



# El potencial de l'economia circular en el sector energètic. Oportunitats en l'àmbit territorial

Joan Batalla Bejerano<sup>1,2</sup>, Elisenda Jové-Llopis<sup>1</sup>, Manuel Villa-Arrieta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Càtedra de Sostenibilitat Energètica (IEB-UB), Universitat de Barcelona

<sup>2</sup> Fundación para la Sostenibilidad Energética y Ambiental (Funseam)

## Resum

Davant l'escenari de transició cap a una economia verda i circular, aquest article pretén examinar quin paper juga el sector energètic com a agent clau del canvi climàtic. Per donar resposta a aquest repte, en primer lloc, l'estudi contextualitza el concepte d'economia circular, els principals beneficis i obstacles, i a continuació tracta el context institucional sobre el qual s'assenten les bases d'aquest nou model econòmic. En segon lloc, s'examinen les oportunitats que ofereix l'economia circular al sector energètic a través d'una perspectiva de cicles d'aplicació —operacions, consum i reutilització de les infraestructures— i de vectors energètics —electricitat, gasos renovables, hidrogen, biomassa, biocarburants de nova generació i calor i fred residual. Finalment, es presenten les iniciatives d'economia circular associades a l'energia implementades a Catalunya per tal d'il·lustrar les oportunitats que ofereix aquest canvi de paradigma en l'àmbit territorial.

## 1. Com donar forma a un futur sostenible?

El futur de les economies se sustenta en la sostenibilitat. Les constants advertències d'experts internacionals sobre l'impacte del canvi climàtic i els límits dels recursos naturals han posat les societats modernes davant del repte i la necessitat urgent de repensar la manera com s'interactua amb l'entorn i redissenyar amb ulls nous quin camí es vol seguir per tal d'assolir la neutralitat climàtica l'any 2050 (Comissió Europea, 2019).

Davant una acceleració de les ambicions sobre la descarbonització de les economies (Comissió Europea, 2021), són necessàries noves solucions innovadores per complementar les mesures predominants fins al moment —substitució de combustibles fòssils per energies renovables i millores en l'eficiència energètica (Sen et al., 2021). És per això que l'economia circular es posiciona com a estratègia integradora dels instruments existents de descarbonització a fi d'aconseguir una economia climàticament neutra.

En els darrers anys, la Comissió Europea ha impulsat el desenvolupament d'una economia circular en què es treballa perquè els productes siguin cada cop més funcionals, amb una major vida útil i dissenyats per ser reparats, reutilitzats i incorporats de nou al sistema. De fet, a final del 2019, amb la publicació del Pacte Verd Europeu (estratègia europea per un creixement sostenible), l'economia circular pren força i Brussel·les l'estableix com un dels pilars bàsics per transformar la Unió Europea en una societat equitativa i pròspera amb una economia moderna, eficient en l'ús dels recursos i competitiva.

En termes generals, el concepte d'economia circular descriu un model de producció i consum que maximitza la utilitat dels productes, els components i els materials al llarg del seu cicle de vida alhora que representa una eina per reduir l'impacte ambiental i fomentar un creixement econòmic sostenible (Geissdoerfer et al. 2017; Ghisellini et al. 2016; Kirchherr et al., 2017). A partir del marc conceptual de les 3R, «reduir, reutilitzar i reciclar», les grans línies d'investigació s'han centrat en afinar la definició d'economia circular i en quantificar el seu avenç a través de la recerca d'indicadors millorats, per en última instància plantejar solucions de política pública i fomentar iniciatives privades i socials que augmentin la circularitat dels processos. D'acord amb una anàlisi de Kirchherr et al. (2017) de 114 definicions sobre el terme economia circular, els investigadors conclouen que aquesta és entesa com un [p.229] «sistema econòmic que substitueix el concepte de fi de la vida



útil per reduir, reutilitzar, reciclar i recuperar materials en els processos de producció/distribució i consum. Opera a nivell micro (producte, empreses, consumidors), meso (parcs ecoindustrials) i macro (ciutat, regió, nació i més enllà), amb l'objectiu d'aconseguir un desenvolupament sostenible, i crear simultàniament qualitat ambiental, prosperitat econòmica i equitat social, en benefici de les generacions actuals i futures». D'aquesta definició es desprèn que l'economia circular afecta tota la cadena de valor, sectors i agents econòmics en la persecució d'un ús òptim dels recursos. De fet, no hi ha dubte que el sector energètic és un implicat de primer nivell en la reconversió cap a un model més circular i sostenible, ja que qualsevol procés productiu consumeix elevats recursos energètics alhora que la generació d'energia implica problemes climàtics associats a les elevades emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Avançar cap a un model d'economia circular permet assolir una sèrie de beneficis ambientals, econòmics i socials. A diferència del model econòmic lineal —basat en extreure, produir, consumir, llençar—, el principal avantatge de l'economia circular és la protecció del medi ambient, la fi de l'obsolescència planificada i la reducció dels residus i les emissions de gasos d'efecte hivernacle. A banda d'això, la circularitat dels processos també afavoreix la disminució de la dependència de la importació de recursos (primeres matèries, aigua, energia). Més enllà dels beneficis ambientals, l'economia circular fomenta la innovació, impulsa el creixement econòmic, té un impacte social ja que crea nous llocs de treball verds i fomenta en molts casos el reequilibri territorial. Les xifres demostren que entre els anys 2012 i 2018, l'ocupació relacionada amb l'economia circular a la Unió Europea va créixer un 5 % fins arribar a uns 4 milions de llocs de treball. Les projeccions realitzades estimen que una aposta decidida per la consolidació de l'economia circular podria augmentar el Producte Interior Brut (PIB) de la Unió Europea en un 0,5 % addicional d'aquí a 2030 i crear uns 700.000 llocs de treball nous, especialment en les indústries relacionades amb la reutilització, la reparació, el redisseny o el reciclatge (Comissió Europea, 2020).

La transició cap a una economia circular requereix el compromís de nombrosos actors, inclosos els governs, el teixit productiu i la ciutadania en general (Garrido-Prada et al., 2021). En concret, l'economia circular implica que les empreses adoptin noves tecnologies i emprenguin nous models de negoci innovadors. No obstant això, abandonar mètodes de producció lineals per d'altres més circulars no és una transició exempta de riscos. Especialment per a les petites i mitjanes empreses (pimes), ja que normalment s'enfronten a restriccions més grans quant a disponibilitat de recursos que les empreses de gran dimensió i això dissuadeix la inversió en activitats relacionades amb l'economia circular (Rizos et al., 2015). Tot i l'ampli suport per a la transició cap a una economia més circular, la literatura acadèmica posa de manifest que la implementació de models circulars per part de les empreses encara es troba en etapes primerenques, amb un progrés lent i no generalitzat (García-Quevedo et al. 2020, Masi et al., 2017). A més, s'observa també una notable heterogeneïtat entre els diferents estats membres de la Unió Europea. En aquest sentit, s'identifica Irlanda, Portugal, Àustria, Luxemburg i Espanya com països amb elevades taxes d'implementació d'activitats circulars; en canvi, aquells països que es van incorporar més tard a la Unió Europea mostren una menor orientació cap a una estratègia circular (Comissió Europea, 2016). L'empenta per desencallar els obstacles en la transició d'un model lineal a un de circular de producció i consum, passa per la definició d'una sèrie de polítiques que estimulin la innovació i el desenvolupament tecnològic (De Jesus et al. 2018). Així doncs, els governs de la Unió Europea, nacionals i regionals han respost a aquest repte i han marcat el camí cap a la circularitat i n'han establert el marc normatiu.

