



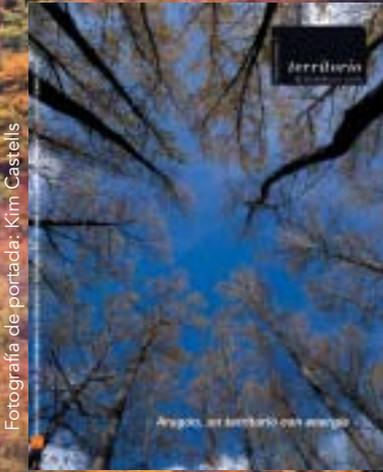
*Fotografía: Kim Castells*

Kim Castells inició su carrera fotográfica en 1978 y publicó su primer libro en 1981. Autor prolífico, su trabajo ha visto la luz en más de treinta libros y ha publicado sus reportajes en múltiples revistas nacionales e internacionales. Investiga desde el ojo de su cámara la montaña, la naturaleza, la arquitectura y el paisaje.

Con textos del aragonés Javier Tomeo, uno de los escritores contemporáneos con mayor proyección internacional, vio la luz en el año 2000 el libro *Otoño. Valle de Benasque* (March Editor). Las fotografías que se reproducen en esta revista pertenecen a esta serie.



Fotografía: Kim Castells



Fotografía de portada: Kim Castells

### Consejo editorial

**Presidente: Rogelio Silva Gayoso**, director general de Administración Local y Política Territorial del Gobierno de Aragón

#### Vocales:

**Javier Callizo Soneiro**, viceconsejero de Turismo del Gobierno de Aragón

**Isabel Artero Escartín**, viceconsejera de Economía, Hacienda y Empleo del Gobierno de Aragón

**Ramón Salanova Alcalde**, secretario general técnico del Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales del Gobierno de Aragón

**Isidro Aguilera Aragón**, director del Centro de Información y Documentación Territorial del Gobierno de Aragón

**Antonio Aznar Grasa**, Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza

**José María Cuadrat Prats**, Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza

**Antonio Embid Irujo**, Departamento de Derecho Público de la Universidad de Zaragoza

**Severino Escolano Utrilla**, Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza

**Ángela López Jiménez**, Departamento de Sociología de la Universidad de Zaragoza

**Fernando López Ramón**, Departamento de Derecho Público de la Universidad de Zaragoza

**Marcos Sanso Frago**, Departamento de Análisis Económico de la Universidad de Zaragoza

**José María Serrano Sanz**, Departamento de Estructura, Historia Económica y Economía Pública de la Universidad de Zaragoza

### Equipo técnico

**Director:** Hugo Miquel Vela

#### Consejo de Redacción

María Victoria Rodríguez Cativiela

Gregorio Izuzuquiza Rueda

José Ramón San Julián Calvo

Carmen Ruiz Fleita

Susana Marina Hernández

Pablo Dolz Millán

Roberto García Bermejo

Correo electrónico: [territorio@aragon.es](mailto:territorio@aragon.es)

#### Web de territorio & DESARROLLO LOCAL:

<http://www.canalterritorio.net>

#### Web del Gobierno de Aragón:

<http://www.aragon.es>

#### Coordinación:

Aragón Media, S.L.

C/ San Lorenzo, 6-10.

50001 Zaragoza (España)

[www.grupoaragondigital.com](http://www.grupoaragondigital.com)

[administracion@aragonmedia.com](mailto:administracion@aragonmedia.com)

#### Maquetación, diseño e impresión:

tintaura

C/ Galán Bergua, 6. Local.

50017 Zaragoza (España)

[www.tintaura.com](http://www.tintaura.com)

[info@tintaura.com](mailto:info@tintaura.com)

#### Depósito legal:

Z-1536-2001

#### Esta publicación está impresa en:

☑️ Papel ecológico estucado para portadas (250 gr.)

☑️ Papel ecológico estucado para parte informativa (115 gr.)

♻️ Papel reciclado estucado para parte científica (115 gr.)

Permitida la reproducción de los artículos de esta revista, citando la procedencia y el autor de los mismos.

## EDITORIAL

Durante estas últimas semanas hemos podido constatar la importancia de la energía en nuestras vidas, en un doble sentido. Las elevadas temperaturas han vuelto a poner en evidencia nuestra fragilidad en el sistema de suministro eléctrico y la necesidad de generar y distribuir más y mejor energía, ya que el consumo va cada año por delante de la producción estableciendo nuevos récords cada verano. Por otro lado, la gran inestabilidad política en Oriente Próximo, principal proveedor de energía en forma de petróleo, provoca gran incertidumbre y preocupación en los mercados de todo el mundo.

La energía y la explotación de los recursos que posibilitan su producción han sido elementos de desarrollo de los territorios. Así lo hemos vivido en la época de mayor esplendor de la Cuenca Minera, que coincide con el impulso a sus explotaciones de lignitos y, ahora, en menor medida, en el desarrollo de algunos municipios bajo la alargada sombra de los aerogeneradores.

Ha comenzado la carrera por encontrar ese nuevo vector energético de futuro, bajo una fuente inagotable, o al menos no tan dependiente como la materia fósil. Y aquellos países que apuesten por la investigación y superen el problema del almacenamiento de la energía habrán dado un paso definitivo, tan importante como el que dio Inglaterra en la revolución industrial.

En Aragón tenemos el mismo problema que en el resto de Europa: la fuerte dependencia de petróleo y de gas procedentes de terceros países, lo que nos convierte en importadores de energía.

El Departamento de Industria del Ejecutivo aragonés afronta este problema con la potenciación de los recursos autóctonos y la diversificación de fuentes, con el objetivo de compensar la balanza energética. Nuestra Comunidad cuenta con abundantes recursos

endógenos y ha sabido combinar el desarrollo del carbón limpio, las centrales hidroeléctricas, que indudablemente van ligadas a los embalses, pequeñas plantas de biocombustible, de cogeneración en algunas industrias y, en los últimos años, una creciente instalación de parques eólicos, que este verano se convertirán ya en la fuente con mayor potencia instalada, aunque el alto rendimiento de la central de Andorra hace que ésta siga siendo la primera fuente de energía.

Pero ante la creciente demanda, se requiere el desarrollo de nuevas fuentes inagotables, como las huertas solares o el más ambicioso proyecto de generación y almacenamiento de hidrógeno, elemento inagotable en el agua del mar. Precisamente, ahí es donde Aragón se ha adelantado a todas las comunidades con la constitución de la Fundación del Hidrógeno que, instalada en Walqa, ha logrado reunir en su consejo a instituciones públicas y privadas de gran prestigio. Otra buena noticia ha sido la reciente apertura de la planta de ciclo combinado de Castelnou (Teruel), que con 800 megavatios de potencia instalada se convertirá en una de las principales fuentes energéticas de nuestra Comunidad y nos permitirá superar los 20.000 gigavatios producidos en un año. Este tipo de centrales requieren varias condiciones para que sean rentables: suministro de gas en abundancia, agua para refrigerar la central, poca altitud para un mejor rendimiento y espacio; cuatro condiciones que tenemos ampliamente en el valle medio del Ebro.

Aragón necesita la mayor independencia posible en el abastecimiento energético, por eso la apuesta por su desarrollo y diversificación es clave para el futuro de nuestra Comunidad. Tenemos todo lo necesario para que así sea: agua, sol, viento, superficie, carbón, investigadores preparados y voluntad política.

***Ha comenzado la carrera por encontrar ese nuevo vector energético de futuro bajo una fuente inagotable, o al menos no tan dependiente como la materia fósil. Y aquellos países que apuesten por la investigación y superen el problema del almacenamiento de la energía habrán dado un paso definitivo***

# MANUEL PIZARRO MORENO

*Presidente de Endesa*

“ENDESA INVERTIRÁ EN ARAGÓN 1.290 MILLONES DE EUROS EN EL PERIODO 2006-2009”

*Manuel Pizarro asegura en esta entrevista que, desde siempre, Endesa ha apostado fuerte por Aragón. En el periodo 2006-2009, invertirá en esta región 1.290 millones de euros. Defiende el mantenimiento de las centrales de carbón y afirma que Aragón tiene un altísimo nivel en la cantidad y calidad del suministro energético. Apoya el desarrollo de métodos de generación eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cada vez más eficientes y de mayor potencia, y sostiene que el futuro del hidrógeno es prometedor. Pero mientras no encontremos “la fuente de energía perfecta”, asegura que la solución pasa por contar con todas las fuentes de energía en un mix diversificado y equilibrado entre el carbón, la energía nuclear, el gas o las energías renovables”.*



### ***El perfil***

Manuel Pizarro Moreno nació en Teruel en 1951, con 22 años se licenció en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid, titulación con la que se presentó a las oposiciones de abogado del Estado, plaza que consiguió en 1978.

Ha desempeñado, entre otros, los cargos de jefe de la Asesoría Jurídica de la Diputación General de Aragón y subdirector general de Cooperación con las Comunidades Autónomas. En 1987, ganó la plaza de agente de cambio y bolsa. Poco después creó la agencia de valores independiente Ibersecurities. Miembro de la Comisión Nacional del Mercado de Valores, fue elegido en 1991 presidente del Consejo de Administración de la Sociedad Rectora de la Bolsa de Madrid. Más tarde llegó a la Presidencia y permaneció en ella hasta 1992. El Consejo de Administración de Ibercaja, al que pertenecía desde mayo de 1994, lo designó presidente de esta entidad bancaria en 1995. También fue presidente de la Confederación Española de Cajas de Ahorros.

Consejero de Endesa desde octubre de 1996, fue nombrado vicepresidente de la eléctrica en 1998 y presidente en 2002.

Endesa ha tenido, históricamente, una estrecha relación con nuestra Comunidad, tanto en la explotación minera como en la transformación del mineral en energía, en Andorra y Escucha, principalmente. Usted ha reiterado que la continuidad en dichas plantas está garantizada, pese a que las térmicas no pasan por su mejor momento.

Endesa ha mantenido una relación muy estrecha con Aragón y ha apostado fuertemente por esta región desde siempre. En concreto, en los últimos cuatro años, periodo 2002-2005, Endesa ha destinado en la región recursos por valor de 1.073 millones de euros. Y Endesa va a continuar con este importante esfuerzo inversor, ya que para el periodo 2006-2009 tiene comprometidos recursos por valor de 1.290 millones de euros, un 20% más que en el mismo periodo anterior.

Estas inversiones se han traducido en generación de riqueza para la región y en un volumen de empleo muy importante, con más de 6.000 empleados entre trabajadores directos e indirectos. También el tejido industrial se ha favorecido de nuestra presencia, ya que los recursos destinados en Aragón se contratan en su mayoría en la propia región.

En lo que se refiere a las centrales de carbón, Endesa se ha mantenido siempre firme en la defensa del mantenimiento de este tipo de centrales, ya que su existencia es esencial para garantizar un suministro eléctrico a un coste razonable. En este sentido, Endesa ha apostado por realizar las inversiones necesarias para que nuestras centrales de carbón puedan mantener su producción y alargar su vida útil.

En estos últimos días, el Ministerio de Industria ha hecho pública la propuesta para el Segundo Plan Nacional de Asignaciones para el periodo 2008-2012 (PNA II), en la que se está dando preferencia a las centrales de carbón nacional y a las centrales que han realizado las inversiones adecuadas para el cumplimiento de la Directiva Comunitaria de Grandes Instalaciones de Carbón. Todas las centrales de carbón nacional de Endesa, incluida la de Teruel, se encuentran en este caso.

¿Cuáles van a ser las apuestas de Endesa en Aragón para el futuro, eólica, gas, cido combinado?

Endesa tiene planificado destinar unos

recursos de 615 millones de euros en la actividad de generación en el periodo 2006-09, principalmente a las siguientes actividades: nueva capacidad de generación (construcción C.H. La Peña: 40 MW y nueva potencia eólica: 42 MW) e inversión medioambiental (medidas de depuración de gases para el cumplimiento de la Directiva GIC en CT Teruel, regeneración de terrenos afectados por la minería: Corta Gargallo y Corta Horacio Abril, investigaciones sobre la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por absorción química y estudio de cultivos energéticos de biomasa).

En cuanto a la actividad de distribución, los recursos planificados para el mismo periodo ascienden a 518 millones de euros, y se destinarán a continuar con el esfuerzo de mejora de la calidad del servicio en la región, calidad que, medida en términos de TIEPI, mejoró ya en el periodo 2003-05 un 41%.

Tendrán muchas peticiones de municipios que quieren contar con un parque eólico, ¿dónde está el límite? Porque no todos serán tan rentables como La Muela, por ejemplo.

Todo negocio tiene un conjunto de variables esenciales que le afectan y configuran su rentabilidad. En el caso

del negocio de explotación de la energía eólica, esta variable fundamental es la frecuencia e intensidad del viento en la zona, además del desarrollo tecnológico que permita la instalación de aerogeneradores más eficientes y de mayor potencia.

Así, el caso de La Muela ha sido un ejemplo de modelo de explotación del recurso natural del viento en su zona y que, lógicamente, ha sido un modelo a seguir por otros municipios en Aragón y en otras comunidades autónomas.

Sin embargo, el negocio de explotación de la energía eólica tiene otra limitación física que restringe su potencial de expansión. Esta limitación es la red de distribución y la red de transporte.

Los parques de generación eólica surgen allá donde hay viento, y esto no necesariamente ocurre donde la infraestructura de distribución es suficientemente robusta para soportar la nueva potencia que se añade, sino que puede ser en un lugar remoto con una red débil. Es por ello que, en muchos casos, no es posible dar cabida al potencial eólico si no es tras una costosa inversión en el desarrollo de la red de distribución y transporte.



La cantidad y calidad del suministro energético es un factor determinante para el desarrollo económico de un territorio. ¿Cómo ve a nuestra Comunidad en ese campo, cuál es nuestro verdadero potencial?

Aragón alcanza un altísimo nivel en ambos factores, la calidad y la cantidad. La calidad, medida en términos de TIEPI o tiempo de interrupción de suministro, es una de las mejores de toda España. Por poner un ejemplo, la disponibilidad de nuestra red ha alcanzado durante el primer semestre de este año en Aragón un 99,99%, es decir, los clientes han recibido su suministro eléctrico durante el 99,99% del tiempo.

En cuanto a generación, además de multitud de centrales hidráulicas dispersas por el Pirineo oscense, así como parques de generación eólica como el de La Muela, Aragón tiene un importantísimo centro de producción eléctrica en Teruel, que permite generar no sólo la energía eléctrica que Aragón consume, sino, además, un excedente de energía que es "exportada" a otras CCAA.

Aragón tiene que seguir disponiendo de la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica que necesita para su desarrollo. Es decir, el potencial, como usted dice, no lo fijamos nosotros desde Endesa como empresa eléctrica, sino que siempre deberemos estar un paso más allá disponiendo de la capacidad necesaria para dar la calidad óptima y soportar la demanda de empresas y población aragonesas en su desarrollo económico.

El cierre de la central de Zorita ha vuelto a poner sobre la mesa las dudas que suscita la energía nuclear en España. ¿Qué grado de dependencia tenemos todavía de la energía nuclear? ¿Cree que España puede ser competitiva en la producción energética sin la nuclear frente a nuestros vecinos franceses?

Para la producción eléctrica, todas las fuentes de energía tienen sus particularidades, sus defectos y sus virtudes: el gas es caro, el carbón emite gases de efecto invernadero, el petróleo depende de unos pocos suministradores, las energías renovables apoyan pero no garantizan y, finalmente, la energía nuclear genera residuos radioactivos y, sobre todo, genera inquietud en la población por las



posibilidades, remotas, eso sí, de riesgos de seguridad. Mientras no encontremos "la fuente de energía perfecta", creo que la solución pasa por contar con todas las fuentes de energía en un "mix" diversificado y equilibrado. Sólo así podremos generar la energía que necesitaremos sin depender en exceso de una tecnología o de una región productora en particular.

Y en este contexto de "gestión de la inseguridad", la energía nuclear debe tener su hueco por el bajo coste que tiene –bajísimos costes variables aunque una gran inversión inicial – y por los grandes avances en materia de seguridad que se han realizado en la construcción y gestión de centrales nucleares. Supone, además, una fuente de energía limpia en términos de emisiones de gases con efecto invernadero, y que genera el 23% de la electricidad consumida en España.

Es la sociedad quien tiene que tomar la decisión. Las empresas simplemente darán soluciones técnicas y empresariales a las reglas que se decidan como han hecho hasta la fecha.

Hay quien sostiene que nos encontramos ante la tercera transición energética tras el carbón y el petróleo. ¿Es un avance tecnológico o una necesidad por la limitación de los recursos y la inestabilidad de los países productores de petróleo?

En primer lugar, los recursos energéticos fósiles disponibles tienen una vida limitada y algunos están en manos de regiones geopolíticamente inestables, como son el gas natural o el petróleo; en segundo lugar, la creciente (y necesaria) concienciación con el impacto medioambiental que añade costes a la

generación); y, en tercer lugar, hoy por hoy, la capacidad mundial de proceso y refino de las energías primarias representan un factor limitante. Todos estos condicionantes generan incertidumbre y, por tanto, desembocan en la escalada de precios de la energía que estamos viviendo actualmente.

