

Uns apunts sobre energia

Joan Maria Bras, juny 2021

El propòsit d'aquest escrit no és tant el d'expressar unes opinions com el d'aportar unes dades que puguin ajudar, als que hi estiguin interessats, en la seva reflexió sobre la urgència d'abordar seriosament, quan encara s'hi és a temps, la qüestió de l'escalfament global (per emissió de gasos d'efecte d'hivernacle, tipificats pel CO₂) i la contaminació ambiental, i alhora la complexitat que això comporta per a la realitat de la vida social i econòmica, les problemàtiques que cal resoldre, el temps disponible per poder actuar amb eficàcia, les conseqüències i oportunitats que s'obren, les formes com es planteja tècnicament, amb els requeriments físics que cal atendre, i les noves perspectives que s'entreveuen.

El canvi al qual estem enfrontats, i que no podem demorar més, és un canvi radical de model energètic (pel paper que es demana a l'usuari de l'energia i pels nous models de negoci que han de configurar aquest sector), un canvi que afecta també el conjunt de l'economia i que implica un nou encaix social per a l'accés a un producte de primera necessitat com és l'energia. Aquest canvi, donat que implica una reducció dràstica del consum d'energia d'origen fòssil, també somou els actuals plantejaments geopolítics.

1. L'energia en el món.

L'energia és un dels sectors d'activitat on és més necessari el principi d'actuar localment però pensant globalment. Un dels Objectius de Desenvolupament Sostenible (o "Agenda 2030"), acordats per l'ONU el 2015, és el de garantir l'accés de totes les persones a fonts d'energia assequibles, fiables, sostenibles i renovables. La sostenibilitat energètica té com a objectius el canvi climàtic, la qualitat de l'aire i l'accés universal a l'energia.

Cal disposar d'unes dades sòlides i unes previsions de futur ben fonamentades per poder adoptar unes decisions raonables de política energètica, on s'especifiquin amb claredat les mesures concretes que es proposen, es fixin unes dates realistes i es quantifiquin els resultats que es pretén assolir (els efectes i les seves conseqüències). Sobre aquesta base es poden analitzar i valorar els efectes i les conseqüències realment produïts. És important el seguiment i el control d'aquest procés perquè no existeix un camí predeterminat per assolir els resultats desitjats, entre altres raons perquè no es pot predir tot el futur (no sabem quins seran els preus de les energies primàries, els de les emissions de CO₂, el creixement econòmic a les diverses àrees, les tendències demogràfiques, la innovació tecnològica i el seu desplegament i costos, etc).

Dades

Algunes estadístiques poden ajudar a situar l'estat de l'energia en el món:

- el consum mundial d'energia final es distribueix: 31% de petroli, 26% de carbó, 23% de gas, 10% d'electricitat i 10% de biomassa (dades 2019),
- les energies primàries utilitzades són: petroli 33,06%, carbó 27,04%, gas 24,23% hidràulica 6,45%, nuclear 4,27%, eòlica 2,18%, solar 1,11% (dades 2019),
- les fonts primàries de la producció elèctrica són: carbó 35,97%, gas 22,95%. hidràulica 16,45%, nuclear 10,50%, eòlica 5,47%, tèrmica de fuel 4,21%, solar 2,72% i la resta (biomassa, geotèrmica, onatge, mareas, etc.) 2,63% (dades 2019).
- el consum anual d'energia primària *per càpita* és (dades 2018, en tones del petroli equivalent): consum mitjà mundial 1,82, Europa 3,49, Àsia 1,50, Àfrica 0,62, Amèrica del Nord i Central 4,80, Amèrica del Sud 1,31 i Oceania 3,82. Dintre de cada una d'aquestes àrees hi ha notables diferències (Finlàndia 6,11, Alemanya 3,63, Espanya 2,65, Romania 1,72, Albània 0,76; Qatar 15,52, Aràbia Saudita 7,05, Japó 3,34, Xina 2,17, Índia 0,69, Pakistan 0,50; Líbia 2,68, Níger 0,10; Canadà 8,03, Estats Units 6,83, Cuba 0,79, Haití 0,41; Xile 2,08, Argentina 1,77, Brasil 1,39, Perú 0,74; Austràlia 5,18, Nova Zelanda 4,75, Papua Nova Guinea 0,45).
- els processos energètics impliquen combustió en el 95,9% dels casos; en el pas d'energia primària a energia final se'n perd el 32,5%, però referit a energia útil (en processos, moviments, etc.) se'n perd el 59,6%; la producció elèctrica convencional té una eficiència del 33% (a diferència de les fonts renovables, que la generen directament).
- la destinació mundial dels productes fòssils és (dades 2018): usos no energètics 13,80%, transport 41,59%, indústria 24,34%, domèstic 11,66%, serveis 3,12%, sector primari 0,69%.
- les emissions de CO₂ (en kg de CO₂ per dòlar de PIB) són de 0,104 a França, 0,119 al Regne Unit, 0,133 a Espanya, 0,137 a Itàlia, 0,161 a Alemanya, 0,196 al Japó, 0,216 a l'Índia, 0,247 als Estats Units, 0,330 al Canadà, 0,379 a Xina, 0,473 a Rússia (dades 2019).
- la participació d'eòlica i solar en la producció d'electricitat és del 9% de mitjana mundial, del 16,7% de mitjana europea, amb Alemanya i Portugal 28,9%, Espanya 25,6%, Regne Unit 23,9%, Nova Zelanda 23,5%, Itàlia 17,3%, Bèlgica 14,6%, Xile 14,3%, etc. (dades 2019).

Perspectives

Els combustibles fòssils (carbó, petroli i gas natural) a més del seu caràcter de font d'energia primària (quan són cremats), també són la matèria primera d'un sector molt important de la indústria química (fertilitzants, fibres, detergents, medicaments, plàstics, colorants, dissolvents, etc). A més, i en relació amb la qüestió que aquí ens ocupa, cal esmentar el naixent d'una nova indústria química de base biològica (que parteix de residus de biomassa, olis vegetals i greixos animals, materials de reciclatge, etc., i els sotmet a processos tèrmics, enzimàtics i altres) per a l'obtenció d'alguns d'aquests productes. De moment, és una tecnologia cara, que està desenvolupant-se en aquesta dècada, i que es considera que serà més sostenible pel fet de basar-se en una economia

circular, que utilitza matèries primeres que ja han acabat la seva “vida útil”). Ens hi referirem més endavant.

Els combustibles fòssils, usats en tant que combustibles, representen una de les principals fonts de contaminació atmosfèrica i d'escalfament global. Actualment representen un 84% de l'energia primària mundial. A la Xina (productora del 46% del carbó mundial) i alguns altres països asiàtics augmentarà, de moment, el consum de carbó, tot i el seu compromís de reduir les emissions. El Protocol de Kyoto (1997) i l'Acord de París (2015), que han estat tan difícils d'aconseguir, plasmen, de tota manera, la intenció a nivell mundial de disminuir les emissions a l'atmosfera de gasos d'efecte d'hivernacle, que són els causants de l'escalfament global.

