

El component territorial de la transició energètica a Catalunya¹

Joan López

*Grup d'Estudis sobre Energia, Territori i Societat
Universitat Autònoma de Barcelona
juan.lopez@uab.cat*

Resum

Les societats europees es troben immerses en un procés de transició cap a un sistema energètic basat en fonts renovables que pot comportar indubtables beneficis ambientals i socials. Ara bé, aquesta transició pot tenir notables impactes negatius a nivell local si no va acompanyada dels criteris de desenvolupament que garanteixin l'atenció als elements ambientals, socials i econòmics dels territoris on s'ubiquin les noves infraestructures energètiques. El present article analitza la qüestió de l'impacte territorial de la transició energètica a partir del cas de Catalunya. S'estructura en quatre apartats: el primer ofereix una visió de conjunt de la transició energètica; el segon fa una anàlisi del seu estat actual a Catalunya; i el tercer apartat projecta diversos escenaris en l'horitzó 2050 i fa palesos els reptes que suposen; finalment, el treball es clou amb unes reflexions sobre la necessitat d'una visió integradora dels factors que intervenen en el procés de transició energètica.

Paraules clau: transició energètica, energies renovables, parcs eòlics, parcs fotovoltaics, autoconsum.

Resumen: *El componente territorial de la transición energética en Catalunya*

Las sociedades europeas se encuentran inmersas en un proceso de transición hacia un sistema energético basado en fuentes renovables que puede conllevar indudables beneficios ambientales y sociales. Ahora bien, esta transición puede tener notables impactos negativos a nivel local si no va acompañada de los criterios de desarrollo que garanticen la atención a los elementos ambientales, sociales y económicos de los territorios donde se ubiquen las nuevas infraestructuras energéticas. El presente artículo analiza la cuestión del impacto territorial de la transición energética a partir del caso de Cataluña. Se estructura en cuatro apartados: el primero ofrece una visión de conjunto de la transición energética.

1. Text elaborat arran de la participació de l'autor en la taula rodona celebrada (en format virtual) a la SCG el 12 de maig de 2021 sobre "Energies alternatives i conflictes territorials": <https://scgeo.iec.cat/2021-05-12-taula-rodona-energies-alternatives-i-conflictes-territorials/>.

tica; el segundo realiza un análisis de su estado actual en Cataluña; el tercer apartado proyecta varios escenarios en el horizonte 2050; el trabajo se cierra con unas reflexiones sobre la necesidad de una visión integradora de los factores que intervienen en el proceso de transición energética.

Palabras clave: transición energética, energías renovables, parques eólicos, parques fotovoltaicos, autoconsumo..

Abstract: *The territorial component of the energy transition in Catalonia*

European societies are immersed in a process of transition towards an energy system based on renewable sources that can bring undoubted environmental and social benefits. However, this transition can have notable negative impacts at the local level if it is not accompanied by development criteria that guarantee attention to the environmental, social and economic elements of the territories where the new energy infrastructures are located. This article analyses the question of the territorial impact of the energy transition based on the case of Catalonia. It is divided into four sections. The first offers an overview of the energy transition. The second provides an analysis on the state of the energy transition in Catalonia. The third section projects various scenarios for the 2050 horizon. Finally, the work closes with some reflections on the need for an integrating vision of the various factors that intervene in the energy transition process.

Keywords: energy transition, renewable energy, wind farms, solar farms, autoproducers.

* * *

1. La transició energètica

1.1. Un model energètic insostenible

L'any 2018 la demanda mundial d'energia primària va ser de 14.314 milions de tones equivalents de petroli (tep), un 46,2 % superior a la registrada l'any 2000. De mantenir-se les polítiques actuals, l'any 2040 s'arribarà a un consum de 19.173 milions de tep (IEA, 2019).²

Més de quatre cinques parts d'aquest consum correspon a combustibles fòssils (carbó, petroli, gas natural i urani), de manera que ha de ser satisfet en bona mesura per un sistema energètic estructurat a escala mundial. Aquest sistema es basa en l'explotació de recursos ubicats en llocs molt específics del planeta i sovint distants centenars o milers de quilòmetres dels punts de consum. La dimensió de les operacions d'extracció, transformació i transport d'aquests recursos ha requerit sovint la formació de complexes organitzacions

2. Cal tenir present que el consum d'energia per càpita és molt diferent a les diverses regions i països, i va des de les 6,8 tep per habitant als Estats Units o les 8,0 a Canadà, a valors entre 2,5 i 3,7 als principals estats de la Unió Europea i les 2,3 de Xina. Al costat d'aquests països, però, bona part del sud-est asiàtic i Sud-amèrica i la pràctica totalitat del continent africà mostren valors per sota d'1. Aquestes regions, en moltes ocasions amb un gran potencial de creixement demogràfic, han de consolidar encara el seu procés de desenvolupament, i fer-ho partint d'un accés a les tecnologies d'energia renovable molt inferior al dels països més desenvolupats. <http://energyatlas.iea.org#!/topic/DEFAULT>

empresarials, vinculades en moltes ocasions a corporacions financeres i fins i tot amb la intervenció directa dels Estats.

A nivell mundial, la relativa escassetat d'un bé de primera necessitat, combinada amb un desenvolupament econòmic i democràtic desigual dels diversos països ha provocat el sorgiment de nombrosos conflictes geopolítics, pel fet de que bona part dels recursos fòssils es trobessin precisament en el subsòl dels estats amb un nivell de desenvolupament econòmic més baix i caracteritzats per menors garanties democràtiques (Azcárate i Montesa, 2014; *Vanguardia Dossier*, 2014; Ramonet, 2015; Escribano, 2016). A escala local, aquest sistema ha creat un model de subministrament energètic distanciat del consumidor i ha propiciat un control oligopolístic de l'energia.

Al mateix temps, el model energètic basat en l'explotació de recursos fòssils és responsable de greus impactes ambientals, que van des de la pluja àcida a la contaminació atmosfèrica, hídrica i edàfica, el risc nuclear o les emissions a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle. Precisament, l'increment de les emissions de CO₂ ha rebut especial atenció en les darreres dècades, ja que és en bona part responsable l'escalfament global i del canvi climàtic que afecta el planeta. Aquest efecte és producte del desequilibri temporal que ha provocat el consum a gran escala al llarg dels darrers dos-cents anys d'uns compostos de carboni que van trigar milions d'anys a formar-se (Riba, 2011; Sans i Pulla, 2014). La Terra no ha tingut temps de tornar a fixar aquest carboni al sòl i el subsòl de manera natural, i les molècules de CO₂ s'han mantingut a l'atmosfera en forma de gas. En total, l'any 2018 les emissions de CO₂ associades al consum d'energia van ser de 33,2 gigatonnes (33.200 milions de tones). Com en el cas anterior, si es mantenen les polítiques actuals, aquestes emissions arribarien a les 41,3 gigatonnes l'any 2040 (IEA, 2019). Les conseqüències sobre el canvi climàtic serien, per tant, molt més greus que les actuals, especialment en zones com Catalunya (*Tercer informe...*, 2016).

Al costat dels conflictes geopolítics, els efectes contaminants i la contribució al canvi climàtic, un darrer factor contribueix a posar en crisi el model energètic hegemònic al llarg de les darreres dècades: la seva inviabilitat temporal. Els recursos fòssils són finits i, en conseqüència, el seu consum no es pot mantenir indefinidament. El debat sobre el volum de reserves existent i la seva perdurabilitat en funció de l'evolució dels ritmes de consum i de les polítiques a aplicar pels diversos estats ha generat un ventall relativament ampli d'escenaris per situar el seu esgotament (Shafiee i Topal, 2009; Bauer *et al.*, 2016). En una d'aquestes estimacions, Carles Riba (2011) considerava que fa deu anys ja s'havia cremat al voltant del 55 % del petroli aprofitable del planeta, el 50 % de l'urani, el 40 % del gas i el 30 % del carbó. En un context de consum energètic en augment, no tan sols per raons demogràfiques (amb un increment que, de moment, avança a un ritme de 1.000 milions més d'habitants cada 12 anys), sinó també per càpita, Riba estimava que el 2050 les necessitats energètiques mundials s'haurien incrementat un 50 %. A partir d'aquí, malgrat les noves fórmules d'aprofitament

que es puguin descobrir, els recursos de petroli i de gas s'esgotaran cap el 2040, els d'urani cap el 2050 i els de carbó cap al 2060. Certament, la data per a un hipotètic esgotament de cadascun dels recursos pot oscil·lar en funció de diverses variables. El que és cert, però, és que l'esgotament, entès com l'explotació tècnicament i econòmicament rendible del recurs, és inevitable.

En aquest context, una transició energètica basada en la generació a partir de fonts renovables no únicament és convenient sinó que és inevitable. Aquesta no serà la primera transició energètica que experimentaran els humans, i probablement tampoc serà l'última (Smil, 2004 i 2010; Unger, 2013; Fernández i González, 2014). Però si en les experiències anteriors, el principal motiu del canvi havia estat el descobriment d'un model energètic clarament avantatjós a l'utilitzat fins a aquell moment, en aquest cas a aquest motiu se suma l'esgotament imminent dels recursos utilitzats fins ara.

1.2. El canvi de model

La situació exposada en l'apartat anterior explica el fet que Catalunya, com pràcticament la totalitat del món, es trobi immersa des de fa anys en un procés de transició energètica. Aquest procés té múltiples accepcions i matisos, però pot ser caracteritzat a partir d'alguns canvis fonamentals respecte al model energètic actualment encara hegemònic al món (Scheer, 2009 i 2011; Sans i Pulla, 2014; Brown, 2016; Hager i Stefes, 2016):³

- Un increment de l'estalvi i l'eficiència, tant a partir de la conscienciació individual dels consumidors, com de la incorporació de millores tècniques capaces de realitzar un mateix treball amb una menor quantitat d'energia, així com del seguiment d'itineraris que redueixen les pèrdues d'energia que es produeixen en cada procés de transformació.⁴
- La utilització de l'electricitat com a energia secundària, en substitució dels combustibles fòssils i els seus derivats. Això comporta l'electrificació de pràcticament totes les aplicacions finals de l'energia llevat de les que es puguin obtenir directament a partir de l'energia tèrmica.
- La utilització de fonts renovables (bàsicament el Sol, el vent, la biomassa i la geotèrmia, a banda de la hidràulica) en substitució de recursos fòssils per a

3. Comencen a ser abundants les referències bibliogràfiques sobre la transició energètica i, en conseqüència, les seves definicions. Aquest article es limita a destacar algunes de les principals obres de referència així com els aspectes de la transició amb una relació directa amb el territori.