Hay un refrán que dice "Hacer de la necesidad virtud" y, efectivamente, la necesidad marcada por estos altos precios de la energía incentiva la búsqueda de caminos alternativos, a los que usted denomina la tercera transición energética.

Así, esta búsqueda de caminos alternativos se está produciendo en multitud de frentes: desde la mejora de la eficiencia de los aparatos que consumen energía, como vehículos o frigoríficos, hasta el desarrollo de técnicas de exploración y extracción de gas o petróleo innovadoras, como los yacimientos canadienses de arenas petrolíferas, o los avances en la eficiencia de las centrales térmicas de generación eléctrica, o el desarrollo de métodos de generación eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cada vez más eficientes y de mayor potencia...

En nuestra Comunidad se ha comenzado a investigar con el hidrógeno como fuente energética. ¿Qué futuro considera que tiene éste y cómo puede influir en el resto de recursos?

El hidrógeno, más que una fuente de energía per se, es un nuevo "vector energético", es decir, un almacén y transportador de energía primaria.

La versatilidad del hidrógeno radica en su producción a partir de numerosas

fuentes (por electrólisis del agua, por descomposición térmica o biológica de la biomasa, o bien por procesamiento de los propios combustibles fósiles), en sus variadas aplicaciones (vehículos de transporte, optimización de generación eléctrica renovable, etc.), en su flexibilidad en transporte y almacenaje, y en sus menores emisiones contaminantes y de gases efecto invernadero. Estos factores hacen que haya un interés generalizado en su desarrollo y, en particular, desde diversos ámbitos de la Comisión Europea se haya manifestado claramente la necesidad de apostar fuerte por una nueva economía basada en el hidrógeno.

Y dentro de este interés por la “economía del Hidrógeno”, Aragón es una

### ***“Endesa ha apostado por realizar las inversiones necesarias para que nuestras centrales de carbón puedan mantener su producción y alargar su vida útil”***

región pionera en su investigación. En Aragón tenemos prestigiosas instituciones y centros de investigación de renombre europeo dedicados a su estudio, como son: el Instituto de Carboquímica del CSIC, el Instituto de Ciencia de los Materiales de Aragón, diversas iniciativas en los departamentos de Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza, o la Fundación CIRCE (Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos), donde Endesa tiene el privilegio de participar, junto con la Diputación General de Aragón y la Universidad de Zaragoza

Endesa también participa en “AEH2” (Asociación Española del Hidrógeno Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible) y, específicamente en Aragón, en “Ha” (Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón).

### ***“La energía nuclear debe tener su hueco por el bajo coste que tiene y por los grandes avances en materia de seguridad que se han realizado en la construcción y gestión de estas centrales”***

La razón de nuestra implicación en estas iniciativas es porque nosotros también creemos que el futuro del hidrógeno es prometedor y completa perfectamente nuestra apuesta por un “mix” de energías equilibrado entre el carbón, la energía nuclear, el gas o las energías renovables, y que puede, por tanto, ayudar a resolver la encrucijada energética y medioambiental a la que se enfrentará el mundo en un medio plazo no demasiado lejano.

El suministro de energía se ha liberalizado pero, ¿cree que el Estado debe intervenir en favorecer determinadas fuentes energéticas o que debe ser el sector el que lo regule?, estoy pensando en las primas por producción fotovoltaica.

Son dos temas diferentes. Por un lado, efectivamente, la generación eléctrica se ha liberalizado haciendo que cualquier productor de electricidad cualificado pueda vender su producción fijando los precios libremente. Por otro, la necesidad de reducir nuestra dependencia energética de los combustibles fósiles, de determinados productores y de fuentes de energía contaminantes y con efectos sobre la atmósfera hace prioritaria la investigación, el desarrollo y la puesta en marcha de fuentes de energía alternativas de origen renovable.

Pero estas fuentes de energía alternativa, en su nacimiento, no son competitivas con la generación tradicional en el mercado liberalizado mencionado antes, y necesitan de un apoyo transitorio que acelere su curva de aprendizaje. Por tanto, para el desarrollo de estas tecnologías y su inclusión en el “mix” diversificado que he menciona-

do antes, es necesario un apoyo razonable, que incentive su desarrollo, ayudándoles en su “despegue” hasta que sean comercialmente viables. Sin embargo, esta “ayuda en el despegue” debe estar limitada en el tiempo. Una vez alcanzado el desarrollo necesario, es imprescindible que estas tecnologías compitan con las mismas reglas del mercado en el que se encuentran las otras tecnologías.

¿Cómo cree que ha repercutido la liberalización de la energía en España y cree que esa situación de cierto monopolio podría haberse vuelto a generar si llega a prosperar la OPA que lanzó Gas Natural?

La liberalización en el sector se ha producido en dos de las etapas del negocio eléctrico: en la generación de electricidad y en su comercialización al consumidor final. La liberalización del mercado de generación ha funcionado, con varios nuevos entrantes operando en el mercado. La liberalización de la comercialización, que tuvo lugar en 2003, también fue un éxito en su comienzo, con multitud de entrantes comercializadores.

Sin embargo, la liberalización de la comercialización se ha encontrado con un gran obstáculo para su pleno desarrollo: la evolución de la tarifa regulada no ha reflejado en estos últimos años los costes necesarios para la prestación del servicio (evolución creciente de precios de materias primas, nuevos condicionantes medioambientales, etc.).

El competidor fundamental de la libre comercialización es la tarifa regulada, que es excesivamente baja, por lo que resulta muy difícil que los precios en el mercado libre resulten más atractivos que el precio de esta tarifa regulada por ley. Es por ello que estamos viviendo una época en que muchos de nuestros competidores en la comercialización se retiran del mercado libre por la simple razón de que no les salen los números.

Respecto al impacto que la posible eliminación de un competidor tendría sobre el mercado debido a la OPA de Gas Natural sobre Endesa, el Tribunal de Defensa de la Competencia ya se pronunció al respecto en su dictamen sobre la operación diciendo que ésta sería perjudicial para la competencia en España, tanto en el mercado de generación, como en el de comercialización ■

## OBJETIVO

Texto: Javier Tomeo  
Fotografías: Kim Castells

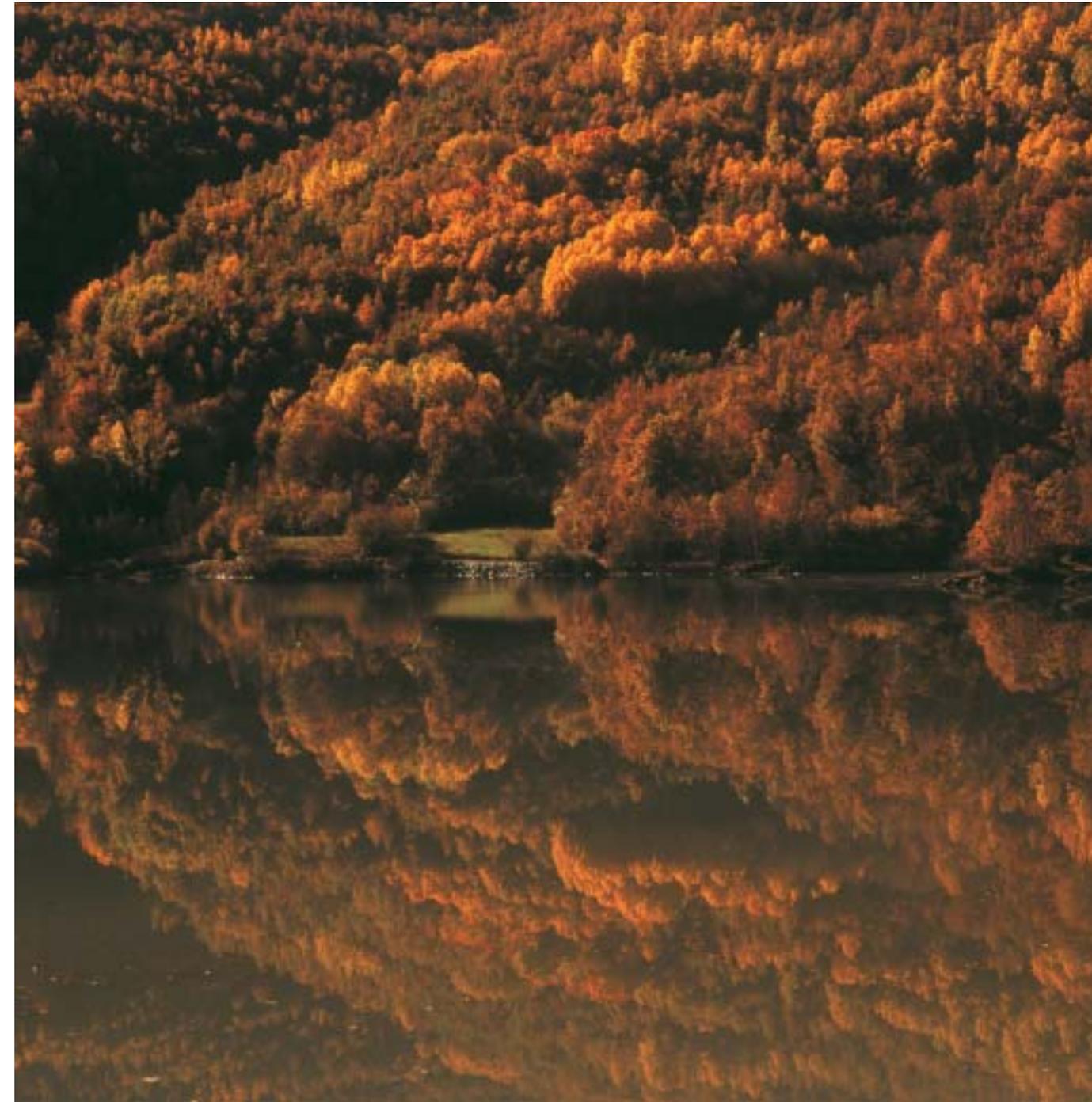


En los profundos bosques de la montaña, lejos de la ciudad, podemos aprender más cosas de las que cuentan los libros. Eso es, por lo menos, lo que piensan muchos que aprendieron a ser sabios en la soledad y en la reflexión.

“En los árboles y en las piedras –decía San Bernardo de Claraval– se enseñan cosas que no podemos aprender de los labios de ningún sabio”.



Los árboles del valle se preparan para el largo sueño invernal y eligieron para sus hojas el color amarillo. Quieren dar testimonio a los hombres de la melancolía y la nostalgia que les inspira el otoño. De todos modos, el bosque resistirá los fríos y las nieves que se avecinan fortalecido por la esperanza de una nueva primavera.



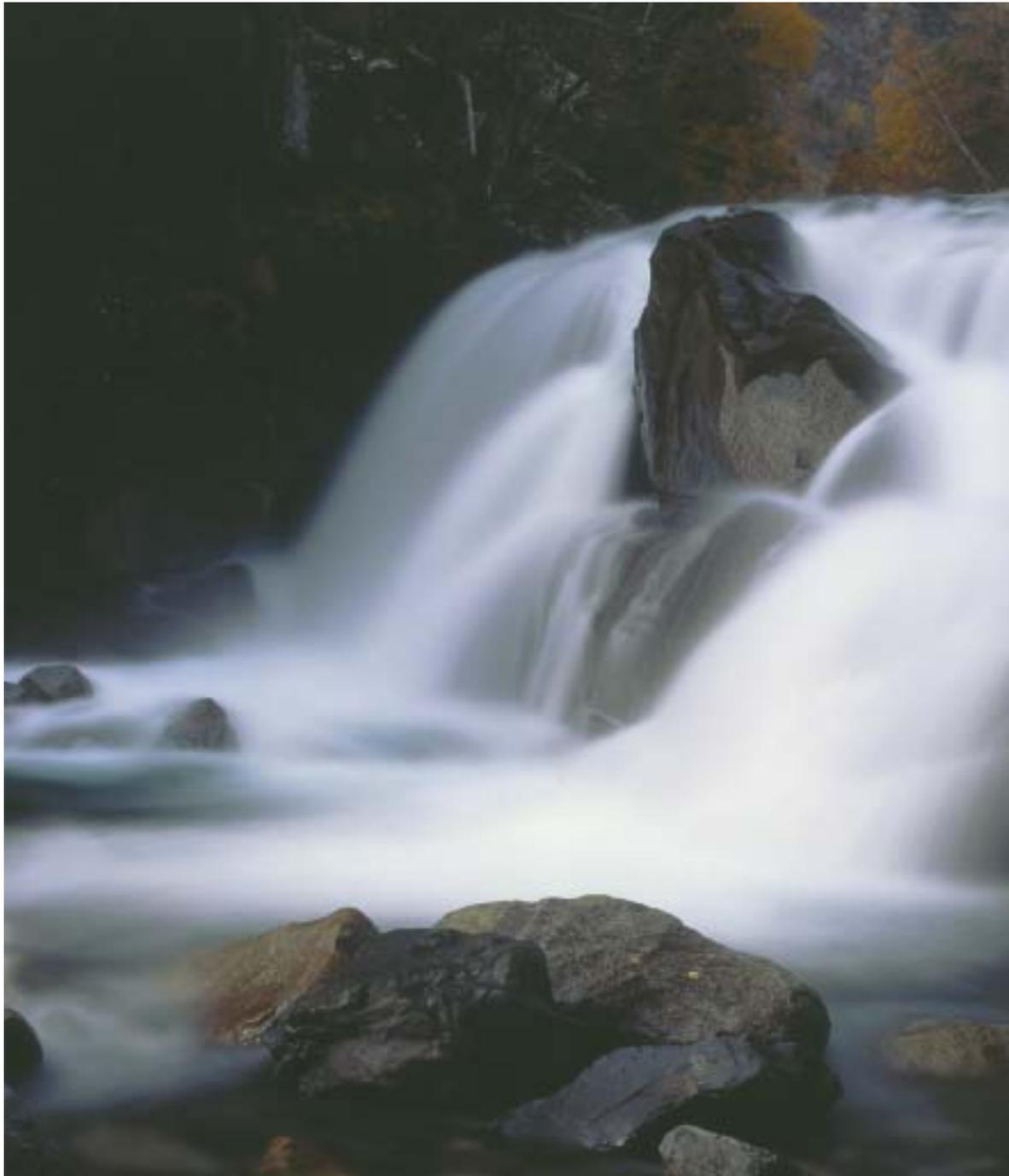
Se repite aquí el mito del Narciso, aquel doncel de rara belleza que se enamoró de sí mismo al contemplar su imagen en las aguas de una fuente de aguas cristalinas y que, a partir de aquel instante, ya no quiso separarse del espejo. Los árboles, o mejor, el bosque entero, se contemplan también en las límpidas aguas del lago.



El silencio del bosque inmóvil se rasga con el fragor del agua que desciende de las cumbres.



El joven río apenas nacido se abre paso entre un paisaje de abigarrado colorido y desciende serpenteando hacia las tierras bajas. No se detendrá hasta que se encuentre con el gran mar. Puede que entonces ya no se acuerde del hermoso valle que le vio nacer.



Las aguas del torrente siguen descendiendo alegremente montaña abajo, en busca de la lejana llanura. Superan todos los obstáculos. Nada las detiene. Las recibirá finalmente el amargo mar, a cientos de kilómetros de distancia.



Todas las cumbres que configuran el valle forman parte de la misma cordillera. Todas nacieron del mismo estremecimiento telúrico. Una de ellas, sin embargo, se eleva por encima de las otras y atrae especialmente la mirada de los hombres.

Esos picos altivos, que apenas nos deja ver la niebla, se perfilan en el azul del cielo como un desafío permanente.



El valle insinúa una geometría incierta bajo el primer sol.

# IMPACTOS SOCIALES DE LAS ACTIVIDADES MINERO-ENERGÉTICAS

**Alexia Sanz Hernández**

Profesora Titular de Sociología. Departamento de Psicología y Sociología  
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. Universidad de Zaragoza

## Los recursos minero-energéticos de Teruel

La relevancia del sector minero-energético en el desarrollo económico aragonés es una cuestión incontestable, máxime si se considera, sobre todo, el cuadrante nororiental de la provincia de Teruel, donde la extracción de lignito ha sido una actividad productiva de gran impacto desde hace décadas, cuando el carbón era la principal fuente de energía a escala nacional. Desde los años 50, la generación de electricidad en Aragón, sin menospreciar la participación cada vez más amplia de las centrales hidráulicas o eólicas, ha estado supeditada a la extracción de carbón, imprescindible para las centrales térmicas. Las tres aragonesas producían en el 2000 el 60% de la producción eléctrica de Aragón y el 6,25% de la nacional.

La variedad y especificidad de los procesos geológicos desarrollados en el territorio turolense han dejado como herencia una amplia muestra de recursos minero-energéticos (lignitos, caolín y arcillas refractarias, y hierro fundamentalmente, además de manganeso, plomo, etc.), que se han conformado como el centro de la actividad económica de muchas localidades de la provincia, moldeando también sus formas de vida.

