

MODEL ENERGÈTIC PER A CATALUNYA, d'Eduard Furró Estany
Catalunya, Aproximació a un model energètic sostenible (Octaedro, març de 2016)
 Resum per Carles Riba Romeva (juliol de 2022), v12

OBTENCIÓ	GWh/a		GWh/a		62,7%	XE	H2		Captació	Vectors	Usos	
Capt-Grans Parcs (a H2)			Hidrogen (H2)			47.780 + 26.742 = 74.522				GWh/a	GWh/a	GWh/a
CentTerSol	1.002	0,9%	a XE	47.780	64,1%	27,8%						
FV	105.361	91,5%	a Indús	11.182	15,0%							
HidoElect	7.601	6,6%	a Mobi	15.559	20,9%	21,192	61,0%					
Eolica	1.209	1,0%	Resid+Pèrd	2.286	3,1%	0,4435						
Cap-Gparcs	115.173	100,0%	Total	74.522	100,0%	26.588						
						↓ 2.286						
Capt-a xarxa elèct (XE)			USOS									
FV	12.150	89,9%	AutoDom	3.249	20,0%	5.396						
Eolica	208	1,5%	BombCalor	7.742	47,7%	3,30	2.346					
Residus	573		XE-Cuines	956	5,9%	0,80	1.195					
Biogas	590	4,4%	XE-Elect	4.289	26,4%	239						
Cap-EaXE	13.521	100,0%	UsosDom	16.236	100,0%							
						↓ 4.289						
AutoCapt-Domèstic			Usos-Primaris									
TermSol	2.867	88,2%	AutoTerm	2.800	72,4%	650						
Eòlica	72	2,2%	AutoMobi	508	61,3%	3,30	283					
Biom	310	9,5%	AutoPrim	3.308	37,0%		3.870					
AutoDom	3.249	100,0%	BombCalor	933	10,4%							
						829						
AutoCapt-Primaris			Usos-Industrials									
TermSol	1.120	33,9%	AutoInd	3.301	12,6%	312						
Eòlica	187	5,7%	BombCalor	448	1,7%	3,29	136					
Biom	1.493	45,1%	XE-Elect	11.300	43,1%		11.300					
BioCarb	508	15,4%	H2-Ind	11.184	42,6%							
AutoPrim	3.308	100,0%	UsosInd	26.233	100,0%							
						↓ 11.184						
AutoCapt-Indústria			Usos-Serveis									
TermSol	1.613	30,5%	AutoServ	5.284	37,3%	3.335						
EolTerm	40	30,5%	AutoTerm	1.935	13,7%	3,30	1.450					
Biom	282	5,3%	AutoElect	3.349	23,6%		4.093					
FV (elect)	3.126	59,2%	BombCalor	4.785	33,8%							
Eol (elect)	223	4,2%	XE-Elect	4.093	28,9%							
AutoServ	5.284	100,0%	UsosServ	14.162	100,0%							
						3.550						
AutoCapt-Transport			Usos-Transport									
FV	515	77,0%	AutoMobi	669	6,5%	0,6173	5.751					
Eòlica	154	23,0%	XE-Mobi	3.550	34,5%	2.201						
AutoMobi	669	100,0%	H2-Mobi	6.072	59,0%		13.690					
						↓ 13.690						
						7.618						
RESUM			RESUM									
Captació-TOTAL			Usos-TOTAL									
34.713			100,0%									
			d'AutoObt	15.811	20,8%	9.693						
			proc. de XE	41.966	55,3%	3,30	4.215					
			proc. d'H2	18.085	23,8%		1.195					
			Usos-Term	37.333	49,2%	0,80	239					
			AutoTerm	11.285	14,9%							
			BomCalor	13.908	18,3%							
			XE-Cuines	956	1,3%							
			H2-Term	11.184	14,7%							
			Usos-Elect	26.901	35,5%							
			AutoElect	3.349	4,4%							
			Usos-Mobi	11.628	15,3%							
			AutoMobi	1.177	1,6%							
			XE-Mobi	3.550	4,7%							
			H2-Mobi	6.901	9,1%							
			Total	75.862	100,0%							
						↓ 8.658						
						68.643	47,5%					