Aquesta transformació exigeix uns canvis molt profunds i extensos, que s'estenen als models de producció, de consum, de mobilitat, de planificació urbanística, etc., els quals han de ser progressius i s'han de produir a una velocitat colossal: s'han d'acomplir entre 2021 i 2030. Per fer-la cal generalitzar una utilització massiva de tecnologies energètiques netes (on les emissions siguin neutralitzades amb reabsorcions), un guany substancial en eficiència, una forta innovació tecnològica (vehicles elèctrics, producció d'hidrogen, etc.) i un canvi de comportament en els consumidors. Si aquests canvis no tenen lloc, no hi haurà una caiguda de la demanda de petroli, gas o carbó, i de l'ús de les infraestructures existents, fet que podria contribuir a un increment de la temperatura global de 1,65 °C el 2070.

Cal fomentar aquell estalvi energètic que no representa una reducció de la qualitat de vida (que es limita a evitar malbarataments d'energia, p.ex. en l'ús que es fa dels sistemes de climatització, o de vehicles desproporcionats o mal conduïts). Algunes mesures socials hi poden ajudar, com uns incentius econòmics per reduir la demanda d'energia, un transport públic de qualitat, la promoció de mercats locals de tota mena, el teletreball, etc.

També el sector productiu té un gran marge de millora en eficiència energètica, aconseguint una millora de la productivitat que no depengui d'un increment proporcional del consum d'energia. Això pot exigir canvis estructurals cap a activitats menys intensives en energia i de més valor afegit. Cal impulsar també canvis en tota mena de direccions: en recerca i innovació, en producció i moviment de l'energia, en polítiques d'urbanisme i d'habitatge sostenibles (edificis que produeixin energia i que en necessitin menys), en un canvi de model de transport i de mobilitat, en acostament de la producció d'energia als punts de consum, en jardineria autosuficient (en l'àmbit públic i en el privat), en l'ús de tecnologies d'il·luminació i de climatització més eficients, tant en edificis públics com privats, en uns sistemes tarifaris progressius que desincentivin el malbaratament energètic, en el consum de productes de proximitat i de temporada (que minimitzin la despesa energètica del transport), en la gestió eficient dels residus domèstics i industrials, en incentius per a una economia circular (reparació i reutilització de productes, en fer front a l'obsolescència programada i afavorir la cultura del reciclatge i de la reutilització, etc.

Cal estendre l'electrificació i basar-la en energia solar fotovoltaica, la font més econòmica en molts països, i en energia eòlica, i també en una forta expansió de les xarxes, equipant-les per poder assegurar un subministrament fiable, assequible i segur. Les polítiques dels governs han d'acompanyar les empreses implicades, la ciutadania i els inversors per aconseguir passar, entre els anys 2020 i 2030, dels 2,5 milions actuals de vehicles elèctrics als 50 milions, i d'una producció d'hidrogen de 0,45 milions de tones a 40 milions, i d'unes inversions en energia elèctrica neta de 380.000 milions de dòlars a 1.600.000 milions (segons estimacions de l'Agència Internacional de l'Energia, de 2020).

2. L'energia a Catalunya

Catalunya és un país petit (32.108 km²), industrialitzat (23% del PIB), molt poblat (242 habitants/km²), amb una Àrea Metropolitana de Barcelona que concentra el 63,80% de la població catalana en el 7,68% de la seva superfície (2.014 habitants/km²) (dades 2020). El consum final d'energia és de 14,45 milions de tones del petroli equivalent, que es reparteix: 45,1% en transport (del qual el 93,95% amb derivats de petroli), 25,5% en indústria (45,99% amb gas natural i 37,88% amb electricitat), 14,7% en ús domèstic (40,80% amb electricitat i 39,20% amb gas natural), 13,1% en serveis i 1,6% en el sector primari. Cal afegir-hi el consum per a usos no energètics: 3,23 milions de tones del petroli equivalent (dades 2019). El consum total s'ha reduït aproximadament un 5% de 2005 ençà, en part per efecte de les crisis (del deute i de la pandèmia), però també, en part, per la millora de l'eficiència energètica. Entre 1990 i 2019 s'han produït a Catalunya dos canvis importants de tendència: el consum industrial ha passat del 38,3% al 25,5%, mentre que el transport ha passat del 37,0% al 45,1% (el transport aeri ha augmentat un 427,3%, el marítim internacional un 351,6%, el de carretera un 53% i el ferroviari un 12,5%).

Per aconseguir aquest consum d'energia final ha calgut una energia primària de 25,37 milions de tones del petroli equivalent, perquè entremig hi ha unes transformacions energètiques necessàries, unes pèrdues a les xarxes i uns consums propis de les instal·lacions. Aquesta energia primària es compon: 46,0% de petroli, 24,5% nuclear, 22,9% de gas natural, 5,4% d'energies renovables, 0,5% de residus industrials no renovables, 0,5% d'intercanvis elèctrics i 0,1% de carbó. D'això en resulta que el sistema energètic català té un grau elevat de dependència: del 70%.

La producció elèctrica a Catalunya el 2020 va ser de 45,32 TWh: 54,9% nuclear, 19,8% renovables, 12,2% cicles combinats (de gas), 10,9% de cogeneració (electricitat + calor) i 2,2% d'altres fonts no renovables. El 19,8% de renovables (que sumen 8,99 TWh) es reparteix entre un 12,0% hidroelèctrics, un 5,8% eòlics, un 1,1% fotovoltaics i un 0,9% d'altres renovables (biogàs, residus, termoelèctrica, biomassa, etc). La hidroelèctrica és variable al llarg dels anys perquè depèn de la pluviositat.

Evolució

La fotovoltaica està experimentant un fort augment aquests darrers anys i, probablement, aquesta tendència continuarà, sobretot en instal·lacions d'autoconsum: el 2020 n'hi havia 8.229, amb una potència total de 84,50 MW, de les quals el 75,45% són de menys de 5 kW (domèstiques), el 18,64% son d'entre 5 i 25 kW, el 5,29% són d'entre 25 i 100 kW i el 0,62% de més de 100 kW. El total de potència instal·lada es reparteix, seguint aquesta classificació, respectivament en 24,87%, 17,58%, 33,71% i 23,84% (total de potència bruta instal·lada: 344,5 MW). Aquesta producció és encara extremadament reduïda: la nova potència instal·lada a Catalunya els anys 2019 i 2020 ha estat de 23 i 49 MW respectivament. La instal·lada a Espanya en només aquests anys ha estat de 4.202 i 2.633 MW.

També caldria impulsar la producció d'energia eòlica, on Catalunya també presenta un retard molt notable (total de potència bruta instal·lada: 1.271,1 MW). Aquest retard es deu, en gran part, a l'oposició que sorgeix del territori per l'impacte ambiental. Els darrers anys no hi ha hagut cap nova potència instal·lada a Catalunya. En només els anys 2019 i 2020, Espanya ha instal·lat 2.328 i 1.383 MW, respectivament. Les terres de l'Ebre tenen bones condicions per a un desenvolupament de l'eòlica terrestre. A les costes catalanes, els aerogeneradors marins, de menor impacte ambiental, si anessin sobre base fixa resultarien molt cars atesa la profunditat de les nostres aigües costaneres, però, en canvi, sobre base flotant podrien ser ubicats a una major distància de la costa (àrees de més potencial: Alt i Baix Empordà) i evitar l'impacte sobre el paisatge, amb uns costos de manteniment més reduïts.