## Población y minería energética: un siglo de dependencia

En el último siglo, la profunda reconversión sufrida en la actividad minero-energética ha requerido la revisión de las piezas clave en la economía turolense, sobre todo, en aquellas zonas como las comarcas de Cuencas Mineras y Andorra-Sierra de Arcos, en las que se concentraba el impacto económico de la actividad extractiva de forma especial.

El *Mapa Topográfico Nacional* incluye, como las zonas ligníferas turolenses más importantes, los municipios de Andorra, Ariño, Calanda, Utrillas, Escucha, Alcorisa, Montalbán, Castellote, Oliete y Aliaga, además de Gargallo, Estercuel y Rillo, entre otros. Pero a pesar de esto, lo cierto es que pocas de las localida-

des próximas, tanto a la cuenca carbonífera de Utrillas (Utrillas, Escucha, Montalbán, Parras de Martín, Valdeconejos y Palomar de Arroyos), como a la de Val de Ariño (Ariño, Alloza, Oliete, Alcaine y Alcorisa), que han sido las de mayor producción y las de carbón con más riqueza calorífica, han saldado el último siglo de historia minera con un balance positivo desde un punto de vista demográfico.

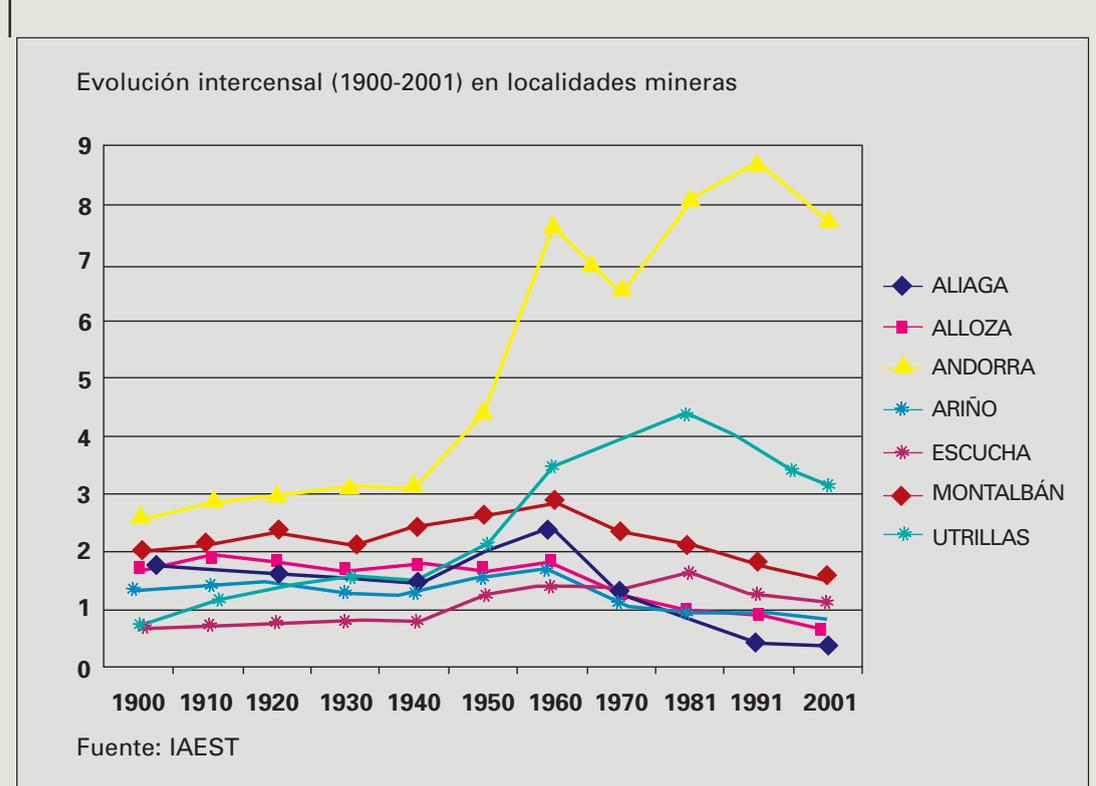
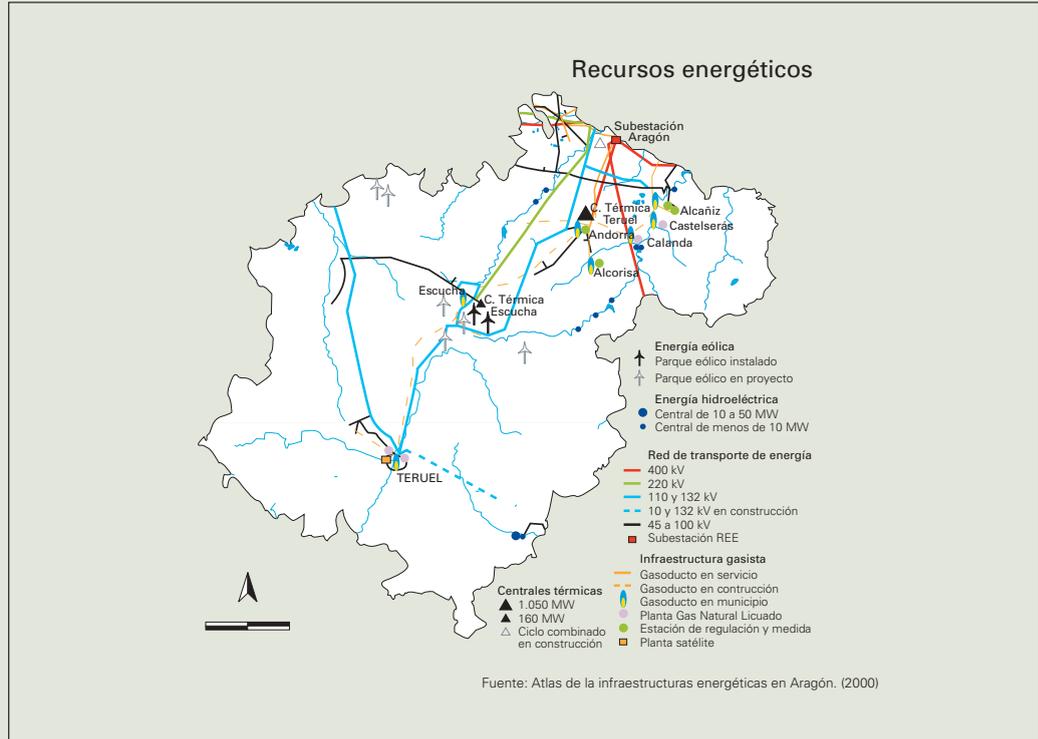
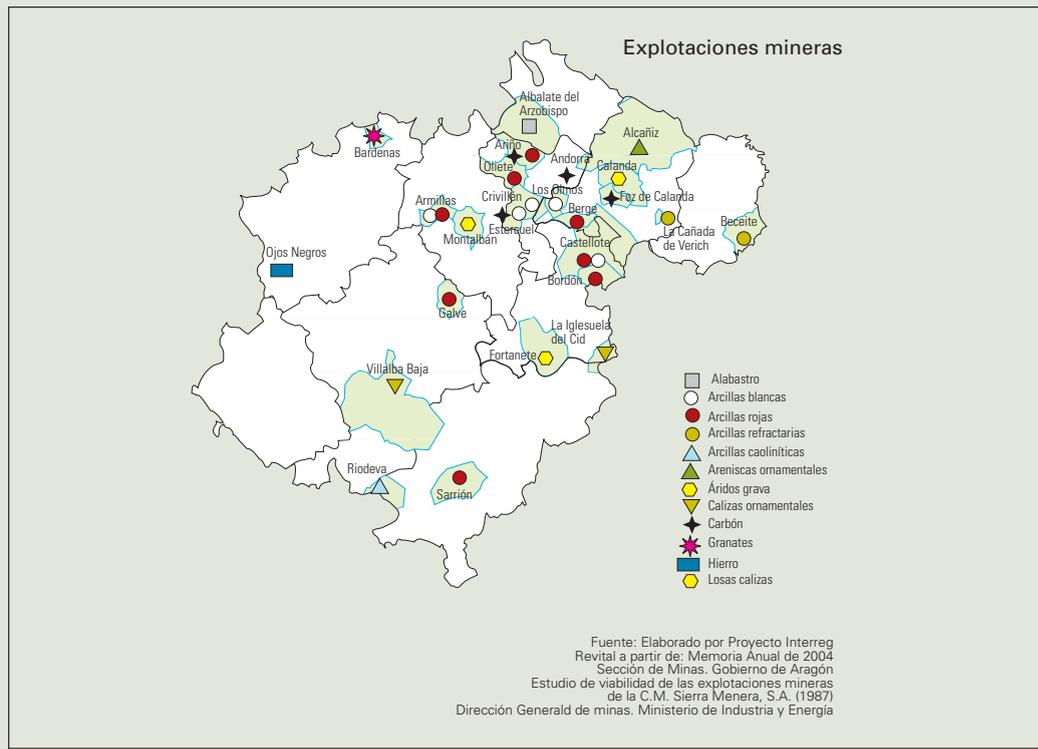
No hay nada como observar las cifras de la evolución intercensal durante el siglo XX para advertir hasta qué punto ese impacto ha supuesto, realmente, modificaciones sustanciales en las comunidades.

Localidades como Calanda, Alcorisa o Montalbán han mantenido su población esquivando procesos tan sangrantes como el éxodo rural o la reconversión del sector minero-energético.

Sin embargo, otros pueblos como Castellote, Ejulve, Estercuel, Gargallo, Aliaga o Alloza, en los que en algún momento ha coexistido la minería junto con otras actividades productivas, han sido incapaces de reponerse a las sacudidas de ambos procesos. Los municipios que han soportado las vicisitudes en la explotación del sector minero-energético tras todo el siglo XX, han sido fundamentalmente Andorra, Utrillas y Escucha. Y es la minería del carbón lo que ha marcado en estas comunidades tanto su pervivencia como el modo de entenderse a sí mismas.

Los avatares en la producción carbonífera han estampado su impronta en la evolución demográfica, sobre todo, desde los inicios del siglo XX, cuando realmente se inicia la explotación moderna de los minerales turolenses.

La minería es una actividad permanentemente presente en estos espacios turolenses. Los inicios de la actividad extractiva, al igual que sucede con otras áreas provinciales, cabe retraerlos hasta la antigüedad (es probable que en época de dominación cartaginesa se empezasen a explotar yacimientos carboníferos),



teniéndose también noticias de la comercialización del azabache de Utrillas por parte de mercaderes musulmanes, allá por el 1067. Existen datos bien documentados de la presencia de antiguas fábricas de cristal en el S. XV alimentadas con el carbón de la zona, cuya producción se tecnicizó en 1760 con la instalación de la fábrica de cristal en Utrillas y la participación en su funcionamiento de operarios alemanes bajo el reinado de Carlos III.

Ya en época más reciente, a partir del siglo XVIII, existe constancia de explotaciones de tipo familiar en algunos pueblos de la zona como Alloza o Gargallo, destinadas tanto a sustituir a la leña, como combustible en el consumo doméstico, como a suministrar energía para el incipiente desarrollo industrial del siglo XIX. En 1849, Pascual Madoz informaba sobre el cese de los trabajos en las fábricas de acero, cristal y la de crisoles de fundición en Utrillas, dándonos referencia de la continuidad de la extracción para uso doméstico: "La explotación de minas de carbón, que conducen en caballerías a los pueblos inmediatos cuyos vecinos lo usan por falta del vegetal".

A lo largo del siglo XIX, el interés por el sector minero-energético va despertando, debido en parte a la labor de divulgación iniciada por los ilustrados. Inte-

reses puntuales de capitalistas, estudiosos e ingenieros por las minas turolenses dan paso a olvidos largos animados por la dificultad de las comunicaciones. Los vientos de progreso de finales del siglo XIX acercan a varias compañías al territorio turolense, con una orografía complicada que encarece cualquier proceso extractivo, escasez de capital y adormecido espíritu empresarial.

Coincidiendo con el ocaso del siglo XIX y la aurora de la nueva centuria, Minas y Ferrocarril de Utrillas (MFU) entra en escena. De este modo, las minas, demasías y registros que hasta entonces pertenecían a numerosos propietarios se concentran en pocas manos, transfiriéndose la mayor parte de las mismas en el proceso de constitución de la gran empresa (había también otras, como *Carbonífera del río Martín* que ya tenía 77 minas en una veintena de pueblos, la mayoría en Utrillas, Escucha y Palomar, en 1901).

Por entonces, Zaragoza estaba a punto de llegar a los 100.000 habitantes y había que asegurar su abastecimiento industrial y doméstico. Mientras, Teruel rondaba los 10.000, Utrillas era una localidad con 712 habitantes, y Andorra ya aglutinaba a 2.704. Se iniciaba un siglo de grandes cambios e impactos ante la necesidad de la explotación nacional por los problemas del

comercio internacional. Había quien pensaba que Teruel se podía convertir en el Ruhr español, dado que la existencia de hierro y carbón podía posibilitar notables y rentables usos industriales (entre ellos, la producción de aceros). "Ya no es menester acostumbrar a los de fuera a ocuparse de Teruel", afirmaba Gascón y Guimbao en 1902, tras diez años de labor comercial y propagandística con su *Miscelánea Turolense*, al ver constituida la compañía minera en Utrillas, el 14 de marzo de 1900. "La explotación de la cuenca carbonífera de Utrillas está pues asegurada, felicitándonos de haber tenido ocasión de intervenir facilitando la realización que contribuirá enormemente a regenerar la hasta hoy desdichada provincia de Teruel" (citado en Fernández Clemente, 1982: 146). Durante más de 75 años, esta compañía se encargaría de colocar a la minería turolense a la cabeza de la producción lignitífera nacional.

La construcción del ferrocarril desde Utrillas a Zaragoza por Belchite, infraestructura necesaria para dar salida al mineral de la cuenca turolense, auguraba buenas perspectivas para acabar con el aislamiento y la falta de comunicación de este sector de la provincia. Su inauguración en 1904, con carácter de servicio público, parecía indicar una línea progresiva en la construcción de infraestructuras de comunicación. Las riquezas mineras habían animado la escasa red ferroviaria desplegada en la provincia turolense, aunque este desarrollo incipiente no llegaría a corregir las graves carencias de servicio de los habitantes de las cuencas.

La primera década del siglo XX se caracteriza por la conformación de nuevos cotos mineros, especialmente el de la Val de Ariño. En 1914, se abre la primera explotación en Andorra; en Alloza la "Barrabasa" se explota hasta 1918 y, nuevamente, desde 1941. En Ariño, la importante labor extractiva en las minas regentadas por la familia Taya, dio lugar a la construcción de una pequeña central térmica para suministro de energía que comenzó a funcionar en 1920, fecha tras la cual será la Sociedad General Azucarera de España (SGAE) la que se hará cargo de los trabajos mineros para su propio abastecimiento. En la misma fecha, se constituye la Sociedad Anónima Minera Catalano-Aragonesa (SAMCA). Esta localidad que iniciaba el siglo XX con 1.366 habitantes, lo finalizaría con 853, alcanzando su tope histórico (1.744 habitantes) en 1960, como la mayor parte de las pequeñas localidades mineras.

En general, las primeras décadas del siglo fueron de frenética actividad. En 1919, se había empezado a construir la central termoeléctrica de Utrillas que se puso en marcha en diciembre de 1930 para abasto de las propias instalaciones y de los pueblos mineros. La I Guerra Mundial había ocasionado la necesidad de

provisión a toda la industria regional, pero la no introducción de las reformas tecnológicas necesarias impidió el mantenimiento de un nivel alto de productividad. Con la Guerra Civil, los rendimientos caen bruscamente para recuperarse en los 40, con la presencia de explotaciones de diversas compañías en las cuencas turolenses.

Durante los primeros cuarenta años del siglo, la mayor repercusión social de la minería energética fue el impacto demográfico. Sin duda, éste fue espectacular en Utrillas y Andorra<sup>1</sup>. La mano de obra llegaba sin que las localidades tuviesen capacidad para albergar a los recién llegados, lo que motivó la creación de asentamientos prácticamente a pie de mina. Utrillas experimentó en el inicio de siglo XX un despegue demográfico que no ha cesado, pasando de 712 a 1.196 en la primera década. Se construyeron casas para los obreros y se generaron una serie de infraestructuras y servicios que se hacían imprescindibles: Casa Cuartel de la Guardia Civil, servicio a domicilio del médico, botica, hospital, economato y escuelas (tal y como exigía un Real Decreto de 1900, y disposiciones posteriores por las que se obligaba a las compañías de cotos mineros al sostenimiento de la enseñanza en los mismos para los hijos de los empleados y obreros)<sup>2</sup>.

Realmente, la inversión en edificaciones por parte de las compañías mineras instaladas en la provincia de Teruel fue elevada en las primeras décadas del siglo y se siguió manteniendo en general, otorgando a los barrios mineros dotaciones de las que carecían la mayor parte de los pueblos por entonces.

