



# Canvi Climàtic. Incidència en la gestió de l'aigua i els ecosistemes fluvials

Informe dels Enginyers Industrials de Catalunya

AEIC/COEIC

Setembre 2022





## ÍNDEX

<b>1</b>	<b>Introducció. Situació general.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Anàlisi. Evidències i hipòtesis de la incidència del canvi climàtic en la gestió de l'aigua.....</b>	<b>4</b>
2.1	Disponibilitat de recursos hídrics.....	4
2.2	Qualitat de les aigües.....	5
2.3	Inundacions i sequeres.....	6
2.4	Ecosistemes fluvials.....	6
2.5	Increment del nivell del mar i intrusió salina.....	7
<b>3</b>	<b>Propostes. Mesures de mitigació i adaptació.....</b>	<b>7</b>
3.1	Estalvi d'aigua.....	7
3.2	Millora en la depuració de les aigües.....	8
3.3	Regeneració i reutilització de l'aigua.....	8
3.4	Cicle de l'aigua.....	9
3.5	Gestió d'aquífers i recàrrega.....	9
3.6	Disminució d'emissions.....	10
3.7	Digitalització.....	10
3.8	Millora de normativa.....	10
3.9	Millora de la biodiversitat.....	11
3.10	Gestió del risc d'inundació.....	11
3.11	Restauració d'espais fluvials.....	11
3.12	Mesures agroforestals.....	12
3.13	Capacitació, sensibilització i innovació climàtica.....	12
<b>4</b>	<b>10 Propostes dels Enginyers.....</b>	<b>13</b>

## 1 Introducció. Situació general

Que estem patint un canvi climàtic, i que aquest és irreversible, sembla ser ja una qüestió admesa per una gran majoria de científics i de la població en general.

La primera entrega del Sisè Informe d'Avaluació (AR6) del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) mostra que el canvi climàtic està tenint conseqüències generalitzades, que es produeixen ràpidament i amb una intensitat creixent arreu del planeta. L'informe, més contundent en la responsabilitat antropogènica del canvi climàtic i en l'escala dels canvis que l'AR5 de 2014, adverteix que algunes de les afectacions que s'han produït no tenen precedents en els darrers centenars de milers d'anys; i que l'augment continu del nivell del mar no serà reversible en el curt termini.

Pel que fa a l'augment global de la temperatura, l'informe calcula que són moltes les possibilitats de sobrepassar l'augment d'1,5 °C o 2 °C en els propers vint anys. Amb un augment d'1,5 °C s'incrementaran les onades de calor, l'allargament de les estacions càlides i l'escurçament de les fredes. Si s'arriba als 2 °C, l'informe preveu episodis de calor extrems que arribarien freqüentment a llindars de tolerància crítics per a l'agricultura i la salut de les persones. Segons l'informe, si bé una reducció substancial i sostinguda de les emissions de GEH podria limitar el canvi del clima, poden passar 20 o 30 anys fins que les temperatures s'estabilitzin després de la reducció substancial i sostinguda de les emissions.

A més de l'increment global de la temperatura, també es produirà una intensificació generalitzada del cicle hidrològic, que provocarà que les precipitacions, les inundacions i les sequeres guanyin intensitat. Totes les regions del planeta s'enfronten a canvis creixents, però amb afectacions diferents. D'acord amb aquesta premissa es fa un resum de les informacions contrastades i opinions rigoroses d'experts i associacions i entitats tècnicament solvents sobre la incidència d'aquest canvi en la gestió de l'aigua i els ecosistemes fluvials i les accions

dirigides a mitigar en allò possible els efectes i adaptar-nos en tots els sentits a aquesta situació.

D'altra banda la previsió per al 2050 és que la població mundial arribi a 9.700 milions d'habitants i que la demanda d'aigua creixerà un 55 %, especialment en el sector de la indústria i en l'àmbit domèstic.

Es preveu que la quantitat de persones afectades per l'estrès hídic augmenti considerablement en els propers anys, efecte que s'ampliarà pel creixement de la població i la disminució de recursos hídrics disponibles.

Al 2030 a Europa l'estrès hídic i l'escassetat probablement afectarà al 50% dels recursos hídrics disponibles. A finals del segle XXI es doblarà l'àrea i la població mundial afectada per la sequera extrema: del 3% afectada entre els anys 1976 i 2005 al 7-8%.

Al mediterrani, al voltant del 20% de la població viu sota estrès hídic constant i a l'estiu, més del 50%.

Els impactes actuals del canvi climàtic es considera en general que són ja irreversibles, qüestionen la resiliència hídrica de les ciutats, la sostenibilitat del planeta i la prosperitat. Cal eficientar l'ús del recurs, així com, desplegar amb urgència i continuïtat noves fonts d'aigua resilients i sostenibles per a les ciutats. Recursos hídrics de proximitat desvinculats de la climatologia i el cicle natural de l'aigua.

Repensar l'aigua urbana amb lents de circularitat ofereix l'oportunitat de superar els reptes de l'aigua proveint una aproximació sistèmica i transformadora per a garantir el subministrament i el sanejament de manera més sostenible, eficient i resilient. El model circular permet reconèixer i aprofitar el valor complet de l'aigua (aigua-energia-nutrients). La regeneració de l'aigua esdevindrà un nou recurs hídic, resilient i de proximitat per a les ciutats.

En un entorn com el nostre planeta, on el 75% de la superfície és aigua, el problema no és la manca d'aquest recurs sinó de l'energia necessària per a obtenir-lo i posar-lo a disposició del consumidor, energia que ha de provenir de



font ambiental, econòmica i socialment sostenibles.

