

**TOOLS TO SUPPORT AND IMPROVE INTEGRATED WATER RESOURCES  
MANAGEMENT: STRATEAU AND AQUATOOL  
A MEDITERRANEAN PERSPECTIVE**

**PERSPECTIVES AND APPLICATION OF THE TOOLS IN  
RIVER BASIN ORGANIZATIONS**

Ángel García Cantón  
Head of Hydrological Planning and Studies Department  
Center for Hydrographical Studies of CEDEX  
Valencia, 20 septiembre 2012

**PURPOSE OF WATER PLANNING TOOLS**

Water resources allocation between different users so that water demands match the reliability criteria established, fulfilling previous restrictions (environmental and political- international river basins) :

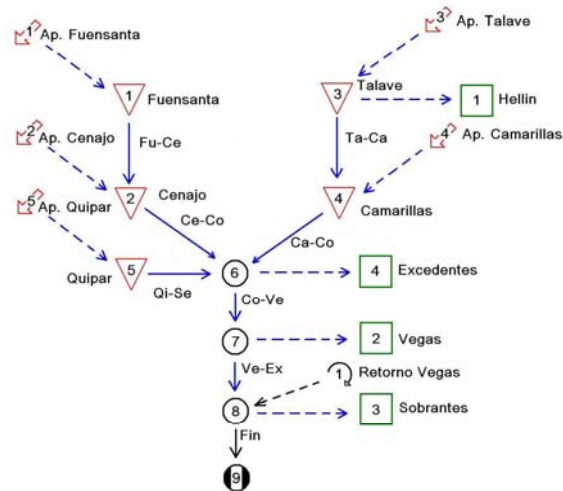
- Verify if actual and future situations are satisfactory
- Define and analyze new alternatives (measures) in order to select the best one
- Water allocation defined in River Basin Management plans will be mandatory, so these tools provide an objective frame for discussion between all sectors involved before decisions are made

## WATER RESOURCES ALLOCATION WITHIN A RIVER BASIN DISTRICT (1990s)

First rivers basin management plans passed in Spain in 1998

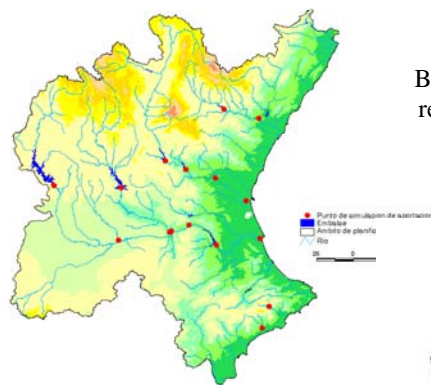
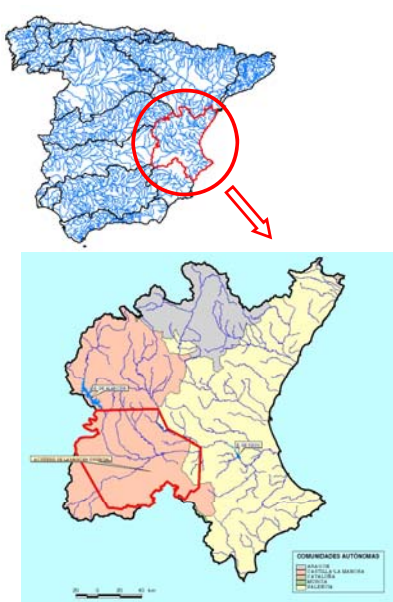
### Segura river basin district

Need to adapt historical water resources allocation to the actual natural water resources availability



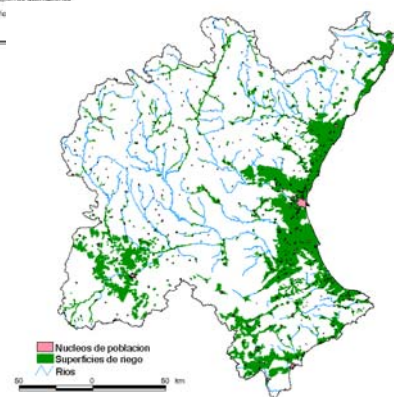
### Júcar river basin district

Need to fit new (recent) irrigation water demands or supplied from aquifers upstream or even increase them with surface water resources and traditional irrigation water demands downstream supplied mainly from surface water resources provided by a river (Júcar) connected with the upstream aquifer



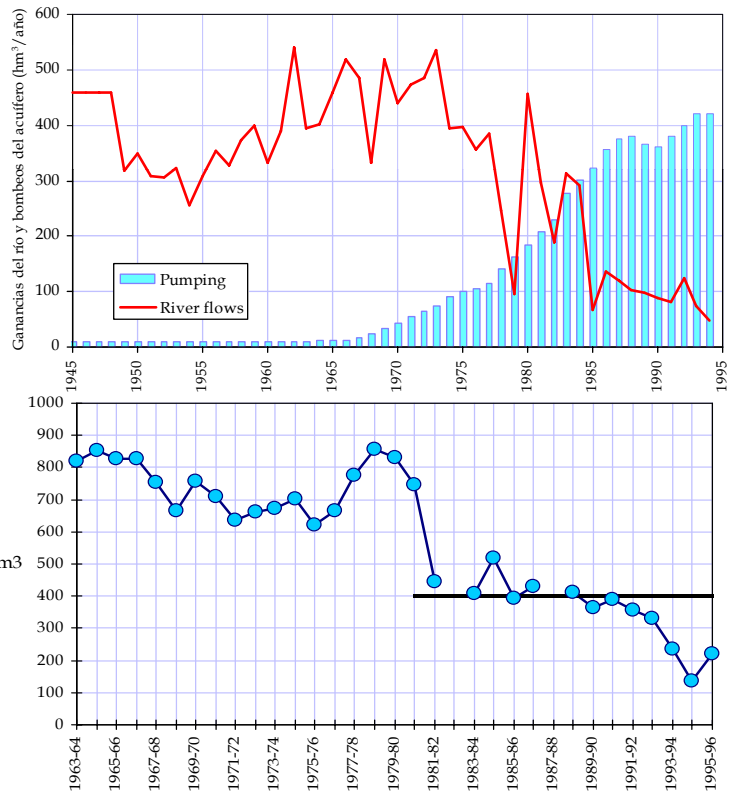
Basic points for water resources assessment

