

# **Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)**

## **Bloc 4: El sector de la transformació energètica i la generació d'electricitat**

Juanjo Iraegui Navarro

Gener de 2007

Estudi encarregat pel Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (CADS). Generalitat de Catalunya.

Equip de recerca: Jesús Ramos Martín (coordinador) i Sílvia Cañellas Boltà

Institut d'Estudis Catalans (IEC)

Anàlisi del Metabolisme Energètic de l'Economia Catalana (AMEEC)  
Bloc 4: El sector de transformació energètica i la generació d'electricitat

Gener 2007

## Continguts

---

<b>Continguts</b> .....	<b>iii</b>
<b>Resum Executiu</b> .....	<b>1</b>
Introducció .....	1
Model de generació d'energia elèctrica actual .....	1
Previsió del model per l'any 2015 .....	3
Infraestructures de transport .....	5
Conclusions .....	6
<b>1. Introducció</b> .....	<b>9</b>
<b>2. La generació d'energia elèctrica</b> .....	<b>11</b>
2.1. El model de generació actual .....	11
2.2 Escenaris i previsió de futur .....	18
2.3 Tendències en el parc de generació .....	25
2.3.1 Les centrals nuclears.....	25
2.3.2 Les centrals de Gas-oil i Fuel-oil .....	27
2.3.3 Les centrals de cicle combinat.....	27
2.3.4 Les centrals tèrmiques de carbó.....	29
2.3.5 Les centrals hidroelèctriques .....	30
2.3.6 Les centrals eòliques .....	31
2.3.7 Les centrals de cogeneració.....	33
2.4 Perspectives i altres aspectes de les tecnologies .....	36
2.4.1 Impacte sobre el treball .....	36
2.4.2 Perspectives i aspectes rellevants de les tecnologies .....	37
2.4.3 La seguretat de les centrals nuclears .....	39
<b>3. Infraestructures de distribució i transport</b> .....	<b>43</b>
3.1 Energia elèctrica .....	43
3.1.1 La xarxa actual .....	43
3.1.2 Previsions en l'horitzó del 2015 .....	45
3.1.3 Pèrdues de la xarxa.....	45
3.2 Gas natural.....	46
<b>4. Conclusions</b> .....	<b>51</b>
<b>5. Referències</b> .....	<b>55</b>
<b>Llistat dels principals acrònims utilitzats</b> .....	<b>59</b>
<b>Índex de termes</b> .....	<b>59</b>
<b>Glossari</b> .....	<b>60</b>

## Índex de Figures

Figura 1: Distribució de l'energia bruta produïda i de la potència instal·lada segons el tipus de central de generació a Catalunya l'any 2003.....	13
Figura 2: Dies de funcionament de les diferents centrals tèrmiques (CT) durant l'any 2003 a Catalunya, suposant l'operació a potència nominal .....	15
Figura 3: Principals increments de la potència a instal·lar tenint en compte l'aportació de cada tipologia de tecnologia a la producció d'energia total .	23
Figura 4: Potència instal·lada i energia produïda per les centrals hidroelèctriques en règim especial per al període 1998-2005 .....	31
Figura 5: Mapa de les zones de compatibilitat amb l'energia eòlica a partir de criteris ambientals. En vermell apareixen les zones incompatibles .....	33
Figura 6: Potència instal·lada en centrals de cogeneració a Catalunya .....	34
Figura 7: Distribució de les centrals de cogeneració a Catalunya segons la potència.....	35
Figura 8. Desenvolupament de les tecnologies d'aprofitament de les energies renovables.....	39
Figura 9. Distribució dels costos d'inversió, operació i combustible de les centrals de cycle combinat (gas natural) i centrals nuclears. ....	41
Figura 10: Xarxa de transport d'energia elèctrica a Catalunya on es pot observar els dos eixos.....	44
Figura 11: Mapa municipal on es mostra la generació d'energia elèctrica (mapa esquerra) i el consum d'energia (mapa dret).....	45

## Índex de Taules

Taula 1: Centrals de generació d'energia elèctrica i potència instal·lada l'any 2003 a Catalunya .....	12
Taula 2: Energia bruta produïda per les centrals de generació d'energia elèctrica l'any 2003 a Catalunya.....	13
Taula 3: Energia bruta produïda segons els combustibles .....	16
Taula 4: Consum d'energia primària en (ktep) per a la generació d'energia elèctrica segons la font energètica .....	16
Taula 5: Distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per tipus de font energètica per a Catalunya el 2004 i Espanya el 2003 .....	17
Taula 6: Tipus de centrals de generació d'energia elèctrica i potència instal·lada a Catalunya segons el Pla de l'energia 2006-2015 l'any 2015 .....	19
Taula 7: Increment de la potència instal·lada i distribució en la producció d'energia bruta per cada tipus de central elèctrica segons els dos escenaris del Pla de l'Energia (Base i IER) per al període 2003 a 2015 ...	19
Taula 8: Increment i distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per cada tipus de font d'energia segons els dos escenaris (Base i IER) per al període 2003 a 2015 previst en el Pla de l'energia de Catalunya .....	21
Taula 9: Previsió de la distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per font energètica per a Catalunya el 2015 i a Espanya el 2010 .....	22
Taula 10: Emissions de CO <sub>2</sub> de la producció d'energia elèctrica seguint la metodologia del <i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i> .....	23

Taula 11: Distribució de la potència i energia bruta generada per les centrals de generació d'energia elèctrica segons el règim de producció .....	24
Taula 12: Característiques de les centrals nuclears en operació a Catalunya .	25
Taula 13. Situació de l'emmagatzematge temporal dels residus a les piscines de les centrals nuclears de Catalunya, el 31 de desembre de 2004 .....	26
Taula 14: Característiques de les centrals de fuel i gas en operació a Catalunya .....	27
Taula 15: Centrals tèrmiques que en l'actualitat no estan en operació .....	27
Taula 16: Característiques de les centrals de cicle combinat en operació .....	28
Taula 17: Centrals de Cicle Combinat previstes a Catalunya a partir de la informació facilitada pels promotors .....	28
Taula 18: Central tèrmica de carbó a Catalunya .....	29
Taula 19: Principals centrals hidroelèctriques .....	30
Taula 20: Parcs Eòlics en operació a finals de 2002 .....	32
Taula 21. Nous Parcs Eòlics en operació a finals de setembre de 2006.....	32
Taula 22. Llocs de treball creats per les diverses tecnologies de generació d'energia elèctrica. ....	36
Taula 23: Pèrdues en el transport i la distribució d'electricitat expressada en valors absoluts (kTep) i relatius (% del total d'energia bruta produïda).....	46
Taula 24: Planta de regasificació a Catalunya.....	47
Taula 25: Presència de la xarxa de gas natural canalitzat per al subministrament a clients segons els municipis i la població a l'any 2004	48
Taula 26: Previsió de subministrament de gas natural canalitzat a Catalunya segons els municipis i la població a l'any 2015 .....	49



## **Resum Executiu**

---

### **Introducció**

El model de generació d'energia elèctrica a Catalunya es caracteritza, d'una banda, per una elevada dependència dels combustibles fòssils, que provenen de l'exterior i a més són exhauribles, alhora que generen importants impactes ambientals. De l'altra, per una alta dependència de l'energia nuclear, que porta associats tot un conjunt de riscos i impactes ambientals.

En aquest bloc es presenta quin és el model actual de generació d'energia elèctrica a Catalunya i quines són les principals tendències de futur, segons es preveuen a la planificació energètica catalana (principalment al Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, elaborat per la Generalitat de Catalunya l'any 2005). A la part final del document es presenten un seguit de recomanacions generals sobre el model energètic català en el seu conjunt.

Catalunya els propers anys té el repte de fer els primers passos per a introduir canvis significatius en el model de generació, però també establir les bases per tal que a mig termini es pugui dur a terme una transformació efectiva del model. A curt termini caldrà incrementar l'aprofitament de les energies renovables, millorar l'eficiència dels sistemes de generació d'energia elèctrica i potenciar la recerca i desenvolupament tecnològica en aquests mateixos àmbits. A mig termini, caldrà plantejar la viabilitat de l'abandonament progressiu de l'energia nuclear i implementar els nous desenvolupaments per a l'aprofitament de les energies renovables i sistemes de generació i distribució més eficients.

### **Model de generació d'energia elèctrica actual**

La generació d'energia elèctrica a Catalunya es fa a partir de diverses tecnologies. D'aquestes, la principal és l'energia nuclear, que genera més de la meitat del total de Catalunya. A continuació es situa la contribució del conjunt de centrals en règim especial (és a dir, les centrals hidràuliques petites i la resta de fonts renovables, i altres formes considerades eficients, com la cogeneració), que se situa al voltant del 20% de l'energia bruta produïda, l'energia hidroelèctrica (que l'any 2003 va ser d'un 11%), cicles combinats (9%) i centrals tèrmiques de gas-oil i fuel-gas, en menor proporció.

Segons les dades del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, l'any 2003 la contribució de les centrals nuclears va ser d'un 56% sobre el total d'energia bruta produïda, mentre que representa un 31% de la potència instal·lada. Això vol dir que les centrals nuclears funcionen amb una major intensitat que la resta de centrals.

D'altra banda, les centrals en règim especial van contribuir amb un 20% del total d'energia elèctrica produïda, quan la seva potència instal·lada és del 17% sobre el total. Això s'explica en part perquè l'operador del sistema dona prioritat

a les centrals en règim especial en el subministrament d'energia a la xarxa, ja que la prioritització segueix criteris d'eficiència, entre d'altres.

D'altra banda, les centrals tèrmiques de carbó i de gas/fuel, tenen un paper menys rellevant ja que arriben conjuntament fins el 4% de l'energia elèctrica bruta produïda, mentre que la seva potència instal·lada representa un 14% sobre el total.

Ara bé, si classifiquem la producció d'energia elèctrica segons les fonts d'energia, en lloc del règim de funcionament, veiem que la contribució dels combustibles fòssils és encara força important, ja que part de les centrals de règim especial utilitza aquest combustible en forma de cogeneració. Així, en termes d'energia elèctrica bruta produïda s'observa com l'energia nuclear representa un 55,7% respecte el total, mentre que els combustibles fòssils representen un 29,7%. Aquesta configuració comporta un aprofitament fonamentalment de dues fonts energètiques: l'energia nuclear i els combustibles fòssils, la qual cosa dóna lloc a un subministrament poc diversificat.

Les energies renovables representen un 14,5% de l'energia produïda, principalment per la contribució de la hidràulica que representa el 13,3%, de la qual aproximadament el 92% es deu a les grans centrals hidroelèctriques. La contribució de les energies renovables és molt més superior al conjunt de l'Estat espanyol que a Catalunya, on aquestes fonts d'energia contribueixen únicament en un 19,2% en la generació bruta d'electricitat l'any 2004 (segons dades del Pla d'Energies Renovables 2005-2010).

Aquest model de generació requereix d'importants canvis i millores en el futur més immediat, degut a les següents raons:

- Elevada dependència exterior. Els combustibles fòssils provenen en gran part de regions amb un elevat risc de conflictivitat, la qual cosa pot provocar un problema en el subministrament, així com inestabilitat econòmica.
- Poca diversificació en les fonts d'energia primària, en particular també en l'aprofitament de les energies renovables, la qual cosa pot provocar un problema en el subministrament en el cas d'alteracions en alguna de les fonts energètiques.
- Elevada producció de residus radioactius i menor producció d'emissions de CO<sub>2</sub> en termes relatius (per kWh) en relació a la situació del conjunt de l'Estat espanyol.
- Generació d'energia elèctrica centralitzada, amb una configuració de la xarxa de transport que respon a aquest model de generació, la qual cosa provoca pèrdues en el transport de l'energia elèctrica.

L'elevada contribució de l'energia nuclear i la presència de tres centrals nuclears en el territori català comporten un risc i una problemàtica relacionada amb els residus nuclears.



La contribució de les energies renovables és baixa, però a més la major part de l'energia renovable depèn d'una sola font energètica, l'energia hidroelèctrica, que es caracteritza per la seva variabilitat en funció de la disponibilitat d'aigua. Això fa que el model estigui poc diversificat i exposat a períodes no esperats amb baixa producció. Aquesta contribució tant reduïda de les energies renovables ens situa bastant lluny de l'objectiu que estableix la *Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoció de l'electricitat generada a partir de fonts d'energia renovables en el mercat interior de l'electricitat*, que fixa l'objectiu indicatiu per a l'Estat espanyol en un 29,4% per a l'any 2010.

### **Previsió del model per l'any 2015**

L'escenari de futur més acurat per a la generació d'energia elèctrica a Catalunya és la previsió feta en el *Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015. Pla Estratègic* elaborat i aprovat per la Generalitat de Catalunya el 2005.

Aquest pla contempla dos escenaris: a) un escenari Base, que segueix la tendència actual sense canvis significatius pel que fa a les energies renovables, i b) un escenari Intensiu en Energies Renovables (IER) en el què es potencien les energies renovables.

El model de generació d'energia elèctrica previst per als propers anys es caracteritza principalment pel manteniment de l'energia nuclear, l'augment de les centrals de cycle combinat i l'augment de l'energia eòlica.

Les previsions apunten a que cap central nuclear es tancarà fins el 2015, per la qual cosa la potència instal·lada serà la mateixa, però degut a l'increment d'altres tecnologies de generació el pes relatiu de l'energia nuclear es reduirà. La contribució de l'energia nuclear passarà del 55,8% actual al 34,6% i 35,3% per a l'escenari Base i IER, respectivament.

Els augments de la demanda d'energia elèctrica esperats per a l'any 2015, un increment del 60,2% respecte l'any 2003 en l'escenari Base, i un 57,1% per a l'escenari IER, es cobriran principalment amb l'increment de les centrals de Cycle Combinat. Aquest tipus de centrals augmentarà la seva potència instal·lada entre un 203% (increment de 3.000 MW a l'escenari Base) i un 127% (increment de 2.000 MW a escenari IER). Aquest increment del parc de generació farà passar la contribució d'aquesta tecnologia del 8,7% sobre el total d'energia elèctrica bruta produïda per a l'any 2003, al 38% i 25,1% per a l'escenari Base i IER, respectivament. Aquest increment comporta un augment important de la utilització del gas natural, el qual passa de contribuir en un 25,4% a l'any 2003, a fer-ho entre un 50,19% i un 38,81% per a l'escenari Base i IER, respectivament.

L'energia eòlica és la segona tecnologia que experimentarà un augment més significatiu en la seva contribució a la producció d'energia elèctrica bruta, ja que es preveu que passarà de representar un 0,4% a l'any 2003, a un 4,52% i un 12,11% per als escenaris Base i IER respectivament. En termes de potència

instal·lada es preveu passar dels 86,7 MW a l'any 2003, als 1.313,20 MW i els 3.500 MW per a l'escenari Base i IER respectivament.

La resta de tecnologies que aprofiten les diverses fonts renovables experimenten creixements molt ràpids, degut en gran mesura a la seva reduïda implantació actual. Destaca l'aprofitament de la biomassa forestal i agrícola, la fotovoltaica i la reducció de residus (purins i fangs de depuradora). Tot i així la seva contribució al total d'energia elèctrica produïda es situa entre l'1,33% i el 2,49% segons l'escenari Base i IER, respectivament.

Altres aspectes a comentar sobre les previsions del parc de generació d'energia elèctrica són:

- Deixa d'operar la única central de carbó a Catalunya per als dos escenaris.
- Reducció important de les centrals tèrmiques de fuel/gas i gas-oil. La reducció és més important per a l'escenari Base (al voltant dels 1.200 MW) que per a l'escenari IER (entorn els 700 MW).

Amb les previsions realitzades per al Pla de l'Energia de Catalunya no es resol el problema de la dependència del model català de generació d'energia elèctrica. Si bé per a l'escenari IER la contribució dels combustibles fòssils i l'energia nuclear es situa en el 76,52%, a l'escenari Base s'empitjora lleugerament la situació actual ja que la contribució d'aquestes mateixes fonts energètiques es preveu que representin el 86,27%. Si analitzem la contribució de cadascuna d'aquestes fonts veiem que el gas natural s'incrementa en detriment de l'energia nuclear.

Aquestes previsions situen la dependència energètica de Catalunya per sobre de la de l'Estat espanyol ja que s'ha de tenir en compte que en el cas d'Espanya un 14% dels combustibles fòssils provindrà del carbó.

Pel que fa a les energies renovables les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya per aquest tipus de fonts no permet arribar a l'objectiu indicatiu marcat per a l'Estat espanyol, fixat en un 29,4% per a la contribució d'aquestes fonts en el consum brut d'energia elèctrica l'any 2010. Segons el Pla la contribució de les energies renovables en la generació d'energia elèctrica a l'any 2015 es situa en un 13,7% per a l'escenari Base i un 23,5% per a l'escenari IER. En el cas de l'escenari Base, malgrat l'increment previst de l'energia eòlica (aproximadament 1.500 MW) la seva contribució relativa serà inferior a la contribució actual, cosa que fa pensar que cal fer un esforç per situar-se en l'escenari IER.

La tendència actual de generació d'energia elèctrica implica un continu augment de les emissions de CO<sub>2</sub>. Aquest increment es produeix en termes absoluts i relatius, de manera que els quilograms de CO<sub>2</sub> per kWh produït, també augmentarà. Aquesta situació és deguda a l'increment de la producció d'energia elèctrica a partir de centrals de cycle combinat, per tal de satisfer l'increment de la demanda d'energia elèctrica, tot i que es tanquin la central de carbó i algunes de les de fuel/gas i gas-oil.

A partir de les característiques del què s'entén com a generació distribuïda podríem considerar que les instal·lacions en règim especial s'apropen a aquest model de generació, si es compleix que efectivament es troben properes als centres de consum. En termes de potència instal·lada l'escenari IER preveu que en el 2015 un 39,9% de la potència sigui en règim especial, aconseguint produir un 33,1% del total d'energia elèctrica bruta.

Des de l'any 2002, s'han construït 4 centrals de cicle combinat, i segons la planificació de les empreses de generació, hi ha 4 centrals més en previsió per als propers anys. Amb tots aquests projectes es podria estar a prop dels objectius de l'escenari Base (4.779,30 MW de potència instal·lada).

Els Parcs eòlics en operació fins l'any 2006 són 11 amb una potència de 224,89 MW, dels quals 5 han estat posats en servei durant el període 2004-2006 amb una potència de 138,42 MW. Segons dades de la Generalitat, el nombre de parcs eòlics amb autorització és de 51 amb una potència total de 1.584 MW i es troben en fase de construcció o bé tramitant les infraestructures elèctriques necessàries per a la seva evacuació. Amb aquests projectes es podria assolir l'objectiu per a l'escenari Base, però encara s'està lluny dels 3.500,40 MW de l'escenari IER.

### **Infraestructures de transport**

Les infraestructures de transport i distribució elèctrica estan destinades a portar l'energia elèctrica des de les centrals de generació fins als centres de consum, per aquest motiu la seva configuració vindrà condicionada per la ubicació d'aquests en el territori. Davant l'efecte illa de la península ibèrica, i donat l'actual procés de liberalització del mercat elèctric europeu, sorgeix la necessitat d'ampliar les infraestructures per a l'intercanvi d'energia elèctrica entre Europa i la Península Ibèrica.

El sistema de transport d'energia elèctrica a Catalunya consisteix en dos eixos principals que subministren l'energia des dels grans centres de producció a les àrees de major consum. El primer eix té origen a les centrals nuclears i transporta l'energia cap a les àrees de Tarragona i Barcelona. El segon eix, amb menys quantitat d'energia transportada, és el que travessa Catalunya dels Pirineus fins a l'àrea de Barcelona, transportant l'electricitat produïda a les centrals hidroelèctriques.