D'altra banda, els costos energètics seran cada vegada superiors i amb una gran incertesa de disponibilitat a causa de problemes geopolítics vinculats amb les grans fonts de subministrament.

Totes les persones depenen de la natura i de la biodiversitat per a poder portar una vida saludable i segura. Uns ecosistemes sans (com els boscos, la vegetació de ribera, els aiguamolls, etc.) ens permeten gaudir d'una aigua de qualitat i ens ajuden a regular els efectes dels episodis de pluges abundants, a protegir els entorns urbanitzats davant inundacions o a mantenir unes reserves d'aigua adequades.

Així, aquesta també té un paper rellevant en la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic. La COP26 de la CMNUCC a Glasgow estableix nous objectius climàtics globals, i la COP15 del Conveni sobre la Diversitat Biològica (CBD) a Kunming estableix el mateix per a la biodiversitat. La COP26 i la COP15 han de desenvolupar de manera coherent solucions i plans d'implementació per a la naturalesa i la biodiversitat en conjunt.

El Panell Internacional de Recursos (IRP), del Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA), destaca la relació entre l'ús de recursos naturals i els desafiaments globals del canvi climàtic i la pèrdua de biodiversitat. La forma en què es gestionen els recursos naturals (terra, biomassa, combustibles fòssils, metalls, minerals i aigua) té un gran impacte en els principals impulsors dels nostres desafiaments planetaris més importants. Ja a la Conferència de les Parts (COP21) de París, en el 2015, es va tractar com contribueix la biodiversitat a la consecució dels objectius del programa, del paper que tenen els boscos com a embornal de carboni i de la importància de mantenir la bona salut dels ecosistemes per a mitigar les catàstrofes naturals, que es faran més recurrents amb el canvi climàtic. De tot això va sorgir també, el mandat d'emprendre accions per a enfortir la resiliència dels ecosistemes amb la finalitat de contribuir al desenvolupament sostenible i protegir les persones i els seus mitjans de vida.

En tot cas, aquest pretén ser un document de treball del Grup de Treball d'Aigües (GTA) de la Comissió de Canvi Climàtic i Economia Circular per a posar-lo a disposició del col·lectiu dels enginyers industrials, de les Administracions i de les Entitats Socials i, si escau, de la societat en general. En ell es fa una anàlisi de la situació específica de Catalunya i unes propostes de mesures a adoptar.

## **2 Anàlisi. Evidències i hipòtesis de la incidència del canvi climàtic en la gestió de l'aigua**

A continuació es fan una sèrie de consideracions sobre els riscos que, de no adoptar mesures eficients d'adaptació i mitigació, es patiran en la gestió de l'aigua del nostre país.

### **2.1 Disponibilitat de recursos hídrics**

Són diverses les veus autoritzades que, amb dades a la ma, deixen clar que el canvi climàtic està tenint i tindrà una forta incidència en la gestió de l'aigua i el ecosistemes fluvials en general. En aquest sentit i al nostre àmbit es pot esmentar, ja al 2009, el document "Aigua i canvi climàtic. Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya" en un document fet mitjançant un conveni de col·laboració entre l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i la Fundación Nueva Cultura del Agua.

L'Agència Catalana de l'Aigua estimava en un 22% la disminució en la disponibilitat d'aigua al litoral català al 2050.

Posteriorment, segons fonts de l'Oficina del Canvi Climàtic, es deixava clar l'augment de la temperatura mitjana, la disminució de precipitacions en diversos punts d'observació i l'increment de la vulnerabilitat del nostre sistema hídric a dues conques representatives, una de conques internes (Ter) i altra de conques intercomunitàries (Segre).

En aquest sentit s'afirmava que el canvi climàtic és una realitat contrastada sense cap mena de dubte, i no fa sinó incrementar encara més la pressió ja existent sobre els territoris, els sistemes agroforestals i la gestió de l'aigua. Així, els impactes del canvi climàtic a La Muga, al Segre i al Ter incrementen el nivell de vulnerabilitat actual a totes tres conques. La reducció de cabals circulants en el darrer sexenni i les projeccions dels escenaris futurs conclouen en una evident reducció en la disponibilitat d'aigua per als ecosistemes i les activitats humanes que en depenen.

Queda clar doncs, que s'espera una disminució general de les precipitacions acumulades que segons diversos estudis podrien estar entre un 20 i un 40%, incrementant l'estrès hídric en zones que, ja ara, poden estar en tensió, com és gran part de la mediterrània.

En aquest sentit cal també esmentar les dades aportades per estudis del *Centro de Estudios Hidrológicos (CEH) del Centro de Estudios y Experimentación de obras públicas (CEDEX)* i que han estat emprades en els Plans Hidrològics del tercer cicle i que parlen ja ara, per exemple, de disminucions de l'ordre del 8% a la demarcació hidrogràfica del Cantàbric, entre 9 i 13% al Duero, del 16% al Tajo i del 31% al Guadalquivir, amb una mitjana de l'11% per al conjunt de conques estudiades, si bé amb notables diferències entre les més humides i les més seques.

Observem, doncs, que el canvi climàtic en curs fa que, en el nostre entorn mediterrani plogui menys i pitjor. Menys, perquè la pluviometria anual tendeix a ser més baixa. Pitjor, perquè els fenòmens extrems, de sequera i episodis torrencials són més freqüents, cosa que dificulta l'emmagatzematge d'aigua als aqüífers i als embassaments; i perquè l'augment tèrmic redueix la proporció de neu, que també és una forma d'emmagatzemar l'aigua i suavitzar el cicle anual. La proporció d'aigua disponible es redueix per tots aquest motius, i probablement per l'augment de la superfície de bosc, que absorbeix aigua i redueix l'escorrentia.