Basic water demands



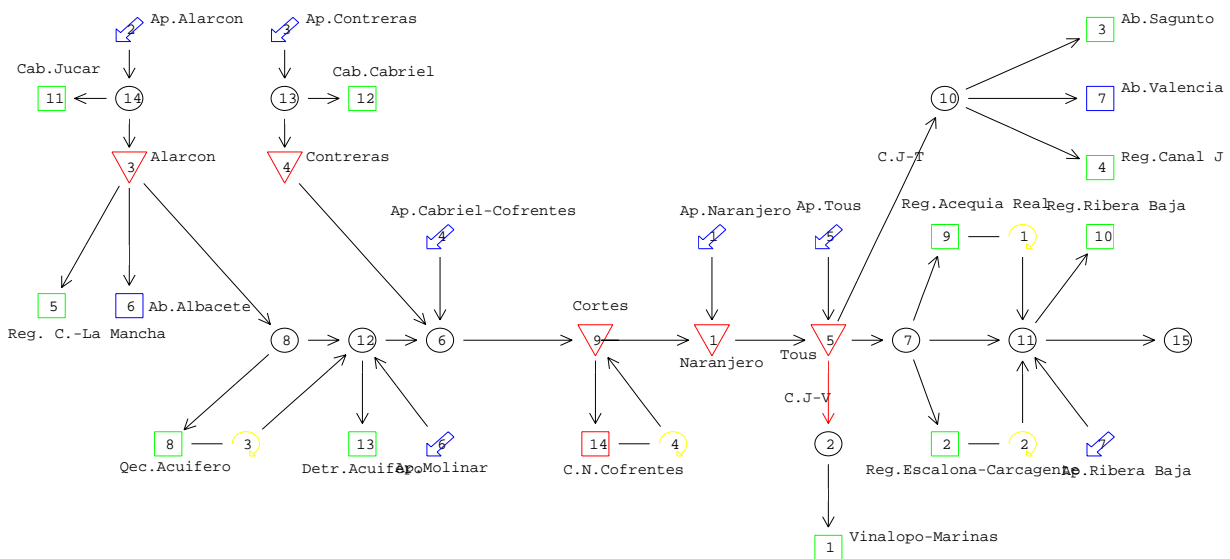
## Júcar river basin district

Relation between water pumping from Mancha Oriental Aquifer and Júcar river flows



Annual water diversions through Acequia Real del Júcar

## Basic Júcar river operation system



# Júcar river basin district

## Royal Decree (passed 1998) containing River Júcar District Management Plan. Section concerning water resources allocation (origin, destination and volume)

31844

Viernes 27 agosto 1999

BOE núm. 206

Viernes 27 agosto 1999

31845

Para el mantenimiento de las necesidades medioambientales de los cursos del sistema se considera un volumen anual de 10 hm<sup>3</sup>, que incluye el necesario para el mantenimiento de la zona hídrica de desembocadura del río Mijares, para la cual se destinarán volúmenes provenientes de aguas residuales depuradas.

La satisfacción de una serie de aportes aguas abajo del embalse de Arenós, que aseguran de modo natural los caudales para el mantenimiento de la situación ecológica actual, hace innecesaria, por el momento, la asignación de recursos específicos por razones medioambientales desde dicho punto hasta la toma de la central hidroeléctrica de Vallés.

El caudal medioambiental del tramo aguas abajo del embalse de Siches, hasta el punto donde termina el caudal derivado para la central hidroeléctrica de Colmenar, se fija en 200 l/s.

La adecuada atención de las demandas existentes, disminuyendo la sobreexplotación en la zona Vall D'Iny y Monóvar, así como los incrementos de la demanda previstos en este Plan Hidrológico del Canal del Júcar, deberán atenderse con recursos cuya caracterización y procedencia serán determinados, en su caso, por el Plan Hidrológico Nacional.

La transformación en regadío de 1.000 Ha, contemplada en el Convenio de 1970 y previstas en su caso, por el Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar como incremento de regadío, se localizarán en las zonas regables de los caudales cotas 100 y cota 220.

**Artículo 22.**

En el sistema Palancia Los Valles los recursos superficiales regulados por el embalse del Roggo se destinan a la satisfacción de los regios de las Comarcas de Sagunto y de la Acequia Mayor de Sagunto, corriendo por cuenta propia a esta última y una cuarta parte a Sagunto. Los recursos contemplados por la Ley 14/1987, de 30 de julio, predecesora del río Júcar y destinados a la zona, se asignarán exclusivamente para la satisfacción de los usos urbanos e industriales en el área de Sagunto, lo que permitirá complementarse y coordinarse las fuentes de abastecimiento existentes, en la actualidad con serios problemas de calidad, quedando con ello resuelto el difícil problema existente.

El incremento de recursos otorgado por la construcción del embalse de Algor, el recrecimiento del embalse del Roggo y la realización de las obras necesarias, permitirá su asignación a la satisfacción de las demandas agrícolas, posibilitando la mejora de los acuíferos de la Zona de Sagunto y de la unidad hidrográfica Medio Palancia.