En esta época, aproximadamente un 10% de la mano de obra en las minas de Teruel eran menores de 18 años, aceptándose el trabajo a destajo (lo que permitía seguir manteniendo las tierras), y percibiéndose jornales que oscilaban entre las 2,25 y 4 pesetas. Los mineros trabajaban 10 horas en el interior y en superficie, de sol a sol, todo ello con unas condiciones extremadamente duras<sup>3</sup>. Los índices de si-

<sup>1</sup> Lo mismo pasó en Ojos Negros con las minas de hierro, donde se duplicó la población en la primera década del siglo pasando de 1.405 a 3.042 habitantes en 1910. Se estima que por entonces en las grandes minas de Teruel (Utrillas y Ojos Negros) trabajaban 205 obreros en interior y 1.133 en exteriores (de ellos unos 1.000 en Ojos Negros).

<sup>2</sup> Estas empresas mineras llegarían a tener, a inicios de los treinta en la provincia, 9 escuelas, (4 de niñas y párvulos, 3 de niños y dos de adultos), con un total de 603 alumnos (261 niñas y párvulos, 294 niños y 48 adultos). Además, generaron una serie de instituciones sociales entre las que se citan: tres cajas de socorros con 322 socios, una caja de ahorros con 23 impositores, 46 pensiones especiales y 11 instituciones obreras: 3 cooperativistas, 3 mutualistas y 5 sindicatos (Fernández Clemente 1982: 179).

niestralidad también eran elevados; solamente en 1910 hay que lamentar 14 obreros muertos y 14 heridos graves en accidentes de minas, cifras que se fueron reduciendo paulatinamente (en 1920 se registró una cifra de 6 muertos y 4 heridos graves, y en 1930, 2 y 3 respectivamente), al generalizarse los estudios sobre la seguridad en las minas y los efectos del grisú, a partir de la década de los años 20.

En 1929, MFU tenía ya unos 775 obreros. Hacia 1931, de las 33 empresas mineras ubicadas en Aragón, 5 estaban en Teruel empleando a 1.723 trabajadores, 96 a sueldo (es decir hijos, y generalmente directivos y empleados administrativos y cualificados) y 1.627 a jornal. En las elecciones del 12 de abril de ese mismo año, los republicanos obtuvieron un éxito contundente en las poblaciones mineras. Y los nuevos aires del momento animaron la colectivización de algunas minas en Andorra y Ariño en 1936, experiencia que quedaría apenas como antesala del inicio de una dura etapa histórica que, sin duda, supuso un freno en el desarrollo de las explotaciones mineras.

Será en las décadas de los 40 y 50 cuando se abra una nueva etapa de florecimiento para los carbones. En esta época autárquica, la necesidad energética nacional debía satisfacerse con combustibles propios, lo que impulsó la construcción de la central térmica de Aliaga (1950) y la de Escatrón (1953). La primera supuso una inyección demográfica de importancia en la localidad y sus datos poblacionales, regresivos entonces, se recuperan temporalmente a lo largo de dos décadas (de 1.828 vecinos en 1940, se pasa a 2.730 en 1960), para iniciar nuevamente el retroceso hasta las fechas actuales (399 habitantes según el padrón de 2005), coincidiendo con el declive de la actividad económica y el cierre de la central. Por su parte, la construcción de la central térmica de Escatrón fomentó, sobre todo, el empleo local en la línea ferroviaria que unía la zona extractiva de Utrillas con dicha localidad a lo largo de 43,7 km.

Este periodo presencia igualmente el mayor desarrollo alcanzado por las explotaciones mineras en la zona de Andorra y Val de Ariño, con la expropiación de concesiones mineras y adquisición de minas por parte de la Empresa Nacional Calvo Sotelo de Combustibles Líquidos y Gaseosos (ENCASO), perteneciente al Instituto Nacional de Industria. Es el inicio de una presencia prolongada en la comarca de Andorra-Sierra de Arcos: la de la empresa pública. A partir de este momento, el destino final de los ligni-

<sup>3</sup> Por ejemplo, en los inviernos de 1946 y 1947 se alcanzarían temperaturas en la provincia de -22 y -24°C, con 18 y 16 días de nieve respectivamente, en explotaciones a veces a cielo abierto a las que los mineros accedían a pie desde las localidades cercanas.

tos extraídos de cada vez más minas (Andorra, Alloza y Ariño sobre todo) será la obtención de energía eléctrica en centrales térmicas.

Los cincuenta testimonian un crecimiento demográfico sobresaliente en la zona minera andorrana, construyéndose el poblado minero de Andorra por parte del INI y el barrio de la Sindical por la Obra Sindical del Hogar. Efectivamente, la población de Andorra, históricamente agrícola y ganadera, ha experimentado un cambio espectacular a lo largo de un siglo en el que su población ha modificado estilos de vida, modos de producción, estructura espacial y paisaje. Hoy, tanto la localidad como la comarca se definen como mineras. Y es que con el interés por las minas de lignito que se extienden hasta la Val de Ariño, a partir de la segunda década del siglo, Andorra se convierte en una localidad eminentemente minera



La Central Térmica de Escucha se ha venido nutriendo de los lignitos de Utrillas, Escucha, Palomar de Arroyos y Aliaga.

Abajo, antigua máquina de transporte de los mineros, convertida hoy en uno de los atractivos del Museo Minero de Escucha.



que demandará nueva mano de obra, sobre todo con la efervescencia que siguió a la Guerra Civil. Las obras del tendido de la vía y la explotación de sus minas hicieron de esta localidad un lugar atractivo y próspero que chocaba con otros escenarios rurales de la posguerra. La construcción de la central térmica de Escatrón, la minería y el ferrocarril, impulsaron una inversión que derivó inicialmente en una progresión demográfica desbordante, de modo que los 3.195 habitantes de 1940 se vieron convertidos en 7.821 vecinos en 1960, si atendemos a los censos correspondientes; a ellos habría de sumar la población transeúnte o trabajadora de otras localidades que realmente se movía por Andorra.

Las minas "Barrabasa" y "Oportuna" de Alloza, "María" y "Andorrana" en Andorra, "Innominada" en Ariño, y "Tremedal" en Alcorisa fueron explotadas a lo largo de un período caracterizado por la mecanización gradual y el incremento de la productividad; se alcanzaban así producciones comparables con las más altas del mundo y consiguientemente grandes porcentajes de beneficios. Esta bonanza repercutió en el incremento del nivel de vida en las localidades mineras: mejora y embellecimiento de las casas y mayores dotaciones, infraestructuras y servicios. No obstante, lo anterior coincidió con la disminución de la necesidad de mano de obra por el aumento de las cargas sociales y las mejoras en las retribuciones (reinviendicadas especialmente en la zona de Andorra ante las dos empresas más importantes entonces, SAMCA y ENCASO). Es el inicio de la emigración. La pérdida de población en muchas localidades de tradición minera, sería irreversible a partir de este momento, aunque frenada y supeditada a los vaivenes de dicha actividad económica.

La crisis energética de los 70 coincide con la recuperación de explotaciones mineras carboníferas, la entrada en el escenario minero-energético turolense de ENDESA y la construcción de la central térmica de Andorra, una de las más grandes de España desde su inicio en 1975 (era inaugurada oficialmente en 1981). El binomio de la minería carbonífera y la energía eléctrica alcanza su máxima expresión y se conforma en el pilar de desarrollo de la economía comarcal y uno de los más importantes a nivel provincial.

También en 1970, la empresa Unión Térmica había construido la Central Térmica de Escucha que se ha venido nutriendo de los lignitos de Utrillas, Escucha, Palomar de Arroyos y Aliaga (tras el cierre de su central en 1981), con producciones crecientes: 378.931 tm en 1968, frente a 1.613.504 tm en 1985. Escucha ha estado igual e íntimamente ligada al devenir del carbón; inicia el siglo con 707 habitantes alcanzando su momento más esplendoroso en 1981 con 1593; en la actualidad cuenta con 1.097 (según el padrón de 2005).

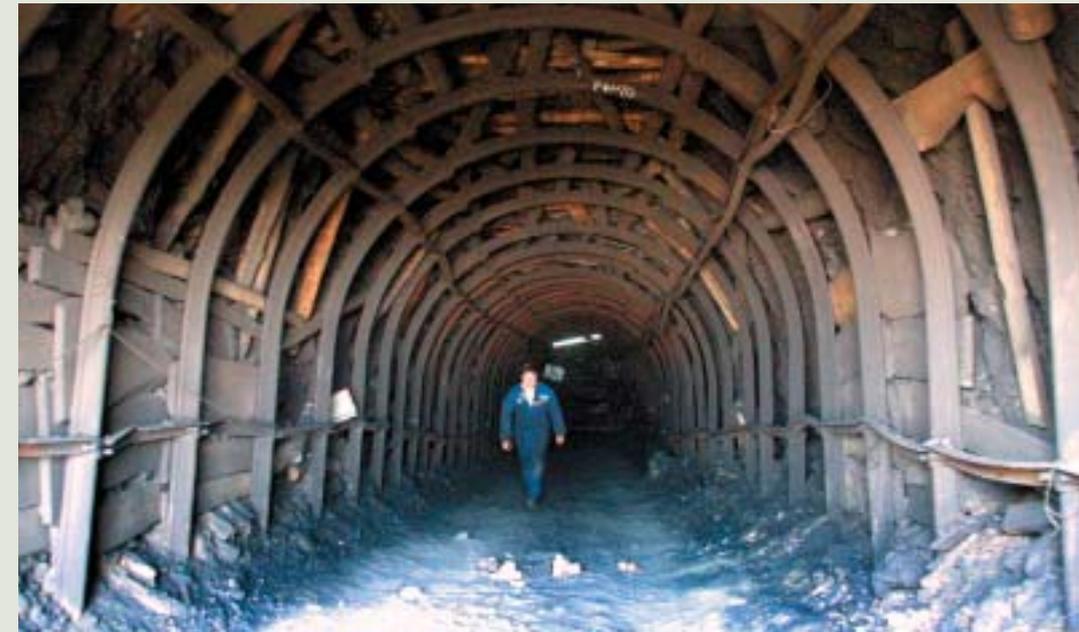
No obstante, es Andorra, sobre todo, la que se convierte en esta década en un mercado de trabajo donde la oferta es superior a la demanda. Trabajadores procedentes de todos los puntos del país acuden con el consiguiente problema de vivienda y hacinamiento. Mucha de aquella población se asentó y hoy conforman ese 16,77% de la población comarcal nacida en otras comunidades autónomas. Los informes de la época recogen indicadores como el número de turismo por cada mil habitantes o el de densidad telefónica, superiores a la provincial, que se relacionan con la alta renta per cápita en las zonas mineras, debido al pluriempleo minas-agricultura o térmica-agricultura. Efectivamente, el poder adquisitivo de los mineros se incrementó notablemente, aunque existiese gran diferencia entre los sueldos que pagaban las grandes compañías. Así por ejemplo, SAMCA pagaba a un picador 73.594 pesetas en 1972 como salario base, mientras que el resto de las empresas del sector en la provincia pagaban 34.500 pesetas, según los convenios colectivos.

Se ha calificado a este periodo, comprendido entre 1973 y mediados de los 80, como la segunda edad de oro de los carbones. Sin embargo, la pérdida de puestos de trabajo fue considerable. Se estima que la reducción afectó entre 1979 y 1985 a 600 puestos de trabajo en la cuenca carbonífera.

A mediados de los 80, se inicia una dura etapa de decadencia en el sector minero y también en las localidades a él vinculadas. La minería subterránea que irá desapareciendo lentamente, va siendo sustituida durante este periodo por la explotación a cielo abierto, que suele ser más productiva y rentable al requerir menos mano de obra, aunque genera mayor impacto medioambiental y paisajístico. En 1984, el 61,6 % de la producción provincial se genera ya en explotaciones de este tipo. Sin embargo, para la misma fecha aún quedaban 3.443 empleos en explotaciones subterráneas aragonesas, frente a los 574 empleos en minería a cielo abierto. Los rendimientos medios en tm por hombre en minería a cielo abierto son casi diez veces mayores, de modo que el nuevo sistema de explotación que se animaba era incapaz de absorber todos los puestos de trabajo. En 1985, MFU vio reducida su plantilla en 108 trabajadores, ENDESA en 42.

Con esta dinámica extractiva, los impactos medioambientales comienzan a ser de consideración: los parajes mineros empiezan a adquirir un paisaje lunar de costosa restauración y las escombreras se convierten en apéndices orográficos que reducen el espacio agrícola útil. Con el Real Decreto de 9 de Mayo de 1984, se empiezan a sentar las bases para garantizar la restauración de las explotaciones a cielo abierto, una vez finalizadas las labores de extracción de carbón.

La crisis se hace más patente en 1987 con las medidas puestas en marcha por el Gobierno como conse-



Fotografía: Aragón Press

A mediados de los 80 se inicia una dura etapa de decadencia en el sector minero. La minería subterránea va siendo sustituida por la explotación a cielo abierto.

cuencia de los sucesivos planes energéticos (1979 y 1984). La entrada en la Comunidad Europea y la normativa y política carbonífera y energética afectaron a la producción y al empleo de forma negativa, y como consecuencia, en la década de los noventa se empieza a presenciar el cierre paulatino de las minas de interior y la reducción drástica del empleo del sector (que había perdido 1.400 puestos de trabajo a finales de 1994, el 65% del empleo existente en 1985). Desde 1985 hasta 1997, se perdieron 2.654 empleos, de los cuales un 88% pertenecían a la minería subterránea. Se inició un proceso generalizado de jubilaciones anticipadas que coincidió con el cierre de diferentes empresas extractoras como MFU, Lignitos de Castellote o Minas Palomar.

Andorra, Utrillas, Estercuel, Ariño, Escucha, Castellote, y otras localidades que materializaban el binomio lignito-electricidad, llegando a representar el 70% del VAB del sector industrial provincial, protagonizan el desmoronamiento de las cuencas mineras. Hasta los ochenta, estas comarcas habían conseguido mantener, e incluso puntualmente atraer población, pero a mediados de los noventa perdían un 17% de ésta, mientras que la provincia lo hacía en un 7%.

La actividad extractiva quedó muy reducida a algunas minas en la zona de Estercuel, Gargallo y la Val de Ariño, explotadas por ENDESA, SAMCA y otras empresas privadas. Pero aún así, además del

empleo directo de las minas, el empleo en las centrales térmicas de Andorra y Escucha representan un porcentaje importante del empleo industrial en la provincia. Puede decirse que uno de cada cinco empleos industriales de la provincia depende directamente de las explotaciones mineras y eléctricas.

Con el Plan 1998-2005 de la Minería del Carbón y el Plan de desarrollo alternativo de las Comarcas Mineras firmado por los sindicatos y el Ministerio de Industria y Energía en 1997, se inicia el proceso de reducción progresiva de la producción, de las ayudas a las explotaciones mineras, de la reestructuración laboral mediante prejubilaciones, jubilaciones anticipadas, bajas voluntarias o recolocaciones y la reactivación económica de la zona, altamente dependiente del carbón.

#### Impactos, legados y retos

Un siglo de dependencia de la mina tiene sus efectos sobre una población no rural en un territorio rural:

- Una estructura espacial característica que aporta a las localidades rasgos industriales y urbanos, no perceptibles en cualquier entorno rural.
- Una gestión del tiempo a lo largo de los años circunscrito a formas de organización del trabajo industrial que nada tienen que ver con los ciclos agrícolas.
- Una coyuntura que genera la ida y venida continua de nueva población, el encuentro entre colectivos

de procedencias diversas y la necesaria apertura al cambio sociocultural, frente a la "endogamia" cultural y homogenización que la mayor parte de las comunidades locales rurales desarrollan.

- Una manera de entenderse a sí mismos como comunidad que pasa por la asunción de la mina como uno de los dispositivos identitarios más importantes, de tal modo que la mina forma parte del pasado, presente y necesariamente el futuro de estas poblaciones. Los espacios y paisajes degradados y las viejas edificaciones difícilmente reutilizables recuerdan continuamente su esencia.

Desde un punto de vista laboral, al final de este camino queda una mano de obra muy especializada difícilmente de insertar en puestos de trabajo diferentes en la misma zona y una alta tasa de masculinidad, y se echa en falta un tejido empresarial diverso no vinculado a la actividad extractiva y una sólida red de infraestructuras. Pero también quedan signos de una intensa vitalidad demográfica, sobre todo en la comarca de Andorra-Sierra de Arcos, con una edad media de la población de las más bajas de Aragón (42,9) y menores índices de envejecimiento y sobre-envejecimiento.

El punto de partida para afrontar el reto de creación de empleo alternativo como trampolín para seguir manteniendo a la población e impulsar el desarrollo territorial no era muy halagüeño cuando se planteó el llamado Plan MINER. Los últimos años han requerido de la implicación de la Administración, sector empresarial y agentes sociales y locales para avivar los diferentes programas de reindustrialización y diversificación de la actividad económica que se pretendían y que han ido dando sus frutos lentamente.