Subministraments		
AutoObtenció	15.811	15.811
AutoTerm	11.285	11.285
AutoElect	3.349	3.349
AutoMobi	1.177	1.177
XE (Xarxa elèct)	87.365	34.713
CaptElect-XE	13.521	13.521
CaptGP-H2	73.844	47.780
H2-PilaComb		-47.780
PilaComb-XE		21.192
H2 (hidrogen)	41.329	26.742
CaptGP-H2	41.329	26.742
	144.505	77.266
53,5%		
Usos segons procedència		
	77.267	75.862
		52,5%
Usos segons destinació		
	77.267	75.862
		52,5%
Sumes del llibre d'Eduard Furró		
Energia de demanda útil		
		78.063
Usos tèrmics demandats		
		37.333
Autogeneració tèrmica		11.285
Bombes de calor		13.908
Cuines elèctriques		956
H2 tèrmic (indústria)		11.184
Usos elèctrics demandats		26.901
Autogeneració elèctrica		3.349
De xarxa elèctrica		23.552
Usos mobilitat demandats		13.829
Autogeneració mobilitat		1.177
XE a mobilitat (bateries)		5.751
H2 a mobilitat (pila combust)		6.901
Generació d'energia per a demand		
		68.608
Generació per a usos tèrmics		
		22.469
Autogeneració tèrmica		11.285
H2 tèrmica indústria		11.184
Generació per a usos elèctrics		34.511
Autogeneració elèctrica		3.349
De xarxa elèctrica		25.752
Bombes de calor		4.215
Cuines elèctriques		1.195
Generació per a usos mobilitat		11.628
Autogeneració mobilitat		1.177
XE a mobilitat (bateries)		3.550
H2 a mobilitat (pila combust)		6.901

MODEL ENERGÈTIC PER A CATALUNYA, d'Eduard Furró

Catalunya, Aproximació a un model energètic sostenible (Octaedro, març de 2016)

Comentaris de Carles Riba Romeva (juliol de 2022), v12

El model de transició energètica proposat per Eduard Furró en el seu llibre *Catalunya, Aproximació a un model energètic sostenible* (Octaedro, març de 2016), complementat més endavant per *La transformació del sistema energètic. Recursos, raons i eines* (Octaedro, gener de 2019) és, probablement, el primer exercici d'aquest tipus que s'ha fet al nostre país i un dels pocs que s'havia fet en el món en aquesta data. De ben segur que les xifres concretes seran sotmeses a revisió, però l'estructura d'aquesta proposta configura un model que permet avançar sobre bases raonables.

Davant de la present crisi energètica i climàtica es poden esbossar diversos escenaris entre dos extrems: **1.2. Projecte col·lectiu** de desacceleració dels consums, d'adaptació als nous recursos renovables i de respecte als ecosistemes. **2.1. Acaparar els darrers recursos**, que condueix a la guerra dels més forts i l'abandonament dels més dèbils a la seva sort. Desgraciadament, els darrers esdeveniments internacionals semblen apuntar en aquesta darrera opció.

En aquest context, voldria destacar dues línies d'acció que es poden extreure de la proposta d'Eduard Furró:

1. Obtenció per a usos propis

El model preveu, per a Catalunya, l'obtenció de 15.811 GWh/any energia per a usos propis, essent la major part (11.285 GWh/a, 71,4%) destinada a usos tèrmics.

Aquesta energia representa una petita part (10,9%) de l'energia que cal obtenir per al conjunt del sistema energètic català (144.505 GWh/a). Tanmateix, un cop fetes totes les transformacions adients, l'energia per a usos propis (d'aplicació directe) pràcticament duplica el seu pes (20,8%) sobre l'energia útil (75.862 GWh/a).

L'energia per a usos propis és especialment valuosa també pels seus efectes globals sobre la transició energètica: a) *Efectes pedagògics*. Permet als ciutadans que la practiquen conèixer millor el sistema energètic i, en correlacionar els beneficis obtinguts amb els recursos implicats, fomenta uns usos frugals i eficients de l'energia; b) *Empoderament*. Col·labora a fer efectiu el dret a l'accés a l'energia i millora la capacitat dels ciutadans per incidir en el sistema energètic; c) *Resiliència*. Pot proporcionar capacitat per donar resposta a incidències negatives (talls d'energia, faltes de subministrament, restriccions) davant de les incidències de la crisi energètica i el desgavell climàtic.