En definitiva, el cicle natural de l'aigua cada cop ens donarà menys aigua disponible per als usos de l'activitat humana. El consum domèstic ha

disminuït els darrers anys fins als 116 l/hab./dia a Catalunya i a 105 l/hab./dia a l'àrea metropolitana de Barcelona amb un repunt els anys 2020 i 2021 degut a la COVID-19 (Estudi de volums d'aigua subministrats i captats a Catalunya 2021, ACA), prop dels 100 l/hab./dia que recomana l'OMS com a dotació mínima, donant poc recorregut a reduccions en el futur. També sabem que, a nivell general, els grans consumidors d'aigua no són els usos urbans sinó els usos agrícoles, que en són consumidors nets, i els energètics, que condicionen la disponibilitat.

És evident que encara tenim moltes incerteses i que no és gens fàcil precisar aquesta disminució i que hi ha opinions divergents, però sí que ja és una tendència clara que es té en compte en els instruments de planificació hidrològica on ja portem tres cicles analitzant-lo (2009-2015, 2016-2021 i 2022-2027).

## 2.2 Qualitat de les aigües

Si admetem que s'estan incrementant els fenòmens extrems, és a dir, les sequeres i les inundacions, hem d'admetre també que durant els llargs períodes de sequera es produeix una menor dilució dels abocaments urbans i industrials a les lleres i per tant una major dificultat per a mantenir objectius ambientals, com ara pel que fa al contingut de nutrients, precursors dels fenòmens d'eutrofització.

Cal tenir en compte que, per a molts contaminants coneguts com a "emergents" (organoclorats, pesticides, plastificants, productes farmacèutics, cosmètics i de neteja, formulacions ignífugues, etc) els objectius estan fixats en nivells molt baixos atesa la seva toxicitat o perillositat i per tant un petit augment de concentració ja els poden superar. Aquests contaminants estan presents en bona part de la nostra xarxa fluvial en entorns més antropitzats.

Així mateix, durant les molt fortes pluges, augmenten els abocaments, sense tractament adient, per sobreeximent dels sistemes de sanejament.

Per tant, en els dos casos augmenta la dificultat d'assolir els objectius de qualitat fisicoquímics establerts per a zones ja vulnerables ara.



D'altra banda el control de la solubilitat dels composts químics en funció de la temperatura pot agreujar l'anòxia a les aigües superficials, atès que la dissolució de l'oxigen és inversament proporcional a la temperatura dificultant i modificant la vida aquàtica pròpia.

Aquest augment afecta també als processos d'eutrofització de masses d'aigua estancades com alguns embassaments que són origen de captacions per a subministrament d'aigua per a consum humà, tot dificultant a més els posteriors processos de potabilització.

A més, com s'ha comentat abans, l'increment de la població provocarà un augment notable de la demanda d'aigua. A les ciutats, això conduirà a un major volum d'aigua residual i de contaminació de les masses d'aigua.

## 2.3 Inundacions i sequeres

Són nombroses les referències a que aquest canvi provocarà l'increment dels fenòmens extrems al nostre entorn i, per tant, també s'ha de valorar la incidència en les inundacions i les sequeres. Entre elles destaquen els informes sobre el canvi climàtic a Catalunya coordinats pel professor Javier Martín Vide.

També, a nivell més general, segons el professor Petteri Taalas, secretari general de l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) "l'increment de les temperatures està generant canvis en les precipitacions a nivell mundial i regional, fet que ha donat lloc a variacions en la distribució d'aquestes i de les estacions agrícoles, amb importants repercussions en la seguretat alimentària així com en la salut i el benestar de les persones".

Totes les dades fins ara disponibles fan pensar que si bé, com s'ha dit abans, s'espera una disminució general de les precipitacions acumulades, després de llargs períodes sense precipitacions apreciables, es podran produir, amb certa freqüència, precipitacions molt intenses capaces de causar greus danys.

De fet, ja ara ens estem acostumant a patir els efectes de situacions amb forts temporals amb greus conseqüències com són les denominades DANA (Depressió Aïllada en Nivells Alts) que en

curts períodes de temps poden provocar molt fortes precipitacions no sempre fàcils de preveure i de difícil gestió durant l'episodi.

També ens estem habituant a períodes cada vegada més llargs de fortes sequeres que posen en perill la garantia de subministrament dels recursos hídrics necessaris per als diversos usos.

Aquests episodis meteorològics extrems no només succeeixen a l'arc mediterrani, a on es podria pensar que es donen amb més facilitat degut als propis factors que conformen aquest clima, sinó que també es comencen a donar a zones d'Europa central, les inundacions d'Alemanya del juliol de 2021 en són un exemple, on se suposa que aquesta variabilitat meteorològica no és un tret tan característic del seu clima.

A nivell més local, ja en el primer cicle de planificació al PGRI de conques internes de Catalunya ja es parlava que probablement els cabals màxims podrien augmentar fins a un 20% dels estimats amb anterioritat i aquesta tendència, si bé encara amb incerteses, es va consolidant en els següents cicles.

Les alternances de llargues sequeres i fortes inundacions dificulten la percepció i delimitació dels espais fluvials i la seva gestió pel que fa a l'ocupació i als usos en les zones inundables.

