

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROBLEMA

El ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental coincide sustancialmente con la denominada España Verde o de clima oceánico, presentando características climáticas de inviernos suaves, veranos frescos, aire húmedo, abundante nubosidad y precipitaciones frecuentes en todas las estaciones.

La regulación térmica ejercida por el mar favorece la existencia de estos inviernos suaves y veranos templados, excepto en las zonas de montaña, donde se registran las temperaturas más bajas durante la época invernal. Este efecto regulador se pierde progresivamente a medida que aumenta la distancia a la costa, con un régimen marítimo en la zona litoral, un régimen templado-cálido en las zonas intermedias y un régimen pirenaico frío en sectores de alta montaña. En las zonas de cabecera son frecuentes las heladas durante la época invernal.

Las precipitaciones son abundantes a lo largo de todo el año, con una distribución relativamente homogénea, presentando máximos en primavera y otoño y un mínimo estival. Esta distribución varía localmente en función de la orografía, que ejerce una influencia muy importante a escala local. Las precipitaciones en forma de nieve son habituales en las cabeceras de la demarcación, de tal manera que es frecuente la presencia de un manto nival en las zonas de mayor altitud durante la época invernal.

En la actualidad existe un consenso científico, casi generalizado, entorno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que provocará a su vez una serie de impactos tanto sobre la tierra como sobre los sistemas socioeconómicos. En este sentido, el impacto más importante está causado por la emisión a la atmósfera de gases producidos por la combustión de combustibles fósiles, que producen un efecto invernadero a largo plazo.

Tal y como versa el artículo 1 del Convenio Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, se entiende por cambio climático “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Las distintas proyecciones climáticas e hidrológicas evidencian que, mientras en la mayor parte de Europa el cambio climático conducirá a mayores precipitaciones, en España se producirá un descenso significativo de las mismas con la consiguiente reducción en la disponibilidad de recursos hídricos y, por lo tanto, en la satisfacción de las demandas de agua de los distintos sectores de actividad. La escasez de agua es un fenómeno cada vez más frecuente y preocupante que afecta a no menos del 11% de la población europea y al 17% del territorio de la Unión, siendo más acusada en el sur de Europa (CE, 2012).

Además, se pronostica una mayor frecuencia de los sucesos extremos e impactos en los ecosistemas dependientes del agua. Como consecuencia se prevé un aumento de los picos de descargas y una mayor severidad de los eventos de sequías. Los modelos predicen una reducción significativa de la recarga de acuíferos que se convertirá en una reducción significativa de los recursos disponibles a largo plazo.

Estas reducciones previstas en los recursos hídricos provocan efectos negativos en la garantía

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

de las demandas de agua, incluso aunque se contemplen medidas como la mejora en la eficiencia e incremento de la oferta afectando especialmente a los sistemas con mayor stress hídrico y mayor variabilidad hidrológica.

Si bien todavía existe incertidumbre respecto a los cambios previstos en las precipitaciones en función de las zonas de estudio y de los modelos que se utilizan, en España la mayoría de los modelos predicen lo mismo: disminución de la precipitación y aumento de la temperatura con un incremento de la evapotranspiración de referencia lo que deriva en un mayor descenso en las aportaciones.

Todos estos escenarios de cambio climático requieren su consideración especial en la política de aguas que se ha de adaptar a estas nuevas situaciones para facilitar nuestra capacidad de respuesta ante los nuevos retos planteados. La revisión de los planes hidrológicos puede ser una ocasión para plantear una política adaptada a una situación de menor disponibilidad de agua, mayor variabilidad hidrológica y mayores exigencias de conservación de los ecosistemas (Francisc La Roca, 2018).

Recientemente el pleno del Congreso de los Diputados del 13 de diciembre de 2018 aprobó el informe de la “Subcomisión para el estudio y elaboración de propuestas de política de aguas en coherencia con los retos del cambio climático del Congreso de los Diputados”, donde se realiza un diagnóstico de situación sobre el nivel de exposición y las vulnerabilidades al cambio climático en los diferentes sectores y territorios.

La necesidad de evaluar en profundidad los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos la puso en relieve el Informe titulado “Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del Cambio Climático” (MMA, 2005)³³. Estas evaluaciones se realizarían en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en España, que inició sus trabajos en el año 2006. El cuarto Informe de seguimiento se redactó en el año 2018.

Dentro del marco de este Plan Nacional, la principal referencia sobre las previsiones de pluviometría, esorrentía superficial e infiltración a los acuíferos son los estudios desarrollados por el CEDEX (2017) plasmados en el informe **Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España (CEH, 2017)**³³.

En el estudio utilizan proyecciones climáticas resultado de simular nuevos modelos climáticos de circulación general (MCG) y nuevos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), que han sido usados para elaborar el **5º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2013**.

Las **Sendas Representativas de Concentración** (RCP, por sus siglas en inglés) son los nuevos escenarios de emisión de GEI y se refieren exclusivamente a la estimación de emisiones y forzamiento radiactivo y pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI. Los escenarios de emisión analizados en este informe son el **RCP8.5**

³³[http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-](http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf)

[1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf](http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf)

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

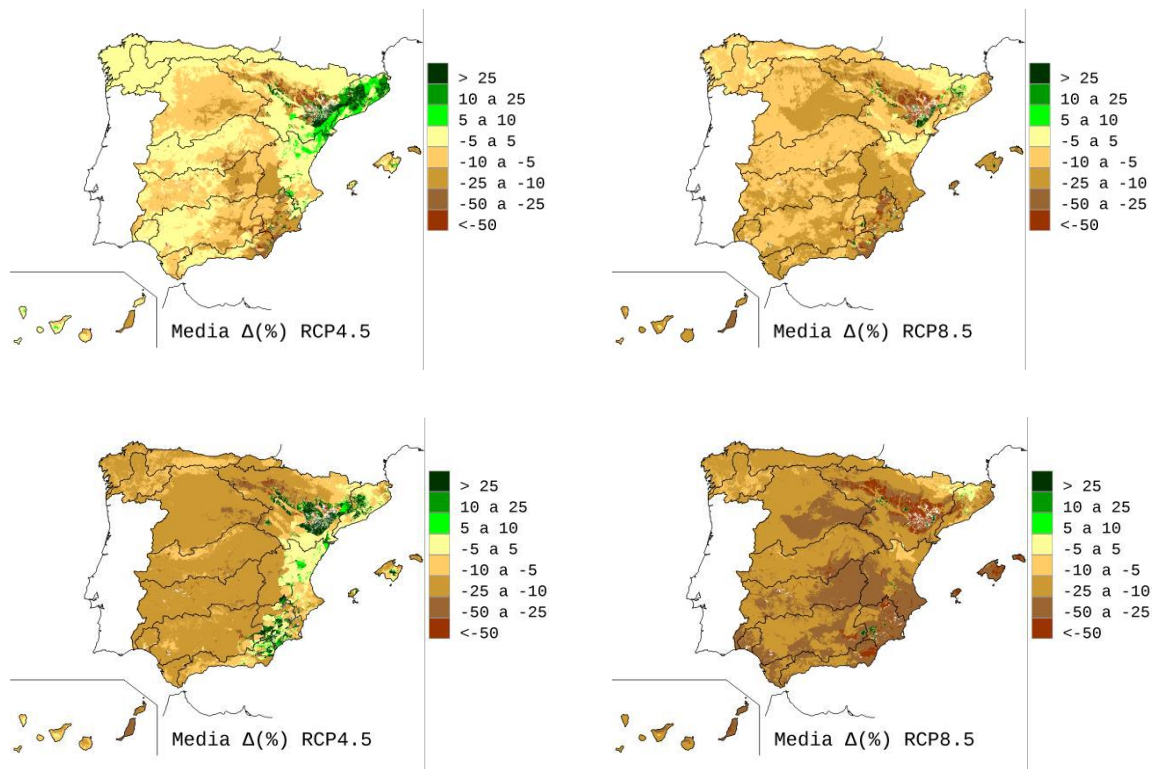
(el más negativo de los RCP definidos, ya que implica los niveles más altos de CO₂ equivalente en la atmósfera para el siglo XXI) y el **RCP4.5** (el más moderado, y que a priori presentará un menor impacto sobre el ciclo hidrológico).

El estudio evalúa el impacto en 12 proyecciones climáticas regionalizadas para España (6 en el escenario RCP 4.5 y 6 en el RCP 8.5) y en 3 periodos futuros de 30 años, con respecto al periodo de control (PC) 1961-2000 (octubre de 1961 a septiembre de 2000).

