

ÀMBIT 2: ENERGIA I CANVI CLIMÀTIC

TEMA: 2.1 Energies renovables: solar, eòlica,.. Combustibles fòssils / Canvi de combustibles: bioenergies i cultius energètics

Referència bibliogràfica:

Revista Medi Ambient. Post-Kyoto (núm 37).

http://mediambient.gencat.net/cat/el_departament/revista/inici.jsp

L'interrogant - Fins quan tindrem reserves de combustibles fòssils?

Mariano Marzo

Catedràtic d'estratigrafia i professor de recursos energètics de la UB

El 87 % de l'energia primària que es consumeix al món, sense comptabilitzar la biomassa tradicional, prové dels combustibles fòssils. Aquest article, amb la perspectiva del 2030, planteja i respon un seguit de preguntes en relació amb la sostenibilitat del model energètic actual: disposem de prou reserves i recursos de petroli, gas i carbó per plantar cara a la demanda futura?; quina capacitat d'extracció cal posar a punt per satisfer aquesta demanda?; quines implicacions tindrà això sobre el comerç mundial?; quin grau de dependència haurien de suportar els països industrialitzats?, i quin serà l'impacte ambiental sobre el planeta causat per l'ús continuat i creixent de combustibles fòssils?

La renovació d'una societat és el resultat d'una misteriosa conjunció de somnis, inspiració, creativitat i grans dosis de realisme. O, dit d'una altra manera, l'energia necessària per al canvi prové d'una poció que barreja idees i fets en la proporció adequada.

Una d'aquestes idees, la idea que la nostra societat ha de reemplaçar els combustibles fòssils (carbó, gas i petroli) per altres fonts energètiques més netes, gaudeix d'una gran reputació entre l'opinió pública. Aquesta popularitat constitueix una temptació irresistible per a polítics i mitjans de comunicació que proclamen a so de bombo i platerets la urgència d'invertir diners i esforç tecnològic en el desenvolupament de fonts energètiques alternatives. Us preguntareu que té de dolent, això. Per descomptat, res, sempre que siguem conscients que avançar cap a la concreció d'un ideal no justifica deixar de ser realistes. És necessari potenciar al mateix temps l'exploració i l'extracció d'hidrocarburs, i també la millora de les infraestructures corresponents de transport, emmagatzematge i distribució, tot això sense deixar de banda la gestió dels residus generats per aquests usos.

I és que, tant si ens agrada com si no, avui dia, si no comptabilitzem la biomassa tradicional, una mica més del 87 % de l'energia primària consumida al món procedeix de combustibles fòssils. Les modernes energies renovables encara en subministren

menys del 2 % del total. És obvi que durant un llarg període de temps no ens podrem apanyar sense petroli, gas i carbó.

Ningú ja no dubta del potencial de creixement de les energies renovables i dels biocombustibles en els països industrialitzats. No obstant això, s'estima que cap al 2030 els combustibles fòssils encara representaran prop del 80 % de l'energia primària que consumirà el món. Si no es concreta una revolució tecnològica ràpida i espectacular, la conclusió és clara: encara que en el futur el percentatge de consum dels combustibles fòssils decreixerà a favor de les energies renovables, la quantitat total de carbó, petroli i gas utilitzada incrementarà en termes absoluts respecte als nivells actuals.

En aquest context, aquest article es planteja l'objectiu d'atalaiar l'horitzó del 2030 per mirar de trobar respostes, amb les reserves lògiques inherents a qualsevol predicció, a una sèrie de preguntes de gran importància que resulten inexcusables quan es parla de sostenibilitat energètica: disposem de prou reserves i recursos de petroli, gas i carbó per plantar cara a la demanda futura?; quina capacitat d'extracció cal posar a punt per satisfer aquesta demanda?; quines implicacions tindrà això sobre el comerç mundial?; quin grau de dependència haurien de suportar els països industrialitzats?, i quin serà l'impacte ambiental sobre el planeta causat per l'ús continuat i creixent de combustibles fòssils?

L'escenari de referència de l'AIE (Agència Internacional de l'Energia): hipòtesi de partida

Existeixen diverses fonts d'informació respecte de la previsió a mitjà termini del creixement de la demanda i del consum mundial d'energia primària. Entre aquestes fonts, destaquen els informes publicats per l'Agència Internacional de l'Energia (World Energy Outlook, 2004) i pel Departament d'Energia del Govern dels Estats Units (International Energy Outlook, 2005). El primer estén les seves previsions fins a l'any 2030, i el segon, fins al 2025. En aquest treball, per raons d'espai i de simplicitat, comentarem exclusivament les conclusions contingudes en l'escenari de referència de l'Agència Internacional de l'Energia (AIE).

