



L'ELECTRICITAT

EL FORMAT ENERGÈTIC DEL SEGLE XXI

Luis Atienza

L'electricitat té un paper protagonista en el segle XXI. La possibilitat de generar-la a partir de tecnologies renovables i lliures de CO₂ la converteix en un dels eixos sostenibles del futur. No obstant això, encara queden obstacles per salvar, com l'aïllament energètic d'Espanya respecte a la resta d'Europa o la capacitat de la tecnologia de respondre a un flux energètic que depèn de les condicions meteorològiques del moment.

L'ús de les distintes energies ha marcat la història de la humanitat i la forma en què cada societat se situa en el món. Aprofitar l'energia del vent va permetre als fenicis dominar el Mediterrani, la força de l'aigua va molre la farina europea durant molt de temps, i controlar l'energia del vapor va fer possible ni més ni menys que la Revolució Industrial. Avui sabem que l'electricitat té un paper protagonista en la societat del segle XXI i que serà cada vegada més rellevant, major encara que el que ha desenvolupat en el segle passat. No és possible concebre un model energètic sostenible, és a dir, un model de societat viable, sense tenir en compte aquesta energia, clau del món tecnològic. Ja no hi ha cap dubte que aquesta centralitat actual es veurà incrementada en el futur en la mesura que el vector elèctric està cridat a ser el verdader eix del canvi cap a la sostenibilitat en l'ús de l'energia.

■ UNA SOCIETAT ELECTRODEPENDENT

Els avantatges de l'electricitat es troben tant en l'extrem de la generació com en el de la demanda. En la generació, perquè, gràcies a l'electricitat, podem utilitzar a gran escala les energies renovables. És a dir, l'electricitat posa a la nostra disposició l'energia del vent, de l'aigua i del sol; però, a més, gràcies a aquest vector energètic, podem gaudir també de la resta de tecnologies lliures de CO₂, com la nuclear, i altres que resulten rellevants per a l'eficiència del sistema, com la cogeneració. També usarem a través de l'electricitat, quan estiga dispo-

nible, l'energia fòssil amb captura i emmagatzemament de CO₂, i, amb tota probabilitat, les que utilitzem en el futur, com la fusió.

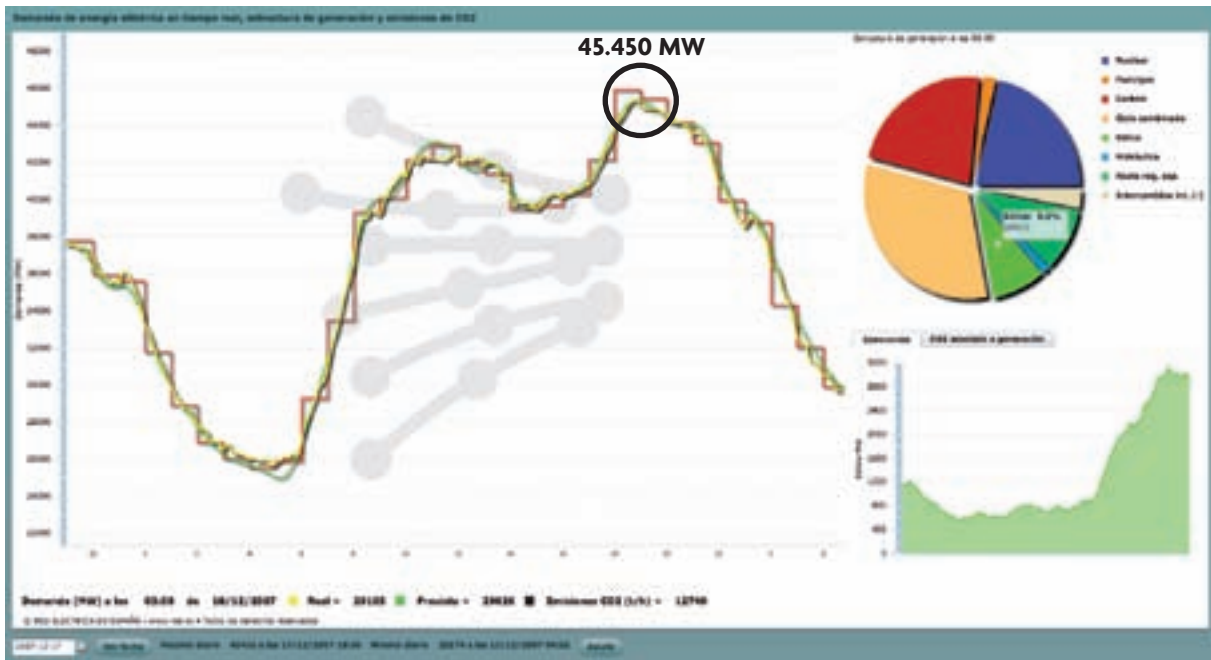
I des del costat de la demanda, l'electricitat té l'enorme avantatge que les emissions són nul·les en el punt de consum, amb independència de com s'haja generat, la qual cosa té una importància notable en les ciutats, on la qualitat de l'aire és un problema cada vegada més greu. A més, és important per a l'eficiència energètica amb tecnologies com els leds o les bombes de calor. I, finalment, l'electricitat és l'*input* energètic més sol·licitat en la societat de la informació, dels serveis, de la tecnologia i del coneixement, les quatre potes que caracteritzen la societat actual. La seua penetració en els nostres hàbits i requeriments no té precedents, fins al punt que els ciutadans d'avui som cada vegada més electrodependents.

