid.
- Ruiz García, F. (1987).** Panorámica del Agua en la Cuenca del Sur 1960-1985 CHSE. Málaga.
- Sahuquillo Herraiz, A. (1993).** Reflexiones sobre la planificación hidrológica. Conceptos y métodos para la planificación hidrológica. Joaquín Andreu, (ed.). Barcelona, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería: 1-14.
- Sainz de Los Terreros M., García De Jalón D., Mayo M. (1991).** Canalización y dragado de cauces: Sus efectos y técnicas para la restauración del río y sus riberas. Edita: Diputación Foral de Alava. Departamento de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: 93 páginas y fotos. Vitoria.
- Salinas Andujar, J. A. y Palao Porcel, F. (2002).** Posibilidades de desarrollo de tráfico hortofrutícola por los puertos de Almería y Motril. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería.
- Salvà Tomás, P. (1993)** The environmental Impacts of touristic leisure activities and its consequence for inland and seaside areas. Culture, Environment and Regional Development. Athens, Regional Development Institute: 101-109.
- Sancho, T. y S. Parrado (2004).** Los organismos de cuenca en España y los consejos de cuenca mexicanos: análisis comparativo y reflexiones, Revista de Obras Públicas, Vol. 3444: 17-34.
- Schiechtl, H.M., Stern R. (1994).** Water Bioengineering Techniques Watercourse Bank and Shoreline Protection. Blackwell Science.
- Seckler D., Barker R., Amarasinghe U. (1999).** Water Scarcity in the Twenty-first Century. International Journal of Water Resources Development. 15 (1,2): 29-42.

- SEO/Birdlife (1996).** Ríos de Vida: El estado de Conservación de las Riberas fluviales en España. Edita: SEO/BirdLife. Madrid.
- Serrano Martínez, J.M. (2003).** Incremento de población en las áreas mediterráneas españolas, dimensión y diferencias internas. Papeles de Geografía, Vol. 37: 231-243.
- Solanes M., González-Villarreal F. (2001).** Los principios de Dublín reflejados en una Evaluación Comparativa de Ordenamientos Institucionales y Legales para una Gestión Integrada del Agua. TAC Background papers Vol. 3. Global Water Partnership.
- Strahler A.N. (1964).** Quantitative geomorphology drainage basins and channels network. Handbook of Applied Hydrology, Section 4-II, Part II, Mc Graw Hill.
- Tabacchi E., Correll D.L., Hauer R., Pinay G., Planty A.M., Wissmar R. C. (1998).** Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. Freshwater Biology. Vol. 40 (3): 497-516.
- Terradas, J. (2001).** Ecología Urbana. Rubes Ed. Barcelona.
- The Professional Geographer (2005).** River Processes: An Introduction to Fluvial Dynamics. Vol. 57 (1): 151-153.
- Thompson, S. A. (1999).** Water Use, Management and Planning in the United States. San Diego, Academic Press.
- Thorne C.R., Hey R. D., Newson M.D (eds.) (1997).** Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management. JohnWiley & Som,Chichester.
- Thyssen, N. (1999).** Sustainable water use in Europe, Part 1: sectoral use of water Environmental assessment report No1. European Environmental Agency. Copenague.



- Tockner K., Ward J. V., Edwards P. J., Kollmann J. (2002).** Riverine landscapes: an introduction. *Freshwater Biology*. Vol. 47 (4): 497-500.
- Trillo San José, C. (2003).** Agua y Paisaje en Granada. Una herencia de Al-Andalus. Diputación de Granada.
- Turton, A. (1999).** Water Scarcity and Social Adaptive Capacity: Towards an Understanding of the Social Dynamics of Water Demand Management in Developing Countries. Presented to the Water Issues Study Group, School of Oriental and African Studies (SOAS), MEWREW Occasional Paper N°9.
- UNDP (1991).** A Strategy for Water Resource Capacity Building. The Delft Declaration Symposium, Delft, 3-5 June.
- Ureña Francés J.M. et al. (1999).** Ordenación y Protección ambiental de Ríos en Europa. Universidad de Cantabria.
- Usda (1998).** Stream Corridor Restoration. Principles, processes and practices. Edita: United States Department of Agriculture. Washington.
- USEPA (1995).** U.S. Environmental Protection Agency. Cleaner Water through Conservation. Washington D.C.
- USEPA (1992).** U.S. Environmental Protection Agency. Manual on Guidelines for Water Reuse. EPA/625/R-92/004, September 1992. Center for Environmental Research Information, Cincinnati, Ohio.
- Valarie I. (2007).** Directrice de la Direction de l'eau et Milieux aquatiques. 6<sup>èmes</sup> Séminaires Eau dans le Politech de Montpellier, Enero 2007.
- Vázquez Sell, F. (1995).** Restauración hidrológico-forestal de la cuenca alimentadora del embalse de rules en el río Guadalfeo. Confederación Hidrográfica del Sur.

- 
- Ventura, M, et al (2002).** Dos discursos antagónicos a la gestión integral de los ríos: El río antropocéntrico versus el río ecocéntrico. *Estudios Geográficos*. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vol. 246: 119-141.
- Vergés, J. C. (1998).** Una política económica para el agua. Madrid. Círculo de Empresarios.
- Wasson J. G., Malavoi J.R., Maridet L., Souchon Y. & Paulin L. (1995).** Impacts écologiques de la chenalisation des rivières. Cemagref, Epteau, Ministère de l'Environnement. Lyon et Paris.
- Water Sensitive Urban Design in the Sydney Region (2004),** [www.wsud.org](http://www.wsud.org)
- Watson, R.T. ed. (2001).** *Climate Change 2001: Synthesis Report*. Cambridge University Press.
- Wiens J.A. (2002).** Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*. Vol. 47(4): 501-515.
- Williams S., Loomis J. (1995).** A Survey of California Department of Water Resources Funded and Non-funded Urban Stream Organizations. University of Colorado, Boulder.
- Wissmar R.C., Beschta R.L. (1998).** Restoration and management of riparian ecosystems: a catchment perspective. *Freshwater Biology*. Vol. 40 (3): 571-585.
- World Tourism Organization WTO (2005)** <http://www.world-tourism.org/>
- Zhou S.L., McMahon T.A., Walton A.;Lewis J. (2000)** Forecasting daily urban water demand: a case study of Melbourne. *Journal of Hydrology*. 236 (3): 153-164.