Recordeu que l'AIE, amb seu a París, és un organisme autònom fundat el 1974 (com a conseqüència del "xoc" petroler del 1973) dins del marc de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE). El seu objectiu és dissenyar i dur a la pràctica un programa energètic internacional. L'AIE està integrada pels 26 països següents: Alemanya, Austràlia, Àustria, Bèlgica, el Canadà, Corea del Sud, la República Txeca, Dinamarca, Espanya, els Estats Units d'Amèrica, Finlàndia, França, Grècia, Hongria, Irlanda, Itàlia, el Japó, Luxemburg, els Països Baixos, Nova Zelanda, Noruega, Portugal, el Regne Unit, Suècia, Suïssa i Turquia. La Comissió Europea també participa en els treballs de l'AIE. L'OCDE, fundada el 1960, està integrada pels vint-i-sis països citats, i a més, Eslovàquia, Islàndia, Mèxic i Polònia.

A les pàgines següents també trobareu repetides referències a les denominades "economies en transició". Aquest terme engloba un conjunt de països que estaven sota l'òrbita de l'antiga URSS: Albània, Armènia, Azerbaitjan, Bielorússia, Bòsnia i Hercegovina, Bulgària, Croàcia, Eslovàquia, Eslovènia, Estònia, Geòrgia, Kazakhstan, Kirguizistan, Letònia, Lituània, Macedònia, Moldàvia, Romania, Rússia, Tadjikistan, Turkmenistan, Ucraïna, Uzbekistan i Iugoslàvia. Per raons estadístiques, també s'inclouen en aquest grup Xipre, Gibraltar i Malta.

Les projeccions de l'AIE es basen en un conjunt d'hipòtesis sobre polítiques governamentals, condicions macroeconòmiques, creixement demogràfic, preus dels combustibles fòssils i desenvolupament tecnològic. Aquestes projeccions s'han d'entendre com una aproximació que tan sols és vàlida si els governs no prenen rumbos diferents, tant si són millors com pitjors, als que marquen els compromisos internacionals adquirits en aquests moments. En aquest sentit, per exemple, s'assumeix que les polítiques energètiques adoptades a la Conferència de Kyoto, de desembre del 1997, continuaran sent vigents, i que no s'adoptaran noves polítiques per reduir els gasos produïts per l'efecte d'hivernacle.

El creixement econòmic és probablement el factor que més incideix en la demanda energètica. L'AIE assumeix que, durant el període de temps considerat (2002-2030), el producte interior brut mundial creixerà a un terme mitjà del 3,2 % anual, que és una xifra relativament modesta en comparació amb el que s'ha produït en les últimes dècades. Pel que fa al creixement demogràfic, l'AIE treballa sobre un augment de la població mundial que va dels prop de 6.200 milions d'habitants del 2002 fins a una mica més de 8.000 milions el 2030. Hipotèticament, el preu mitjà del barril de petroli importat (expressat en dòlars del 2000) se situaria entorn dels 22 dòlars el 2006, i es mantindria entorn d'aquest valor fins al 2010, i després incrementaria gradualment fins a arribar als 29 dòlars el 2030. El preu del gas natural evolucionaria paral·lelament al del petroli, mentre que el del carbó es mantindria pràcticament sense canvis fins al 2010, i després iniciaria un suau ascens fins al 2030.

Els canvis tecnològics i de política dels governs constitueixen, al costat de les hipòtesis formulades sobre les condicions macroeconòmiques i sobre els preus dels combustibles fòssils, els principals elements d'incertesa en l'escenari de referència de l'AIE. Ambdós factors, el tecnològic i el polític, **afectaran tant la demanda de serveis energètics com la taxa d'inversió en infraestructures de subministrament.** Òbviament, aquestes incerteses s'accentuen a mesura que ens allunyem del present i ens acostem a l'horitzó del 2030.

Pel que fa al **desenvolupament tecnològic**, l'AIE pensa que durant el període indicat es produiran avenços tecnològics, però que aquests avenços seran incrementals més que revolucionaris. Durant les pròximes tres dècades, algunes tecnologies avui existents es comercialitzaran a gran escala i s'assistirà a una evolució gradual cap a l'ús de tecnologies menys contaminants, particularment les que es basen en la utilització d'energies renovables per a la generació energètica. Podria ser que d'aquí al 2030 es produïssin avenços espectaculars en alguns camps, com en la comercialització de l'hidrogen o en la posada a punt de la tecnologia de fusió per a usos civils, però predir el moment en què això podria ocórrer i la magnitud d'aquest fet és impossible. **Sens dubte, els governs poden tenir un paper clau en el desenvolupament d'aquestes tecnologies, propiciant i impulsant els programes d'investigació i desenvolupament en matèria energètica.**

La demanda global de petroli, gas natural i carbó en el període 2002-2030

L'AIE pronostica en el seu informe que durant el període 2002-2030 la demanda global d'energia primària s'incrementarà en un 60 %, i creixerà anualment a un ritme de l'1,7 %, fins a arribar a la xifra de 16.500 milions de tones equivalents de petroli (tep). D'aquestes xifres, convé ressaltar que la taxa de creixement citada és inferior al 2 % anual de les tres últimes dècades i que l'increment previst totalitzarà prop de 6.142 milions de tep, cosa que equival a dos terços de la demanda actual.