El transport per carretera és, probablement, l'últim gran territori energètic que li falta a l'electricitat per conquerir. Fins ara semblava patrimoni exclusiu dels derivats del petroli, però les bateries i els vehicles elèctrics poden atorgar a l'electricitat significatives possibilitats en aquest àmbit. Potser no serà en aquest decenni, però es fa evident que els derivats del petroli, tant pel cost d'extracció com per l'impacte ambiental, aniran essent substituïts gradualment per l'electricitat, que aporta, com ja he mencionat, un important benefici per a la qualitat de l'aire i per a la reducció del soroll en les ciutats.

No és aventurat, per tant, afirmar que el futur de l'electricitat condiona de manera determinant el nos-

«L'ELECTRICITAT TÉ UN PAPER PROTAGONISTA EN LA SOCIETAT DEL SEGLE XXI I QUE SERÀ CADA VEGADA MÉS RELLEVANT, MAJOR ENCARA QUE EL QUE HA DESENVOLUPAT EN EL SEGLE PASSAT»





Cicle diari de demanda i generació elèctrica. La màxima demanda elèctrica instantània al sistema elèctric espanyol es va produir a les 8 del vespre del 17 de desembre de 2007, amb 45.450 megawatts (MW). Les corbes de gestió, elaborades diàriament per Red Eléctrica de España, mostren la previsió del mercat per a cada hora del dia (escala vermella), les previsions en funció de les condicions del dia (línia verda) i l'evolució de la demanda real (línia groga). La tasca del gestor elèctric és fer una bona previsió diària, advertir-ne els productors i garantir, al mil·lisegon, que la generació elèctrica es correspon exactament amb la demanda, a fi que el sistema es mantinga en els 50 Hz de freqüència. Això representa processar unes 270.000 dades de generació i de demanda cada 4 segons. Si la freqüència s'arriba a desviar, en més o menys, més enllà d'1% (49,5 o 50,5 Hz), es trenca el delicat equilibri dinàmic entre demanda i generació, el sistema cau, es produeixen desconexions de protecció i pot arribar l'apagada. Aquesta estructura de la demanda, amb mínims diaris de 25.000 MW i màxims de més de 40.000 MW, complica molt la gestió d'un recurs que es consumeix en el mateix moment en què es produeix. La demanda d'energia elèctrica real, l'estructura de generació i les emissions de CO₂ que es produeixen es poden consultar en unes gràfiques interactives disponibles en <<http://demanda.ree.es/demanda.html>>, com la de la imatge, que correspon a la demanda elèctrica del dia 17 de desembre de 2007 abans assenyalat.