Los recursos que se generen por estas actuaciones se asignarán en primer lugar a la realización de la zona regable de la Acequia Mayor de Sagunto y de las otras zonas consolidadas con recursos insuficientes. Sólo en el caso de existir excedentes, para lo que se estudiará detalladamente la capacidad óptima del embalse del Roggo, se procederá a la transferencia de recursos a las zonas de Nules, Vall D'Iny y Monóvar.

Las nuevas concesiones de aguas subterráneas se dirán sobre los acuíferos en condiciones excepcionales, siendo preferentes las peticiones de captaciones en la unidad hidrográfica de Meño. Palancia para la utilización de captaciones sin incremento de volumen en la viciosa unidad hidrográfica de la Zona de Castellón y, especialmente en la zona de Nules, Vall D'Iny y Monóvar. Las concesiones de aguas subterráneas se utilizarán para nuevos usos industriales, incluso en aquellos casos en que la exigencia de calidad no sea elevada.

En la zona de Los Valles el agua se regulará con base en los recursos propios, y se producirá incremento de demanda, ésta deberá satisfacerse con base en el aprovechamiento de las aguas residuales.

Las características del acuífero costero de la Zona de Sagunto aconsejan la necesidad de que se mantengan salidas al mar para evitar el avance de la intrusión marina y el mantenimiento de las marjales. La cuantía de las salidas a mantener en la unidad hidrográfica Zona de Sagunto se fija en 38 hm<sup>3</sup> al año.

Se asigna un volumen de 5 hm<sup>3</sup>/año a la satisfacción de las necesidades medioambientales de los cursos del sistema.

**Artículo 23.**

En el sistema Turia, la asignación de los recursos de las cabeceras de los ríos Albufera y Guadalupe, hasta el embalse de Benagüel, correrá por cuenta de los usuarios, reservándose 10 hm<sup>3</sup> anuales para incremento de abastecimiento, incluyendo el pedregal industrial de Turia de Turis, así como para pequeños nuevos regadíos, desarrollo de actividades turísticas en las Sierras de Albarrán, Gódar y Javalambre y regeneración de masas boscosas autóctonas, todo ello con el objeto del mantenimiento demográfico de la zona. En la anterior reserva, se consideran incluidos los recursos regulados por la futura presa de los Alcamines.

La zona regable de Turis se atenderá a partir de los caudales propios del río Turia, en tanto que el abastecimiento a dicha población, así como la atención a la central eléctrica de Chelva y a la piscifactoría aneja, se harán con cargo a la regulación del embalse del Arquillo de San Blas.

Los recursos regulados en el sistema de embalses Benagüel Longuillos y los caudales propios aguas abajo de este embalse se asignarán por el orden siguiente: Primero al abastecimiento de Valencia en la cuantía de 1 m<sup>3</sup>/s, segundo a la atención de los regios tradicionales (Duchillo, Casullo, Mencaña y de la Vega de Valencia) y tercero a la atención de los regios de la zona regable del Camp del Turia.

Se considera zona regable del Camp del Turia la conterminada en el Plan Coordinado de Obras, aprobado mediante Orden de 28 de octubre de 1986 en aplicación del Decreto 2688/1970, de 20 de agosto, y del Real Decreto 1827/1981, de 8 de mayo, para la que se asigna unos recursos superficiales mínimos de 100 hm<sup>3</sup>/año, con un valor medio estimado en 85 hm<sup>3</sup>/año.

Se mantiene la concesión existente de aguas subterráneas de 962 l/s para el abastecimiento del área metropolitana de Valencia.

Con respecto a las aguas subterráneas, los aprovechamientos del manantial de San Vicente y de las zonas de Pedraña Villanarbaneta, Liria/Casinos y Jérica se dispondrán para la atención de las demandas que actualmente satisfacen.

Los volúmenes previstos de medidas de ahorro en los regadíos de aguas abajo del sistema de Benagüel Longuillos y los que provengan de la futura regulación del lago Turis, se destinara a la satisfacción de las necesidades de abastecimiento urbano de los poblaciones de Binarrah, La Bisina, Benagüel y el resto del Camp del Turia. En el caso de que estos recursos no sean suficientes, dichas necesidades se atenderán a partir de los recursos asignados a la zona regable del Camp del Turia, mediante la correspondiente reasignación de recursos.

Al mismo tiempo se desarrollará, dentro del programa de reutilización de aguas residuales depuradas, el correspondiente a Valencia y su área metropolitana, que permita la reutilización de recursos en el Turia, siendo, mediante una explotación racional conjunta con los subterráneos, las concesiones ya otorgadas en la margen derecha y consolidar la margen izquierda los regios atendidos por tomas coporatorias anteriores a enero 1984 de acuerdo con las directrices de este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar.

En el tramo de río aguas abajo del embalse de Benagüel y hasta el embalse de Longuillos, se fija en 700 l/s el caudal ecológico a mantener durante todo el año, que al ser disminuido en el embalse de Longuillos no requiere su asignación como volumen por motivos medioambientales.

En el tramo de río aguas abajo del embalse de Longuillos, y hasta el punto de retorno del caudal derivado a la central hidroeléctrica de Chullilla, se fija en 200 l/s el caudal a mantener por razones medioambientales.