4. Els itineraris energètics es poden definir com "els camins i transformacions que pateix l'energia des de la seva extracció fins a la seva utilització" (Sans i Pulla, 2014), ja que diverses fonts d'energia poden ser utilitzades de maneres diferents per satisfer les múltiples aplicacions finals. Això vol dir que, per exemple, 100 MJ de petroli permeten obtenir 77,4 MJ de calor si se segueix un itinerari tèrmic, però únicament 19,3 MJ d'energia elèctrica generada a partir d'una caldera de gasoil, ja que aquest darrer procés comporta un nombre més elevat de transformacions i, per tant, de pèrdues d'energia. D'aquesta manera, els itineraris energètics permeten identificar el grau d'aprofitament de l'energia al llarg de cada procés.

l'obtenció d'aquesta electricitat. Val la pena destacar el fet que, mentre en el model basat en combustibles fòssils es *consumeixen* uns recursos que la Terra ha trigat milions d'anys a formar, el model renovable *capta* un flux d'energia (solar, eòlic, geotèrmic) que es produeix constantment al nostre planeta i, per tant, no representa un consum que minvi la quantitat existent.

- El seguiment d'una pauta de generació distribuïda, en contrast amb el model actual basat en les grans plantes de generació centralitzada. El nou patró afavoreix, d'una banda, l'autoproducció i, de l'altra, acosta els punts de producció als de consum amb l'objectiu de minimitzar l'impacte de les infraestructures sobre el territori.

Aquestes grans transformacions provocaran, al seu torn, d'altres derivades, com ara l'increment de la importància de l'emmagatzematge de l'energia a causa de la variabilitat dels fluxos renovables o la necessitat d'adaptar les pautes de consum al ritme de producció.

Els beneficis del nou model energètic són innegables: en basar-se en fonts renovables, evita la contaminació i l'excés d'emissions de CO₂, amb la qual cosa contribueix a pal·liar el canvi climàtic; en basar-se en l'aprofitament de fluxos naturals existents i pràcticament infinits, evita l'esgotament del recursos fòssils; pel fet de disposar d'una forma o altra d'aquests fluxos naturals a pràcticament tots els racons del planeta, no requereix de les complexes operacions d'extracció, transformació, comerç i transport al llarg del món ni de les organitzacions que les fan possibles, i evita el sorgiment de conflictes geopolítics per l'obtenció del recurs; ofereix la possibilitat d'introduir un canvi radical en el model empresarial i de gestió de l'energia, no únicament apoderant el consumidor sinó fent-lo més conscient de l'energia que consumeix.

Els beneficis i la necessitat de la transició energètica són tan grans i evidents que el seu qüestionament sovint és considerat gairebé una aberració. Tant és així, que l'acceptació sense reserves de la seva necessitat i urgència ha portat en algunes ocasions a obviar altres efectes no desitjats, bona part d'ells sobre la matriu territorial. Aquesta acceptació ha estat utilitzada fins i tot per una part dels seus promotors de noves instal·lacions energètiques basades en fonts renovables per exigir unes condicions de desenvolupament que, en qualsevol altre circumstància, haguessin estat immediatament considerades com a inacceptables.

El cert és que la transició energètica, com qualsevol altre procés, veu com els seus beneficis són acompanyats per alguns efectes negatius que, si bé han estat possiblement poc significatius en la fase incipient del procés, poden comportar impactes territorials greus a mesura que aquest vagi avançant. En aquest sentit, la identificació i valoració d'aquests impactes esdevé necessària i obligada, no com a argument per frenar la transició, sinó com a garantia de que els seus beneficis no s'obtenen a costa d'altres vectors igualment importants per a la sostenibilitat ambiental, l'equilibri territorial i el benestar de les persones.

1.3. Els impactes territorials

Les pautes d'ocupació del sòl i de relació amb el territori del nou model energètic són totalment diverses a les de l'anterior, tant a nivell local com global. Les noves infraestructures de generació requereixen uns espais diferents, tant pel que fa a la seva ubicació, com extensió i característiques. Partint d'aquesta consideració inicial, el disseny del nou sistema energètic i els criteris d'implantació de les infraestructures que l'han de suportar requereix d'una anàlisi dels seus impactes sobre el territori.

A escala global, algunes veus han qüestionat la mateixa viabilitat de la transició energètica. Així, a banda de la capacitat tècnica per culminar-la en un termini de temps relativament breu (Smil, 2021), s'ha fet especial referència a la disponibilitat dels materials necessaris per al seu desenvolupament infraestructural. Els aerogeneradors, les plaques fotovoltaïques i la resta de components necessaris per a la transició requereixen grans quantitats de diversos minerals, la disponibilitat de molts dels quals és, com a mínim a dia d'avui, escassa i es troba concentrada en determinats territoris. Aquestes peculiaritats no únicament poden provocar problemes greus de subministrament (Church i Crawford, 2018; Turiel, 2020; IEA, 2021), sinó fins i tot conflictes geopolítics. D'aquesta manera, les tensions internacionals provocades per l'obtenció i el comerç de petroli i gas natural al llarg de les darreres dècades, podrien ser reemplaçades per una nova batalla: la motivada per la voluntat d'obtenir els minerals necessaris per a la transició energètica, bona part dels quals es troben, de nou, en països pobres i de baixa estabilitat democràtica. A aquesta batalla, caldria afegir encara la privatització de pràcticament la totalitat de patents relacionades amb la nova tecnologia renovable, registrades majoritàriament en els països econòmicament més poderosos (IRENA, 2019).

A escala local, i en el cas específic de Catalunya, tres grans línies argumentals han agrupat la major part de les crítiques a la manera com s'està desenvolupant la transició energètica en determinats indrets.

- a) En primer lloc, algunes veus han posat de manifest la complexa relació entre els diversos agents implicats en la generació d'electricitat a partir de fonts renovables. En concret, la baixa participació de les administracions locals, i per extensió del conjunt de la ciutadania, en els beneficis econòmics que generen aquestes instal·lacions ha estat posada com a exemple d'una relació que es percep injusta i poc avantatjosa pels territoris que suporten les seves càrregues (Saladié, 2014). Al costat de la denúncia de situacions particulars, les crítiques d'aquests autors s'adrecen a un model empresarial que tendeix a reproduir les pautes d'explotació econòmica del territori seguides pel sistema energètic tradicional.
- b) Una segona línia de crítica se centra en l'ocupació física del territori. S'han destacat en aquest sentit aspectes que van des de l'elevat consum de sòl

que comporten unes tecnologies de generació amb una productivitat per hectàrea molt inferior a les emprades en les centrals tèrmiques que cremen combustibles fòssils (López, 2017), fins als impactes ambientals i paisatgístics que generen sobre els llocs on s'ubiquen (Castell i Nel·lo, 2003). En aquest cas, a les denúncies han seguit en diverses ocasions propostes per a la seva integració ambiental i paisatgística, tant a nivell tècnic (Prados *et al.*, 2012; Càtedra..., 2021) com normatiu.

- c) Finalment, la tendència a la concentració territorial de les instal·lacions de generació ha aplegat un tercer grup de crítiques (Zografos i Saladié, 2012; Saladié i Saladié, 2021). Es tracta d'una concentració tant més problemàtica quant, sovint, no afecta únicament les instal·lacions renovables sinó que les suma a les de producció d'energia a partir de recursos fòssils i a altres elements no desitjats. A Catalunya, els moviments d'oposició a aquesta concentració des del nivell local va generalitzar-se a partir de la dècada de 1990 (Nel·lo, 2003; Ferran i Casas, 2008),⁵ i després d'un cert declivi a partir de la crisi econòmica de 2008 tornen a rebrotar en l'actualitat. El fet que, com s'ha apuntat, les tecnologies renovables siguin altament extensives en l'ocupació de sòl obliga a buscar-les-hi ubicacions lluny de les àrees més densament poblades, la qual cosa multiplica l'efecte de concentració territorial respecte la població resident en els territoris on s'ubiquen les noves instal·lacions (fig. 1).