Davant d'aquest nou escenari de transició cap a una economia verda i circular, aquest article pretén examinar el paper del sector energètic com a agent clau del canvi climàtic. Amb aquesta finalitat, després d'aquesta introducció en què s'ha contextualitzat el concepte d'economia circular, els principals beneficis i obstacles, el segon apartat tracta el context institucional sobre el qual s'assenten les bases de la circularitat. En concret, en aquesta secció s'examinen aquelles accions de polítiques públiques que fomenten una efectiva transició cap a l'economia circular en tres marcs de referència: europeu, nacional (Espanya) i regional (Catalunya). En el bloc següent, s'analitzen les oportunitats que ofereix l'economia circular al sector energètic a través d'una perspectiva de cicles d'aplicació —operacions, consum i reutilització de les infraestructures— i de vectors energètics



—electricitat, gasos renovables, hidrogen, biomassa, biocarburants de nova generació i calor i fred residual. Finalment, es presenten una sèrie d'iniciatives d'economia circular en el sector energètic implementades a Catalunya per tal d'il·lustrar les oportunitats que ofereix aquest canvi de paradigma en l'àmbit territorial.

## 2. Principals marcs de referència per tractar la circularitat

A continuació es presenten els diversos marcs de referència orientats a assentar les bases d'una economia circular. Si bé és cert que davant d'un repte urgent i de caràcter mundial com és el canvi climàtic, la resposta ha estat internacional i cohesionada a través de l'Acord de París (Conferència de París sobre el Clima, COP21) i els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) de l'Agenda 2030 de les Nacions Unides, aquesta secció se centra en els facilitadors en els àmbits de la Unió Europea, Espanya i Catalunya.

### 2.1. Àmbit de la Unió Europea

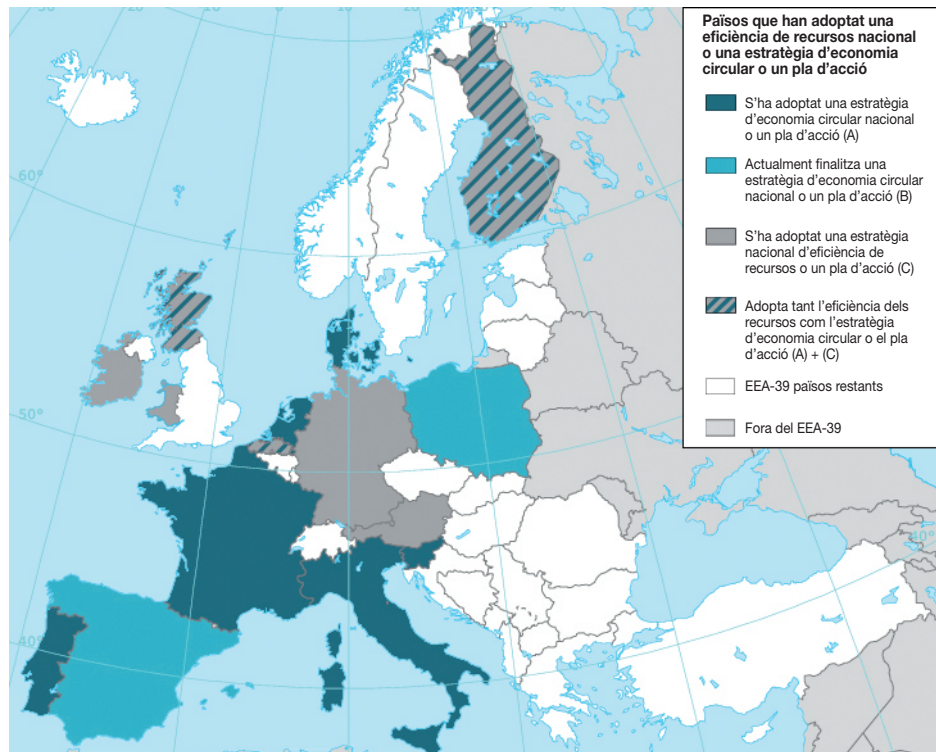
Tot i que la Unió Europea ha confirmat reiteradament el seu ferm compromís per liderar la lluita contra el canvi climàtic, i així ho demostren els diferents esforços orientats a cohesionar la política de medi ambient i d'energia en les darreres dècades, l'economia circular com a tal no apareix a escena fins el 2015 quan la Comissió Europea va aprovar el Pla d'acció per una economia circular a Europa. Aquest pla estava format per un total de 54 mesures orientades a tancar el cercle del cicle de vida dels productes i es centrava en cinc sectors considerats prioritaris (plàstics, residus alimentaris, primeres matèries crítiques, construcció i demolició, i biomassa i biomaterials). Altrament, la innovació i les inversions es posicionaven com a elements clau del canvi de paradigma i es proposava l'elaboració d'un marc de seguiment per a l'economia circular.

Més recentment, el 2020, una de les propostes més significatives que ha adoptat la Comissió Europea és el nou Pla d'Acció sobre l'Economia Circular. Aquest nou pla dona continuïtat als esforços iniciats cinc anys enrere i s'incardina dins de les vuit polítiques profundament transformadores descrites pel Pacte Verd Europeu. El pla recull accions enfocades a totes les fases del cicle de vida dels productes, des del disseny i la producció fins al consum, la reparació, la reutilització, el reciclatge i la gestió dels recursos. L'objectiu principal d'aquest nou pla circular passa per accelerar el canvi cap a una economia sostenible i aprofitar el potencial de les noves tecnologies digitals, amb el foment d'iniciatives transversals i l'apoderament dels consumidors en aquest procés de canvi.

Per bé que durant els darrers anys s'han dut a terme esforços notables en la definició de polítiques i normatives que faciliten avançar cap a una economia circular per mitjà d'una estreta cooperació amb els estats membres, les regions, les empreses, els organismes d'investigació i els ciutadans, el grau actual de polítiques de circularitat entre territoris continua sent molt dispar (Figura 1). Més enllà del marc comú europeu, cada país ha dissenyat la seva pròpia normativa en matèria d'economia circular. De manera que es dibuixa un panorama en què un grup d'estats membres avancen des de fa anys en aquesta transició, mentre que d'altres encara es troben en posicions inicials (Domenech i Bahn-Walkowiak, 2019). Es preveu que l'economia circular esdevingui la pedra angular dels projectes del programa de recuperació Next Generation EU i tots els estats membres pugin avançar a ritme constant cap a una economia europea més sostenible i resilient.

Figura 1

## Descripció general dels països que han adoptat una estratègia o pla d'acció nacional d'eficiència de recursos o economia circular



Font: European Environment Agency (2020)

### 2.2. Àmbit nacional: Espanya

Pel que fa a les primeres polítiques vinculades a l'economia circular impulsades des de l'Administració central, es remunten al febrer del 2018, quan el ministeri d'Agricultura, Pesca, Alimentació i Medi Ambient juntament amb el ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat presenten el primer esborrany de l'estratègia «Espanya Circular 2030. Estratègia Espanyola de Economia Circular» que finalment fou aprovada l'any passat.

Després d'un bloc descriptiu en què es tracta principalment el concepte d'economia circular, el context internacional i europeu i la situació actual a Espanya, es detalla el contingut de l'estratègia d'aquí a l'any 2030 (objectius estratègics i línies d'actuació, sectors prioritaris, polítiques de canvi i instruments, models organitzatius i mecanismes, i indicadors de seguiment i d'avaluació). Entre els objectius, es recull la reducció en un 30 % del consum nacional de materials (respecte al 2010), la reducció de la generació de residus en un 15 % (respecte al 2010), la reducció de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle per sota dels 10 milions de tones de CO<sub>2</sub> equivalent o millorar un 10 % l'eficiència en l'ús de l'aigua. Els objectius de l'estratègia són materialitzats per mitjà de diferents polítiques i instruments: normatius, financers i fiscals, de R+D+I i de sensibilització, formació i divulgació. Pel que fa als sectors prioritaris de l'estratègia, es posicionen la construcció i demolició, l'agroalimentació, la indústria en el seu conjunt, els béns de consum, el turisme i el tèxtil i confecció. Finalment, donat l'enfocament multidisciplinari i inclusiu, es proposa un model de governança que englobi els tres marcs administratius (Estat, comunitats autònomes i entitats locals) juntament amb un Consell d'Economia Circular, com a espai de col·laboració públicoprivada amb tots els agents econòmics i socials.