## 2.4 Ecosistemes fluvials

Si bé el canvi climàtic, com s'ha dit, dificulta el compliment dels objectius de qualitat fisicoquímica, probablement són notablement pitjors els efectes sobre la hidromorfologia dels cursos fluvials doncs l'alternança de períodes de sequera amb precipitacions molt fortes provoca variacions en el règim de cabals i de l'espai que aquests ocupen, alterant la forma i dimensions dels espais fluvials i fent més difícil la seva delimitació al no tenir encara suficients elements per a identificar amb rigor les zones inundables per a diferents períodes de retorn i variar també els espais ocupats per les denominades aigües baixes.

L'augment dels fenòmens climàtics extrems, especialment les inundacions, segons alguns



científics, té uns efectes devastadors a les àrees amb equilibri molt sensibles i pot provocar la desaparició de desenes d'espècies.

Sens dubte això impacta en la flora i fauna dels ecosistemes fluvials, si bé amb conseqüències encara no prou conegudes.

En tot cas i com s'ha dit abans l'empitjorament de la qualitat de l'aigua i l'increment de temperatura dificultarà el manteniment de la vida aquàtica actual corresponent a les masses d'aigua.

Tanmateix, la variació en el règim hidrològic, ja molt alterat prèviament a conques com les del Ter, Llobregat, Segre i Ebre, provocarà nous canvis en la morfologia fluvial i alterarà la vegetació que ocuparà les actuals riberes i modificarà en resum el conjunt de l'ecosistema associat.

Ja en l'anteriorment esmentat document "Aigua i canvi climàtic. Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya" elaborat per l'ACA, podríem trobar opinions de diversos científics sobre el tema.

En tot cas, sembla també haver un consens en admetre que probablement els temps de recuperació dels ecosistemes front a determinades pressions podria augmentar de forma apreciable.

## 2.5 Increment del nivell del mar i intrusió salina

Un altre efecte, amplament contrastat, que el canvi climàtic genera és l'increment del nivell del mar. Així nombrosos estudis ho confirmen i afirmen que al Mediterrani ja n'ha incrementat el nivell en uns quants centímetres en els darrers anys i ho continuarà fent.

Si bé el principal perill, a llarg termini, que això comporta és el derivat de la inundació sobre amples territoris actualment terrestres, no és gens menyspreable el causat per l'augment de l'entrada de falques salines o salobres que augmenten el risc de salinització d'aqüífers costaners, especialment en zones deltaïques, com ara Muga-Fluvià, Ter, Llobregat i Ebre.

Aquest increment de salinitat pot posar en perill actuals abastaments estratègics tant per a consum humà, com a agrícola i d'altres, amb una substitució, ara per ara, gens senzilla i amb costos energètics en tot cas apreciables, com són les dessaladores.

Així mateix aquest procés pot modificar els ecosistemes estuaris i de transició amb conseqüències segures però encara no prou conegudes.

Aquest increment del nivell del mar suposa canviar les condicions de contorn dels estudis hidràulics d'inundabilitat en els trams finals dels rius que cal anar adaptant a les noves circumstàncies.

## 3 Propostes. Mesures de mitigació i adaptació

Un cop admès que el canvi climàtic és una realitat que ja ens està afectant, cal pensar en les possibles mesures tendents a mitigar els efectes o adaptar-nos a aquests nous escenaris permanents. Això es pot abordar des dels plans i les accions per assolir la neutralitat en tots els sectors, tant des de l'àmbit empresarial com des del personal, i desplegant solucions que garanteixin la resiliència territorial i dels recursos naturals necessaris.

### 3.1 Estalvi d'aigua

Si en algun recurs natural s'aplica el concepte de circularitat aquest és el recurs hídic, doncs és ben sabut que es regeix pel conegut cicle hidrològic; pluja, escorrentia, cursos fluvials i aqüífers, usos de l'aigua, retorn al medi, mar, evaporació, núvols i torna a començar.

El problema es centra, per tant, en les fases d'usos i retorn al medi, on cal incrementar les accions basades en la circularitat, de manera que es redueixi en allò possible la quantitat de recurs hídic mobilitzat.

Davant les nombroses veus que opinen que patirem una clara disminució de la disponibilitat



de recursos hídrics, és evident que totes les mesures dirigides a una planificació estratègica que prioritzi les mesures d'estalvi en els diversos usos (abastament, agrícola, industrial i urbà) incidirà favorablement en la mitigació i adaptació. Si bé és evident que a curt termini la implantació d'aquestes mesures pot tenir costos econòmics, està clar que a llarg termini són clarament superats pels avantatges que han de suposar.

A Catalunya, com s'ha comentat anteriorment, no és senzill disminuir molt més els consums domèstics (120 l/hab./dia), ja proporcionalment inferiors a moltes altres zones, i per tant són els sectors agrícola i, en menor mesura l'industrial, ja que aquest últim, i en especial en alguns sectors, ja ha fet també notables esforços, els que han d'impulsar tot tipus de mesures innovadores que provoquin menors consums unitaris.

### 3.2 Millora en la depuració de les aigües

Si sembla clar que en molts cursos fluvials hi haurà molts dies en què circularan cabals inferiors als anteriorment habituals, i això implica menor dilució de contaminants, caldrà impulsar encara més l'adopció de les millors tecnologies disponibles tant en els sistemes interns de les activitats potencialment contaminadores com en els sistemes de sanejament i depuració externs ja siguin individuals o d'aglomeracions urbanes o urbano-industrials. En les zones afectades per derivacions que puguin incrementar aquesta vulnerabilitat front abocaments caldrà ser molt exigent en la implantació i respecte dels cabals ecològics o de manteniment per a no agreujar els efectes de les sequeres.