Abans de 2030 Catalunya hauria d'instal·lar 4.000 MW en fotovoltaica i 6.000 MW en eòlica, si no s'aconsegueix una reducció important del consum energètic. Això planteja un fort conflicte d'interessos per l'escassetat d'un recurs necessari, com és la manca de sòl, que fa entrar en competència el lloguer de grans superfícies per a horts solars (que cal no confondre amb l'autoconsum) enfront del lloguer per a explotació agroalimentària, amb uns rendiments molt desiguals per al propietari. El 2020 es van registrar més de 200 projectes fotovoltaics que implicaven una superfície de 7.000 hectàrees. En aquest punt sembla que és molt important la preservació dels sòls agrícoles més fèrtils, però que s'ha de fer possible la instal·lació de plaques fotovoltaïques en altres zones, potser més rocalloses, inclinades o difícils de treballar.

Més de la meitat de la producció elèctrica a Catalunya prové de les centrals nuclears, els riscos, problemes i costos de les quals caldria que fossin ponderats per comparació amb els de les altres fonts. Aquestes centrals emeten una quantitat de gasos d'efecte d'hivernacle molt inferior a les centrals convencionals (de fonts fòssils). S'ha acordat tancar les tres centrals catalanes quan compleixen els 45-46 anys de vida útil, i el seu tancament figura en el *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima* (PNIEC 2021-2030). Ascó I (995,8 MW) tancarà el 2030, Ascó II (991,7 MW) el 2032, i Vandellós II (1.045, 3 MW) el 2035. Per tant, és urgent substituir la seva producció de forma que estigui a punt en el moment en què s'hagin de tancar. La producció d'aquestes centrals nuclears (24,9 TWh el 2020) es manté pràcticament constant durant totes les hores del dia (i de la nit), mentre que les produccions fotovoltaica i eòlica no són gestionables (la intensitat de radiació solar i la força del vent no ho són, i a més la

seva variació pot ser molt ràpida), de forma que també hauran de variar els procediments per adaptar en cada instant, i per bandes horàries, la producció d'energia elèctrica a la demanda.

3. L'electricitat a Espanya

Preu i facturació

En relació amb els preus de l'electricitat a Espanya, segons dades del primer semestre de 2020, la situació relativa als països de l'Eurozona (E.Z.) és variable. Per al consumidor domèstic mitjà, el preu ha estat de 223,9 €/MWh, pràcticament al mateix nivell que la mitjana de l'E.Z. Per al consumidor comercial el preu ha estat de 133,4 €/MWh, un 18,9% més baix que la mitjana de l'E.Z. Però per al consumidor industrial de menys de 20 MWh anuals (aquí hi va inclosa la majoria de les pimes, tan importants en l'economia catalana, que inclouen petita indústria i serveis) el preu ha estat de 250,5 €/MWh, un 14,2% més cara que la mitjana de l'E.Z. En aquest tram, Espanya és el segon país amb l'electricitat més cara d'Europa, just per sota d'Itàlia. Per als consumidors industrials més electrointensius la situació s'inverteix: per als consumidors de 20 a 500 MWh el preu ha estat de 146,0 €/MWh, un 10,0% inferior al mitjana de l'E.Z.; per als consumidors de més de 500 MWh, el preu va baixant des de 107,6 fins a 61,3 €/MWh, mantenint-se en tots els trams al voltant d'un 20% inferior a l'E.Z.

La composició de la factura elèctrica varia segons els casos, però per tenir un ordre de valors podem dir que amb ella es paga: l'energia consumida (26% de la factura), els impostos (21%) i uns costos del sistema (53%), dels quals un 38% són peatges (transport i distribució + marge de comercialització) i un 62% són càrrecs (renovables, cogeneració i residus + altres despeses regulades, entre les quals la retribució addicional dels sistemes elèctrics no peninsulars i les anualitats pels dèficits de tarifa). Actualment hi ha el propòsit de repartir progressivament, durant uns anys, la partida d'incentius a renovables, cogeneració i residus (un incentiu que reben aquestes formes de producció elèctrica per cada unitat de potència instal·lada) entre tots els sectors energètics (a través d'un *Fondo Nacional para la Sostenibilidad del Sistema Eléctrico*).

En el sistema elèctric espanyol, les activitats de producció i comercialització estan liberalitzades, mentre que les de transport i distribució són considerades monopoli natural. L'operador del transport és únic (Red Eléctrica de España, S.A., una empresa mixta públic-privada sota control de l'Estat) i, en canvi, la distribució està dividida per zones geogràfiques (controlant fins a la lectura dels comptadors), amb un operador únic a cada zona que opera en règim de monopoli de propietat privada (amb el benentès que d'entre totes les distribuïdores n'hi ha 5 de grans, que pertanyen a altres tants grups amb posició dominant en producció i comercialització, que entre totes 5 dominen el 95% del negoci).

Mercat elèctric

La producció està organitzada en un mercat, que fixa el preu de l'energia produïda (que, com hem vist, és tan sols un dels components de la factura elèctrica). Simplificant-ho en l'anomenat "mercat diari", aquest preu horari de l'electricitat es fixa pel procés del preu marginal, que és determinat pel *mix* de producció que haurà de cobrir la demanda. Aquesta demanda la integren, per a cada hora (de l'endemà), les demandes que han fet tots els que se la volen adjudicar, fins arribar a uns preus topall (comercialitzadores, centrals hidràuliques de bombament, *traders* i altres). Per cobrir la demanda d'aquesta hora els productors autoritzats hi presenten les seves ofertes d'unes determinades quantitats d'energia procedents de fonts diferents, donant un preu d'oferta per cada una. Un ens oficial, anomenat Operador del Mercat (majorista), és l'encarregat de configurar aquesta cobertura. Comença per les ofertes de preus més barats (les de baix cost d'oportunitat: nuclears i hidràuliques d'aigua fluent), seguint amb les no gestionables i de costos variables baixos (eòlica i solar). Si amb aquestes aportacions no s'arriba a cobrir la demanda, segueixen les centrals de cycle combinat de gas (que tenen el cost del combustible més el sobrecost de l'emissió de CO₂). Després d'elles, si encara no es cobreix la demanda horària, entren les centrals d'alt cost d'oportunitat (hidràulica regulable i la de bombament). Quan, finalment, l'oferta cobreix la demanda, es paga al mateix preu tota l'energia que l'ha cobert (que queda fixat com a preu de mercat per aquesta hora), i és el de l'oferta més cara que ha entrat en aquesta cassació. Aquest mecanisme de fixació de preus es va imposar en un temps en què els costos variables dels diversos agents eren molt importants.