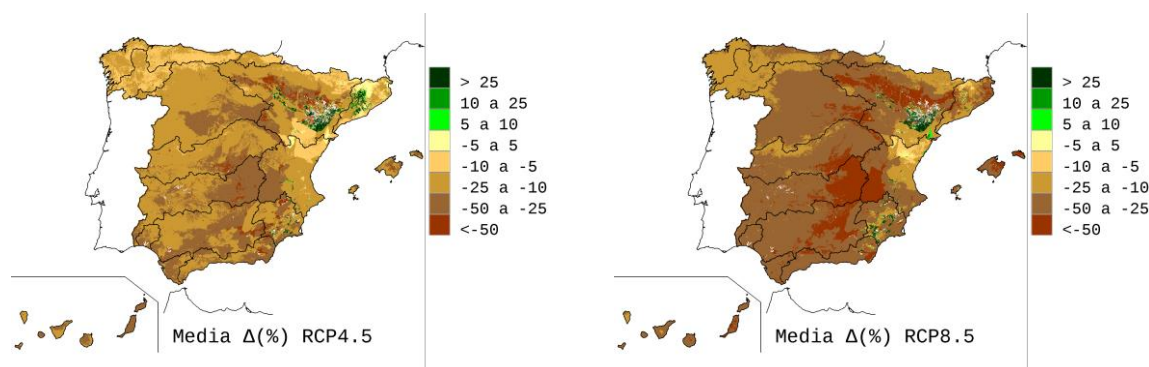
Los tres periodos de impacto (PI) son los siguientes:

- PI1: 2010-2040 (octubre de 2010 a septiembre de 2040).
- PI2: 2040-2070 (octubre de 2040 a septiembre de 2070).
- PI3: 2070-2100 (octubre de 2070 a septiembre de 2100).

A continuación, se extraen los principales resultados del estudio sobre los cambios proyectados para la esorrentía total. La media de los resultados obtenidos en el estudio para esta variable de las distintas proyecciones para cada PI y RCP se muestra en la siguiente figura, donde se observa que la reducción en la esorrentía se va generalizando del PI1 al PI2 y al PI3 y es mayor en el RCP 8.5 que en el RCP 4.5.



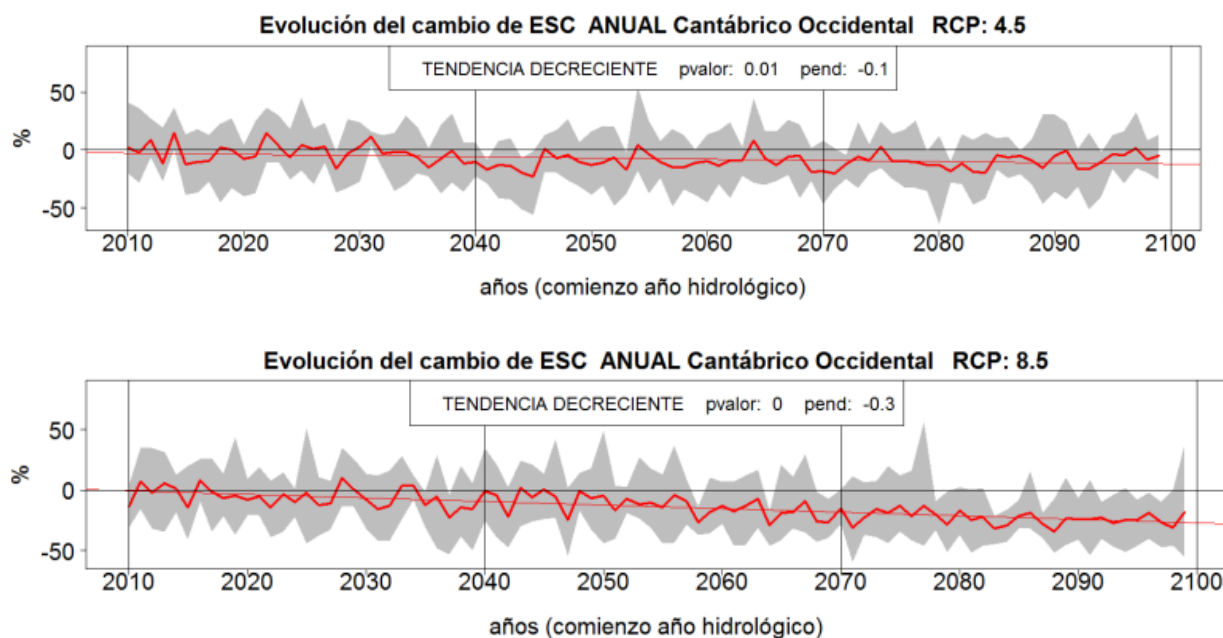
FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Media de $\Delta(\%)$ escorrentía anual para PI1 (arriba), PI2 (en medio) y PI3 (abajo) y RCP 4.5 (izquierda) y 8.5 (derecha). Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017)

Los cambios en la escorrentía anual estimada para la DH del Cantábrico Occidental durante el periodo 2010-2100 revelan una **tendencia decreciente** según todas las proyecciones y en ambos RCP, como se refleja en las gráficas de la página siguiente. La incertidumbre de resultados se hace patente por la anchura de la banda de cambios según las diferentes proyecciones.

De forma resumida, se puede concluir que las reducciones de escorrentía previstas en la Demarcación del Cantábrico Occidental para los RCP 4.5 y 8.5 son respectivamente del 2% y 6% para 2010-2040, del **10% y 12%** para 2040-2070 y del **10% y 23%** para 2070-2100, todo ello respecto del periodo de control 1961-2000.



Tendencia del $\Delta(\%)$ escorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo) en la Demarcación del Cantábrico Occidental. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017)

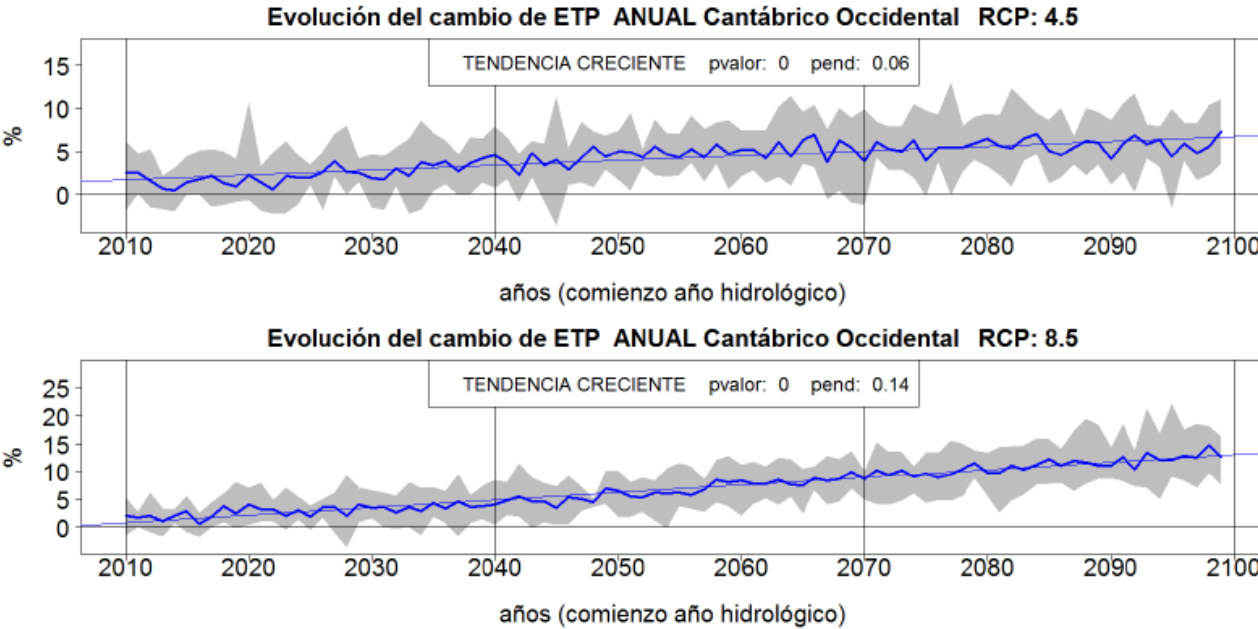
FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En la tabla siguiente se expresan numéricamente esos porcentajes:

ESC Δ Anual (%)		RCP 4.5									RCP 8.5								
		F4A	M4A	N4A	Q4A	R4A	U4A	Mx	Med	Mn	F8A	M8A	N8A	Q8A	R8A	U8A	Mx	Med	Mn
Cantábrico Occidental	2010-2040	0	-5	-1	-7	-8	8	8	-2	-8	-5	-9	-4	-7	-8	-2	-2	-6	-9
	2040-2070	-6	-13	-10	-12	-14	-3	-3	-10	-14	-8	-17	-13	-13	-21	-3	-3	-12	-21
	2070-2100	-4	-14	-12	-7	-18	-4	-4	-10	-18	-21	-34	-17	-27	-32	-9	-9	-23	-34

Porcentaje de incremento anual de la escorrentía en la DH del Cantábrico Occidental y periodo de impacto según cada proyección. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017)

Otra consecuencia a tener en cuenta son los efectos sobre la evapotranspiración. En la imagen siguiente se puede observar que las proyecciones de la evapotranspiración tienen una tendencia ascendente clara.