La Cuenca de Utrillas fue la primera en ponerse manos a la obra tras el cierre en 1991 de la explotación subterránea de MFU, de la que dependía la mayor parte de la población; hay que pensar que ya en los años 70 sólo el 4,2% de la población activa de la zona, eran agricultores o ganaderos. La llegada de Casting Ros (empresa que en 2002 era la segunda de la provincia en cuanto a número de trabajadores: 439), supuso a finales de los noventa la creación de unos 600 puestos de trabajo directos e indirectos. Por su parte, la Cuenca de Andorra inició su proceso de reconversión más tarde con el compromiso de ENDESA en el Plan Económico de Andorra y su zona de influencia. Las recientes pretensiones de compra de Endesa por parte de Gas Natural han alertado nuevamente a la población ante el temor de que la fuerza tecnológica de Endesa en carbón sea desmantelada y puesta en manos de propietarios ajenos al sector. El efecto para Teruel y sus cuencas mineras es imprevisible y genera incertidumbre.

En estos años, iniciativas interesantes como el mencionado PEAN, el Plan de Acción, el Consorcio de la

Cuenca Minera Central, los proyectos enmarcados en el LEADER del Maestrazgo turolense, y el del Bajo Martín, la constitución de OFYCUMI Cuencas Mineras y otras muchas actuaciones, siguen encabezando el reto de trabajar por el futuro de la zona, un futuro en el que el carbón y la mina sigue siendo presente, y no sólo legado patrimonial dejado tras de sí (del que el Museo Minero de Escucha es buena muestra).

Hoy, la mayor parte de la población de las comarcas mineras turolenses sigue dependiendo de la minería energética, y los vaivenes de las políticas en el sector no deben hacer olvidar la gran variedad de recursos mineros que siguen dormitando para un posible aprovechamiento económico y consecuentemente social para el territorio. La Sección de Minas del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, en Teruel, contemplaba en su memoria de 2004, unas reservas de carbón de 53.868.795 toneladas en la provincia de Teruel y algunas de las más importantes empresas, en lo que a trabajadores se refiere, pertenecían igualmente al sector según datos de la Cámara de Comercio: Endesa Generación de Andorra (289 trabajadores), Minero Catalana-Aragonesa de Ariño (276), Minera Martín Aznar S.A y Minas Escucha S. A de Escucha (96 y 89, respectivamente), Excavaciones mineras y obras S.A de Andorra (72), y FECSA-ENHER II S.A. de Escucha (51 trabajadores).

El destino térmico del lignito turolense es claro, sin embargo, es cierto que su elevado contenido en azufre obliga a una desulfuración para reducir los niveles de emisiones contaminantes. Por eso, desde diferentes instancias se anima a la investigación en una tecnología capaz de reducir los efectos nocivos de la combustión del carbón para su empleo en el futuro, dada la riqueza que todavía subyace en el subsuelo turolense. El reto es seguir apostando por alternativas extractivas sostenibles para los recursos turolenses carboníferos y mineros, en general, alentando la generación de puestos de trabajo y posibilitando así la pervivencia de las comunidades ■

#### BIBLIOGRAFÍA

FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. 1982, "La industria minera en Aragón" en Torras Elías, J. Forcadell, C. y Fernández Clemente, *Tres estudios de historia económica de Aragón*. Zaragoza: Facultad de CC.EE y Empresariales, Universidad de Zaragoza.

MIANA ESCABOSA, A. Y VALERO RUIZ, C. 2003, *La minería del carbón en Aragón*, Zaragoza: Tierra ediciones.

RUBIO, M. Y ROYO, L. 2005, "Sector minero-energético", en *Atlas de Teruel*, una visión práctica del territorio. Teruel: Interreg Revital

SANZ HERNÁNDEZ, M. A. 2000, *Ojos Negros, la memoria de un pueblo*. Teruel: IET.

SORIANO PAOLA, M. A. 2000, "Evolución reciente y perspectivas de futuro en las cuencas mineras turolenses", en *Los retos de Teruel*. Teruel: IET.

# LA EVOLUCIÓN Y LOS COSTES DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS

**Antonio Valero Capilla**

Director del Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos CIRCE-Universidad de Zaragoza.

*¿Qué ocurriría en Aragón si los precios de la energía se multiplicaran por tres?*

*No es una hipótesis irrealista a la vista de que en menos de dos años el barril de petróleo se ha multiplicado por más de dos veces. Y en países del norte de Europa la gasolina está próxima a 3 euros por litro.*

*Respondiendo pues a la pregunta, hay que analizar cuál es la estructura económica sobre la que se asienta Aragón y, como referente, España.*

España importa casi el 80% de toda la energía que consume. La importación no se refiere sólo a petróleo para el transporte y las materias primas que se producen con él (como fibras artificiales o productos químicos), sino también al gas natural que hoy se utiliza para el sector doméstico y, sobre todo, para producir energía eléctrica mediante ciclos combinados o calor y energía eléctrica mediante cogeneración. Además del petróleo y del gas natural también importamos carbón, ya que es más barato y limpio que el carbón nacional en términos generales. Esto significa que si el precio de la energía importada se triplica, aquellas manufacturas y actividades muy sensibles al precio de la energía se verán profundamente afectadas.

España está en peligro no sólo de inflación sino de pérdida de competitividad en tanto que el crecimiento de los últimos años ha estado fuertemente asociado a elevadísimos consumos de energía. Por ejemplo, el uso masivo de cemento en el sector inmobiliario, o la generalización del uso del aire acondicionado en el verano o el gran desarrollo de la industria turística española, tanto recibiendo como enviando turistas. Y todo ello por citar alguna de las actividades económicas más relevantes a nivel nacional.

Pero ¿qué ocurriría en Aragón bajo este marco?

De una parte, si los precios del petróleo aumentan considerablemente, el transporte se verá afectado. Empresas fuertemente arraigadas en Aragón como General Motors podrían verse deprimidas en su producción, a menos que la planta de Figueruelas apueste por automóviles de muy bajo consumo.



Fotografía: Aragón Press

*Si los precios del petróleo aumentan considerablemente, el transporte se verá afectado.*



Fotografía: Aragón Press

La primera red "energética" de Aragón son sus ríos. (En la fotografía, imagen del río Gállego).

De otra parte, el Gobierno de Aragón ha apostado fuertemente por la logística. Aragón es una región estratégicamente situada que se quiere que juegue un papel central para aquellas empresas que optimicen, al instalarse aquí, sus costes de transporte. No obstante, si el sector del transporte se deprime por un exceso de costes es evidente que la optimización reducirá el transporte en sí.

Además, necesitamos que Aragón y los aragoneses se abran al mundo no sólo mediante el transporte de mercancías, sino del de personas.

Con costes elevados en el transporte esta actividad económica también se resentirá afectando notablemente a esa necesidad de apertura de una región excesivamente poco poblada y poco comunicada por avión a otras urbes europeas donde la actividad económica y la de toma de decisiones es elevada.

En cambio, Aragón tiene el carbón nacional más barato y el suficiente como para no tener problemas de abastecimiento en los próximos cincuenta años. Los lignitos de Teruel son la reserva económico-energética más importante de España.

Con una visión estratégica a largo plazo, el carbón de Teruel debe ser puesto en valor más que nunca. Lejos

de ser una energía sucia y con poco futuro se puede convertir en una esperanza para que España no esté sometida a las agresiones económicas derivadas de una excesiva alza de los precios internacionales de la energía. Volveré más adelante sobre esta idea.

Junto a ello, Aragón tiene una enorme superficie: el 10% de toda la superficie nacional. Es tan grande como Holanda o tanto como Cataluña, La Rioja y Navarra juntas. Tiene superficie agraria para cultivar extensivamente, tiene agua, tiene bosques, tiene viento y tiene sol. El desierto de más alta latitud de Europa está en Aragón: Los Monegros. Se pueden hacer muchas cosas con esta riqueza y hay que ponerlas también en valor a partir de una acción decidida en favor de las energías renovables.

Aragón no sólo es una región de paso para los vehículos, sino también para las redes energéticas. La primera red "energética" son sus ríos: Ebro, Aragón, Gállego, Cinca y los de la margen derecha.

La segunda es su tupida red eléctrica que conecta no sólo los centros productores tradicionales de electricidad como son las plantas hidroeléctricas creadas alrededor del agua embalsada, sino sobre todo las plantas termoeléctricas de Andorra, Escucha, Escatrón, los

ciclos combinados nuevos que se están instalando a las orillas del Ebro y las plantas de cogeneración y eólica que van poblando nuestros paisajes allí donde sopla un viento constante como el cierzo.

Una tercera red energética fundamental es la red de gas natural que viene de Cataluña y va hacia La Rioja y el País Vasco y que a su vez se bifurca hacia el Pirineo o hacia el sur a las cuencas mineras turolenses.

Una cuarta red energética es la de las carreteras que cruzan Aragón de norte a sur y de este a oeste y que está tupida con un ramillete de gasolineras que suministran combustibles líquidos a todos los medios de transporte por carretera.

En otras palabras, tenemos en Aragón grandes capacidades de suministrar energía tanto de origen renovable como no renovable, porque no sólo tenemos fuentes primarias de suministro, sino redes de servicio para evacuar la energía producida o transportar la energía de un lugar a otro.

**Mi hipótesis es ésta:**

*Si en el futuro la energía es cara y/o escasa, Aragón debe hacer un análisis estratégico riguroso para saber aprovechar esa coyuntura y mejorar su posición económica en un plano definitivamente europeo.*

No podemos estar de brazos cruzados ante esta hipótesis. Tenemos industrias altamente dependientes de los costes de la energía pero también tenemos un sector de I+D+i mucho más activo en temas de energía que el de otras comunidades vecinas incluso con un PIB más elevado que el aragonés y esto debe ser puesto en valor.

Tenemos que hacer nuestras cuentas, integrar sectores, establecer programas conjuntos de trabajo que protejan a la actividad económica aragonesa de los peligros de un crecimiento desmesurado de los precios de la energía y a su vez que aproveche las oportunidades que dicho escenario abre. En lo que sigue voy a analizar en más detalle dichas oportunidades sector por sector:

**Carbón**

Mi responsabilidad como vicepresidente de la Plataforma Europea para la Captura y Almacenamiento del CO<sub>2</sub> me permite hablar con cierto conocimiento de causa de que el carbón ha dejado de ser la vieja dama que había que honrar y respetar y deseársela una muerte digna... para convertirse en la fuente autóctona europea que asegura de una forma más clara el abastecimiento energético a largo plazo a los europeos, frente a la incertidumbre internacional de los precios del petróleo y del gas natural.

Pero este carbón debe ser usado de una forma radicalmente limpia es decir de "Emisiones Cero", repito cero emisiones.



Aragón cuenta con una tupida red eléctrica que conecta no sólo los centros productores tradicionales, sino los ciclos combinados nuevos.

¿Cómo se puede conseguir esto? La Comisión Europea lo tiene meridianamente claro. Hay países que no quieren hablar de energía nuclear. ¿Queríamos una planta nuclear en Aragón teniendo carbón y renovables suficientes como para suministrar más del 50% de nuestra producción energética a nuestros vecinos?

Necesitamos carbón limpio, energías renovables y eficiencia energética y necesitamos las tres.

No sólo por razones de precios inestables de la energía, sino porque los impactos climáticos del uso masivo de los combustibles fósiles no pueden ser soportados más por el planeta y si el protocolo de Kioto está siendo un duro mazazo a la economía nacional, no serán menos los siguientes protocolos que España y Europa tendrán que firmar en el próximo futuro.



Europa prevé que en los próximos 30 años más de 500 centrales como la de Andorra deberán ser instaladas de nuevo.

Volviendo al carbón de emisiones cero: Europa prevé que en los próximos 30 años más de 500 centrales como la de Andorra deberán ser instaladas de nuevo. Eso se debe a nuestro crecimiento económico y la renovación del actual parque de generación. Países como China llevan muchos años instalando al mes entre 1 y 2 centrales como la de Andorra. Y esta

demanda es imparable. Ni los países industrializados ni los que están en vías de desarrollo van a renunciar a suministrar la demanda energética que sus ciudadanos necesitan si existen fuentes que pueden suministrarla y sobre todo si existen fuentes que pueden hacerlo de una forma limpia y generalizada.

El carbón es el único combustible fósil que no ha generado guerras. Está suficientemente distribuido por todo el planeta, así que si no se puede suministrar desde algún país siempre existirán otros que estén dispuestos a suministrarlo de una forma barata, suficiente y eficientemente.

Su único problema es que tal como se quema hoy en día, es extremadamente contaminante: en términos aproximados, una tonelada de carbón para producir energía eléctrica produce otra tonelada de CO<sub>2</sub>. Es

demasiado. Resulta necesario desarrollar nuevas tecnologías que utilicen más eficientemente el carbón, que capturen dicho CO<sub>2</sub>, como ya se hizo en los años 80 con los óxidos de azufre para evitar las lluvias ácidas, y almacenar dicho CO<sub>2</sub> de una forma estable en depósitos salinos subterráneos. En otras palabras, hay que poner en juego nuevas tecnologías que per-



Fotografía: tintauna

Aragón tiene en estos momentos más potencia eléctrica instalada en generación eólica que en carbón o en hidroelectricidad.

mitan el uso eficiente del carbón –mediante ciclos supercríticos–, hay que desarrollar las tecnologías de captura del CO<sub>2</sub> y finalmente hay que aprender a almacenar dicho CO<sub>2</sub> de una forma segura. Es evidente que las dos primeras actividades: mejora de la eficiencia y la captura deberán ir entremezcladas ya que habrá que prever que la pérdida de rendimiento asociada a la captura se vea compensada y superada por la eficiencia aumentada de las nuevas centrales.

Pero también hay una actividad crítica que debe ser socialmente bien asumida y ésta es la del almacenamiento geológico del CO<sub>2</sub> producido.

He de decir que todo el gas natural del mundo ha estado confinado en pozos geológicos por millones de años y sólo el ser humano cuando ha pinchado esos pozos ha extraído el gas.

Aquí tenemos el caso del Serrablo en Aragón que se utiliza desde años para almacenar el gas natural que viene del gaseoducto.

Estructuras geológicas sedimentarias como el Valle del Ebro son las más adecuadas para almacenar ese CO<sub>2</sub> emitido. Y justamente se puede decir que esa estructura es uno de los recursos energéticos que serán más preciados de Aragón en el futuro.

Nos queda mucho por hacer para convertir el carbón de Aragón en una energía inocua y que nos proteja de crisis energéticas importadas. Hay que aprovechar que literalmente todo el mundo está empezando en estas nuevas tecnologías para unirnos la Administración, los centros de I+D aragoneses y las empresas para que con la ayuda de la Comisión Europea podamos poner en valor nuestro carbón en un futuro no muy lejano.

### Energías renovables

Se acusa a las energías renovables de que no dan la energía que se necesita cuando ésta más se necesita. Así, los días más calurosos o los más fríos, lo son justamente porque el viento no corre. Es decir, todos los aerogeneradores instalados están parados en esos momentos. Eso es verdad. También es verdad que el agua embalsada sólo produce electricidad cuando hay agua, es decir, no en verano ni quizás en pleno invierno. Y la biomasa se produce masivamente después de las cosechas pero hay un tiempo para plantar y uno para recoger y ésta no se produce al ritmo que una planta de producción energética necesitaría. ¿Y qué decir de la energía solar por las noches?

En otras palabras, las energías renovables son intermitentes, estacionales y sometidas a incertidumbre. No podríamos conectar a nuestro ordenador la energía eléctrica producida por un aerogenerador casero que pusiéramos en el tejado de nuestra casa.

Pero todas estas críticas no son más que necesidades de investigación que deben ser desarrolladas urgentemente en el próximo futuro.

De una parte, debemos aprender a almacenar la energía para guardarla cuando es abundante y usarla cuando la necesitamos. De otra, tenemos que aprender a suministrarla limpia de perturbaciones, es decir de la calidad suficiente como para que la red, y al final los usuarios, no se quejen de ellas. En tercer lugar, hay que hacer que las energías renovables sean tan baratas que allí donde puedan sustituir una energía sucia se haga sin que existan barreras sociales, o de intereses que lo impidan.

Conseguir esto no es fácil, pero si echamos la vista atrás unos años, veremos que Aragón tiene en estos momentos más potencia eléctrica instalada en generación eólica que en carbón o en hidroelectricidad. Esta revolución se ha producido en menos de una década, entonces, ¿qué podemos esperar para las décadas que se nos avecinan con altos costes de la energía, con energías sucias y con países suministradores de dicha energía políticamente inestables?

Pero una cosa es la cantidad de energía y otra su calidad. Si el viento sopla cuando sopla y hay agua sólo cuando ha llovido, ¿por qué no conectar integrando



Hay que empezar a pensar en "huertas solares" que producen y producirán más energía eléctrica con paneles fotovoltaicos cada vez más baratos.