Des de finals de 2020 hi ha un nou règim econòmic que afecta a la generació renovable pel que s'instaura un sistema de subhastes de noves instal·lacions. A cada una de les que hi entren se li reconeix un preu a llarg termini (pels anys a venir). S'espera que aquesta oferta d'un horitzó previsible, promogui noves inversions en aquest segment, i que, a mesura que es generalitzin les energies renovables, els costos variables pràcticament seran inexistents i es pugui canviar el sistema de fixació de preus.

Xarxa elèctrica

Tradicionalment, el flux elèctric sempre ha anat en la mateixa direcció: de les centrals a la xarxa de transport, d'aquesta a la de distribució, dintre d'aquesta, de l'alta a la baixa tensió, i de la xarxa de distribució als punts de consum. La xarxa de transport, que també ho ha estat d'interconnexió transfronterera, ha estat (i segueix sent-ho) una xarxa mallada. Amb aquesta estructura, a més de moure l'electricitat des de les centrals cap a les xarxes de distribució, es contribueix a mantenir per inèrcia una freqüència i a regular una tensió que han de ser acceptables en el sistema elèctric. En els sistemes elèctrics s'hi produeixen continus canvis en les càrregues dels seus diversos punts i cal mantenir uns estàndards de qualitat, també quan alguna de les seves línies o instal·lacions deixa d'estar en servei o s'hi produeixen unes determinades incidències.

Les xarxes de distribució, per la seva banda, han tingut la missió d'abastir d'energia elèctrica els punts de consum amb la millor qualitat possible. Aquests punts de consum han estat fins ara exclusivament receptors de servei.

En l'estat actual de la tecnologia (i dels preus), i impulsat per la Unió Europea (com també han fet països d'altres latituds), aquest model està canviant. Davant d'unes grans centrals de producció (que segueixen existint, en un negoci cada vegada més internacionalitzat, ampliat ara amb noves instal·lacions d'energies renovables), van apareixent noves iniciatives que promouen una generació distribuïda (que no estan, de moment, exemptes de limitacions legislatives i de discriminació), i al mateix temps unes propostes i recursos per a uns consumidors més actius (per diverses vies).

Un altre element nou respecte del sistema tradicional és el caràcter no gestionable i intermitent d'una part cada vegada més gran de la producció, que obliga a trencar amb la noció d'una energia elèctrica no emmagatzemable en grans quantitats. Aquestes qüestions les comentarem més endavant, però totes elles aboquen a incrementar les funcions i, per tant, el pes i les inversions de les xarxes, que hauran de passar a ser força intel·ligents perquè requeriran uns elements de gestió molt més complexos en tots els seus nivells.

4. La transició energètica no elèctrica

La transició energètica no es limita al sistema elèctric. És essencial aconseguir tot l'estalvi energètic possible en tots els sectors (industrial, domèstic, comercial, etc., sobretot via eficiència energètica). També, ja s'ha vist, cal aconseguir una gran producció d'energia procedent de fonts renovables (que requerirà el concurs d'una producció gestionable per garantir una "potència ferma" per poder donar un servei fiable). Però, a més, el compromís assumit amb la reducció (fins arribar a l'eliminació) de gasos d'efecte d'hivernacle i altres contaminants fa necessària la transformació tecnològica dels altres grans consumidors d'energia, en particular de dos sectors que són grans consumidors de combustibles fòssils: la indústria química del petroli i els seus derivats, i, sobretot, el transport. Altres sectors industrials ja han anat invertint en la substitució de combustibles sòlids o petrolífers per gas natural com a energia de transició per als propers 10-20 anys, durant els quals és previsible que augmentin el seu consum, que, si bé emet CO₂, ho fa en molta menor mesura. Per tant, durant aquest període serà prioritari abordar la transformació dels que en són grans emissors.

Refineries

La transició de les refineries de petroli obeeix a dos imperatius: l'exigència de reduir les seves emissions (un 55% l'any 2030) fins arribar a neutralitzar-les (el 2050), i, per altra banda, l'exigència d'abastir un mercat que anirà demanant cada vegada més un altre tipus de productes, per aquesta mateixa raó, sobretot en el sector del transport. En particular, en la producció convencional d'hidrogen (l'anomenat "hidrogen gris", obtingut per reformat catalític de gas natural) es generen 10-12 kg de CO₂ per cada kg d'H₂. Hi ha tècniques per capturar part d'aquest CO₂ fins a emetre'n només uns 4 kg (en aquest cas parlem d'"hidrogen blau"). Però allò que es vol aconseguir és l'anomenat "hidrogen verd", obtingut per electròlisi de l'aigua, per bé que amb la tecnologia actual encara resulta car. L'hidrogen pot servir per a finalitats tèrmiques en la indústria. La

transformació de les refineries s'anirà orientant, per una banda, cap a la producció d'aquest hidrogen verd (per a la qual cosa es requerirà una electrificació intensiva, que haurà d'estar basada en fonts renovables) i, per altra, cap a l'ús de primeres matèries baixes en carboni (encara durant 10-20 anys, amb gas natural, i progressivament amb la introducció de l'economia circular, que parteix de residus biològics en substitució del petroli, com s'ha dit abans), juntament amb la captura, ús i emmagatzematge de CO₂, per a la producció de combustibles sintètics (de reduïda intensitat de carboni), i de biocombustibles.

Transport

Pel que fa al transport, l'estratègia cap a una mobilitat sostenible ha de donar resposta a aspectes molt diversos, que no es limiten al consum energètic: moviment de persones o de mercaderies (logística); transport a peu, en patinet, amb bicicleta, amb vehicle a motor, etc., per carretera, ferroviari, marítim o aeri; intercontinental, a països europeus, a llargues distàncies, regional, urbà, etc.; ús privat, compartit, col·lectiu, públic, etc.; els canvis de tecnologia i de preu; l'extensió de les xarxes de recàrrega; el paper que hi tindran els drons; el procés cap a l'automatització; factors com la intermodalitat, la congestió, el risc d'accidents, etc. etc.

De tota manera, centrant-nos en el consum energètic, i concretament en els vehicles amb motor de combustió interna (dièsel i benzina), observem que arreu del món ja s'estan fixant unes dates límit per a la venda i per a la circulació d'aquests vehicles. A Europa les diverses propostes difereixen prou com per no arribar encara a un acord, que haurà de ser unànime, que faci possible la lliure circulació de persones. Noruega proposa com a límit de venda 2025, Dinamarca, Irlanda, el Països Baixos, Suècia i Eslovènia el 2030, també el Regne Unit (però Escòcia el 2032), Alemanya oscil·la entre 2030 i 2050, Espanya el 2040. La prohibició de circular també es preveu diferent: Israel el 2030; Estats Units a partir de 2030; Canadà entre 2035 i 2050 (depenent dels Estats); Egipte, Singapur i Sri Lanka el 2040; Espanya el 2050; Xina el 2060 (les grans ciutats, abans). Els fabricants de vehicles ja semblen estar interessats ara en avançar al màxim la renovació del parc actual. Veiem també que, per tal de millorar la qualitat de l'aire que respirem, les administracions estan estenent mesures per a la restricció de l'ús d'aquests vehicles, com ara les zones de baixes emissions, i la Unió Europea està preparant uns límits d'emissions molt reduïts per als vehicles que es venguin el 2030.