**Artículo 24.**

En el sistema Júcar se adoptan los siguientes criterios básicos, asignaciones, reservas y condiciones generales:

**A) Criterios básicos.**

1. La asignación y reserva de los recursos del río Júcar se formula y estructura de acuerdo con los siguientes criterios generales:
  - a) Se asignan los recursos necesarios a los usos actuales y existentes, persiguiendo el objetivo general de la consolidación de tales usos existentes con preferencia a nuevos desarrollos futuros. Para ello:
    - i) Dentro de estos usos existentes, y dejando a salvo los de abastecimiento, se otorga la mayor prioridad a los regios tradicionales de la Ribera del Júcar, considerando que tal prioridad es la expresión material y jurídica de su carácter histórico.
    - ii) Una vez satisfechas estas necesidades, se asignan los recursos necesarios para el mantenimiento y consolidación de los regios existentes asociados con el acuífero de la Mancha Oriental, y de los asociados con el Canal Júcar-Turia.
    - iii) El resto de las áreas regables de la cuenca y posibles abastecimientos, industriales y regadíos (dentados) deberán ser satisfactoriamente atendidos en los términos técnicos y jurídicos que determinen su situación actual.
  4. Las concesiones hidroeléctricas de la cuenca que se vayan afectadas por las determinaciones de este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar estarán a suelta de lo que en su constitución, y debida ser objeto,

en su caso, de la correspondiente indemnización conforme a lo prescrito en el artículo 623 de la Ley de Aguas.

**C) Comprobada su compatibilidad con el resto de usos en el sistema de explotación, se movilizarán los caudales mínimos medioambientales que en este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar se indican.**

**6. Satisfechas todas las necesidades anteriores, podrán aprovecharse los recursos sobrantes para paliar la sobreexplotación de acuíferos y déficit de abastecimiento del área del Vinatiop-Albarrán y Murcia Baja.**

**8. Reservados los recursos necesarios para la atención de demandas previstas futura, teniendo en cuenta para ello tanto la disponibilidad actual de estos recursos, una vez satisfechas todas las demandas existentes, como las que se vayan generando como consecuencia de las actuaciones de ahorro, mejora de infraestructuras o posibles incrementos de regulación.**

**c) Se indican las condiciones generales de explotación del sistema que han de cumplirse para posibilitar las asignaciones y reservas anteriores y su posible ampliación.**

**B) Asignaciones.**

1. La asignación de recursos superficiales a los regios tradicionales de la Ribera del Júcar se establece como sigue:

- Acequia Real del Júcar y particular de Antella: 392 hm<sup>3</sup>/año
- Real Acequia de Chelva: 70 hm<sup>3</sup>/año
- Real Acequia de Baelbana: 34 hm<sup>3</sup>/año
- Comunidad de Regantes de Cuatro Pueblos: 261 hm<sup>3</sup>/año
- Comunidad de Regantes de Sueca: 74 hm<sup>3</sup>/año
- Comunidad de Regantes de Cullera: 79 hm<sup>3</sup>/año

Para el caso de regios tradicionales y otros usos existentes en cabecera de la Ribera del Júcar se establece como sigue:

1. La asignación de recursos superficiales a la zona regable del Canal Júcar-Turia es de 85 hm<sup>3</sup>/año. Estos recursos superficiales permitirán atender, mediante una explotación racional conjunta con los subterráneos, las concesiones ya otorgadas en la margen derecha y consolidar la margen izquierda los regios atendidos por tomas coporatorias anteriores a enero 1984 de acuerdo con las directrices de este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar.
2. La asignación de recursos subterráneos combinada para los regios del acuífero de la Mancha Oriental se fija en un máximo neto anual de 270 hm<sup>3</sup> (equivalente a una extracción bruta máxima total estimada en unos 320 hm<sup>3</sup>). Esta asignación, y la que se deduce de aguas superficiales, deberá desarrollarse de forma ordenada mediante el establecimiento de un plan de explotación del acuífero, vinculando para todos sus usuarios, y que se adaptará progresivamente a la situación actual a un estado sostenible, que garantice la viabilidad futura de los aprovechamientos de la zona. Los criterios básicos para esta asignación de recursos son:
  - a) Se concluirá el trámite administrativo de inscripción de los usos de aguas subterráneas del acuífero de la Mancha Oriental anteriores a la entrada en vigor de la Ley de Aguas, de acuerdo con las disposiciones transitorias de dicha Ley, siendo en todo caso su contenido limitado a lo que se establece en el plan de explotación.
  - b) Las superficies de regadío transformadas con posterioridad a la entrada en vigor de la Ley de Aguas, y anteriores a la fecha de 1 de enero de 1997, se regularán mediante la transmisión de la correspondiente concesión, que se otorgará de acuerdo con las condiciones que determina este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar, y con las limitaciones de este acuífero.
  - c) No podrán autorizarse nuevas concesiones de agua con destino a regadío en dicho acuífero que no estuvieran solventadas antes de dicha fecha, excepto aquellas que no supongan un incremento de volumen de extracción y supongan la optimización de explotaciones anteriormente iniciadas.
  - d) El proceso de regularización convencional tendrá en cuenta la posible asignación de recursos superficiales a las zonas actualmente regadas con estos acuíferos del acuífero.
  - e) Dada la necesaria coordinación de los distintos usos en el plan de explotación, se considerará obligatoria la integración de todos los usuarios en el inicio del acuífero en una única comunidad de usuarios, de acuerdo con el artículo 7º de la Ley de Aguas.
  - f) El plan de explotación considerará el comportamiento hidrológico del acuífero, analizando el impacto de la distribución espacial de las extracciones en áreas a minimizar tal impacto sobre el propio acuífero y sobre la adición al río.
6. La asignación de recursos superficiales para la sustitución de bomb deo del acuífero de la Mancha Oriental, preferentemente en zonas regables

de iniciativa pública, se fija en un máximo de 80 hm<sup>3</sup>/año. Esta sustitución repercutirá en su caso la dimensión de los pozos afectados.