Més del 60 % de l'augment de la demanda mundial d'energia primària provindrà dels països en desenvolupament. Els països de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic en totalitzaran el 26 %, i les economies en transició, el 8 %. La porció de la demanda mundial corresponent a l'OCDE disminuirà del 52 % actual al 43 % del 2030, mentre que la dels països en desenvolupament incrementarà del 37 % al 48 %. El percentatge corresponent a les economies en transició decreixerà lleugerament del 10 % al 9 %.

En aquest panorama, **els hidrocarburs (petroli, gas i carbó) totalitzaran prop del 85 % de l'increment previst fins al 2030 en la demanda mundial d'energia primària.** No obstant això, el seu percentatge sobre el total només augmentarà lleugerament d'un 80 % el 2002 a un 82 % el 2030.

El petroli continuarà sent l'hidrocarbur més utilitzat, malgrat que el seu percentatge sobre el total de la demanda descendirà lleugerament, del 36 % al 35 %. Es preveu que la demanda de petroli creixi anualment un 1,6 %, des dels 77 milions de barrils diaris (Mb/d) del 2002 fins als 90 Mb/d el 2010 i fins als 121 Mb/d el 2030.

De l'increment de 41 Mb/d previstos entre el 2002 i el 2030, les regions en vies de desenvolupament en comptabilitzaran gairebé dos terços. L'increment de la demanda de petroli dels països asiàtics totalitzarà 18 Mb/d, i la Xina tota sola absorbirà gairebé la meitat d'aquesta xifra. El consum de petroli a l'Amèrica del Nord també creixerà amb força, des de 22,6 Mb/d del 2002 fins a prop de 31 Mb/d el 2030. La demanda en altres països de l'OCDE incrementarà solament de manera modesta. L'Amèrica del Nord continuarà sent, amb diferència, el mercat més gran per al petroli.

Dues terceres parts de l'increment de la demanda mundial de petroli provindran del sector del transport, ja que no es preveu que, d'aquí al 2030, **cap altre combustible alternatiu pugui desafiar seriosament l'ús dels derivats del petroli.** S'estima que, el 2030, el transport absorbirà el 54 % del consum total de petroli, enfront del 47 % actual i del 33 % del 1971. Aquesta font d'energia primària continuarà sent un combustible marginal en la generació energètica, ja que el declivi de la seva utilització en els països de l'OCDE serà superior al petit augment que experimentarà en els països en desenvolupament.

Previsiblement, els sectors industrial, residencial i comercial tan sols incrementaran lleugerament el consum de petroli. La major part d'aquest consum tindrà lloc als països en vies de desenvolupament, en els quals el gas natural encara no serà un competidor seriós, ni en els processos industrials ni per a l'escalfament de l'aigua i de les llars.

La **demanda de gas creixerà** més ràpidament que la de qualsevol altre combustible, amb l'excepció de les fonts energètiques renovables no hidràuliques. Amb un creixement anual del 2,3 %, el 2030 el consum de gas serà un 90 % superior a l'actual, i poc després del 2010 haurà substituït el carbó com a segona font d'energia primària mundial. El seu percentatge sobre el total de l'energia primària consumida al món passarà d'un 21 % el 2002 a un 25 % el 2030.

Aquest ascens en la demanda de gas tindrà lloc a totes les regions. En termes de volum, el creixement serà encapçalat per l'Amèrica del Nord, seguida pels països europeus de l'OCDE. En termes de taxes de creixement, el creixement més gran es

produirà a la Xina i al sud de l'Àsia, on el consum actual de gas és molt baix.

En les pròximes tres dècades **les noves plantes de generació energètica, especialment les de cycle combinat, representaran prop del 60 % de l'increment en la demanda de gas.** Aquesta forma de generació resulta més eficient i implica menys costos de capital que les que es basen en tecnologies nuclears o del carbó. A més, el gas presenta l'avantatge sobre el carbó i sobre el petroli d'un impacte ambiental més benigne gràcies al fet que té menys contingut de carboni. Un percentatge petit, però creixent, de la demanda de gas provindrà de les plantes de transformació gas-líquids i de les cèl·lules de combustible per extreure'n hidrogen.