El transport d'electricitat comporta una sèrie de pèrdues, que augmenten en la mesura que els centres de generació es troben a una major distància dels centres de consum. Segons el PEC 2006-2015 les pèrdues d'energia elèctrica són significatives, d'un 8,46% sobre el total d'energia generada.

A més de tenir en compte les previsions de la demanda i de la generació, el Pla també identifica un conjunt de mancances de les xarxes de distribució, que tracta de solucionar amb tot un seguit d'actuacions territorialitzades. Aquestes

propostes tenen un calendari d'execució que comprèn tres períodes (2005-2007, 2008-2011 i 2012-2015). Una de les actuacions que detalla el Pla de l'Energia és la Línia de 400 kV de Sentmenat-Bescanó.

Les infraestructures de gas tenen com a objectiu arribar a cobrir el subministrament de la major part del territori de Catalunya. Donades les previsions d'augmentar de forma considerable la generació d'energia elèctrica a partir del gas natural, aquestes infraestructures hauran de garantir el subministrament per a les centrals de cicle combinat. El resultat d'aquestes actuacions comportarà que l'any 2015 a Catalunya la població que disposarà de gas canalitzat serà d'un 98,1% repartida en 590 municipis.

## **Conclusions**

Un dels problemes més importants amb el què ens enfrontem durant els propers anys és l'important creixement de la demanda de l'energia elèctrica. Aquesta forta demanda condiona la possibilitat de transformar el model actual i desenvolupar un model de generació d'energia elèctrica més sostenible. Caldrà doncs redoblar els esforços en millorar l'eficiència i l'estalvi en l'ús final de l'energia.

Davant dels escenaris previstos pel Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, l'escenari Intensiu amb Energies Renovables (IER) és l'únic que permet introduir millores sensibles al model de generació d'energia elèctrica actual. S'han de realitzar tots els esforços necessaris per assolir els objectius de l'escenari IER. En el cas de l'energia eòlica, actualment aquest compliment passaria per superar els aproximadament 1.808 MW aconseguits, fins arribar als 3.500 MW. Aquest objectiu, però són insuficients per considerar que el nou model energètic serà sostenible, per la qual cosa quedarà encara un camí per recórrer per tal d'aconseguir que les fonts renovables tinguin una quota més important en el mix de generació.

El model de generació d'energia elèctrica per als propers anys es modifica substancialment en un major increment del gas natural i també un increment de l'energia eòlica, tot i que en menor mesura. Cosa que permet concloure que en alguns aspectes s'empitjora mentre que en altres es millora. Queda clar que aquest escenari és de transició, si a més hem de tenir en compte que les centrals nuclears han de tancar-se durant la dècada del 2020. Cal comentar que davant d'aquest escenari, actualment únicament es preveu l'alternativa dels cicles combinats, és a dir del gas natural, quan caldria treballar alternatives més sostenibles.

Precisament per adequar-se a aquest escenari amb alternatives sostenibles cal potenciar la recerca i desenvolupament de noves tecnologies de generació amb energies renovables i de distribució amb un model de generació distribuïda, així com el desenvolupament de projectes que incorporin tecnologies innovadores. Això hauria d'incloure, a curt termini, la realització de diverses experiències pilot, com per exemple la instal·lació de centrals solars

termoelèctriques i de centrals de cogeneració per al subministrament de noves àrees d'urbanització (residencial, comercial i industrial).

Així doncs, tot i que l'escenari IER millora l'actual model de generació d'energia elèctrica, i és l'escenari més ambiciós planificat per l'administració catalana, caldria incidir encara més en els següents aspectes:

- Potenciar l'aprofitament de les energies renovables.
- Potenciar el desenvolupament de la cogeneració i xarxes distribuïdes, com a sistemes més eficients i amb possibilitat d'aprofitament de les energies renovables.
- Assumir un calendari de tancament progressiu de les centrals nuclears per a treballar en les alternatives més sostenibles.



## 1. Introducció

---

En el model de generació d'energia elèctrica a Catalunya es poden identificar un seguit d'aspectes que cal corregir i millorar si es vol assolir un desenvolupament més sostenible per als propers anys. A grans trets, aquest model es basa en una elevada dependència de combustibles fòssils, que provenen de l'exterior i són fonts exhauribles, i de l'energia nuclear. Aquest model genera importants impactes ambientals (incloent el risc d'accidents nuclears). És clar, doncs, que cal un canvi substancial en el model de generació d'energia elèctrica a Catalunya, una transformació profunda que redueixi o fins i tot elimini, en el termini més breu possible, els forts impactes i riscos econòmics, ambientals i socials que ara existeixen.

El repte que es presenta en els propers anys és el d'iniciar els primers passos per a introduir canvis significatius en el model de generació, però també assentar les bases per tal que a mig termini es pugui dur a terme una transformació efectiva del model. A curt termini caldrà incrementar l'aprofitament de les energies renovables, millorar l'eficiència dels sistemes de generació d'energia elèctrica i potenciar la recerca i desenvolupament tecnològica en aquests mateixos àmbits. A mig termini, caldrà plantejar la viabilitat de l'abandonament progressiu de l'energia nuclear i implementar els nous desenvolupaments per a l'aprofitament de les energies renovables i sistemes de generació i distribució més eficients.

L'actual context en què la Unió Europea (UE) i l'Estat espanyol promouen aquests canvis hauria de ser aprofitat a Catalunya, de la mateixa manera que altres comunitats autònomes ho han fet amb antelació en els darrers anys, com és el cas de Navarra, Galícia i Aragó.

Tot i així, les previsions de futur no són massa esperançadores, ja que es preveu que la demanda d'energia elèctrica s'incrementarà a raó del voltant del 4% anual. Això fa que un veritable canvi en el model de generació i ús de l'energia elèctrica hagi de comptar necessàriament amb canvis també en la demanda d'electricitat i en l'eficiència en l'ús de l'energia elèctrica. Tot i que no aprofundirem en aquest aspecte al llarg d'aquest bloc, ja que està centrat en el sector de generació d'electricitat, sí que serà incorporat a l'anàlisi que portarà a les reflexions finals.

Aquest Bloc es centra en la descripció del sector de transformació energètica i la generació d'electricitat que hi ha actualment a Catalunya. S'estructura en quatre capítols. Després d'una breu introducció, el segon capítol, titulat *La generació d'energia elèctrica*, analitza el model de generació d'energia elèctrica i les previsions per a la seva modificació a curt termini. El tercer capítol, *Infraestructures de distribució i transport*, analitza les infraestructures que actualment possibiliten el subministrament d'electricitat i de gas natural, així com les previsions de futur també a curt termini. Finalment, es presenten unes reflexions generals sobre el model energètic català, i més concretament el

sector elèctric, i s'extrauen les conclusions, amb l'objectiu d'assolir un model energètic més sostenible i estable econòmicament per a Catalunya.

Les previsions i dades del sector energètic es basen en les contingudes al Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, que va ser elaborat i aprovat per la Generalitat de Catalunya l'any 2005 com a pla estratègic. Ens referirem d'ara en endavant al Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (Generalitat de Catalunya, 2005) com a PEC 2006-2015, el Pla de l'energia o, simplement, el Pla.



## 2. La generació d'energia elèctrica

---

L'electricitat és una de les formes d'energia final que arriba als consumidors per a obtenir diferents serveis energètics, i s'obté a partir de diversos tipus de fonts energètiques. Si bé l'energia elèctrica és una bona forma d'energia per a ser subministrada al consumidor final, en la seva generació es produeixen un conjunt d'impactes de tipus econòmic, social, energètic i ambiental. Això fa que l'adopció d'un determinat model de generació d'energia elèctrica condicioni el desenvolupament sostenible d'un país. Aquests impactes depenen en gran mesura de la font d'energia primària, del tipus d'instal·lació de generació i la seva distribució geogràfica en relació als centres de consum, entre d'altres.

En aquest treball s'analitzarà el model actual de generació de l'energia elèctrica a Catalunya i la previsió dels escenaris més plausibles que cal esperar. Aquesta prospecció ens permetrà veure si ens trobem en la bona direcció per la millora del nostre model de generació d'energia elèctrica.

### 2.1. El model de generació actual

El règim de generació d'energia elèctrica es troba regulat per la Llei 54/1997 del sector elèctric<sup>1</sup>, d'àmbit estatal, que a part d'establir les línies generals de la liberalització del mercat elèctric, també estableix dos règims de generació d'energia elèctrica: l'ordinari i l'especial. La finalitat d'aquesta classificació és establir les condicions adequades per tal d'augmentar la contribució dels sistemes de generació més eficients i menys contaminants que els sistemes convencionals. Així doncs, el règim especial presenta un sistema de primes que bonifiquen l'electricitat subministrada a la xarxa elèctrica, per tal de compensar els costos d'aquestes instal·lacions. Aquest sistema d'ajuts pot considerar-se com un mecanisme per a la internalització de costos que generen els sistemes de generació convencional.

El règim especial està format per sistemes de generació d'energia elèctrica eficients (cogeneració) i que aprofiten les energies renovables i els residus. En el cas de la generació d'energia hidroelèctrica, es diferencien les centrals en funció de la potència, de manera que les centrals de menys de 50 MW pertanyen al règim especial i les que tenen una potència superior pertanyen al règim ordinari. El motiu el trobem en què els orígens del règim especial es remunten als anys 80, quan davant de la crisi del petroli es va aprovar la *Ley 82/1980 de Conservación de la Energía*. En el context d'aquells anys i donat el parc de generació d'energia elèctrica existent (amb la gran hidroelèctrica construïda) es va començar a afavorir les noves instal·lacions per a l'autogeneració i la minihidràulica.

---

<sup>1</sup> Llei 54/1997, de 27 de novembre, del sector elèctric (BOE núm, 285 de 28 de novembre de 1997).

El parc de centrals de generació d'energia elèctrica a Catalunya l'any 2003 es trobava format per la següent tipologia de centrals i instal·lacions amb la potència instal·lada indicada, agrupades segons el règim de producció (Taula 1).

**Taula 1: Centrals de generació d'energia elèctrica i potència instal·lada l'any 2003 a Catalunya**

<b>Règim de Generació/ Tipus d'instal·lacions</b>	<b>Potència Instal·lada [ MW]</b>
<b>Règim ordinari</b>	<b>8.210,30</b>
Hidràulica	2.088,30
Centrals tèrmiques de carbó	160
Centrals tèrmiques de fuel - gas i gas-oil	1.235,90
Cicles combinats	1.579,30
Nuclear	3.146,80
<b>Règim especial</b>	<b>1.653,80</b>
Hidràulica	231,9
Incineració de residus (RSU i industrials)	54,4
Reducció de residus (purins i EDAR)	115,8
Metanització de residus	23,2
Biomassa forestal i agrícola	0,5
Cogeneració	1.139,10
Eòlica	86,7
Fotovoltaica	2,2
Solar termoelèctrica	0
<b>TOTAL</b>	<b>9.864,10</b>

**Font:** Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015

L'anàlisi del model de generació d'energia requereix del coneixement de l'energia produïda per aquestes centrals, ja que aquesta depèn del seu règim de funcionament, és a dir, de la disponibilitat de l'energia primària, de la demanda d'energia i de la gestió que en faci l'operador del sistema. Segons les estimacions fetes al Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (PEC 2006-2015) (Generalitat de Catalunya, 2005) la producció d'energia per a l'any 2003 va tenir la següent distribució:

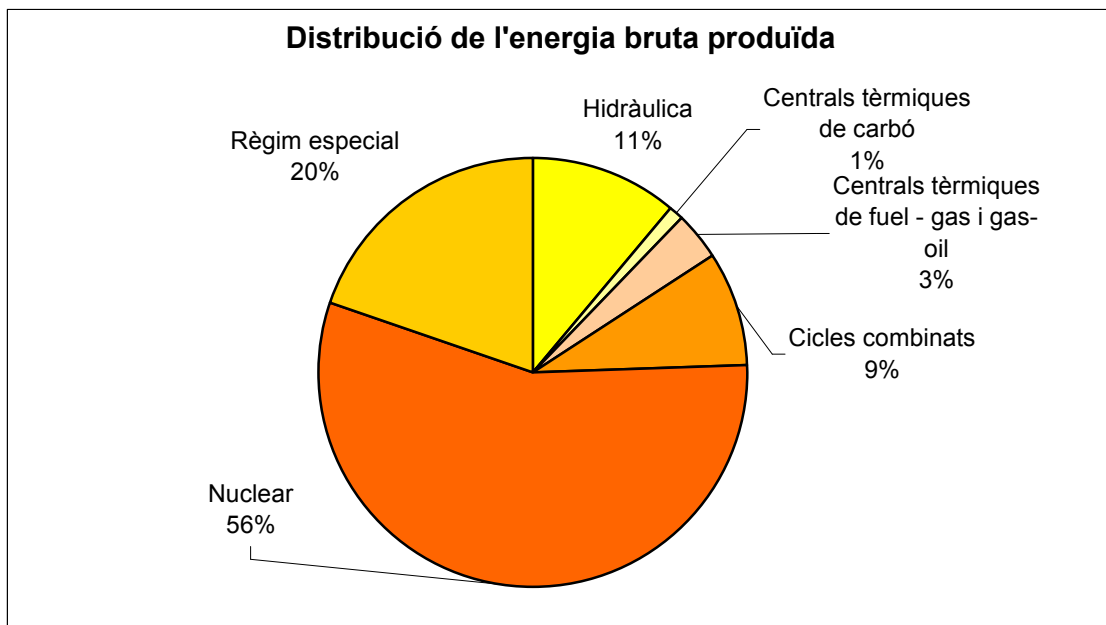
**Taula 2: Energia bruta produïda per les centrals de generació d'energia elèctrica l'any 2003 a Catalunya**

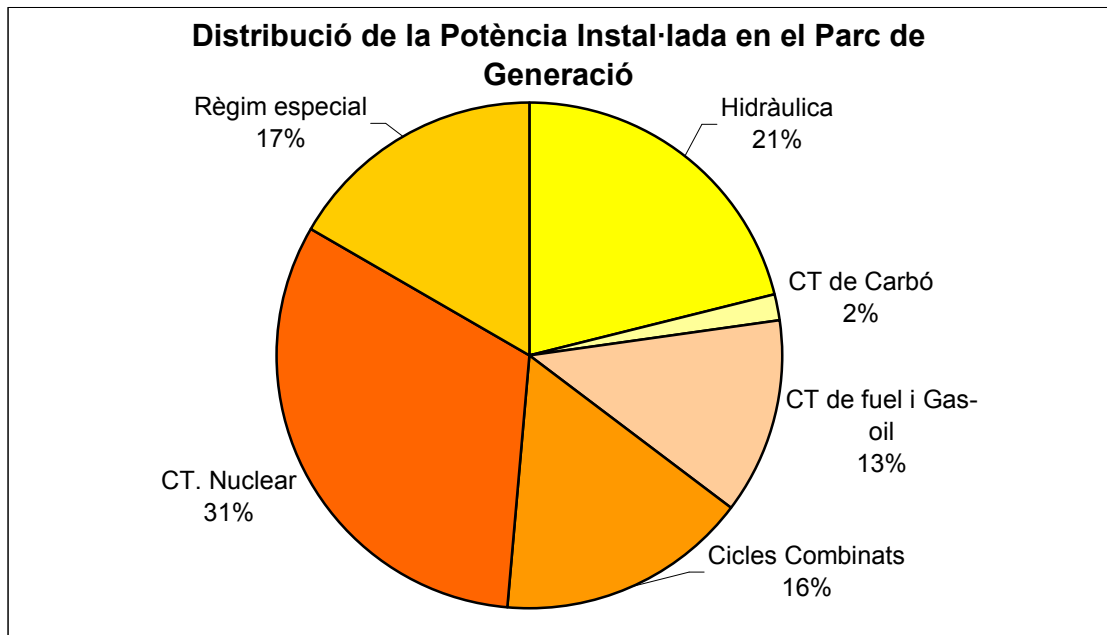
Règim de Generació/ Tipus d'instal·lacions	Energia Bruta [GWh]
<b>Règim ordinari</b>	<b>36.494,70</b>
Hidràulica	5.005,40
Centrals tèrmiques de carbó	578,1
Centrals tèrmiques de fuel – gas i gas-oil	1.586,60
Cicles combinats	3.949,80
Nuclear	25.374,80
<b>Règim especial</b>	<b>8.956,00</b>
Hidràulica	1.034,40
Incineració de residus (RSU i industrials)	348,7
Reducció de residus (purins i EDAR)	766,4
Metanització de residus	70,2
Biomassa forestal i agrícola	1,1
Cogeneració	6.570,10
Eòlica	163,1
Fotovoltaica	2
Solar termoelèctrica	0
<b>TOTAL</b>	<b>45.450,70</b>

Font: Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015

Els següents gràfics ens ajudaran a la interpretació d'aquestes dades. La Figura 1 mostra d'una banda la distribució de l'energia bruta produïda en cada tipus de central de generació d'electricitat, i de l'altra la potència instal·lada per les diferents tipologies que operen en règim ordinari i el règim especial.

**Figura 1: Distribució de l'energia bruta produïda i de la potència instal·lada segons el tipus de central de generació a Catalunya l'any 2003**





**Font:** Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015

Els gràfics de la Figura 1 mostren que el model de generació d'energia elèctrica es caracteritza, en primer lloc, per una important presència de les centrals nuclears, que dominen sobretot en el percentatge d'electricitat generada. A continuació, en quant a generació, es situa el conjunt de les centrals en règim especial, les centrals hidroelèctriques, els cicles combinats i les centrals tèrmiques de gas-oil i fuel-gas.

Es pot constatar que l'energia nuclear aporta més de la meitat de l'electricitat produïda, un 56% sobre el total, mentre que representa un 31% de la potència instal·lada. Aquestes dades indiquen que les centrals nuclears funcionen amb una major intensitat comparada amb la resta de centrals.

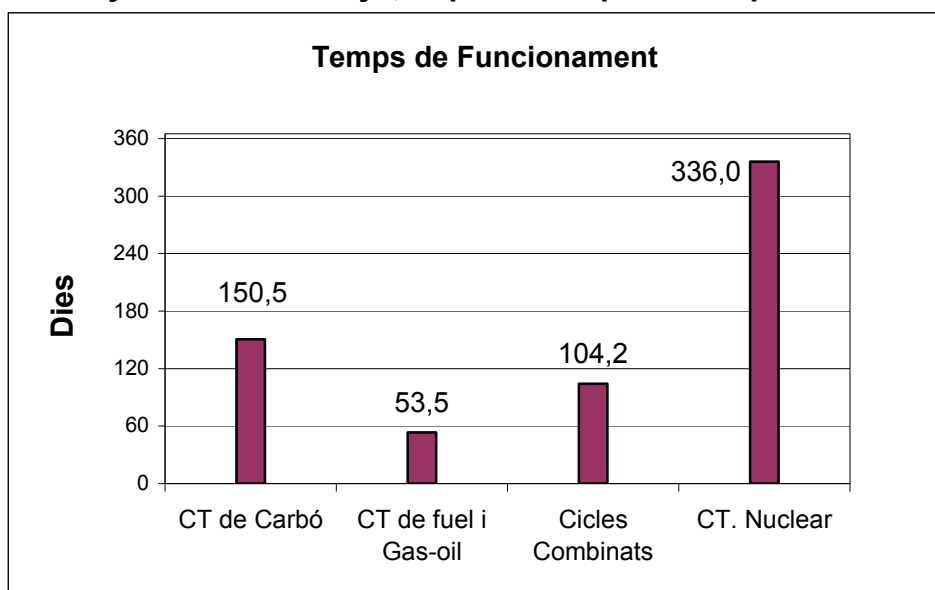
L'energia hidràulica contribueix únicament en un 11% de l'energia elèctrica total produïda, malgrat que la seva potència instal·lada arriba al 21% sobre el total. Aquest tipus d'energia es veu molt condicionada per la disponibilitat del recurs hídic, cosa que pot arribar a reduir aquesta contribució en cas de que es produeixi un període llarg de sequera, amb un règim de pluges reduït considerablement respecte anys amb més pluges.

