

Terminologia i energies



Consideracions sobre l'energia a Catalunya¹

JOSEP AMAT I ALÍCIA CASALS
Universitat Politècnica de Catalunya
Institut d'Estudis Catalans

Font: Wikimedia Commons



L'energia és un dels pilars del desenvolupament de la vida i la societat, i el seu consum es considera un indicador bàsic de la qualitat de vida.

Tot i que l'energia de què disposem a la Terra prové bàsicament del Sol, la tecnologia fa que la puguem obtenir i consumir de molt diverses maneres. El consum d'energia actualment a Catalunya no es concentra en usos domèstics, car aquests sols representen el 15 %. La major part del consum energètic es concentra en el transport, tant de persones com de mercaderies, que supera el 40 %. La indústria, que és el motor de l'economia, representa el 30 % del consum, mentre que el sector primari consumeix el 5 %. El sector dels serveis, un sector que creix amb la qualitat de vida, actualment representa un consum del 10 % del total d'energia consumida a Catalunya.

El concepte d'energia s'ha anat assumint per la humanitat a mesura que ha anat prenent consciència del seu ús. L'etimologia de la paraula *energia* prové del grec *ενέργεια*, que vol dir 'la força en acció o treballant'. Al principi, l'única energia disponible era la solar directa, utilitzada tant per garantir la vida com per obtenir una escalfor de confort sense cap recurs tecnològic per poder millorar la seva captació. Però va haver de passar molt temps fins que la humanitat va incorporar el foc a la seva vida quotidiana —d'això ara en fa 600.000 anys—, i no és fins fa 30.000 anys que amb la construcció de forns se'n va poder treure més rendiment calòric. Aquesta millora va donar lloc a un pas molt transcendent per a la humanitat, l'inici de la metal·lúrgia cap al 6000 aC. Aquesta antiguitat fa que, ja des de la cultura hel·lènica, es consideressin com a elements bàsics el foc, l'aire, l'aigua i la terra, i que tota la nomenclatura bàsica de l'energia relacionada amb la

TERMINÀLIA 9 (2014): 33-38 · DOI: 10.2436/20.2503.01.63
ISSN: 2013-6692 (impresa); 2013-6706 (electrònica) · <http://terminalia.iec.cat>

Consideracions sobre l'energia a Catalunya

Josep Amat i Alícia Casals

combustió externa estigués assumida en totes les llengües i també en el català.

L'energia derivada d'un dels altres elements clàssics, l'aire, va començar a ser utilitzada per a la navegació a la conca mediterrània des de l'antiga civilització egípcia, cap al 4000 aC. Uns quants segles més tard, a Babilònia, cap al 1700 aC s'aconseguí també aprofitar aquesta energia per bombar aigua primer, i posteriorment per accionar els molins. L'aprofitament de l'energia eòlica disposa, doncs, d'un vocabulari propi d'arrels gregues (vent: *eòlic*, *άνεμος*), i la terminologia associada amb els elements tecnològics actualment emprats per al seu aprofitament, per mitjà de molins de vent, és hereva d'aquesta cultura. Actualment l'ener-

ció en els informes tècnics, tot i haver-hi expressions pròpies equivalents: s'utilitza instal·lacions 'off-shore' en comptes de instal·lacions en la plataforma marina.

Sobre la incorporació de tecnologia per a l'aprofitament de l'energia solar, la tradició diu, tot i que s'ha demostrat que és fals, que va començar amb Arquimedes, amb el disseny d'un sistema de miralls destinats a concentrar els raigs de sol sobre les veles de vaixells enemics per incendiar-les. El fet és que, tot i ser una tècnica coneguda, no és fins a mitjan segle XX que es comencen a construir els primers forns experimentals concentrant, mitjançant miralls, l'energia solar. L'energia solar tèrmica es comença a desenvolupar als anys vuitanta, i actualment aquesta forma de



Font: Wikimedia Commons

gia eòlica ha esdevingut econòmicament competitiva gràcies a la maduresa tecnològica assolida. El cost de l'energia actualment produïda en camps eòlics terrestres resulta comparable al cost de funcionament de les instal·lacions de generació d'energia elèctrica basades en combustibles fòssils. L'energia eòlica competeix amb les altres formes de producció d'energia. L'impacte dels aerogeneradors ha provocat l'estancament de la instal·lació de parcs eòlics a Catalunya, fins i tot els instal·lats a la plataforma marina, i el preu de l'energia eòlica instal·lada en aigües profundes és, encara, comparativament elevat. L'aprofitament de l'energia eòlica, doncs, tot i haver-ne estat pioners amb la instal·lació el 1987 dels primers aerogeneradors a l'Empordà, té actualment una incidència a Catalunya que encara és molt escassa. El llenguatge associat amb aquestes tecnologies no té una excessiva terminologia pròpia, encara que els anglicismes tenen una forta penetra-