La demanda de carbó augmentarà a un ritme d'un 1,5 % anual, però el seu percentatge sobre el total de l'energia primària consumida al món descendirà una mica, d'un 23 % el 2002 a un 22 % el 2030.

La Xina i l'Índia, que disposen de grans recursos a un preu baix, totalitzaran gairebé les tres quartes parts de l'alça de la demanda de carbó en els països en desenvolupament i dos terços de l'increment a escala mundial. Per al 2030, la Xina i l'Índia comptabilitzaran el 45 % de la demanda global, enfront del 35 % del 2002. En aquests dos països, el consum de carbó seguirà ocupant el primer lloc entre totes les fonts d'energia primària, encara que el seu percentatge relatiu disminuirà lleugerament. En les economies en transició i en els països en desenvolupament, els sectors industrial, residencial i comercial cremaran més carbó, però la major part de l'augment de la demanda serà per a la generació energètica.

Recursos i reserves de petroli

En paràgrafs precedents hem comentat el comportament de la demanda de petroli previst per l'AIE en l'horitzó del 2030. En vista d'aquestes xifres, la pregunta és immediata: disposem de prou recursos i reserves per plantar cara a aquesta demanda?

Les estimacions sobre els recursos finals de petroli emmagatzemats en el subsòl del planeta difereixen considerablement entre elles, segons que els càlculs incloguin o no els petrolis no convencionals (petrolis pesats o molt viscosos, sorres asfàltiques i pissarres bituminoses), el petroli que es troba en el subsòl d'àrees marines profundes o en zones àrtiques, els denominats condensats (hidrocarburs gasosos en el subsòl però que a boca de pou es poden recuperar en forma líquida), i segons que s'integrin o no els efectes del previsible progrés tecnològic als costos tècnics acceptables perquè l'extracció sigui rendible.

Per simplificar la qüestió, es pot afirmar que les opinions dels experts varien entre dos pols extrems: la dels "pessimistes" i la dels "optimistes". Els primers consideren que la possibilitat d'ampliar el volum de reserves mitjançant una explotació millor i més intensa dels camps ja descoberts és pràcticament menyspreable, i que els recursos globals que queden per descobrir totalitzen una xifra inferior a una quarta part de les reserves mundials inventariades. Els segons, prenen com a certs els càlculs del Servei Geològic dels Estats Units (USGS), que invoquen el progrés tecnològic per incrementar notablement el volum de les reserves recuperables dels camps ja descoberts i, també, per trobar i desenvolupar nous recursos que avui dia resulten inaccessibles.

Encara que no existeix unanimitat en la indústria del petroli, l'AIE es decanta per la posició més optimista, i afirma que els recursos i les reserves de petroli són suficients per cobrir la demanda prevista per al 2030. No obstant això, no estan distribuïts uniformement, de manera que una sola regió, l'Orient Mitjà, posseeix més del 60 % de les reserves provades de cru que queden al planeta i prop del 40 % dels recursos que encara queden per descobrir. A més, l'AIE destaca que a pesar que els recursos i les reserves de petroli són amplis, tenen un límit. L'elaboració de models que tenen en compte diferents taxes d'extracció segons la progressió del consum duen a la conclusió que l'extracció de petroli iniciarà un declivi lent però inexorable entre el 2020 i el 2050. Això si suposem que en les pròximes dues dècades es porta a terme un esforç inversor sense precedents per concretar nous descobriments i reemplaçar els volums de cru produïts. Sens dubte, un factor crític per cobrir la futura demanda és la necessitat urgent i inapel·lable d'invertir grans sumes en investigació i desenvolupament tecnològic per millorar els percentatges d'èxit i rebaixar els costos en exploració i perforació, i també per operar en ambients extrems, com l'Àrtic i els grans fons marins.

L'extracció de petroli

L'AIE estima que l'extracció de petroli convencional augmentarà des d'una mica més de 75 milions de barrils diaris (Mb/d) el 2002 fins a prop de 111 Mb/d el 2030. Durant aquest període, l'extracció seguirà concentrada en un petit nombre de països. Els membres de l'Organització de Països Exportadors de Petroli (OPEP), particularment els de l'Orient Mitjà, veuran que els seus percentatges d'extracció augmenten, a mesura que l'extracció declina en regions ja madures.