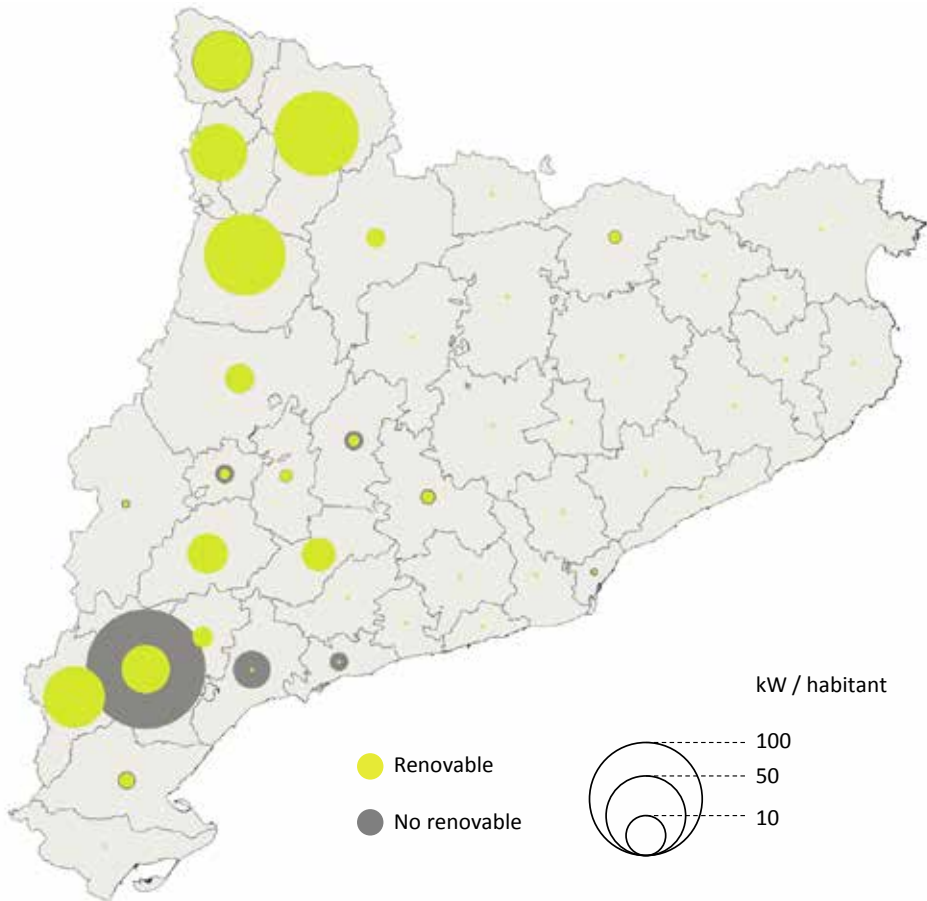
El que aquest conjunt de crítiques posen de manifest és que hi ha diverses alternatives a l'hora d'afrontar la transició energètica. El camí a seguir no està encara definit fins a l'últim detall, i al llarg dels propers anys la transició evolucionarà com qualsevol altre procés, adaptant-se als canvis de l'entorn i incorporant les millores que siguin convenients. Qualsevol proposta formulada amb la intenció de perfeccionar aquest procés, tant pel que fa a l'eficiència tècnica i econòmica de la pròpia transició, com a la seva velocitat d'implantació o a la reducció dels possibles impactes negatius que pugui tenir sobre la matriu territorial, representa una contribució que cal tenir en consideració.

2. L'estat de la transició energètica a Catalunya i la seva plasmació territorial

Catalunya es troba en la fase inicial del procés de transició energètica. El pes de les energies renovables en la producció total d'electricitat va passar de representar el 0,38 % del total de la producció l'any 1990 al 7,8 % el 2020 (el

5. Al costat d'aquestes obres, cal fer esment a la tasca realitzada per l'Observatori de projectes i debats territorials de Catalunya impulsat per la Societat Catalana d'Ordenació del Territori a partir dels primers anys d'aquest segle i la seva plasmació en els *Anuaris territorials* publicats entre 2003 i 2015. <http://territori.scot.cat/cat/observatori.php>

Figura 1. Generació d'electricitat per habitant a les comarques catalanes 2016.
Potència instal·lada



Font: elaboració pròpia a partir de ICAEN: *Instal·lació de producció d'energia elèctrica. Dades individualitzades* i IDESCAT: *Padró d'habitants*.

19,8 % si s'hi compta la producció hidroelèctrica). Malgrat aquest increment, però, la proporció és encara baixa, sobretot si es té en compte que l'electricitat representa només una part del consum final d'energia. Així, el pes de les fonts renovables, inclosa la hidroelectricitat, va representar poc més d'una vintena part (5,4 %) del consum total d'energia primària l'any 2019.⁶ Hi ha per davant, doncs, un llarg recorregut en el desenvolupament de la transició energètica, que passa no únicament per la instal·lació d'infraestructura de generació renovable sinó també per l'electrificació de la major part dels consums energètics.

6. INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA: *Balanç energètic de Catalunya i Balanç d'energia elèctrica de Catalunya*, <http://icaen.gencat.cat/ca/energia/estadistiques/resultats/annuals/>

2.1. El marc normatiu i de planejament

A dia d'avui, no es pot parlar d'un sistema energètic català. El conjunt de relacions que cobreixen els processos d'obtenció, comerç, transport, distribució, comercialització i consum d'energia a Catalunya està integrat en tres grans subsistemes: elèctric, petroler i gasista. Tots tres subsistemes responen a una lògica articulada a escala estatal des d'un punt de vista funcional, empresarial i administratiu, amb les corresponents vinculacions amb la Unió Europea, i emmarcats en un complex sistema d'escala planetària.

A aquesta complexitat del sistema energètic, cal afegir la multiplicitat de nivells administratius amb competències en diverses matèries relacionades amb l'energia. En aquest context, a Catalunya el marc normatiu i de planejament ve configurat a partir d'una ingent profusió de disposicions i plans d'incidència, orientació i contingut divers. Aquests documents són promulgats bàsicament per quatre nivells administratius, i van des dels reglaments i les directives comunitàries d'obligada transposició a la legislació estatal a les ordenances municipals, passant les diverses lleis i decrets aprovats pels governs espanyol i català, amb una cadència que ha anat variant al llarg dels darrers anys.

En aquest sentit, i malgrat que la descripció detallada de l'evolució d'aquest marc legal i de planejament resulta una tasca fora de l'abast i l'objectiu del present article, una referència als documents més significatius que han emmarcat l'evolució recent de la transició energètica a Catalunya esdevé indispensable per comprendre l'estat actual de desenvolupament.

Els successius informes sobre el canvi climàtic a Catalunya (Llebot, 2005; Llebot, 2010; *Tercer informe...*, 2016) poden considerar-se l'embrió del reconeixement institucional de la necessitat de desenvolupar un marc normatiu i de planejament de l'energia davant de l'esgotament dels recursos fòssils i el canvi climàtic provocat eminentment per la crema d'aquests recursos. A partir d'aquí, el *Pla de l'Energia i el Canvi climàtic de Catalunya 2012-2020*, aprovat l'any 2012, aplegava per primer cop dues qüestions que fins llavors havien comptat amb un planejament diferenciat, i articulava els seus objectius al voltant de l'estratègia *Europa 2020*. Basant-se en aquesta estratègia, el Pla va establir les primeres fites en relació a la reducció del consum energètic i les emissions de CO₂, i a la participació de les fonts renovables en la generació d'electricitat.

La implantació de les instal·lacions eòliques i fotovoltaïques a Catalunya comptava amb un marc normatiu específic, establert pel *Decret 147/2009, de 22 de setembre, pel qual es regulen els procediments administratius aplicables per a la implantació de parcs eòlics i instal·lacions fotovoltaïques a Catalunya*. La norma regulava el procediment per a la implantació d'aquestes instal·lacions i establí els criteris per a la seva implantació a partir de la seva viabilitat ambiental, urbanística i paisatgística, així com de la capacitat d'evacuació de l'energia generada. Al llarg dels següents anys, però, a les dificultats per al desplegament de les instal·lacions d'energia renovable provocades per l'impacte de

la crisi econòmica iniciada l'any 2008, es van afegir la *Ley 24/2013, del Sector elèctric*, i el posterior *Real Decreto 900/2015*, aprovats pel govern espanyol, i que van castigar especialment l'autoconsum a partir de l'anomenat "impost al Sol". No és fins l'any 2018 quan la derogació de l'esmentat real decret i la promulgació de diverses mesures favorables a les energies renovables per part del nou govern espanyol⁷ varen permetre el relleu d'un sector que Espanya havia arribat a liderar en el marc de la Unió Europea. Així, el lideratge que Espanya havia ostentat entre els anys 2008 i 2010 pel que fa a la participació de la fotovoltaica sobre el total de generació va caure per sota de la mitjana comunitària l'any 2015.⁸

Mentrestant, a Catalunya, la creixent preocupació per la necessitat d'impulsar de manera decidida la transició energètica va portar a la promulgació d'unes *Bases per a construir el Pacte Nacional per a la transició energètica de Catalunya* (Taula d'entitats, 2016). El document va mostrar un consens institucional que posteriorment es va plasmar en figures normatives (*Llei 16/2017, de l'1 d'agost, del canvi climàtic; Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables*) de marcada transcendència per al desenvolupament de les instal·lacions de generació d'energies renovables.

2.2. El desenvolupament paral·lel de dos grans models d'instal·lacions

Fins avui, a Catalunya la implantació de les infraestructures necessàries per la generació d'electricitat a partir de fonts renovables ha seguit principalment dos grans models de desenvolupament: les grans instal·lacions d'aprofitament eòlic i solar, tant fotovoltaic com, en menor mesura, termoelèctric; i les petites instal·lacions d'autoconsum. Altres formes d'obtenció, com la geotèrmia o l'eòlica marina (que per les característiques del litoral català haurà de ser bàsicament flotant) es troben en fases molt incipients de desenvolupament o de projecte. Aquest apartat centra l'atenció, per tant, en els dos primers tipus d'instal·lacions esmentats, si bé fa referència igualment a altres tecnologies, com l'aprofitament de la biomassa o la valoració energètica dels residus, que responen a una casuística diferent.

