



La modelización de los sistemas hidrosociales. Necesidades de información y datos clave

Julia Martínez Fernández

Observatorio de la Sostenibilidad en la Región de Murcia
Universidad de Murcia





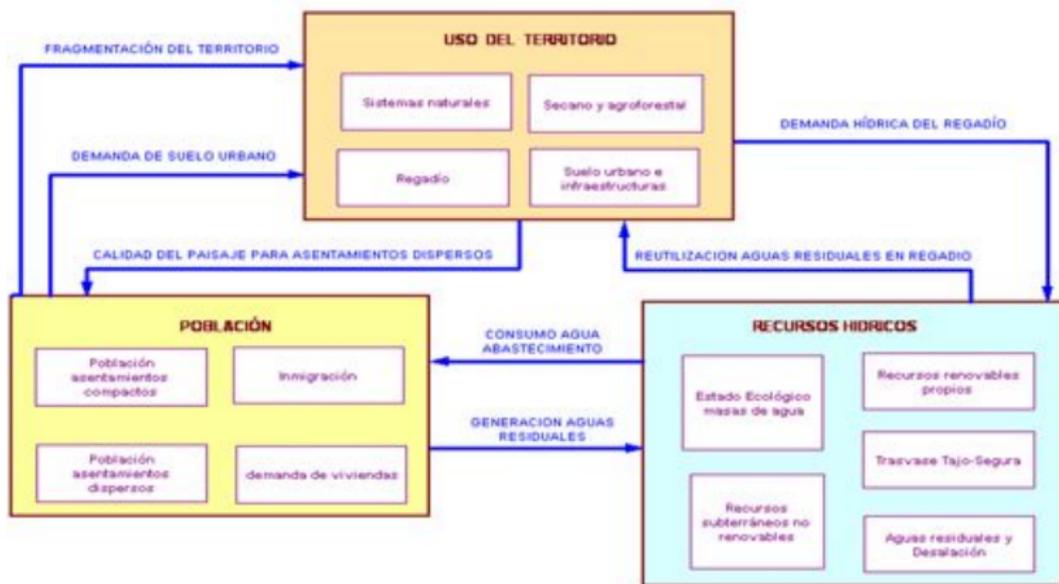
Limitaciones de los enfoques tradicionales

- En torno al agua, ampliación de:
 - Objetivos
 - Dimensiones del agua
 - Sistemas implicados **naturales** (superficiales, subterráneas, costeras, humedales...) y **socioeconómicos** (usos deportivos, recreativos tanto intensivos como turismo de la naturaleza...)
 - Comunidad de interesados, más allá de los beneficiarios directos
- El agua es algo más que un flujo físico (que también)
- La gestión del agua, necesita algo más que un modelo hidrológico (que también)



Limitaciones de los enfoques tradicionales

- Visiones estáticas, no consideran interacciones. ¿Cómo abordar la complejidad de los sistemas reales?





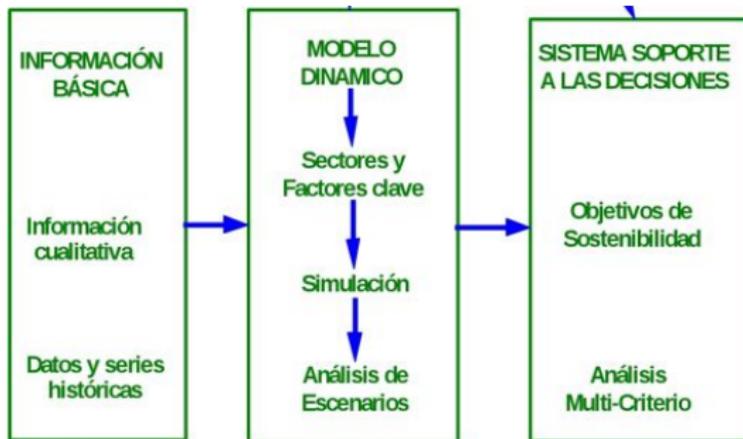
Necesidad de nuevas herramientas

- Facilitar un análisis integrado de la sostenibilidad y funcionalidad del agua, incluyendo factores ambientales y socioeconómicos y sus interacciones
- Contextuales (en la definición del problema, diagnóstico y análisis adoptado) .
- Responder a preguntas relevantes a nivel de la formulación de políticas y toma de decisiones (preguntas estratégicas, herramienta para la prospectiva)
- Abordar sistemas complejos, integrar diferentes disciplinas
- Facilitar enfoques adaptativos, de mejora sucesiva
- Transparencia, huyendo de modelos de *caja negra*
- Incertidumbres, un componente normal del sistema (no un problema a minimizar o excluir). Afectan a:
 - Tipo de análisis científico (análisis sensibilidad, simulación Montecarlo...)
 - Gestión del conocimiento: principio de precaución, construcción social del riesgo...