S'ha de tenir en compte que l'operador del sistema prioritza el subministrament de les centrals a la xarxa segons criteris d'eficiència, entre d'altres, per la qual cosa sempre que és possible les centrals en règim especial tenen prioritat sobre les altres centrals. Aquest requeriment del sistema, i el fet que el règim especial produeix part de la seva electricitat per a l'autoconsum, explica que el règim especial contribueixi amb un 20% sobre el total d'energia elèctrica produïda, quan la seva potència instal·lada és del 17% sobre el total.

Les centrals tèrmiques de carbó i de gas/fuel arriben conjuntament fins el 4% de l'energia bruta produïda, mentre que la seva potència instal·lada representa un 14% sobre el total.

A la Figura 2 s'observa com, segons les estimacions, les centrals nuclears operen durant tot l'any exceptuant el mes necessari per a la recàrrega del combustible. D'altra banda, per a l'any 2003, els cicles combinats van estar en funcionament per un període inferior al de la central tèrmica de carbó i les centrals nuclears. En part, aquesta situació s'explica pel fet que la central de cicle combinat de Tarragona va entrar en funcionament aquell mateix any, cosa que no va fer possible la seva disponibilitat durant una part de l'any.

**Figura 2: Dies de funcionament de les diferents centrals tèrmiques (CT) durant l'any 2003 a Catalunya, suposant l'operació a potència nominal**



**Font:** Elaboració pròpia a partir de les dades del PEC 2006-2015

Si bé fins aquest punt s'ha analitzat la generació d'energia elèctrica a partir de les tecnologies de generació, a continuació es mostrarà quina és la contribució segons la font d'energia. L'interès d'aquesta anàlisi es troba en què si bé gran part de les tecnologies ens permeten identificar el tipus de combustible utilitzat, n'hi ha algunes, com la cogeneració, que poden utilitzar diverses fonts (gas natural o energies renovables). A la taula següent es mostra la contribució de cada font energètica en termes de producció d'energia elèctrica bruta.

**Taula 3: Energia bruta produïda segons els combustibles**

Combustibles	Energia Bruta [GWh]	Percentatge
<b>Fòssil i nuclear</b>	<b>38.854,00</b>	<b>85,5%</b>
Carbó	578,1	1,3%
Fuel-oil	1.049,40	2,3%
Gas-oil	137,3	0,3%
Gas natural	11.555,10	25,4%
Nuclear	25.374,80	55,8%
Gas de refinaria i altres gasos de procés	137,3	0,3%
Residus no renovables	22	0,0%
<b>Renovables</b>	<b>6.596,70</b>	<b>14,5%</b>
Hidràulica	6.039,90	13,3%
Eòlica	163,1	0,4%
Fotovoltaica	2	0,0%
Solar termoelèctrica	0	0,0%
Biomassa	1,1	0,0%
Biogàs	78,2	0,2%
RSU	312,5	0,7%
<b>TOTAL</b>	<b>45.450,70</b>	<b>100,0%</b>

Font: PEC 2006-2015

En termes d'energia primària el Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 (PEC 2006-2015) mostra les següents dades:

**Taula 4: Consum d'energia primària en (ktep) per a la generació d'energia elèctrica segons la font energètica el 2003.**

Combustibles	Energia Primària [ktep]	Percentatge
<b>Fòssil i nuclear</b>	<b>8.675,9</b>	<b>92,54%</b>
Carbó	142,2	1,52%
Fuel-oil	213,5	2,28%
Gas-oil	23,5	0,25%
Gas natural	1.846,2	19,69%
Nuclear	6.419,8	68,48%
Gas de refinaria i altres gasos de procés	17,6	0,19%
Residus no renovables	13,2	0,14%
<b>Renovables</b>	<b>699,0</b>	<b>7,46%</b>
Hidràulica	519,4	5,54%
Eòlica	14,0	0,15%
Fotovoltaica	0,2	0,00%
Solar termoelèctrica	0,0	0,00%
Biomassa	0,4	0,00%
Biogàs	17,3	0,18%
RSU	147,7	1,58%
<b>TOTAL</b>	<b>9.375,0</b>	<b>100,00%</b>

Font: PEC 2006-2015.

Aquestes dades mostren que les fonts energètiques del model de generació d'energia elèctrica són principalment l'energia nuclear i els combustibles fòssils. En termes d'energia bruta produïda s'observa com l'energia nuclear representa

un 55,8% respecte el total, mentre que els combustibles fòssils representen un 29,7%. Aquesta relació és dóna pràcticament a l'inrevés a l'Estat espanyol, en què les contribucions passen a ser del 19,9% per l'energia nuclear i del 57,7% per als combustibles fòssils, segons el Pla d'energies renovables a Espanya 2005-2010 (PER 2005-2010). A la taula següent (Taula 5) es poden comparar les diferents contribucions:

**Taula 5: Distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per tipus de font energètica per a Catalunya el 2004 i Espanya el 2003**

Font energètica	Espanya 2004	Catalunya 2003
Fòssil i nuclear	80,8%	85,5%
Fòssil	57,8% <sup>2</sup>	29,7%
Nuclear	23,1%	55,8%
Renovables	19,2%	14,5%
Total	100%	100%

**Font:** PEC 2006-2015 i PER 2005-2010

Aquest model de generació presenta tot un seguit de conseqüències i característiques que requereixen d'importants canvis i millores en el futur més immediat.

L'elevada contribució de l'energia nuclear i la presència de tres centrals nuclears en el territori català comporta un risc i una problemàtica relacionada amb els residus nuclears que no es pot obviar.

Les energies renovables representen un 14,5% de l'energia produïda, principalment aportada per la contribució de la hidràulica, que representa el 13,3%, de la qual aproximadament el 92% es deu a les grans centrals hidroelèctriques. La contribució de les energies renovables és lleugerament inferior a Catalunya que al conjunt de l'Estat espanyol, on aquestes fonts d'energia contribueixen en un 19,2% en la generació bruta d'electricitat (dades de l'any 2004, PER 2005-2010).

El fet que la major part de l'energia renovable depengui d'una sola font energètica, la hidràulica, que a més es caracteritza per la seva variabilitat en funció de la disponibilitat del recurs natural (pluviometria), fa que el model estigui poc diversificat i exposat a períodes no esperats amb baixa producció. Una de les conseqüències d'aquesta variabilitat és a nivell econòmic, ja que un any amb una reducció en la producció hidràulica comporta una major despesa en termes de drets d'emissions de CO<sub>2</sub>.

Aquesta contribució tant reduïda de les energies renovables ens situa bastant lluny de l'objectiu que estableix la *Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoció de l'electricitat generada a partir de fonts d'energia renovables en el mercat interior de l'electricitat*, que fixa l'objectiu indicatiu per a l'Estat espanyol en un 29,4% per a l'any 2010.

<sup>2</sup> Aquesta xifra inclou el 29,1% corresponent al carbó.

Com es pot veure a la Taula 5 el nostre model de generació d'energia elèctrica és extraordinàriament dependent de fonts energètiques exteriors, arribant aproximadament al 90% en termes d'energia primària i al 85% en termes d'energia elèctrica bruta produïda. Aquesta dependència es deu fonamentalment en primer lloc al combustible nuclear<sup>3</sup>, i en segon lloc al gas natural. L'energia nuclear contribueix en un 55,8% de l'energia elèctrica generada, i és un recurs energètic que comporta una clara dependència energètica i tecnològica, tot i que els països o regions subministradores actualment presenten major estabilitat que les subministradores de combustibles fòssils (com s'explicarà al Bloc 2 d'aquest estudi). El gas natural contribueix en un 25% de l'energia elèctrica generada, i ho fa a través de les centrals de cycle combinat, les instal·lacions de cogeneració i en menor mesura de les centrals tèrmiques convencionals.

Les emissions de CO<sub>2</sub> a Catalunya atribuïbles a la generació d'energia elèctrica van ser de 6,334 milions de tones anuals l'any 2003, la qual cosa es tradueix en una ràtio de 139 gr. de CO<sub>2</sub>/kWh. Aquest és un nivell molt baix si es compara amb l'espanyol (402 gr. de CO<sub>2</sub>/kWh) . El motiu el trobem en que a Catalunya la contribució de les centrals nuclears i de les centrals tèrmiques de combustibles fòssils és a l'inrevés que a l'Estat espanyol. Aquesta és la situació que es dona malgrat que la contribució de les energies renovables és menor a Catalunya.

## 2.2 Escenaris i previsió de futur

L'escenari de futur més acurat que es pot tenir per a la generació d'energia elèctrica a Catalunya és la previsió feta en el *Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015. Pla Estratègic* realitzat per la Generalitat de Catalunya.

Aquest pla contempla dos escenaris, un escenari Base, que segueix la tendència actual sense canvis significatius pel que fa a les energies renovables, i un escenari Intensiu en Energies Renovables (IER) en el qual es potencien les energies renovables. A la taula següent es mostra la potència instal·lada per cadascun d'aquests escenaris l'any 2015 segons el tipus d'instal·lació i agrupats pel règim de generació:

---

<sup>3</sup> Com s'indica al Bloc 2, des del 2001 Espanya ha deixat d'explotar el jaciment d'urani de Saelices el Chico, a Salamanca. Per la qual cosa en l'actualitat tot l'urani consumit és d'importació.



**Taula 6: Tipus de centrals de generació d'energia elèctrica i potència instal·lada a Catalunya segons el Pla de l'energia 2006-2015 l'any 2015**

Règim de Generació/ Tipus d'instal·lacions	Potència Instal·lada [ MW] per a l'escenari BASE a l'any 2015	Potència Instal·lada [ MW] per a l'escenari IER a l'any 2015
<b>Règim ordinari</b>	<b>10.030,30</b>	<b>9.350,30</b>
Hidràulica	2.088,30	2.088,30
Centrals tèrmiques de carbó	0	0
Centrals tèrmiques de fuel - gas i gas-oil	15,9	535,9
Cicles combinats	4.779,30	3.579,30
Nuclear	3.146,80	3.146,80
<b>Règim especial</b>	<b>3.429,50</b>	<b>6.215,00</b>
Hidràulica	282,9	386,5
Incineració de residus (RSU i industrials)	83,4	83,4
Reducció de residus (purins i EDAR)	366,2	366,2
Metanització de residus	50,1	100,7
Biomassa forestal i agrícola	22,7	63,7
Cogeneració	1.284,60	1.564,00
Eòlica	1.313,20	3.500,40
Fotovoltaica	26,4	100
Solar termoelèctrica	0	50
<b>TOTAL</b>	<b>13.459,8</b>	<b>15.565,30</b>

Font: PEC 2006-2015

Per tal de poder analitzar aquests escenaris ens serà d'utilitat la taula següent (Taula 7) en què es mostren els increments de potència instal·lada per cada tipologia de central elèctrica, així com la seva contribució a la producció d'energia total per a l'any 2003 i per als dos escenaris de l'any 2015.

**Taula 7: Increment de la potència instal·lada i distribució en la producció d'energia bruta per cada tipus de central elèctrica segons els dos escenaris del Pla de l'Energia (Base i IER) per al període 2003 a 2015**

Règim de Generació/ Tipus d'instal·lacions	Variació de la Potència Instal·lada (període 2003-2015)		Distribució de l'Energia Bruta Produïda		
	Base	IER	2003	Base (2015)	IER (2015)
<b>TOTAL</b>	<b>36%</b>	<b>58%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>
<b>Règim ordinari</b>	<b>22%</b>	<b>14%</b>	<b>80,3%</b>	<b>78,9%</b>	<b>66,9%</b>
Hidràulica	0%	0%	11,0%	6,3%	6,4%
Centrals tèrmiques de carbó	-100%	-100%	1,3%	0,0%	0,0%
Centrals tèrmiques de fuel - gas i gas-oil	-99%	-57%	3,5%	0,0%	0,1%
Cicles combinats	203%	127%	8,7%	38,0%	25,1%
Nuclear	0%	0%	55,8%	34,6%	35,3%
<b>Règim especial</b>	<b>107%</b>	<b>276%</b>	<b>19,7%</b>	<b>21,1%</b>	<b>33,1%</b>
Hidràulica	22%	67%	2,3%	1,6%	2,2%
Incineració de residus (RSU i industrials)	53%	53%	0,8%	0,7%	0,7%

Reducció de residus (purins i EDAR)	216%	216%	1,7%	3,6%	3,7%
Metanització de residus	116%	334%	0,2%	0,5%	1,0%
Biomassa forestal i agrícola	4440%	12640%	0,0%	0,2%	0,6%
Cogeneració	13%	37%	14,5%	10,0%	12,3%
Eòlica	1415%	3937%	0,4%	4,5%	12,3%
Fotovoltaica	1100%	4445%	0,0%	0,0%	0,2%
Solar termoelèctrica	-	-	0,0%	0,0%	0,2%

**Font:** PEC 2006-2015

El model de generació d'energia elèctrica previst per als propers anys es caracteritza principalment pel manteniment de l'energia nuclear, l'augment de les centrals de cicle combinat i l'augment de l'energia eòlica.

Les previsions apunten a que cap central nuclear es tancarà abans del 2015, per la qual cosa la potència instal·lada serà la mateixa, però degut a l'increment d'altres tecnologies de generació el pes relatiu d'aquesta tecnologia es reduirà. La contribució de l'energia nuclear passarà del 55,8% actual al 34,6% i 35,3% per a l'escenari Base i IER, respectivament.

Els augments de la demanda d'energia elèctrica esperats per a l'any 2015, un increment del 60,2% respecte l'any 2003 en l'escenari Base, i un 57,1% per a l'escenari IER, es cobriran principalment amb l'increment de les Centrals de Cicle Combinat. Aquestes centrals augmentaran la seva potència instal·lada entre un 203% (increment de 3.000 MW a l'escenari Base) i un 127% (increment de 2.000 MW a escenari IER). Aquest increment del parc de generació farà passar la contribució d'aquesta tecnologia del 8,7% sobre el total d'energia elèctrica bruta produïda per a l'any 2003, al 38% i 25,1% per a l'escenari Base i IER, respectivament. Aquest increment per aquest tipus de tecnologia comporta un augment important de la utilització del gas natural, el qual passa de contribuir en un 25,4% l'any 2003, a entre un 50,19% i un 38,81% per a l'escenari Base i IER respectivament.

L'energia eòlica és la segona tecnologia que experimentarà un augment més significatiu en la seva contribució a la producció d'energia bruta, ja que passarà de representar un 0,4% l'any 2003, a un 4,52% i un 12,11% per als escenaris Base i IER respectivament. En termes de potència instal·lada es preveu passar dels 86,7 MW l'any 2003, als 1.313,20 MW i els 3.500 MW per a l'escenari Base i IER respectivament.

La resta de tecnologies que aprofiten les diverses fonts renovables són les que experimenten creixements més importants, degut en gran mesura a la seva reduïda implantació. Destaca l'aprofitament de la biomassa forestal i agrícola, la fotovoltaica i la reducció de residus (purins i EDAR<sup>4</sup>). Tot i així com es veu a la

<sup>4</sup> Estació Depuradora d'Aigües Residuals (EDAR).

taula següent la seva contribució al total d'energia elèctrica produïda es situa entre l'1,33% i el 2,49% segons l'escenari Base i IER, respectivament.

Altres aspectes a comentar sobre les previsions del parc de generació d'energia elèctrica són:

- Deixa d'operar la única central de carbó a Catalunya en els dos escenaris.
- Reducció important de les centrals tèrmiques de fuel/gas i gas-oil. La reducció és més important per a l'escenari Base (al voltant dels 1.200 MW) que per a l'escenari IER (entorn dels 700 MW).

Per tal de complementar la informació de les centrals de generació d'energia elèctrica i possibilitar l'anàlisi amb la mateixa informació de partida que en l'apartat anterior, a la Taula 8 es mostra l'increment de la producció d'energia elèctrica per als dos escenaris, així com la distribució que cada font d'energia representa respecte el total.

La principal diferència entre els dos escenaris és que a l'escenari Base la potència instal·lada de les centrals de cycle combinat augmenta considerablement, permetent una major reducció de les centrals de fuel-gas i gas-oil, mentre que en l'escenari IER l'augment de les centrals de cycle combinat no és tant important mentre que sí que ho és la potència eòlica.

**Taula 8: Increment i distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per cada tipus de font d'energia segons els dos escenaris (Base i IER) per al període 2003 a 2015 previst en el Pla de l'energia de Catalunya**

Font d'energia	Variació de l'energia bruta produïda (període 2003-2015)		Distribució de l'Energia Bruta Produïda		
	Base	IER	2003	Base (2015)	IER (2015)
<b>Fòssil i nuclear</b>	<b>61,7%</b>	<b>40,6%</b>	<b>85,5%</b>	<b>86,27%</b>	<b>76,52%</b>
Carbó	-100,0%	-100,0%	1,3%	0,00%	0,00%
Fuel-oil	-51,1%	-44,9%	2,3%	0,70%	0,81%
Gas-oil	-25,3%	7,2%	0,3%	0,14%	0,21%
Gas natural	216,2%	144,5%	25,4%	50,19%	39,57%
Nuclear	-0,8%	-0,8%	55,8%	34,58%	35,26%
Gas de refinaria i altres gas	137,7%	138,2%	0,3%	0,45%	0,46%
Residus no renovables	616,8%	616,8%	0,0%	0,22%	0,22%
<b>Renovables</b>	<b>51,5%</b>	<b>154,2%</b>	<b>14,5%</b>	<b>13,73%</b>	<b>23,48%</b>
Hidràulica	-5,0%	1,7%	13,3%	7,88%	8,60%
Eòlica	1917,2%	5303,7%	0,4%	4,52%	12,34%
Fotovoltaica	1465,0%	5840,0%	0,0%	0,04%	0,17%
Solar termoelèctrica	-	-	0,0%	0,00%	0,20%
Biomassa	13118,2%	37345,5%	0,0%	0,20%	0,58%
Biogàs	512,0%	962,8%	0,2%	0,66%	1,16%
RSU	-0,6%	-0,6%	0,7%	0,43%	0,43%
<b>TOTAL</b>	<b>60,2%</b>	<b>57,1%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Font: PEC 2006-2015

Amb les previsions realitzades per al Pla de l'Energia de Catalunya no es resol el problema de la dependència del nostre model de generació d'energia elèctrica. Si bé per a l'escenari IER la contribució dels combustibles fòssils i l'energia nuclear es situa en el 76,52%, a l'escenari Base s'empitjora lleugerament la situació actual, ja que la contribució d'aquestes mateixes fonts energètiques es preveu que representi el 86,27%. Si analitzem la contribució de cadascuna d'aquestes fonts veiem que el gas natural s'incrementa en detriment de l'energia nuclear. Aquest fet fa que la dependència augmenti considerablement per fonts energètiques que tenen el seu origen de subministrament en zones potencialment de risc o de conflictivitat.