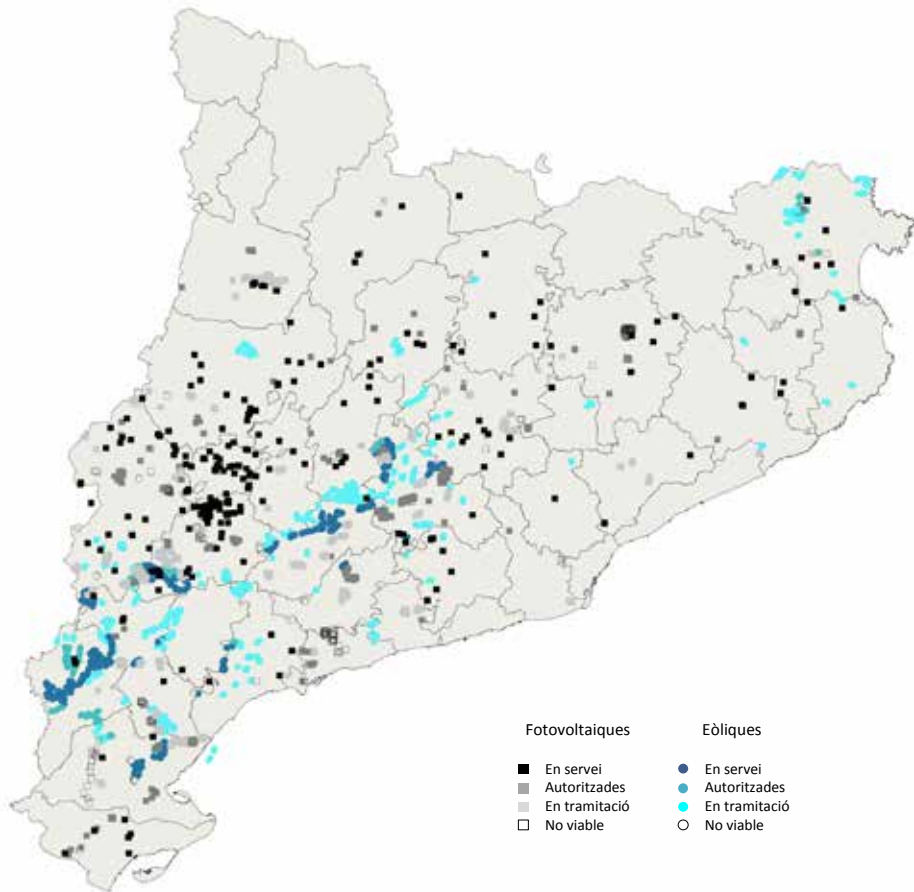
Les instal·lacions per a la generació d'energia fotovoltaica a Catalunya ocupen en l'actualitat 655 hectàrees de sòl (a banda de les instal·lades en terrats, teulades i façanes), amb una potència de 273 MW. Aquestes magnituds, però, es quadruplicaran quan es desenvolupin les instal·lacions que, a gener de 2021,

7. *Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores; Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica; Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica*

8. EUROSTAT: "Production of electricity and derived heat by type of fuel [nrg_bal_peh]". https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_PEH_custom_1028009/default/table?lang=en

havien obtingut ja una qualificació de “Viable” per part de la Generalitat de Catalunya, i poden arribar a multiplicar-se per 10 si s’acaben aprovant totes les sol·licituds en tramitació, fins a ocupar 7.395 hectàrees, majoritàriament de terrenys agraris (López, 2021a).⁹

Figura 2. Instal·lacions solars i eòliques a Catalunya, gener de 2021



Font: López, 2021a.

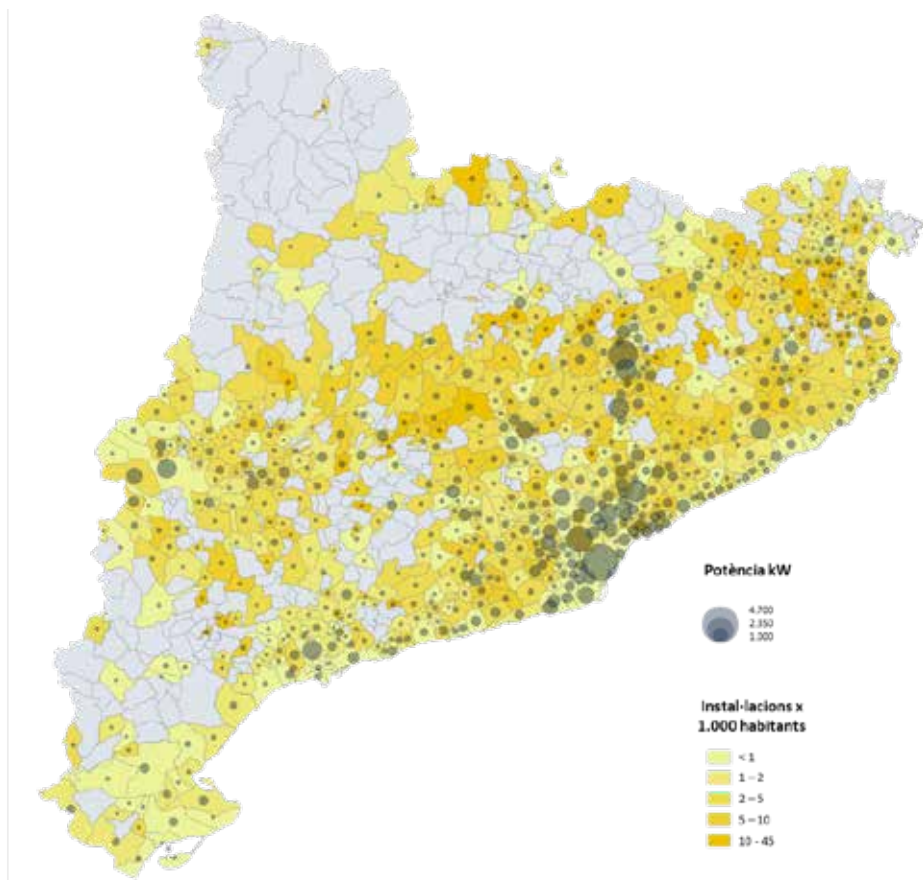
Per la seva banda, els 811 aerogeneradors d’electricitat en servei es veuran ampliat amb les 459 noves unitats ja declarades com a viables, a les quals s’en poden sumar 271 més, actualment en tramitació. En aquest cas, el nombre d’aerogeneradors no arribaria a doblar-se, però la potència instal·lada es multiplicaria per 3,15, ja que la potència mitjana dels nous aparells és de gairebé 5 MW, molt superior als 1,5MW dels instal·lats en l’actualitat. Això comporta també, però, unes dimensions sovint majors, superiors als 150 metres de diàmetre de rotor.

⁹. Podeu consultar les dades al *Visor ambiental i dades d’energies renovables* del Departament de Territori i Sostenibilitat. http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/energia_eolica/visor/

S'aconseguirà d'aquesta manera generar molta més electricitat, i fer-ho a partir de fonts renovables. Ara bé, les noves instal·lacions necessàries per aconseguir-ho seran especialment consumidores de sòls agraris i forestals, tal com es pot deduir de la figura 2, en comptes d'aprofitar les múltiples possibilitats que ofereixen teulades, terrats, façanes o els espais intersticials de les infraestructures de transport, la localització dels quals, d'altra banda, coincideix precisament amb els punts de consum d'aquesta electricitat.

Per la seva banda, les instal·lacions d'autoconsum elèctric arribaven el gener de 2021 a les 8.738 unitats, pràcticament totes (8,708) de tecnologia fotovoltaica i únicament 30 a altres tecnologies. Cal tenir present, però, que aquestes altres tecnologies representaven més de la meitat de la potència instal·lada, especialment la cogeneració (gairebé 100 MW) i els residus (12,6 MW), mentre que la fotovoltaica comptava amb més de 86 MW (López, 2021b).

Figura 3. Autoconsum fotovoltaic a Catalunya 2021. Nombre d'instal·lacions i potència per municipi



Font: López, 2021b.

La versatilitat de la tecnologia fotovoltaica ha permès la seva incorporació per part d'un elevat nombre de particulars (fig. 3). Així, la progressiva utilització de plaques fotovoltaiques per sectors cada vegada més amplis de la població i els agents econòmics es pot observar en comparar l'evolució del nombre d'instal·lacions i la potència total instal·lada. A partir de la promulgació de l'esmentat *Reial decret llei 15/2018, de 5 d'octubre, de mesures urgents per a la transició energètica i la protecció dels consumidors*, que, entre altres mesures, abolia l'anomenat "impost al Sol", la potència fotovoltaica instal·lada a Catalunya va créixer exponencialment, fins arribar als esmentats 86 MW. El nombre d'instal·lacions encara va créixer més, de manera que la potència mitjana ha estat cada vegada més petita, adaptada tant als consumidors domèstics com a activitats econòmiques de petites dimensions.

Aquest increment de l'autoconsum representa, així, la contraposició al model de generació fotovoltaica basat en grans horts solars descrita més amunt, la qual tendeix a ocupar vastes extensions de terreny, en moltes ocasions d'alt valor agrari, forestal o paisatgístic

2.3. Ni tots els sòls estan disponibles ni totes les teulades són suficients

Els dos models d'implantació d'instal·lacions d'energia renovable tenen, per sobre de tot, l'esmentada virtut d'obtenir energia neta a partir del Sol o del vent, enfront de la crema de carbó, derivats del petroli, gas natural o urani. És a dir, eviten les emissions de CO₂ i d'altres contaminants associats a l'energia i frenen l'exhauriment dels recursos fòssils. Ara bé, enfront d'aquest avantatge inqüestionable, tots dos comparteixen també impactes negatius destacats, com ara la utilització de grans quantitats de materials, alguns d'ells d'escassa disponibilitat i/o elevada concentració territorial, així com la necessitat d'una infraestructura de suport molt diferent a l'actual tant pel que fa a la xarxa de transport i distribució com a l'emmagatzematge. A partir d'aquí, cadascun d'ambdós models mostra també avantatges i inconvenients particulars.

El model de grans instal·lacions eòliques i fotovoltaiques comporta uns impactes territorials molt més grans que l'autoconsum. En primer lloc perquè, com s'ha vist, sovint ocupa grans extensions de sòls d'elevat valor agrari o forestal. En aquest cas, la conseqüència és doble: per una banda, contribueix a la destrucció d'un teixit socioproductiu que, malgrat les dificultats, encara és capaç de mantenir una valuosíssima producció primària que evita l'agreuiment del despoblament rural i obre la possibilitat a incrementar el consum de productes agraris de proximitat; de l'altra, altera un equilibri ecosistèmic que, entre altres funcions, permet el segrest de carboni necessari per revertir el canvi climàtic que la pròpia transició energètica s'ha proposat combatre. A aquests impactes sobre el consum de sòl, el teixit socioproductiu i el metabolisme territorial, s'afegeix sovint una forta afectació del paisatge, producte tant de la seva extensió com, en el cas de l'energia eòlica, la necessitat d'ubicar-se en les parts més elevades

del relleu que gaudeixen dels majors potencials eòlics. La tendència a la concentració territorial i l'adaptació a un model de gestió centralitzat perfectament compatible amb el que ha controlat el sistema energètic basat en els recursos fòssils acaben de dibuixar un perfil territorial més aviat negatiu per al model de grans instal·lacions.