Modelo descriptivo y modelo valorativo

- Modelo descriptivo y valorativo, explícitamente diferenciados
- Modelo valorativo y sus presupuestos, tradicionalmente ignorados o camuflados como resultado técnico-científico no sujeto a discusión
- Incorporación de agentes en las fases iniciales y en las finales. Choca con la tradición tecnocrática



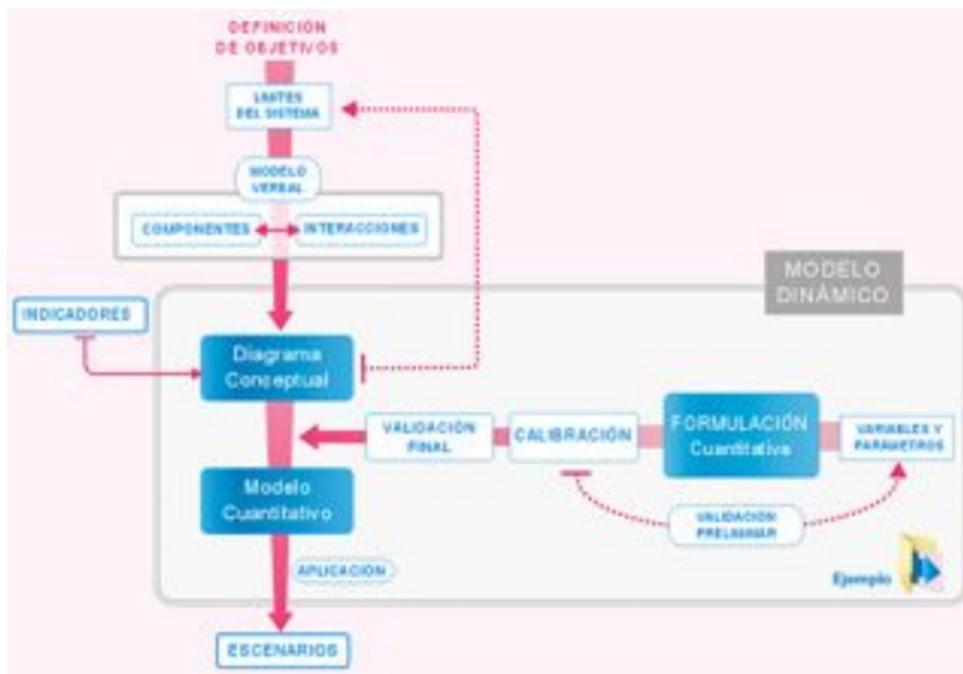


Modelos de simulación dinámica

- Modelos de interés en el nivel de la planificación y la formulación de políticas
- De interés en periodos de medio-largo plazo
- No son modelos para uso predictivo sino prospectivo. No responden a preguntas del tipo: ¿qué pasará?, sino: ¿qué pasaría si...?
- Orientados desde y para sistemas concretos y la comprensión de problemas específicos
- Permiten integrar factores socio-económicos y ambientales y sus interrelaciones
- Inclusión de factores socio-económicos de carácter cualitativo tan determinantes como la *generación de expectativas* (sobre nuevos recursos hídricos, etc)
- Permiten tener en cuenta las relaciones dinámicas y los efectos sinérgicos entre los distintos componentes, incluyendo los procesos de realimentación que conducen a aceleraciones y retardos