Les previsions són que l'extracció dels països que no són membres de l'OPEP arribarà al seu zenit el 2010, després de situar-se una mica per sota dels 48 Mb/d, i que a partir d'aquest moment s'iniciarà un lent declivi. A mitjà termini, fora de l'OPEP, els únics països productors que experimentaran un auge significatiu en l'extracció de cru són Rússia, Kazakhstan, Azerbaitjan, el Brasil i Angola. En el cas de Rússia, les previsions d'extracció són passar de 7 a 8,6 milions de barrils diaris en el període 2001-2010, i continuar en ascens fins al 2030. Malgrat tot, això no serà possible sense unes inversions enormes en el desenvolupament dels camps i en la construcció d'oleoductes. Augmentar l'extracció de la regió del Caspi requerirà construir nous oleoductes per a l'exportació, cosa que exigeix uns acords de finançament i de trànsit que encara s'han de concretar. Suposant que aquestes línies d'exportació es construeixin, l'extracció combinada de Kazakhstan i Azerbaitjan podria passar d'1,1 Mb/d el 2001 a més de 3,5 Mb/d el 2010. Augmentar l'extracció de cru dels importants camps marins del Brasil i d'Angola implica el desplegament de tecnologies avançades per a l'extracció en aigües profundes i l'existència d'un règim estable de regulacions i impostos en ambdós països.

Un nombre reduït de països de l'OPEP que posseeixen reserves i recursos vastos haurien de cobrir el dèficit que existirà entre l'extracció des de fora de l'OPEP i la demanda global. La llista inclou l'Aràbia Saudita, l'Iran, l'Iraq, Kuwait, els Emirats Àrabs Units, Nigèria i Veneçuela. Aquests països haurien d'incrementar la seva extracció de 28 Mb/d el 2002 a 33 Mb/d el 2010, i arribar als 65 Mb/d el 2030.

En gran mesura, el desenvolupament dels països de l'OPEP de la nova capacitat d'extracció requerida per l'increment de la demanda dependrà del fet que aquests països trobin el capital necessari. A priori, això no sembla una tasca difícil, sobretot si es comparen els preus actuals del barril de cru amb el fet que el cost total de desenvolupar nous subministraments a l'Orient Mitjà és el més baix del món, ja que se

situa entorn dels 4 dòlars per barril. No obstant això, a ningú se li escapa que les polítiques de preus i d'extracció de l'OPEP són qüestions molt incertes, que els riscos polítics per invertir a l'Orient Mitjà són alts i que, a més, no està clar que tots els països decideixin obrir-se a temps a la inversió financera i tecnològica procedent de l'exterior.

Per al 2030, s'espera que els petroli no convencionals contribueixin amb prop del 8 % al subministrament mundial de petroli. Això representa una extracció de 10,1 Mb/d, la qual cosa significa un fort increment respecte als 1,6 Mb/d del 2002.

La major part d'aquests recursos no convencionals provindran de les sorres asfàltiques del Canadà i dels crus pesats de Veneçuela. S'estima que ambdues regions contenen 580.000 milions de barrils de reserves recuperables, és a dir, més que la totalitat de les reserves de cru convencional de l'Orient Mitjà.

La proximitat del Canadà i Veneçuela al mercat dels EUA pot facilitar que aquestes fonts energètiques arribin a ser competitives respecte a unes altres de menys cost d'extracció però provinents de regions més allunyades geogràficament. Per tant, a mesura que l'extracció dels països de l'OCDE entri en declivi, l'explotació dels recursos no convencionals constituirà una oportunitat per reduir la seva dependència de l'Orient Mitjà, molt particularment en el cas dels EUA.

El comerç mundial de petroli

En el període 2002-2030, l'ampliació del distanciament entre extracció indígena i demanda implicarà un augment considerable del comerç internacional del petroli. El comerç net interregional evolucionarà a l'alça, dels 32 milions de barrils per dia del 2002 als 65 Mb/d del 2030. Tots els països i les regions que avui dia són importadors nets, seran més dependents al final del període considerat, tant en valors absoluts com percentuals.

En el cas de l'Àsia, aquest increment serà particularment dramàtic, especialment a la Xina, un importador net des del 1993, i que el 2030 necessitarà importar prop del 74 % de la seva demanda, és a dir, uns 10 Mb/d, que equival a un volum similar a les importacions actuals dels EUA.

La dependència de les importacions dels països europeus de l'OCDE creixerà del 54 % al 86 %, mentre que la dels països del Pacífic enquadrats en l'OCDE arribarà al 95 %. L'augment de l'extracció a Mèxic i de petroli no convencionals al Canadà ajudarà a moderar l'augment de les importacions a l'Amèrica del Nord, la dependència de l'exterior de les quals passarà d'un 36 % al 55 %. En conjunt, el 2030, els països de l'OCDE importaran el 85 % de les seves necessitats de petroli, cosa que contrasta amb la xifra del 63 % el 2002.