**6. Se asigna a las demandas propias del río Albufera sus recursos necesarios, pudiendo utilizarse los excedentes del sistema a la satisfacción de demandas de los regios tradicionales de la Ribera.**

**7. Se asigna la totalidad de los recursos superficiales del río Mijares a los usos actuales y futuros que se realicen en dicho río. La zona regable a atender con los recursos regulados por el embalse de Píntea queda toda ella por cuenta del Canal Júcar-Turia, considerando que ésta se encuentra por debajo (Masala, Alcheta y Oret) se atiende con caudales procedentes del mencionado Canal Júcar-Turia, de acuerdo con las concesiones existentes. Los recursos liberados podrán destinarse a los regios en la zona por encima del Canal, que se considerarán como regios del Mijares.**

**8. Se asigna el incremento de regulación producido por el sistema de Cuenca a las necesidades de refrigeración de la central nuclear de Cuenca, con un volumen concreto mínimo de 20 hm<sup>3</sup>/año.**

**9. Los recursos subterráneos y superficiales existentes en el sistema, y no considerados explícitamente, en las asignaciones se harán lista el límite de posibilidades que determinen sus planes de explotación, con la zona superior de recursos renovables, de modo que se produzca una situación de explotación sostenible. Si existieran recursos sobrantes, estos se asignarán prioritariamente de acuerdo con lo que específicamente se establece en los mencionados planes de explotación, que deberán tener en cuenta expresamente la posible liberación sobre usos prioritarios.**

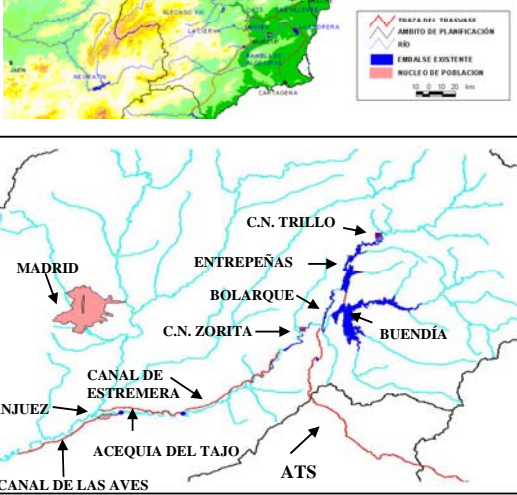
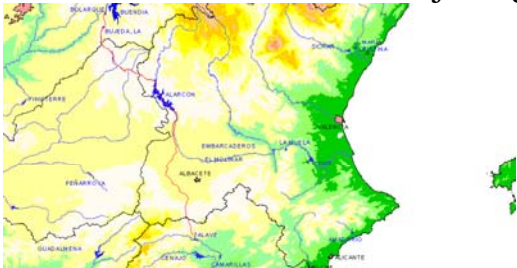
**7) RESERVAS.**

Los recursos superficiales del sistema Júcar se fijan las siguientes reservas:

10. Se establece una reserva de 3 m<sup>3</sup>/s con destino a completar la actual concesión de abastecimiento a Valencia de 2 m<sup>3</sup>/s, y garantizar con el total de 6 m<sup>3</sup> este abastecimiento actual y futuro a la ciudad y su área metropolitana.
11. Se establece una reserva de 1 m<sup>3</sup>/s para el abastecimiento urbano industrial de Sagunto y su área de influencia.
12. Se establece un reserva de 1 m<sup>3</sup>/s para el abastecimiento urbano industrial de Albufera y su área de influencia.
13. Se establece una reserva total máxima de 25 hm<sup>3</sup>/año para abastecimiento y pequeño nuevo regadíos en la provincia de Cuenca, con la finalidad social de mantenimiento demográfico.
14. Se establece una reserva de 65 hm<sup>3</sup>/año del río Júcar, vinculada a la sustitución de bombas afectadas en el número 5, para consolidación de regios existentes en la Mancha Oriental (Albufera Cuenca) y para el posible desarrollo de nuevos regadíos previstos en el Decreto 2225/1972 y en el Real Decreto 860/1988. Siempre que se aborde la sustitución de bombas afectadas el número 5, este volumen podrá ser materializado de forma fraccionada.
15. Se fija en 80 hm<sup>3</sup> el volumen máximo anual que puede destinarse actualmente a paliar la sobreexplotación y déficit de abastecimiento del área del Vinatiop-Albarrán y Murcia Baja. Con objeto de no rebajar las garantías del resto de usuarios del sistema de explotación Júcar, el organismo de cuenca elaborará las necesarias normas de explotación. La transferencia podrá hacerse efectiva, en su caso, de forma fraccionada, tras la finalización de las correspondientes infraestructuras.
16. Consolidados los volúmenes a que hacen referencia los números 14 y 15, los recursos del sistema Júcar generados por el incremento de las disponibilidades del sistema, y particularmente por las actuaciones de reparto y modernización, se reservan a favor del Delta y se distribuirán equitativamente de la siguiente forma:
  - a) Hasta 120 hm<sup>3</sup>/año para la realización y nuevas transformaciones de las zonas regables en Castellón-La Mancha previstas en el Real Decreto 860/1988. La realización efectiva de las nuevas hectáreas a reanudar será establecida en coordinación con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y la comunidad autónoma de Castellón, que establecerá el Plan Nacional de Regadío.
  - b) Hasta 120 hm<sup>3</sup>/año para la corrección de déficit hidrico dentro de la Comunidad Valenciana. Dentro del ámbito de este Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar y en primer lugar para el Canal Júcar-Turia hasta como máximo 120 hm<sup>3</sup>/año a obtener dentro del primer quinquenio y el resto preferentemente en el sistema Vinatiop-Albarrán.
17. El mantenimiento de caudales subterráneos por superficies reguladas en su caso la dimensión de los pozos afectados.
18. El mantenimiento de caudales mínimos aguas abajo del embalse de Albufera, requiriendo el desembalse de un caudal mínimo necesario est-