ció d'energia, tot i la legislació sobre l'habitatge orientada a l'eficiència energètica, té una incidència sobre el consum global d'energia encara inapreciable. L'energia fotovoltaica, en canvi, és un descobriment molt posterior, del físic francès Becquerel el 1839. El seu nom prové del terme grec llum (*φῶς*, *phos*) i de *voltaic*, un neologisme que com molts d'altres correspon al nom d'un rellevant científic, en aquest cas en honor al físic italià Alessandro Volta. Les dificultats del seu desenvolupament industrial han fet que no fos fins al final del segle XX que s'aconseguissin fabricar cèl·lules fotovoltaïques amb un rendiment superior al 10%. L'augment del rendiment de les plaques solars, l'aplicació de nous materials i l'emergència de noves tecnologies fan esperar una reducció sensible de costos fins a uns nivells del voltant d'un terç dels actuals devers l'any 2020. Aquests desenvolupaments, però, troben serioses dificultats a causa dels



Fot: Wikimedia Commons

costos implicats i de determinades contradiccions relacionades amb la planificació del procés d'implementació pràctica. Alemanya, amb tres vegades menys d'irradiació solar que Espanya, ha desenvolupat una política de suport constant i gradual a l'energia fotovoltaica, sense canvis en la regulació, que ha evitat dificultats als inversors i ha permès convertir el país en líder mundial en aquest camp, amb 7.200 MW de potència instal·lada. Segons l'Agència Internacional de l'Energia (IEA, en anglès), l'Estat espanyol, amb 4.000 MW, és un dels països amb més potència fotovoltaica instal·lada gràcies a la legislació favorable fins al 2014. La potència elèctrica bruta d'origen fotovoltaic instal·lada a Catalunya l'any 2012 era de 248 MW i la producció va ser de 400 GWh. L'energia solar tèrmica i termoelèctrica conjuntament avui en dia sols representen l'1,5 % de l'energia total consumida, i el Pla de l'Energia de Catalunya preveu com a objectiu per a l'any 2020 disposar d'una potència elèctrica bruta instal·lada de 1.000 MW d'energia fotovoltaica i una producció de 1.500 GWh, per arribar conjuntament amb l'energia termoelèctrica al 4,5 % de l'energia total consumida.

L'aprofitament de l'energia hidràulica també es remunta a la cultura grega, que al segle III aC va començar a utilitzar la roda hidràulica, la qual a partir de la força del curs de l'aigua sobre les pales de la roda aconseguia elevar l'aigua d'uns receptacles instal·lats sobre el perímetre de la roda. I la paraula hidràulica prové del grec ὑδραυλικός (*hydraulikós*). En arribar

la revolució industrial, aquestes rodes hidràuliques també van ser utilitzades per accionar maquinària. A partir del final del segle XIX comencen a utilitzar-se les turbines hidràuliques per a la producció d'energia elèctrica.

L'aprofitament dels recursos hidràulics per produir energia elèctrica es va iniciar als Pirineus, el 1914, amb la construcció de les preses de Seròs i Cabdella, de la mà de la companyia Barcelona Traction. En la dècada del 1950 es va iniciar una nova etapa de creixement de l'explotació dels recursos hidràulics amb la creació d'ENHER, que construí les principals preses del sistema. Actualment, a Catalunya hi ha 38 centrals hidroelèctriques de més de 10 MW, que representen una potència total instal·lada de 2.047 MW. Pel que fa a l'energia minihidràulica, actualment hi ha 345 centrals de fins a 10 MW de potència: d'aquestes, 302 estan en servei i tenen una potència instal·lada de 2.355 MW. La producció anual total d'aquestes centrals és d'entre 3.000 i 5.000 GWh, segons les disponibilitats anuals, la qual cosa representa entre el 7 % i el 10 % de l'energia elèctrica produïda. L'energia hidroelèctrica, que tradicionalment ha estat la més important de les energies renovables a Catalunya, presenta actualment unes possibilitats de creixement molt limitades.

La major part de l'energia consumida a Catalunya prové de l'explotació dels hidrocarburs fòssils, el petroli i el gas. L'explotació del petroli ja era coneguda pels xinesos 300 anys aC, que l'extreien mitjançant canyes de bambú. La paraula petroli deriva del grec

πέτρα ('roca') i del llatí *oleum* ('oli'), que significa 'oli extret de la roca'.