Per contra, el model basat en l'autoconsum no presenta cap d'aquets inconvenients, ja que en localitzar-se pràcticament en la seva totalitat en teulades, terrats i, fins i tot, murs d'edificacions existents, no comporta l'ocupació de nou sòl, no afecta els valors paisatgístics més enllà del que ho fan les pròpies edificacions i, pel fet d'ubicar-se precisament en habitatges i edificis industrials, comercials i d'equipaments, evita una distribució territorial desequilibrada respecte el repartiment de la població i les activitats. Tot i així, el model basat en instal·lacions d'autoconsum presenta un inconvenient de caire social, com a mínim per la manera en què s'està desenvolupant a Catalunya: el diferencial d'accés en funció de la tipologia residencial i, sobretot, del nivell de renda de la població. Així, les dades sobre la distribució de les instal·lacions fotovoltaiques d'autoconsum a Catalunya mostren com la població amb major nivell d'ingressos multiplica el nombre d'instal·lacions dels grups de població amb nivell de renda més baixos. En concret, al 10 % de les seccions censals amb menor renda s'hi troben 0,07 instal·lacions per cada 1.000 habitants, ràtio que augmenta progressivament amb la renda fins arribar al 10 % més ric, on arriba a 2,69, és a dir, quaranta vegades més (López, 2021c).¹⁰

Els dos models descrits presenten, doncs, avantatges i inconvenients, si bé el pes dels segons sembla ser més evident en el cas de les grans instal·lacions eòliques i fotovoltaiques. Segurament per aquest motiu, el model de generació distribuïda és el que compta amb les preferències de la major part de la població. Ho és perquè té un menor impacte ambiental i paisatgístic, perquè no entra en competència amb les activitats agràries, i perquè acosta la generació d'energia al consumidor i, amb això, a més de garantir un cert equilibri territorial, atorga a aquest consumidor el control de la seva pròpia energia i, el que és més important, el consciència sobre el cicle natural dels fluxos energètics i la necessitat d'adaptar-hi el seu consum. El model d'autoconsum i generació distribuïda, en definitiva, emmarca la transició energètica en una transició ecològica més àmplia que, al costat del vector energètic, contempla molts altres elements tant o més importants per a la sostenibilitat del planeta i la prosperitat de les persones.

Malgrat aquesta preferència, sobre l'alternativa de les petites instal·lacions repartides arreu del territori ocupant terrats i teulades plana una amenaça: la seva limitada capacitat per atendre la futura demanda d'electricitat. Fins i tot en un hipotètic escenari de ple desenvolupament, l'energia produïda en aquest tipus d'instal·lacions cobriria únicament una petita part de la demanda total.

10. Podeu consultar les dades a: <http://icaen.gencat.cat/ca/energia/autocconsum/Observatori-de-lautocconsum-a-catalunya/localitzacio-dinstallacions/>

El model d'autoconsum energètic és preferible al de grans instal·lacions, però la transició energètica a un sistema 100 % renovable requerirà, com a mínim a mitjà termini, el desenvolupament de tots dos tipus d'instal·lacions.

3. L'horitzó 2050

3.1. Energia

Com s'ha apuntat, la transició energètica comporta una electrificació de pràcticament totes les aplicacions energètiques. Llevat dels usos tèrmics que es puguin satisfer a partir de fonts primàries com la biomassa, els biocombustibles o la mateixa energia solar, pràcticament tots els usos de l'energia que en l'actualitat es realitzen a partir de combustibles fòssils (el 74,9 % l'any 2019) s'alimentaran d'electricitat al llarg dels propers anys. Això inclou totes les activitats industrials i de transport, algunes d'elles de difícil electrificació. Pel seu costat, la mateixa generació d'electricitat, avui dia basada encara en la fissió d'urani i la crema de gas natural, haurà de reemplaçar aquestes fonts primàries per recursos renovables (l'any 2020 el 80,2 % de l'electricitat produïda a Catalunya provenia de fonts no renovables).¹¹ L'obtenció de tota aquesta electricitat es basarà, a més, en instal·lacions d'obtenció d'energia a partir de fonts renovables molt menys eficients en termes territorials que les centrals nuclears o les de cycle combinat, com a mínim pel que fa a l'escala local.¹²

Avui per avui, Catalunya encara no disposa d'un Pla de l'energia que quantifiqui les necessitats futures, elabori un model tècnic que identifiqui les fonts primàries a utilitzar i els mitjans per transformar-les, avalui els potencials de generació i localitzi les instal·lacions necessàries per a l'obtenció, transformació, transport i distribució de l'energia en el marc de la transició energètica.¹³ En aquest sentit, a banda de guies generalistes (Ecologistas en Acció, 2015) o dels informes específics que elabora l'Institut Català de l'Energia,¹⁴ un dels treballs que analitza de manera integrada aquests aspectes per al cas de Catalunya i

11. Institut Català de l'Energia: "Balanz d'energia elèctrica de Catalunya 2010-2020". <http://icaen.gencat.cat/cal/energiarestadistiques/>

12. Cal tenir present que una avaluació completa de la petjada territorial de cada font primària hauria d'incloure igualment els punts on s'extreu el recurs que, en el cas dels combustibles fòssils, procedeix majoritàriament de fora de Catalunya i comporten, sovint, l'afectació de grans superfícies de terreny en altres parts del món.

13. L'esmentat *Pla de l'Energia i el Canvi climàtic de Catalunya 2012-2020* no adoptava encara la perspectiva plena de la transició energètica, mentre que documents institucionals posteriors, com les també esmentades *Bases per a construir el Pacte Nacional per a la transició energètica de Catalunya*, mostren ja evidència del nou paradigma, si bé el seu contingut és eminentment estratègic. Val a dir, que l'*Acord de Govern per la investidura de Pere Aragonès* signat el passat 17 maig 2021 recull la necessitat d'elaborar un "Pla Territorial d'Energies Renovables (PLATER) a Catalunya, basat en un gran acord nacional que dibuixi el mapa d'espais adients per a la implantació dels projectes d'energia edifica i fotovoltaica del país, tot veïllant per la protecció ambiental, paisatgística, patrimonial, agronòmica i urbanística i amb la participació dels municipis i les comarques".

14. http://icaen.gencat.cat/cal_icaen/publicacions/

amb referència específica a les necessitats de sòl és el realitzat per Eduard Furró: *Catalunya. Aproximació a un model energètic sostenible* (Furró, 2016).¹⁵

Segons Furró, la demanda d'energia final a Catalunya passarà dels 99.001 GWh de l'any 2015 a 78.065 GWh el 2050, és a dir, un consum sensiblement inferior, aconseguit per l'increment de l'estalvi i l'ús més eficient d'aquesta energia. Més important encara és la reducció de l'energia primària necessària per cobrir aquesta demanda final, que passarà de 222.503 GWh a 144.504 GWh, gràcies bàsicament a la major eficiència dels itineraris energètics que seguirà l'energia captada de les fonts renovables.

En qualsevol cas, l'escenari de generació d'energia 100 % renovable a Catalunya requerirà la captació anual de 144.504 GWh i, per fer-ho, es basarà en tres grans tipus d'instal·lacions. D'una banda, les d'autoconsum, que permetran generar fins a 15.810 GWh a partir sobretot de les instal·lacions fotovoltaïques, però també de la biomassa i, en menor mesura, del biodièsel i la minieòlica. D'altra banda, les instal·lacions acoblades a la xarxa elèctrica de distribució, és a dir, instal·lacions fotovoltaïques, però també eòliques, de valorització energètica de residus i de biogàs, que permetran obtenir 13.521 GWh. Finalment, les instal·lacions acoblades a la xarxa de transport, que correspon als grans parcs fotovoltaïcs, eòlics i termosolars, que s'afegiran a la generació hidroelèctrica per arribar a un total de 115.173 GWh, i que seran les responsables d'atendre les grans demandes de transport, serveis, etc. i, sobretot, d'alimentar el vector hidrogen, necessari per atendre la demanda de la indústria intensiva en energia i del transport de gran distància i tonatge, i imprescindible per compensar les diferències horàries entre la demanda i la generació basada en fonts renovables a través del seu emmagatzematge.

3.2. ...i territori

Les instal·lacions necessàries per a la generació d'aquesta energia requeriran grans extensions de sòl, a causa de l'esmentada menor eficiència per unitat territorial de les tecnologies renovables respecte a les que cremen recursos fòssils. La quantificació del sòl necessari és una taxa complexa, ja que implica tots els elements que configuraran la transició energètica: les característiques pròpies del territori, el model tecnològic escollit, el ritme d'implantació i els increments de l'eficiència de les diverses tecnologies. Per aquest motiu, una altra contribució especialment valuosa del treball d'Eduard Furró és precisament l'esforç per realitzar una quantificació d'aquestes necessitats de sòl.

Així, segons Furró, en el primer tipus d'instal·lacions, les d'autoconsum, les necessitats d'ocupació de nou sòl són mínimes: 82 hectàrees ocupades pràctica-

15. El mateix autor va publicar tres anys més tard un segon llibre (Furró, 2019), on desenvolupa els continguts del primer i incorpora altres elements d'interès. Per la seva major concreció territorial, aquest article es basarà en els resultats recollit al primer.

ment pel mateix tipus de plantes de combustió de biomassa o biodièsel existents en l'actualitat, ja que les plaques fotovoltaïques s'ubicarien en teulades de cases i terrats d'edificis i naus industrials i comercials i no comportarien, per tant, la transformació de nou sòl.