L'estratègia s'articula a través de successius plans d'acció triennals. El maig de 2021 va ser aprovat el Pla d'Acció d'Economia Circular (PAEC), amb un pressupost de 1.529 milions d'euros i 116



mesures per implementar al llarg del trienni 2021-2023 i donar suport i consolidar de manera progressiva el desplaçament d'un model econòmic circular i descarbonitzat.

En l'àmbit autonòmic, excepte el cas de Catalunya, que fa anys que compta amb plans estratègics elaborats i publicats, durant els darrers dos anys s'ha observat un impuls significatiu en el disseny d'estratègies vinculades a l'economia circular (Taula 1).

Taula 1

### Actuacions autonòmiques en economia circular

Comunitat autònoma	Denominació	Situació actual
<b>Andalusia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Andaluza de la Bioeconomía Circular</li> <li>Ley de Economía Circular de Andalucía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada, setembre de 2018</li> <li>Llei pendent d'aprovació</li> </ul>
<b>Aragó</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón 2018-2022 (GIRA)</li> <li>Estrategia Aragonesa de Cambio Climático (EACCEL 2030)</li> <li>Aragón Circular. Estrategia económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovat, juliol 2018</li> <li>Aprovada, febrer 2019</li> <li>Iniciada el 2020</li> </ul>
<b>Canàries</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Canaria de Economía Circular 2021-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratègia aprovada el juliol de 2021</li> </ul>
<b>Castella-La Manxa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ley 7/2019, de 29 de noviembre, de Economía Circular de Castilla-La Mancha</li> <li>Estrategia de Economía Circular en Castilla la Mancha 2030</li> <li>Plan de Acción de Economía Circular Castilla la Mancha 2021-2025</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada, novembre de 2019</li> <li>Aprovada, març de 2021</li> <li>Publicat, març de 2021</li> </ul>
<b>Castella i Lleó</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Regional de Economía Circular de Castilla y León 2020-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendent d'aprovació</li> </ul>
<b>Catalunya</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratègia d'Impuls a l'Economia Verda i a l'Economia Circular i l'Estratègia Catalana d'Ecodisseny, per a una economia circular i ecoinnovadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborades i publicades dues estratègies complementàries (aprovades el 2015 i el 2014, respectivament)</li> </ul>
<b>Extremadura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extremadura 2030. Estrategia de Economía Verde y Circular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada</li> </ul>
<b>Galícia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia Galega de Economía Circular 2020-2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada, desembre de 2019</li> </ul>
<b>Madrid</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Madrid 7R Economía Circular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Web elaborada</li> </ul>
<b>Múrcia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia de Economía Circular de la Región de Murcia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En fase d'elaboració</li> </ul>
<b>Navarra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de residuos y su fiscalidad</li> <li>Agenda para el desarrollo de la Economía Circular en Navarra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada, juny 2018</li> <li>Aprovada, abril 2019</li> </ul>
<b>País Basc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia de Economía Circular de Euskadi 2030</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovada, gener 2020</li> </ul>

Font: Elaboració pròpia a partir del ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, el ministeri de Ciència i Innovació, el ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, el ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, el ministeri de Consum i el ministeri de Drets Socials i Agenda 2030 (2020)

### 2.3. Àmbit territorial: Catalunya

Catalunya s'ha posicionat com a referent en el conjunt de l'Estat espanyol en matèria d'economia circular ja que compta amb una llarga experiència a través de la implementació de múltiples instruments facilitadors i iniciatives marcades de diferents òrgans de la Generalitat. Per una banda, destaca l'aprovació de l'*Estratègia Catalana d'Ecodisseny* (2014), primera política específica sobre economia circular al territori. Aquesta estratègia ha permès crear un marc estable per fomentar el disseny de productes i serveis amb criteris ambientals, crear sinergies amb tots els actors implicats en els sistemes productius, adaptar-se de manera àgil als nous requeriments normatius exigits des de Brussel·les i establir l'organització administrativa interna perquè l'estratègia sigui implementada amb èxit i evitar duplicitats entre administracions.

D'altra banda, Catalunya compta amb l'*Estratègia d'Impuls a l'Economia Verda i a l'Economia Circular* (2015). Aquesta iniciativa busca promoure la sostenibilitat com a eix estratègic per assolir la recuperació econòmica, millorar la competitivitat, crear ocupació i reduir els riscos ambientals. L'estratègia identifica un total de set àmbits de sectors clau en què l'economia circular presenta múltiples oportunitats: alimentació, química, energia i recursos, sistemes industrials, indústries





relacionades amb el disseny, indústries de la mobilitat sostenible, indústries de la salut i indústries basades en l'experiència. Entre les oportunitats empresarials i d'innovació que pot donar lloc l'economia circular en l'àmbit de l'energia, destaquen les activitats vinculades als processos i els productes sostenibles, l'eficiència energètica, les energies renovables i les certificacions i ecoetiquetes.

Una de les decisions clau del govern català ha estat la creació de l'Observatori d'Economia Circular, actuació recollida en el Pacte Nacional per a la Indústria (2017). Compta amb més d'una trentena d'associacions i entitats adherides i pretén convertir-se en un punt de referència per impulsar l'economia circular al territori. Aquesta iniciativa permet sensibilitzar i formar en relació amb les oportunitats reals de l'economia circular, compartir bones pràctiques que puguin servir d'exemple per dur a terme altres iniciatives, identificar les tendències futures i avaluar el progrés de l'economia circular mitjançant un procés de seguiment i de monitoratge. Amb una visió transversal, els organismes que conformen l'Observatori són: el Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural, l'Agència de Residus de Catalunya, el Departament d'Empresa i Treball, l'Institut Català de l'Energia, ACCIÓ, i l'Agència Catalana de l'Aigua.

Paral·lelament, durant els darrers anys també s'ha treballat en identificar els principals actors catalans en matèria d'economia circular com a pas cabdal a l'hora de definir les polítiques facilitadores més efectives. Així doncs, es compta amb el mapeig i anàlisi d'oportunitats de l'oferta de solucions per a l'economia circular a Catalunya (ACCIÓ, 2017). Segons aquest estudi, a Catalunya hi ha identificades al voltant de 400 empreses que ofereixen solucions circulars, creen un total de 70.419 llocs de treball i una facturació d'11.038 milions d'euros. La gran majoria de les empreses detectades són pimes (91 %), amb més de 10 anys d'experiència al mercat (83 %) i ubicades principalment a la província de Barcelona (76 %). També destaca el catàleg on s'identifiquen més de 100 solucions innovadores d'economia circular desenvolupades a Catalunya relacionades amb l'aigua, els residus, l'energia i els nous materials (ACCIÓ, 2020). A més, s'ha creat el primer baròmetre d'economia circular de l'empresa catalana. A través de la col·laboració d'entitats públiques i privades s'ha pogut valorar el grau de coneixement i d'implementació de l'economia circular en el conjunt de les empreses de Catalunya (Col·legi d'Economistes de Catalunya, 2021). D'acord amb aquest informe, la dimensió de l'empresa juga un paper rellevant a l'hora d'iniciar projectes circulars, i són les empreses més grans les més involucrades. Pel que fa al tipus d'activitats, la majoria d'actuacions detectades estan relacionades amb el reciclatge, la millora de l'eficiència de l'ús dels recursos i en la seva recuperació. En canvi, aquelles activitats vinculades a la remanufactura i la servitització es consideren més difícils d'assolir.

Per últim, esmentar l'organització d'un *hotspot* català per tal de posicionar internacionalment el territori com a referent en sostenibilitat i economia circular. En aquest sentit, Catalunya acollirà aquest novembre de 2021 l'esdeveniment líder en economia circular d'Europa, el «Circular Economy Hotspot Catalonia». Aquesta iniciativa representa un aparador únic per difondre i compartir experiències d'èxit entre responsables polítics, empresaris, investigadors i industrials.