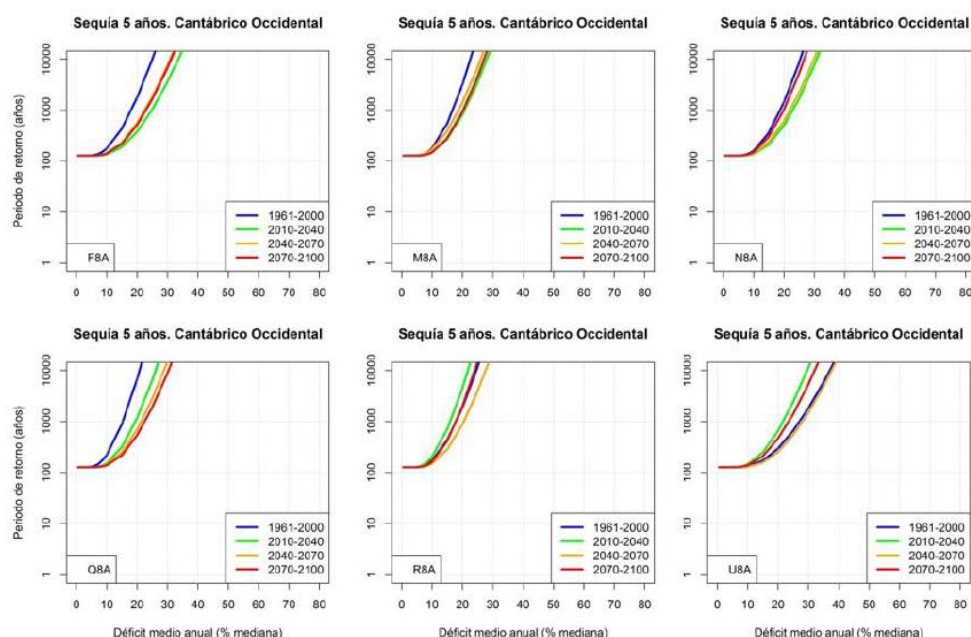


Porcentaje de incremento anual de la evapotranspiración en la DH del Cantábrico Occidental y periodo de impacto según cada proyección. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017)

En cuanto al impacto del cambio climático en el **régimen de sequías**, en el estudio del CEH (2017), se ha reflejado como afecta el cambio climático en el periodo de retorno de las sequías en cada uno de los periodos de impacto con respecto al periodo de control. A partir de los resultados obtenidos se pronostica que, en general, las sequías en las demarcaciones del cantábrico se harán más frecuentes conforme avance el siglo XXI, con el consecuente aumento de la escasez de agua debido a la reducción de los recursos hídricos.

Atendiendo al escenario más negativo, el RCP 8.5, se puede comprobar que para cualquiera de los modelos simulados el déficit medio anual y en consecuencia la probabilidad de sufrir una sequía en la DH Cantábrico Occidental aumenta considerablemente, cabe destacar que en estas simulaciones la incertidumbre es menor. Esta información se recoge en la figura siguiente.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Incremento del déficit anual en relación al periodo de retorno de sequías. Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos (2017)

En cuanto a la relación del problema tratado en esta ficha con el cumplimiento de los objetivos medioambientales de las masas de agua de la demarcación, se puede afirmar que el cambio climático tendrá (y ya está teniendo) impactos significativos de magnitud impredecible sobre los procesos de regulación de la planificación hidrológica con consecuencias sobre el estado de los ecosistemas.

Entre los impactos del cambio climático, además del previsible incremento de la temperatura, la reducción de las precipitaciones, la alteración de sus patrones espaciales y temporales y el incremento de la frecuencia e intensidad de las sequías y las inundaciones, tendrán lugar probables consecuencias negativas sobre la biodiversidad, al verse favorecida la proliferación de especies invasoras o el desacoplamiento temporal de procesos ecológicos que funcionan simultáneamente (La Roca, 2018).

En relación con la regulación hidrológica, entre los impactos más destacados relacionados con los fenómenos extremos está la reducción de la capacidad de embalse debido a la colmatación de los mismos por la erosión causada por la torrencialidad de los fenómenos, y a la necesidad de reserva de resguardo para laminar las avenidas que serán más frecuentes y de mayor envergadura.

Respecto a los ecosistemas acuáticos, las especies de aguas frías pueden ver reducido de forma significativa su hábitat, debido a la elevación en cota de la barrera termal. Existen grandes dificultades para mitigar estos impactos (Battin et al, 2007), siendo la reforestación del bosque de ribera, con el aumento de sombra en ríos estrechos y la consecuente reducción de temperatura del agua, junto con actuaciones de restauración en la cuenca hidrográfica y en el río: control de sedimentos, eliminación de barreras y otras, medidas que pueden paliar el impacto del cambio climático, mediante el incremento del hábitat potencial actual en las zonas de mayor cota.

De forma análoga, la vegetación natural de la cuenca puede ver modificado su hábitat potencial

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

mediante el desplazamiento de las barreras que definen su zona de habitabilidad. Esta modificación puede afectar de forma significativa al comportamiento del ciclo hidrológico en la cuenca, así como a otros factores, como el transporte de sedimentos.

Todos estos datos evidencian la conveniencia de analizar los efectos del cambio climático sobre los sistemas de explotación en las revisiones del Plan Hidrológico, teniendo en cuenta los últimos estudios del CEDEX (2017).

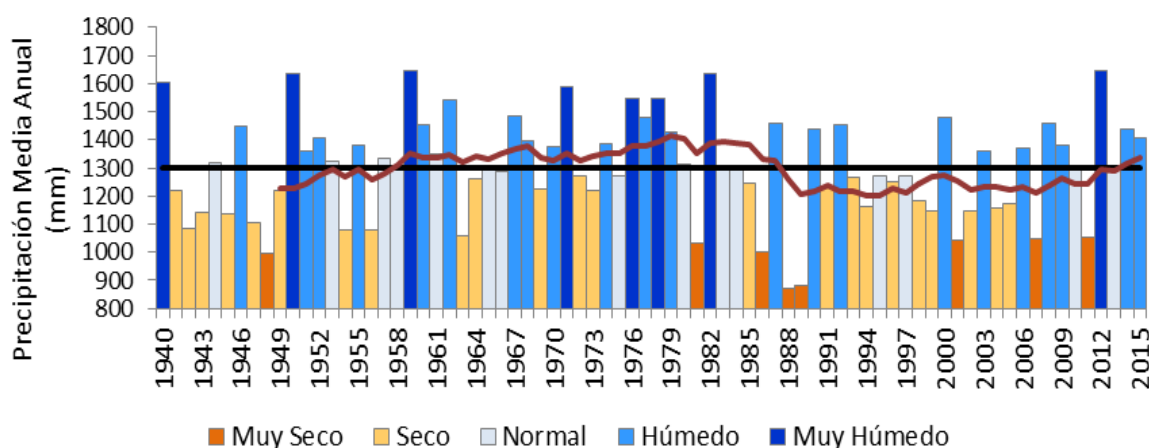
La planificación hidrológica española incorpora desde el primer ciclo una previsión de reducción de los recursos hídricos disponibles en escenarios de cambio climático. Así, los planes del primer (2009-2015) y segundo ciclo (2015-2021) de planificación hidrológica aplican los porcentajes de reducción contenidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH) (Orden ARM/2656/2008) para el cálculo de los recursos disponibles en 2027 y 2033. Estos porcentajes fueron respectivamente del 2% y del 11%.

RECURSOS HÍDRICOS EN RÉGIMEN NATURAL

Se presenta a continuación la **actualización** hasta el año 2016 del **Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación (SIMPA)** elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Carácter de cada año de la serie			
Pluviometría/Aportaciones/ETR		Temperatura	
Muy Seco	Entre el percentil 0% y el 10% de la serie larga	Muy Fresco	Entre el percentil 0% y el 10% de la serie larga
Seco	Entre el percentil 10% y el 40% de la serie larga	Fresco	Entre el percentil 10% y el 40% de la serie larga
Normal	Entre el percentil 40% y el 60% de la serie larga	Normal	Entre el percentil 40% y el 60% de la serie larga
Húmedo	Entre el percentil 60% y el 90% de la serie larga	Cálido	Entre el percentil 60% y el 90% de la serie larga
Muy Húmedo	Entre el percentil 90% y el 100% de la serie larga	Muy Cálido	Entre el percentil 90% y el 100% de la serie larga

Precipitaciones:

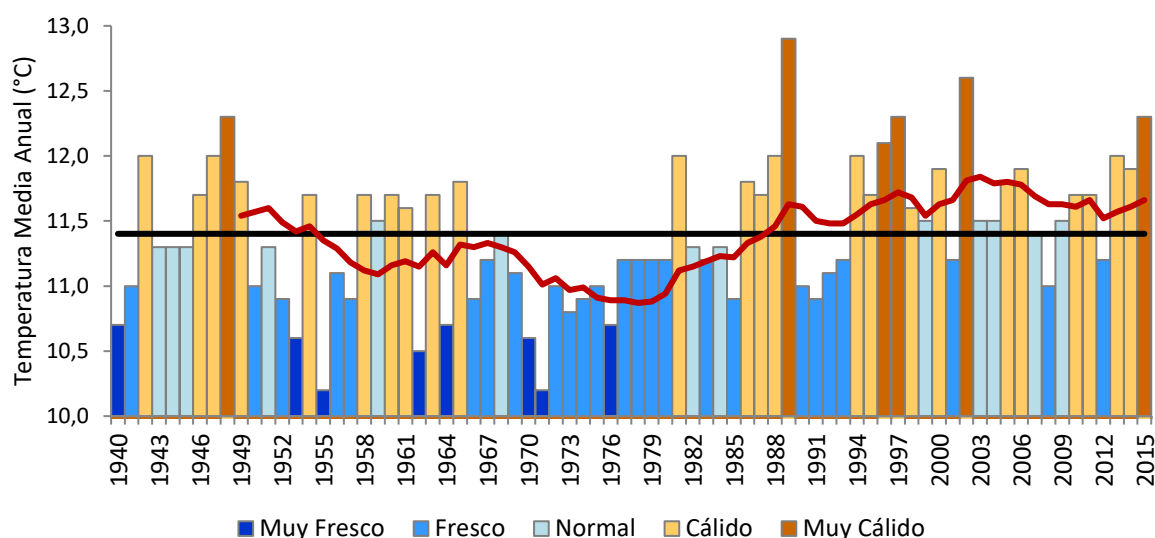


Distribución de las precipitaciones, carácter, media de la serie larga y media móvil de 10 años (SIMPA)

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El valor máximo es de 1.647 mm en el año 1959 y el mínimo de 871 en 1988. Destacan el período 1988-89 con precipitaciones mínimas históricas de la serie, en dos años consecutivos, y que provocaron una sequía histórica en la demarcación hidrográfica con efectos significativos en la atención de las demandas. El valor medio de la serie larga es de 1.299 mm, mientras que el de la serie corta (desde 1980) es de 1.263 mm, que supone una reducción del 2,8%. Del análisis de la media móvil de 10 años se aprecia que es creciente en los últimos años y superior a la media total a partir de 2013, mientras que la de 30 años es más estable e inferior a la media total desde 1998.

Temperaturas:



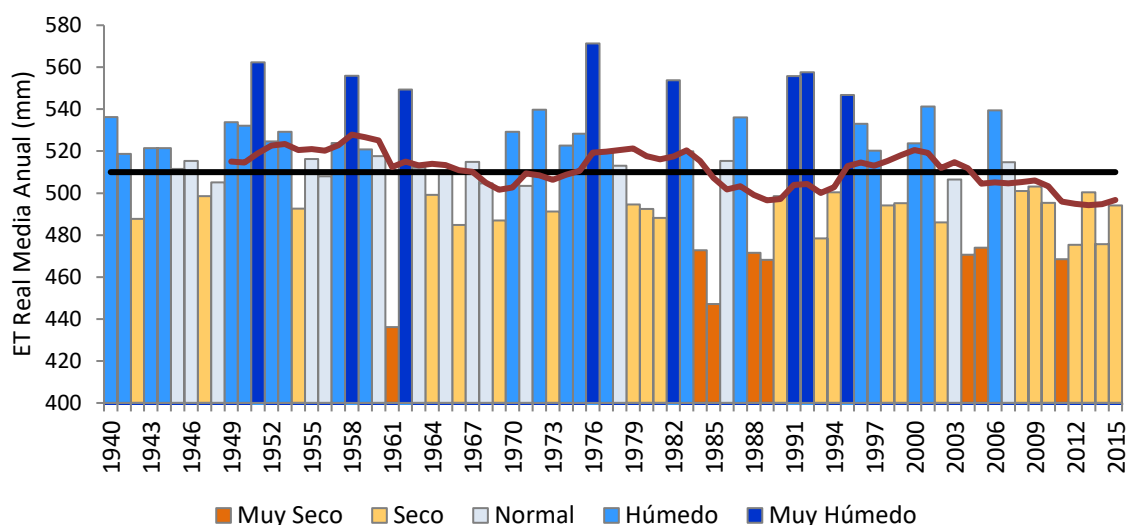
Distribución de las temperaturas, carácter, media de la serie larga y media móvil de 10 años (SIMPA)

El valor máximo es de 13 °C en el año 1989 y el mínimo de 11 en 1972. El valor medio de la serie larga es de 11,4°C, mientras que el de la serie corta es de 11,6°C, que supone un incremento de 0,2°C. Del análisis de la media móvil de 10 años de observa que es creciente en los últimos años y superior a la media total a partir de 1987, mientras que la de 30 años es más estable y siempre superior a partir del año 2000.

Evapotranspiración:

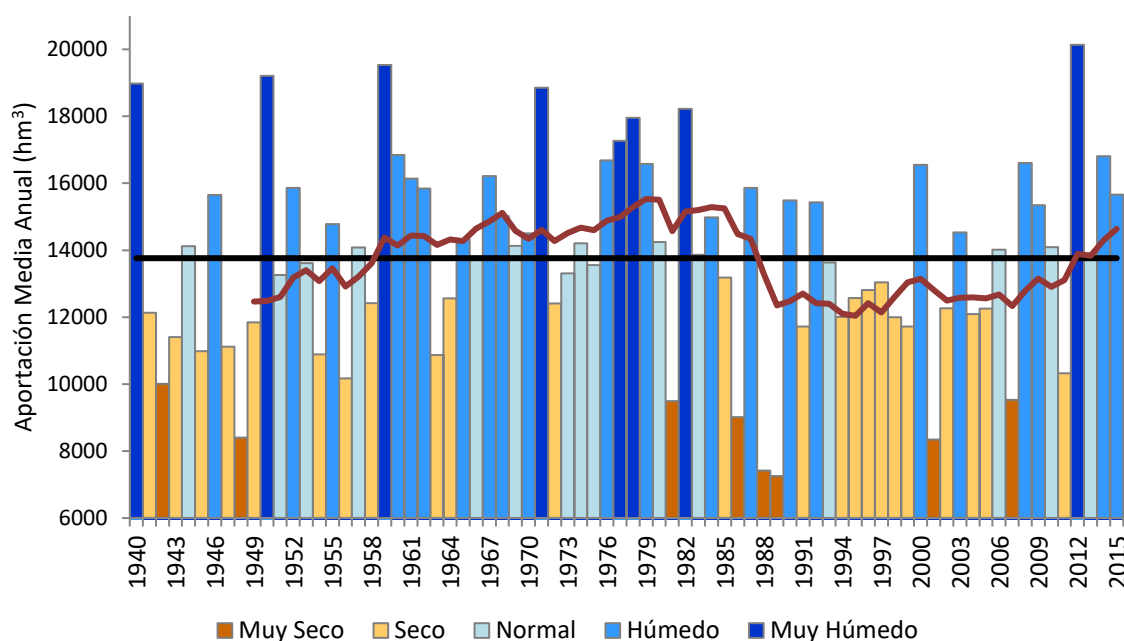
El valor máximo es de 571 mm en el año 1976 y el mínimo de 518 en 1960. El valor medio de la serie larga es de 510 mm, mientras que el de la serie corta es de 503 mm, ligeramente inferior. Del análisis de las medias móviles de 10 y 30 años se aprecia que son inferiores a la media absoluta a partir del año 2003.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Distribución de la evapotranspiración real media anual, carácter, media de la serie larga y media móvil de 10 años (SIMPA)

Escorrentía:



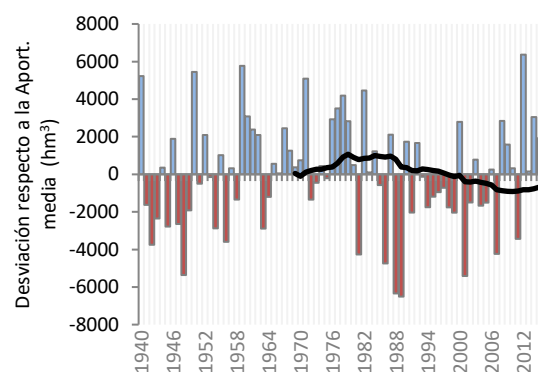
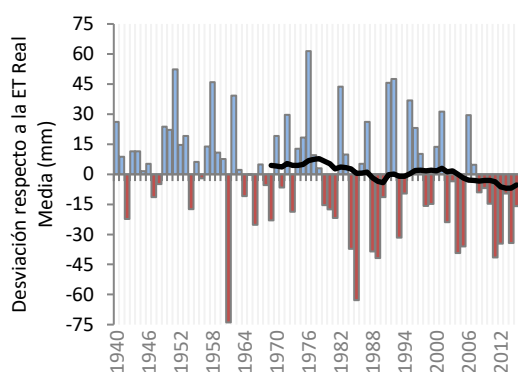
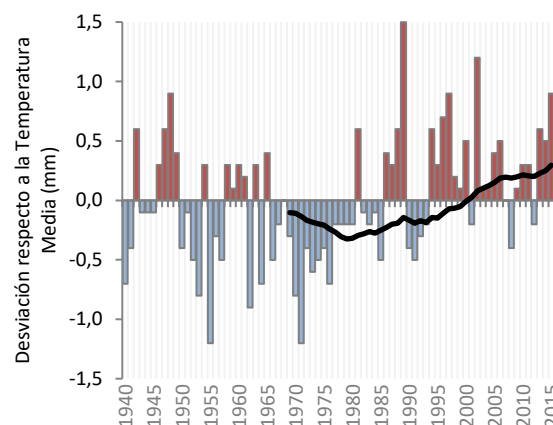
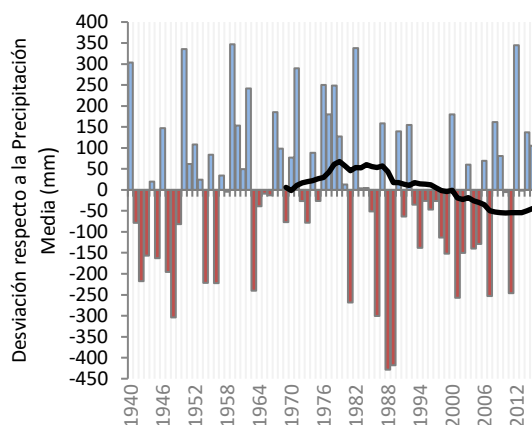
Distribución de la escorrentía anual, carácter, media de la serie larga y media móvil de 10 años (SIMPA)

El valor máximo es de 20.136 Hm³ en el año 2012 y el mínimo de 7.253 en 1988. Destacan el período 1988-89 con escorrentías mínimas históricas de la serie, en dos años consecutivos, y que provocaron una sequía histórica en la demarcación hidrográfica con efectos significativos en la atención de las demandas. El valor medio de la serie larga es de 13.762 Hm³, mientras que el de la serie corta es de 13.234 Hm³, que supone una reducción del 3,8%, similar a la de las precipitaciones. Del análisis de la media móvil de 10 años se aprecia que es creciente en los últimos años y superior a la media total a partir de 2012, mientras que la de 30 años es más estable e

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

inferior a la media total desde 1998.

A continuación se recogen otras estadísticas de las variables anteriores, incluso la media móvil de 30 años.

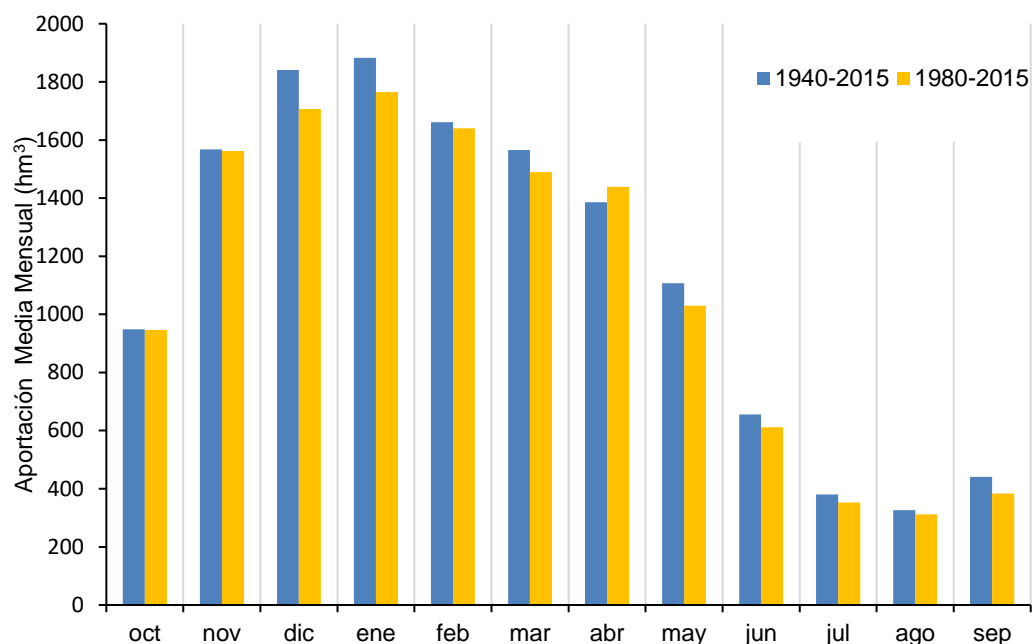


Desviación de las cuatro variables respecto de la media y media móvil de 30 años

Conforme al apartado 3.5.2 de la IPH, los planes hidrológicos deben considerar un doble cálculo de balance de recursos hídricos; uno para la serie completa desde el año hidrológico 1940/41 y otro con la denominada serie corta que se inicia en el año 1980/81.

Por ello vamos a realizar un análisis entre ambas series de la disponibilidad de recursos medios a lo largo del año.

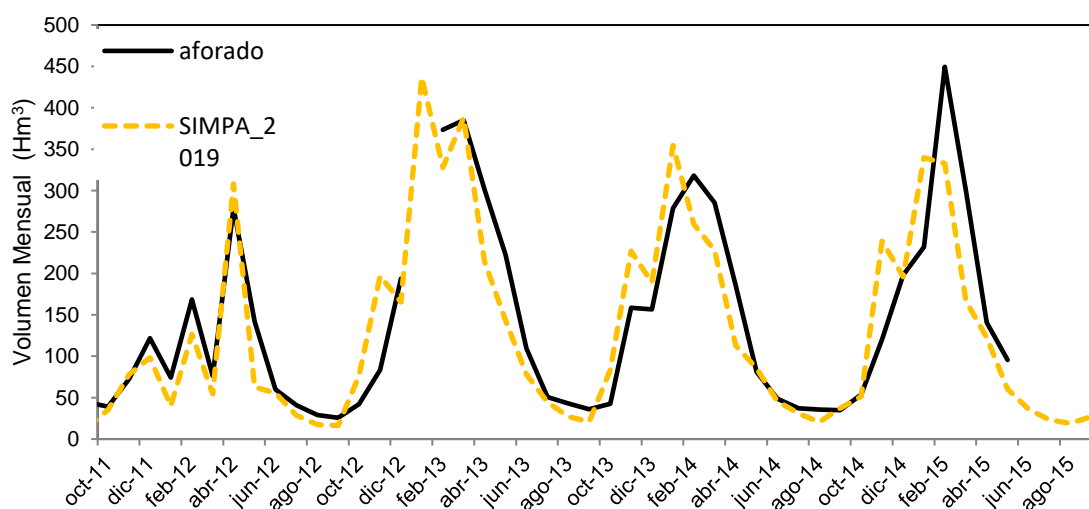
FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Comparación de los recursos disponibles entre las series larga y corta

Se observa que salvo en el mes de abril los recursos medios disponibles son inferiores en la serie corta que en la larga, hasta un 12,9% en el mes de septiembre, cuando suele ser más acusado el estiaje en los ríos cantábricos.

También se quiere presentar una comparación de los datos obtenidos por el modelo SIMPA con los registrados en la estación de aforos de la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico O.A. en el período de octubre de 2011 a agosto de 2015.



Comparación en la EA-1360-Río Narcea en Quinzanas

Puede entenderse que no se producen diferencias significativas, salvo la punta de febrero de 2015 no detectada por el modelo.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

DEMANDAS

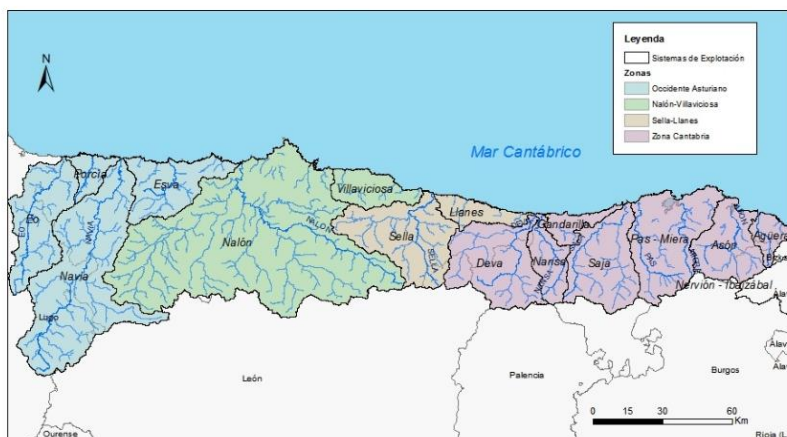
En cuanto a la evolución de las demandas, según los Documentos Iniciales (DDII) de este tercer ciclo de planificación hidrológica se prevé lo siguiente:

- De acuerdo a la previsión de evolución de la demanda en el Plan Hidrológico vigente se estima un aumento del **uso urbano** en las zonas correspondientes al Nalón y a Cantabria, y una reducción mínima en el resto.
- De acuerdo a la previsión de evolución de la demanda en el Plan Hidrológico vigente se estima un aumento del **uso industrial**, aunque la última tendencia, no recogida en los DDII, para la zona central de Asturias apunta a cierto grado de reducción por modificación de los usos de la industria siderúrgica y el desmantelamiento de determinadas centrales térmicas ya en marcha.
- Teniendo en cuenta factores determinantes como el abandono de la actividad agrícola, reducción del empleo, ampliación de la UE, la crisis en el sector lácteo y ganadero, además de que la agricultura en la DHC Occidental es mayoritariamente de autoconsumo y fuertemente ligada a la producción de materia prima para la alimentación del ganado, se considera mantener constantes las superficies de cultivos al 2027 y 2033 respecto al 2016.
- Dadas las incertidumbres y falta de previsiones por lo que respecta a los subsectores predominantes en términos de uso del agua, se ha considerado adecuado adoptar una tendencia de estabilidad en referencia a las derivaciones de caudales para **usos hidroeléctricos** tanto para el horizonte 2027 como para el 2033.