Les instal·lacions acoblades a la xarxa de distribució, per la seva banda, tindrien unes necessitats de sòl notablement superiors: 7.614 hectàrees. Segons Furró, aquesta superfície podria ser obtinguda a partir de les cobertes dels grans edificis de serveis i equipaments, de sòls urbanitzables i dels espais intersticials en les infraestructures de transport o entre aquestes i els teixits urbans. És a dir, malgrat la important superfície necessària, no caldria ocupar nous sòls.

Ara bé, el darrer tipus d'instal·lacions, les acoblades directament a la xarxa de transport, sí que requeririen de l'ocupació de grans extensions de sòls no urbanitzables, fins a un total de 66.200 hectàrees. En algunes ocasions aquestes superfícies podrien provenir del cobriment de part de les infraestructures de transport: autopistes, autovies, xarxa ferroviària, etc. Ara bé, en ser les necessitats molt superiors al que aquestes infraestructures poden arribar a oferir, caldrà recórrer també a l'ocupació de sòls no urbanitzables, en la majoria d'ocasions agraris o forestals.

Les estimacions mostren, doncs, que la quantitat de sòl necessari per desenvolupar completament la transició energètica és d'unes proporcions sense precedents. Fins i tot considerant que el desenvolupament dels dos primers tipus d'instal·lacions no representi una ocupació de nou sòl, les 66.200 hectàrees dels grans parc fotovoltaïcs i eòlics suposen una superfície major que tota l'àrea metropolitana de Barcelona. Mai a Catalunya s'ha destinat tant sòl a una única infraestructura i, menys encara, en un termini de temps tan curt. Totes les zones aeroportuàries de Catalunya, inclosos els aeroports del Prat, Girona i Reus, ocupen 952 hectàrees; tots els ports 1.171 ha; la xarxa ferroviària, incloses totes les estacions i platges de vies, 2.452 ha; els canals artificials 2.536 ha; i el conjunt de carreteres, autovies i autopistes que travessen el país 18.086 ha.¹⁶ És a dir, la transició energètica necessitarà transformar en trenta anys tres vegades més sòl que el que ocupen totes les infraestructures construïdes a Catalunya al llarg dels segles.

Com s'ha dit al principi, la transició energètica és convenient i és inevitable. Però, a banda de les profundes conseqüències que tindrà sobre els hàbits de vida de la població, l'impacte que tindrà sobre el consum de sòl requereix que es realitzi de forma ordenada, que contempli de manera conjunta tots els projectes necessaris per dur-la a terme, que els posi en relació amb la resta de vectors que formen la matriu territorial i que, a partir d'aquí, proposi i consensui amb la població i els agents econòmics i socials el millor emplaçament per a cada instal·lació.

16. Vegeu el mapa de *Cobertes del sòl 2018* de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya: <https://www.icgc.cat/Descarregues/Cartografia-vectorial/Cobertes-del-sol>

4. Cap a una transició energètica integral: per una energia neta, sostenible i accessible

4.1. La visió ecosistèmica, l'equitat territorial i la necessitat de planificació

Fins al moment, la transició energètica s'ha desenvolupat a Catalunya implantant les diverses instal·lacions allà on les condicions naturals eren favorables, la regulació ho permetia, els propietaris dels terrenys estaven disposats a vendre o llogar els seus espais i les administracions locals atorgaven les autoritzacions. Quan han confluït aquests factors, els promotors han valorat la rendibilitat de les operacions i, allà on eren favorables, s'han desenvolupat les instal·lacions. No hi ha hagut al darrere una planificació de les instal·lacions necessàries, una avaluació dels impactes més enllà dels estrictament locals, una consideració del conjunt de vectors afectats socialment, econòmicament o ambientalment ni una valoració de les alternatives. Però per sobre d'aquestes carències ha mancat, sobretot, una visió àmplia del que representa la transició energètica més enllà d'unes necessitats urgents i unes solucions tecnològiques.

La transició energètica respon, com s'ha dit, a dos motius principals: l'esgotament dels recursos fòssils i el requeriment de reduir les emissions de CO₂, principals responsables del canvi climàtic. Optar per un model de transició que es desenvolupa ocupant espais agraris i forestals vol dir que només es té en compte el primer d'aquests objectius, però no el funcionament sistèmic del planeta. Els espais agraris i forestals actuen com a embornals de carboni, capturant i fixant en el sòl la part d'aquest element existent en les molècules de CO₂ que la mateixa utilització d'energies renovables vol reduir. Sembla un contrasentit, doncs, que per evitar l'excés de CO₂ a l'atmosfera s'opti per un sistema que dificulta la seva reducció.

Les solucions tècniques i de l'enginyeria són indispensables per a la transició energètica, però insuficients per assolir els objectius d'una transició ecològica integral si no van acompanyades d'una visió que les seleccioni, les moduli i les adapti al context ecoterritorial en què s'han de desenvolupar. En aquest sentit, la planificació esdevé indispensable, no únicament des de la perspectiva territorial, sinó també com a instrument capaç d'aplegar, integrar tots els vectors que intervenen en la transició energètica, d'avaluar tots els impactes que pot generar i de donar veu a tots els agents implicats, ja sigui de manera activa com passiva.

Un segon element recolza la necessitat de planificació: la garantia d'equitat i justícia territorial. Com ja ha succeït, moltes de les actuacions necessàries per dur a terme la transició energètica toparan amb l'oposició dels agents locals afectats, ja sigui per les característiques del projecte, per la seva ubicació, per la seva afectació als valors ambientals, socials i econòmics locals, o per la seva concentració territorial.

Tradicionalment, s'ha tractat de superar aquesta oposició a partir de les compensacions. Els agents locals reben un benefici en forma de tributs locals,

de bonificacions en espècies o d'oportunitats d'ocupació que, eventualment, compensen els perjudicis que l'actuació pugui tenir. La valoració d'avantatges i inconvenients es realitza, evidentment, només per aquells agents locals més directament afectats i que puguin impedir l'execució del projecte, i no té en compte la resta d'agents ni, menys encara, l'efecte acumulatiu de la realització de diversos projectes similars. No es tracta, per tant, d'un mecanisme destinat a assegurar l'equilibri i la justícia territorial sinó, simplement, a comptar amb l'anuència de la població afectada (o d'aquella part de la població amb capacitat d'organització i influència).

En el cas de la transició energètica, aquesta pràctica ha estat fins i tot reformulada amb el nom de pacte territorial. El terme s'ha fet servir de forma benintencionada per superar el forçós desequilibri territorial que es produirà en la localització de les instal·lacions. Catalunya és un país molt desigualment poblat, en què la meitat dels seus habitants es concentren en un 2 % de la superfície. Sembla evident que, per la pròpia densitat de l'àrea metropolitana de Barcelona però també de la resta de grans nuclis urbans, determinats territoris no disposaran de suficient espai per generar l'energia que necessiten. Altres territoris hauran d'assumir aquesta producció si es pretén una plena autonomia energètica, i és aquest desequilibri el que ha portat a parlar d'un pacte entre aquells territoris que necessiten una energia que no poden generar per manca d'espai i els que disposen d'espai suficient per cobrir les necessitats del conjunt del país.

No sembla, però, que un pacte territorial sigui l'instrument idoni per desenvolupar la transició. En primer lloc, perquè caldria decidir sobre els continguts del pacte i sobre quins agents l'haurien de signar i quins quedarien fora, decisió que probablement no seria compartida de manera unànime atesa la complexitat tècnica, territorial, social i política de la qüestió. En segon lloc, perquè exigiria un acord encara més complex sobre la naturalesa de les compensacions a canvi de l'energia així com sobre el seu abast social i territorial. En tercer lloc, perquè si s'opta per la fórmula del pacte per a la instal·lació d'infraestructures d'energia renovable s'hauria d'aplicar el mateix principi a innombrables activitats no desitjades a nivell local o amb un elevat impacte territorial, com poden ser els ports i aeroports (per les grans extensions de sòl que ocupen), equipaments com les presons (per l'estigmatització del lloc que provoquen), o les indústries perilloses (per les molèsties i riscos que produeixen), i així successivament. Finalment, perquè la signatura del pacte obre la possibilitat de que s'acabi convertint en la manera de formalitzar una situació injusta, de perpetuar actuacions que, ara aixoplugades en el paraigua del pacte, tendeixen a incrementar els greuges entre territoris.

Aquests motius justifiquen tant el planejament sectorial com territorial perquè, quan és comprensiu, integrador i ha sorgit de la participació, el planejament esdevé la forma més elevada d'acord i de garantia de l'equitat territorial. Si la localització de tots els elements, els energètics i la resta, és justificada, no són

necessàries les compensacions entre territoris. El país és divers, i també ho són els seus recursos i la seva capacitat per rebre determinats beneficis i acollir determinades càrregues. La tasca del planejament ha de consistir, precisament, en que el repartiment de beneficis i càrregues resulti equitatiu socialment i territorialment.

4.2. Vuit requisits per a la planificació de la transició energètica a Catalunya

En el moment d'escriure aquest article (juny del 2021) encara és recent la notícia de que el nou Govern de la Generalitat té l'objectiu de modificar algun dels punts de l'esmentat *Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables*, concretament pel que fa a l'elaboració d'un "*Pla Territorial d'Energies Renovables (PLATER)* a Catalunya, basat en un gran acord nacional que dibuixi el mapa d'espais adients per a la implantació dels projectes d'energia eòlica i fotovoltaica del país, tot vetllant per la protecció ambiental, paisatgística, patrimonial, agronòmica i urbanística i amb la participació dels municipis i les comarques".¹⁷

L'anunci pot ser notícia positiva ja que mostra la intenció de reemplaçar una concepció de la transició energètica basada en l'avaluació individual i aïllada de cada projecte per una altra que, com s'apuntava més amunt, tingui un caràcter comprensiu i integrador. Cal notar, a més, que la inclusió al títol de la paraula "territorial" denota una intenció que el document vagi més enllà del planejament sectorial i consideri la viabilitat i conveniència de cadascuna de instal·lacions energètiques en relació al valor de tots els elements que conformen la matriu territorial.