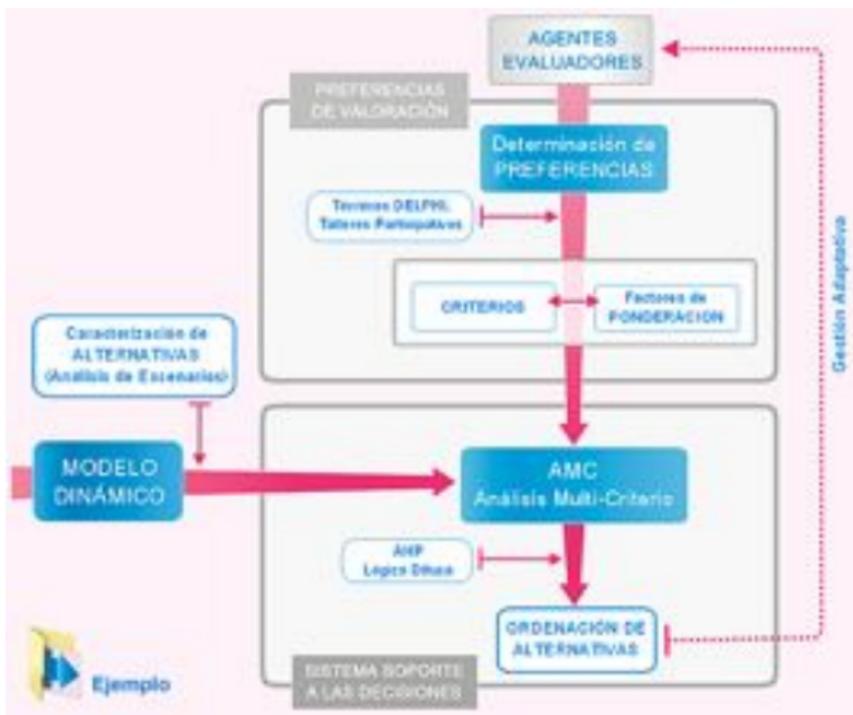


Modelos de simulación dinámica





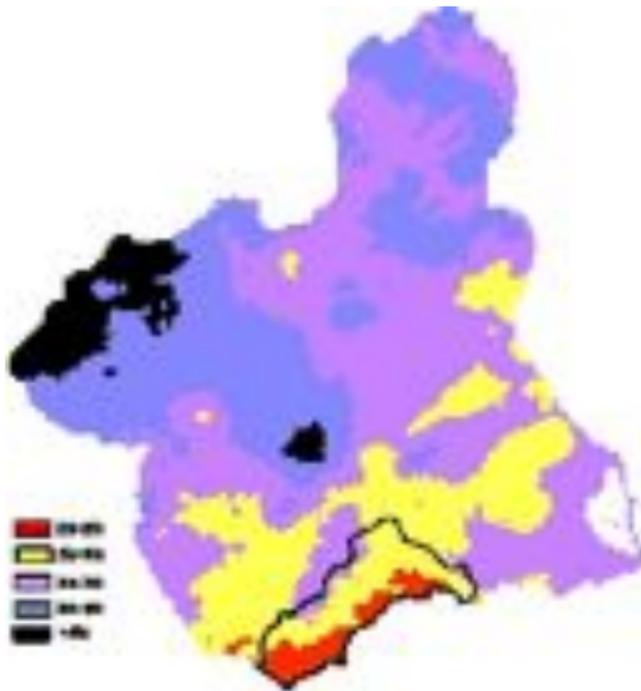
Modelos de simulación dinámica





Mazarrón-Aguilas

Regadío de Mazarrón-Aguilas





Modelo dinámico Nuevos Regadíos





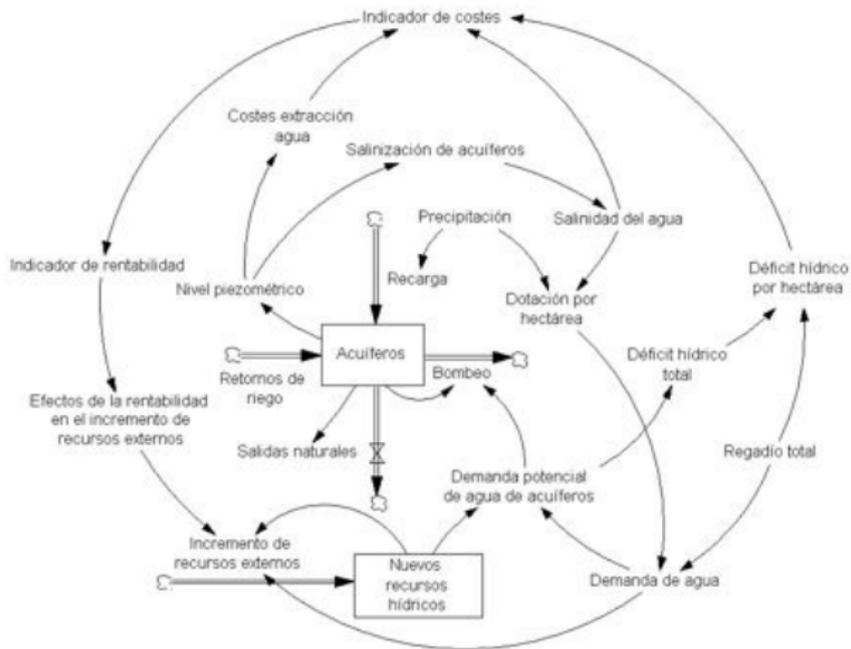
Modelo dinámico Nuevos Regadíos

- Cinco sectores:
- Regadío
- Rentabilidad
- Recursos Hídricos
- Espacio Disponible
- Contaminación





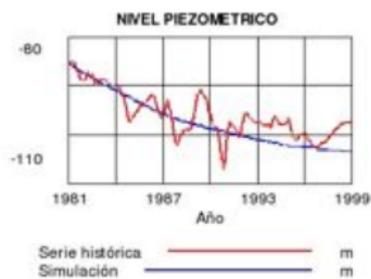
Sector Recursos Hídricos





Resultados

■ Buen ajuste 1960-1999





Análisis de Escenarios

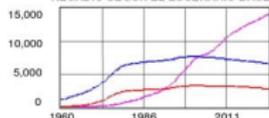
- Horizonte temporal de 25 años
- Escenario base: Tendencial
- Escenarios de disponibilidad hídrica: *Sin Nuevos Recursos Externos y Nuevos Recursos Externos Reducidos*
- Escenario de Intensificación Tecnológica
- Escenarios sobre Políticas Ambientales: Escenario de Conservación



Escenario tendencial. Algunas conclusiones

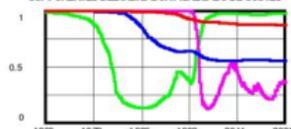
- Crecimiento del regadío y mantenimiento del déficit hídrico