Aquestes previsions situen la dependència energètica de Catalunya per sobre de la de l'Estat espanyol, segons es pot veure a la Taula 9, en la que s'ha de tenir en compte que en el cas d'Espanya un 14% dels combustibles fòssils provindrà del carbó, per la qual cosa un 55,3% de l'energia produïda dependrà de fonts d'energia exterior, principalment gas natural (33,5%) i energia nuclear (19,1%).

**Taula 9: Previsió de la distribució de l'energia elèctrica bruta produïda per font energètica per a Catalunya el 2015 i a Espanya el 2010**

Font energètica	Espanya 2010	Catalunya Base (2015)	Catalunya IER (2015)
Fòssil i nuclear	69,3%	86,3%	76,5%
Fòssil	50,2% <sup>5</sup>	51,0%	40,6%
Nuclear	19,1%	34,6%	35,3%
Renovables	30,6%	13,7%	23,5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Font:** PEC 2006-2015 i PER 2005-2010

Pel que fa a les energies renovables les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya no permeten arribar a l'objectiu indicatiu marcat per a l'Estat espanyol, fixat en un 29,4% per a la contribució d'aquestes fonts en el consum brut d'energia elèctrica l'any 2010. Segons el Pla la contribució de les energies renovables en la generació d'energia elèctrica l'any 2015 es situa en un 13,7% per a l'escenari Base i un 23,5% per a l'escenari IER. En el cas de l'escenari Base, malgrat l'increment previst de l'energia eòlica (aproximadament 1.500 MW) la seva contribució relativa serà inferior a la contribució actual, cosa que fa pensar que cal fer un esforç per situar-se en l'escenari IER.

Segons les previsions del PER 2005-2010, l'Estat espanyol podrà assolir l'objectiu del 29,4%, per la qual cosa ja s'han fet unes previsions atenent al potencial factible del territori espanyol.

Com s'ha comentat anteriorment, l'increment de les energies renovables es deu fonamentalment a un increment de l'energia eòlica, cosa que permet diversificar aquest tipus de fonts davant les variabilitats meteorològiques.

<sup>5</sup> Aquesta xifra inclou el 14% previst per al carbó.

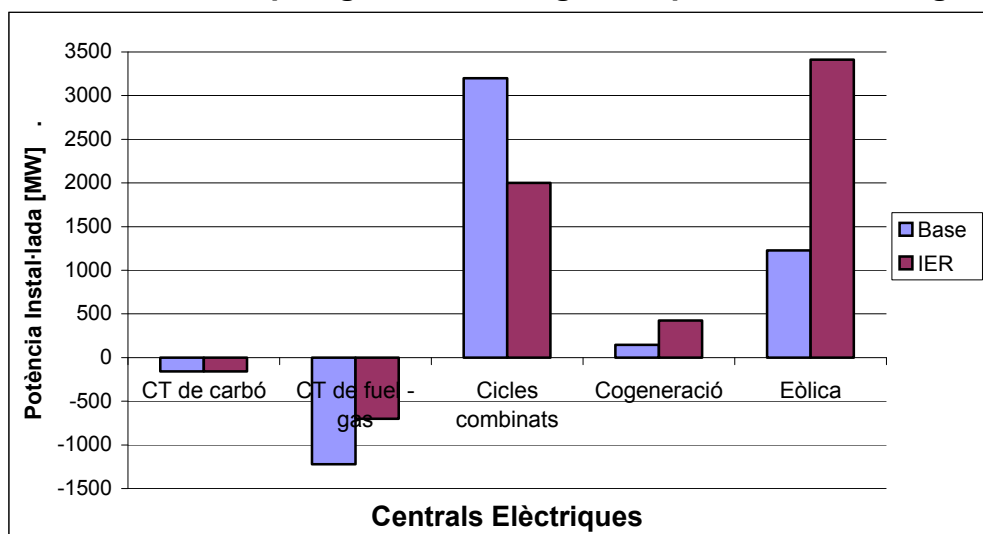
Un dels aspectes destacats del nou model de la generació d'energia elèctrica és que causarà un augment de les emissions de CO<sub>2</sub>. Aquest increment es produeix en termes absoluts i relatius, de manera que els kg de CO<sub>2</sub> per kWh produït, també augmentarà. Aquesta situació és deguda a l'increment de la producció d'energia elèctrica a partir de centrals de cycle combinat, per a satisfer l'increment de la demanda d'energia elèctrica, tot i que es tanquen la central de carbó i algunes de les de fuel/gas i gas-oil. A la taula següent es mostra l'impacte que tindrà sobre les emissions de CO<sub>2</sub> el nou parc de generació, que en el cas de l'escenari IER quasi bé es dupliquen les emissions, arribant als 11.368 milers de tones de CO<sub>2</sub>, mentre que en l'escenari Base s'incrementen en un 126% arribant a les 14.335 milers de tones de CO<sub>2</sub>.

**Taula 10: Emissions de CO<sub>2</sub> de la producció d'energia elèctrica seguint la metodologia del *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)***

	2003	2010 (Base)	2015 (Base)	2010 (IER)	2015 (IER)
Emissions de CO <sub>2</sub> (milers de tones)	6.334	10.623	14.335	10.620	11.368

Font: PEC 2006-2015

**Figura 3: Principals increments de la potència a instal·lar tenint en compte l'aportació de cada tipologia de tecnologia a la producció d'energia total**



Font: PEC 2006-2015

Pel que fa a la distribució de la generació d'energia elèctrica en relació als centres de consum, en teoria es poden donar diferents graus de concentració, que van des d'una centralització de la generació amb grans centrals, relativament allunyades dels centres de consum, fins a una generació distribuïda, en la què la generació d'energia elèctrica es realitza a través de petites centrals que es troben situades a prop dels centres de consum, els quals es troben distribuïts en el territori.

Les instal·lacions de producció d'energia elèctrica s'agrupen en la generada a través del règim especial i l'ordinari. En el règim especial s'inclouen aquelles instal·lacions que produeixen electricitat a través de la cogeneració o d'altres

tecnologies amb alta eficiència o les que aprofiten fonts d'energia renovable, com s'ha comentat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual*. La Llei 54/1997 del Sector Elèctric estableix que aquestes instal·lacions tindran una potència màxima de 50 MW, i només en el cas que es faci un tractament i reducció de residus en els sectors agrícola, ramader i de serveis la potència màxima haurà de ser igual o inferior als 25 MW.

A partir de les característiques del què s'entén com a generació distribuïda podríem considerar que les instal·lacions en règim especial s'apropen a aquest model de generació, si es compleix que efectivament es troben properes als centres de consum<sup>6</sup>. Així doncs, a falta d'una anàlisi més detallada podria ser d'utilitat considerar el pes de cada règim de generació per a donar una idea aproximada del grau de centralització del parc de generació d'energia elèctrica.

A les taules següents es mostra la potència instal·lada i l'energia bruta produïda pel 2003 i el 2015 en els dos escenaris que contempla el PEC 2006-2015 per a cadascun dels dos règims de producció.

**Taula 11: Distribució de la potència i energia bruta generada per les centrals de generació d'energia elèctrica segons el règim de producció**

<b>Distribució segons la Potència (MW)</b>			
Règim de producció	2003	2015 (Base)	2015 (IER)
Règim Ordinari	83,2%	74,5%	60,1%
Règim especial	16,8%	25,5%	39,9%

<b>Distribució segons la Producció bruta (GWh)</b>			
Règim de producció	2003	2015 (Base)	2015 (IER)
Règim Ordinari	80,3%	78,9%	66,9%
Règim especial	19,7%	21,1%	33,1%

**Font:** PEC 2006-2015

Com es pot veure a la Taula 11, a l'escenari IER s'aconsegueixen uns nivells de generació d'energia elèctrica en règim especial molt més elevats que a l'escenari Base. En termes de potència instal·lada l'escenari IER preveu que en el 2015 un 39,9% de la potència sigui en règim especial, aconseguint produir un 33,1% del total d'energia bruta, mentre que a l'escenari Base, la potència en règim especial és molt menor ja que es situa en un 25,5%, amb la qual es produeix únicament un 21,1% del total d'energia bruta.

Aquestes dades no són suficients per a establir el grau de centralització o distribució del parc de generació d'energia elèctrica, donat que caldria analitzar la proximitat d'aquestes centrals als punts de consum, i que com pot passar en el

<sup>6</sup> Aquest podria no ser el cas d'una elevada concentració de parcs eòlics en una determinada àrea geogràfica en què es superés la demanda d'energia de l'àrea.

cas de l'eòlica, aquestes centrals es concentren en àrees on el recurs (vent) és abundant però s'acaba superant el consum de les àrees.

Si es tenen en compte les pèrdues estimades per al transport de l'electricitat, com s'analitza a l'apartat 3.1.3 Pèrdues de la xarxa, es pot observar que no hi ha una reducció de pèrdues significativa en l'escenari IER, la qual cosa indica que aquest increment de la generació en règim especial pot no implicar un increment significatiu de la generació distribuïda.

## 2.3 Tendències en el parc de generació

En aquest apartat es detallen quines són les modificacions més rellevants que el Pla de l'energia comporta per a l'actual parc de generació d'energia elèctrica per cada tipologia de central de generació. A més, a partir de la informació disponible sobre els projectes realitzats i de les previsions més plausibles dels projectes més imminents, també s'analitzarà quina és la tendència en quant al compliment dels objectius del Pla per al període 2004-2006 i els següents anys més immediats.

Segons les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya els canvis més importants seran protagonitzats per les centrals de cycle combinat i l'energia eòlica.

### 2.3.1 Les centrals nuclears

Com ja s'ha indicat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada de les centrals nuclears a Catalunya és de 3.146,84 MW, que es distribueix en tres centrals:

**Taula 12: Característiques de les centrals nuclears en operació a Catalunya**

Central	Any d'entrada en servei <sup>7</sup>	Any previst finalització de servei <sup>8</sup>	Localització	Potència [MW]	Tecnologia
Ascó 1	1983	2021	Ascó (Tarragona)	1.032,5	Aigua a Pressió
Ascó 2	1985	2023	Ascó (Tarragona)	1.027,2	Aigua a Pressió
Vandellòs 2	1987	2025	Vandellòs i Hospitalet de l'Infant(Tarragona)	1.087,1	Aigua a Pressió

Font: Elaboració pròpia

L'actual Pla de l'Energia preveu que en l'horitzó de l'any 2015, la potència instal·lada en aquest tipus d'instal·lacions no es vegi modificada per cap dels dos escenaris (Base, IER).

<sup>7</sup> Red Eléctrica Española. Boletín Estadístico de Energía Eléctrica. Julio de 1998.

<sup>8</sup> En cas de que el temps de vida de les centrals nuclears s'allargui fins als 40 anys, tal com sembla que pot arribar a considerar el Ministeri d'Indústria.



Una de les problemàtiques de les centrals nuclears, a part del risc d'accident, és que en la seva activitat normal aquestes instal·lacions produeixen un ventall de residus que tenen activitat radioactiva.

Actualment la gestió dels residus radioactius pateix una situació de provisionalitat, ja que es troben emmagatzemats a les piscines de les mateixes centrals nuclears. En el cas de Vandellòs 2, els residus d'alta activitat han estat tractats (tractament de vitrificació) a França, però seran retornats a l'any 2010. A la taula següent es detalla l'estat de l'emmagatzematge dels residus radioactius a les centrals nuclears de Catalunya.

**Taula 13. Situació de l'emmagatzematge temporal dels residus a les piscines de les centrals nuclears de Catalunya, el 31 de desembre de 2004**

Central	% ocupació de la piscina	Any previst de saturació
Ascó 1	71,52%	2013
Ascó 2	64,87%	2015
Vandellòs 2	49,55%	2020

En aquests moments la gestió dels residus no està resolta i sembla que el govern opta per l'emmagatzematge temporal de forma centralitzada. Aquesta mesura provisional, que no resol el greu problema dels residus nuclears, no disposa del consens necessari, tal com es va evidenciar recentment a la Taula Diàleg de l'Energia Nuclear promoguda pel Ministeri d'Indústria (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2006)<sup>9</sup>.

Si bé la moratòria nuclear va evitar que es construïssin noves centrals nuclears, davant la problemàtica evident i real dels residus radioactius, i els riscos que comporta aquest aprofitament energètic, el Govern estatal, que és qui té competències per aquestes centrals, hauria de concretar un calendari de tancament de les centrals existents. Algunes previsions apunten a que es mantindrà l'actual parc de generació nuclear allargant la vida d'aquestes centrals fins els 40 anys. Tal com es mostra a la Taula 12, aquesta ampliació del temps de vida situaria el tancament per cadascuna de les centrals nuclears 6, 9 i 10 anys després de l'any 2015. Si es té en compte el temps necessari per al desenvolupament d'una alternativa sostenible, està clar que cal realitzar un esforç addicional a la planificació actual per tal d'assentar les bases per a fer efectiva aquesta alternativa en el curt termini. Aquest esforç ha de consistir en incrementar significativament les inversions en recerca i desenvolupament de les noves tecnologies i les ja existents en l'àmbit de les energies renovables i l'eficiència.

<sup>9</sup> La falta de consens rau en el fet que alguns agents socials no accepten la solució proposada fins que no es resolgui sobre la continuïtat de les centrals nuclears existents.



### 2.3.2 Les centrals de Gas-oil i Fuel-oil

En els darrers anys, durant el període 2003-2005, tres centrals de gas-oil i fuel-oil han deixat d'estar operatives (Besòs 2, Besòs 1, Sant Adrià 2), mentre que encara resten dues centrals en servei (Foix, Sant Adrià 1 i 3).

Com ja s'ha indicat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada de les centrals de fuel i gas-oil a Catalunya és d'aproximadament 1.236 MW, que es reparteix en dos centrals:

**Taula 14: Característiques de les centrals de fuel i gas en operació a Catalunya**

Central	Any entrada en servei	Localització	Potència [MW]	Tecnologia
Sant Adrià	1973-1976	Sant Adrià del Besòs	700	Grup 1 i 3 a Fuel/Gas <sup>10</sup>
Foix	1980	Cubelles	520	Grup 1 a Fuel/Gas

Font: Red Eléctrica Española, 1998

En els darrers anys han deixat d'estar operatives les centrals que es mostren a la taula següent, on també s'indica el temps d'operació:

**Taula 15: Centrals tèrmiques que en l'actualitat no estan en operació**

Central	Any entrada en servei	Any finalització del servei	Temps d'operació [anys]	Potència [MW]	Tecnologia
Sant Adrià 2	1974	2003	29	350	Grup 1 a fuel
Besòs 1	1967	2003	36	150	Grup 1 a Fuel/Gas
Besòs 2	1972	2005	31	150	Grup 2 a Fuel/Gas

Font: Elaboració pròpia

L'actual Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015 preveu que en l'horitzó de l'any 2015, la potència instal·lada en aquest tipus d'instal·lacions pot passar a ser entre els 15,9 MW, per a l'escenari base, i els 535,9 MW per a l'escenari IER. Les previsions realitzades per a l'escenari Base s'assoleixen tancant les dues centrals existents a l'actualitat, mentre que per a assolir l'escenari IER es preveu tancar els dos grups de la central de Sant Adrià.

El tancament d'aquestes centrals serà possible en la mesura que siguin substituïdes per alguna central de cycle combinat.

### 2.3.3 Les centrals de cycle combinat

Des de l'any 2002, s'han construït 4 centrals de cycle combinat (Tarragona Power, Besòs 3 i 4, Tarragona Endesa), i segons la planificació de les empreses de generació, hi ha 4 centrals més en previsió per als propers anys (Plana del

<sup>10</sup> Aquestes centrals poden operar tant amb fuel com amb gas.

Vent (Tarragona), Port de Barcelona, Besòs, Foix (Cubelles)). Amb tots aquests projectes es podria estar a prop dels objectius de l'escenari Base (4.779,30 MW de potència instal·lada).

Com ja s'ha indicat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada de les centrals de cycle combinat a Catalunya és de 1.579,30 MW, que es reparteix en tres centrals:

**Taula 16: Característiques de les centrals de cycle combinat en operació**

Central	Any d'operació comercial	Localització	Potència [MW]	Energia
Tarragona Power	2004	Tarragona	407	(1169 GWh)
Besòs 3 i 4	2002	Sant Adrià del Besòs	400+400	(2001+2871 GWh)
Tarragona Endesa	2003	Tarragona	400	(2151 GWh)

**Font:** Informe del Sistema Eléctrico Español en 2004.

Les centrals de cycle combinat presenten un elevat rendiment que pot situar-se entorn del 60%. Les emissions de CO<sub>2</sub> es redueixen respecte altres centrals de combustibles fòssils, ja que passen a ser de 350 gr/kWh.

L'actual Pla de l'Energia preveu que en l'horitzó de l'any 2015, la potència instal·lada en aquest tipus d'instal·lacions pot passar a ser entre els 4.779,30 MW per a l'escenari base, i els 3.579,30 MW per a l'escenari IER. Aquestes potències representen uns increments d'entre el 203% i el 127%, respectivament per a cada escenari. Aquest increment de la potència instal·lada comportarà un increment de l'energia produïda d'aproximadament el 600% i el 353%, respectivament. Tenint en compte les previsions realitzades en el Pla de l'Energia per a la resta de centrals de generació, els cycles combinats passaran del 8,7% del total d'energia elèctrica produïda al 38% i 25,1%, respectivament per a cada escenari.

Les centrals de cycle combinat que s'implanten actualment consisteixen en grups de 400 MW, per la qual cosa el nombre de centrals per assolir aquests objectius haurà de ser d'entre 9 i 6 centrals per a l'escenari Base i per a l'escenari IER respectivament.

Segons les dades de la Comissió Nacional de l'Energia (CNE, 2005) la situació de les centrals de cycle combinat previstes durant el període 2004-2008 és la que es detalla a la taula següent:

**Taula 17: Centrals de Cycle Combinat previstes a Catalunya a partir de la informació facilitada pels promotors**

Promotors	Localització	Potència [MW]	Data prevista entrada en servei	Observacions
Gas Natural	Plana del Vent (Tarragona)	800	2 T de 2007	En construcció

Gas Natural	Port de Barcelona	800	2 T de 2007	Endarrerida
Endesa	Besós	800	4 T de 2008	Endarrerida
Endesa	Foix (Cubelles)	800	4 T de 2009	Endarrerida

Font: CNE, 2005.

Com es pot veure, amb aquestes centrals projectades es superen els objectius de l'escenari IER aproximant-se als de l'escenari Base. En el cas de les centrals del Besòs i del Foix, el mateix promotor admet endarreriments d'un any sobre la data prevista per la seva operació comercial prevista en la planificació inicial, tot i que encara es troben dins del calendari del Pla de l'Energia a Catalunya.

### 2.3.4 Les centrals tèrmiques de carbó

Com ja s'ha indicat en l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada de les centrals tèrmiques de carbó a Catalunya és de 160 MW, que es correspon a una única instal·lació:

**Taula 18: Central tèrmica de carbó a Catalunya**

Central	Any de Construcció	Localització	Potència [MW]	Tecnologia
Cercs	1971	Cercs	160	Grup 1 a carbó

Font: Red Eléctrica Española. Boletín Estadístico de Energía Eléctrica. Agost 1998

Els combustibles utilitzats per la central de Cercs són el lignit negre, la hulla i el fuel oil. Les emissions de CO<sub>2</sub> per aquests tipus de combustibles són de les més elevades, arribant als 960, 780 i 860 gr/kWh CO<sub>2</sub>, respectivament. El rendiment de les instal·lacions de producció d'electricitat utilitzant lignit segons diferents estudis es situa entre el 16,8% i el 29%<sup>11</sup>. Les centrals de carbó són instal·lacions amb un elevat impacte ambiental també a nivell local, ja que produeixen emissions de sofre degut a la combustió del carbó, combustible amb un elevat contingut en aquest element.