Unidad Territorial	Uso Urbano (hm ³ /año)		Uso Industrial (hm ³ /año)	
	2021	2033	2021	2033
Occidente Asturiano	13,82	13,12	21,43	31,90
Nalón-Villaviciosa	114,02	128,90	86,95	96,85
Llanes-Sella	9,49	9,45	1,98	2,59
Zona Cantabria	85,98	93,73	41,32	41,42
Total DH	223,31	245,20	151,68	172,76

Previsión de evolución futura de las demandas de usos urbano e industrial a 2033 por unidad Territorial

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Mapa de los sistemas de explotación y zonas de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental

En los Planes de Implantación y Gestión Adaptativa (PIGA) realizados para el proceso de concertación de caudales ecológicos se realizaron modelos de distribución de aportaciones entre demandas. Dentro de dicho modelo se desarrollan distintos escenarios entre los que se encuentra una reducción del 11 % en las aportaciones motivada por los efectos del cambio climático.

Para la elaboración del modelo detallado se parte de los derechos del agua que se han considerado significativos de acuerdo con lo recogido en la documentación y se utiliza el modelo AQUATOOL con las previsiones de aportaciones y demandas previstas para los horizontes 2021 y 2033. Con el escenario de 2021 se simula la situación actual. Sobre el escenario de 2033 se realizarán las modificaciones (Programa de Medidas) necesarias para cumplir con los criterios de garantía de las demandas, sin dejar de cumplir con los caudales ecológicos.

Para la cuantificación de las demandas se han utilizado los datos recogidos en el Plan Hidrológico. Los datos de las aportaciones se obtienen de la serie histórica de 1940-2011 recogida en el modelo SIMPA del CEDEX para toda España. De acuerdo con las recomendaciones de los estudios de cambio climático del CEDEX, esas aportaciones se reducen un 11% para el horizonte 2033. Los resultados han sido los siguientes:

- Sistemas de explotación Eo, Porcía, Navia y Esva: en el horizonte 2033 se obtiene una diferencia de volúmenes servidos respecto a las demandas urbanas, industriales y agrarias de 2,30 Hm³.

El Programa de Medidas contempla una serie de actuaciones encaminadas para la satisfacción de las demandas. En concreto, para el ámbito de estos sistemas de explotación, cabe destacar, de carácter general, medidas tales como la “Mejora abastecimiento zonas costeras de Asturias” y de carácter particular otras como mejoras del abastecimiento en determinados municipios o la construcción de nuevos depósitos de abastecimiento.

- Sistemas de explotación Nalón y Villaviciosa: en el horizonte 2033 se obtiene una diferencia de volúmenes servidos respecto a las demandas urbanas, industriales y agrarias de 21,257 Hm³.

El Programa de Medidas contempla la “Mejora del abastecimiento de agua a la zona

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

central de Asturias”, mejoras del abastecimiento en determinados municipios o la construcción de nuevos depósitos de abastecimiento.

Estos modelos no han tenido en cuenta las reducciones de la demanda industrial señalada anteriormente, lo que hace prever que en gran medida esa diferencia disminuirá significativamente o desaparecerá.

- Sistemas de explotación Sella y Llanes: en el horizonte 2033 se obtiene una diferencia de volúmenes servidos respecto a las demandas urbanas, industriales y agrarias de 1,87 Hm³.

El Programa de Medidas contempla una serie de actuaciones como el “Análisis y optimización de los sistemas de explotación de la Demarcación” y “Mejora del abastecimiento de zonas costeras de Asturias” y mejoras del abastecimiento en determinados municipios.

- Sistemas de explotación Deva, Nansa, Gandarilla, Saja, Pas – Miera, Asón y Agüera: en el horizonte³⁴ 2033 se obtiene una diferencia de volúmenes servidos respecto a las demandas urbanas, industriales y agrarias de 3,61 Hm³.

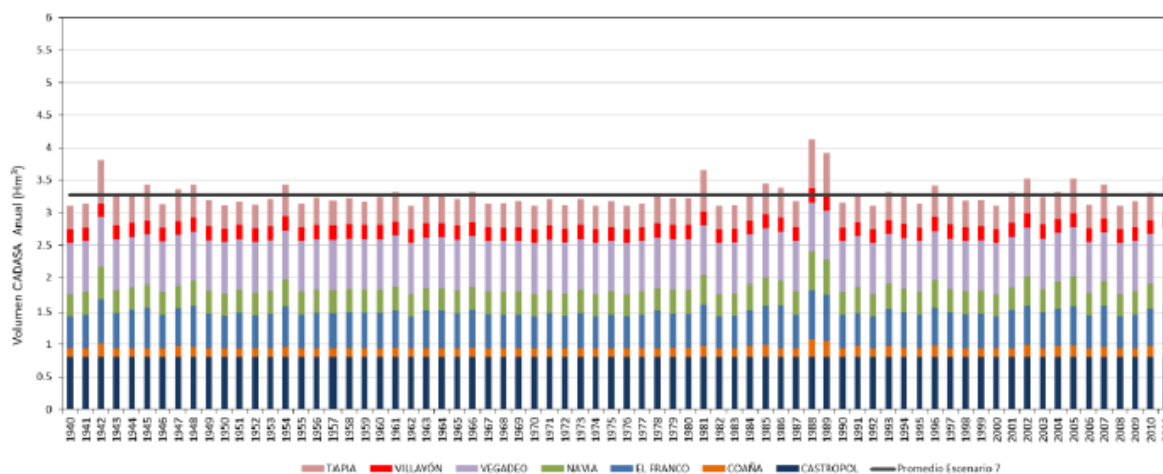
El Programa de Medidas contempla una serie de actuaciones tales como el “Análisis y optimización de los sistemas de explotación de la Demarcación” y “Estudios para la mejora del abastecimiento de agua a Cantabria” y mejoras del abastecimiento en determinados municipios o la construcción de nuevos depósitos de abastecimiento.

En la actualidad se prevén varias alternativas para mejora de las garantías de suministro de agua relacionadas con la utilización de las posibilidades de regulación del embalse del Ebro para abastecimiento de la ciudad de Santander y su entorno, y para el resto de Cantabria mediante la utilización de la “autovía del agua” que interconecta todos los sistemas de explotación de la Comunidad autónoma.

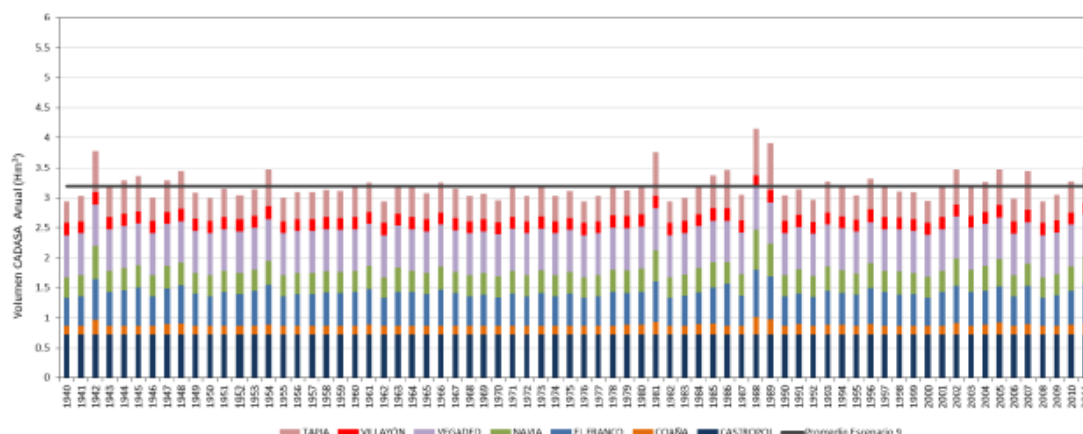
En relación con la garantía de las demandas, en la siguiente figura se presenta un ejemplo de resultados de análisis por sistema de explotación realizado en el PIGA: la evolución del volumen captado por CADASA en el Embalse de Arbón y su reparto entre cada municipio receptor en el Occidente Asturiano en los dos horizontes simulados.