A Catalunya el sector del transport consumeix el 45,1% del total de l'energia, el 93,95% del qual correspon a derivats del petroli. Més de la meitat del consum en mobilitat rodada es produeix en l'àmbit urbà, fonamentalment amb vehicle privat (el transport públic per ciutat representa el 2% del total). El 30% del consum total del sector correspon a desplaçaments inferiors a 8 km. La participació del transport en les emissions de CO₂ a Espanya és del 27% (entre els altres emissors hi ha la indústria, que n'aporta el 17%, la generació elèctrica un altre 17%, el sector primari el 15%, el residencial i altres el 15% i l'edificació el 9%).

Considerarem per separat les possibilitats de transformació energètica de cada sector de transport:

- El sistema ferroviari català està totalment electrificat, a excepció de la línia Lleida-Balaguer-La Pobla, de forma que, llevat d'aquesta línia, la seva descarbonització depèn de les fonts utilitzades en la producció elèctrica. Si l'Eix del Mediterrani esdevingués una realitat, permetria reduir el camionatge per carretera.
- En el transport viari, la transició energètica passa per l'electrificació dels vehicles, que poden ser híbrids, híbrids endollables, elèctrics de bateria o elèctrics amb pila de combustible (hidrogen). Entre els pròpiament elèctrics, els de bateria estan indicats per a vehicles no pesants que han de transitar a distàncies no molt llargues, com ho són els de trànsit urbà, i requereixen una xarxa d'electrolineres, mentre que els de pila de combustible (hidrogen) són els indicats per a vehicles que han de recórrer grans distàncies i els camions, i requereixen una xarxa d'hidrogeneres, actualment gairebé inexistent a Espanya.
- Els altres mitjans de transport són més difícils d'electrificar. El transport marítim pot evolucionar, mentre dura la navegació, cap al gas natural (o cap als biocombustibles) o bé cap a les piles de combustible (sobretot d'amoniac o també d'hidrogen), i durant les estades en ports cap a la connexió elèctrica, a més de l'electrificació de les operacions en les terminals de càrrega i descàrrega.
- El transport aeri pot orientar-se cap als biocombustibles i, sobretot, cap als combustibles sintètics. Com que les emissions del transport són les més difícils d'eliminar, aquests canvis requeriran un temps (inversions), una millora de les tecnologies actuals i aconseguir uns preus acceptables dels nous combustibles.

Per tant, la demanda final d'energia per al transport serà un *mix* de totes les energies disponibles: electricitat, hidrogen, biogàs, gas natural, biocombustibles líquids, combustibles sintètics...

5. La integració en l'espai elèctric europeu

Dintre del procés d'integració europea, un dels objectius de la presidència de Jacques Delors, els anys noranta, va ser el d'iniciar la construcció d'un mercat únic europeu de l'energia. Amb aquesta finalitat, s'ha anat creant una normativa comunitària cada vegada més precisa i profunda. En recents reunions del Consell Europeu s'han fixat uns objectius vinculants per a 2030: el 32%, com a mínim, de l'energia consumida ha de ser renovable (revisable a l'alça el 2023), la reducció del consum en un 32,5% aconseguit per guanys en eficiència energètica respecte a 2007 (revisable a l'alça el 2023), i la reducció d'un 55% d'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle (respecte als valors de 1990). A més, s'ha fixat com a objectiu vinculant per a 2050, la consecució de la neutralitat carbònica.

El maig de 2019 el Consell i el Parlament Europeu acorden fer públic un paquet de mesures anomenat "Una energia neta per a tots els europeus" (conegut com a "paquet

d'hivern”), el qual emmarca la política europea sobre energia. Conté 4 Directives i 4 Reglaments. Els Estats Membres disposen d'un termini d'entre un i dos anys per transposar-los a les seves respectives legislacions. Aquest paquet conté unes normes sobre rehabilitació energètica dels edificis i normativa per a les noves construccions (amb un consum d'energia gairebé zero), foment de les energies renovables, eficiència energètica, governança del sistema energètic i de l'acció pel clima, i ordenació del mercat elèctric.

Un any més tard, el maig de 2020 el Consell Europeu aprova el fons europeu de recuperació “Next Generation EU”, per ajudar a sortir de la pandèmia amb una Europa més ecològica, més digital i més sostenible, figurant els projectes de transició ecològica i digital com una de les destinacions prioritàries que es pretén finançar. Per tant, cal esperar que es reforcin, gràcies a aquest finançament, alguns dels projectes de transició energètica que segueixin les directrius del “paquet d'hivern” aplicables a tots els Estats Membres.

A continuació intentarem donar una visió del panorama que tenim al davant.

Edificis de baix consum

La normativa sobre rehabilitació energètica dels edificis i sobre construccions d'obra nova (i grans transformacions) persegueix dotar-los de la màxima eficiència energètica (aïllament tèrmic, rendiment dels sistemes de climatització, il·luminació, aigua calenta sanitària, electrodomèstics), de forma que ocasionin una baixa demanda d'energia, i també exigeix que aquesta procedeixi de fonts renovables, ja siguin produïdes *in situ* (autoconsum) o en un entorn proper.

Els edificis són, actualment, els causants del 40% del consum final d'energia i els responsables del 35% de les emissions de CO₂. És per això que es vol que tots els edificis d'obra nova i els que es rehabilitin siguin pràcticament autosuficients, amb un autoconsum generat en fonts renovables i que estiguin dotats d'una infraestructura de recàrrega de vehicles elèctrics (amb un punt per cada deu places d'aparcament). Amb aquesta mesura es vincula el vehicle elèctric a la gestió de l'edifici, ja que aquest, havent de disposar de bateria, formarà part de la seva gestió energètica global.

Eficiència energètica

L'eficiència és un factor essencial en l'acció contra el canvi climàtic, i també ho és en la millora de la competitivitat econòmica i en la reducció de la dependència energètica de l'exterior. Les grans empreses estan obligades a fer auditories energètiques. A Catalunya també es fomenta l'eficiència energètica en àmbits com l'edificació, l'autoconsum, la mobilitat sostenible, la digitalització de l'energia i la indústria. Es proposa la figura del gestor energètic de l'empresa, que s'ha de responsabilitzar de tot allò que tingui relació amb la gestió i l'ús de l'energia en els diversos processos que hi estiguin involucrats, que varien depenent dels usos finals de l'energia (tèrmic, motor o elèctric). L'eficiència energètica també constitueix una forma rendible de negoci i generador de llocs de treball. I també és susceptible de crear nous agents en el mercat. Per exemple, la digitalització de l'energia, amb la recollida i gestió de les dades és una

eina fonamental per optimitzar els consums, millorar l'eficiència i, fins i tot, actuar en matèria de preus del mercat elèctric.