L'extracció massiva de petroli s'inicia a mitjan segle XIX i actualment, tot i la crisi provocada per la limitació de les reserves existents, l'ús dels seus derivats encara representa la major part de l'energia consumida. Actualment, Catalunya disposa de cinc centrals tèrmiques. La central tèrmica de Sant Adrià actualment està formada pels grups Besòs 3, 4 i 5 de cycle combinat, de 419 MW, 400 MW i 859 MW. La central tèrmica de Foix, situada al terme municipal de Cubelles, és de tipus convencional, de 520 MW, i actualment està pràcticament fora de servei. La central tèrmica de Tarragona Power està situada al terme municipal de la Canonja i és una central de cycle combinat de 417 MW que utilitza el gas com a combustible. La central tèrmica de Tarragona, també situada al terme municipal de la Canonja, és una central de cycle combinat de 400 MW. La central tèrmica de la Plana del Vent, a Vandellòs, és de cycle combinat de 800 MW i pot operar amb fuel o gas. Totes aquestes centrals tenen una producció que és de prop del 40 % de l'energia elèctrica consumida.

L'energia nuclear sorgeix a mitjan segle XX com a aplicació per a usos pacífics de l'energia atòmica, i està basada en la fissió nuclear. Aquest procés consisteix en el trencament de certs nuclis pesants (urani o plutoni) en incidir-hi neutrons d'una determinada ener-

gia. Com a resultat de la fissió, el trencament del nucli pesant produeix dos nuclis més lleugers (productes de fissió) i s'allibera una gran quantitat d'energia (calor). En aquesta reacció, també s'emeten nous neutrons, que poden produir noves fissions quan incideixen novament sobre altres àtoms pesants de l'entorn, la qual cosa manté la reacció en cadena. L'objectiu fonamental del disseny d'un reactor nuclear és assegurar que aquesta reacció es mantingui sota control, per tal de produir, de manera segura, la calor necessària per generar el vapor que, mitjançant unes turbines, generi, al seu torn, energia elèctrica. L'interès que als anys cinquanta va despertar l'ús de l'energia nuclear per a la producció d'energia elèctrica rau en el fet que l'energia produïda per la fissió de l'urani genera una elevada quantitat de calor que és dos milions de vegades superior a la que s'obtidria a partir del mateix pes amb petroli.

Tot i que el principi de funcionament de les centrals nuclears no ha variat al llarg dels anys, sí que, tecnològicament, les centrals han anat evolucionant, de manera que es poden distingir ja quatre generacions de reactors: els de primera generació són els que van ser construïts entre el 1950 i el 1965; els de segona generació són els que van ser construïts entre el 1965 i el 1995 i constitueixen el grup més gran de reactors en operació actualment; els de tercera generació són els que, començats a construir a partir del 1995, previsi-



Font: Wikimedia Commons

blement es continuaran implantant fins al 2030 incorporant cotes de seguretat més elevades, i, finalment, els de quarta generació seran els que es construïran a partir de l'any 2030, i actualment estan en fase d'investigació i desenvolupament.

Actualment al món hi ha 440 reactors nuclears en operació, amb una potència instal·lada de 376.791 MWe, els quals l'any 2010 van produir 2.630 bilions de kWh, cosa que representa el 13,8 % de l'electricitat produïda al món.

A Catalunya actualment hi ha tres centrals nuclears en funcionament: Vandellòs II, localitzada a la comarca del Baix Camp, i les centrals d'Ascó I i Ascó II, localitzades a la comarca de la Ribera d'Ebre. La central nuclear Vandellòs I va ser la primera que es va construir, entre el 1967 i el 1972. El 29 de maig de 1990 es va efectuar la parada definitiva de la central, després de més de disset anys de funcionament. Un cop clausurada la central, se n'inicià el desmantellament, que està previst que duri molts anys. La central nuclear Vandellòs II és una central més jove i es va acabar de construir el 1987, i és de 1.087 MW de potència instal·lada.

Les centrals nuclears Ascó I i Ascó II disposen conjuntament de 2.060 MW de potència instal·lada i van ser construïdes entre el 1974 i el 1983. Entre totes dues disposen d'una capacitat de producció de 3.147 MW, fet que representa el 24 % del total de l'energia instal·lada, i la seva producció, el 43 % del consum elèctric de Catalunya. Aquest elevat percentatge és degut al funcionament continuat de les centrals nuclears enfront del funcionament a demanda d'altres tipus de central.

En finalitzar el període útil, les barres de combustible d'una central contenen encara material reutilitzable, productes de fissió i un potencial tèrmic elevat com a conseqüència de la desintegració radioactiva, per això s'han d'emmagatzemar adequadament durant un període de temps que va des d'uns quants mesos fins a diversos anys. Això permet el decaïment dels radionúclids de vida més curta i la reducció, tant de la calor generada, com de l'emissió de radiació gamma, cosa que facilita la posterior manipulació i gestió del combustible gastat.