Cal impulsar la implantació progressiva de tecnologies emergents, com ara les que giren al voltant de bioelectrosíntesi, que permetin recuperar components de les aigües residuals, i en especial fòsfor i nitrogen, dins d'una necessària transició des de les actuals i clàssiques EDAR's cap a un nou concepte com el de les ecofàctories.

Com els recursos no són inesgotables, a l'ecofàctoria s'apliquen els principis de l'economia circular amb un ús racional dels

recursos que són consumits i gestionats de manera que s'allarga el cicle de vida, incorporant-los novament al cicle de productiu. L'objectiu d'aquestes instal·lacions és arribar a ésser autosuficients energèticament ( $E=0$ ), no generar residu ( $R=0$ ) i estar completament integrats a l'entorn generant impactes positius en la biodiversitat i la societat. Es pretén obtenir així la regeneració del 100% de l'aigua depurada, autoconsumir el 100% de l'energia necessària, reduir el volum dels fangs generats i obtenir subproductes de valor a partir del residu actualment generat. Això implica una reducció de l'empremta de carboni, una millora ambiental, una millora de la disponibilitat aigua i una reducció costos.

En aquest marc cobra especial importància l'impuls de les mesures de regeneració i reutilització.

### 3.3 Regeneració i reutilització de l'aigua

Davant aquesta situació i tenint en compte que la tecnologia permet cada vegada més obtenir aigua de millor qualitat a uns costos raonables, la regeneració i reutilització de l'aigua esdevenen un factor clau per fer front als efectes del canvi climàtic.

En primer lloc cal impulsar totes les mesures destinades a la reutilització interna en totes les activitats que incloguin processos consumidors d'aigua.

En segon terme, i especialment en importants aglomeracions urbanes, industrials, s'hauran d'impulsar sistemes de regeneració de les aigües residuals. L'aigua regenerada és aquella que ha estat tractada en estacions depuradores i que ha tingut un procés addicional de tractament que possibilita la seva reutilització, seguint un model circular. Una vegada regenerada, aquesta aigua es pot retornar en condicions òptimes als rius i aqüífers per començar de nou el cicle de captació o bé subministrar-la directament a la indústria, a les ciutats i a l'agricultura per a diferents usos, i permetre així un alliberament de recursos hídrics provinents del cicle natural del que està clar que hem de disminuir la dependència en el context de canvi climàtic.





Durant l'any 2021 el total d'aigua regenerada en l'àmbit metropolità va ser de 38 hm<sup>3</sup>. El volum d'aigües residuals depurades en el mateix període va ser de 249,5 hm<sup>3</sup>, de manera que el cabal regenerat va representar un 15,2 % de l'aigua que es depura en les EDAR del territori metropolità de Barcelona.

En aquest territori les demandes potencials en els propers anys situen el volum d'aigua regenerada al voltant dels 90 hm<sup>3</sup> essent els usos agrícola i ambiental els més destacats. Per tant, cal un desplegament urgent de l'aigua regenerada als territoris metropolitans, entesos en sentit ample, per garantir la resiliència hídrica i el desenvolupament socioeconòmic del mateix en un escenari d'emergència climàtica com l'actual. El seu desplegament permetria alliberar l'ús de recursos hídrics convencionals i no locals (com l'aigua del Ter) i, per tant, garantir l'autosuficiència d'aquests territoris metropolitans i a la vegada el bon estat dels ecosistemes associats als recursos hídrics alliberats.

En les zones costeres la tecnologia basada en l'anomenada "Energia blava", mitjançant l'Energia del Gradient Salí (EGS) i de l'Electro Diàlisi Reversible (EDR) ha de permetre fomentar la implantació de sistemes de regeneració d'aigües provinents d'EDAR's.

### 3.4 Cicle de l'aigua

En aquest context, l'accés a l'aigua, com a molts altres recursos escassos, planteja la necessitat d'una reflexió en termes d'economia circular, en especial, en les zones on el seu ús és intensiu.

El cicle de l'aigua tradicionalment ha estat integrat per la captació, la potabilització, el transport i distribució d'aigua potable, la recol·lecció de les aigües residuals i la seva depuració per a, en zones costaneres, tornar l'aigua al mar un cop depurada.

El tancament del cicle de l'aigua implica regenerar i reutilitzar aquesta aigua abans de ser tornada al mar.

Si la reutilització és per a ús com a aigua potable, les tecnologies actuals permeten dessalar aigua de mar amb intensitats energètiques semblants a les requerides per a regenerar i potabilitzar

(reutilitzar) les aigües servides, i per tant, el cost energètic de la reutilització de l'aigua és del mateix ordre de magnitud que el de la dessalinització d'aigua de mar. Les tecnologies per a la dessalinització i la reutilització existeixen, són accessibles i es perfeccionen, a més, en un escenari a mig termini en el que hi ha consens en què les energies renovables seran accessibles, descentralitzades i, tal i com ja passa, més barates que l'energia d'origen fòssil, serà econòmicament viable obtenir aigua a un cost assumible que permeti desvincular progressivament les demandes d'aigua de les extraccions del cicle natural. Aquest fet permet dissociar l'obtenció de recurs de la climatologia i del cicle natural de l'aigua.