L'actual Pla de l'Energia preveu que l'any 2010 aquesta central ja no estigui operativa en cap dels dos escenaris. Segons les dades del *Pla* la producció elèctrica d'aquesta central va ser de 578 GWh<sup>12</sup> l'any 2003, cosa que representa un 1,3% del total d'energia elèctrica produïda.

<sup>11</sup> Relació entre l'energia sortint respecte de l'entrant per als estudis de Kivisto (any 2000) i Uchiyama (any 1991) respectivament. Ian Hore Lacy. Renewable Energy and Nuclear Power. Before the wells run dry. Feasta. Ireland. 2003. Altres documents, estableixen que amb una tecnologia optimitzada els rendiments es poden situar entorn el 35% i amb noves millores podria arribar al 53% (Riedle, Klaus. Tecnologías Fósiles limpias. Opciones para las centrales eléctricas del futuro (1 Parte). Electricidad nº 25. Febrer de 2006).

<sup>12</sup> Segons les dades dels Informes del Sistema Eléctrico Español del 2004 i del 2005, de REE, aquesta central va produir un total de 896 GWh l'any 2004 i 993 GWh l'any 2005, la qual cosa implica un increment del 54,9% i del 71,7%, respectivament, respecte la producció del 2003. Aquest fet mostra una tendència a incrementar la seva aportació de forma prèvia a l'any de tancament..

### 2.3.5 Les centrals hidroelèctriques

Com ja s'ha indicat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada de les centrals hidroelèctriques a Catalunya és d'aproximadament 2088 MW, que es reparteix en cinc centrals:

**Taula 19: Principals centrals hidroelèctriques**

Central	Any entrada en servei	Potència [MW]
Canelles	1959	108
Estany Gento	1985-1986	446
Moralets	1985	221
Tavascan	1971	152
Ribarroja	1967-1969	263
Altres (centrals <100Mw)	Diversos	898

**Font:** Red Eléctrica Española. Boletín Estadístico de Energía Eléctrica. Novembre de 1998

Totes les instal·lacions amb una potència superior als 100 MW es troben ubicades a la conca de l'Ebre.

Les centrals hidroelèctriques que operen en règim especial i es troben distribuïdes per la geografia catalana sumen un total de 239 minicentrals amb una potència de 231,9 MW. La província de Lleida disposa de gran nombre d'aquestes centrals, mentre que Barcelona, Girona i Tarragona disposen d'un menor nombre.

El Pla de l'energia preveu que en l'horitzó de l'any 2015 la potència instal·lada per a les centrals hidroelèctriques en règim ordinari es mantingui en 2.088,30 MW actuals (cap increment respecte l'any 2003 per ambdós escenaris), mentre que per a les del règim especial es preveu una potència de 282,9 MW per a l'escenari base, i de 386,5 MW per a l'escenari IER. Aquestes potències representen uns increments d'entre el 22% i el 67% per a cada escenari.

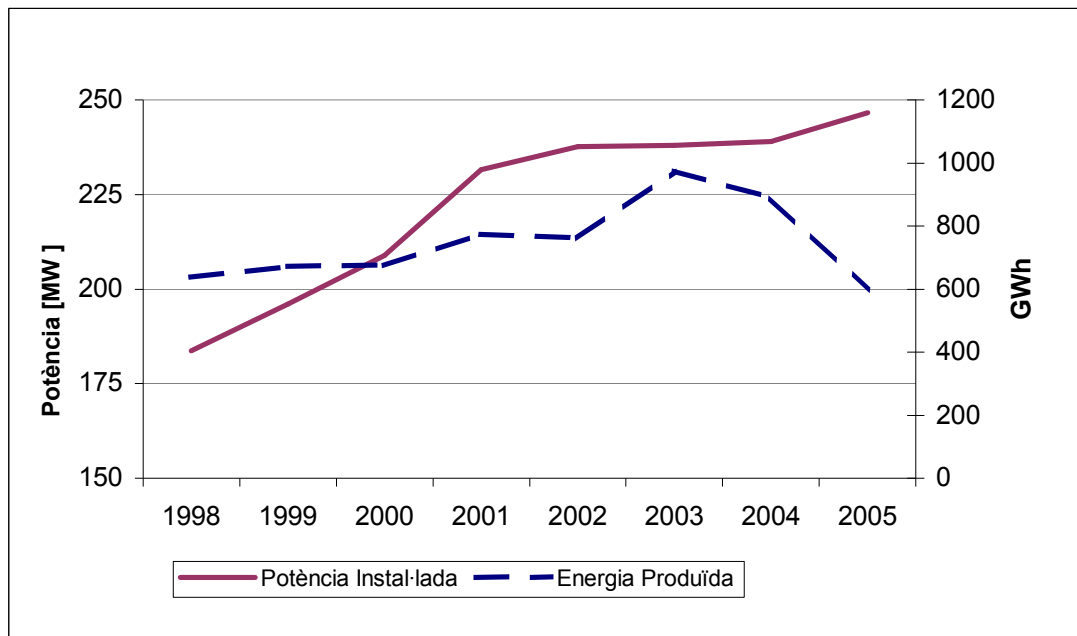
Segons les estimacions del Pla, les variacions de la producció d'energia de la hidroelèctrica total (règim ordinari+especial) seran de -5% i de 1,7%, respectivament per a cada escenari. Tenint en compte les previsions realitzades en el Pla per a la resta de centrals de generació, l'energia hidroelèctrica passarà del 13,3% del total d'energia elèctrica produïda al 7,9% i al 8,6%, respectivament per a cada escenari. Es constata que el pes d'aquest tipus d'energia disminueix a causa d'experimentar uns increments relatius inferiors a les altres centrals de generació.

L'aplicació del Pla haurà de tenir en compte la Directiva Marc de l'Aigua (Directiva 2000/60/CE) on s'especifica que s'han d'identificar els impactes ambientals derivats de l'activitat de producció d'energia elèctrica, així com dels danys que d'aquests es derivin, amb la finalitat de garantir els objectius d'estat ecològic establert en el Pla de Conca (ACA, 2006).

Tot i que les centrals hidroelèctriques en règim especial i les grans centrals tenen una potència instal·lada que representa el 2,4% i el 21,2% respectivament, respecte la potència total instal·lada a Catalunya, segons dades de l'any 2003, la producció d'energia representa un 2,3% i un 11% respectivament. Malgrat la gran potència instal·lada aquesta no es tradueix en una elevada producció d'energia, sobretot en el cas de la gran central hidroelèctrica. Aquest fet ve donat per la seva dependència de la pluviometria, cosa que pot provocar reduccions considerables de l'energia produïda.

A la figura següent s'observa la variabilitat que presenta la producció d'energia hidroelèctrica en règim especial, tot i l'augment de la potència instal·lada. En concret per a l'any 2003 la producció va arribar als 975 MWh, mentre que l'any 2005 va passar a ser de 597 MWh<sup>13</sup>.

**Figura 4: Potència instal·lada i energia produïda per les centrals hidroelèctriques en règim especial per al període 1998-2005 a Catalunya**



**Font:** Elaboració pròpia a partir de les dades de la CNE (2006)

### 2.3.6 Les centrals eòliques

Els Parc eòlics en operació a Catalunya fins l'any 2006 són 11, amb una potència de 224,89 MW, dels quals 5 han estat posats en servei durant el període 2004-2006 amb una potència de 138,42 MW. Segons dades de la Generalitat, el nombre de parcs eòlics amb autorització és de 51 amb una potència total de 1.584 MW i es troben en fase de construcció o bé tramitant les infraestructures elèctriques necessàries per a la seva evacuació. Amb aquests projectes es podria assolir l'objectiu per a l'escenari Base, però encara s'està lluny dels 3.500,40 MW de l'escenari IER.

<sup>13</sup> Comissió Nacional de l'Energia (CNE). Informe mensual de ventas de energía del régimen especial. Abril de 2006.

Com ja s'ha indicat en l'apartat 2.1. *El model de generació actual*, la potència instal·lada en centrals eòliques a Catalunya l'any 2003 era d'aproximadament 86,7 MW, que es distribueix entre els següents parcs eòlics:

**Taula 20: Parcs Eòlics en operació a finals de 2002**

Parc eòlic	Municipi	Any entrada en servei	Potència (MW)
P.E. de Roses	Roses	1991	0,59
P.E. del Baix Ebre	Tortosa	1995	4,05
P.E. de Trucafort	Pradell de la Teixeta-Argentera	1999	30
P.E. de les Colladetes I i II	El Perelló	2000	38,25
P.E. de les Calobres	El Perelló	2001	12,75
P.E. Mas de la Potra	Pradell de la Teixeta - Duesaigües	2002	2,6
<b>TOTAL</b>			<b>88,24</b>

Font: Generalitat de Catalunya (2003)

El Pla de l'Energia preveu que l'any 2015, la potència instal·lada per aquest tipus d'instal·lacions pot passar a ser entre els 1.313,20 MW, per a l'escenari Base, i els 3.500,40 MW per a l'escenari IER. Aquestes potències representen uns increments espectaculars d'entre el 1415% i el 3937%, respectivament per a cada escenari. Aquest increment de la potència instal·lada comportarà un increment de l'energia produïda d'aproximadament 1917% i 5304%, respectivament. Tenint en compte les previsions realitzades en el Pla de l'Energia per a la resta de centrals de generació, l'energia eòlica passarà del 0,4% del total d'energia elèctrica produïda al 4,5% per a l'escenari Base i el 12,3%, per a l'escenari IER.

Les dades més recents relatives a la producció d'energia elèctrica per a les centrals de generació d'energia eòlica són les corresponents a l'any 2005, i han estat proporcionades per la Comissió Nacional de l'Energia (CNE, 2006). Per aquest any es disposava d'una potència instal·lada de 161 MW, que va permetre obtenir una producció de 274 GWh, és a dir, un 67% superior a la producció de l'any 2003, que va ser de 163,1 GWh.

Els nous parcs eòlics posats en funcionament fins a data de setembre de 2006 són els següents (Taula 21):

**Taula 21. Nous Parcs Eòlics en operació a finals de setembre de 2006 (des de 2004)**

Parc eòlic	Municipi	Any entrada en servei	Potència (MW)
Collet dels Feixos	Duesaigües	2004	7,92
Serra de Rubió	Castellfollit del Boix, Odena, Rubió	2005	49,5
Ecovent	Tortosa	2006	48,1
Tortosa	Tortosa	2006	29,9
Les Comes	Vilalba dels Arcs	2006	3

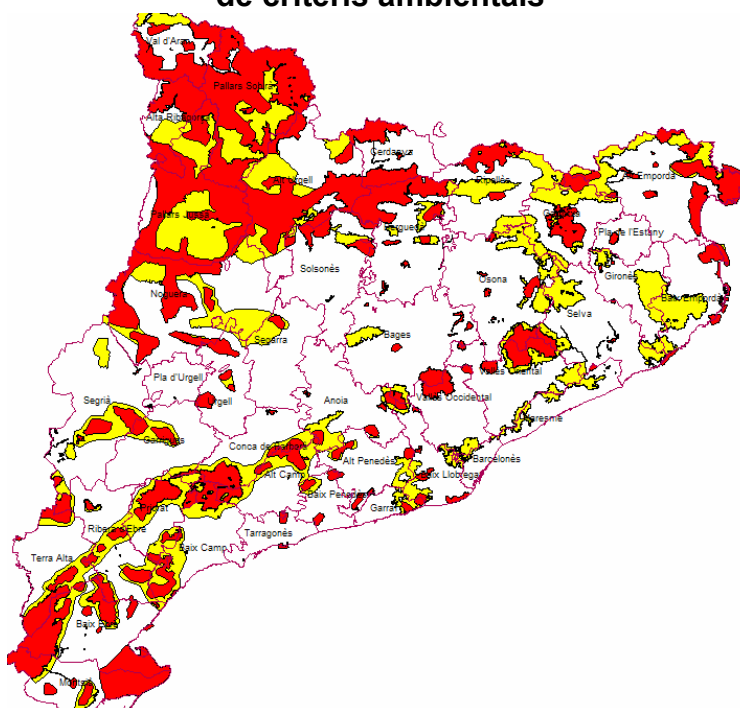
<b>TOTAL</b>	<b>138,42</b>
--------------	---------------

**Font:** Departament de Treball i Indústria. Generalitat de Catalunya

Així doncs, el total de potència instal·lada a setembre de 2006 és de 224,89 MW.

La planificació eòlica es veu sotmesa al *Pla territorial sectorial de la implantació ambiental de l'energia eòlica a Catalunya*, regulat pel Decret 174/2002, d'11 de juny, regulador de la implantació de l'energia eòlica a Catalunya, a través del qual s'estableixen les zones compatibles amb aquestes instal·lacions:

**Figura 5: Mapa de les zones de compatibilitat amb l'energia eòlica a partir de criteris ambientals**



En vermell apareixen les zones incompatibles, en groc les zones d'implantació condicionada a la declaració d'impacte ambiental, i en blanc les zones compatibles.

**Font:** Departament de Medi Ambient i Habitatge

Segons les dades del Departament de Treball i Indústria, en aquests moments, el nombre de parcs eòlics amb autorització administrativa a Catalunya és de 51 amb una potència total de 1.584 MW i es troben en fase de construcció o bé tramitant les infraestructures elèctriques necessàries per a la seva evacuació. Amb aquests projectes es podria assolir l'objectiu per a l'escenari Base.

### 2.3.7 Les centrals de cogeneració

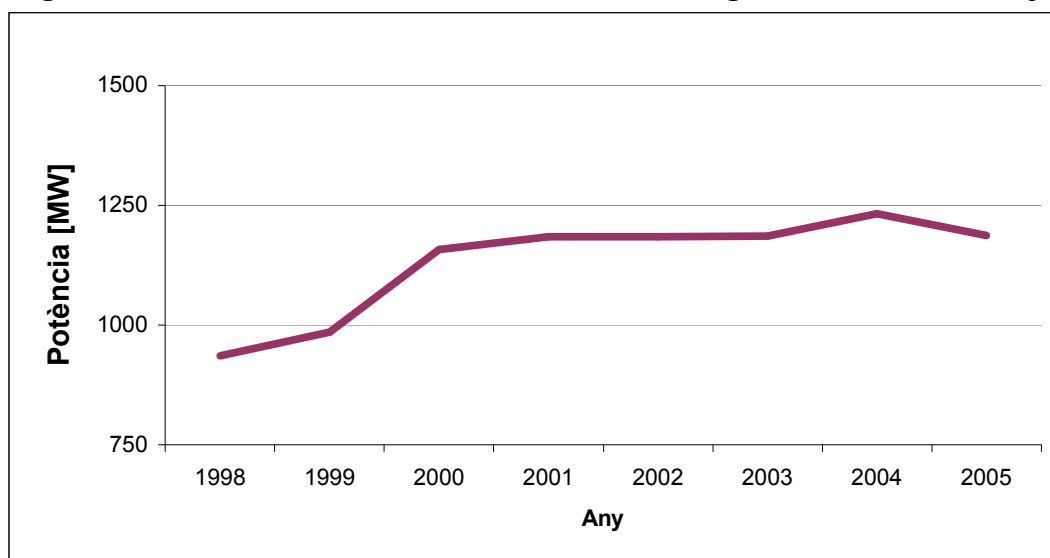
Com ja s'ha indicat a l'apartat 2.1. *El model de generació actual* la potència instal·lada de les centrals hidroelèctriques a Catalunya és d'aproximadament 1140 MW, a través de les quals es produeix un 14% del total d'energia elèctrica produïda a Catalunya. Aquesta capacitat prové principalment d'instal·lacions d'una potència compresa entre els 5 i 10 MW, repartides per tot el territori català,



generalment localitzades en grans centres de consum, ja siguin industrials o de serveis.

L'evolució de la cogeneració ha patit diverses fases, des d'uns inicis amb una forta expansió, degut a l'elevat preu de l'electricitat i d'altres factors, per passar a un estancament a partir de l'any 2000, per un augment del preu del gas natural, entre d'altres raons. En el següent gràfic es mostra quina ha estat l'evolució de la potència instal·lada en centrals de cogeneració segons les dades de la Comissió Nacional de l'Energia:

**Figura 6: Potència instal·lada en centrals de cogeneració a Catalunya**



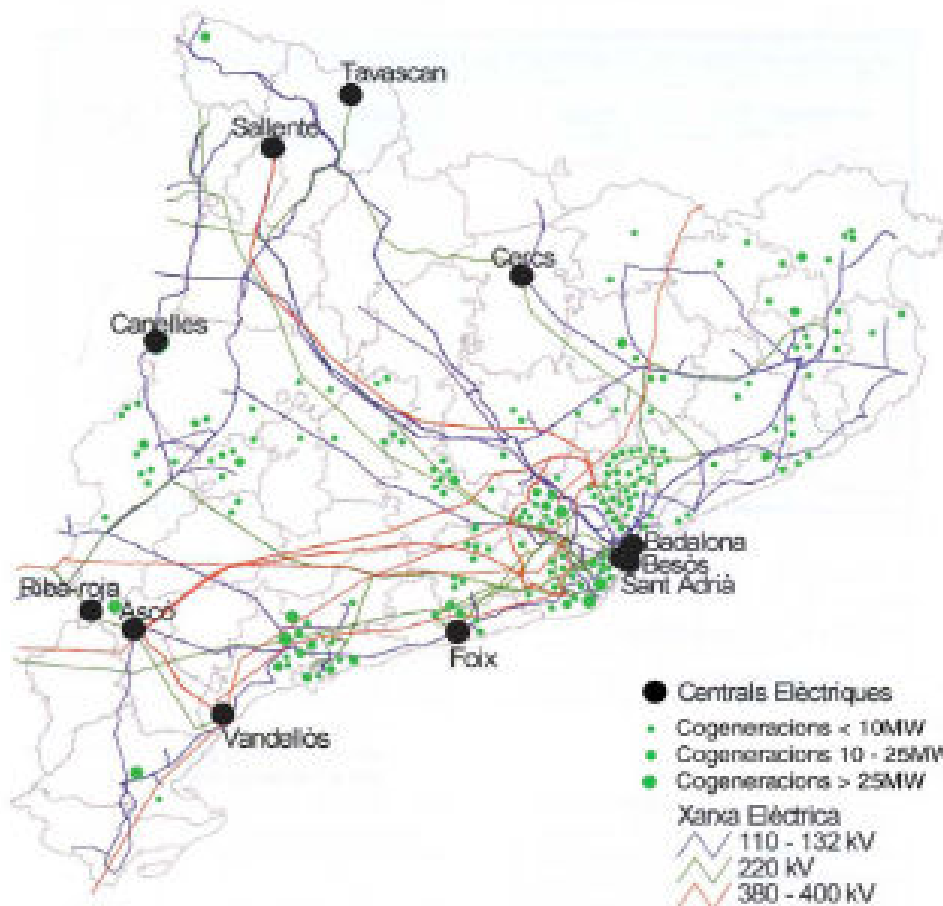
**Font:** Elaboració pròpia a partir de dades de la CNE

L'actual Pla de l'Energia preveu que en l'horitzó de l'any 2015 la potència instal·lada en aquest tipus d'instal·lacions pot passar a ser d'entre 1.284,60 MW, per a l'escenari base, i 1.564 MW per a l'escenari IER. Aquestes potències representen uns increments d'entre el 13% i el 37%, respectivament per a cada escenari. Aquest increment de la potència instal·lada comportarà un increment de l'energia produïda d'aproximadament 11% i 34%, respectivament. Tenint en compte les previsions realitzades en el Pla de l'Energia per a la resta de centrals de generació, la cogeneració passarà del 14,5% del total d'energia elèctrica produïda al 10,0% i 12,3%, respectivament per a cada escenari.