- Solución aparente (incremento recursos externos) mantiene el déficit. Erosión de objetivos y comportamiento anti-intuitivo
- Efectos ambientales ligados a la ocupación del espacio (ocupación hábitats)

REGADÍO SEGÚN EL ESCENARIO BASE



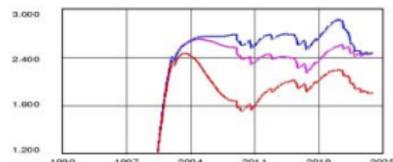
R. arbóreo — ha
 R. herbáceo aire libre — ha
 Invernaderos — ha

COMPONENTES DEL INDICADOR AGREGADO DE COSTES



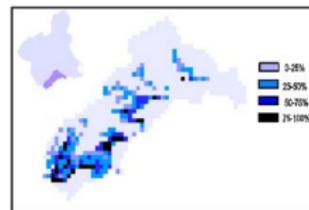
Espacio depositado — s.d.
 Coste del agua — s.d.
 Déficit hídrico — s.d.
 Salinidad agua de riego — s.d.

DÉFICIT HÍDRICO



Escenario base — m3/ha*año
 Sin recursos externos — m3/ha*año
 Intensificación y recursos reducidos — m3/ha*año

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL REGADÍO SEGÚN ESCENARIO BASE

RIESGO DE PERDIDA DEL HABITAT OPTIMO DE *T. graeca*



El agrosistema de la Huerta de Murcia

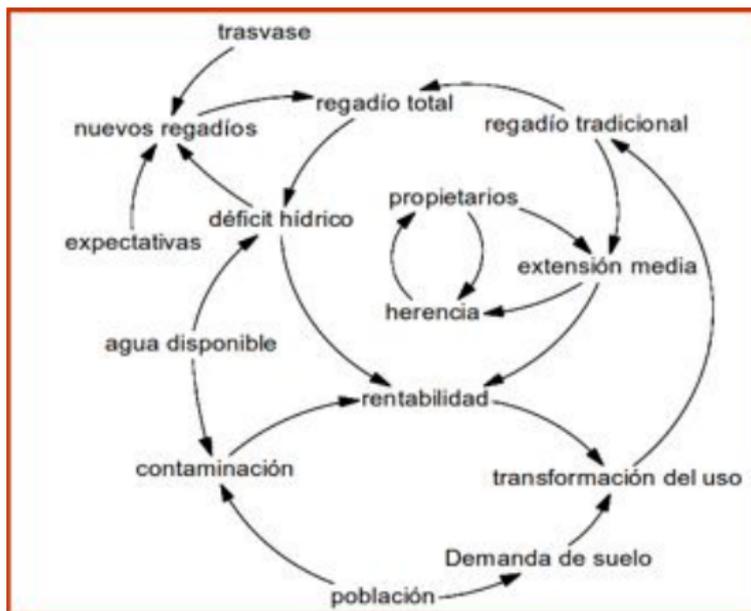
- Servicios ecosistémicos (paisaje, microclima, reservorio de suelo fértil)
- Valores culturales (origen romano. Consejo de Hombres Buenos, Patrimonio inmaterial de la Humanidad)
- Amenazado por usos urbanos e infraestructuras