### 3. Solucions circulars en el sector energètic

L'energia és determinant per al creixement i el desenvolupament de les societats alhora que és una important font d'emissió de gasos d'efecte hivernacle (actual responsable del 75 % d'aquestes emissions a Europa). Per aquesta raó, el sector energètic ha treballat per assolir els objectius europeus climàtics de 2030 i 2050 a través de l'eficiència en costos i la sostenibilitat des del punt de vista de la competitivitat. En aquest sentit, el sector veu amb bons ulls la combinació d'oportunitats que ofereix l'economia circular en el seu model de negoci. La recerca de la millora de l'eficiència ha estat des de sempre una activitat constant en tota la cadena de subministrament energètic, de manera que el sector pot treure profit de la seva experiència per potenciar encara més el seu model amb l'economia circular. Les opcions que ofereix el sistema circular permeten ampliar el camp d'actuació dels sectors energètics tradicionals, l'elèctric, el gasista i el petroler, amb l'entrada dels gasos renovables —biogàs, biometà i hidrogen verd— i els biocarburants de

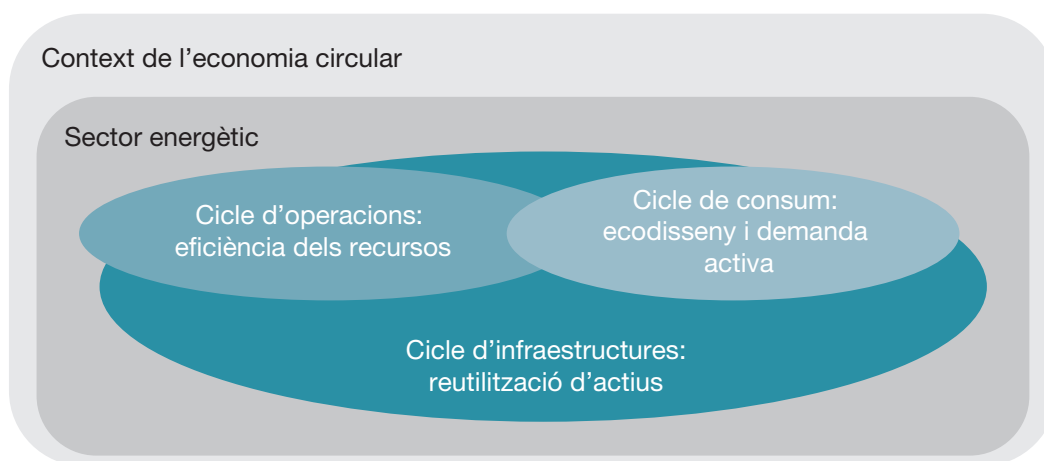


nova generació. A més, presenta competències més àmplies relacionades amb l'apoderament dels consumidors, la gestió de materials i residus en les cadenes de valor dels subministraments (bateries, aerogeneradors, panells fotovoltaics, edificis i altres actius), la revaloració de residus, l'autoconsum energètic i l'ecodisseny de productes amb consum mínim d'energia durant el seu cicle de vida.

A continuació, es presenta la integració de l'economia circular en el sector energètic a través d'una perspectiva de cicles d'aplicació: cicle d'operacions, cicle de consum i cicle de reutilització d'infraestructures (Figura 2). A més, donades les particularitats pròpies de cada vector energètic, les solucions de circularitat poden diferir, de manera que és convenient tractar el potencial de forma independent: l'electricitat, els gasos renovables, l'hidrogen i els biocarburants de nova generació.

Figura 2

### Cicles d'actuació del sector energètic en el context de l'economia circular



Font: Batalla et al. (2021)

#### 3.1. Cicles d'aplicació

El **cicle d'operacions** està relacionat amb el control eficient dels recursos en les operacions habituals del sector, en les quals es genera, es transporta i es distribueix un producte final que ha de ser maximitzat al mateix temps que han de ser minimitzats les seves emissions i residus. Entre les principals activitats d'aquest cicle hi ha l'aprofitament dels recursos energètics renovables i les sinergies empresarials o sectorials. A la ja coneguda importància del recurs solar i eòlic, se li sumen altres recursos, com són les deixalles de certes indústries revaloritzades energèticament com a primera matèria en la generació energètica.

El **cicle de consum** es vincula a l'apoderament del consumidor en la gestió energètica. El desplegament de xarxes i comptadors intel·ligents, de sistemes d'autoconsum energètic i la creació de comunitats energètiques són activitats d'aquest cicle. Totes ajuden a incrementar l'aprofitament dels recursos energètics locals i, per tant, a millorar l'eficiència global dels sistemes energètics nacionals. A més, dins d'aquest cicle de consum s'hauria d'incloure l'ecodisseny, orientat a millorar l'acompliment de dispositius de consum energètic al llarg de la seva vida útil. Relacionat directament amb això, es troba l'etiquetatge energètic i de circularitat. Aquesta etiqueta aporta informació sobre la sostenibilitat dels productes i serveis, i és una eina de comunicació clau que aporta un valor afegit als consumidors en el seu procés de compra.

El **cicle d'infraestructures** es vincula a la reutilització d'actius, com poden ser les centrals de generació i les seves tecnologies, les xarxes, els sistemes d'emmagatzematge energètic i altres actius. Els impactes ambientals que l'economia circular pot evitar aquí es deriven de la construcció, el desmantellament i la demolició de les infraestructures (Basque Ecodesign Center, 2020). En



aquest sentit, els residus associats a la repotenciació de tecnologies d'energies renovables per mitjà de parcs eòlics i solars fotovoltaics poden arribar a evitar-se mitjançant solucions innovadores millorades que permetin reduir i reutilitzar els components dels aerogeneradors i mòduls fotovoltaics, respectivament.

### 3.2. Vectors energètics

Les solucions circulars per al conjunt del sector energètic estan relacionades amb la seva vinculació a altres sectors econòmics, per exemple, l'agroindustrial, el sector serveis o el sector extractiu. No obstant això, el sector energètic comprèn processos productius i de consum de diversos vectors energètics, que donades les seves pròpies particularitats poden ser considerats com a sectors en si mateixos. En aquest sentit, donades les particularitats específiques del sector en funció del vector energètic d'anàlisi, les solucions de circularitat difereixen. És per això que, en l'anàlisi del potencial de l'economia circular en el sector energètic, cal optar per examinar de forma independent les característiques pròpies en l'àmbit de l'electricitat, els gasos renovables, l'hidrogen i els biocarburants de nova generació.

#### *L'electricitat*

Adequar la cadena de valor elèctrica a les etapes de la circularitat passa per un ampli ventall d'activitats que van des de la revalorització energètica i l'aprofitament d'excedents energètics, a la generació i el consum, des de l'ús de l'hidrogen com a vector de generació o emmagatzematge, fins a la gestió de la intermitència de les energies renovables amb altres sistemes d'emmagatzematge. A més a més, de l'estalvi i la millora de l'eficiència energètica aconseguida pel que fa a la demanda. En aquest darrer aspecte, es posicionen com a solucions circulars en l'àmbit de l'electricitat, l'impuls de l'autoconsum, la creació de comunitats d'energia positiva i l'ús de comptadors intel·ligents (per millorar la retroalimentació de la informació energètica relacionada amb els preus, el consum i els aspectes ambientals).

#### *Els gasos renovables*

Els gasos renovables, en particular els obtinguts a partir de les tecnologies de digestió anaeròbia i gasificació, constitueixen una peça clau per a la implantació de solucions d'economia circular ja que poden obtenir-se de la transformació de residus de naturalesa orgànica i subproductes biodegradables en el marc de simbiosi industrial. Espanya i Catalunya, en concret, tenen un enorme potencial de producció per l'àmplia gamma de residus que poden ser valoritzats energèticament al país, com són els residus sòlids urbans, els residus ramaders i agrícoles i els residus de la indústria alimentària.