L'Orient Mitjà serà la regió que experimentarà un auge més important en el volum de les exportacions, ja que passarà de 19 Mb/d el 2000 a 46 Mb/d el 2030. La destinació final del gruix d'aquestes exportacions serà l'Àsia, i la Xina, seguida de l'Índia, que emergiran com a grans mercats. Les exportacions provinents d'Àfrica, de l'Amèrica Llatina i dels països amb economies en transició (especialment Rússia) també creixeran, però d'una manera menys espectacular.

Sens dubte, l'expansió esmentada del comerç del petroli augmentarà el risc d'interrupcions del subministrament, no tan sols per la inestabilitat geopolítica crònica de les regions exportadores, sinó perquè per arribar als mercats el cru ha de travessar alguns "colls d'ampolla" especialment perillosos. Actualment, els estrets d'Ormuz, al

golf Pèrsic, i de Malacca, a l'Àsia, canalitzen 26 Mb/d i les previsions apunten que el 2030 aquest trànsit haurà augmentat més d'un 100 %. Qualsevol interrupció en el subministrament del flux de cru en aquests punts tindria, per tant, un gran impacte sobre els mercats del petroli.

Recursos i reserves de gas natural

L'AIE preveu que el consum de gas gairebé es duplicarà entre el 2002 i el 2030. Segons aquest organisme, els recursos de gas natural són més que suficients per cobrir la demanda prevista durant el període esmentat. El Servei Geològic dels EUA (USGS) estima que el terme mitjà dels recursos de gas que queden per explotar, incloent-hi les reserves provades, el creixement de les reserves i els recursos per descobrir, totalitzarien uns 386 bilions de metres cúbics. Segons l'USGS, l'extracció mundial acumulada de gas fins avui dia representaria menys del 12 % dels recursos finals.

Les reserves provades de gas s'han duplicat en els últims vint anys, i s'han equiparat a les de petroli, en gran part perquè les de gas s'han utilitzat a un ritme inferior. Prop de la meitat de les reserves mundials es concentren en dos països, Rússia i l'Iran. El creixement més destacable en la taxa d'addició de noves reserves ha tingut lloc a l'antiga URSS, a l'Orient Mitjà i a les regions asiàtiques del Pacífic. Gran part de les reserves actuals de gas es van trobar mentre es perforava buscant petroli. Per això, sembla molt probable que en el futur es realitzin descobriments importants.

Un aspecte important és que gairebé un terç de les reserves mundials de gas natural es troben "encallades". És a dir, els costos d'extracció i de transport fins als mercats són massa alts perquè resulti rendible explotar-les. Aquest gas "encallat" es localitza a regions molt allunyades dels mercats, ja que està situat en el subsòl de regions marines sota una làmina d'aigua considerable, en llocs inaccessibles com l'Àrtic o en camps molt petits, econòmicament marginals.

Els recursos comptabilitzats en els paràgrafs precedents no tenen en compte els hidrats de gas, que constitueixen l'acumulació de metà més gran que existeix al planeta. La quantitat d'hidrats de gas podria doblar les reserves conegudes de petroli, carbó i gas natural juntes. No obstant això, ara com ara, accedir-hi és extraordinàriament complicat i no s'ha dissenyat un mètode suficientment eficaç per obtenir-ne l'energia desitjada.

L'extracció de gas natural

Les previsions sobre les tendències regionals en l'extracció de gas reflecteixen en gran mesura la proximitat major o menor de les reserves respecte als mercats. En termes absoluts, l'extracció experimentarà un creixement més gran en les economies en transició i a l'Orient Mitjà, regions que destinaran la major part del seu increment d'extracció a l'exportació cap a Europa i cap a l'Amèrica del Nord. L'extracció també augmentarà ràpidament a Àfrica i a l'Amèrica Llatina.

L'Agència Internacional de l'Energia xifra en 7,3 bilions de metres cúbics la nova capacitat d'extracció que serà necessari posar a punt per cobrir la demanda global prevista per al període 2002-2030. Sens dubte això no es podrà materialitzar sense enormes esforços inversors en instal·lacions d'extracció i en infraestructures de transport. A més, en termes generals, a mesura que les reserves localitzades prop dels mercats vagin disminuint i les cadenes d'aprovisionament s'hagin d'allargar, cal esperar un increment del percentatge corresponent al transport en la suma total dels costos de subministrament.

En les pròximes tres dècades, i molt especialment a l'Amèrica del Nord, el subministrament convencional de gas natural que acabem d'analitzar es podria complementar amb el de gas no convencional. Aquest gas inclou el metà associat a

jaciments de carbó (coal-bed methane o CBM) i el gas extraïble de formacions argilenques (gas shales) o d'arenoses de baixa permeabilitat (tight sands).