A l'espera de la seva concreció o, si més no, de les primeres referències sobre els seus continguts i estructura, vuit requisits semblen indispensables per al futur pla. No tots tenen un caràcter territorial, però el seu seguiment garanteix sempre una millor relació amb els valors del territori i les necessitats de la població que l'habita.

- 1) En primer lloc, el pla ha de disposar d'una *estimació de la demanda* d'energia necessària. Es tracta d'un requeriment que pot semblar obvi per a una figura de planejament, però és important remarcar-ho perquè el procés de transició energètica ha començat a Catalunya a partir del desenvolupament de nombrosos projectes de potència diversa sense saber del cert quina és la generació d'energia que en conjunt s'havia d'assolir.
- 2) Un cop conegudes les necessitats de generació, es necessari *identificar els recursos renovables* amb què compta Catalunya i quantificar el potencial que representen per a l'obtenció d'aquesta energia. Aquest és, segurament, l'aspecte en què s'han invertit més esforços al llarg dels darrers anys, tant

17. *Acord de Govern per a la investidura de Pere Aragonès*, 17 de maig 2021, p. 32.

- a nivell internacional com en el territori de Catalunya específicament, de manera que en l'actualitat es disposa d'eines que permeten conèixer tant el potencial del recurs,¹⁸ com les seves possibilitats d'aprofitament.¹⁹
- 3) A partir d'aquestes dues primeres informacions es pot *elaborar un model tècnic* que identifiqui la proporció de cada recurs que s'utilitzarà i identifiqui les tecnologies necessàries per a l'obtenció, transformació, emmagatzematge, transport i distribució de l'energia.
 - 4) En paral·lel al tercer pas, s'ha d'haver començat a *elaborar uns criteris socials, econòmics i territorials* per a la tria de les solucions tècniques escollides i la seva implantació territorial. Es tracta, en definitiva, de decidir com es duu a terme la transició energètica a partir dels recursos disponibles. Els elements a considerar són, doncs, diversos, però des del punt de vista territorial aquests criteris no poden passar per alt qüestions com la sostenibilitat ambiental, la consideració dels valors paisatgístics, el manteniment de l'activitat agrària o l'equitat territorial. És a partir d'aquests criteris quan es poden decidir les potencials ubicacions de les instal·lacions.²⁰
 - 5) Com qualsevol altra figura de planejament, tant l'elecció del model tècnic com dels criteris d'implantació i la seva concreció territorial han de justificar-se entre diverses *alternatives* que, tot i assolir els mateixos objectius de transició a un model 100 % renovable, parteixin d'altres preceptes i donin com a resultat un escenari territorial diferent.
 - 6) Un cop es disposi de la proposta definitiva, caldrà realitzar una *programació de les actuacions*. Aquest punt, que en la majoria de planejaments té un caràcter eminentment funcional, és consubstancial a la pròpia proposta del planejament de la transició energètica. Per tal de garantir el seguiment de tots els principis de la transició, el desenvolupament de les instal·lacions que la faran possible hauria de començar per les de menor impacte territorial, és a dir, les d'autoconsum en terrats i teulades, i anar-se estenent progressivament a instal·lacions de dimensions cada vegada majors fins arribar als grans parcs eòlics i fotovoltaics. Dues raons principals sustenten aquesta programació que reserva per al final les actuacions amb un impacte més gran. En primer lloc, l'oportunitat d'aprofitar els increments d'eficiència

18. Vegeu, per exemple, els portals web del *Global Wind Atlas* (<https://globalwindatlas.info/>) i el *Global Solar Atlas* (<https://globalsolaratlas.info/map/>). Per a Catalunya, el *recurs eòlic* a diverses alçades es pot observar a l'*Hipermapa* (<https://sig.gencat.cat/visors/hipermapa.html>), mentre que la *Irradiació global diària, mitjana anual* es pot trobar a https://territori.gencat.cat/ca/01_departament/12_cartografia_i_toponimia/bases_cartografiques/medi_ambient_i_sostenibilitat/bases_miramon/atles_climatic/06/index.html.

19. Vegeu els visors per a l'àrea metropolitana de Barcelona <https://amb.bcnregional.com/> i el municipi de Barcelona: <https://energia.barcelona.cat/mapa-quanta-energia-pots-generar>.

20. En l'actualitat, tant la Generalitat de Catalunya com el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico disposen del mapa de *Possibles ubicacions parcs fotovoltaics* i del *Mapa de sensibilidad ambiental clasificado (energía eólica y energía fotovoltaica)* respectivament, molt allunyats, però, del conjunt de criteris esmentats. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx i https://sig.gencat.cat/visors/zonapt_fotov.html

de les tecnologies renovables que, sense dubte, es produiran al llarg dels propers anys i que poden significar unes necessitats d'espai molt menor. En segon lloc, la possibilitat d'incentivar a la població a involucrar-se directament en la transició energètica i fer-la particip dels seus avantatges individuals i col·lectius. El procés de transició energètica comportarà un aprenentatge tecnològic, però també social. El seu desenvolupament serà menys perjudicial per al territori i millor acceptat per la població si incorpora aquest aprenentatge.

- 7) Posteriorment a l'aprovació del pla, i acompanyant el seu procés de desenvolupament, el *seguiment i la revisió periòdica* de la seva implantació han de permetre corregir, si s'escau, aquesta programació.
- 8) Finalment, la formulació del pla ha de comptar des del seu inici amb un complet programa de *participació ciutadana*, que vagi més enllà dels preceptius períodes d'informació pública als agents directament afectats i que reculli els posicionaments del conjunt de la ciutadania. És a dir, no es tracta de recollir al·legacions específiques per a cada projecte sinó d'explicar i consultar a la població sobre el conjunt d'actuacions i els canvis socials, econòmics i territorials que comporta.

5. Conclusió. El ritme de la transició

De les dades i anàlisis contingudes en aquest treball se'n deriven quatre constatacions principals. En primer lloc, que Catalunya tot just ha iniciat el procés de transició energètica. Aquesta transició es troba encara en un estadi molt incipient, la qual cosa obliga a multiplicar els esforços en el desenvolupament de noves instal·lacions de generació d'energia a partir de fonts renovables si es vol assolir l'objectiu del 100 % per a l'any 2050 (a banda de l'electrificació de tots els usos finals de l'energia). La segona és que ha iniciat aquest procés seguint bàsicament dos models de desenvolupament: el de les grans instal·lacions fotovoltaïques i eòliques, i el de l'autoconsum a partir de petites instal·lacions a teulades i cobertes d'edificis residencials i d'activitat econòmica. La tercera constatació és que, ambientalment, territorialment i socialment, el segon model és preferible al primer, en tant que consumeix menys sòls de valor natural, paisatgístic o agrari i altera menys les formes de vida dels indrets que acullen les instal·lacions. La quarta constatació és que, tot i els seus avantatges, el model d'autoconsum serà totalment insuficient per completar un procés que porti a una electrificació plena dels usos finals de l'energia i a la utilització exclusiva de fonts renovables per a l'obtenció de l'electricitat. Als nostres efectes, això és tradueix en la necessitat de trobar els espais, terrestres o marítics, idonis per a la ubicació de les instal·lacions que han de permetre obtenir aquesta energia, bàsicament parcs eòlics i fotovoltaïcs de gran potència, a l'espera de nous apro-

fitaments geotèrmics o d'energia eòlica marina (que a Catalunya haurà de ser eminentment flotant a causa de la profunditat del fons marí a pocs metres de la costa) que tot just ara comencen a concretar-se en propostes.

A partir d'aquestes constatacions, l'article ha qüestionat l'actual model de desenvolupament de la transició energètica a Catalunya no pas pels seus objectius o per la implicació de les diverses administracions, sinó per la precipitació amb què s'estan concedint autoritzacions per a la ubicació de grans instal·lacions energètiques que, com s'ha dit, tenen sovint un gran impacte sobre el territori i un baix nivell d'acceptació per part de la població. En aquest sentit, s'ha proposat planificar el complex procés que ara s'inicia, exercici que pot ser vist per alguns com una dilació inacceptable per avançar cap els objectius de transició plantejats, però que constitueix una garantia de la sostenibilitat de tots els elements que intervenen en la transició ecològica, entre ells els energètics.

Malgrat l'obsessió imperant actualment per la velocitat i la immediatesa, la transició energètica trigarà dècades en culminar-se. La urgència climàtica i l'esgotament dels recursos fòssils han de servir per esperonar la recerca i per conscienciar població i administracions de la necessitat de fer quan abans millor aquesta transició, però no per prendre decisions precipitades que poden tenir conseqüències negatives de molt difícil reversió.

Com il·lustra Vaclav Smil per mostrar que les transicions energètiques acostumen a tenir un "ritme inevitablement lent", en els vint-i-cinc anys que van des de la Primera Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic l'any 1992 fins l'any 2017 l'ús de combustibles fòssils al món es va reduir un 1,5 %, la qual cosa fa plantejar-se si es pot arribar a eliminar el més del 80 % restant en els propers trenta anys (Smil, 2010, 2020). Certament, els països amb economies més desenvolupades tindran més possibilitats d'aconseguir-ho, i únicament amb un gran esforç i si les polítiques són les encertades, l'any 2050 es podrà arribar en aquests països a un sistema energètic totalment (o gairebé totalment) basat en recursos renovables.

El que cal tenir en compte de l'advertència d'Smil, però, és que les transicions energètiques tenen el seu propi ritme. Els components necessaris per desenvolupar la transició actual requeriran encara molts anys per culminar la seva adaptació. Les innovacions tecnològiques que permetin incrementar l'eficiència, la reducció dels costos comparatius, el descobriment de nous materials o de nous jaciments dels materials utilitzats actualment per a la fabricació d'aerogeneradors i plaques fotovoltaïques o l'electrificació de totes les aplicacions energètiques són processos complexos i que possiblement no es puguin completar totalment en el transcurs d'una sola generació.