#### *L'hidrogen*

Tot i que el potencial d'electrificació de l'economia se situa entre un 50 % i 60 % de la demanda final d'energia, encara cal donar resposta a les necessitats de descarbonització en sectors específics en què l'electricitat no és el vector dominant, com és el cas del sector industrial o el transport pesant. En aquest sentit, alineat amb l'estratègia europea per afrontar aquest repte, ha sorgit l'interès per l'hidrogen com a actiu clau en el procés de descarbonització total de tots els sectors econòmics en l'horitzó de 2050. La seva capacitat d'emmagatzematge permet utilitzar-lo en moments en què determinades energies renovables no poden ser la solució a la generació elèctrica. A més del suport al funcionament i operativa del sistema elèctric, l'hidrogen pot ser utilitzat com a primera matèria en diferents sectors i com a resposta a necessitats tèrmiques o de generació d'electricitat.

#### *Biomassa*

La biomassa és una matèria orgànica utilitzada com a font energètica. La valoració energètica de la biomassa es pot fer a través de quatre processos mitjançant els quals és possible obtenir calor o





electricitat: combustió, digestió anaeròbia, gasificació i piròlisi. L'origen de la biomassa pot produir-se per la fracció biodegradable dels productes, residus i deixalles d'origen biològic procedents d'activitats agràries (vegetal o animal), de la silvicultura o d'indústries relacionades; així com la fracció biodegradable dels residus industrials o municipals d'origen biològic, com poden ser els residus sòlids urbans. La biomassa pot considerar-se com la matèria orgànica originada en un procés biològic, espontani o provocat. Donat el seu ampli camp d'origen, la biomassa es posiciona com un vector energètic important dins l'àmbit de l'economia circular ja que permet crear sinergies entre l'agroindústria i els centres urbans amb els punts de demanda energètica tèrmica o elèctrica.

### *Els biocarburants de nova generació*

Es denominen biocarburants avançats, o de nova generació, aquells que utilitzen com a primera matèria per a la seva obtenció biomassa que no competeix amb el sector alimentari, com són els residus agroindustrials, forestals, municipals, o bé de cultius energètics amb la finalitat, des del principi, d'obtenció d'energia. Al tenir propietats similars als combustibles actuals, és possible aprofitar la xarxa de distribució i aprovisionament existent sense necessitat de desenvolupar infraestructures de recàrrega o renovar el parc automobilístic. Ara bé, per tal que els biocarburants constitueixin una alternativa renovable per substituir els combustibles fòssils, cal una transformació de la indústria del refí amb l'objectiu que tots els seus processos i productes siguin zero emissions netes de la mà de l'economia circular, reforçant el seu paper clau en la transició energètica.

### *Calor i fred residual*

La calor i el fred residual dels processos industrials, inclosos els energètics, suposen una important font energètica que pot ser reutilitzada. El seu aprofitament augmenta significativament l'eficiència energètica i, malgrat que ha estat una activitat tradicionalment duta a terme dins d'una mateixa instal·lació, és un vector energètic clau en la suma de sinergies industrials en el marc de l'economia circular.

## **4. Iniciatives regionals d'economia circular**

A continuació, es presenta una fotografia de les iniciatives catalanes en matèria d'economia circular dins del sector energètic. Mitjançant les accions impulsades pel govern català en donar visibilitat als processos de circularitat,<sup>1</sup> s'han detectat un total de 61 iniciatives innovadores que han estat categoritzades d'acord amb els cicles d'actuació i els vectors energètics descrits anteriorment (Figura 2). A més, s'inclouen en aquesta classificació tres iniciatives de gran rellevància en l'àmbit de l'economia circular de Catalunya. Aquesta classificació de l'ecosistema de l'economia circular vinculat a l'energia al territori pot ajudar totes les parts interessades a conèixer les noves tendències i detectar potencials barreres en la circularitat de la indústria energètica.

Per cicles d'aplicació, més de la meitat de les iniciatives circulars catalanes s'emmarquen dins del cicle d'operacions habituals (59 %), seguit del cicle de consum (36 %) i, amb menys intensitat, les iniciatives del sector emprenen projectes enfocats a millorar el cicle de vida pròpia de les infraestructures (5 %). Un 47 % d'aquestes iniciatives són impulsades únicament per empreses del sector, mentre que el 53 % restant són el resultat de la cooperació amb diversos agents públics i privats (universitats, centres tecnològics, administració, etc.). Per vectors energètics, les accions relacionades amb l'electricitat són les més perseguides per les empreses catalanes (35 %). En segona posició, destaquen iniciatives que duen a terme múltiples vectors energètics sota la coordinació de projectes públics que busquen estimular la transversalitat entre indústries (30 %). Territorialment, l'anàlisi de les pràctiques innovadores en econòmica circular mostra que la província de Barcelona concentra la majoria de les solucions circulars (69 %), i en segon lloc, es

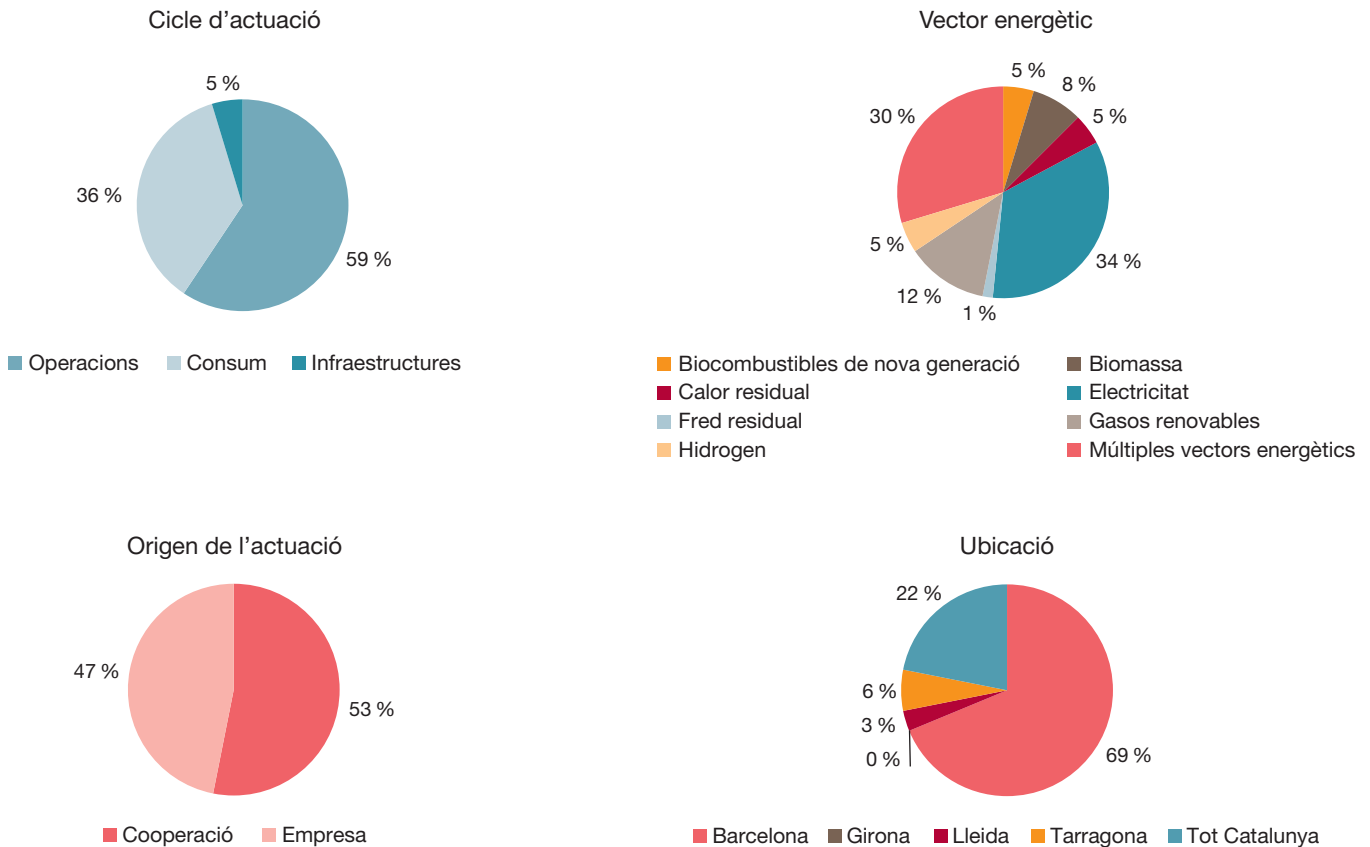
<sup>1</sup> Iniciatives d'economia circular de la Generalitat de Catalunya (Iniciatives GenCat, 2021), Plataforma de recursos circulars de l'Àrea Metropolitana de Barcelona (Plataforma AMB, 2021), el Directori de Startups de la Generalitat de Catalunya (Startup Hub, 2021) i el Catàleg de casos d'ús de Catalunya d'ACCIÓ (Catàleg ACCIÓ, 2021).