Fins que el combustible gastat no es reprocessa o s'emmagatzema definitivament, és necessari fer-ho de manera temporal. La instal·lació de magatzems temporals pot estar lligada a les mateixes centrals nuclears (magatzem temporal individualitzat) o també es poden construir de manera independent de les centrals (magatzem temporal centralitzat). L'objectiu d'aquesta instal·lació és emmagatzemar durant uns quants anys el combustible gastat de diverses centrals nuclears, ja que els residus generats poden ser de curta, mitjana o llarga durada. Per exemple, el iode 131, que és un residu de vida curta, té un temps de semidesintegració de 8 dies; però altres elements tenen temps de vida llargs, com el plutoni 240, que té un temps de semidesinte-

gració de 6.800 anys, o el del plutoni 239, que és de 24.000 anys. A les nostres centrals nuclears, cada central disposa d'una piscina d'emmagatzematge humit, piscines, per al confinament temporal dels residus de més alta activitat.

El cost que representa l'emmagatzematge dels residus nuclears i l'alarma social que desperta el seu ús, incrementada amb accidents com el de Txernòbil el 1986 o el més recent de Fukushima el 2011, va propiciar l'estudi d'alternatives al procés de fissió nuclear. La fusió nuclear es presenta com a alternativa de producció d'energia a partir de l'energia atòmica: és el procés d'integració del nucli de dos àtoms lleugers, per formar-ne un de més pesat. En els àtoms lleugers l'energia d'empaquetament de dos àtoms és superior a la de l'àtom resultant, per la qual cosa amb aquest procés es perd una petita part de la massa, que es transforma en una gran quantitat d'energia. Aquesta reacció nuclear és la que es produeix espontàniament al Sol amb un isòtop de l'hidrogen, el deuteri (isòtop amb dos neutrons) i el triti (isòtop amb tres neutrons), que, a causa de la gran força gravitatòria de compressió dels nuclis i l'elevada temperatura generada, produeix per fusió l'heli, un neutró i energia.

Els reactors nuclears de fusió tenen per objectiu reproduir aquesta reacció, la reacció D-T, que té l'avantatge respecte a la fissió nuclear que no produeix residus radioactius directes i, per tant, seria una font d'energia neta i sostenible, i la disponibilitat d'hidrogen i els seus isòtops és inesgotable. Per altra part, seria una tecnologia segura, ja que la producció d'energia solament es perllonga deu segons després que s'aturi la reacció.

Els inconvenients d'aquesta tecnologia són, per una part, la complexitat tecnològica que suposa aconseguir les altes temperatures necessàries per produir la fusió dels àtoms, cosa que requereix utilitzar el 20 % de l'energia produïda, i, per l'altra, la radioactivitat induïda pels neutrons obtinguts per la reacció, que poden convertir en isòtops radioactius els materials circumdants del reactor. Per evitar aquest inconvenient, cal preveure l'ús de materials que produeixen isòtops estables davant l'emissió de neutrons.

Hi ha dues tecnologies de reactors de fusió, la del tokamak, que va ser desenvolupada a Rússia a la dècada dels anys cinquanta i es basa en la creació d'un camp magnètic toroïdal que confina el plasma en rotació al seu interior, i la de l'estellator, que també aconsegueix el confinament dins d'un camp magnètic toroïdal, però es diferencia de l'anterior en la forma de crear el camp magnètic, que es fa a còpia d'utilitzar bobines helicoïdals. Sembla que avui el reactor més avançat és el tokamak. L'ITER és un reactor experimental promogut per un consorci internacional, en què participen Europa, els Estats Units, la Xina, Rússia, l'Índia, el Japó i Corea, l'objectiu estratègic del qual consisteix



a resoldre de manera integrada tots els problemes de viabilitat necessaris per dissenyar el reactor i establir-ne el correcte funcionament. Una etapa posterior consistiria a disposar d'una central elèctrica de fusió en connexió, de demostració. Està previst que el reactor ITER entri en funcionament el 2019.

La terminologia associada amb la tecnologia de les centrals nuclears en gran part també ha estat generada per l'adopció d'arrels gregues com *isòtop* del grec *iso* ('mateix') i *topos* ('lloc'): *ισότοπα*; o *radioactivitat*, que prové dels raigs de llum, *radius*, en llatí. Una gran part, però, de la terminologia pot expressar-se en vocabulari clàssic català, tot i que a la documentació tècnica és

habitual trobar alguns anglicismes prescindibles, com ara *scattering* per *dispersió*.

Les diferents fonts d'energia utilitzades actualment presenten característiques molt diferents quant a compatibilitat mediambiental i costos. De fet, ambdós paràmetres (respecte pel medi ambient i cost) queden estretament lligats si en la valoració del cost s'inclou la repercussió d'aspectes mediambientals com ara l'ocupació de territori útil per a altres activitats, el consum de recursos no renovables o l'emissió de contaminants o de gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle i, en conseqüència, a l'escalfament global. ✿

Notes

1. Treball realitzat a partir de l'informe sobre l'energia nuclear de l'Institut d'Estudis Catalans per al Parlament de Catalunya del gener del 2012.