# Tajo river basin district

## Interbasin water transfers: Tajo-Segura water transfer

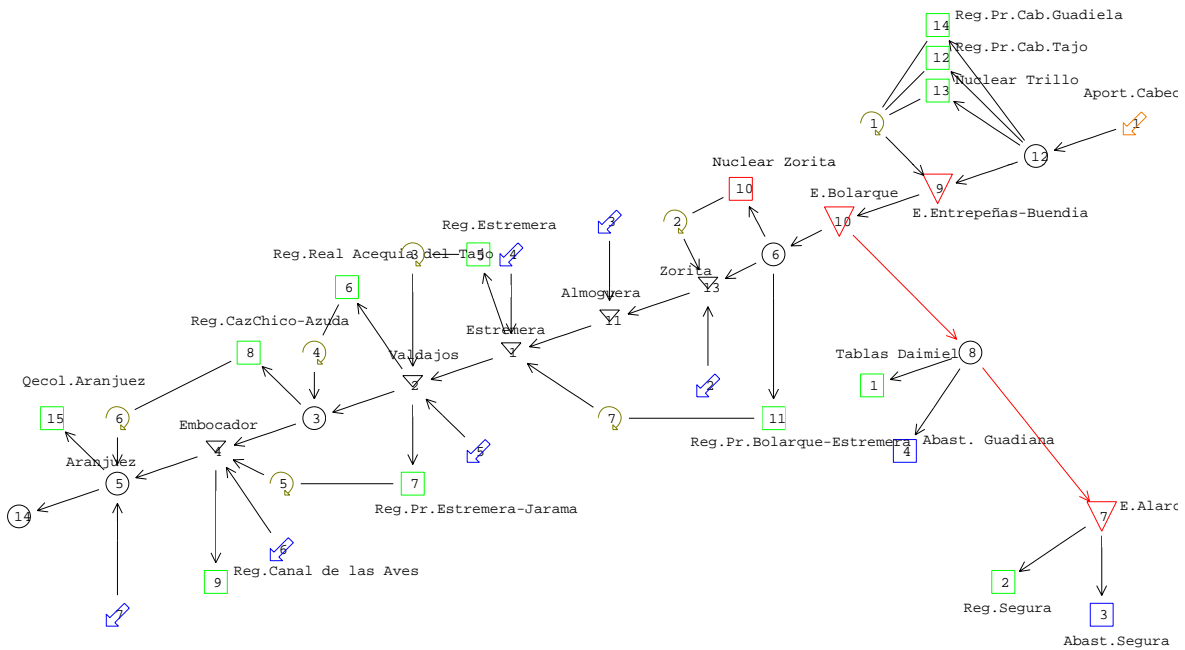


The purpose was to obtain water transfer management rules:

- Define when the transfer may be operated so that maximum water demands foreseen and environmental restrictions in Tajo (donour river basin) are always completely fulfilled previously to any transfer → minimum storage in upstream reservoirs is required.
- If upstream reservoirs are over the minimum storage fixed, define how should be transferred the volumen over this minimum so that the water send to destination is as regular as possible (reduce uncertainty in destination).