Si partim de que les condicions més favorables per aquest tipus d'instal·lacions es situen per potències inferiors als 10 MW, cal esperar que aquests increments es poden aconseguir amb un mínim de 24 i 90 noves instal·lacions. A partir de l'estudi realitzat per l'elaboració del Pla de l'Energia pel Grupo AESA, Potencial de Cogeneració a Catalunya (Grupo AESA, 2005), es dedueix que aquestes noves centrals poden ubicar-se en activitats industrials (tèxtil, químic, alimentació, etc.) i serveis (hospitals i hotels), amb una demanda de calor per als seus processos i serveis.



**Figura 7: Distribució de les centrals de cogeneració a Catalunya segons la potència**



**Font:** Potencial de Cogeneració a Catalunya (Grupo AESA, 2005)

A la Figura 7 es veu com les instal·lacions de cogeneració, a diferència de les grans centrals de generació d'energia elèctrica, disposen d'una major distribució geogràfica, propera als centres de consum.

Cal destacar l'experiència de cogeneració del municipi de Sant Pere de Torelló com a model a seguir, ja que a través de la seva central, d'una banda es produeix electricitat per a l'autoconsum de la indústria de la fusta, mentre que l'excedent d'aquesta energia elèctrica es subministra a la xarxa, i d'altra banda la calor produïda s'utilitza per proveir del servei de calefacció als veïns del municipi (sistema de calefacció de districte). Aquesta experiència singular a Catalunya podria ser replicada en altres llocs en què la disponibilitat del recurs renovable així ho permetés.

Aquest model de subministrament energètic, o d'altres similars basats en sistemes de cogeneració, podrien començar a aplicar-se de forma decidida per totes aquelles noves àrees de nova urbanització tant residencial com industrial, que en definitiva són els que protagonitzaran l'increment de la demanda energètica (electricitat i tèrmica) en els propers anys. D'aquesta manera es podria absorbir aquest increment de demanda amb sistemes altament eficients, i

quan fos possible fer un aprofitament d'energies renovables. Aquest model compta ja amb alguna experiència pilot, com per exemple el cas de La Granja de Molins de Rei<sup>14</sup>. Caldria analitzar la competitivitat d'un projecte amb aquestes característiques i del seu encaix en el nou marc de liberalització del mercat elèctric.

## 2.4 Perspectives i altres aspectes de les tecnologies

Aquest apartat té com a objectiu incidir sobre diversos aspectes relacionats amb les tecnologies de generació d'energia elèctrica, que poden ser d'utilitat per al desenvolupament de la resta de l'estudi, així com per a la millora del coneixement de cadascuna de les tecnologies. En concret parlarem de la creació de llocs de treball i de les darreres novetats en tecnologies de generació d'electricitat, concretament de la solar termoelèctrica i les noves tecnologies del carbó. També s'inclou un apartat sobre la seguretat de les centrals nuclears.

### 2.4.1 Impacte sobre el treball

Un aspecte important de les tecnologies de generació d'energia elèctrica és l'impacte que tenen sobre el mercat de treball, és a dir dels llocs de treball que són necessaris tant pel desenvolupament tecnològic, la construcció i les tasques d'operació i manteniment. Aquestes darreres són especialment importants perquè tenen lloc durant tot el cicle de vida de les instal·lacions.

Hi ha diversos estudis que analitzen els llocs de treball associats a cada tecnologia de generació, de manera que es pot fer la comparació.

**Taula 22. Llocs de treball creats per les diverses tecnologies de generació d'energia elèctrica.**

Sector	Llocs de treball / 1.000 MWh (Producció del combustible + Generació d'energia)
Petrolí	260
Gas Natural	250
Carbó	370
Nuclear	75
Biomassa	733 – 1.067
Hidroelèctrica	250
Eòlica	918– 2.400
Fotovoltaica	29.580– 107.000

**Font:** Goldemberg, 2004 i altres autors.

A partir d'aquestes dades s'observa com les tecnologies que permeten l'aprofitament de les energies renovables generen una ocupació molt més elevada que les energies convencionals. Únicament, en el cas de l'energia hidroelèctrica les taxes són comparables a les energies convencionals,

<sup>14</sup> Per a més informació la fitxa EnergiaDemo Núm. 77 publicat per l'Institut Català d'Energia.

exceptuant l'energia nuclear que té una relació de llocs de treball per energia produïda amb un ordre de magnitud clarament inferior a la resta de tecnologies.

#### **2.4.2 Perspectives i aspectes rellevants de les tecnologies**

Davant dels reptes ambientals i la necessitat de canviar l'actual model energètic en general, i el de generació d'energia elèctrica en particular, s'estan realitzant avenços tecnològics que poden resultar en alternatives viables per a millorar l'eficiència i augmentar l'aprofitament de les energies renovables, amb uns calendaris a mig i llarg termini.

Una d'aquestes tecnologies és l'energia solar termoelèctrica, per a la qual ja s'estan desenvolupant alguns projectes a l'Estat espanyol, i sense cap mena de dubte presenta un gran potencial donada l'abundància d'aquesta font d'energia renovable, l'energia solar.

Pel que fa a les tecnologies de l'aprofitament del carbó també s'espera que a mig termini experimentin algunes millores en l'eficiència i les emissions de CO<sub>2</sub>.

#### **Solar termoelèctrica**

L'energia solar termoelèctrica consisteix en la generació d'electricitat a partir de l'escalfament d'un fluid a altes temperatures. L'escalfament es produeix a través de la radiació solar que és captada i concentrada per miralls. Hi ha diverses tecnologies, entre les que destaquen, per a la construcció de centrals de petita potència, la tecnologia de miralls cilindre-parabòlics i les de torre central amb heliostats.

Aquesta tecnologia es diferencia de l'energia solar tèrmica de baixa temperatura, en què la primera produeix energia elèctrica mentre que la darrera té aplicacions tèrmiques (principalment per l'escalfament d'aigua calenta sanitària i també per calefacció). Els requeriments de la tecnologia solar termoelèctrica fa que tingui especial importància la radiació directa, per la qual cosa s'aconsegueix una major rendibilitat per als projectes situats en zones d'elevada radiació. Aquest condicionant és més important si es té en compte que es tracta d'una tecnologia incipient, i que encara ha de reduir els costos quan aprofiti les economies d'escala. Això fa que a Catalunya una de les zones més idònies sigui a la província de Lleida, que és on s'estan realitzant alguns estudis de viabilitat.

Els actuals plans energètics estatal i català preveuen la construcció de diverses centrals per arribar als 500 MW i els 50 MW de potència instal·lada, respectivament. En el cas del PEC 2006-2015 els 50MW es preveuen únicament a l'escenari IER.

A nivell de l'Estat espanyol la realitat mostra que el sector privat aposta clarament per aquesta tecnologia, ja que la cartera de projectes supera en escreix l'objectiu dels 400 MW. Per exemple, en el cas d'Iberdrola es preveu arribar als 450 MW de potència instal·lada en centrals de tecnologia cilindre-

parabòlica, mentre que Abengoa preveu arribar a la potència de 302 MW en centrals de tecnologia de torre central.

En l'actualitat el cost d'inversió de la tecnologia solar termoelèctrica es troba al voltant dels 4.000-5.000 euros per kW, fet que la situa per sota de l'energia solar fotovoltaica, mentre que la seva producció és d'aproximadament el doble d'energia. La perspectiva per aquesta tecnologia és que es redueixi el seu cost en els propers anys de manera que pugui arribar a nivells acceptables de rendibilitat, cosa que li permetria situar-se en zones no tant favorables per la seva menor radiació. Si l'any 2005 el cost del kWh generat es situava sobre els 20-23,5 cèntims d'euro, es preveu que per a l'any 2010 el rang es redueixi als 17-20 cèntims d'euro, podent arribar en el futur als 9 cèntims d'euro (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2005).

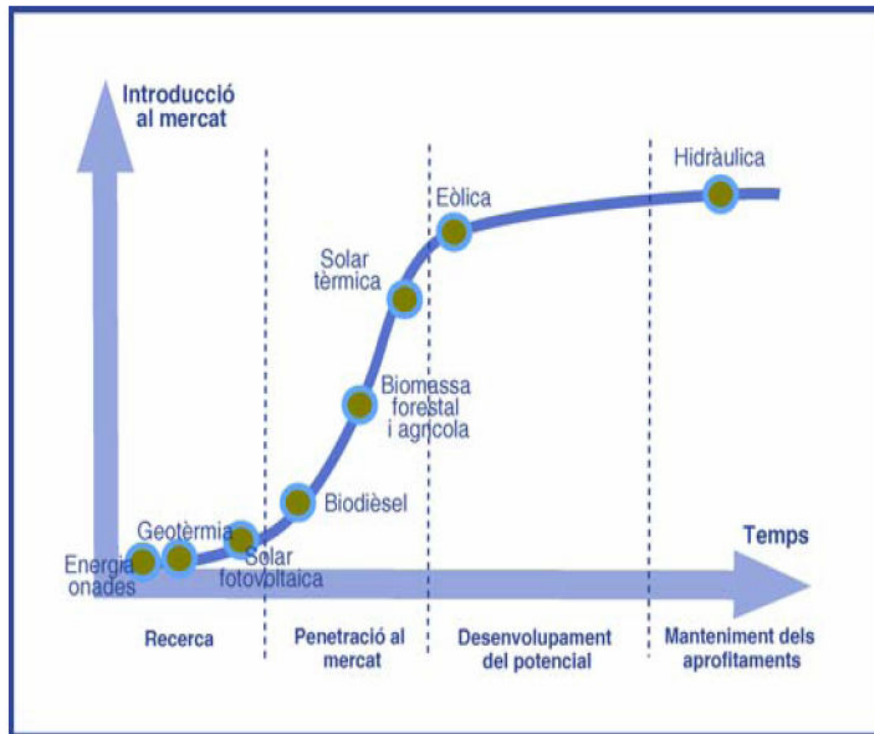
Les tecnologies de generació d'energia solar termoelèctrica es troben en una situació encara de recerca i de penetració al mercat, com és el cas d'altres fonts renovables (solar fotovoltaica, biodièsel, etc.), cosa que permet preveure aquesta tecnologia de generació com una alternativa a considerar en el mig termini, i més si es té en compte que la nostra àrea geogràfica disposa d'una gran disponibilitat de radiació solar.

Un factor important que pot contribuir a l'expansió d'aquesta tecnologia és que en l'actualitat el Govern espanyol preveu incrementar la prima a l'energia solar termoelèctrica en la revisió del Real Decreto 436/2004 (IDAE, 2006)<sup>15</sup>, que es preveu aprovar a principis de l'any 2007.

---

<sup>15</sup> Tot i que aquest increment pretén compensar l'efecte del Real Decreto Ley 7/2006, que va modificar el règim dels autoconsums d'energia

**Figura 8. Desenvolupament de les tecnologies d'aprofitament de les energies renovables**



Font: PEC 2006-2015

### **Noves tecnologies del carbó**

Els nous desenvolupaments en l'aprofitament energètic del carbó estan millorant l'eficiència de les tecnologies existents passant d'un rendiment del 30% fins a rendiments dels 40%. Desenvolupaments més recents arriben a eficiències del 50-55%: es tracta de les tecnologies de Cicle Combinat amb Gasificació Integrada i la Combustió amb Llit Fluidisat Presuritzat, que ja disposen de plantes en operació al món. Aquestes darreres tecnologies encara tenen uns costos d'inversió bastant elevats. En fase de recerca i desenvolupament, es preveuen millores a través de tecnologies com les Cèl·lules de Combustible amb Gasificació Integrada (World Coal Institute, 2004).

Des del sector industrial del carbó, es sosté que es podrà arribar a centrals en què les emissions de CO<sub>2</sub> siguin nul·les, si s'incorporen els sistemes de captura i emmagatzematge del CO<sub>2</sub>. Aquestes centrals no estaran exemptes de dificultats per a la seva implementació pràctica (proximitat a magatzems de CO<sub>2</sub>, etc.).

### **2.4.3 La seguretat de les centrals nuclears**

Si bé les centrals nuclears presenten una sèrie d'avantatges respecte altres fonts energètiques convencionals, també és cert que comporten tot un seguit d'inconvenients. Alguns d'aquests inconvenients han estat determinants per tal que el procés d'implantació d'aquesta tecnologia hagi estat objecte d'una moratòria en alguns països davant d'altres alternatives disponibles en aquell moment.

Un dels problemes més seriosos que comporta la tecnologia de generació d'energia nuclear és el de la seguretat. Per tots són conegudes les conseqüències de l'accident de la central nuclear de Txernòbil, convertint l'energia nuclear en la tecnologia d'aprofitament energètic que ha causat més morts d'una forma directa<sup>16</sup>. En el cas d'Espanya únicament cal esmentar alguns incidents de nivell 1, un incident de nivell 2 (el 25-8-2004 a la central de Vandellòs II) i l'important incident del reactor de la central nuclear de Vandellòs I (previ al tancament de la central).

El *Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España* (Pérez, 2005), es fa ressò de la importància de la seguretat, així com de l'existència d'un marc retributiu que hauria d'afavorir aquest aspecte. El *Libro* recorda que en altres països ha tractat d'evitar-se la situació en què el marc retributiu incentiva a que les centrals nuclears operin el màxim temps possible, i que per tant els períodes d'aturada deixin de reportar uns ingressos. El Llibre blanc suggereix la creació d'un marc retributiu específic que eviti aquesta situació, de manera es garanteixi que els incentius van sempre en la direcció de millorar la seguretat d'aquestes instal·lacions.

En aquest sentit el *Libro* recorda que el Foro de la Industria Nuclear Española, en la seva publicació, *Energía Nuclear en España de 2004*, s'afirma que 'el coste operativo de generación del kWh nuclear en España ha ido descendiendo progresivamente desde el año 1995, alcanzando un valor de 10,6 €/MWh neto, de los que 7,2 €/MWh corresponden a los costes de operación y mantenimiento y 3,4 €/MWh al coste de combustible, que se mantiene muy estable, a diferencia de lo que ocurre con el precio de los combustibles fósiles.' En aquest escenari cal tenir en compte les condicions que van envoltar l'incident de nivell 2 de la central de Vandellòs II, segons va considerar el Consell de Seguretat Nuclear (CSN)<sup>17</sup>.

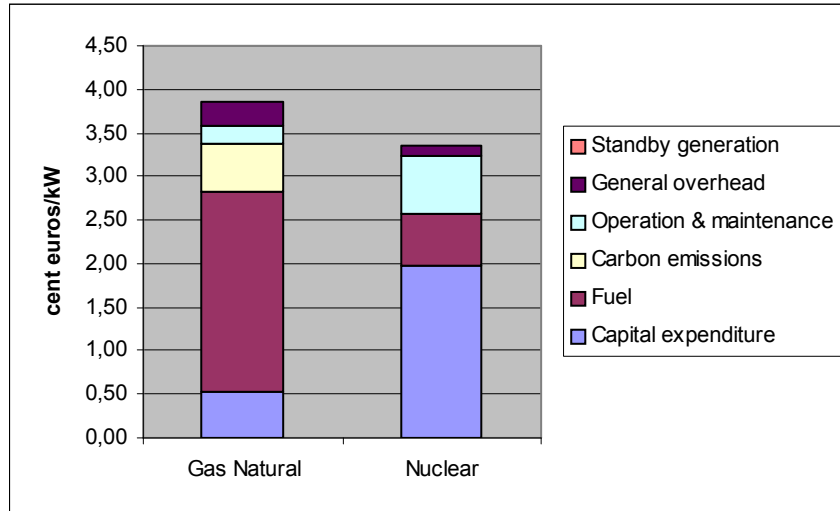
A la Figura 9, es mostren les despeses de generació d'energia elèctrica distribuïdes segons diferents conceptes de les tecnologies de Cicle Combinat (Gas Natural) i centrals nuclear, on es pot constatar l'avantatge de l'energia nuclear pel que fa a les despeses de manteniment, ja que el cost del combustible és menor que per altres tecnologies. Però d'altra banda la inversió és molt elevada, la qual cosa comporta unes despeses financeres importants que fan

<sup>16</sup> Les dades sobre la mortalitat causada per l'accident de Txernòbil són força diferents segons la fonts, des dels centenars segons el Programa de Nacions Unides pel Desenvolupament (UNDP, 2002) als centenars de milers segons Greenpeace (Greenpeace, 2006). D'altra banda, existeixen estudis que també quantifica el nombre de morts en l'obtenció d'energia primària d'altres fonts d'energia (carbó, petroli, gas natural i combustible nuclear) (Nuclear Issues, 2006).

<sup>17</sup> "El CSN considera como falta grave el incumplimiento de las condiciones establecidas en los documentos de autorización y explotación de la central; también se valora como grave que los responsables no establecieran las medidas correctoras para solucionar la corrosión detectada, y finalmente se sanciona que los gestores de la nuclear no informasen al CSN de la situación que afectaba uno de los sistemas de refrigeración. Fuentes del consejo destacaron que la importancia de la sanción está motivada porque el proceso de corrosión se venía produciendo desde finales de los noventa sin que la central lo hubiese detectado antes ni hubiera hecho nada para solucionarlo" (La Vanguardia, 3 de Gener de 2006).

que malgrat el marge operatiu sigui bastant ampli, les centrals tractin d'estar en funcionament el màxim temps possible.

**Figura 9. Distribució dels costos d'inversió, operació i combustible de les centrals de cycle combinat (gas natural) i centrals nuclears**



**Font:** Elaboració pròpia a partir de les dades de l'estudi Ruffles, P.(2004)





### 3. Infraestructures de distribució i transport

---

L'anàlisi de les infraestructures de distribució i transport d'energia (gas i electricitat) utilitzarà les previsions del Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015.

Les infraestructures de transport i distribució elèctrica estan destinades a portar l'energia elèctrica des de les centrals de generació fins als centres de consum, per aquest motiu la seva configuració vindrà condicionada per la ubicació d'aquests en el territori. Davant l'efecte illa de la península ibèrica, i donat l'actual procés de liberalització del mercat elèctric europeu, sorgeix la necessitat d'ampliar les infraestructures per a l'intercanvi d'energia elèctrica entre Europa i la Península Ibèrica.

Les infraestructures de gas tenen com a objectiu arribar a cobrir el subministrament de la major part del territori de Catalunya. Donades les previsions d'augmentar de forma considerable la generació d'energia elèctrica a partir del gas natural, aquestes infraestructures hauran de garantir el subministrament per a les centrals de cycle combinat.

#### 3.1 Energia elèctrica

Els criteris aplicats per a la millora de les infraestructures de la xarxa, segons el Pla són:

- Satisfer la demanda d'energia elèctrica.
- Garantir el subministrament.
- Millorar la qualitat del servei.
- Permetre l'augment de generació elèctrica a partir de fonts renovables.
- Millorar l'eficiència de la xarxa, aproximant les centrals de generació al consum.

Les previsions sobre les infraestructures han tingut en compte, d'una banda, les previsions sobre les centrals de generació analitzades en el capítol anterior, i de l'altra la distribució de la demanda atenent a les previsions realitzades en els diferents escenaris (Base i IER)<sup>18</sup>.