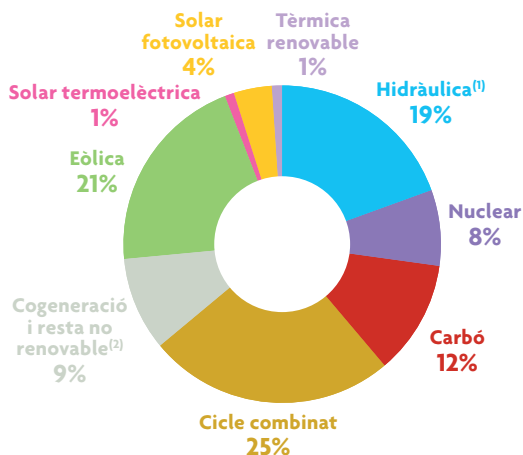
tre futur energètic. O, més aviat, que el nostre futur energètic estarà absolutament condicionat pel futur que sapiguem proporcionar a l'electricitat. Per això hem de desenvolupar tot el seu potencial, la qual cosa ens permetrà avançar cap a un model més segur i més sostenible, que així mateix siga compatible amb la competitivitat de la nostra economia i amb la protecció ambiental en el seu sentit més ampli.

El repte és nou i important perquè el sistema elèctric ha canviat molt en els últims anys. Ara hem de ser capaços de fer front a un sistema que ja no és dòcil, com el d'antany, en què per a assegurar l'equilibri instantani entre l'oferta i la demanda hi havia prou a donar instruccions a les centrals de carbó o a les centrals hidroelèctriques perquè augmentaren o reduïren la seua producció. És a dir, la demanda es prenien com un fet i la producció s'hi ajustava de manera instantània. Ara, però, una part important del nostre mix de generació no és gestionable, és a dir, l'energia es produeix quan hi ha vent, aigua o sol, no quan la demanda ho requereix. Ens veiem obligats a buscar formes de compensar

aquesta variabilitat i la solució no és única ni evident, és la suma de moltes aportacions.

■ LA COMPLEXA INTEGRACIÓ DE LES ENERGIES RENOVABLES EN EL SISTEMA ELÈCTRIC

A Espanya estem ben situats per compensar la variabilitat de les energies renovables perquè hem fet un important tram del camí. Al nostre país s'han produït dues circumstàncies que no s'havien donat en cap altre de manera simultània, i que ens han obligat a anar més lluny que els altres. D'una banda, una molt elevada potència eòlica instal·lada, que avui suma ja 21.000 megawatts (MW); de l'altra, una molt limitada capacitat d'interconnexió amb el sistema elèctric europeu. Per a entendre aquesta debilitat no cal sinó comparar la capacitat de la interconnexió elèctrica de Dinamarca amb els seus veïns, Alemanya, Suècia i Noruega, equivalent al 60% de la seua punta màxima de demanda, amb el 3% de capacitat d'interconnexió del nostre sistema. La suma de totes dues condicions, per tant, ens ha obligat



⁽¹⁾ Inclou la potència de bombament pur (2.747 MW)

⁽²⁾ Inclou tèrmica no renovable i fuel-gas

Mix de potències brutes instal·lades en desembre de 2011 (100.576 MW)

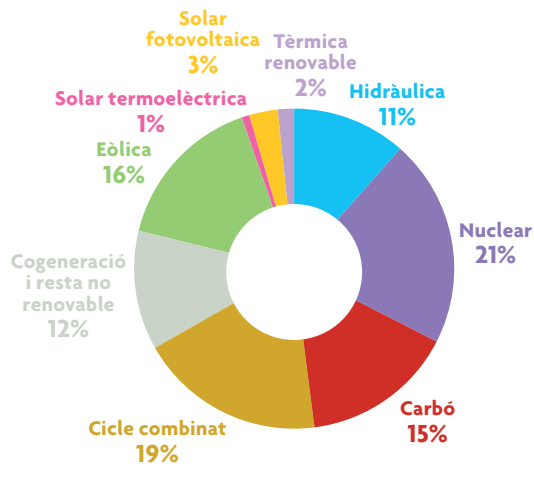
TECNOLOGIA	MW	%
Hidràulica	19.573	19,5
Nuclear	7.777	7,7
Carbó	11.700	11,6
Cicle combinat	25.269	25,1
Cogeneració i resta no renovable	9.611	9,6
Eòlica	20.733	20,6
Solar termoelèctrica	949	0,9
Solar fotovoltaica	3.903	3,9
Tèrmica renovable	1.062	1,1
TOTAL	100.576	

a fer un pas al front i anar per davant quant a integració segura d'energia eòlica.