El comerç mundial de gas natural

Per al 2030, el desajust geogràfic entre les regions que contenen els recursos i les que concentren la demanda condicionarà que els mercats del gas que hagin experimentat un creixement més gran siguin molt més dependents de les importacions. En termes absoluts, l'increment més gran d'aquestes importacions tindrà lloc als països europeus de l'OCDE.

La dependència d'aquests països augmentarà d'un 36 % el 2002 a un 65 % el 2030. L'Orient Mitjà es convertirà en un nou gran subministrador de gas al vell continent, mentre que a l'Amèrica Llatina (Trinitat i Tobago, al costat de Veneçuela) incrementaran notablement les seves exportacions. Rússia, altres estats de l'antiga URSS i els països del nord d'Àfrica seguiran ocupant els primers llocs en el rànquing d'exportacions a Europa.

Els països de l'OCDE de l'Amèrica del Nord (els Estats Units, el Canadà i Mèxic) que actualment són, en major o menor mesura, autosuficients, el 2010 necessitaran importar prop d'un 4 % de les seves necessitats, percentatge que incrementarà fins al 18 % el 2030. Totes aquestes importacions seran de gas natural liquat (GNL) provinent de l'Amèrica Llatina, l'Orient Mitjà i l'Àsia.

La Xina i l'Índia es convertiran, a curt termini, en països importadors de gas natural. Aquest gas provindrà sobretot de l'Orient Mitjà i d'altres països asiàtics, encara que, a més llarg termini, Rússia també exportarà gas a la Xina i a Corea.

Durant el període de temps estudiat (2002-2030), els gasoductes seguiran constituint les principals vies de transport de gas a l'Amèrica del Nord, a Europa i a l'Amèrica Llatina. Actualment, existeixen poques connexions físiques dels principals mercats de l'Amèrica del Nord, Europa i les regions asiàtiques del Pacífic amb l'Amèrica Llatina. No obstant això, s'espera que aquestes connexions incrementin notablement, mitjançant una ràpida expansió del comerç de GNL i la construcció de nous gasoductes submarins i de llarga distància. Les projeccions són que, el 2030, més del 50 % del comerç interregional de gas natural es faci mitjançant el transport marítim de GNL, cosa que significa un augment del 30 % respecte als volums actuals.

Reserves, extracció i comerç de carbó

Les projeccions de l'Agència Internacional de l'Energia són que la demanda de carbó creixi més lentament que la de petroli i la de gas natural, encara que, com ja hem assenyalat, la indústria del carbó no té un futur tan negre com pensen molts.

Les reserves mundials de carbó són enormes i, comparades amb les de petroli i les de gas natural, presenten una distribució geogràfica variada. Les reserves econòmicament recuperables de carbó se situen prop del bilió de tones, cosa que al ritme actual d'extracció asseguraria el subministrament durant una mica més de 200 anys. Crida l'atenció el fet que quatre grans països com els Estats Units, Rússia, la Xina i l'Índia ocupen els llocs de l'u al quatre, respectivament, en el rànquing mundial de reserves, i totalitzen el 61,5 % d'aquestes reserves. A més, cal ressaltar que, a diferència del petroli i del gas, gairebé la meitat de les reserves globals estan localitzades a països de l'OCDE.

En el futur, és probable que l'extracció de carbó s'incrementi a la Xina, els Estats Units, l'Índia, Austràlia, Sud-àfrica, Indonèsia, el Canadà, Colòmbia i Veneçuela; per contra, experimentarà un descens en els països europeus de l'OCDE. Probablement, Austràlia, Indonèsia i la Xina s'ocuparan del proveïment dels mercats de la zona asiàtica del Pacífic, mentre que Sud-àfrica, els Estats Units, Colòmbia i Veneçuela faran el mateix amb els mercats europeus i atlàntics. La localització geogràfica de Sud-àfrica li permetrà abastir Europa, l'Àsia i les dues Amèriques.

Les previsions apuntades impliquen la necessitat de mantenir una inversió constant en matèria d'infraestructures, tant d'extracció com de transport. Això resulta especialment cert per als casos de la Xina i de l'Índia, on el carbó està destinat a ser la locomotora del seu desenvolupament econòmic futur.

Les emissions de diòxid de carboni

Les projeccions d'augment de la demanda mundial d'hidrocarburs plantejades en l'escenari de referència de l'Agència Internacional de l'Energia implicarien un augment de l'1,7 % anual de les emissions globals de diòxid de carboni a l'atmosfera. Aquestes emissions arribarien als 38.000 milions de tones el 2030. És a dir, 15.000 milions més respecte als nivells del 2002, cosa que significa un augment del 62 %.