Foment de les energies renovables

Ens trobem en una cruïlla en la qual, en un temps breu, Europa haurà de substituir el 80% de la seva producció elèctrica actual, que haurà construït al llarg de més de 100 anys, per una altra que haurà d'estar basada en fonts renovables.

L'increment d'electrificació que es produirà en substituir l'ús de combustibles fòssils (singularment en el transport per carretera), donarà lloc a un augment de la demanda d'electricitat d'un 60-70%. Al mateix temps, els productes petrolífers pràcticament s'hauran eliminat i, en canvi, el gas natural creixerà i mantindrà la seva quota mentre duri la transició. A aquest increment de la demanda elèctrica caldrà sumar-hi el degut a la substitució de la producció elèctrica a partir de fonts convencionals (sobretot les nuclears). A aquesta suma s'hi haurà de restar l'energia estalviada i la no requerida gràcies a les millores en eficiència. El repte actual és saber si disposem de prou potencial de producció d'energia renovable per cobrir una demanda tan elevada, on és possible ubicar aquesta nova potència, i si és tècnicament viable.

L'energia renovable té el problema de la intermitència, que fa necessària una energia de suport, ja sigui gas natural o qualsevol altra tecnologia que ho permeti. Per aconseguir que l'any 2050 l'energia sigui renovable al 100% caldrà disposar d'una tecnologia d'emmagatzematge amb les característiques adequades per donar resposta a les fluctuacions i la variabilitat de la producció i del consum, i de fer-ho d'una manera segura i estable en molt pocs segons, una tecnologia nova de la qual a dia d'avui encara no disposem en el mercat, per a la qual no es pot comptar ni amb la de les bateries dels cotxes ni amb les de les instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum. I caldrà tenir en compte, a més, les pèrdues que genera l'emmagatzematge.

Per tant, durant la transició energètica ens caldrà disposar de totes les tecnologies de producció, inclosos els cicles combinats de gas, revitalitzant-los (potser tancant-ne algun del parc actual), així com també, durant uns anys, les centrals nuclears (malgrat els problemes de seguretat i de generació de residus). Solucionar tots els problemes a la vegada és impossible. Més encara, tot i que la tendència actual és la d'anar cap una xarxa energètica majoritàriament elèctrica, el camí de la transició energètica requereix l'ús complementari de gas, especialment en processos de cogeneració, per produir electricitat i calor amb molt alta eficiència.

Camí a seguir. Les inversions necessàries des d'ara fins al 2050 per reconvertir l'economia espanyola en renovable s'avaluen en uns 300-380 mil milions d'euros, concentrades, sobretot, en el sistema elèctric i en la producció en xarxa. Això vol dir 10.000 milions d'euros anuals durant els propers 35 anys. (De molt pocs anys ençà, els preus han baixat d'una forma molt considerable, això no obstant, la generació de fonts renovables segueix tenint un cost d'inversió (o *CAPEX*) alt i, en canvi, un cost de funcionaments (o *OPEX*) baix, amb una vida útil de 20-30 anys). Una qüestió pendent de resoldre clarament és la de donar cabuda als diversos usos del territori: la superfície

que es destina a les noves instal·lacions renovables amb les corresponents exigències ambientals, la qualificació dels sols agrícoles, les condicions paisatgístiques, etc. i també les possibilitats i condicions de l'eòlica marina en aigües profundes.

Les grans centrals productores d'electricitat hauran de cobrir les funcions necessàries per al funcionament correcte del sistema i també cobrir tota aquella demanda que no cobreixi la generació distribuïda. Hi haurà, per tant, una reducció de producció de les grans centrals, i la generació local d'energia podrà reduir una part de les necessitats de transport elèctric, que evitarà una part de les pèrdues que aquest transport comporta. Caldrà evitar els sobredimensionaments del sistema que siguin innecessaris i evitar els costos socials addicionals. S'hauran de combinar adequadament les produccions fotovoltaica i eòlica amb les d'altres fonts renovables (hidràuliques convencionals i de bombament) per tal que aportin la gestionabilitat necessària.

Per poder acollir tota aquesta energia renovable caldrà fer canvis a les xarxes elèctriques de transport i de distribució. Haurem de transitar gradualment, però sense cap demora (perquè l'evolució dels paràmetres vinculats al canvi climàtic ens impedeix de relaxar-nos), cap al nou model, desmantellant a poc a poc les infraestructures obsoletes sense perdre en cap moment una cosa tan essencial com és la garantia del subministrament. S'haurà de tenir en compte, certament, la influència dels que voldran alentir els canvis per garantir la recuperació de les inversions, tot allargant els períodes d'ús més enllà dels terminis d'amortització.

Per avançar en la transició energètica, caldrà fer ús de tres conjunts d'eines: la gestió de la demanda, l'emmagatzematge i les interconnexions.

Pel que fa a la *gestió de la demanda*, tenim una certa capacitat per adaptar alguns dels nostres consums i realitzar-los en els moments en els quals disposem de més energia (solar, eòlica), sempre i quan això no representi una pèrdua de qualitat de vida. Cal trobar la manera de fer-ho: per exemple, digitalitzant alguns consums (domòtica), o també compartint equips entre usuaris els horaris dels quals siguin complementaris.

En relació amb l'*emmagatzematge*, podem comptar amb els embassaments i amb centrals hidràuliques de bombament, a més de bateries (domèstiques, cotxes elèctrics) i, aïat, amb nous parcs de bateries estàtiques.

La *interconnexió* dels sistemes elèctrics els fa més gestionables, amb la possible aportació de produccions (sempre de fonts renovables) d'altres indrets, però també, en sentit oposat, facilitant-ne el seu consum, segons siguin les diverses condicions meteorològiques o hidrològiques locals de cada part.

Correspondrà als governs la planificació a llarg termini de les fonts energètiques disponibles, així com els sistemes d'emmagatzematge necessaris, i conjugar aquesta oferta elèctrica amb polítiques que incentivin la gestió de la demanda, atenuant dintre del que és possible les puntes de consum i assolint un nombre d'interconnexions que permetin transferir energia quan els preus són baixos. Això permetrà als governs

ponderar adequadament el valor que aporten cadascuna de les fonts i sistemes d'emmagatzematge.

Nou mercat elèctric: perspectives

Un altre factor rellevant del “paquet d’hivern” és el reconeixement del dret dels ciutadans-consumidors a generar, emmagatzemar, consumir i vendre la seva pròpia energia renovable. També ho és l’important paper de l’autoconsum compartit, com a primer pas cap a les “microxarxes”, les “plantes de generació virtual”, etc. El “paquet d’hivern” també estableix que s’han d’impulsar les cooperatives de consumidors com a fórmula per estimular la participació activa i directa dels ciutadans en el mercat elèctric (uns ciutadans, als qual titlla d’“empoderats”, capaços d’actuar com a generadors d’electricitat, com a gestors de la demanda i com a consumidors).