Aquesta aposta sostinguda del nostre país per les energies renovables ha estat possible gràcies al disseny i al desenvolupament d'un model pioner en el món per a la integració d'aquestes energies, especialment l'eòlica, en el sistema elèctric. Red Eléctrica de España, com a empresa encarregada del transport i l'operació del sistema elèctric, ha sabut assumir la responsabilitat d'aportar solucions que puguin fer viables els objectius de la política energètica. Per això va posar en marxa, l'any 2006, el Centre de Control d'Energies Renovables (Cecre), que ha permès establir una relació intel·ligent entre la generació, la xarxa de transport i l'operació del sistema.

Aquest centre ha col·locat Espanya en una posició d'avantguarda en el món i amb ell hem pogut resoldre el repte de fer possible una gran penetració de les energies renovables en un sistema quasi aïllat, i fer-ho de manera segura i eficient. La clau que ens ha permès arribar tan

«UNA PART IMPORTANT DEL NOSTRE MIX DE GENERACIÓ D'ELECTRICITAT NO ÉS GESTIONABLE, ÉS A DIR, L'ENERGIA ES PRODUEIX QUAN HI HA VENT, AIGUA O SOL, NO QUAN LA DEMANDA HO REQUEREIX»



Mix de cobertura de la demanda en desembre de 2011

Estructura de la generació elèctrica espanyola (2011). La capacitat de generació elèctrica de l'estat espanyol (illes exclòses) supera els 100.000 megawatts, bé que una part sensible d'aquesta potència depèn de fenòmens aleatoris (vent, aigua embassada, etc.). La grandesa de les renovables és que la matèria primera resulta gratuïta, neta i lliure de condicionants geoestratègics; la servitud és la recurrència de la seva disponibilitat. Així, l'any 2011, la generació hidroelèctrica i l'eòlica cobren un 11% i un 16% de la demanda, tot i representar el 19% i el 21% de la potència instal·lada, mentre que la nuclear, amb només un 8% de la potència instal·lada total, cobrí un 21% de la demanda.

lluny en la integració ha estat l'anticipació als problemes i la dotació de sistemes tècnics que ajuden a gestionar l'energia renovable de manera cada vegada més equiparable a la convencional. Avui dia, gràcies al Cecre, tenim capacitat de resposta davant de les variacions de l'energia renovable i podem garantir plenament la seguretat del subministrament. Som capaços d'afrontar amb seguretat situacions en què el 60% de la demanda és satisfet amb energia eòlica, tal com va ocórrer el 6 de novembre del 2011, i altres en què el vent amb prou feines cobreix l'1%.

La variació, expressada en MW, representa passar de 15.000 a 150, tot això amb una capacitat d'interconnexió amb la resta del sistema elèctric europeu, la xarxa de seguretat, de 1.400 MW. I, a més, tenint en compte que la producció eòlica es mou pel territori, es desplaça tal com ho va fent la borrasca per la geografia nacional, en general en direcció oest-est. Aquest desplaçament equivaldria a suposar que deu centrals convencionals de gas que al matí produïren al nord-oest d'Espanya, estarien localitzades vuit hores després a la vall de l'Ebre i a la costa mediterrània vuit hores més tard,

però sense haver deixat de produir en cap moment. Ser capaços de no deixar perdre aquesta energia i posar-la al servei del sistema en condicions de seguretat és el que ha convertit el nostre centre de control en un lloc obligat de visita per als qui en el món desitgen integrar energia èolica en condicions de seguretat.