### 3.5 Gestió d'aqüífers i recàrrega

Com es comenta en aquest document l'emmagatzematge d'aigua als aqüífers estarà dificultada per les variacions del règim pluviomètric.

Per a incrementar les reserves, necessàries en èpoques d'escassetat, cal fomentar la gestió sostenible dels aqüífers i la recàrrega dels mateixos en els moments en què hi hagi excedents de recurs, sigui aquesta excedència conseqüència del cicle natural o de recursos hídrics desvinculats de la climatologia i el cicle natural de l'aigua.

Una forma d'incrementar la recàrrega d'aqüífers al·luvials és la recuperació del comportament natural de les zones inundables, que a més de la millora de la funcionalitat ambiental, augmenta la infiltració.

En els grans projectes urbanístics caldrà ser exigent a l'hora d'adoptar mesures que compensin les pèrdues d'infiltració per impermeabilització del sòl (paviments porosos, rases d'infiltració, sistemes urbans de drenatge sostenible, etc).

En aquest sentit cal ser exigent en l'aplicació generosa del que ja estableix el Reglament del Domini Pública Hidràulic en el seu article 126 *ter* .7 "*Las nuevas urbanizaciones, polígonos industriales y desarrollos urbanísticos en general, deberán introducir sistemas de drenaje sostenible, tales como superficies y acabados*

*permeables, de forma que el eventual incremento del riesgo de inundación se mitigue. A tal efecto, el expediente del desarrollo urbanístico deberá incluir un estudio hidrológico-hidráulico que lo justifique”.*

Aquesta gestió de les aigües subterrànies en tot cas caldrà fer-la sempre de forma coordinada amb la de les aigües superficials.

### 3.6 Disminució d'emissions

Aquesta és la mesura primària que tothom té en ment, doncs si disminuïm les emissions de gasos d'efecte hivernacle al màxim, mitigarem els efectes generals del canvi climàtic i, per tant, també en la gestió de les aigües. Per a fer-ho, alineant-nos amb els plans i estratègies, cal establir fulls de ruta per la neutralitat i passar a l'acció urgent desplegant projectes de descarbonització en els eixos de la construcció, l'energia, l'agricultura, la mobilitat, l'aigua i els residus, entre altres. Aquests sectors cal que es descarbonitzin no només tenint en compte les seves emissions directes sinó també aquelles que es donen de manera indirecta als seus processos. D'aquesta manera, es descarbonitzaran també els ecosistemes vinculats als mateixos i s'assolirà la neutralitat globalment. Per a fer-ho cal compromís públic, treballar en fulls de ruta factibles i a la vegada decidits, comptar amb la col·laboració dels diversos agents involucrats i desplegar amb urgència projectes de reducció d'emissions així com desenvolupant sistemes de captura de les emissions no reduïbles.

És un tema sobre el que ja existeix prou documentació i sobre el que s'han fet nombroses jornades i publicacions que estan a l'abast dels tècnics, gestors i població interessada i amb molts posicionaments des dels enginyers industrials.

### 3.7 Digitalització

Les majors variacions atmosfèriques i climatològiques causades pel canvi climàtic, ja esmentades, suposaran una major incertesa en la disponibilitat del recurs, per la qual cosa cal conèixer amb exactitud les reserves, subministraments, consums actuals i demandes futures i garantir la seguretat hídrica.

En aquest sentit, l'ús de les noves tecnologies per aconseguir una informació precisa i actualitzada en sectors com el cycle urbà de l'aigua, el regadiu i la indústria ens permetrà tenir una millor capacitat de control i gestió del recurs. Aquesta digitalització es considera fonamental en els sistemes tècnics i administratius relacionats amb la gestió del recurs en els organismes de conca i també dels grans usuaris dels diversos sectors implicats.

La digitalització, a banda de garantir una millor gestió integral dels recursos hídrics en base a dades actualitzades i representatives de la realitat, permetrà també gestionar de manera eficient els actius i els treballs, operar de manera avançada i més eficient les xarxes d'aigua i sanejament així com de les plantes de tractament, permetent una gestió en tems real amb visió 360º i generadora de nou valor basat en les dades per a tots els grups de relació.

Cal doncs impulsar la transformació digital amb l'objectiu de millorar la resiliència i assolir una major sostenibilitat global.

Per a major eficàcia es requeriran també adaptacions normatives i un fort impuls de formació a fi de facilitar la implantació i, evidentment, les oportunes dotacions pressupostàries que ho permetin.

### 3.8 Millora de normativa

Ateses les peculiaritats de les condicions hidrològiques de Catalunya, amb zones tan diferents, quan a comportament hidrometeorològic, com ara les conques de la Garona, del Segre, les del Llobregat o Ter i les nombroses rieres litorals de règim torrencial i mediterrani, cal tenir una normativa addicional a les de caràcter superior i pròpia que contempli els efectes del canvi climàtic en tots aquests tipus de conques. Això requerirà un esforç previ de caràcter científicotècnic que permeti un millor coneixement del comportament d'aquestes conques en l'escenari de canvi climàtic.

Cal també modificar, o fer-ne una de pròpia, la normativa que regula els usos dels espais fluvials i els fenòmens de sequeres i inundacions, i en concret el Reglament del Domini Públic Hidràulic, a fi d'introduir conceptes actualitzats sobre els

espais fluvials i la hidromorfologia i permetre la retirada d'ocupacions vulnerables en zones de flux preferent.

Per a potenciar l'economia circular, cal adaptar o modificar la normativa per a facilitar que el que avui considerem un residu pugui, amb el procés corresponent, ser transformat en un recurs.