##### 3.1.1 La xarxa actual

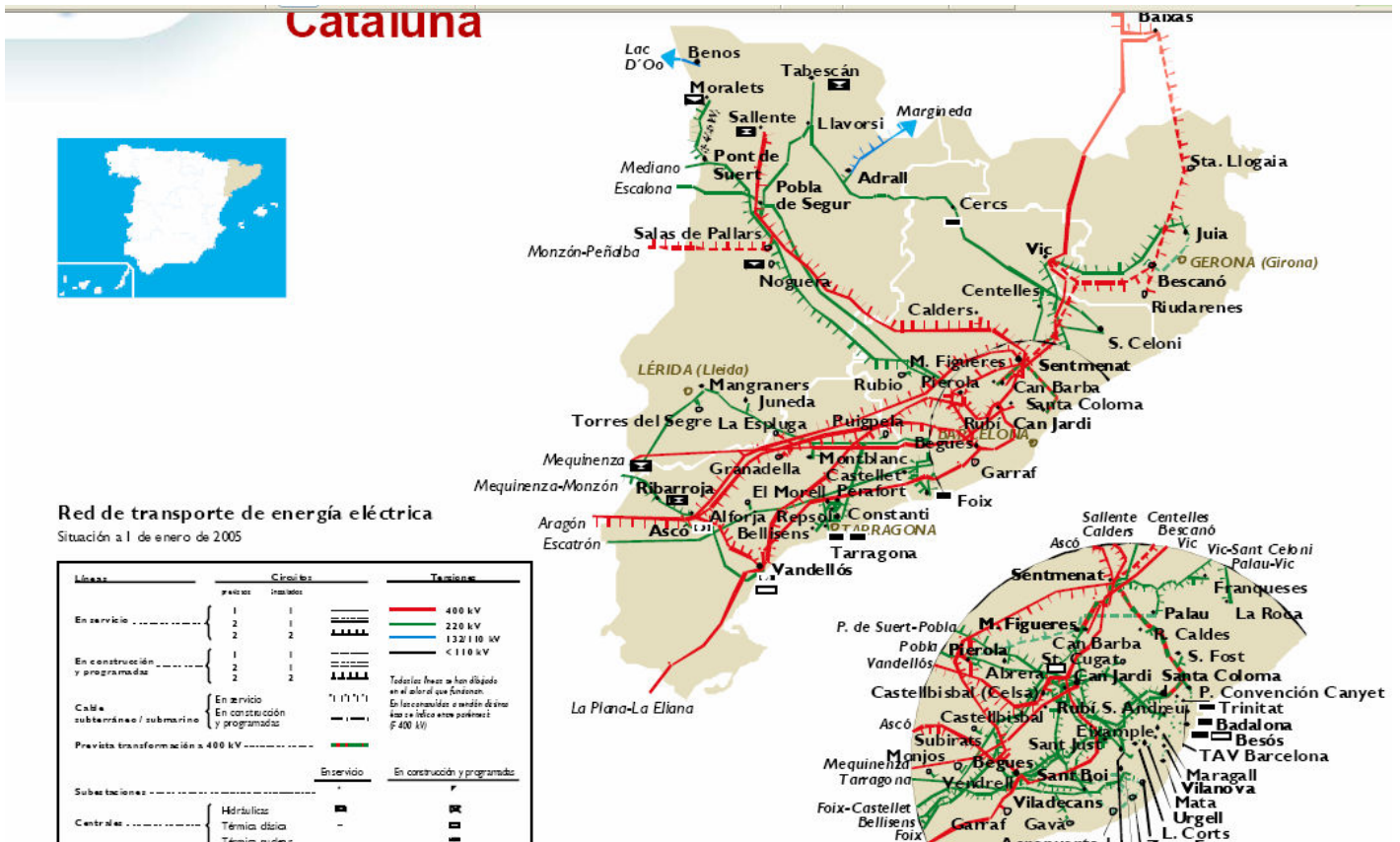
El sistema de transport d'energia elèctrica a Catalunya consisteix en dos eixos principals que subministren l'energia des dels grans centres de producció a les àrees de major consum. El primer eix té origen a les centrals nuclears i transporta l'energia cap a les àrees de Tarragona i Barcelona. El segon eix, amb menys quantitat d'energia transportada, és el que travessa Catalunya des dels Pirineus fins a l'àrea de Barcelona, transportant l'electricitat produïda a les centrals hidroelèctriques.

---

<sup>18</sup> A l'escenari Base la previsió d'augment de la demanda d'energia elèctrica és d'un 3,68% anual, mentre que per a l'escenari IER s'estima en un 2,96%.

El transport d'electricitat comporta una sèrie de pèrdues, que augmenten en la mesura que els centres de generació es troben a una major distància dels centres de consum. Segons el PEC 2006-2015 les pèrdues d'energia elèctrica són d'un 8,46% sobre el total d'energia generada. Aquestes pèrdues són significatives. A l'apartat 2.2 Escenaris i previsió de futur, a la Taula 6, s'analiza els diferents règims de generació d'energia elèctrica, ordinari i especial, i s'estableix una relació amb la distribució de les centrals de generació.

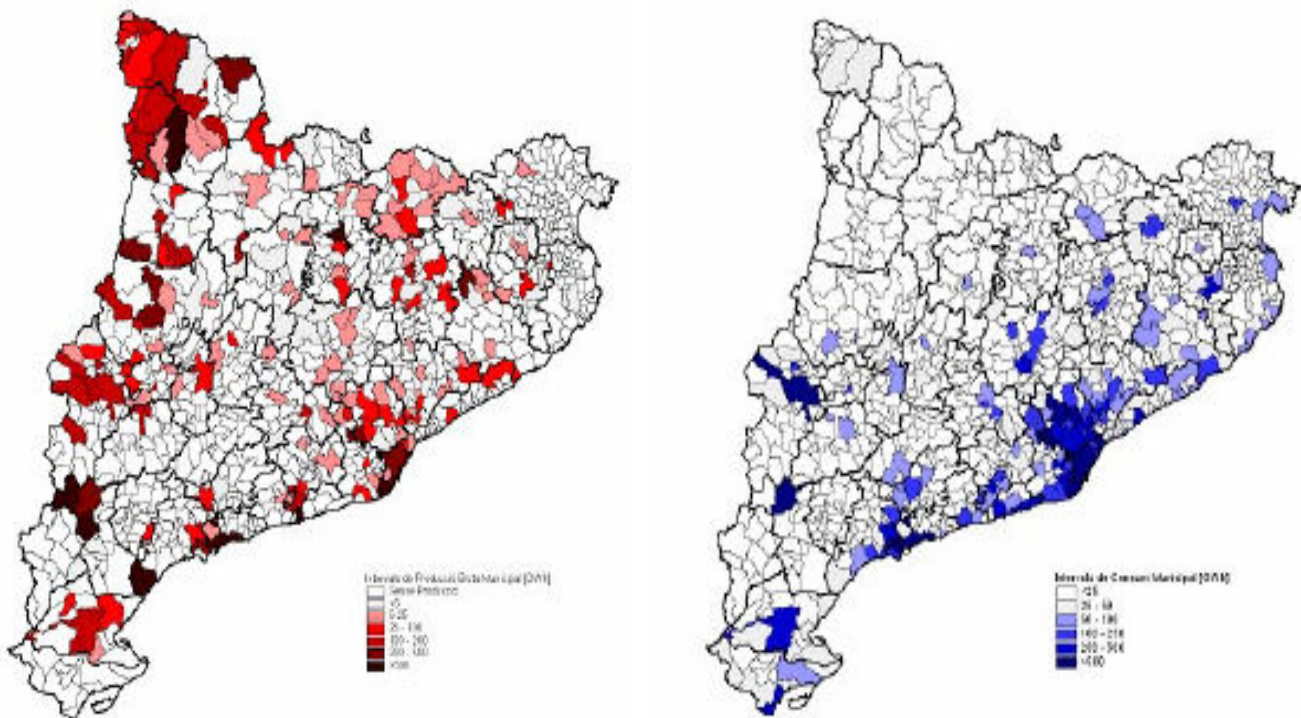
**Figura 10: Xarxa de transport d'energia elèctrica a Catalunya on es pot observar els dos eixos**



Font: REE, 2006.

Aquesta infraestructura respon a una ubicació concreta de la generació i dels centres de consum, que es pot veure a través de la seva distribució per municipis.

**Figura 11: Mapa municipal on es mostra la generació d'energia elèctrica (mapa esquerra) i el consum d'energia (mapa dret)**



Font: PEC 2006-2015

### 3.1.2 Previsions en l'horitzó del 2015

A més de tenir en compte les previsions de la demanda i de la generació, el Pla també identifica tot un conjunt de mancances de les xarxes de distribució, que tracta de solucionar amb tot un seguit d'actuacions sobre el territori. Aquestes propostes tenen un calendari d'execució que comprèn tres períodes (2005-2007, 2008-2011 i 2012-2015). Algunes de les actuacions que preveu el Pla de l'energia són:

- Línia Sentmenat-Bescanó: Línia de 400 kV.
- Subestació de Bescanó: per subministrament de la línia de 400 kV a Girona.
- Subestació al Garraf: transforma de la línia de 400 kV de Vandellòs Begues a la línia de 110 kV del Garraf.
- Línia La Roca-Zona de Mataró 220 kV.
- Reforços de la xarxa en relació a la generació eòlica: Nova línia de 400 kV.
- Saturació dels circuits Ascó-Xerta-Tortosa: doble circuit Ascó-Tortosa de capacitat 110/130 MVA.

### 3.1.3 Pèrdues de la xarxa

El transport d'electricitat comporta una sèrie de pèrdues, que augmenten en la mesura que les centrals de generació es troben a una major distància dels centres de consum.

Segons les dades del PEC 2006-2015 les pèrdues en el transport i la distribució d'energia elèctrica per als dos escenaris són les següents:

**Taula 23: Pèrdues en el transport i la distribució d'electricitat expressada en valors absoluts (kTep) i relatius (% del total d'energia bruta produïda)**

Pèrdues en el transport i distribució de l'electricitat			
	2003	2015 (Base)	2015 (IER)
Pèrdues en Ktep	330,50	533,40	482,60
% Pèrdues	8,57%	8,61%	7,95%

**Font:** PEC 2006-2015 i elaboració pròpia.

Les pèrdues expressades com a percentatge respecte el total d'energia bruta produïda ens permeten veure que a l'escenari IER es redueixen les pèrdues arribant a representar un 7,95% l'any 2015, mentre que a l'escenari Base són més elevades i fins i tot augmenten respecte l'any de partida (2003) arribant al 8,61% l'any 2015.

### 3.2 Gas natural

Hi ha diferents aspectes que condicionen les infraestructures bàsiques del gas natural, alguns dels més importants són:

- Previsió de la demanda i la seva distribució geogràfica.
- L'estreta relació entre les infraestructures elèctriques i de gas, donat que les previsions de la generació d'energia elèctrica a partir de les centrals de Cicle Combinat i de Cogeneració es basen en el subministrament d'aquest combustible.
- Importància de la infraestructura de gas natural bàsica per al subministrament no únicament de Catalunya sinó a tota la península Ibèrica, a més tenint en compte que és una font a importar.

Les infraestructures d'aprovisionament (importació) de gas natural a Catalunya, donada la nostra gran dependència d'aquesta font i el previst augment de la demanda en els propers anys, hauran de seguir un criteri de diversificació per tal de garantir el subministrament i millorar el preu de compra. En aquest sentit caldrà:

- Incrementar l'aprovisionament a través de gasoductes per a reduir la dependència del GNL, per al qual, recentment, s'ha incrementat la demanda de forma considerable<sup>19</sup>.
- Diversificar els subministradors de gas natural, ja sigui dels països del nord del Magreb o del centre d'Europa.

<sup>19</sup> Situació que es preveu que continui donat les previsions de creixement en la demanda de països com Estats Units (EIA, 2006b).

De la mateixa manera que s'ha fet per a la generació i distribució de l'energia elèctrica, aquest estudi utilitzarà les previsions del Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015 per analitzar les previsions sobre les xarxes de transport i distribució de gas natural.

#### *Infraestructura actual*

La xarxa de subministrament de gas natural es divideix en la Xarxa Bàsica de Transport, la Xarxa de Transport Secundari i la Xarxa de Distribució.

La xarxa bàsica de gas natural consisteix en gasoductes amb pressió màxima de disseny superior a 60 bar, les plantes de regasificació d'alimentació del sistema, els emmagatzematges estratègics i les connexions internacionals. La xarxa secundària consisteix en els gasoductes amb pressió màxima de disseny entre 60 i 16 bar. La xarxa de distribució està formada pels gasoductes amb una pressió de disseny inferior als 16 bar, i aquells que subministren a un sol consumidor.

Actualment es disposa d'una planta de regasificació situada a Barcelona amb les següents característiques:

**Taula 24: Planta de regasificació a Catalunya**

<b>Plantes</b>	<b>Capacitat d'emmagatzematge (m<sup>3</sup> GNL)</b>	<b>Capacitat de Regasificació (N m<sup>3</sup>/h)</b>
	390.000	
Barcelona	( 2 dipòsits de 40.000, 2 de 80.000 i un de 150.000)	1.500.000

**Font:** CNE, 2006b

Aquestes xifres ja incorporen part de les ampliacions previstes en el Pla de l'energia, ja que l'any 2003 la capacitat d'emmagatzematge era de 240.000 m<sup>3</sup> i la capacitat de regasificació era de 1.200.000 Nm<sup>3</sup>/h.

Altres instal·lacions de la xarxa bàsica són les dues centrals de compressió que es troben ubicades a Banyeres i Tivissa.

La xarxa de distribució de gas natural s'ha anat desenvolupant des de l'any 1969, per arribar a subministrar en l'actualitat a la major part de la població de Catalunya. Una mostra d'aquesta evolució la tenim a partir de les següents dades. L'any 1992 es disposava de subministrament per 131 municipis que representaven un 76,73% de la població de Catalunya. L'any 2004 el nombre de municipis arriben a 303 i la població al 91,20%. A la taula següent es detalla la situació per l'any 2004.



**Taula 25: Presència de la xarxa de gas natural canalitzat per al subministrament a clients segons els municipis i la població l'any 2004**

Subministrament	Nº Municipis	Població	% Població sobre total Catalunya
Gas natural	303	5.784.721	91,20%
No disposen de Gas natural	643	558.389	8,80%

Font: PEC 2006-2015.

El subministrament a Catalunya es complementa amb una xarxa de GLP (gas propà) que abasteix 70 municipis dels 643 que no disposen de gas natural, amb una població que representa el 2,1% sobre el total de Catalunya.

#### *Previsions en l'horitzó del 2015*

Les previsions d'actuacions més rellevants en la infraestructura de la xarxa de gas natural que estableix el Pla de l'Energia de Catalunya, es detallen a continuació:

- Regasificació de gas natural:  
Ampliació de la planta de regasificació de Barcelona, per arribar a finals de l'any 2007 a una capacitat de subministrament de 1.800.000 Nm<sup>3</sup>/h i l'any 2009 augmentar la capacitat d'emmagatzematge als 530.000 m<sup>3</sup> de GNL.
- Gasoductes:
  - Duplicació del gasoducte Barcelona–L'Arboç-Tivissa a 80 bar, any 2007.
  - Duplicació del gasoducte Tivissa-Castellnou (Aragó) a 80 bar a finalitzar l'any 2007.
  - Duplicació del gasoducte Tivissa-Paterna (País Valencià) a 80 bar en l'horitzó de l'any 2010.
  - Mallat de la xarxa amb el gasoducte Castellnou–Tamarit de Llitera, actualment en execució i amb finalització prevista l'any 2005, amb un traçat que transcorre totalment per l'Aragó.
  - Ampliació de la capacitat de les estacions de compressió de l'Arboç i Tivissa fins els 1.000.000 Nm<sup>3</sup>/h i 800.000 Nm<sup>3</sup>/h respectivament, a realitzar abans de l'any 2007.
  - Ramals necessaris per a l'alimentació de les noves centrals de cycle combinat previstes, en funció del calendari de construcció d'aquestes centrals i de la seva ubicació. L'anell Martorell-Montmeló-Besòs serviria per alimentar les noves centrals previstes a la zona del Besòs i reforçar el subministrament a una part de l'àrea metropolitana de Barcelona.
- Emmagatzematge  
Les principals funcions d'aquestes instal·lacions són, d'una banda, modular i ajustar l'oferta i la demanda, i d'altra banda disposar d'unes existències mínimes de seguretat, amb la finalitat d'assegurar un marc de continuïtat i distribució d'aquest combustible en cas d'una eventual falta de subministrament. La producció de gas natural a l'Estat espanyol, que

no arriba al 0,5% sobre el subministrament total (CNE, 2006c), amb l'afegit que per als propers anys s'incrementarà la seva importació, fa que la dependència davant d'una fallida en el subministrament sigui total.

Hi ha dos tipus d'emmagatzematge de gas natural, el de les plantes de regasificació, que emmagatzemen GNL, comentat en el punt anterior, i l'emmagatzematge subterrani, que emmagatzema gas natural. Per aquestes darreres infraestructures, de les que no se'n disposa de cap actualment a Catalunya, encara estan per determinar els possibles emplaçaments, a l'espera de la finalització de diversos estudis de viabilitat. Aquestes infraestructures es consideren estratègiques, ja que serien les encarregades de garantir el subministrament per als consumidors prioritaris durant un període de temps determinat<sup>20</sup>. Tot i així es posa de manifest la vulnerabilitat respecte aquesta font d'energia primària si tenim en compte:

- Important contribució en la generació d'energia elèctrica i altres usos finals (calefacció).
  - Reserves estratègiques limitades.
  - Subministrament reduït a unes àrees geogràfiques limitades (Algèria en un 45%, Països del Golf en un 20% i Nigèria en un 15%, dades del 2005 (CNE, 2006c)).
- Xarxa de distribució
- En relació a la xarxa de distribució es preveu proveir de gas natural canalitzat a tots els municipis majors de 500 habitants<sup>21</sup>. Amb aquest criteri, el nombre total de nous municipis a gasificar en el període 2005-2015 és de 128, amb una població de 272.489 habitants, que representa el 4,30% sobre el total de Catalunya.

**Taula 26: Previsió de subministrament de gas natural canalitzat a Catalunya segons els municipis i la població l'any 2015**

Subministrament	Nº Municipis	Població	% Població sobre total Catalunya
Gas natural	431	6.057.210	95,49%
No disposen de gas natural	515	285.900	4,51%

**Font:** PEC 2006-2015.

Les previsions per ampliar la xarxa de GLP canalitzat contempla el subministrament a 79 nous municipis de manera que en l'horitzó del 2015 s'arribarà a un total de 149 municipis amb una població de 164.688 habitants, el que representa un 2,60% de la població de Catalunya.

<sup>20</sup> L'emmagatzematge de GNL hauria de cobrir entre els 10-12 dies de la capacitat d'emissió, mentre que l'emmagatzematge subterrani de gas natural hauria de garantir el subministrament durant 100 dies de les quantitats subministrades a menys de 4 bars i durant 4-10 dies per a la resta de consums (Retelgas, 2002).

<sup>21</sup> Aquest criteri s'aplica de forma flexible, ja que municipis amb nuclis de població molt dispersa queden exclosos, mentre que municipis més petits però amb demandes molt elevades (per exemple a causa de presència industrial) queden inclosos.

El resultat d'aquestes actuacions comportarà que l'any 2015 a Catalunya la població que disposarà de gas canalitzat serà d'un 98,1% repartida en 590 municipis.



## 4. Conclusions

---

A partir del treball realitzat es poden extreure un seguit de conclusions que ens ajuden a interpretar l'actual model de generació d'energia elèctrica i la planificació prevista per als propers anys, així com tenir en consideració criteris que poden contribuir a millorar el nostre model de generació d'energia elèctrica.