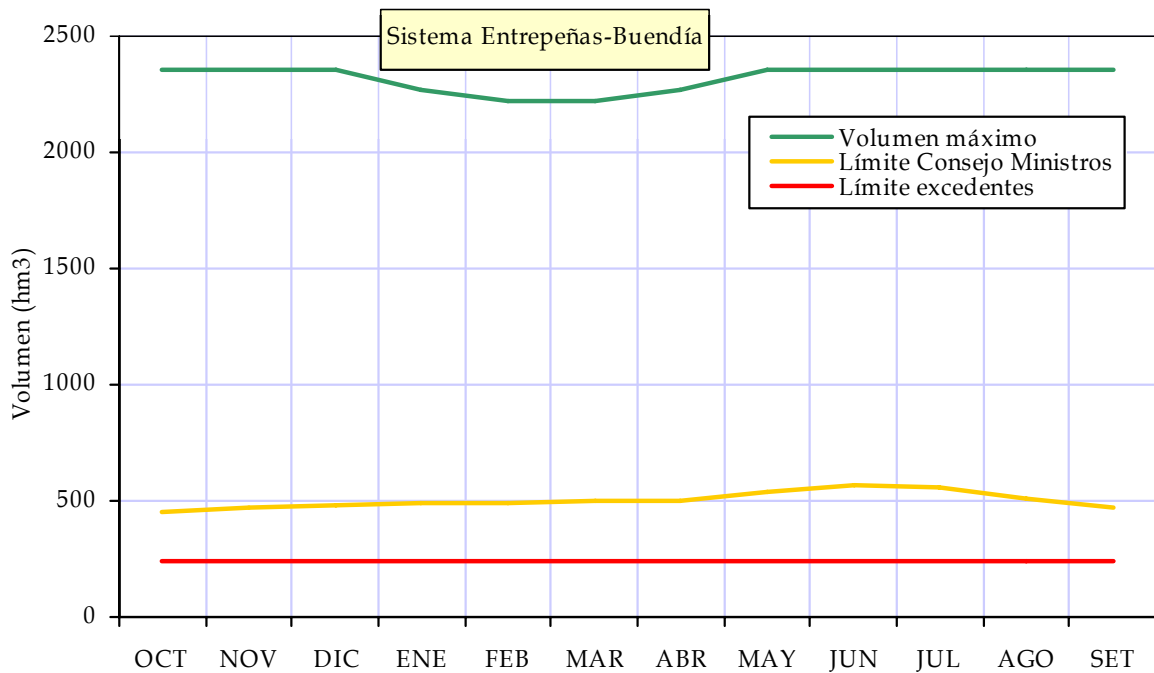


### Tajo-Segura water transfer



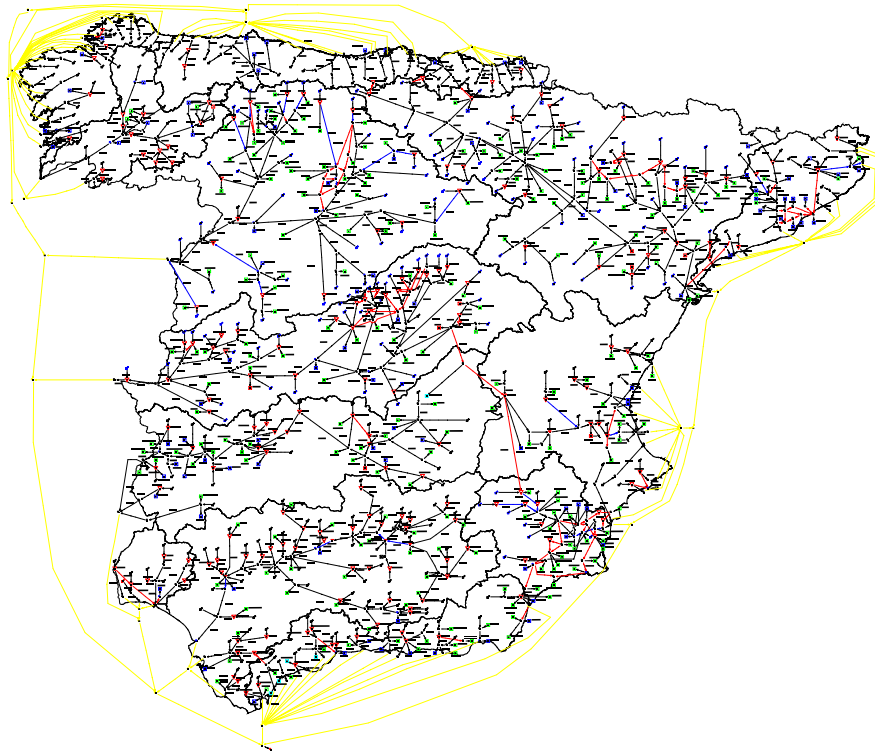
### Basic High Tajo river operation system

### Tajo-Segura water transfer Storage levels in upstream reservoirs



## NATIONAL LEVEL ANALYSIS (2000)

Simplified operation system to assess water availability at a national scale (White Paper Water in Spain, 2000)