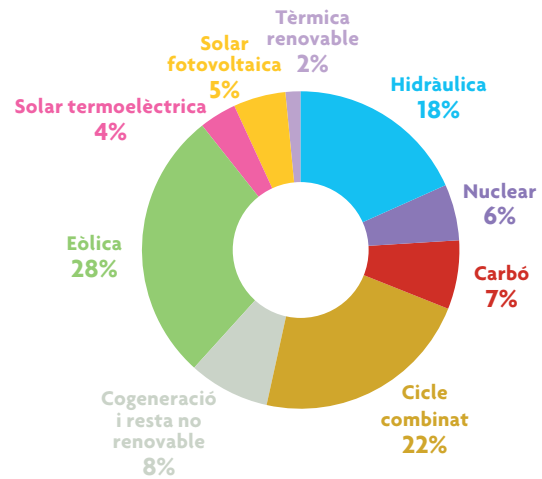
Sens dubte hem treballat molt i el lideratge espanyol és reconegut pels governs, institucions i organitzacions professionals del sector dels països més avançats, que ben sovint acudeixen a conèixer el Cecre, però els reptes no acaben ací. Per assolir els objectius europeus que exigeixen un 20% d'energia primària provinent de fonts renovables en el 2020 –percentatge que es tradueix en el 40% per al sector elèctric–, serà necessari recórrer un altre llarg camí.

■ LA SUPERACIÓ DEL REPTA DE L'AÏLLAMENT ENERGÈTIC

La nostra principal dificultat se centra en les especials circumstàncies del nostre país des del punt de vista elèctric. Com ja he mencionat, la nostra interconnexió amb Europa és molt limitada, la qual cosa fa que el nostre funcionament, des del punt de vista elèctric, siga quasi com el d'una illa. Precisament perquè no som al centre d'Europa, no podem usar el sistema elèctric europeu, deu vegades superior a l'espanyol, com a matalàs amortidor enfront de les necessitats que plantegen unes fonts amb aportacions molt variables d'energia en funció de les condicions climàtiques de cada dia i de cada moment.

Per això, de manera prioritària, hem d'intensificar la nostra interconnexió amb Europa, i això ja ho fem amb la construcció d'una nova línia a través dels Pirineus orientals, amb la qual duplicarem la nostra capacitat actual. Aquesta línia, que estarà disponible en l'horitzó del 2014, representa una gran millora que ens permetrà arribar, des del 3% actual, al 6% de capacitat d'interconnexió respecte a la punta de màxima demanda, però encara molt lluny del 10% que la UE identifica com a capacitat mínima ideal d'interconnexió entre cada país i els seus veïns. Així doncs, hem de continuar augmentant la nostra connexió amb Europa a través d'un altre projecte el traçat i viabilitat del qual estem ja estudiant amb els nostres col·legues francesos i que, previsiblement, discorrerà pel golf de Biscaia. I encara hauríem de ser capaços de plantejar una altra interconnexió més abans que acabe aquesta dècada.

«L'AUGMENT INEVITABLE DE LA XARXA ELÈCTRICA TÉ UN COST, NO TANT ECONÒMIC COM PAISATGÍSTIC I SOCIAL, PERQUÈ LES LÍNIES ELÈCTRIQUES SUSCITEN UN IMPORTANT I CREIXENT REBUIG ENTRE LA POBLACIÓ»



Mix de potències brutes instal·lades

(Potència renovable d'acord a PER2020. Geotèrmica i energia del mar incloses en tèrmica renovable i hidràulica respectivament)

Estructura de la generació elèctrica espanyola (previsions al 2020). Les instruccions de la Comissió Europea en matèria d'energia i de lluita contra el canvi climàtic s'orienten a aconseguir que l'any 2020 hàgem reduït en un 20% les emissions de gasos amb efecte hivernacle, hàgem incrementat en un 20% l'eficiència energètica dels sistemes productius o de proveïment de serveis, i hàgem substituït un 20% de fonts fòssils d'energia primària per fonts renovables. És l'anomenat «programa 20/20/20», que a Espanya ha induït el Plan de Energías Renovables 2011-2020. Aquesta determinació d'incrementar el pes de les renovables en el mix instal·lat és una excel·lent notícia ambiental i també econòmica, però comporta un augment de complexitat en la gestió del sistema elèctric. Entre altres coses, exigeix una millora en la interconnexió amb el sistema elèctric europeu per poder intercanviar energia neta en els moments en què la generació renovable, ençà o enllà dels Pirineus, supera la demanda local.