Modelo dinámico Huerta

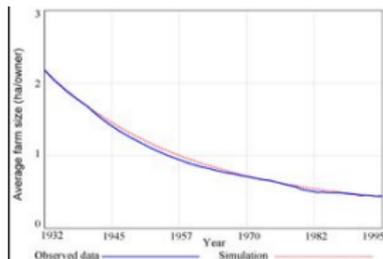
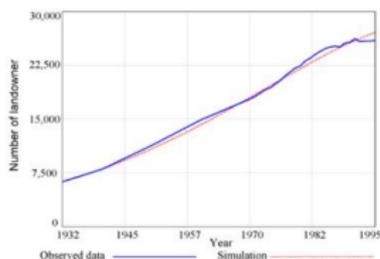
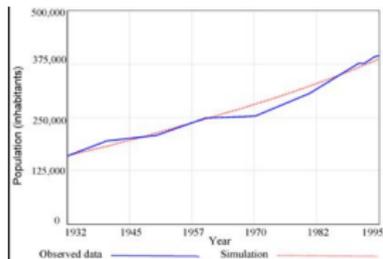
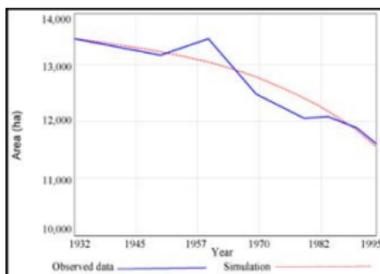
- Principales factores: regadío tradicional, propietarios, extensión media, población, recursos hídricos, calidad del agua, índice de rentabilidad





Modelo dinámico Huerta. Resultados

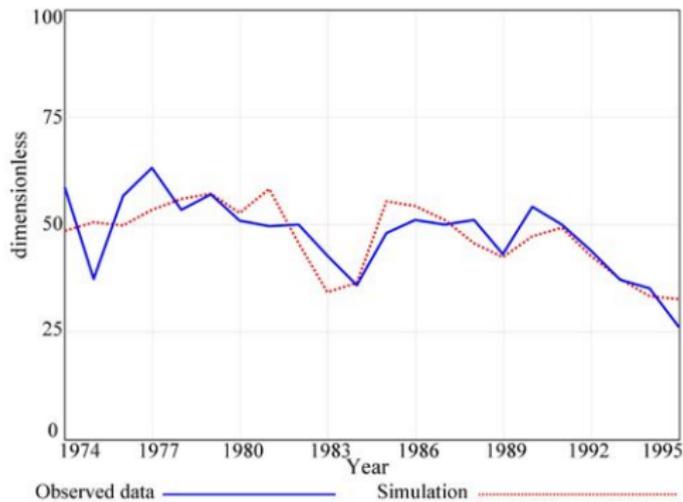
■ Buen ajuste con datos observados. 1932-1995





Modelo dinámico Huerta. Resultados

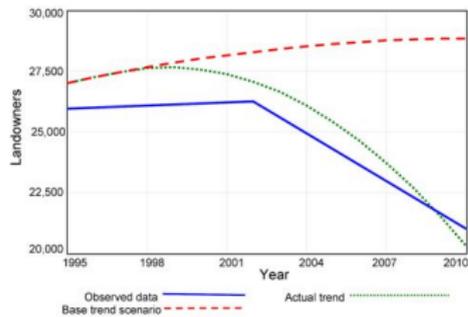
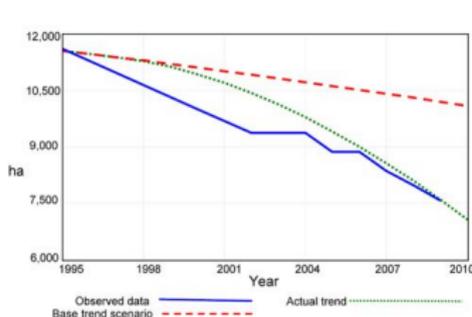
- Efecto de la sequía en la rentabilidad. 1983-1985 y 1992-1995
- Efectos sinérgicos. interacciones caudal-calidad del agua