CONCLUSIÓ: L'OBTENCIÓ D'ENERGIA PER A USOS PROPIS (tèrmica, elèctrica, de mobilitat; domèstica, industrial, de serveis; individual o col·lectiva) ha de ser una PRIORITAT pel compromís que genera en la ciutadania de transició energètica respectuosa amb els ecosistemes i socialment justa en un nou sistema energètic de recursos menys intensius que exigirà una nova governança.

2. Gestió de la demanda

Sorprèn que l'energia dels grans parcs (115.173 GWh/a, el 79,7% del total) es destini a H₂ verd, dels quals 76.181 reverteixen en 21.192 GWh/a d'electricitat (rendiment del 27,8%). El motiu és són l'emmagatzematge per salvar les irregularitats de les fonts renovables en el temps.

Mantenint l'energia que alimenta la xarxa elèctrica (34.713 GWh/a), si es disminueix l'electricitat generada amb H₂ (21.192 GWh/a en el model, el 39,0%) i s'augmenta l'electricitat d'injecció directa, els beneficis sobre el sistema energètic són molt notables, com mostra la taula següent:

% Elect d'H ₂ /Elect XE	61,0%	55,0%	50,0%	45,0%	40,0%	35,0%	30,0%
Energia elèctrica generada amb H ₂	21.192	19.092	17.357	15.621	13.885	12.150	10.414
Energia total per alimentar la XE	89.702	84.254	79.750	75.246	70.743	66.239	61.735
Disminució de l'energia per a la XE	0,0%	-6,1%	-11,1%	-16,1%	-21,1%	-26,2%	-31,2%

Avançar vers percentatges més baixos de l'electricitat obtinguda de l'H₂ significaria un canvi radical des de l'actual gestió de l'oferta vers una més exigent gestió de la demanda, especialment pel que fa als grans consumidors industrials i del transport.

CONCLUSIÓ: la MODERACIÓ i la GESTIÓ DE LA DEMANDA, tenen efectes molt beneficiosos pel que fa a la necessitat d'ocupació de territoris amb instal·lacions energètiques (especialment els rústics), així com en l'ús de materials escassos i en la disminució de la inversió en instal·lacions. Tanmateix, sense una societat implicada, aquest objectiu esdevé inabastable.

MODEL ENERGÈTIC PER A CATALUNYA I OCUPACIÓ DE SUPERFÍCIES

Mirades vers la transició energètica (6 vídeos, www.cmes.cat), Eduard Furró Estany