Fotografía: Aragón Press

La Fundación del Hidrógeno de Aragón, donde se han aglutinado instituciones y empresas, promueve el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno.

una energía con otra? Supongamos un parque de aerogeneradores que utiliza su energía bien para suministrar a la red o bien para bombear agua desde el subsuelo o desde un embalse en una cota baja a otro con una cota alta. En estas condiciones, el agua embalsada arriba podría ser utilizada para producir energía eléctrica si fuera necesario o para suministrar agua para nuevos regadíos. El panorama se abre de una forma extraordinaria. Renovables para los regadíos y éstos integrados con la producción eléctrica a voluntad.

Y los regadíos para producir alimentos o biocarburantes o con los residuos de la cosecha producir calor y/o electricidad. No perdamos de vista que los alimentos un día se producirán quizás en países en desarrollo por la razón obvia de que o importamos su producción o importamos a sus productores... En cualquier caso, siempre será difícil transportar la energía ya que los costes energéticos materializados por el transporte de dicha biomasa impiden importar en muchísimos casos biomasa de otros países. Es decir, que auguro que muchos campos de Aragón en el futuro deberán dedicarse a cultivos energéticos.

Deberemos producir biocarburantes a partir del girasol que hoy utilizamos para producir aceite de colza, de girasol o de otros cultivos que se mejorarán en el futuro.



Fotografía: Aragón Press

Repotaje de hidrógeno.

Y una de las fortalezas de Aragón es su gran superficie preparada para la agricultura y su enorme potencial de regadío.

¿Y qué decir de la energía solar? Hoy pensamos en colectores solares encima de las casas. Es evidente que éstos se harán más baratos y, la normativa y reglamentación emanada de la Administración favorecerá masivamente su uso. Sin embargo, hoy hay que empezar a pensar en “huertas solares” que producen y producirán energía eléctrica con paneles fotovoltaicos cada vez más baratos.

Tenemos en Aragón suficiente superficie como para saber que sólo Los Monegros plantados con estos paneles podrían, ellos solos, suministrar toda la energía que España necesita. Si esto es esperanzador quizá la revolución solar aún está por llegar de la mano de otra tecnología: la solar de alta temperatura. Lo ideal es concentrar la energía solar mediante espejos. En definitiva, las potencialidades de Aragón para producir cada vez más energías renovables apoyadas en sólido tejido del I+D+i aragonés y de la mano de las empresas y la agricultura no ha sido suficientemente explotado y en un futuro de grandes incertidumbres energéticas es clave y urgente.

Un ejemplo de cómo podrían ser las cosas lo constituye la Fundación del Hidrógeno de Aragón, donde se han aglutinado instituciones, empresas y la Administración con el fin de promocionar el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno. Habrá que seguir este camino en otras tecnologías que son incluso más inmediatamente críticas que el propio hidrógeno.

Veo un Aragón gigante energético suministrando biocarburantes, biomasa, aprovechando su energía solar para producir electricidad y calor, su viento integrado con sus aprovechamientos hidrológicos, y su carbón produciendo de una manera radicalmente limpia con emisiones nulas, hidrógeno, fertilizantes, energía eléctrica, y toda clase de productos químicos. Siendo un ejemplo a seguir en la producción sostenible de energía....

O veo un Aragón postrado porque su apuesta por la logística o la producción de automóviles no consigieron remontar después de una crisis energética que afectó notablemente a la sociedad occidental basada en un consumo alegre y confiado del recurso más fundamental: la energía. Entre un panorama y su opuesto, está la decisión estratégica que propongo. ¿Recogerá alguien mi mensaje? ■



Fotografía: Aragón Press

Aragón puede ser un gigante energético que, entre otros recursos, aproveche su energía solar para producir electricidad y calor.

# EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN

**José Aixalá Pastó**  
**Jaime Sanaú Villarroya**  
**Blanca Simón Fernández**  
Universidad de Zaragoza

**tribuna**  
científica

## La perentoriedad de fomentar las energías renovables

El sector energético guarda desde hace más de dos siglos una estrechísima relación con el proceso de industrialización, proceso que depende como requisito vital de los *inputs* energéticos. Una segunda característica destacable es su capacidad para generar efectos de arrastre sobre las restantes ramas del aparato productivo a las que el sector suministra *inputs* esenciales y difunde el progreso técnico. De hecho, los distintos procesos de sustitución energética guiados por las ventajas técnicas y de precios relativos de unas fuentes sobre otras han sido claves para mantener el crecimiento sin precedentes de las economías desarrolladas de los últimos decenios. Por último, ha de recordarse que en la mayoría de las ocasiones la expansión del sector energético precisa la regulación estatal o/y la intervención directa a través de empresas públicas.

A la altura de 2006, la producción energética nacional significa en torno al 4% del PIB *real* español, aunque en términos *nominales* tienda a decrecer como reflejo de que los precios de la electricidad evolucionan por debajo de los generales. España sigue abasteciéndose en gran medida de primeras materias combustibles procedentes del exterior, si bien las importaciones de energía representan el 10% de las importaciones totales de bienes, lejos del 33% que representaban a mediados del decenio de 1980. En todo caso, se trata de porcentajes que hacen que cualquier variación de los mercados energéticos internacionales tenga para España unos efectos en la renta nacional (déficit exterior) y en la renta disponible (inflación) mucho mayores que en otros países desarrollados.

Atendiendo al consumo primario español, la participación del petróleo se sitúa en torno al 50%. Su caída relativa, especialmente tras las crisis de los años setenta de la pasada centuria, fue cubierta, primero por el carbón y luego por la energía nuclear, el gas natural y las energías renovables. El balance energético continúa siendo

inquietante, ya que la carencia de hidrocarburos propios lleva a que el grado de autoabastecimiento apenas alcance la cuarta parte de las necesidades de energía primaria españolas, muy por debajo de los porcentajes medios de la Unión Europea (más del 50%) o de la OCDE (superior al 70%).

Homogeneizando la producción nacional en toneladas equivalentes de petróleo, se concluye que algo más de la mitad de la energía primaria que hoy en día se *produce* en España es de origen nuclear, que el carbón aún supone la quinta parte de dicha producción y que las energías renovables están aproximando su aportación relativa a la del carbón y ya duplican la cuota conjunta de la hidráulica, el petróleo y el gas natural domésticos.

En definitiva, España usa más petróleo y menos gas natural que otros países de la Unión Europea pese a que desde su incorporación a la UE en 1986 haya tratado de acomodar su política energética de conformidad con los objetivos de la comunitaria para racionalizar la demanda (ahorrar energía), liberalizar los mercados (y mejorar la eficiencia técnica) y diversificar las fuentes energéticas primarias.

La liberalización de los mercados es una tarea ardua, dado que las pocas empresas que subsisten en la mayoría de los sectores energéticos integran las diversas fases de sus respectivos negocios y tienden a aprovechar su poder de mercado más que a la competencia. Mejorar la eficiencia es apremiante porque el consumo energético aumenta a un ritmo superior al de la renta por habitante y lo hace más rápidamente que en la UE<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Cuando se compara la evolución del consumo de petróleo per cápita y la intensidad energética española con la UE-15 se observa la alta intensidad del consumo energético español, tanto de electricidad como de petróleo, que refleja una menor eficiencia en su uso.

En cuanto a la diversificación –aspecto que ha de enlazarse con las medidas para cumplir con los compromisos medioambientales del Protocolo de Kioto–, el *Plan de Fomento de las Energías Renovables* de diciembre de 1999 fijó como objetivo para 2010 que las energías renovables representaran el 12% del consumo de energía primaria española. El *Plan* que impulsó tan ambiciosa meta seguía directrices de la comunidad científica internacional que coincide en la necesidad de buscar la mayor eficiencia energética y lograr un modelo energético no basado en los combustibles fósiles, ya que el petróleo, el gas y el carbón son recursos limitados y no distribuidos equitativamente por el planeta.

Téngase en cuenta en este sentido, que las energías renovables se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. A diferencia de las no renovables, no producen emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera y no generan residuos de difícil tratamiento. Presentan también ventajas estratégicas, ya que al ser autóctonas reducen la dependencia exterior. Las ventajas socioeconómicas se centran en el hecho de que la apuesta por las energías renovables puede generar más puestos de trabajo que si se opta por mantener las convencionales, así como contribuir al equilibrio económico entre zonas de diferente grado de desarrollo (las instalaciones precisas suelen ubicarse en áreas rurales y permiten desarrollar tecnologías autóctonas). Presenta, sin embargo, algunos inconvenientes. En el caso de la energía eólica suelen destacarse el negativo impacto visual, ya que su instalación genera una alta modificación del paisaje; el impacto sonoro, puesto que el roce de las palas con el aire produce un ruido constante; el impacto sobre la avifauna (choque de las aves contra las palas y efectos desconocidos sobre modificación de los comportamientos habituales de migración y anidación) y, finalmente, la sombra proyectada por los aerogeneradores.

A pesar de que en el período 1999-2004 el consumo (y la producción) de energías renovables en España creciera notablemente en valores absolutos, el incremento constante de la demanda de energía redujo su contribución porcentual, de tal forma que a finales de 2004 sólo se había cumplido el 28,4% de los objetivos del *Plan* de 1999. Ello obligó al Gobierno a aprobar en julio de 2005 el *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2005-2007* y un mes más tarde el nuevo *Plan de Energías Renovables 2005-2010*. Ambas decisiones suponen un paso adelante en esa dirección y un importante esfuerzo para modificar la tendencia creciente de la intensidad energética en España.

El *Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)* pretende que las energías renovables aporten un 12,1% de la energía primaria consumida en 2010. Este objetivo se traduce en que el 30,3% del consumo de elec-

tricidad se genere por renovables y un consumo de biocarburantes del 5,83%. En el desglose por tecnologías, las que presentan un mayor crecimiento son la eólica (pasa de 9.000 a 20.155 MW), la fotovoltaica (de 143 a 400 MW), la solar termoelectrónica (de 200 a 500 MW) y los biocarburantes que multiplican por cinco sus objetivos.

Se estima que el *Plan* supondrá un ahorro de petróleo equivalente al 20% de las importaciones y una reducción de emisiones de 77 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. La inversión que requiere el *PER* es de 23.598 millones de euros y en su mayor parte (77,%) vendrá de financiación ajena. El 20% corresponderá a los promotores mientras que la ayuda pública (ayudas a la inversión, incentivos fiscales y primas a la generación) alcanzará el 2,9% restante.

En este contexto, este trabajo analiza el desarrollo de la energía eólica en Aragón. En el segundo apartado se sintetizan los factores que han favorecido la evolución reciente de este subsector en España y en Aragón; en el tercero se adentra en la puesta en funcionamiento de parques eólicos en Aragón, cuantificando el impacto que ha generado su instalación y funcionamiento en la producción y empleo regionales. Finalmente, el último de los epígrafes recoge algunas conclusiones y consideraciones sobre lo que puede acontecer con esta energía en el futuro próximo.

#### El desarrollo de la energía eólica en España

El éxito de la energía eólica o el despegue de la solar fotovoltaica, de la producción de biocarburantes o de la solar de alta temperatura no ha sido casual. Requiere la combinación de mayores esfuerzos en eficiencia energética, de incrementos en los recursos dedicados a investigación, desarrollo e innovación tecnológica y de apoyos públicos mediante regulación, subvenciones y precios políticos que descuenten el futuro incierto e *internalicen* los efectos positivos que estas energías generan en el medio ambiente.

Ha de resaltarse que si España mantiene su liderazgo en casi todas las energías renovables ha sido por haber proporcionado seguridad normativa a las empresas energéticas y haber elegido la vía de las primas como incentivo para el desarrollo de estas energías. Otros países europeos, en cambio, que recurrieron a los certificados verdes y diversos incentivos no han cosechado los mismos éxitos.

El punto de arranque para la implantación de las energías renovables fueron los decretos de finales del decenio de 1980, en los que se incentivaban mediante distintas primas, y el *Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010* que fijaba objetivos para cada tipo de fuente energética y fue reemplazado por un nuevo *Plan* en 2005.

Gracias a este marco normativo, la energía eólica se expansionó hasta situar la potencia instalada en



La energía eólica se ha expandido hasta situar la potencia instalada en España en 9.833MW.

España en 9.883 MW a finales de 2005, según recoge el Cuadro 1.

El *Consejo Mundial de la Energía Eólica* estima que la potencia total acumulada en el mundo en 2005 era de 59.322 MW, tras haber crecido un 24% en el ejercicio. Casi el 70% de esa cifra correspondía a Europa que atendía un 3% de su consumo eléctrico con esta energía. Por países, España ocupaba el segundo lugar en el *ranking* mundial por detrás de Alemania cuya potencia instalada se aproximaba a los 17.000 MW (si bien con un funcionamiento medio de los parques de inferior al español). El tercer lugar lo ocupaban los Estados Unidos, con 9.150 MW de potencia instalada y una rápida expansión de su capacidad de generación (también registrada en los mercados canadiense y chino).

Una buena idea de la rápida expansión de la energía eólica en España la proporcionan los 483 parques operativos que existían a finales de 2005. Por regiones, Galicia era la comunidad con más instalaciones eólicas (106) seguida de Castilla-León (90). En estas dos

Evolución de la potencia eólica instalada en España	Potencia instalada	
	En el año	Acumulada
1986	0,4	0,4
1987	1,2	1,6
1988	0,8	2,4
1989	1,5	3,9
1990	2,7	6,6
1991	0,7	7,3
1992	38	45
1993	6	51
1994	24	75
1995	40	115
1996	96	211
1997	229	440
1998	393	833
1999	642	1.475
2000	815	2.290
2001	985	3.275
2002	1.615	4.890
2003	1.344	6.234
2004	1.920	8.154
2005	1.792	9.883

Fuente: Asociación de Promotores de Energías Renovables e IDEA

comunidades, en Castilla-León y en Aragón se localizaban algo más del 70% de los aerogeneradores y el 80% de la capacidad instalada.

La contribución de la energía eólica al sistema eléctrico es una realidad, ya que en 2005 permitió unas ventas de energía de 20.921 GWh y unas 2.500 horas de funcionamiento medio de los aerogeneradores. Permite, asimismo, superar en momentos puntuales los 7.000 MW, es decir, entre el 20 y el 25% de la demanda de energía eléctrica durante un fin de semana. Se ha logrado que las tres cuartas partes de la potencia instalada trabajen al mismo tiempo, superando el modo de actuación complementario de las distintas cuencas eólicas (Galicia y Noroeste, Valle del Ebro y Nordeste y el Sur de Andalucía). En definitiva, la energía eólica se ha consolidado como la cuarta tecnología de generación de electricidad a gran escala en España, además de complementar progresivamente (e incluso superar) a la hidráulica como fuente renovable con bajos costes variables.

**La energía eólica en Aragón**

Uno de los objetivos prioritarios de la política energética del Gobierno de Aragón, según el *Plan Energético de*

*Aragón y el Plan de Acción de las Energías Renovables en Aragón*, es la utilización racional de la energía, en particular, el desarrollo y el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables, de acuerdo con las directrices de la Unión Europea, el *Plan Energético Nacional* y el *Plan de Fomento de las Energías Renovables* en España, que incluyen entre sus prioridades de política energética aumentar la contribución de los autogeneradores a la producción de energía eléctrica.

El desarrollo de estas energías integradas en el régimen especial en Aragón y, particularmente de la energía eólica, responde a los mismos impulsos que en el caso español, aunque completados por la normativa autonómica que se incluye en el Cuadro 2 para configurar la red de parques eólicos que recoge el Cuadro 3.

Ahora bien, ese respaldo público a las energías integradas en el régimen especial se ha visto tradicionalmente frenado por los problemas en la evacuación de energía producida, dado que la red de transporte de energía eléctrica en algunos lugares de producción resulta insuficiente para evacuar la energía generada.