### 3.9 Millora de la biodiversitat

Al nostre país, la biodiversitat presenta un gran valor que cal protegir de les múltiples amenaces que pateix i a les que es suma les derivades del canvi climàtic.

En aquest sentit, i a més de les diverses administracions, les empreses tenen un paper fonamental en la conservació del capital natural ja que molts negocis sustenten la seva activitat sobre aquest actiu. L'interès de la biodiversitat a l'entorn on es situa cada instal·lació, així com dissenyar actuacions per a reduir els seus impactes negatius i per a contribuir de manera positiva i significativa a la restauració ecològica del seu entorn, no sols augmenta el compromís de l'empresa amb la conservació de la naturalesa, sinó que també estreta els seus vincles amb les comunitats locals.

Aquests reptes, evidentment, no poden ser abordats en solitari, les empreses hauran de cooperar amb administracions locals i ambientals, a més d'organitzacions amb les quals comparteixin objectius.

En general, entre les accions per a afavorir la biodiversitat i la infraestructura verda destaquen les destinades als següents objectius:

- Reduir els impactes negatius de les activitats sobre la biodiversitat: prevenir-los, mitigar-los en la mesura que sigui possible i, si es generen impactes residuals, compensar-los.
- Naturalitzar les instal·lacions industrials oferint hàbitats d'interès per a espècies silvestres.
- Contribuir a la restauració ecològica d'ecosistemes deteriorats.
- Donar suport a la recuperació d'espècies amenaçades o en declivi.

- Facilitar espais per al desenvolupament d'activitats lúdiques o pedagògiques en contacte amb la naturalesa.

Nombroses instal·lacions del cycle de l'aigua (plantes depuradores, potabilitzadores, captacions, etc.) faciliten espais idonis amb múltiples oportunitats per a desenvolupar actuacions, tant en els espais de l'interior de la instal·lacions com en el seu entorn.

En tot cas, les mesures d'adaptació als nous règims hidrològics, l'impuls a les solucions basades en la natura i la recuperació del comportament natural de les zones inundables ha de contribuir a millorar la biodiversitat en aquest context de canvi climàtic.

### 3.10 Gestió del risc d'inundació

Atès que es produiran, cada vegada amb major freqüència, fenòmens extrems de precipitacions i inundacions, cal adoptar tot un seguit de mesures dirigides a evitar danys no assumibles, com ara:

- Avançar en la valoració de la incidència del canvi climàtic en fenòmens de cabals extrems i d'increment del nivell del mar.
- Millorar la cartografia de zones inundables d'acord amb les noves dades.
- Millorar el coneixement del comportament de conques de règim efímer i/o torrencial.
- Recuperar el comportament natural de les planes d'inundació.
- Avançar en el pas de la predicció meteorològica a la predicció de danys.
- Implantar Sistemes d'Alerta Primerenca d'Inundacions, prioritzant conques de règim torrencial i sobtat.

Es tracta, en resum, de conviure amb un fenomen natural evitant els danys no assumibles i substituir el paradigma de modificar el terreny i/o la llera per ocupar les planes d'inundació per una gestió sostenible dels espais fluvials.

### 3.11 Restauració d'espais fluvials

Si admetem que davant dels ecosistemes fluvials els temps de resposta a les alteracions serà més llarg, cal impulsar la restauració d'aquests a fi d'arribar a majors nivells de naturalitat de forma que siguin més resistents i resilients a tot el

conjunt de pressions. Els ecosistemes fluvials es restaurarien també a través del manteniment dels cabals ecològics i de la qualitat, una acció que es pot realitzar a través de l'aportació d'aigua regenerada als mateixos com ja s'està fent, per exemple, al riu Llobregat.

En aquest sentit s'haurà d'impulsar l'adopció de mesures basades en solucions naturals i la progressiva recuperació dels règims naturals hidrològics, ja adaptats al previsible escenari de canvi climàtic, i dels espais que aquests han d'ocupar, des de les denominades aigües baixes fins a les planes d'inundació afectades per episodis extrems d'avingudes, fent esforços per a mantenir i recuperar planes d'inundació i antics braços fluvials perduts.

### 3.12 Mesures agroforestals

Atesa la importància de l'evapotranspiració en el balanç hidrològic, els boscos tenen un paper rellevant en tant que el canvi climàtic en modificarà l'estructura i les seves funcions biològiques, això afectarà la producció de biomassa i, consegüentment, la captura de recursos d'aigua. A grans trets, l'augment de la temperatura implica més demanda evaporativa i respiració, per la qual cosa cal més aigua per a mantenir la producció de biomassa. Això comporta una reducció de les reserves d'aigua al sòl. Tanmateix, atès que la pluviometria acumulada tendeix a decreixer segons les prediccions climàtiques, els ecosistemes patiran més sequera.

Finalment, un canvi progressiu en l'estructura forestal pot produir diverses afeccions al cicle hidrològic; per exemple, un augment de la torrencialitat.

Si bé a nivell planetari el manteniment o la reforestació d'importants zones boscoses en determinats indrets pot ser absolutament necessari, segons diversos estudis i projectes es conclou que la reforestació de moltes zones, sovint totalment excessives, i el progressiu abandonament d'activitats agrícoles pot agreujar els efectes del canvi climàtic també en la gestió de l'aigua.

És evident que en els darrers 50 anys del segle passat es varen perdre moltes superfícies de

conreus que varen ser substituïdes per àrees més boscoses com es pot comprovar al comparar fotografies aèries del vol del 1956 i actuals.