En aquest sentit, la recerca de les condicions territorials idònies per implantar les noves infraestructures energètiques amb el menor impacte possible ha de ser considerat un element més de la transició. Voler imprimir al desenvolupament territorial de la transició energètica un ritme superior al de la resta de vectors que hi intervenen és contraproduent pels efectes que pot tenir sobre el territori

i les estructures econòmiques i socials existents. Però, a més, és ineficient, ja que no permet incorporar al propi desenvolupament de la transició les millors tecnològiques, els aprenentatges sobre integració ambiental i paisatgística o la creixent acceptació per part de la població, fomentada durant els processos participatius. Elements que reduïrien o fins i tot evitarien la major part dels impactes negatius de la transició energètica sobre el territori. Les innovacions tecnològiques truquen sempre diverses vegades a la porta, però per progressar necessiten del suport i l'acceptació de la societat que se les ha de fer seves. Això és particularment cert en la transició energètica a la que estem abocats. I, com hem vist, per aconseguir el necessari suport i acceptació socials al procés de transició, el tractament eficient i equitatiu dels components territorials constitueix un element decisiu.

Bibliografia

- AZCÁRATE, Blanca; Ferran MONTESA [dir.] (2014). "Batallas por la energía". *Atlas Le Monde Diplomatique*, desembre.
- BAUER, Nico *et al.* (2016). "Assessing global fossil fuel availability in a scenario framework". *Energy*, núm. 111, p. 580-592.
- BROWN, Lester R. *et al.* (2015). *The Great Transition. Shifting from Fossil Fuels to Solar and Wind Energy*. Nova York/Londres: W. W. Norton & Company.
- CASTELL, Edmon; Oriol NEL·LO (2003). "Els parcs eòlics de les serres de Pàndols i Cavalls. Energia, valors ambientals i memòria històrica", dins: Oriol NEL·LO [ed.]. *Aquí, no! Els conflictes territorials a Catalunya*. Barcelona: Empúries.
- CÀTEDRA DE GEOGRAFIA I PENSAMENT TERRITORIAL (2021). *Proposta de criteris per a la ubicació d'instal·lacions de producció d'energia renovable solar en sòls no urbanitzables a la província de Girona*. Girona: Universitat de Girona. https://seu.ddgi.cat/web/recursos/document/10088/10499/Proposta_de_criteris_per_a_la_ubicacio_d_instal_lacions_de_produccio_d_energia_renovable_solar_.pdf
- CHURCH, Clare; Alec CRAWFORD (2018). *Green Conflict Minerals: The fuels of conflict in the transition to a low-carbon economy*. International Institute for Sustainable Development. <https://www.iisd.org/publications/green-conflict-minerals-fuels-conflict-transition-low-carbon-economy>
- ECOLOGISTAS EN ACCIÓN (2015). *Hacia un escenario energético justo y sostenible en 2050*. <http://ecologistasenaccion.org/article2050.html>
- ESCRIBANO, Gonzalo (2016). "El petróleo y la estabilidad geopolítica cotizan a la baja". *El País*, 20 de gener.
- FERNÁNDEZ, Ramon; Luis GONZÁLEZ (2014). *En la espiral de la energía*. Madrid: Libros en acción.
- FERRAN, Antoni; Carme CASAS [ed.] (2008). *La cultura del no. El conflicte ambiental i territorial a Catalunya*. Barcelona: Eumo editorial.
- FUNDACIÓN ENERGÍAS RENOVABLES (2018). *Hacia una transición energética sostenible. Propuestas para afrontar los retos globales*. <https://fundacionrenovables.org/wp-content/uploads/2018/03/Hacia-una-Transicion-Energetica-Sostenible-Fundacion-Renovables-032018.pdf>
- FURRÓ, Eduard (2016). *Catalunya. Aproximació a un model energètic sostenible*. Barcelona: Octaedro.
- (2019). *La transformació del sistema energètic. Recursos, raons i eines*. Barcelona: Octaedro.

- GENERALITAT DE CATALUNYA (2012). *Pla de l'Energia i el Canvi climàtic de Catalunya 2012-2020*. http://icaen.gencat.cat/web/.content/30_Plans_programes/31_PlaEnergiaCanviClimatic_PECAC/arxius/20121001_pecac.pdf
- HAGER, Carol; Christoph H. STEFES [ed.] (2016). *Germany's Energy Transition. A Comparative Perspective*. Nova York: Palgrave Macmillan US.
- IEA. INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2019). *World Energy Outlook 2019*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- (2021). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- IRENA. INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY (2019). *A New World. The Geopolitics of the Energy Transformation*. <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/A-New-World-The-Geopolitics-of-the-Energy-Transformation>
- LLEBOT, Josep Enric [ed.] (2005). *Primer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible; Institut d'Estudis Catalans. <http://cads.gencat.cat/ca/publicacions/informes-sobre-el-canvi-climatic-a-catalunya/>
- [ed.] (2010). *Segon informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible; Institut d'Estudis Catalans. <http://cads.gencat.cat/ca/publicacions/informes-sobre-el-canvi-climatic-a-catalunya/>
- López, Joan (2017). “¿Sostenibilidad a cambio de suelo? La huella territorial de la generación de electricidad”, *Ciudad y Territorio*, vol. XLIX, núm. 194. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/issue/view/3680>
- (2021a). “Transició ecològica? Parcs eòlics i fotovoltaics en els espais forestals i agraris de Catalunya”. *Làmines d'informació del Grup d'Estudis sobre Energia, Territori i Societat*, núm. 43, febrer. [http:// https://gurbuab.com/](http://https://gurbuab.com/)
- (2021b) “Autoconsum fotovoltaic a Catalunya 2021. Nombre d'instal·lacions i potència per municipi”. *Làmines d'informació del Grup d'Estudis sobre Energia, Territori i Societat*, núm. 45, febrer. [http:// https://gurbuab.com/](http://https://gurbuab.com/)
- (2021c). “Autoconsum d'energia per a tothom? Instal·lacions fotovoltaiques d'autoconsum i nivell de renda de la població”. *Làmines d'informació del Grup d'Estudis sobre Energia, Territori i Societat*, núm. 47, juny. [http:// https://gurbuab.com/](http://https://gurbuab.com/)
- NEL·LO, Oriol [ed.] (2003). *Aquí, no! Els conflictes territorials a Catalunya*. Barcelona: Empúries.
- PRADOS, M. José; Eugenio BARAJA; Marina FROLOVA; Cayetano ESPEJO (2012). “Integración paisajística y territorial de las energías renovables”. *Ciudad y territorio. Estudios territoriales*, vol. XLIV, núm. 171. https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/26591/14_Artic_CyTET_171_Integrac_paisajistica_territorial_EERR.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- RAMONET, Ignacio (2015). “La nueva geopolítica del petróleo”. *Le Monde Diplomatique*, núm. 236, juny.
- RIBA, Carles (2011). *Recursos energètics i crisi. La fi de 200 anys irrepetibles*. Barcelona: Ed. UPC. Iniciativa Digital Politècnica. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36468>
- RIUTORT, Sebastià (2016). *Energía para la democracia*. Madrid: Catarata.
- ROMERO, Cote; José Vicente BARCIA [ed.] (2014). *Alta tensión. Por un nuevo modelo energético sostenible, democrático y ciudadano*. Barcelona: Icaria.
- SALADIÉ, Sergi (2014). *Impacte econòmic de les centrals eòliques en els pressupostos municipals a Catalunya. estudi comparatiu*. Associació de Municipis Eòlics de Catalunya; Ajuntament de la Granadella. <http://www.municipiseolics.cat/estudis.html>
- SALADIÉ, Sergi; Òscar SALADIÉ (2021). “Transició energètica cap a la sostenibilitat”, dins: SOCIETAT CATALANA DE GEOGRAFIA, *La nova geografia de la Catalunya postcovid*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans.
- SANS, Ramon; Elisa PULLA (2014). *El col·lapse és evitable. La transició energètica del segle XXI (TE21)*. Barcelona: Octaedro.

- SCHEER, Hermann (2009). *Autonomía energética. La situación económica, social y tecnológica de la energía renovable*. Barcelona: Icaria.
- (2011). *El imperativo energético 100 % ya. Cómo hacer realidad el cambio integral hacia las energías renovables*. Barcelona: Icaria.
- SHAFIEE, Shahriar; Erkan TOPAL (2009). “When will fossil fuel reserves be diminished?”. *Energy Policy*, núm. 37, p. 181-189.
- SMIL, Vaclav (2004). “World History and Energy”, dins: *Encyclopedia of Energy*, vol. 6. <http://www.vaclavsmil.com/wp-content/uploads/docs/smil-article-2004world-history-energy.pdf>
- (2010). *Energy transitions. History, Requirements, Prospects*. Santa Barbara: Praeger (2a edició revisada i ampliada 2017).
- (2020). *Los números no mienten. 71 historias para entender el mundo*. Barcelona: Debate, 2021.
- TAULA D'ENTITATS DEL PACTE NACIONAL PER A LA TRANSICIÓ ENERGÈTICA DE CATALUNYA (2016). *Bases per a construir el Pacte Nacional per a la transició energètica de Catalunya*. http://icaen.gencat.cat/web/.content/30_Plans_programes/38_PacteNacional/arxius/20170125_documentoPANTE.pdf
- Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (2016). Barcelona: Generalitat de Catalunya; Institut d'Estudis Catalans. <http://cads.gencat.cat/ca/publicacions/informes-sobre-el-canvi-climatic-a-catalunya/>
- TURIEL, Antonio (2020). *Petrocalipsis. Crisis energética global i como (no) la vamos a solucionar*. Madrid: Alfabeto.
- UNGER, Richard W. [ed.] (2013). *Energy Transitions in History. Global Cases of Continuity and Change*. Rachel Carson Center. http://www.environmentandsociety.org/sites/default/files/2013_i2_web.pdf
- Vanguardia Dossier* (2014) “La geopolítica de la energía”, núm. 53, octubre-desembre.
- ZOGRAFOS, Christos; Sergi SALADIÉ (2012). “La ecología política de conflictos sobre energía eólica. Un estudio de caso en Cataluña”. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, vol. 58/1, p. 177-192.