De hecho, el Departamento de Industria, Comercio y Desarrollo tomó la iniciativa y aprobó la Orden de 30

Cuadro 2. Principal normativa que afecta al sector eólico en Aragón

<p><b>Decreto 279/1995</b>, 19 de diciembre, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón.</p> <p><b>Decreto 93/1996</b>, 28 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula el procedimiento de autorización de instalaciones de innovación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón.</p> <p><b>Decreto 68/1998</b>, 31 de marzo, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen subvenciones en materia de ahorro y diversificación energética, uso racional de la energía, aprovechamiento de los recursos autóctonos y renovables e infraestructura energética en el medio rural.</p> <p><b>Orden de 30 de noviembre de 2000</b>, Departamento de Industria, Comercio y Desarrollo, por la que se dispone el procedimiento de asignación de conexiones a la red eléctrica para instalaciones de generación, en el ámbito del Plan de Evacuación de Régimen Especial de Aragón 2000-2002 (PEREA).</p> <p><b>Orden de 17 de octubre de 2002</b>, Departamento de Industria, Comercio y Desarrollo, por la que se convocan para el ejercicio 2003, ayudas en materia de ahorro y diversificación energética, uso racional de la energía, aprovechamiento de los recursos autóctonos y renovables e infraestructura energética en el medio rural.</p> <p><b>Decreto 348/2002</b>, de 19 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se suspende la aprobación de nuevos Planes Eólicos Estratégicos.</p> <p><b>Orden de 25 de junio de 2004</b>, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica.</p> <p><b>Decreto 216/2005</b>, de 25 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen subvenciones en materia de ahorro y diversificación energética, uso racional de la energía, aprovechamiento de los recursos autóctonos y renovables, e infraestructuras energéticas.</p>
--

Cuadro 3. Energía eólica instalada en Aragón a 28 de febrero de 2006

Nudo de conexión	Parque eólico	Año	MW conectados	Conexión a SET	Tipo de evacuación	
<b>SET Monte Torrero</b>	Bosque Alto	2001	21,8	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	Acampo Armijo	2001	18,0	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	Plana de la Balsa	2001	24,0	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	Los Labrados	2001	24,0	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	Plana de María	2002	24,0	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	Plana de Zaragoza	2002	24,0	Los Vientos 220 kV	Convenio Previo	
	La Carracha	2002	49,5	María 220 KV	Convenio Previo	
	Plana de Jarreta	2002	49,5	María 220 KV	Convenio Previo	
	La Muela Norte	2003	29,8	Los Vientos 220 KV	PEREA	
	Cabezo de San Roque	2003	23,3	Los Vientos 220 KV-Monte Torrero	PEREA	
	Subtotal			287,8		
	<b>SET Fuendetodos</b>	Fuendetodos I	2004/5	46,0	Fuendetodos	PEREA
		Fuendetodos II	2004/5	47,6	Fuendetodos	PEREA
Entredicho		2004/5	36,0	Fuendetodos	PEREA	
Belchite		2006	49,5	Fuendetodos	PEREA	
Subtotal				179,1		
<b>En distribución</b>	Sierra Selva I	2000	18,2	SET Sangüesa	Convenio Previo	
	Sos del Rey Católico	2001	18,8	SET Sangüesa	Convenio Previo	
	Borja I	1996	16,2	Novallas 45 kV	Convenio Previo	
	Planas de Pola	1999	35,6	Figueruelas 45 kV	Convenio Previo	
	Puntaza de Remolinos	1997	11,7	Figueruelas 45 kV	Convenio Previo	
	Escucha-San Just	2001/3	28,4	Escucha 132 kV	Convenio Previo	
	El Puerto	2002	25,1	Escucha 132 kV	Convenio Previo	
	Valdecuadros	1997/0	2,1	Urcamusa 45 kV	Convenio Previo	
	Muel	1998	16,2	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	El Pilar	1997	15	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	La Muela	1987	0,5	Línea 15 kV La Muela	Convenio Previo	
	Aragón	1994	5,3	Línea 15 kV La Muela	Convenio Previo	
	La Muela II y III	1997	29,7	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	La Plana I	1999	4,2	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	La Plana II	1999	16,5	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	La Plana III	1996/8	21	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	I+D La Plana	2002	2	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	I+D La Plana	2002	2	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	Sierra de la Virgen	2005	14,4	Los Vientos 132 kV	Convenio Previo	
	Sestrica	2005	14,4	La Charluca	Convenio Previo	
	Almudévar	2005	39,6	La Charluca	Convenio Previo	
	Subtotal			336,8	Seccto. Saso Plano	PEREA
	<b>SET Gurrea</b>	Tardienta I	2001	49,5	Gurrea	PEREA
Tardienta II		2001	44,2	Gurrea	PEREA	
Rio Gállego		2002	36,0	Gurrea	PEREA	
Santa Quiteria		2004	36,0	Gurrea	PEREA	
Rabosera		2005	31,4	Gurrea	PEREA	
La Sotonera		2005	18,9	Gurrea	PEREA	
Área Saso Plano		2006	39,6	Gurrea	PEREA	
Subtotal				255,6		
<b>SET Magallón</b>	La Serreta y ampliación	1999/01	49,5	Jalón 220 kV	Convenio previo	
	Atalaya y ampliación	2002	49,5	Jalón 220 kV	Convenio previo/PEREA	
	El Bayo	2003	49,5	Jalón 220 kV	PEREA	
	Los Monteros	2003	25,5	Jalón 220 kV	PEREA	
	Los Visos	2005	37,5	Jalón 220 kV	PEREA	
	Dehesa del Coscojar	2000	15,0	Jalón 220 kV	Convenio previo	
	El Águila	2001	19,5	Jalón 220 kV	Convenio previo	
	Grisel y ampliación	2001/3	13,2	Lanzas Agudas 66 kV	Convenio previo	
	Grisel II	2003	3,3	Lanzas Agudas 66 kV	PEREA	
	Tarazona Sur	2001	9,4	Lanzas Agudas 66 kV	Convenio previo	
	Boquerón	2002/4	49,5	Lanzas Agudas 66 kV-Magallón	Convenio previo	
	Borja II	2001	21,5	Lanzas Agudas 66 kV	Convenio previo	
	Campo de Borja	2001	2,0	Lanzas Agudas 66 kV	Convenio previo	
	Magallón 26	2003	10,8	Magallón	PEREA	
	I+D 1.5	2004	1,5	Lanzas Agudas 66 kV-Magallón	PEREA	
	I+D=.75	2004	0,8	Lanzas Agudas 66 kV-Magallón	PEREA	
	San Juan de Bargas	2005	45,0	Magallón-Pozuelo-Alberite	PEREA	
Magallón II	2005	40,0	Magallón-Pozuelo-Alberite	PEREA		
Subtotal			442,9			
Total			1.502,1			

Fuente: Elaboración propia y Asociación de Promotores de Energía Eólica de Aragón.

de noviembre de 2000, por la que se dispone el procedimiento de asignación de conexiones a la red eléctrica para instalaciones de generación, en el ámbito del *Plan de Evacuación de Régimen Especial de Aragón 2000-2002 (PEREA)*.

Como culminación de una primera fase del PEREA, el Gobierno de Aragón suscribió, en julio de 2000, un convenio con *Red Eléctrica de España*, al objeto de desbloquear la cuestión del vertido a la red. Previo análisis técnico, el acuerdo estipuló actuaciones en la red de transporte y determinó como objetivo razonable de capacidad de evacuación global para Aragón, dedicada a la generación en régimen especial, alcanzar durante el período de vigencia del *Plan*, la cuantía de 1.830 MW de potencia instalada. Como segunda fase de este *Plan*, el Gobierno de Aragón concertó, en septiembre de 2000, con la compañía eléctrica de transporte y distribución (entonces *Eléctricas Reunidas de Zaragoza I, S.A.*), un acuerdo relativo al establecimiento de condiciones para la incorporación de proyectos al *Plan* y, en su caso, ejecución de infraestructuras comunes o compartidas. Como tercera fase, se organizó la integración efectiva de los proyectos en el *Plan*, a través, en primera instancia, de la voluntad manifiesta y garantizada de los promotores, así como de la subsiguiente definición de posibilidades y actuaciones de acceso a la red, y de la identificación de las instalaciones de generación de mayor interés general, cuya ejecución sea viable en el ámbito temporal del *Plan*. Finalmente, el 19 de noviembre de 2002, el Gobierno de Aragón suspendió la aprobación de nuevos *Planes Eólicos Estratégicos* hasta que se subsanen los problemas de la red de evacuación.

En definitiva, los problemas de acceso y conexión a la red de transporte eléctrico y, en menor medida, los retrasos administrativos explican por qué no se han cumplido las previsiones de instalación de parques eólicos para el período 2003-2005 recogidas en Aixelá, Sanaú y Simón (2003). Según estos autores, la potencia instalada en Aragón iba a incrementarse en 410,5 MW en 2003; 357,1 MW en 2004 y 105,6 MW en 2005, de forma que a finales de este año se alcanzarán los 1.785,42 MW de potencia instalada en la región. Sin embargo, de acuerdo con cifras facilitadas

<sup>2</sup> Cifra a la que habría que sumar los parques puestos en funcionamiento a partir de entonces, que a finales de junio de 2006 era de 89,1 MW.

<sup>3</sup> Ha de puntualizarse que este efecto de arrastre ha sido medido a través de la matriz inversa de los inputs regionales, que recoge únicamente el efecto sobre la economía aragonesa. Utilizando la matriz inversa de los inputs totales se obtendría el efecto de arrastre generado fuera de Aragón como consecuencia de la inversión en parques eólicos instalados en la Comunidad Autónoma. Este efecto de arrastre sobre otras economías, unido a la inversión demandada fuera de Aragón producen sobre la economía aragonesa un segundo efecto de arrastre que, aunque de difícil medición, habría que adicionar al 32% mencionado.

por la Asociación de Promotores de Energía Eólica de Aragón la potencia eólica instalada en la región aumentó en 142,1 MW en 2003; en 217,4 MW en 2004 y en 241,2 MW de suerte que a finales de 2005 la potencia instalada era de sólo 1.413 MW<sup>2</sup>.

El menor ritmo inversor significa que los efectos de la instalación y puesta en funcionamiento de los parques eólicos han sido inferiores a los calculados en Aixelá, Sanaú y Simón (2003). Aplicando el Modelo *Input-Output (MIO)* a las cifras reales disponibles para el período 2003-2005, puede concluirse:

1. La construcción de parques eólicos supuso una inversión media en el último trienio de 180 millones de euros anuales.
2. El esfuerzo inversor permitió instalar 291 MW anuales en los últimos tres ejercicios, destacando el año 2005 como punto álgido en cuanto a inversión.
3. Introduciendo supuestos similares a los de Aixelá, Sanaú y Simón (2003) sobre el porcentaje de inversión que se demanda a empresas instaladas en Aragón y las ramas de actividad que fabrican los distintos componentes de un parque, la capacidad de arrastre de la inversión realizada en parques eólicos se sitúa en el 32%, destacando el año 2005, con un volumen de *output* derivado del efecto de arrastre en torno a los 52,5 millones de euros<sup>3</sup>. Al analizar los sectores más requeridos, además de los directamente relacionados con la construcción de parques –“Productos metálicos” (rama 28), “Maquinaria y equipo mecánico” (rama 29), “Maquinaria y material eléctrico” (rama 31) y “Productos de la construcción” (rama 39)–, pueden resaltarse “Otros servicios empresariales” (rama 56), “Servicios de transporte por carretera” (rama 45), “Otros servicios de comercio al por menor” (rama 42), “Servicios de intermediación financiera” (rama 49), “Servicios de comercio al por mayor” (rama 41) y “Energía eléctrica” (rama 6), entre los sectores más relevantes.

4. La inversión en parques eólicos ha supuesto un 0,5% del PIB de Aragón y un 2,7% de su PIB industrial durante el período 2003-2005.

5. La mencionada inversión ha permitido mantener una media de 2.220 puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo (PTEATC) en el trienio 2003-2005<sup>4</sup>. Los sectores en los que más empleo se ha generado han sido, además de los directamente relacionados con la construcción, “Otros servicios empresariales” (rama 56), “Otros servicios de comercio al por menor” (rama 42), “Servicios de transporte por carrete-

<sup>4</sup> Para realizar estas estimaciones se ha supuesto que la productividad del factor trabajo se ha mantenido constante en todos los sectores a lo largo de los años estudiados. De suponer que la productividad varía, las cifras de empleo estimadas se alterarán de forma proporcional a tales modificaciones.

ra” (rama 45), “Servicios de comercio al por mayor” (rama 41), “Servicios de intermediación financiera” (rama 49) y “Servicios postales y de comunicaciones” (rama 48).

6. El empleo generado por la construcción de parques eólicos significó el 0,4% del empleo total aragonés y el 1,8% del empleo industrial entre 2003 y 2005. La capacidad de generar empleo a través del efecto de arrastre difiere ya que la rama 39 (“Productos de la construcción”) genera 22 empleos por cada millón de euros de inversión, la rama 28 (“Productos metálicos”), 19 empleos, la rama 31 (“Maquinaria y material eléctrico”), 15 empleos, mientras que la rama 29 (“Maquinaria y equipo mecánico”) genera 14 empleos.
7. El *MIO* también permite aproximar los efectos que produce la actividad generadora de energía eólica en el VAB y el empleo aragoneses. Teniendo en cuenta que a finales de 2005, la potencia eólica instalada en Aragón ascendía a 1.413 MW, el *output* generado en Aragón como consecuencia de los consumos intermedios del conjunto de empresas productoras se situaba –una vez computado el correspondiente coeficiente de arrastre– en unos 25,1 millones de euros anuales (medidos en unidades monetarias de 2001), y permitía mantener unos 330 empleos indirectos, además de los empleos directos derivados de la propia generación de energía eólica.
7. La energía eólica producía un efecto notable sobre los presupuestos de los municipios en los que se

ubican los parques eólicos a través del pago del “Impuesto de Actividades Económicas” (IAE) y del canon por arrendamiento de terrenos, elevando las rentas privadas y públicas de tales municipios. A finales de 2005, la recaudación real por IAE ascendía a una cifra cercana a 1,6 millones de euros mientras que el canon por alquiler de terrenos podía superar los 3,9 millones de euros.

9. La construcción de parques eólicos ha ido acompañada de mejoras en la red de transporte eléctrico y la construcción de varias subestaciones eléctricas, cuyo valor es difícil de cuantificar al depender de las características del terreno, la distancia y la calidad de los materiales, así como de la compañía encargada de la construcción. En todo caso, estas infraestructuras son relevantes al ser una condición necesaria, aunque no suficiente, para facilitar la instalación de empresas en los municipios por donde discurren.

#### Epílogo y conclusiones

El crecimiento de las energías renovables es una de las vías para reducir la vulnerabilidad de la economía española en materia energética que, además, facilita el cumplimiento de los objetivos del Protocolo de Kyoto. El marco regulatorio aprobado en España puede considerarse muy positivo al permitir el desarrollo espectacular de algunas energías renovables como la eólica. A su vez, la normativa complementaria del Gobierno de Aragón facilitó que en un plazo breve de tiempo se construyeran sesenta parques eólicos que, a finales de 2005, alcanzaban una potencia instalada de 1.413 MW.

	Previsiones dic 2008	Peticiones CCAA	Objetivos PER 2010
Galicia	3.400	6.300	3.400
Castilla-La Mancha	2.900	4.450	2.600
Castilla-León	2.900	6.700	2.700
Aragón	2.100	4.000	2.400
Navarra	1.100	1.530	1.400
Andalucía	1.680	4.000	2.200
La Rioja	468	660	500
País Vasco	240	624	250
Cataluña	1.100	3.000	1.000
Canarias	0	893	630
Asturias	370	900	450
Murcia	190	850	400
Comunidad Valenciana	845	2.359	1.600
Baleares		75	50
Cantabria	135	300	300
Extremadura	25	225	225
Madrid		50	50
Total	17.453	36.916	20.155

Cuadro 4

Potencial futuro de la energía eólica en España

El esfuerzo inversor realizado para la construcción de parques eólicos en Aragón –incrementado por los *efectos de arrastre* que produce en el conjunto de la economía, que pueden cifrarse en un 32% de aquél– ha representado, entre 2003 y 2005, el 0,5% del PIB regional y el 2,7% del PIB industrial. La creación de empleo, en términos de puestos de trabajo equivalentes a tiempo completo, también ha sido importante, unos 2.220 en dicho período (es decir, 0,4% del empleo total aragonés y el 1,8% del empleo industrial).

Teniendo en cuenta el *output* generado en Aragón como consecuencia de los consumos intermedios del conjunto de empresas productoras de energía eólica se situaba a finales de 2005 –una vez computado el correspondiente coeficiente de arrastre– en unos 25,2 millones de euros anuales, medidos en unidades monetarias de 2001, este subsector mantenía unos 330 empleos indirectos, además de los derivados de la propia generación de energía eólica.

De cara al futuro, el principal freno a la expansión de la energía eólica en Aragón y España proviene no del acceso y conexión a la red de transporte sino de la pugna por la distribución territorial del incremento de capacidad instalada que se desprende del *Plan de Energías Renovables 2005-2010*. Las autonomías más aventajadas o con mayor potencial de generación

eólica tendrán que demostrar en dos años que sus previsiones de instalar más potencia eólica sobre la indicada en el PER están fundamentadas. Las que han presentado hasta ahora doblan en potencia (casi 40.000 MW) la capacidad del sistema eléctrico nacional y los objetivos del PER para el año 2010. Cataluña, Andalucía, Galicia y Aragón, entre otras, han argumentado que se les cercena su capacidad de crecimiento en generación eólica, una actividad que genera empleo e ingresos en zonas marginales de sus territorios.

Las limitaciones “indicativas” del PER se basan en la capacidad de la red nacional para asumir la variabilidad del viento y el impacto sobre esa red de la generación de origen eólico.

El Ministerio de Industria, por su parte, ha propuesto aplazar la decisión hasta finales de 2008 y revisar los objetivos por autonomías según el grado de cumplimiento de sus compromisos, el desarrollo de las infraestructuras eléctricas y la adecuación tecnológica de los aerogeneradores a las necesidades de gestión de Red Eléctrica, tal como se recoge en el Cuadro 4. Estos indicadores servirán de referencia al Ministerio para reajustar los objetivos del PER (2005-2010) y sentar las bases del *Plan* del próximo quinquenio ■



Fotografía: Aragón Press

La inversión en parques eólicos ha supuesto un 0,5% del PIB de Aragón.