³⁴ Partiendo del escenario 34 (situación real a 2021) se simula el horizonte 2033 con una reducción en las aportaciones de un 11% por efecto del cambio climático y ajustando los valores de las demandas urbanas de acuerdo con los datos obtenidos del Anejo VI del Plan Hidrológico, dando lugar al escenario 35.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Evolución anual de la demanda de CADASA para el horizonte 2021



Evolución anual de la demanda de CADASA para el horizonte 2033.

Si bien la Comisión Europea, en su Informe de evaluación de los planes hidrológicos del segundo ciclo, reconoce que los efectos del cambio climático han sido tomados en consideración por los planes españoles, también entiende que no aparecen claramente identificadas las medidas de adaptación (KTM-24) que se deberán adoptar para afrontar las presiones significativas que pueden agudizarse por efecto del cambio climático³⁵.

Las medidas de adaptación al cambio climático se basan en reducir la vulnerabilidad ante los efectos derivados del mismo. Una de las medidas de adaptación a estas situaciones puede ser una adecuada gestión de las masas forestales, incluidas las coberturas arbustivas y praderas, especialmente en terrenos inclinados, ya que reduce la exposición al riesgo de erosión por escorrentía que conduce a la desertización. Asimismo, la cobertura vegetal intercepta la lluvia y con ello aumenta la percolación con la consiguiente recarga de acuíferos, reduce la escorrentía y modera las crecidas.

En los últimos años se han venido materializando tanto a nivel nacional como autonómico distintos planes y programas relacionados con la adaptación al cambio climático, que ya han sido re-

³⁵ Entre sus recomendaciones de cara a la preparación de los planes del tercer ciclo, la CE destaca la necesidad de extender el uso de contadores, cuyos registros deberán ser usados para mejorar la gestión y planificación cuantitativa de los recursos.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

cogidos en los Programas de Medidas, además de realizarse diversos estudios y actuaciones complementarios en materia de cambio climático. Algunos de los planes desarrollados son los siguientes:

- Estrategia Española de Cambio Climático y Energía Limpia (EECCCEL).
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC).
- Anteproyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética: cuenta con dos grandes referencias temporales para reducir las emisiones de GEI, introducir energías renovables y ser más eficientes en el uso de la energía: 2030 y 2050 (MITECO, 2019). El borrador consultado de este anteproyecto de ley contiene un apartado sobre medidas de adaptación a los efectos del cambio climático, en el que se incluye un artículo titulado *Consideración del cambio climático en la planificación y gestión del agua*.
- Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (Plan PIMA-Adapta).
- Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española (MAPAMA, 2016).
- Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria 2008-2012.
- Estrategia Gallega frente al Cambio Climático 2016.

Otros proyectos y estudios relacionados:

- Primer Informe Climas 2009: "Evidencias y efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias".
- Proyecto EDGE, desarrollado por la Comisión Europea dentro del programa COPERNICUS Clima-Agua, que ha tenido como objetivo principal proporcionar información hidroclimática relevante al sector del agua, principalmente con el fin de mejorar la toma de decisiones relacionadas con las estrategias europeas de mitigación y adaptación al cambio climático.
- Plataforma AdapteCCa: se trata de una iniciativa de la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) y la Fundación Biodiversidad que utiliza el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) como marco general de referencia. La herramienta tiene por objetivo el intercambio de información sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático entre las distintas administraciones españolas, la comunidad científica y los gestores públicos y privados.
- MTERD también apoya diferentes proyectos de investigación relacionados con el cambio climático. Sirvan como ejemplo algunos de los desarrollados por la Fundación para la Investigación del Clima:
 - Anticipando el clima para defender las unidades hidrográficas: el objetivo de este proyecto es apoyar las defensas naturales (bosques, suelo, etc...) de las cuencas hidrográficas del Júcar y del Segura para combatir el avance de la erosión de sus suelos en las próximas décadas (FIC, 2018a).
 - Búsqueda de indicadores óptimos para la defensa y evaluación de la biodiversidad

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

forestal ante el cambio climático: este estudio analiza las amenazas a las que se enfrenta la biodiversidad de las cuencas de los ríos Júcar y Segura debido al cambio climático. El estudio se centra en una especie invasora potencialmente dañina para la vegetación autóctona: el *Arundo Donax* (caña común) (FIC, 2018b).

- Análisis del impacto del cambio climático sobre especies piscícolas y ecosistemas fluviales: el estudio se centra en las variaciones climáticas con el objeto de analizar los posibles cambios futuros que pueden poner en riesgo la existencia de especies como la trucha común, que se erige como un indicador de estado de los ríos (FIC, 2018c).

En el plan hidrológico 2009-2015 se recogían distintas medidas específicas para combatir los efectos del cambio climático tales como:

- Medidas (6) dirigidas a la integración del cambio climático en la gestión hidrológica.

A lo largo de los siguientes años se realizaron todas estas actuaciones y se propusieron otras que se encuentran recogidas en el plan hidrológico vigente. Son las siguientes:

- Mejora y actualización del CAUMAX, y estudio de efectos del cambio climático en inundaciones.
- Adaptación a los efectos del cambio climático en Asturias, Cantabria y en la provincia de Lugo.
- Mejora de las evaluaciones de los efectos del cambio climático sobre las inundaciones.

En general, los avances que se han producido en España en los estudios de impacto del cambio climático desde el inicio del presente siglo han sido muy importantes, pudiéndose afirmar que en la actualidad existe un buen conocimiento de los impactos sobre los recursos hídricos en los distintos territorios de España en función de los escenarios climáticos.

Estos estudios se han tenido en cuenta en los planes hidrológicos del primer y segundo ciclo de planificación y en la revisión del plan especial de sequías, recientemente aprobado. Sin embargo, tal y como ya anunciaba la Comisión Europea en su informe de evaluación, todavía no se han desarrollado planes de adaptación al cambio climático en las cuencas, que analicen la vulnerabilidad frente a cambios en los recursos hídricos y que planteen medidas de adaptación en el marco de una evaluación de riesgo, como se han desarrollado en otros países.

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el futuro plan son los siguientes:

- Mejorar y profundizar en la evaluación de impactos originados por el cambio climático.
- Control y mitigación de los efectos del cambio climático sobre el medio hídrico.
- Diseño de medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.

Por otra parte el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico está planteando diversas iniciativas relacionadas con políticas de transición energética y adaptación al cambio climático, entre las que en materia del agua destaca la **Estrategia del Agua para la Transición Ecológica**.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

NATURALEZA Y ORIGEN DE LAS PRESIONES GENERADORAS DEL PROBLEMA

1. Presiones que originan el problema

Teniendo en cuenta que el cambio climático es un fenómeno que se produce a escala global y las presiones que lo generan son todas aquellas que tienen que ver con las emisiones de gases de efecto invernadero, es sobre estas presiones sobre las que, en principio, habría que actuar para frenar este fenómeno.

No obstante, teniendo en cuenta los impactos que produce el cambio climático sobre el medio hídrico, a medio y largo plazo, como una menor disponibilidad de recursos hídricos, una mayor variabilidad de las precipitaciones y aportaciones y también un aumento en la temperatura, las presiones que potencialmente pueden empeorar los efectos del cambio climático son aquellas que comprometen la disponibilidad de los recursos en calidad o cantidad. Estas presiones son las siguientes:

- Las presiones puntuales o difusas derivadas de las aguas residuales urbanas e industriales, además de las relacionadas con la ganadería, pueden provocar la contaminación de las aguas superficiales.
- Las presiones por extracción de agua pueden comprometer la disponibilidad de recursos en un escenario futuro en el que estas reservas sean más necesarias.

Las alteraciones del régimen de caudales o las extracciones superficiales pueden comprometer el cumplimiento de los regímenes de caudales ecológicos, afectar a la biodiversidad de los ecosistemas asociados y dificultar su recuperación si se intensifican los efectos del cambio climático.

2. Sectores y actividades generadores del problema

Los principales agentes generadores de las presiones que pueden agravar los efectos del cambio climático en esta Demarcación son el desarrollo urbano, la industria, la minería y la agricultura.