El ciudadà es transforma així de consumidor en generador i gestor energètic mentre que, al mateix temps, el subministrador es converteix en un proveïdor de serveis energètics i financers. L’autoconsum fa aparèixer una generació distribuïda i també la necessitat de gestionar les càrregues per part del productor/consumidor (anomenat “prosumidor”), ja sigui emmagatzemant l’energia, o bé fent permutes amb empreses especialitzades. Perquè això esdevingui possible cal que les instal·lacions tinguin un retorn econòmic mínimament raonable. Les bateries dels vehicles elèctrics, que cada cop són més eficients i econòmiques, esdevenen una eina de gestió de la demanda elèctrica a la llar que, a més d'emmagatzemar l’autogeneració fotovoltaica, també poden acumular energia quan és més barata per consumir-la a les hores en què el preu és més alt. Per altra banda, és bàsic que els comptadors intel·ligents permetin que l’usuari pugui conèixer, controlar i comparar el consum i també tractar aquesta allau de dades i fins aplicar dispositius domòtics. Així apareix el consumidor proactiu idoni, que és aquell que té un element de generació elèctrica, un comptador intel·ligent, una casa més o menys domotitzada i pren les decisions més convenients.

Davant de clients així, informats i que busquen solucions, s’obren noves oportunitats a les companyies que fins ara eren meres subministradores d’electricitat:

- els models de negoci vinculats a la generació distribuïda integren activitats com el subministrament d’instal·lacions d’autoconsum (estudi previ i projecte tècnic, finançament, instal·lació) i la seva gestió (operació, manteniment).
- els models de negoci vinculats a la gestió de la demanda ofereixen sistemes de facturació de l’energia amb preus dinàmics en funció de les necessitats del sistema, la gestió remota del productor/consumidor, i serveis de valor afegit com poden ser la sensorització, el seguiment del consum en temps real o la modelització del comportament i l’aprenentatge.
- els models de negoci vinculats a l’agregació energètica són: les “plantes de generació virtual” i les “microxarxes”. Les plantes de generació virtual agreguen autoconsumidors i els gestionen conjuntament, com si es tractés d’una única planta de generació, amb la qual cosa augmenta la seguretat de subministrament. L’agregador aconsegueix donar un valor a l’energia exportada a la xarxa i alhora prestar uns serveis al sistema elèctric; les

microxarxes integren diversos punts de consum i de generació, donant lloc a un petit sistema elèctric que es pot gestionar integralment.

Els distribuïdors, que recullen l'energia de les renovables centralitzades, podrien acusar problemes d'instabilitat i de congestió de la seva xarxa. Per avançar-s'hi, cal que creïn *smart grids* i *intelligent markets*, combinant-los amb una gestió de la demanda. Això els permet crear micro-illes autònomes, dinàmiques i connectades, amb un sistema de gestió intel·ligent i amb bateries, que es van readaptant a les condicions de l'entorn a base de sistemes (intel·ligents) que analitzen les mètriques i les previsions de generació i consum. Aquesta gestió intel·ligent hauria de ser multidireccional, considerant els consumidors com a centre i nucli dels sistemes, en tant que elements actius de les xarxes energètiques. L'ús de sensors, sistemes autònoms, sistemes bidireccionals de telemesures i la implementació de nous serveis faran possibles unes xarxes energètiques intel·ligents, més socialitzades i beneficioses, que generin unes solucions de gestió noves i imaginatives, amb nous serveis de valor afegit.

L'estructura vers la qual ens estem orientant es basa, doncs, en una xarxa de distribució que s'interconnecta (elèctricament i digitalment) amb diverses microxarxes i comunitats energètiques locals intel·ligents de productors/consumidors (o "prosumidors"), que disposen d'eines per gestionar la producció i/o compra d'energia, que n'emmagatzemen i que poden modular el consum compensant les puntes de generació del sistema, quan el preu és més alt.

Una altra funció important en la gestió de la xarxa de distribució i també en l'acció dels agregadors rau en el paper que juguen en el mercat de la flexibilitat, un element indispensable per operar un sistema elèctric en temps real. En aquest mercat també hi intervé el gestor de la xarxa de transport. La flexibilitat comprèn les operacions diàries sobre la demanda i l'emmagatzematge, els contractes referents a plans sobre la xarxa, el control de la tensió, la gestió de la capacitat de la xarxa i del seu grau de congestió, la reserva estratègica, la cobertura, l'optimització del mercat diari, el mercat de balanç, l'optimització de la generació, la regulació de la freqüència, la reserva de reposició, etc., per a les quals cal una coordinació dels actors esmentats i una interrelació amb altres actors del mercat elèctric. Són temes que aquí no desenvoluparem.

Sí que apuntarem, però, que el funcionament estable d'un sistema elèctric requereix uns marges d'energia primària emmagatzemada capaços d'operar en uns temps de resposta molt concrets:

- per poder mantenir la freqüència de la xarxa, de l'ordre de mil·lisegons a segons,
- per poder assumir les variacions de la demanda, de l'ordre dels segons a minuts,
- per poder cobrir la punta de demanda (potència ferma), de l'ordre de les hores,
- per fixar el preu de l'energia, de l'ordre del dia o la temporada.

Una xarxa amb un alt percentatge de fonts renovables (intermitents i ràpidament variables) ha de trobar la forma de poder aconseguir tothora aquests temps de resposta, sobretot els més breus, i de les magnituds apropiades en cada cas. És a dir, cal planificar el sistema de tal manera que el faci resistent a fenòmens meteorològics molt adversos (encara que siguin molt infreqüents) i que no es col·lapsi encara que puguin quedar fora

de servei una determinada sèrie de línies, generadors, bateries, etc. I cal que, si tanmateix el sistema es col·lapsa, hi hagi maneres de restituir el servei. A aquests efectes, les tecnologies d'emmagatzematge avui dia disponibles (sobretot centrals hidràuliques de bombament i bateries de característiques diverses) tenen cada una el seu àmbit d'aplicació propi. La recerca avança en el sentit de millorar les prestacions d'aquestes tecnologies, i també s'obre en altres direccions (hidrogen, aire comprimit, vapor, condensadors de doble capa, etc.)

La implantació de nous actors, noves funcions i nous equipaments (tant elèctrics com digitals), com els que hem anat veient, està canviant completament la naturalesa del sistema elèctric tal com l'hem conegut, i per tant calen nous mètodes per al seu disseny, operació, control i estudi (tant en règim permanent com dinàmic). Es presenten nous reptes relacionats amb l'estabilitat i amb la protecció de les xarxes elèctriques, per als quals prendran una gran importància diversos tipus de convertidors basats en l'electrònica de potència, que milloraran els serveis dels actuals, de caràcter electromecànic. Seran capaços d'emular la inèrcia, d'amortir les oscil·lacions de potència, de realitzar la regulació tensió/freqüència, de millorar la qualitat elèctrica, d'operar en illes de servei, de restaurar el servei, etc. en condicions d'operació diverses. També permetran crear superxarxes constituïdes per subxarxes en corrent continu (sobretot d'alta tensió) i subxarxes en corrent altern, interconnectades mitjançant convertidors. D'aquesta manera es podrà integrar a la xarxa comuna la producció dels grans parcs eòlics marins (sobretot nòrdics).