destaquen projectes de cooperació amb una presència en tot el territori català (22 %). A continuació, es revisen aquestes dades en cada un dels tres cicles d'actuació. Aquí es destaca la necessitat d'impulsar el registre d'iniciatives de Tarragona, Lleida i Girona en les plataformes de dades sobre economia circular a Catalunya (Figura 3).

Figura 3

### Resum de les iniciatives d'economia circular del sector energètic a Catalunya



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub i Catàleg ACCIÓ, de 2021

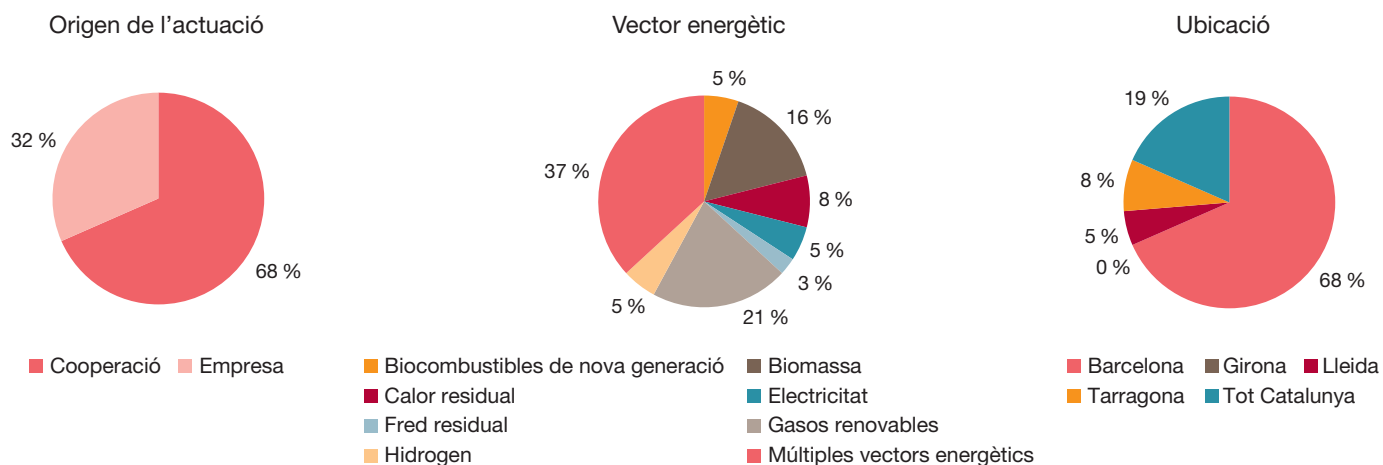
#### 4.1. Cicle d'operacions

Com s'ha exposat anteriorment, el cicle d'operacions està relacionat amb l'ús eficient dels recursos i la incorporació de nous *inputs* energètics a la cadena de generació, transport i distribució de l'energia. En aquest cicle (Figura 4), el 68 % de les solucions tecnològiques han estat desplegades per mitjà de la cooperació entre empreses públiques i privades, només un 32 % de les solucions circulars han estat liderades únicament per empreses privades. La participació publicoprivada ha estimulat principalment projectes de R+D en múltiples vectors energètics (37 %), seguit d'iniciatives que impulsen el desenvolupament de gasos renovables (21 %) i d'aquelles relacionades amb la biomassa.



Figura 4

## Resum de les iniciatives d'economia circular en el cycle d'operacions del sector energètic a Catalunya



### Notes:

- A Origen de l'actuació, el terme «cooperació» indica la participació d'agents públics i privats en les solucions tecnològiques en economia circular.

- La ubicació «Tot Catalunya» indica que la solució tecnològica en econòmica circular és transversal en el territori de Catalunya.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub, i Catàleg ACCIÓ, de 2021

Taula 2

## Iniciatives d'economia circular a Catalunya dins del cycle d'operacions del sector energètic

Núm.	Iniciativa	Tipus	Vector energètic	Ubicació
1	AEInnova	Empresa	Calor residual	Terrassa (Barcelona)
2	APPNPS	Empresa	Gasos renovables	Barcelona (Barcelona)
3	BIOHUB KM0*	Cooperació	Biomassa	Lleida
4	Catalyst Development for Synthetic Natural Gas Production	Cooperació	Gasos renovables	Barcelona (Barcelona)
5	Cementos Portland Valderrivas	Empresa	Gasos renovables	Santa Margarida i els Monjos (Barcelona)
6	CEMEX	Empresa	Biomassa	Alcanar (Tarragona)
7	Cetaque - Catalunya Circular	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Cornellà de Llobregat (Barcelona)
8	CoSin (Combustibles Sintètics)	Cooperació	Gasos renovables	Catalunya
9	Damm*	Empresa	Gasos renovables	El Prat de Llobregat (Barcelona)
10	EcoCircular CZF	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Barcelona (Barcelona)
11	EcoCongost	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Granollers (Barcelona)
12	Eix Besòs Circular	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Badalona (Barcelona)
13	FlexJet	Cooperació	Biocombustibles de nova generació	Catalunya
14	Gavà Circular	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Gavà (Barcelona)
15	Granollers entra en Simbiosi	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Granollers (Barcelona)



Núm.	Iniciativa	Típus	Vector energètic	Ubicació
16	GRID Granollers Recursos Industrials	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Granollers (Barcelona)
17	HYDROGENIZING BCN	Cooperació	Hidrogen	Barcelona (Barcelona)
18	Life CO2 to fuel	Cooperació	Biocombustibles de nova generació	Catalunya
19	LIFE Methamorphosis	Cooperació	Gasos renovables	Vila-Sana (Lleida)
20	LIFE NIMBUS	Cooperació	Gasos renovables	Barcelona (Barcelona)
21	LIFE-ECORKWASTE	Empresa	Gasos renovables	Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona)
22	Manresa en simbiosi	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Manresa (Barcelona)
23	Mercabarna*	Cooperació	Fred residual	Barcelona (Barcelona)
24	Projecte d'Economia Circular a Sant Feliu de Llobregat	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Sant Feliu de Llobregat (Barcelona)
25	Projecte d'implementació de simbiosi industrial en les empreses industrials del PAE-Mataró	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Mataró (Barcelona)
26	SAT84CAT	Cooperació	Biomassa	Catalunya
27	SIM4NEXUS	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Catalunya
28	Smart Plan Manager for Utility Scale Photovoltaic Plants	Cooperació	Electricitat	Catalunya
29	SUB Energies Renovables	Empresa	Electricitat	Avinyó (Barcelona)
30	SYMBIOS	Cooperació	Calor residual	Castellbisbal (Barcelona)
31	TDE AIE	Empresa	Calor residual	Tarragona (Tarragona)
32	TOSYNFUEL	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Catalunya
33	Up! Energia	Empresa	Biomassa	Montcada i Reixac (Barcelona)
34	Vall de l'Hidrogen de Catalunya	Cooperació	Hidrogen	Tarragona (Tarragona)
35	Vallès Circular	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Terrassa (Barcelona)
36	VEnvirotech Biotechnology	Empresa	Biomassa	Santa Perpètua de Mogoda (Barcelona)
37	Vinyes per calor	Empresa	Biomassa	Vilafranca del Penedès (Barcelona)
38	VOTTUN	Empresa	Múltiples vectors energètics	Sant Cugat del Vallès (Barcelona)

## Notes:

- El terme «Cooperació» indica la participació d'agents públics i privats en les solucions tecnològiques en economia circular.