Modelo dinámico Huerta. Resultados Escenarios

- Distintos escenarios: tendencial, control de la extensión media, control demanda de suelo para usos urbanos, política integrada
- En 2009, alcanzada la superficie de huerta esperada para 2025, según el escenario tendencial
- El modelo, capaz de reproducir la evolución efectiva 1995-2009, sin calibración en dicho periodo. Aproximación a validación con datos independientes





Modelo dinámico Huerta. Algunas conclusiones

- Distintas medidas reducen pero no eliminan la tendencia a la pérdida de la huerta. Papel de los bucles de realimentación y factores endógenos del sistema
- Importancia de la interacción entre factores ambientales y socioeconómicos (sinergias caudal-calidad del agua, etc)
- Importancia de considerar los factores culturales (distribución equitativa de tierras, frente al modelo del primogénito)
- Modelos socioambientales relativamente simples, pueden ser calibrados de forma empírica y verificados en distintos periodos temporales
- Adecuados en planificación y procesos participativos para la toma de decisiones, pueden capturar los principales procesos clave



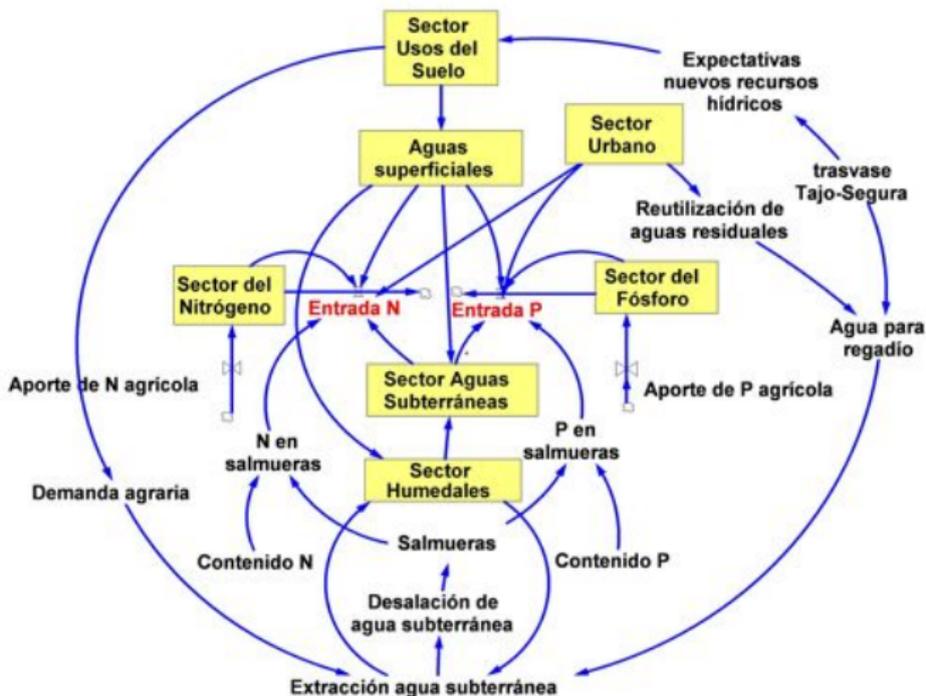
Modelo del regadío cuenca del Mar Menor

- Cuenca del Mar Menor, la mayor laguna litoral del Mediterráneo Occidental
- Laguna del Mar Menor y humedales asociados, múltiples estatus de protección escala nacional e internacional
- ¿Cómo han afectado los cambios de uso y actividades urbano-turísticas a los flujos de agua y nutrientes que llegan a la laguna y humedales asociados?