Paral·lelament, hem de treballar en altres solucions que, combinades entre si, puguin ajudar-nos en uns anys a millorar l'eficiència d'un sistema elèctric que no s'assembla gens al que teníem fa molt poc de temps. El model de generació es comporta, com dic, capritxosament, dependent del vent o del sol, però continua essent necessari assegurar l'equilibri instantani entre l'oferta i la demanda. Per fer-ho necessitem, a banda de més interconnexió, més capacitat d'emmagatzemament.

De moment, aquest emmagatzemament només és possible a una escala rellevant mitjançant centrals de bombament d'aigua reversibles, la potència de les quals haurem d'incrementar.

En aquest escenari la necessitat de més xarxa elèctrica es fa inevitable perquè els recursos de generació renovable es distribueixen pel territori de manera molt dispersa. Per gestionar els fluxos entre l'origen i la destinació es requereix una xarxa més robusta i més



© Red Eléctrica de España

Les línies elèctriques susciten un cert rebuig pels seus efectes en el paisatge i el medi ambient. El risc de col·lisió dels ocells amb les línies elèctriques s'evita col·locant senyalització salvaocells en les línies.

mallada que no la que exigeix una generació convencional. I no hi ha dubte que aquesta xarxa té un cost, no tant econòmic, atès que la xarxa de transport a penes representa el 5% del cost del sistema elèctric, però sí paisatgístic i social, perquè les línies elèctriques susciten un important i creixent rebuig entre la població. Tenim un gran repte, però també una gran oportunitat i hem de convèncer la societat de la necessitat de disposar d'un sistema elèctric més sostenible, amb major aportació de fonts renovables, la qual cosa necessàriament, vull insistir-hi, exigeix un sistema amb una xarxa de transport més robusta i mallada.

■ UNA TECNOLOGIA INTEL·LIGENT PER A ENCARAR EL FUTUR

D'altra banda, el desenvolupament de les tecnologies de la informació ens permetrà fer una gestió cada vegada més intel·ligent de la demanda. Gràcies a comptadors intel·ligents i a una interactivitat instantània entre el comptador i la xarxa de distribució, i després amb la xarxa de transport i l'operació del sistema, podem arribar a modificar el comportament dels consumidors, que poden convertir-se en agents clau del canvi si el seu consum es desplaça de les hores punta a les hores vall i si una part del consum és capaç de reaccionar a la disponibilitat de l'oferta i al seu cost. En aquest sentit, el cotxe elèctric pot representar també un important aliat d'un sistema més sostenible, sempre que la recàrrega siga intel·ligent. És a dir, si s'optimitza el procés de ma-



© Red Eléctrica de España

nera que la major part dels vehicles es recarreguen en les hores vall, a la nit, en les quals pot haver-hi energia renovable excedentària.

En definitiva, ara com ara l'electricitat se situa en l'eix del canvi cap a la sostenibilitat del sector energètic. Potser en el futur hi haja altres actors principals, altres vectors, però el protagonista actual és sens dubte elèctric. L'electricitat ofereix a més molta flexibilitat a l'hora de combinar tecnologies i energies primàries perquè, encara que ha de triar les més netes, es pot obtenir amb gran versatilitat.

Falta molt de treball per fer i el sector elèctric espanyol haurà d'adaptar-se als canvis que faran possible un nou model, la qual cosa exigirà la màxima implicació de tots els actors, des dels reguladors fins als consumidors, passant per tots els agents que intervenen en el sistema. Estic convençut que entre tots aconseguirem que aquest bé fonamental per al desenvolupament econòmic i per a la qualitat de vida continue a l'abast de la societat de manera segura i fiable, i a un preu raonable, que siga compatible amb la competitivitat de la nostra economia i amb la conservació ambiental en el seu conjunt. I trobe que serem capaços de fer-ho perquè, com va dir Albert Einstein, «hi ha una força motriu més poderosa que el vapor, l'electricitat i l'energia atòmica: la voluntat». ☺

Luis Atienza. Expresident de Red Eléctrica de España.