En general podem dir que l'actual model de generació d'energia elèctrica es caracteritza per tot un seguit d'aspectes que el converteixen en un model insostenible, dependent i vulnerable econòmicament. Per aquest motiu cal definir les estratègies i planificar les actuacions més immediates per corregir aquest model i començar a assentar les bases per un model més sostenible, independent i estable econòmicament. A continuació es presenta un conjunt de reflexions al voltant del model energètic català i de les previsions realitzades a curt termini, que després es traduiran en mesures més concretes.

- Els principis bàsics que s'han de tenir en compte per a la transició cap a un nou model energètic són:
  - Reducció de la demanda: polítiques de gestió de la demanda que fomentin l'estalvi i l'eficiència.
  - Energies renovables: Augment de les fonts renovables com a fonts autòctones, amb un subministrament permanent al llarg del temps, amb un major impacte sobre la creació d'ocupació i un menor impacte ambiental que les fonts energètiques convencionals.
  - Eficiència: en la generació i distribució.
  - Ús de combustibles fòssils menys impactants que els derivats del petroli i el carbó.
  - Progressiu tancament de les centrals nuclears.
- Per a possibilitar un canvi real en el model energètic, aquest ha de produir-se no només en l'àmbit de la generació, sinó en la demanda. Donades les previsions de creixement demogràfic i econòmic cal que la demanda pugui dissociar-se d'aquests factors. El consum d'energia per càpita i la intensitat energètica han de reduir-se de manera significativa en els propers anys per tal que la demanda energètica, i en particular l'energia elèctrica, prevista per l'any 2015 es situï per sota de les previsions de creixement, que arriben al 54% per aquest període, és a dir una taxa del 3,68% anual. Amb aquests ritmes de creixement és molt difícil que l'actual mercat de les energies renovables pugui donar resposta en la seva totalitat, per la qual cosa es recorre a tecnologies i fonts energètiques, com les centrals de cycle combinat i el gas natural, que una vegada implantades romandran operatives durant tot el temps de vida de les instal·lacions, contribuint a que una vegada el mercat de les renovables maduri<sup>22</sup> no tingui possibilitats d'implantar-se.
- La única manera de reduir l'elevada dependència energètica és recórrer a les fonts energètiques autòctones. Si descartem el carbó, únicament ens queden

---

<sup>22</sup> Maduri en el sentit que les tecnologies existents siguin més competitives.

les energies renovables. Les energies renovables també comporten una millora ambiental, econòmica i social. L'aprofitament d'aquestes fonts energètiques no produeixen emissions de CO<sub>2</sub> durant l'activitat de generació d'energia elèctrica. Aquestes centrals generen una major ocupació que les centrals convencionals. Finalment, la disponibilitat del recurs més o menys continu garanteix el subministrament i el seu cost de manera estable. El Pla de l'Energia preveu arribar a que les energies renovables aportin el 13,7% per a l'escenari Base i un 23,5% per a l'escenari IER l'any 2015. Tot i que l'increment respecte la situació actual és significatiu, ens trobem per darrera dels objectius que adopta l'Estat espanyol. Seria necessari que es destinessin més esforços a la promoció, recerca i desenvolupament d'aquestes energies.

- Davant les previsions realitzades en el Pla de l'Energia caldria que en cap cas ens quedéssim amb el compliment de l'escenari Base, ja que no aporta canvis significatius al model actual. Ha de ser un objectiu prioritari complir, com a mínim, amb els objectius de l'escenari IER, ja que és l'únic que comporta unes millores substancials. El compliment d'aquest darrer escenari, d'acord amb el què estableix el Pla, passa per arribar als 3.500 MW de potència instal·lada de l'energia eòlica. A Catalunya és coneguda la conflictivitat generada al voltant de projectes de parcs eòlics, tot i que des de fa molts anys s'ha estat al capdavant pel que fa a la fabricació d'aquesta tecnologia. Cal adoptar una estratègia que faci compatibles els interessos locals, la protecció del medi ambient i un aprofitament d'aquest recurs energètic, com per exemple la participació dels agents locals en el desenvolupament dels projectes.
- En el Pla es preveu un allargament de la vida útil de les centrals nuclears, cosa que augmenta el risc d'avaries i d'incidents, simplement pel fet de mantenir-les més temps en funcionament. El manteniment de l'activitat d'aquestes centrals agreuja encara més el problema dels residus radioactius, que en aquests moments no disposen d'un emplaçament com a solució provisional, donat que el seu tractament, en l'actualitat, no disposa d'una solució definitiva. Es pot considerar un error estratègic no preveure les alternatives més sostenibles a mig i llarg termini en cas d'un tancament progressiu de les centrals nuclears. Com el mateix Pla indica, si les alternatives han de ser les centrals de cicle combinat s'estarà incidint encara més sobre els impactes ambientals (canvi climàtic), la dependència i els riscos d'instabilitat econòmica. S'hauria de contemplar que en l'horitzó del 2015, quan només quedin 6, 9 i 10 anys per al final de la vida útil de cadascuna de les tres centrals, la possibilitat d'estar en disposició de proporcionar una alternativa sostenible. Això si no s'avança el seu tancament. La solució passa inevitablement per incidir sobre la gestió de la demanda i augmentar l'aprofitament de les energies renovables.
- La generació distribuïda apropa els centres de consum a les centrals de generació. Aquesta configuració permet reduir les pèrdues degudes al transport de l'electricitat, però d'altra banda fa que la gestió del sistema sigui més complex. Una de les tecnologies que possibilita una major generació

distribuïda i un major rendiment energètic (no només elèctric) és la cogeneració. El potencial de creixement previst per a la cogeneració és limitat perquè s'ha plantejat per a consumidors individuals. Podria estudiar-se si és factible ampliar la seva implantació a totes aquelles àrees de nova urbanització tant residencial com industrial, que en definitiva són les que en gran part causaran l'increment de la demanda energètica (electricitat i tèrmica) en els propers anys. D'aquesta manera es podria absorbir aquest increment de demanda amb sistemes molt més eficients que els actuals. Aquest nou model de generació també donaria lloc a un nou model de distribució, consistent en microxarxes.

- L'actual model de transport es troba condicionat per un model de generació centralitzat, i en certa mesura l'existència de xarxes amb aquestes característiques pot condicionar en darrer terme la perpetuació d'aquest model de generació. Davant la necessitat d'incrementar l'aprofitament de les fonts d'energia renovable i l'eficiència del conjunt del sistema, caldria prioritzar configuracions de la xarxa que ho garanteixin, quan sigui necessari. Aquest és el cas de l'energia eòlica, però en un futur pot ser l'energia solar termoelèctrica.
- El model de generació d'energia elèctrica actual a Catalunya genera diversos impactes ambientals, entre els que destaquen la problemàtica de la gestió dels residus radioactius i les emissions de CO<sub>2</sub>, a banda de la contaminació causada per les centrals que utilitzen combustibles fòssils. Si tenim en compte l'impacte relatiu de cadascun d'aquestes emissions i residus en relació al model de generació estatal veiem que a Catalunya les emissions de CO<sub>2</sub> tenen un pes relatiu menys important, al contrari del que passa amb els residus radioactius. El Pla preveu que l'any 2015 a Catalunya s'incrementin les emissions de CO<sub>2</sub> de manera significativa, la qual cosa perjudica el compliment dels objectius de reducció d'emissions que fixa la UE per als Estats membres.
- El Pla preveu estendre la xarxa de transport de gas natural i GLP canalitzat fins a cobrir les necessitats tèrmiques del 98,1% de la població de Catalunya. L'extensió de la xarxa possibilita que la major part de la població pugui utilitzar per aplicacions tèrmiques (calefacció i escalfament d'aigua sanitària) el gas natural i no l'electricitat, la qual cosa comporta una reducció en el consum d'energia primària. Aquesta xarxa tan extensa també possibilita el desenvolupament de projectes de cogeneració en els que l'aprofitament principal sigui la biomassa i el gas natural li doni suport.

Com a síntesi de les conclusions destaquem els següents punts:

- Un dels problemes més importants que haurem d'afrontar durant els propers anys és l'important creixement de la demanda de l'energia elèctrica. Aquesta forta demanda condiciona el desenvolupament d'un model de generació d'energia elèctrica més sostenible. Caldrà doncs

redoblar els esforços en millorar l'eficiència i l'estalvi en l'ús final de l'energia.

- Davant dels escenaris previstos pel Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, l'escenari Intensiu amb Energies Renovables (IER) és l'únic que permet introduir millores sensibles al model de generació d'energia elèctrica actual. S'han de realitzar tots els esforços necessaris per assolir els objectius de l'escenari IER. Actualment aquest compliment passaria per superar els aproximadament 1.808 MW<sup>23</sup> d'energia eòlica aconseguits, fins arribar als 3.500 MW.
- El model de generació d'energia elèctrica per als propers anys es modifica substancialment amb un major increment del gas natural i en menor mesura de l'energia eòlica. Això permet concloure que en alguns aspectes s'empitjora mentre que en uns altres es millora. Queda clar que aquest escenari és de transició, si a més hem de tenir en compte que les centrals nuclears han de tancar-se durant la dècada del 2020. Cal comentar que davant d'aquest escenari, actualment únicament es preveu l'alternativa dels cicles combinats, és a dir del gas natural, font exhaurible a mig termini i amb preus cada cop més alts, quan caldria treballar alternatives més sostenibles, com en eficiència i estalvi energètic i un major desenvolupament de les energies renovables.
- Precisament per adequar-se a aquest escenari amb alternatives sostenibles cal redoblar els esforços en la recerca i desenvolupament de noves tecnologies de generació amb energies renovables i de distribució amb model de generació distribuïda, així com el desenvolupament de projectes que incorporin tecnologies innovadores. Això hauria d'incloure, a curt termini, la realització de diverses experiències pilot, per exemple, la instal·lació de centrals termosolars i de centrals de cogeneració per al subministrament de noves àrees d'urbanització (residencial, comercial i industrial).
- Així doncs, tot i que l'escenari IER millora l'actual model de generació d'energia elèctrica, i és l'escenari més ambiciós planificat per l'administració catalana, caldria incidir encara més en:
  - Potenciar l'aprofitament de les energies renovables.
  - Potenciar el desenvolupament de la cogeneració i xarxes distribuïdes, com a sistemes més eficients i amb possibilitat d'aprofitament de les energies renovables.
  - Assumir un calendari de progressiu tancament de les centrals nuclears per treballar en les alternatives més sostenibles.

---

<sup>23</sup> Potència corresponent a parcs eòlics operatius, en fase de construcció o bé tramitant les infraestructures elèctriques necessàries per a la seva evacuació

## 5. Referències

---

Agència Catalana de l'Aigua (ACA). 2006. Caracterización de masas de agua análisis del riesgo de incumplimiento de los objetivos de la directiva marco del agua (2000/60/ce) en las cuencas de Cataluña intra e intercomunitarias". Març de 2006.

Carvalho, L.C. and Szwarc, A. 2001. Understanding the Impact of Externalities, Case Studies Brazil. International Development. Seminar on Fuel Ethanol, Washington D.C.

Comisión Nacional de la Energía (CNE). 2005. *Quinto informe semestral de seguimiento de las infraestructuras referidas en el informe marco sobre la demanda de energía eléctrica y de gas natural y su cobertura*. Juny, 2005.

Comisión Nacional de la Energía (CNE). 2006a. *Informe mensual de ventas de energía del régimen especial*. Abril de 2006.

Comisión Nacional de la Energía (CNE). 2006b. *Red Básica de gasoductos y transporte secundario. 1er Trimestre 2006*.

Comisión Nacional de la Energía (CNE). 2006c. Informe sobre el consumo de gas natural en el 2005.

Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). 2005. *Actuaciones del CSN en relación con la degradación del sistema de agua de servicios esenciales de CN vandellós II*. 4 de maig de 2005.

Department of Trade and Industry of the United Kingdom. 2006. Our Energy Challenge Power from the people.

Energy Information Administration. (EIA). 2002. Renewable energy ... into the mainstream. International Energy Agency, The Netherlands, October, 2002 [www.iea.org](http://www.iea.org)

Energy Information Administration (EIA). 2006. Assumptions to the energy annual outlook 2006. Estats Units.

Energy Information Administration (EIA). 2006b. International Energy Outlook 2006. June 2006.

Foro de la Industria Nuclear Española. 2004. Energía Nuclear en España.

Generalitat de Catalunya. 2002. *Pla territorial sectorial de la implantació ambiental de l'energia eòlica a Catalunya*. 2002.

Generalitat de Catalunya. Institut Català d'Energia. 2003. Eficiència Energètica. N° 161, Març de 2003.

Generalitat de Catalunya. 2005. *Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015. Pla Estratègic*. Barcelona, 2005.

Generalitat de Catalunya. 2005b. Biomega. *Estudi del potencial de microgeneració a Catalunya en l'horitzó de l'any 2015*. Barcelona, 2005.

Generalitat de Catalunya. Departament d'Indústria, Comerç i Turisme. Institut Català d'Energia. EnergiaDemo Núm. 77.

Goldemberg, J. 2004. The Case for Renewable Energies. Thematic Background Paper. Febrer 2004.

Grassi, G. 1996. Potential Employment Impacts of Bioenergy Activity on Employment. Proceedings of the 9th European Bioenergy conference Vol. I, pp. 419-423 Eds. – P. Chartier et al. Elsevier, Oxford. 1996.

Greenpeace. 2006. La catástrofe de Chernóbil. Consecuencias en la salud humana.

Grupo AESA. 2005. *Potencial de Cogeneració a Catalunya*. Barcelona.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2006. Boletín Electrónico IDAE nº 29.

Ministerio de Economía. Dirección General de Política Energética y Minas. 2002. *Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011*. Setembre 2002

Ministerio de Economía. Secretaría de Estado de Energía. 2003. Estrategia de ahorro y eficiencia en España 2004-2012. E4. Novembre 2003.

Ministerio de Industria y Comercio. IDAE. 2005. Plan de las energías renovables 2005-2010 (PER 2005-2010). Juliol 2005.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. 2006. Conclusiones de la presidencia mesa de diálogo sobre la evolución de la energía nuclear en España. Octubre de 2006.

Nuclear Issues Briefing. 2006. *Paper Safety of Nuclear Power Reactors*. 14 November 2006

Pérez, E. M. 2001. Energías Renovables, Sustentabilidad y Creación de Empleo: Una Economía Impulsada por el Sol. Catarata, Madrid, ISBN 8483191156 p. 270.

Pérez Arriaga, J.I. 2005. *Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España*.

Red Eléctrica Española. (REE). 1998, 2003. *Boletín Estadístico de Energía*

*Eléctrica*. Juliol, agost i novembre de 1998, octubre 2003.

Red Eléctrica Española. 2005. *Informe del Sistema Eléctrico Español en 2004*.

Red Eléctrica Española. 2006. *El Sistema Eléctrico Español 2005*.

Renewable Energy Policy Projecte. REPP. 2001. The work that goes into renewable energy, Research report number 13. Renewable Energy Policy Project, Washington, [www.repp.org](http://www.repp.org).

RETELGAS. 2002. *Almacenamientos de Gas Natural (Capítol 12)*.

Ruffles, P. 2004. *The Costs of Generating Electricity*. The Royal Academy of Engineering .

SENER. 2005. *Estudi sobre la planificació de les infraestructures d'energia elèctrica a Catalunya*.

UNDP and UNICEF. 2002. *The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident. A Strategy for Recovery*. A Report Commissioned by UNDP and UNICEF with the support of UN-OCHA and WHO.

UNICA (the São Paulo Sugarcane Agroindustry Union). 2003. Personal communication and [www.unica.com.br](http://www.unica.com.br).

World Coal Institute. 2004. *The role of Coal as an energy source*.

World Energy Council's (WEC). *Statement 2000*.

Storm van Leeuwen, J.W.; Smith, P. 2005. *Nuclear Power: the Energy Balance*.





## **Llistat dels principals acrònims utilitzats**

---

CNE: Comisión Nacional de la Energía  
 EDAR: Estació Depuradora d'Aigües Residuals  
 GLP: Gas Lliquat del Petrolí  
 ICAEN: Institut Català de l'Energia  
 IER: Intensiu en energies renovables  
 PEC 2006-2015: Pla de l'energia de Catalunya 2006-2015  
 PER 2005-2010: Plan de las energías renovables en España 2005-2010  
 REE: Red Eléctrica de España  
 RSU: Residus Sòlids Urbans

## **Índex de termes**

---

calefacció de districte, 35	nuclears, 1, 2, 5, 6, 7, 9, 14, 15, 17, 18, 25, 26, 37, 46, 47, 49
CO <sub>2</sub> , 2, 4, 17, 18, 23, 28, 29, 47, 48	Pla de l'Energia, 1, 4, 6, 10, 12, 13, 14, 16, 19, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 34, 37, 43, 47, 49
cogeneració, 2, 7, 11, 15, 18, 24, 33, 34, 35, 48, 49	Pla de l'Energia, 1, 5, 10, 12, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 38, 40, 41, 42, 44, 52
electricitat, 2, 3, 5, 10, 11, 13, 14, 17, 24, 25, 29, 33, 35, 37, 38, 40, 41, 47, 48	règim especial, 1, 2, 4, 11, 13, 14, 24, 25, 30, 31
escenari Base, 3, 4, 5, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 37, 41, 47	règim ordinari, 11, 13, 30
escenari IER, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 37, 41, 47, 49	renovable, 2, 17, 24, 35, 48
generació distribuïda, 4, 6, 23, 24, 25, 47, 49	subministrament energètic, 35

## Glossari

---

### **Calefacció de barri o urbana**

Traducció del terme anglès District Heating. Consisteix en la producció de calor (vapor o aigua calenta) de forma centralitzada, generalment a través d'una central de cogeneració, el qual es distribueix a través d'una xarxa per al subministrament dels serveis energètics d'aigua calenta sanitària i de calefacció a usuaris domèstics i activitats econòmiques (industrials, serveis, etc.) situades en una determinada àrea geogràfica propera a la central de producció. També podem parlar de Climatització urbana si addicionalment es subministra fred.

### **Energia solar termoelèctrica**

Consisteix en l'energia elèctrica generada a partir de l'energia solar (radiació directe) a través de processos d'alta temperatura. Existeixen diverses tipus d'instal·lacions i tecnologies, entre les quals trobem les Torres Centrals i les Cilindro-Parabòliques. Per aplicacions de petita potència es disposa de la tecnologia del Disc Parabòlic.

### **Generació distribuïda**

Hi ha diverses accepcions per aquest concepte. Consisteix en la generació d'energia elèctrica, o l'aprofitament de fonts d'energia primària, de manera descentralitzada en el territori. Les fonts d'energia renovable són les que poden portar a la pràctica d'una manera més clara aquest concepte, ja que es troben distribuïdes per tot el territori (solar) o part del territori (vent, biomassa, geotèrmica, etc.). En un sentit més ampli, també es considera generació distribuïda, la generació d'electricitat a partir de centrals de cogeneració que aprofitin gas natural. En aquest cas però, la font d'energia primària es trobaria en jaciments centralitzats. Un dels avantatges de la generació distribuïda és la disminució de les pèrdues energètiques en concepte de transport.

### **Règim especial**

Consisteix en les instal·lacions de generació d'energia elèctrica que subministren l'electricitat a la xarxa, que es caracteritzen per la seva elevada eficiència (cogeneració) o perquè aprofiten fonts d'energia renovable (eòlica, etc.). Aquest tipus d'instal·lacions es veu regulat per la legislació del sector elèctric, la qual estableix un sistema de primes per energia produïda (kWh subministrat a la xarxa).