Comentaris de Carles Riba Romeva (maig de 2022), v12

1. Una característica fonamental del nou sistema energètic renovable és que l'energia es capta (directament o indirectament) a través de superfície, de manera que els sòls (i el territori) esdevenen un factor determinant del nou sistema. En el present resum, els sòls s'agrupen en *artificialitzats* (urbans, infraestructures, mines a cel obert) i sòls *rústecs* (boscós, agrícoles i la resta).
2. El model energètic que Eduard Furró elabora per a Catalunya (^{1,2,3}) parteix de les dades de 2015 amb un subministrament d'energia primària de 225.500 GWh/any (excloent l'energia usada en la navegació i l'aviació internacionals). Eliminant les pèrdues en les transformacions de la indústria energètica (refineries, centrals elèctriques, etc.) i dels propis usuaris (especialment en els motors tèrmics del transport), arriba a una energia utilitzada (o energia útil) de 99.000 GWh/any.
3. Atès que les fonts energètiques renovables requeriran grans superfícies de territori (un bé escàs), Eduard Furró argumenta que hi ha possibilitats d'estalvi respecte al sistema energètic actual i proposa partir d'una energia útil de 78.000 GWh/any (estalvi de 21.000 GWh/any respecte a l'energia útil de 2015; -21,2%), en base a la qual edifica el model energètic renovable.
4. Després d'analitzar els usos, el model proposat arriba a la conclusió que l'energia útil (78.000 GWh/any) es reparteix entre 37.400 GWh/any d'usos tèrmics (47,9%, quasi la meitat), 29.100 GWh/any d'usos elèctrics (37,2%) i 11.600 GWh/any d'usos en la mobilitat (14,9%, un cop eliminades les grans ineficiències dels motors tèrmics). Nota: El present resum ha hagut d'ajustar algunes petites diferències entre els documents de base.
5. Les captures directes (per a usos propis) proporcionen uns 16.450 GWh/any d'energia útil (21,1%) amb un rendiment mitjà de 91,4% i requereixen una superfície de 3.120 ha (3,6%). En la seva majoria són tèrmiques (15,2% del total i el 31,7% de les tèrmiques). Cobreixen una part important de les necessitats més immediates dels ciutadans i de les activitats de proximitat.
6. Partint de la distinció entre sòls artificialitzats i sòls rústecs, s'observa que l'energia útil obtinguda en els primers (urbans, infraestructures, etc.) és molt més eficient que en els segons (boscós, agrícoles, etc.).
7. El model indica que l'energia útil obtinguda en els sòls artificialitzats és de 45.850 GWh/any (58,8% del total) en una superfície de 21.870 ha (25,5% del total) i un rendiment de 76,4% sobre l'energia captada (60.000 GWh/any). La superfície artificialitzada a Catalunya és d'unes 219.300 ha (Idescat-2020), deu vegades més.
8. En canvi, l'energia útil obtinguda en sòls rústecs és de 32.150 GWh/any (41,2% del total) en una superfície de 64.000 ha (74,5% del total) i un rendiment de 38,4% respecte l'energia captada (84.000 GWh/any). Aquest resultat es deu a dues qüestions claus: a) La captació en sòls rústics extensius és menys eficient en superfície que sobre cobertes inclinades o façanes; b) Les captacions en sòl rústec van destinades fonamentalment a obtenir hidrogen, vector energètic de menor rendiment entre energia captada (111.100 GWh/any) i la útil (39.400 GWh/any, el 50,5% de mitjana entre els diferents usos de l'energia útil total), i una ocupació de territori d'unes 72.960 ha (85,0% del total).
9. L'alimentació de la xarxa elèctrica (energies hidroelèctrica, eòlica marina i fotovoltaica + eòlica sobre infraestructures i sòl rústec) proporcionen 61.550 GWh/any d'energia útil (78,9% del total) amb un rendiment mitjà del 48,8%, i requereixen 82.750 ha (96,4% del total) malgrat que la hidroelèctrica i l'eòlica marina no ocupen nou sòl.
10. El model d'Eduard Furró adopta disposicions favorables dels captadors fotovoltaics amb plaques en disposició compacta inclinades entre 0º i 45º en les teulades i les infraestructures, així com talussos inclinats en el sòl rústic i, també, una certa superposició de l'eòlica i la fotovoltaica.

Conclusió: En la transició energètica cal impulsar totes les accions que prioritzin, en primer lloc, les captures directes (usos propis) i, en segon lloc, les captures en sòls artificialitzats, ja que són les més eficients, tenen efectes pedagògics sobre la població i proporcionen resiliència. Sense aquestes primeres etapes i els ensenyaments i beneficis que comporten, hi podria haver una demanda injustificada d'hidrogen amb una ocupació exagerada de sòls pot podria dur a un atzucac.

¹ Eduard Furró, *Catalunya, aproximació a un model energètic sostenible*, Octaedro març del 2016

² Eduard Furró, *La transformació del sistema energètic. Recursos, raons i eines*, Octaedro febrer de 2019

³ CMES (Eduard Furró). Vídeos: *Mirades vers la transició energètica. La transició energètica en xifres*. Vídeo nº1, *Les necessitats* (desembre de 2021); Vídeo 2, *Els recursos* (desembre de 2021); Vídeo 3, *Les ocupacions de territori* (gener de 2022); Vídeo 4, *Els usos tèrmics de l'energia* (gener de 2021); Vídeo 5, *La mobilitat* (febrer de 2021); Vídeo 2, *Els usos elèctrics de l'energia* (febrer de 2021). <http://cmes.cat/category/videos-cmes/>