## NATIONAL HYDROLOGICAL PLAN (2000)

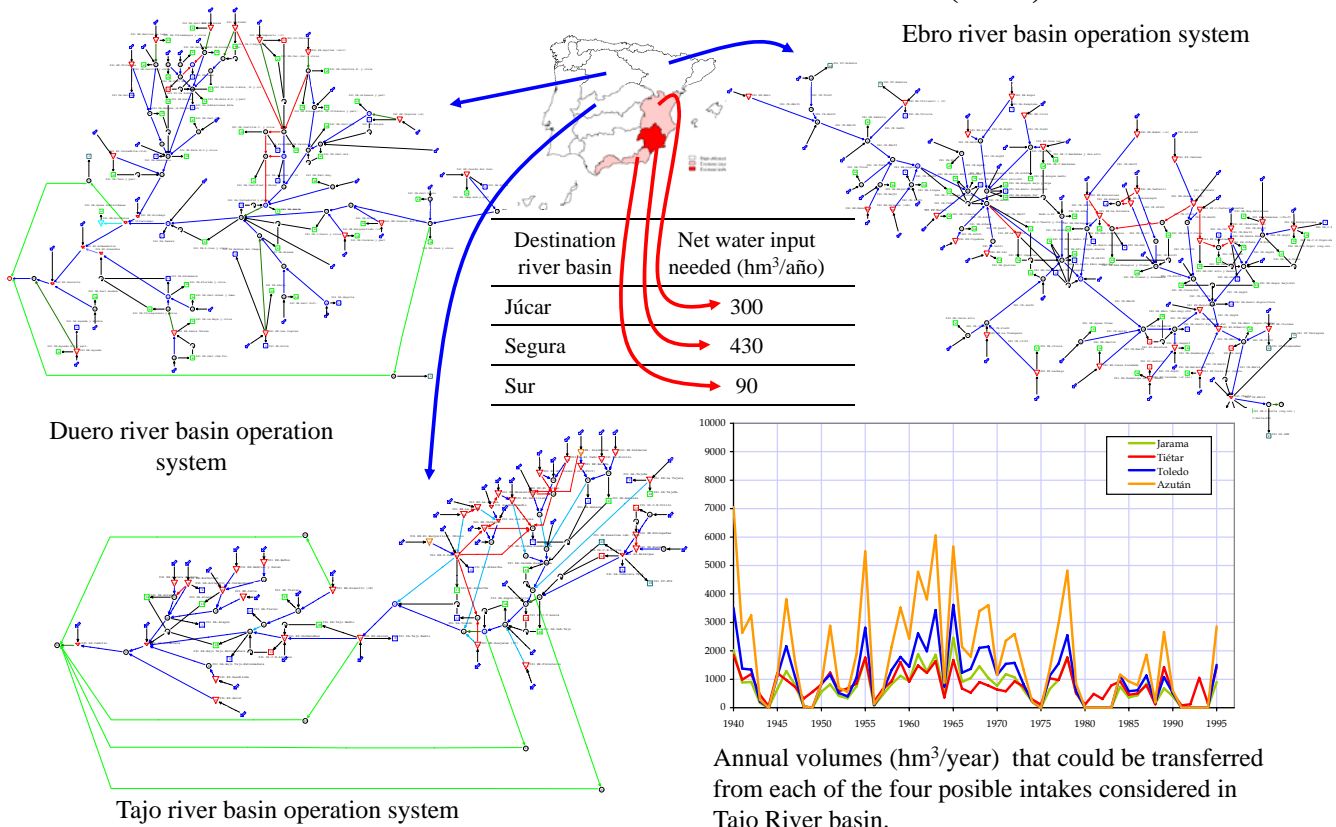
### Main objectives

- River basin districts with no water shortage considering maximum foreseen water demands and environmental and political restrictions included in their river basin management plans: assess volumes which can be transferred for different intake places in these maximum development scenarios.
- River basin districts with water shortage in the present situation: assess the amount of water needed to fulfill actual water demands and environmental restrictions; only increase for urban water supply is allowed.



Water shortage distribution by river basin district.

## NATIONAL HYDROLOGICAL PLAN (2000)



## CLIMATE CHANGE (2012)

### Main objective

Assess climate change impact on water resources availability: obtain the maximum water demand that may be satisfied in each river basin district and in the whole country for:

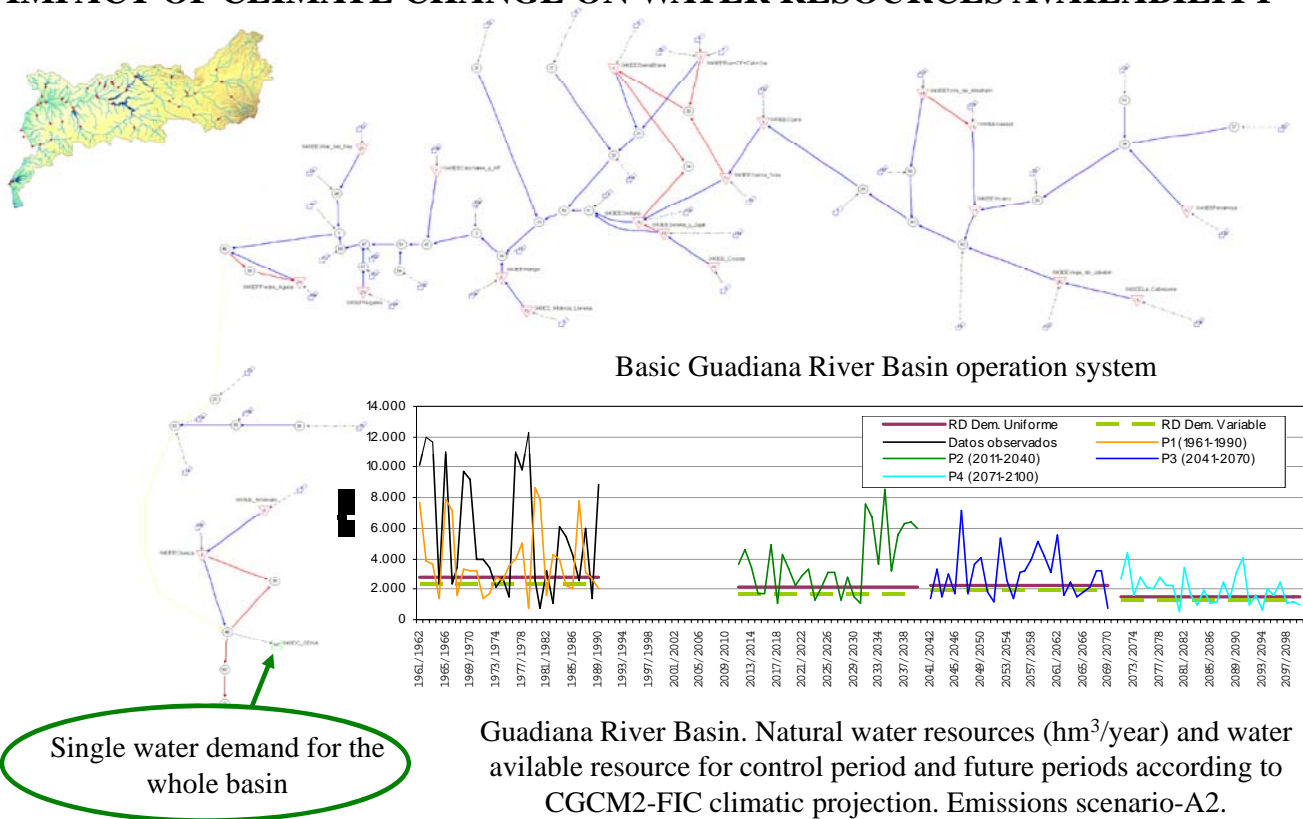
- Control period (1960-1990)
- Future periods (2011-2100)
- Two emissions scenarios (A2, B2)
- Six climatic projections (combination of global circulation models and downscaling procedures)

### Results

Comparison between water resources availability in future periods and control period for two seasonal demand modulations:

- Constant (urban water supply)
- Variable (irrigation water demand)

## IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES AVAILABILITY



## PERSPECTIVE OF WATER PLANNING TOOLS

- Water resources allocation is already properly solved from a quantitative point of view
- New river basin management plans face new requirements:
  - Definition of program of measures (cost-efficiency analysis) to achieve:
    - adequate demand satisfaction fulfilling ecological flows
    - environmental objectives (good status):
      - Water quality from a chemical point of view
      - Water quality from a biological point of view
  - Requirements to perform an adequate selection of measures:
    - Procedures to estimate the cost of measures considered applicable
    - Procedures to estimate the impact of each measure on water status indicators (chemical and biological)