Així mateix, un canvi progressiu en l'estructura forestal pot produir diverses afeccions al cicle hidrològic; per exemple, un augment de la torrencialitat potenciant els efectes negatius de l'increment de fenòmens extrems de precipitacions.

D'acord amb tot això hi ha opinions que consideren que cal una gestió forestal que tingui molt més en compte els fluxos d'aigua de forma que es mitiguin els efectes esmentats. A més a més, els boscos i les masses verdes representen pulmons que actuen com a embornals per a poder reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle que no es puguin reduir o capturar. No obstant també aquest és un tema amb incerteses i posicionaments diferenciats.

Cal també ser molt exigent en evitar activitats agrícoles o silvícoles en espais fluvials ambientalment funcionals o potencials i recuperar el seu funcionament natural ecosistèmic.

### 3.13 Capacitació, sensibilització i innovació climàtica

La capacitació i sensibilització climàtica és essencial perquè ningú es quedi endarrere. La innovació climàtica ha de permetre crear noves oportunitats de generació de valor compartit i progrés en el marc de la transició ecològica. Facilitar la millora de les competències i la capacitació en noves habilitats és clau per a mantenir la competitivitat de les persones, i dotar d'eines per a accedir a la nova oferta d'ocupació verda.

Tanmateix és important que les persones compreguin la situació actual de canvi climàtic per a què així puguin comprometre's i contribuir-hi de forma positiva. Que tot l'ecosistema territorial entengui el context actual i es sensibilitzi, permetrà que els processos de decisió i els compromisos que s'agafin vagin, des de tots els nivells, en una mateixa direcció per a què així es produeixi un canvi positiu en el clima.



La creació de hubs oberts d'innovació garantiria la generació de nou valor compartit i punter, amb visió multidisciplinària i esforç compartit, a través de la co-creació, el co-desenvolupament tecnològic i de solucions per a la neutralitat i l'adaptació al canvi climàtic, la creació i acceleració d'empreses, entre altres.

Els projectes han d'estar alineats i interconnectats amb tots els actors, des dels agents tractors als ciutadans passant per les institucions, l'ecosistema expert, els agents en la gestió de serveis urbans i industrials, etc. Els projectes aïllats, disciplinaris, fragmentats i organitzats en sitges no podran respondre a un problema sistèmic.

Cal així mateix una visió holística i multidisciplinària, tot lligant coneixements sobre hidrologia, geomorfologia, ecosistemes naturals i transició energètica.

Sortosament a Catalunya, i en tots aquests camps, hi ha una bona base científica, tècnica i tecnològica, tant en el món universitari i de recerca com en el de les empreses dedicades a l'aplicació pràctica i en la gestió de les administracions, que ha de permetre avançar en aquest sentit.

## 4 10 propostes dels Enginyers

Des del col·lectiu d'Enginyers volem aportar les següents propostes, a mode de resum, amb l'ànim d'aportar una guia de les principals actuacions per a adaptar la gestió de l'aigua a l'entorn que els reptes del canvi climàtic ens planteja.

1. **Més eficiència:** Cal impulsar mesures per a fer més eficient el cicle integral de l'aigua reduint les pèrdues, especialment, a les xarxes de distribució.
2. **Desvinculació del cicle natural de l'aigua:** Cal dissociar l'obtenció de recurs de la climatologia i del cicle natural de l'aigua. Augmentar la capacitat de dessalinització i regeneració ens permetrà aportar nova aigua

al sistema i disminuir la dependència del cicle natural de l'aigua.

3. **Digitalització.** Cal impulsar la digitalització, és a dir, l'ús de les noves tecnologies per aconseguir una informació precisa i actualitzada del cicle integral de l'aigua, que ens permeti conèixer millor i anticipar el comportament de la xarxa.
4. **Circularitat.** Cal impulsar l'aplicació dels principis de l'economia circular i de descarbonització en tot el cicle de l'aigua, augmentant la capacitat de regeneració de l'aigua.
5. **Finançament i transparència.** Cal garantir el finançament de les infraestructures i reflectir transparentment el cost real de l'aigua. La informació permetrà al ciutadà prendre decisions més informades.
6. **Normativa i legislació.** Cal adaptar, modificar i millorar la normativa adaptant-la a les necessitats canviants i, en especial, per a facilitar la generació de recursos a partir del que avui considerem residus.
7. **Biodiversitat.** Cal adoptar mesures de naturalització del medi per a facilitar la biodiversitat, la conservació de les masses d'aigua i l'efecte de les inundacions.
8. **Tecnologia.** Impulsar encara més l'adopció de les millors tecnologies disponibles tant en els sistemes interns de les activitats potencialment contaminadores com en els sistemes de sanejament i depuració externs ja siguin individuals o d'aglomeracions urbanes o urbano industrials.
9. **Innovació.** Crear hubs oberts d'innovació per a garantir la generació de nou valor compartit i punter, amb visió multidisciplinària i esforç compartit, a través de la co-creació, el co-desenvolupament tecnològic i de solucions per a la neutralitat i l'adaptació al canvi climàtic.
10. **Coneixement i sensibilització.** Millorar el coneixement del comportament de conques de règim efímer i/o torrencial, i l'efecte de les noves condicions de cabal i nivell del mar.



**EDITA**

Associació / Col·legi  
d'Enginyers Industrials de Catalunya  
Via Laietana, 39 | 08003 Barcelona  
93 319 23 00 | [www.eic.cat](http://www.eic.cat)