Durant el període 2002-2030, l'estructura geogràfica de les noves emissions canviarà dràsticament. Històricament, els països de l'OCDE han estat els principals emissors de gasos d'efecte d'hivernacle a l'atmosfera, de manera que el 2002 van totalitzar un 54 % del total de les emissions mundials. En aquells moments, els països en desenvolupament hi van contribuir amb un 36 % i les economies en transició, amb el 10 % restant. Per contra, el 2030, els països en vies de desenvolupament totalitzaran el 49 % del total de les emissions globals, cosa que equival a més de dos terços de l'increment previst, mentre que els països de l'OCDE i les economies en transició hi aportaran el 42 % i el 9 %, respectivament. Entre el 2002 i el 2030, únicament les emissions de la Xina augmentaran en 3.837 milions de tones, cosa que significa més d'una quarta part de l'increment global.

Entre el 2002 i el 2030, la generació energètica aportarà gairebé la meitat de les emissions globals de CO₂ (7.300 milions de tones). El transport, amb 3.800 milions, contribuirà amb prop d'una quarta part, i la resta se la repartiran els sectors residencial, comercial i industrial.

L'increment abrupte de les emissions de diòxid de carboni té una rellevància especial sobre els compromisos adoptats per molts països desenvolupats en el marc del Protocol de Kyoto. En particular, cal destacar que, el 2010, l'increment de les emissions de CO₂ previst per als països europeus de l'OCDE serà un 9 % superior als objectius fixats al Protocol. Si es comptabilitzen tots els països de l'OCDE compromesos amb l'acord, aquest percentatge creix fins al 30 %, cosa que significa excedir els objectius en 12.500 milions de tones. Aquest excés haurà de ser objecte d'intercanvi comercial amb altres països les emissions dels quals no arribin a les xifres acordades al Protocol. Per exemple, amb les economies en transició que se situen un 25% per sota dels seus objectius.

Conclusions

Les projeccions de l'escenari de referència de l'Agència Internacional de l'Energia per al període 2002-2030 deixen entreveure **unes tendències de futur per als hidrocarburs i per a les emissions de CO2 que podríem resumir en els següents punts bàsics:**

1. **La demanda mundial d'energia primària incrementarà de forma inexorable d'aquí al 2030.** Aquest increment serà igual a dos terços de la demanda actual i se centrarà, preferentment, en els països en vies de desenvolupament, amb l'Àsia, i més particularment la Xina, al capdavant.
2. Els **combustibles fòssils continuaran sent la principal font d'energia primària**, de manera que cobriran més del 90% de l'increment previst de la demanda.
3. L'augment de la **demanda de petroli passarà de 77 milions de barrils per dia el 2002 a 121 milions el 2030.** Tres quartes parts d'aquest augment seran absorbides pel sector del transport.
4. **Entre tots els combustibles fòssils, la demanda de gas natural serà que experimentarà un creixement més gran**, de manera que el 2030 s'haurà multiplicat per dos. Les noves plantes de generació elèctrica, especialment les de cicle combinat amb turbina de gas, seran les responsables del 60% d'aquest augment.
5. **El consum de carbó també creixerà**, encara que més lentament que el de petroli i el de gas. **La Xina i l'Índia comptabilitzaran dos terços de l'augment de la demanda.** La major part d'aquest increment serà destinat a la generació energètica, sector en el qual el carbó continuarà sent el combustible més utilitzat.
6. Les reserves i els recursos mundials de petroli, gas, carbó i urani són suficients per cobrir l'increment previst de la demanda, encara que, en el cas del petroli, es necessitarà un important esforç inversor per desenvolupar reserves noves i s'assistirà a un important canvi en la procedència dels subministraments, que seran majoritàriament coberts des de l'Orient Mitjà i des de l'antiga Unió Soviètica. La major part de l'increment de la demanda haurà de ser garantit pels països de IOPEP.
7. El comerç internacional d'energia primària, especialment dels combustibles fòssils, està destinat a experimentar una gran expansió. Tots els països que actualment són importadors nets de petroli, molt particularment els de l'Àsia i els pertanyents a l'OCDE i a la Unió Europea, veuran incrementar la seva dependència de l'Orient Mitjà. De la mateixa manera, els mercats del gas que experimentin un creixement més gran, com per exemple Europa, també seran més dependents de les importacions. Els gasoductes transnacionals es multiplicaran i el comerç de gas natural líquid experimentarà una arrencada impressionant.
8. **Com a conseqüència del fet que s'usin més els combustibles fòssils, les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle i de CO2 a l'atmosfera experimentaran un augment del 62% respecte als nivells actuals.** Dos terços d'aquest creixement tindran lloc en els països en desenvolupament, i els països industrialitzats que hagin signat el **Protocol de Kyoto** afrontaran dificultats serioses per complir els seus compromisos.