Modelo del regadío cuenca del Mar Menor



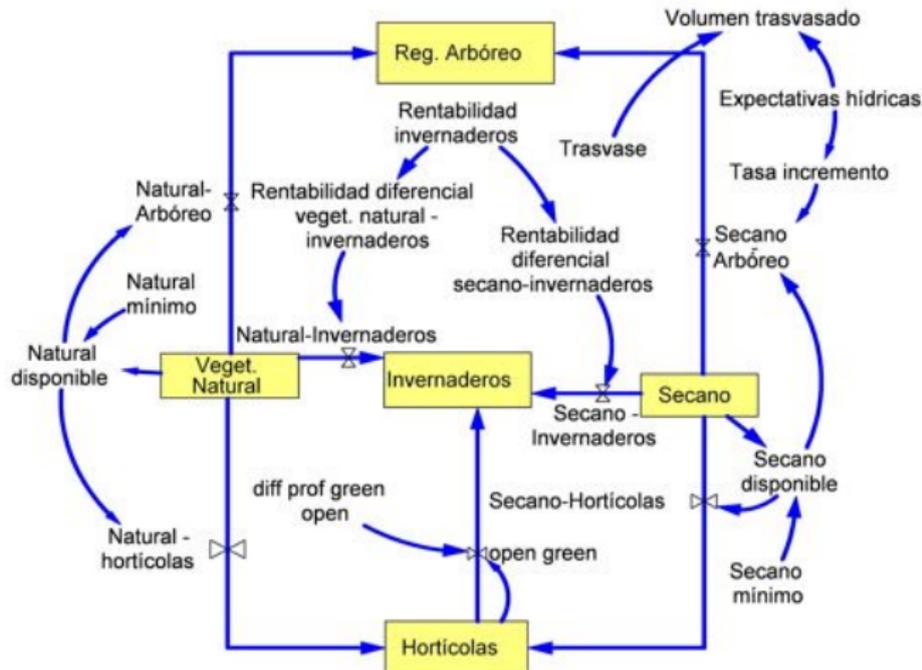


Sectores del modelo

- Usos del suelo
- Nitrógeno (flujos y compartimentos en la solución del suelo, hojarasca, vegetación, cultivos)
- Flujos y compartimentos del fósforo
- Salmueras procedentes de las plantas de desalobración
- Nutrientes de origen urbano
- Humedales y retención de nutrientes
- Análisis Coste-Efectividad de las principales medidas



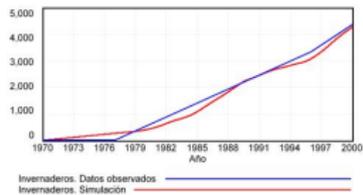
Sector de Usos del Suelo





Algunos resultados

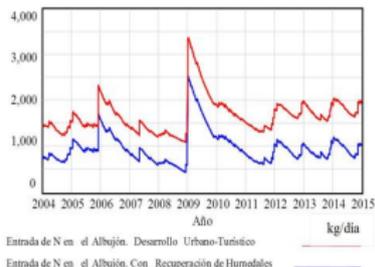
- Aumento drenajes y nutrientes, ligado a cambios de uso
- Papel de las avenidas. Principal vía de entrada





Escenarios

- Bombeo de drenajes agrícolas y reutilización en riego
- Uso de humedales para retención de nutrientes
- Uso de humedales: Reducción 40 % nutrientes aportados por unidad del Albuñón. Mejor coste-efectividad