\* Iniciatives que no figuren en les bases de dades però que han estat incloses per la seva rellevància.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub, i Catàleg ACCIÓ, de 2021

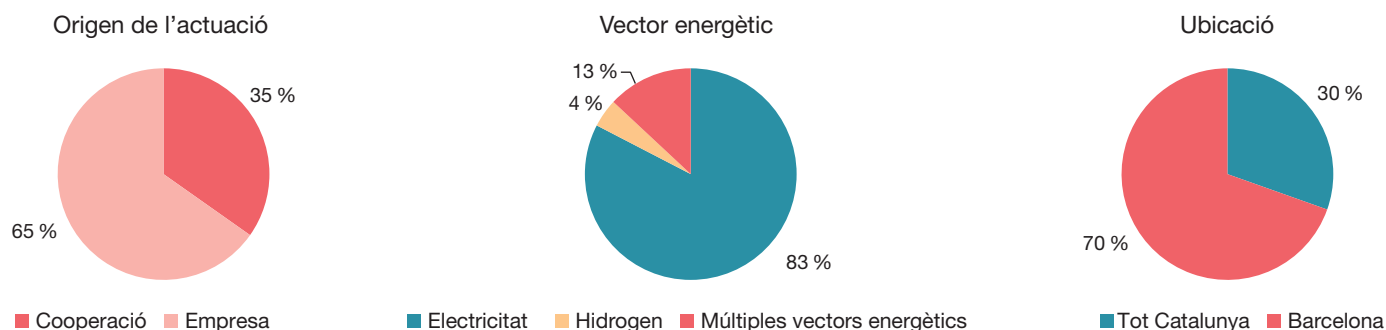
## 4.2. Cicle de consum

El cicle de consum està relacionat amb la gestió energètica i l'ecodisseny per mitjà del desenvolupament de nous productes i serveis, fruit de models de negocis circulars, que permeten estalviar energia al consumidor. En aquest cicle, el 65 % de les iniciatives catalanes són impulsades pel sector empresarial i centrades majoritàriament en l'electricitat (83 %), atès que és el vector energètic per excel·lència en el consum final d'energia (Figura 5).



Figura 5

## Resum de les iniciatives d'economia circular en el cicle de consum del sector energètic a Catalunya



### Notes:

- A Origen de l'actuació, la «cooperació» indica la participació d'agents públics i privats a les solucions tecnològiques en economia circular.
- La ubicació «Tot Catalunya» indica que la solució tecnològica en econòmica circular és transversal en el territori de Catalunya.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub i Catàleg ACCIÓ, de 2021

Taula 3

## Iniciatives d'economia circular a Catalunya dins el cicle de consum del sector energètic

Núm.	Iniciativa	Tipus	Vector energètic	Ubicació
1	ANEM	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
2	BECHAINED	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
3	BEEDATA	Empresa	Electricitat	Terrassa (Barcelona)
4	BIA	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
5	Bioo	Cooperació	Electricitat	Catalunya
6	CIRCONTROL	Empresa	Electricitat	Viladecavalls (Barcelona)
7	CLIENSOL	Empresa	Electricitat	Caldes d'Estrac (Barcelona)
8	COOLTRA	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
9	CTTC	Cooperació	Electricitat	Catalunya
10	Districlima	Empresa	Múltiples vectors energètics	L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)
11	Environmental Life Cycle Assessment of Li-Sulphur Batteries	Cooperació	Electricitat	Catalunya
12	EVARM	Cooperació	Hidrogen	Catalunya
13	Houseful	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Catalunya
14	INDRESMAT	Empresa	Electricitat	L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)
15	Light&Life	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
16	Miillor Battery	Cooperació	Electricitat	Catalunya
17	Projecte Rubí Brilla Promoció integral de l'Eficiència Energètica i les Energies Renovables	Cooperació	Múltiples vectors energètics	Rubí (Barcelona)
18	PROTON	Empresa	Electricitat	Barberà del Vallès (Barcelona)
19	Second Life of Electric Vehicle Batteries	Cooperació	Electricitat	Catalunya
20	SIARQ Advanced Solar Design	Empresa	Electricitat	Barcelona (Barcelona)
21	SILENCE	Empresa	Electricitat	Esplugues de Llobregat (Barcelona)
22	STEP2SPORT	Empresa	Electricitat	Terrassa (Barcelona)
23	Verpaq: Ecodisseny de bateries sostenibles	Empresa	Electricitat	Cerdanyola del Vallès (Barcelona)

### Nota:

- La «Cooperació» indica la participació d'agents públics i privats en els projectes.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub i Catàleg ACCIÓ, de 2021



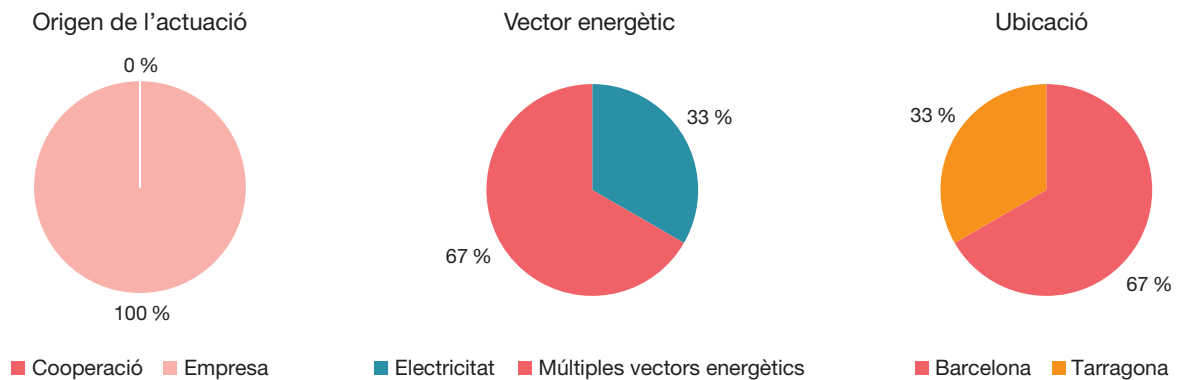


### 4.3. Cicle d'infraestructures

El cicle d'infraestructures està vinculat a la reutilització d'actius, com poden ser les centrals de generació, les xarxes o els sistemes d'emmagatzematge energètic. Aquest és un cicle completament promogut pel sector empresarial i vinculat a la reutilització d'infraestructures de qualsevol vector energètic (Figura 6). Per exemple, destaquen les iniciatives orientades a valoritzar els residus elèctrics i electrònics i a recuperar les fibres de les pales dels aerogeneradors de manera que l'abocador no acaba per ser el destí final d'aquests elements.

Figura 6

#### Resum de les iniciatives d'economia circular en el cicle d'infraestructures del sector energètic a Catalunya



Nota:

- A Origen de l'actuació, el terme «cooperació» indica la participació d'agents públics i privats en les solucions tecnològiques en economia circular.

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub i Catàleg ACCIÓ, de 2021

Taula 4

#### Iniciatives d'economia circular a Catalunya dins el cicle d'infraestructures del sector energètic

Núm.	Iniciativa	Típus	Vector energètic	Ubicació
1	BioMetallum	Empresa	Múltiples vectors energètics	Manresa (Barcelona)
2	BCIRCULAR COMPOSITES	Empresa	Múltiples vectors energètics	Sant Andreu de la Barca (Barcelona)
3	ECOPOL TECH	Empresa	Electricitat	L'Arboç (Tarragona)

Font: Elaboració pròpia a partir de les dades d'Iniciatives GenCat, Plataforma AMB, Startup Hub i Catàleg ACCIÓ, de 2021.