Las autoridades competentes con responsabilidad en el tema, aquellas con competencias en medio ambiente, y en especial, en materia de aguas. Puede destacarse la importancia del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

PREVISIBLE EVOLUCIÓN DEL PROBLEMA BAJO EL ESCENARIO TENDENCIAL (ALTERNATIVA 0)

El cambio climático no estaba considerado como un Tema Importante en los dos primeros ciclos de planificación a pesar de ello en el segundo ciclo ya se incluyeron algunas medidas tanto a nivel estatal como a nivel autonómico integradas de manera transversal en otros temas importantes. El programa de medidas 2015-2021 incluyó 5 medidas relacionadas con temas de cambio climático. Aunque están recogidas en otros grupos de medidas relacionadas con fenómenos extremos, se considera interesante recopilarlas también en este tema.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Código subtipo según IPH	Código Medida	Descripción Medida	Inversión Prevista mill de €	Situación	Inversión Ejecutada	
					mill de €	%
13.04.01	O0178	mejora y actualización de caumax, y estudio efectos del cambio climático en inundaciones	0,5	En marcha	0	0,0%
13.04.01	O1354	adaptación a los efectos del cambio climático en la provincia de Lugo	0,6	No iniciado	0	0,0%
13.04.01	O1359	adaptación a los efectos del cambio climático en Asturias	0,6	No iniciado	0	0,0%
13.04.01	O1364	adaptación a los efectos del cambio climático en Cantabria	0,6	No iniciado	0	0,0%
15.03.01	O0181	mejora de las evaluaciones de los efectos del cambio climático sobre las inundaciones	0	En marcha	0	0,0%
TOTAL			2,3		0	0,0%

Inversión a 2017 de medidas de reducción de contaminación difusa, por subtipo IPH

Actualmente es difícil cuantificar la responsabilidad del cambio climático sobre el buen estado ecológico o químico de las masas de agua de la demarcación y de las zonas protegidas, e incluso la influencia sobre las recientes sequías o las inundaciones. Sin embargo, parece claro que sus efectos ya se están empanzando a hacer visibles, por lo que, para este tercer ciclo de planificación, el Cambio Climático se ha incluido dentro de los Temas Importantes de la planificación hidrológica.

Es evidente, que el mantenimiento de las condiciones actuales no va a reducir la presión sobre las masas de agua a un nivel suficiente como para poder incrementar la capacidad de adaptación a los diferentes escenarios de cambio climático.

SOLUCIÓN CUMPLIENDO LOS OBJETIVOS ANTES DE 2027 (ALTERNATIVA 1)

La reducción de la vulnerabilidad y la mejora de la capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático pasa por una serie de acciones, que requieren de medidas que sobrepasan el ámbito y alcance del Plan Hidrológico de una demarcación hidrográfica y que deberían formar parte de políticas y estrategias que se considera deben impulsarse desde el Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Al igual que se han desarrollado Planes de Gestión de los Riesgos de Inundación y Planes Especiales de Sequías frente a fenómenos adversos se puede plantear el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático en las cuencas, que analicen la vulnerabilidad frente a cambios en los recursos hídricos y que se planteen medidas de adaptación en el marco de una evaluación de riesgos. Ello de la misma forma en que se ha desarrollado a nivel nacional el “Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático”, elaborado por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) o están desarrollando otros países.

Estos **planes de adaptación al cambio climático** para las demarcaciones hidrográficas deberían de involucrar a todas las administraciones y podrían tener los siguientes contenidos: una caracterización climática e hidrológica adaptada a los distintos territorios de cada demarcación, un estudio para evaluar la vulnerabilidad actual y la correspondiente a los distintos escenarios climáticos e hidrológicos, incluyendo su incertidumbre, un conjunto de medidas para mejorar la resiliencia de los aprovechamientos y, así, forzar la reducción de la vulnerabilidad y un programa de acción para la adaptación, constituido por las medidas de adaptación al cambio climático en

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

los territorios de la demarcación, e incluyendo una estimación del coste y su eficacia, así como su potencial para adaptarse a nuevas situaciones. Las medidas para la reducción de la vulnerabilidad se podrían clasificar en:

- Medidas de reducción de la **vulnerabilidad frene a la falta de disponibilidad de agua**: ahorro y mejora de la eficiencia en el uso del agua, especialmente en la agricultura, reorientación de la actividad económica, diversificación de fuentes de recursos, reutilización de aguas residuales depuradas y aguas desaladas, incluyendo los aspectos económicos y energéticos de la explotación, optimización y mejora de los sistemas de explotación mejorando su conectividad, desarrollo de políticas tarifarias que incentiven el uso racional y eficiente de los recursos, etc.
- Medidas de reducción de la **vulnerabilidad en relación al balance hídrico** del suelo y la recarga de acuíferos: mejora del balance hídrico en los suelos y del estado cuantitativo de los acuíferos, favorecimiento de la retención del agua en el suelo y la reinfiltración, recarga artificial de acuíferos, riegos de apoyo y coberturas de seguro en los cultivos de secano, etc.
- Medidas de reducción de la **vulnerabilidad frente al mayor riesgo de eutrofización** de las aguas y contaminación por nitratos: incremento en las actuaciones de reducción de entrada de nutrientes a zonas sensibles, restauración y recuperación de zonas eutrofizadas, mejora de prácticas agrícolas y ganaderas.
- Medidas de reducción de la **vulnerabilidad frente la pérdida de biodiversidad** en los ecosistemas fluviales: restaurar el funcionamiento hidrológico, la conectividad y la morfología de los cursos de agua (zonas de desbordamiento, conexiones laterales, recargas de acuíferos), ampliación del espacio fluvial, restauración de zonas húmedas, apoyo a la migración de especies piscícolas y vegetales, etc.
- Medidas de **mejora del conocimiento y gobernanza**: incremento de la coordinación entre administraciones, mayor intercambio de conocimiento entre expertos científicos y gestores de agua y entre gestores de agua, grupos ambientales y usuarios, mejora del conocimiento del impacto del cambio climático y las medidas de adaptación a escala local y regional e incremento de la difusión de los impactos y de las medidas en los diferentes sectores y el público en general.
- Medidas relacionadas con **fenómenos extremos como las inundaciones o las sequías**: desarrollar estudios que relacionen el cambio climático con los efectos de las inundaciones y las sequías, influencia de los procesos de desertificación, recuperar sistemas naturales como zonas antiguas de carrizales o lagunas adyacentes, que pueden servir como aliviaderos naturales. Difundir buenas prácticas de cuidado de los cauces, recuperar antiguas alisedas y conectividad transversal natural.
- Medidas relacionadas con la Influencia del cambio climático en el **medio marino**, aguas de transición e incluso su influencia en el sector de la acuicultura, reconociendo sus impactos, vulnerabilidad y posibles medidas de adaptación.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

SECTORES Y ACTIVIDADES AFECTADOS POR LAS SOLUCIONES ALTERNATIVAS

Administraciones estatal, autonómica y local. La sociedad en general. La actividad industrial y ganadera.

DECISIONES QUE PUEDEN ADOPTARSE DE CARA A LA CONFIGURACIÓN DEL FUTURO PLAN

La revisión del plan hidrológico debería considerar, al menos:

- **Adaptar los nuevos programas de medidas a la nueva situación presupuestaria, intentando cumplir los objetivos de la DMA** y las prioridades de las partes interesadas y de la ciudadanía en relación con los efectos del cambio climático.
- **Continuar analizando los posibles efectos del cambio climático** sobre inundaciones, sequías, recursos hídricos, el estado de las masas de agua, la vulnerabilidad de la biodiversidad.
- **Incorporar en el Plan Hidrológico un análisis de los efectos del cambio climático sobre los sistemas de explotación**, teniendo en cuenta los últimos estudios del CEDEX e incorporando la variabilidad espacial y la distribución temporal en la reducción de las disponibilidades hídricas.
- **Analizar la posibilidad de desarrollar un plan de adaptación al cambio climático** propio para la cuenca con medidas directamente relacionadas con la adaptación de los escenarios de aprovechamiento a las previsiones del cambio climático.
- De acuerdo con los artículos 11.4 y 21.4 del RPH y el apartado 2.4.6 de la IPH, el plan del tercer ciclo debe considerar **el inventario de recursos naturales y los balances para la asignación de recursos tomando en consideración las previsiones del cambio climático** para 2039. El valor de las citadas previsiones puede obtenerse del estudio realizado por el CEH para la OECC promediando los valores calculados para los períodos de impacto 2010 – 2040 y 2040 – 2070.

Al hacerlo no conviene perder de vista que la reducción calculada por el CEDEX se estima respecto a la serie de control 1961 – 2000. La asignación de recursos se debe realizar con la serie corta extendida hasta 2017/2018, serie que ya está claramente dentro de los períodos de impacto. Se trata de una serie singularmente seca y levemente impactada. Es de temer que reducirla directamente sin considerar lo que ya lleva reducido por formar parte de un ciclo seco, conduzca a estimaciones demasiado pesimistas (que no prudentes) para 2039.

- Tener en cuenta las conclusiones de los trabajos de la **Red de Reservas Naturales Fluviales** (RNF) que se configura como una referencia especial para el seguimiento de los efectos del cambio climático.

FICHA 10: ADAPTACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE APROVECHAMIENTO A LAS PREVISIONES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

TEMAS RELACIONADOS:

- Todos.

FECHA PRIMERA EDICIÓN: 20/01/2020**FECHA ACTUALIZACIÓN:****FECHA ÚLTIMA REVISIÓN:**