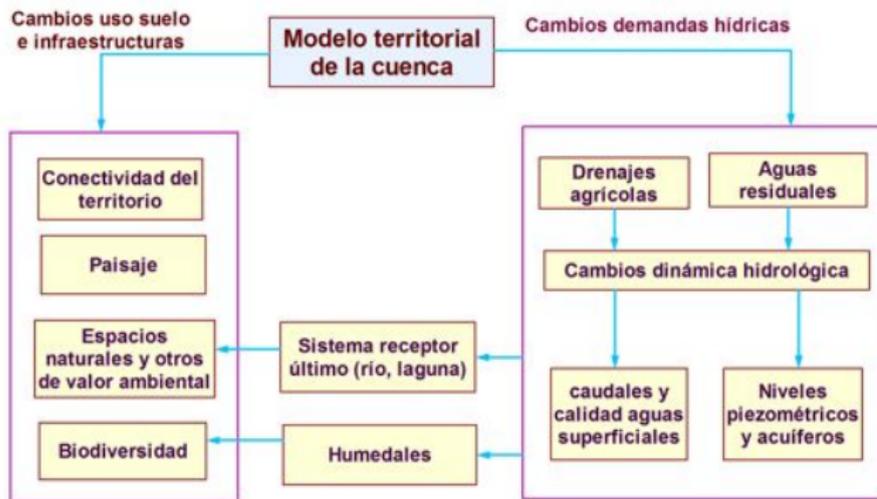
Efectos ambientales

- Modificación de la dinámica de la laguna (nutrientes, proliferación de medusas)
- Cambios en la comunidad de aves acuáticas del Mar Menor (Martínez et al, 2005, Hydrobiologia; Robledano et al, 2011, Ecological Indicators)
- Cambios en la vegetación y hábitats de los humedales del Mar Menor. (Carreño et al 2008, Estuarine, Coastal and Shelf Science)
- Cambios en la comunidad de aves esteparias de los humedales (Robledano et al, 2010. Ecological Indicators)
- Cambios en la comunidad de coleópteros errantes (Pardo et al. 2008, Journal of Arid Environments)
- Reducción del valor naturalístico de los humedales según las directivas europeas (Directiva Hábitats y Directiva Aves) y de los valores que sustentaron su protección (Carreño et al 2008; Robledano et al, 2008)



Algunas conclusiones

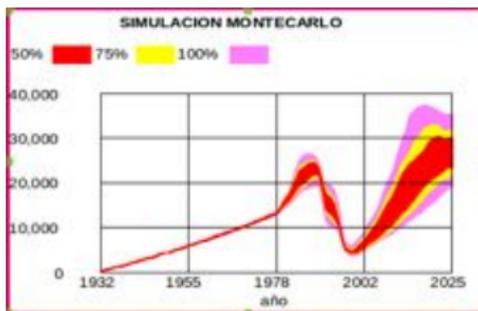
- Importancia de la dimensión territorial de la sostenibilidad del agua y sus usos
- Análisis de la sostenibilidad del territorio (usos del suelo y cambios de uso) a escala de cuenca: visión más integrada y completa. Revela procesos que podrían pasar desapercibidos a otras escalas





Información y datos clave en modelos dinámicos

- Modelos dinámicos: intensivos en series de datos observados (dificultad)
- Capaces de integrar información cuantitativa, semicuantitativa y cualitativa. La exclusión de información parcial o no cuantitativa puede generar errores mayores (ejemplo: generación de expectativas)
- Permiten acotar el impacto de las incertidumbres sobre los datos disponibles





Dificultades específicas en modelos hidrosociales

- Información sobre el agua: confusa, profusa y difusa
- Aspectos de muy diferente naturaleza. Dificultad para una visión global
- Interrelaciones directas e indirectas. Complejidad de integrar dimensiones económicas, territoriales, ambientales...
- Dispersión en cuanto a naturaleza de la información, fuentes, escala espacial y temporal..
- Dificultades para jerarquizar la información



Dificultades específicas en modelos hidrosociales

- Limitaciones en la cantidad de datos disponibles, longitud de las series
- Especialmente datos socioeconómicos (extracciones, usos y destinos finales, demandas) y ciertos aspectos ambientales, distintos a la contabilidad del recurso (variables hidrológicas en sistemas temporales o de poco caudal, series largas de calidad del hábitat...
- *Buscando las llaves bajo la farola.* Los desequilibrios en la información disponible pueden sesgar la evaluación de la sostenibilidad en favor de los ámbitos mejor conocidos
- Baja accesibilidad a datos sobre usos del agua
- Documentación (metadatos) insuficiente o inexistente
- Calidad variable. A veces baja calidad de los datos o no es posible contrastar la calidad de la información, sobre todo en series históricas
- Opciones en modelos hidrosociales o socioambientales: inclusión de información menos precisa pero más robusta, uso información cualitativa o semi-cuantitativa, análisis de sensibilidad



Insuficiente atención a la integración agua-territorio

- Escasa información de la dimensión espacial del agua y sus usos
- Sostenibilidad del territorio a escala de cuenca: implicaciones específicas, no redundantes respecto a otras escalas espaciales
- Dimensión territorial de la sostenibilidad del agua. Funciones ligadas al ciclo hidrológico natural. Funciones ambientales irreductibles ligadas al territorio concreto
- Usos intrafluviales
- Tipo y ubicación espacial de los flujos de agua:
 - regadíos ubicados fuera de fluvisoles
 - bombeos versus manantiales
 - transporte intrafluvial versus canalizaciones
 - drenajes agrícolas en paisajes sin vocación de regadío