## 5. Reflexions finals

La transició cap al model circular de l'economia és una realitat. Els beneficis de les solucions circulars no només arriben al conjunt de l'economia sinó que s'estenen en l'àmbit territorial fins arribar a sectors específics, com poden ser el sector elèctric, el gasista i el petroler. En el camp de la transició energètica, no només es treballa en millorar la circularitat dels vectors energètics tradicionals —electricitat, gas natural i combustibles—, sinó que també es parla cada cop més dels gasos renovables, l'hidrogen, la biomassa i els biocombustibles de nova generació com a instruments per assolir una economia baixa en carboni. L'aportació de l'economia circular a l'impuls dels vectors energètics tradicionals i els nous és clau per aconseguir abastir les fonts energètiques amb primeres matèries procedents d'altres sectors, ajudar a integrar el consumidor en la cadena



de valor energètica a través de la creació de comunitats circulars energètiques i, per últim, millorar el reciclatge i la recuperació de les infraestructures energètiques o de les tecnologies que són una font més de contaminació ambiental.

Durant els darrers anys el govern català ha dut a terme múltiples esforços per convertir Catalunya en un referent dels grans canvis circulars. Les iniciatives analitzades dins del sector energètic han posat de manifest que el cicle d'operacions és, sense cap mena de dubte, el cicle on es desenvolupen més projectes circulars vinculats als diferents vectors energètics. Per contra, en el cicle de consum, el vector elèctric és el clar protagonista de la circularitat. La menor presència d'empreses orientades a millorar la circularitat dins el cicle d'infraestructures mostra que encara hi ha un gran recorregut en aquest àmbit. És important destacar que la combinació dels diversos cicles d'actuació del sector energètic permet assolir un major impacte en l'economia circular; de manera que cal continuar l'aposta per solucions circulars que redueixin els impactes ambientals de la cadena de valor de l'energia en els seus diferents vectors energètics.

Paral·lelament, l'anàlisi per territoris ha posat de relleu que la província de Barcelona domina l'impuls de les iniciatives davant un menor dinamisme de les altres províncies catalanes. S'observa també un percentatge significatiu d'empreses que interactua amb els altres agents del sistema territorial d'innovació (administracions públiques, proveïdors, clients, universitats, centres tecnològics, etc.) per establir acords de cooperació i millorar la circularitat dels seus models de negoci. Són diverses les entitats administratives locals i comarcals que s'han iniciat en projectes d'economia circular per aprofitar les oportunitats i els reptes que vindran durant els propers anys a partir de models col·laboratius publicoprivats.

L'impuls a l'economia circular en l'àmbit de l'energètic ha de ser abordat des de la perspectiva de les particularitats pròpies dels seus cicles d'actuació i vectors energètics. Davant la transició cap a una economia verda i circular, el sector energètic juga un paper d'agent clau en el canvi climàtic. A més, és determinant per connectar sectors econòmics per mitjà de la circularitat d'entrades revaloritzades com a primeres matèries. Les oportunitats que sorgeixen en matèria de competitivitat són una motivació important per donar resposta a aquest enorme repte. Les iniciatives empresarials i de cooperació publicoprivada exemplifiquen l'impuls de les oportunitats que ofereix aquest canvi de paradigma en l'àmbit territorial.

## 6. Referències bibliogràfiques

ACCIÓ (2017). L'Economia Circular a Catalunya. Anàlisi d'oportunitats.

ACCIÓ (2020). Leading circular economy solutions in Catalonia.

Batalla-Bejerano, J., Villa, M., Jové-Llopis, E. (2021): «El potencial de la economia circular en el sector energètic», a, *Revista Ambienta*, núm 128, MITECO

Basque Ecodesign Center (2020). *¿Cómo definir una política corporativa en economía circular en el sector eléctrico?*, Ithobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Bilbao.

Catàleg ACCIÓ (2021). Catàleg de casos d'ús de Catalunya <https://www.accio.gencat.cat/web/.content/docs/leading-circular-economy-solutions-in-catalonia.pdf>

Col·legi d'Economistes de Catalunya (2021). Baròmetre d'economia circular de l'empresa catalana 2020.

Comissió Europea (2016). Flash Eurobarometer 441 «European SMEs and the Circular Economy».

Comissió Europea (2018). Comunicació de la Comissió al Parlament Europeu, al Consell Europeu, al Comitè Econòmic i Social Europeu i al Comitè de les Regions, El Pacte Verd Europeu. COM(2018) 29 final.

Comissió Europea (2019). Comunicació de la Comissió al Parlament Europeu, al Consell, al Comitè Econòmic i Social Europeu i al Comitè de les Regions respecte a un marc de seguiment per a l'economia circular. COM(2019) 640 final.

Comissió Europea (2020). A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe. COM/2020/98 final



Comissió Europea (2021). Comunicació de la Comissió al Parlament Europeu, al Consell, al Comitè Econòmic i Social Europeu i al Comitè de les Regions «Objectiu 55»: compliment de l'objectiu climàtic de l'UE per a 2030 en el camí cap a la neutralitat climàtica. COM(2021) 550 final.

De Jesus, A., Antunes, P., Santos, R., Mendonça, S. (2018). Eco- innovation in the transition to a circular economy: An analytical literature review. *Journal of Cleaner Production*, 172: 2999-3018.

Domenech, T., Bahn-Walkowiak, B. (2019). Transition towards a resource efficient circular economy in Europe: policy lessons from the EU and the member states. *Ecological Economics*, 155, 7-19.

European Environment Agency (2020). Resource efficiency and the circular economy in Europe 2019 — even more from less. EEA Report No 26/20191994. Luxemburg: Publications Office of the European Union.

García-Quevedo, J., Jové-Llopis, E., Martínez-Ros, E. (2020). Barriers to the circular economy in European small and medium-sized firms. *Business Strategy and the Environment*, 29(9): 2450-2464.

Garrido-Prada, P., Lenihan, H., Doran, J., Rammer, C., & Perez-Alaniz, M. (2021). Driving the circular economy through public environmental and energy R&D: Evidence from SMEs in the European Union. *Ecological Economics*, 182: 106884.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., Jan, E. (2017). The Circular Economy - A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143: 757-768.

Ghisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114: 11-32.

Iniciatives GenCat (2021). Iniciatives d'economia circular de la Generalitat de Catalunya. [http://mediambient.gencat.cat/es/05\\_ambits\\_dactuacio/empresa\\_i\\_produccio\\_sostenible/economia\\_verda/catalunya\\_circular/iniciatives/](http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/empresa_i_produccio_sostenible/economia_verda/catalunya_circular/iniciatives/)

Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation & Recycling*, 127: 221-232.

Masi, D., Day, S., Godsell, J. (2017). Supply chain configurations in the circular economy: a systematic literature review. *Sustainability*, 9 (9): 1602.

Ministeri per a la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, ministeri de Ciència i Innovació, ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació, ministeri d'Indústria, Turisme i Comerç, ministeri de Consum i ministeri de Drets Socials i Agenda 2030 (2020). España Circular 2030. Estrategia Española de Economía Circular.

Plataforma AMB (2021). Plataforma de recursos circulars de l'Àrea Metropolitana de Barcelona <https://agenciaeconomica.amb.cat/economia-circular>

Rizos, V., Behrens, A., Kafyeke, T., Hirschnitz-Garbers, M., Ioannou, A. (2015). The Circular Economy: Barriers and Opportunities for SMEs. CEPS Working Document 412.

Sen, A., Meini, L., Napoli, C. (2021). Beyond Energy: Incentivizing Decarbonization through the Circular Economy. The Oxford Institute for Energy Studies. Enel Foundation.

Startup Hub (2021). Directori de Startups de la Generalitat de Catalunya <http://startupshub.catalonia.com/list-of-startups?otherFieldsTxt=Circular+Economy>