6. Algunes conclusions

El nou sistema d'energies renovables estarà basat, fonamentalment, en unes tecnologies que generen directament l'electricitat (a partir d'energia hidràulica, eòlica, fotovoltaica, termosolar, marina, geotèrmica o biològica), el cycle complet de les quals és, per tant, més eficient que la major part de les que actualment estan en ús, on l'electricitat s'obté a partir d'una combustió, amb una eficiència mitjana del 33%. També hi ha un guany global en eficiència quan s'utilitzen gasos com el biometà, obtingut a partir de fonts renovables, per a usos tèrmics en una zona pròxima. D'aquesta manera es passa de les 2,5 unitats d'energia primària actualment necessàries per obtenir una unitat d'energia útil, a les 1,4-1,8 unitats, depenent de com s'operi, especialment en l'emmagatzematge.

El principal repte tecnològic que ha d'afrontar ara un sistema d'energia renovable és el de l'emmagatzematge massiu (sobretot d'energia elèctrica) que resolgui les diferències temporals entre la captació de l'energia i el seu ús (dia i nit, estiu i hivern). I alhora, pel que fa al vehicle elèctric, aconseguir una càrrega suficient ateses les seves limitacions de pes i espai.

També cal afrontar un altre tipus de reptes: trobar llocs on es puguin ubicar grans sistemes de captació d'energia. En el cas de Catalunya, per exemple, fan falta entre 40.000 i 60.000 hectàrees, que totalitzen un 1,25-2% de la seva superfície. També la transformació de l'actual xarxa unidireccional (de les centrals als consumidors) a una de

multidireccional (amb múltiples generadors i múltiples consumidors), a la qual caldrà sumar-hi, entre altres instal·lacions, uns sistemes d'emmagatzematge i unes estacions de recàrrega de vehicles.

Un altre factor important en el nou sistema d'energia renovable serà el paper que hi tindrà l'hidrogen obtingut per electròlisi de l'aigua i el seu ús, tant en cel·les de combustible (que reconverteixen l'hidrogen en electricitat) com directament com a combustible. Aquest hidrogen tindrà tres grans tipus d'aplicacions: com a mitjà d'emmagatzematge massiu d'energia elèctrica en hores de baix consum, com a mitjà de transport d'energia a llargues distàncies a través de vehicles pesants, i en cambres de combustió en processos industrials que requereixen temperatures molt elevades.

Cal anar cap a un model més autosuficient en el qual la part de les energies pròpies del país, que precisament són energies renovables, sigui cada cop més significativa. L'aparició de noves formes d'obtenció d'energia, com la generació per a l'autoconsum o la generació en equipaments col·lectius, atorga al ciutadà un paper proactiu i implica canvis en les xarxes, que passen d'un model jeràrquic a un model distribuït. També requereix un canvi en el sistema tarifari per adaptar-lo al nou model i estimular l'estalvi i l'eficiència.

Tant la manera d'organitzar-se per a la producció i consum d'energia, com les decisions que s'adopten relatives a la producció, el transport, el subministrament i l'ús de l'energia, tenen conseqüències socials molt importants. Aquesta transició cap a un model energètic nou també ens porta a una situació nova, fins ara desconeguda. Sabem coses d'alguns aspectes i de les tecnologies (hidràulica, eòlica, fotovoltaica, biomassa), però tenim una experiència molt limitada de les conseqüències de la seva implantació, tant tecnològica com social, a gran escala en el sistema energètic. Com evolucionarà aquest sistema al llarg del temps? Com funcionarà la gestió d'aquest caràcter intermitent i aleatori? Com reaccionarà la població davant d'aquests canvis? Quines tecnologies i quins comportaments socials seran els més rellevants? Quins canvis tindran lloc en els diversos processos que els facin menys costosos en termes energètics?

Les decisions sobre política energètica han de tenir unes bases tècniques i financeres, però s'han de fonamentar en una valoració social, clara i explícita, tant de la implicació en les urgències planetàries com dels beneficis, els perjudicis i les potencials actuacions pal·liatives de les actuacions (o de les no intervencions), així com de quan és hora de fer-les. Haurien de quedar clars els costos que cal afrontar i els beneficis que es perden en cada alternativa d'actuació. Allò que no es pot fer és tenir només en compte els recursos tècnics i financers disponibles. Una visió prioritàriament tècnica deixaria en un segon pla altres realitats indefugibles. Les nostres vides es desenvolupen en el medi ambient i en el territori, i una bona part de la producció en depèn directament. Per això la nostra acció sobre ells ha de ser el màxim de curosa, eficient i alhora determinada. Cal saber trobar el moment i el lloc adequats per a cada cosa que s'ha de fer.

Aquestes qüestions no poden ser negociades només entre les grans empreses del sector, els subministradors d'equipaments, els propietaris del sòl, els inversionistes privats i els poders polítics. El poder públic ha d'obrir mecanismes de participació efectiva, i cal que

la ciutadania s'hi mostri proactiva. Caldrà anar trobant les millors solucions en el debat entre tots els que hi tenen coses a dir: polítics i representants de les diverses Administracions, gestors de xarxes i del mercat, reguladors, companyies i agents diversos, industrials, inversors, propietaris, experts (enginyers, economistes, geògrafs, urbanistes, juristes, sociòlegs, etc.) i ciutadans en general. Hauria d'haver-hi gent dels territoris més afectats, que aportin el seu coneixement directe i vivencial. Els experts han de ser conscients que estan treballant per a la societat i que les decisions que ells ajudaran a prendre tindran una incidència social important i prolongada. Hi ha tot un conjunt d'interaccions i d'interrelacions que, si s'alteren indegudament, provoquen greus conseqüències en el sistema productiu i creen problemes d'abastament també dels productes de necessitat bàsica. Entre tots, hem de valorar si treballem per un món més sostenible i harmònic o bé anem cap a un de més complicat, insostenible i caòtic.

En aquest context, els Col·legis d'Enginyers Agrònoms, de Camins, Industrials, Informàtics i de Telecomunicacions de Catalunya han emès un manifest comú, amb el títol de "Territori i transició energètica" (abril de 2021). Entre altres coses, afirmen: "El procés de descarbonització ha de ser compatible amb la suficiència del subministrament i el manteniment de la competitivitat de la nostra indústria i els serveis".

"El repte central recaurà en fer la transició energètica dels sectors industrials i el transport, com a primers consumidors energètics".

"Serà necessària la col·laboració de nous vectors energètics com els gasos renovables, l'hidrogen i els combustibles sintètics".

"Cal treballar per un just equilibri entre l'interès general de transformació del model energètic i els interessos particulars reforçant un canvi de visió. Cal fomentar els projectes que, ja sigui en forma col·lectiva o individual, donin responsabilitat i activitat energètica distribuïda al territori".

"La implantació de les energies renovables ha de ser una oportunitat per afavorir un desenvolupament industrial i econòmic, alhora que sostenible, del territori".

"Cal harmonitzar els projectes agrícoles, pesquers i industrials amb la generació renovable".