#### BIBLIOGRAFÍA

AIXALÁ, J.; J. SANAÚ Y B. SIMÓN (2003), “El desarrollo de la energía eólica en Aragón: Estimación de los efectos en la producción y empleo regionales”, *Economía Aragonesa*, 22, 65-90.

IBERCAJA (2003), *Modelo Input Output: Estructura Productiva de la Economía Aragonesa*, Ibercaja.

# HIDRÓGENO, UN VECTOR ENERGÉTICO DE FUTURO

**Luis Correas Usón**

Director Gerente de la Fundación Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón

## Las transiciones energéticas

Parte de la historia de la humanidad y de los cambios sociales acaecidos se pueden explicar considerando las diversas formas de obtener y gestionar la energía. La primera revolución industrial está asociada al carbón y a la máquina de vapor. La segunda, al petróleo y al motor de combustión interna. La tercera podría ser la del hidrógeno y las pilas de combustible.

Cuando Inglaterra se encontró con un país deforestado a mediados del siglo XVII tuvo que echar mano de un recurso autóctono; el carbón. A su vez, como las minas se inundaban y había que achicar el agua, se inventó la máquina de vapor, que ya Herón aplicaba en versiones menos sofisticadas allá por el siglo II antes de Cristo, por ejemplo, para abrir y cerrar puertas de templos. Este binomio facilitó y fue el icono de la primera revolución industrial, identificado en el ferrocarril.

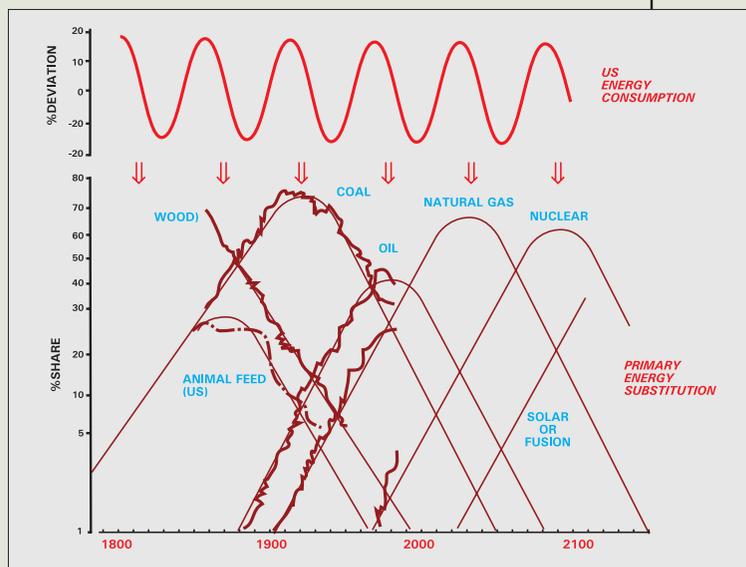
Igualmente, las ciudades estadounidenses consumían cantidades ingentes de aceite de ballena para iluminarse a finales del siglo XIX. Su escasez en determinados momentos y la abundancia en aquel entonces de petróleo en la costa este norteamericana propiciaron el cambio. Este nuevo combustible era óptimo para el motor de combustión interna. De nuevo, la combinación petróleo-motor toma forma en el automóvil.

La humanidad está acostumbrada a las transiciones energéticas, a lo que se denomina el "cambio de paradigma energético". Desde los años 70 del pasado siglo, estamos asistiendo a un nuevo cambio de paradigma con la introducción paulatina del gas natural, primero en aquellas aplicaciones con mayor valor, como es el sector residencial, para ir ocupando buena parte de la generación de electricidad en ciclos combinados y en el transporte público.

No obstante, las fuentes de energía mencionadas hasta el momento (carbón, petróleo, gas natural) se encuentran actualmente bajo un profundo análisis debido a dos características propias: son combustibles fósiles y contienen carbono.

Al ser fósiles, esto es, convertidos a su estado durante millones de años a partir de materia viva, su tasa de reposición es muy baja, y llegará un día en que se agotarán al ritmo actual de consumo.

Al contener carbono en su composición, durante la combustión se genera dióxido de carbono, reconocido como un gas de efecto invernadero cuya emisión a la atmósfera, en comparación con la baja reabsorción



Cambios en paradigmas energéticos.

natural que presenta, ha producido ya un aumento de su concentración atmosférica de 280 a 360 partes por millón desde el comienzo de la industrialización, con la potencial influencia sobre el cambio climático que esto tiene. Estos hechos muestran que nuestro aprovisionamiento energético debe cambiar en el largo plazo.

En el medio plazo, las leyes del mercado cambiarán en el momento en que se supere el "pico de producción de petróleo", de manera que, como cada vez se podrá extraer menos petróleo, la demanda marcará unos precios cada vez mayores.

Algunos países productores ya han superado el pico, como Noruega, séptimo productor y tercer exportador mundial, que recientemente confirmaba un descenso interanual del 18%. Las versiones optimistas cifran el pico hacia mitad de siglo. Los pesimistas, en la próxima década. No hay diferencia, en una escala histórica.

Para añadir mayor complejidad a la escena, tanto el petróleo como el gas natural se encuentran concentrados en unas pocas regiones del planeta, además convulsas e inestables políticamente, lo que provoca alta volatilidad en los precios.

Sea por una causa o por la otra, la racionalidad en el consumo de energía y la diversificación de las fuentes energéticas es vital para países con escasos recursos fósiles. Desde 1973, se han producido muchos avan-

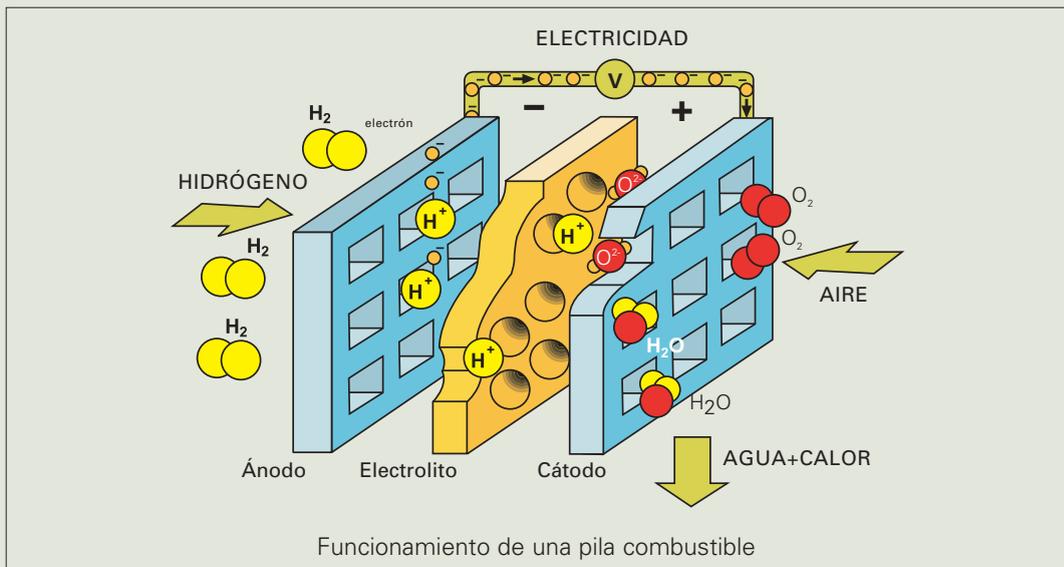
ces en ambos aspectos, pero paradójicamente nuestra dependencia del petróleo es cada vez mayor. Nuestra sed de energía crece más deprisa que nuestra evolución tecnológica. Este hecho se ha incrementado con la irrupción de las economías emergentes.

**El hidrógeno como vector energético**

No hay muchas alternativas para la fuente primaria de energía en el largo plazo: o es el sol<sup>1</sup>, o son los isótopos radiactivos<sup>2</sup>. Renovable o nuclear. Quizá la fusión nuclear llegue a ser practicable a finales de este siglo. Aun suponiendo que se disponga de una fuente de energía sostenible, cubrir la demanda de electricidad no basta. Se necesita otro "vector energético", un medio de almacenar energía para el transporte, dado que la electricidad no es muy apta para su acumulación<sup>3</sup>.

Atendiendo a la evolución seguida en los combustibles fósiles (carbón-petróleo-gas natural) y en su composición molecular, se han ido utilizando combustibles cada vez con menos carbono y con más hidrógeno. Asimismo, el hidrógeno es el combustible más sencillo de producir a partir de materia inerte y se encuentra en cantidad ilimitada en nuestra biosfera, en forma de agua.

Parece que el hidrógeno puede ser una opción como vector energético, si se dispone de la tecnología adecuada y se dan las condiciones de mercado.



<sup>1</sup> Incluyendo implícitamente otras formas de energía cuyo origen es solar: irradiación directa, biomasa, viento, olas, mareas.  
<sup>2</sup> Incluyendo el aprovechamiento de la radiación natural (geotérmica) y otros isótopos actualmente no empleados, como el torio.  
<sup>3</sup> El vehículo eléctrico puro se sigue barajando como una opción técnica, aunque existe cierto consenso en que su utilización quedará reducida a aplicaciones especiales.

Asimismo, el hidrógeno es la mejor opción para alimentar las pilas de combustible. Las pilas son dispositivos que producen electricidad como las baterías o acumuladores, pero la generan mientras les llegue combustible, como los motores. Esto es, no se descargan. Son más eficientes que los motores (no hay combustión, cosas de la Termodinámica), silenciosas al no tener partes móviles y sólo producen como residuos agua y calor (ambos muy útiles en determinadas situaciones).

El binomio hidrógeno-pila de combustible puede ser la base para una tercera revolución industrial.

La fuente de hidrógeno es la primera cuestión a abordar. No hay hidrógeno en forma molecular, la forma que nos interesa está en estado libre en la Tierra. Hay que fabricarlo a partir de las materias primas agua (H<sub>2</sub>O) o gas natural (CH<sub>4</sub>). La gran ventaja es que casi cualquier fuente de energía puede valer.

En el caso del agua, se obtiene mediante electrólisis (aplicar corriente eléctrica a una disolución acuosa). En el caso del gas natural, mediante reformado con vapor (una recombinación química). Actualmente, el 95% del hidrógeno producido en el mundo lo es a partir de reformado de gas natural. Debido a los precios de la electricidad, del gas, de los equipos necesarios, y de las ineficiencias de los procesos, el coste del hidrógeno producido ronda los 3 a 5 €/kg si es a partir de gas natural, y de 6 a 12 €/kg si es por electrólisis.

En equivalente a gasolina, resulta todavía al menos un 50% más caro, y libre de impuestos.

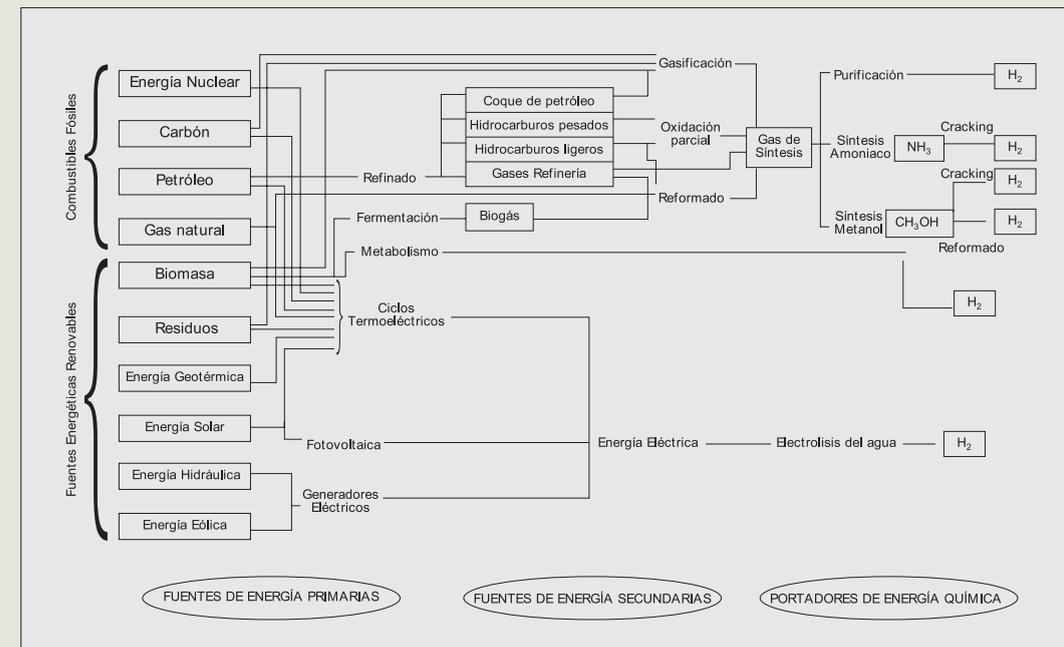
El perfeccionamiento de los equipos y el desarrollo de nuevas vías para producir hidrógeno ofrecen perspectivas interesantes para la reducción de costes en el medio y largo plazo. En el corto plazo, no hay escasez de hidrógeno. Las plantas químicas de cloro-sosa, de las que hay en nuestra Comunidad Autónoma, pueden abastecer las primeras flotas de vehículos de hidrógeno sobradamente.

Las opciones más interesantes para la producción de hidrógeno en el futuro serán la electrólisis a alta presión, la termólisis (ruptura de la molécula de agua con calor) solar por ciclos termoquímicos, y la gasificación de biomasa y de carbón (con captura y secuestro de CO<sub>2</sub>). Existen incluso conceptos a más largo plazo, como la fotólisis (ruptura de la molécula de agua mediante la luz), y la producción por algas y microorganismos vivos.

Evidentemente, se logrará una situación energética sostenible si el hidrógeno se produce a partir de fuentes de energía renovables. Nuestra Comunidad Autónoma dispone de abundantes recursos renovables (sol, viento y biomasa) y también de carbón.

**Los retos tecnológicos y la competitividad**

Así como el hidrógeno es un producto industrial muy extendido y su uso seguro es ampliamente conocido en



el sector petroquímico, no lo es, en cambio, su uso como vector energético. Cada nueva aplicación que se concibe requiere de nueva tecnología que desarrollar. Las pilas de combustible, pese a que su principio físico se conoce desde 1893, han visto su uso real en fechas relativamente recientes. Fueron empleadas sistemáticamente en las misiones Apollo y, desde los 90, tras varias décadas de desarrollo, se comenzaron a ver las aplicaciones en otros campos.

Una pila de combustible se compone de varias celdas, todas iguales, donde se produce la recombinación del hidrógeno con el oxígeno a través de una membrana semipermeable a los iones (electrolito). La reacción es electroquímica, no de combustión, por lo que no está sometida al límite de Termodinámica que marca el principio de Carnot. Por esa razón, se pueden, teóricamente, alcanzar eficiencias eléctricas de hasta el 80%, frente al 40% para centrales térmicas convencionales y el 60% para ciclos combinados.

Existen actualmente seis tipos de pilas: poliméricas, alcalinas, ácido fosfórico, carbonatos fundidos, óxido sólido y metanol directo. Se diferencian fundamentalmente en el material del electrolito, lo que le confiere sus características de temperatura de operación, flexibilidad en combustibles, tolerancia a contaminación, o necesidad de metales nobles como catalizadores.

Las pilas de combustible se aproximan rápidamente a la maduración tecnológica. Los principales retos se encuentran en aumentar la vida útil a 8.000 horas para automoción y 40.000 para generación de electricidad, y reducir el coste desde los 6.000 €/kW actuales a 1.500 €/kW o 100 €/kW, para ser competitivas con la generación distribuida y automoción respectivamente.

La pila de combustible exige, asimismo, muchos componentes novedosos a su alrededor: compresores,

bombas, electrónica de control, conectores, depósitos a altas presiones, desionizadores de agua, recuperadores de calor y reformadores en una lista muy extensa que toca a todos los sectores industriales: metalúrgico, plásticos, nuevos materiales, químico, tecnologías de fabricación, textil, electrónica y software, por citar unos cuantos. Las pilas de combustible están compuestas por multitud de sistemas y componentes, y pueden adaptarse en innumerables aplicaciones. Por lo tanto, la cadena de valor en la fabricación de pilas es enorme y hay espacio para proveedores de materia prima, componentistas, fabricantes del "stack" (el núcleo de la pila), integradores, mantenedores, empresas de servicios, usuarios finales y reciclaje, desde grandes corporaciones a pequeñas empresas.

La clave en los nuevos negocios está en la innovación tecnológica. Las economías occidentales, frente al reto de la deslocalización reaccionan con la innovación. Las pilas de combustible presentan un campo muy interesante para mantener la competitividad y el valor añadido.

#### La transición a la economía del hidrógeno

Si nos encontramos aún en una transición hacia el gas natural, es comprensible que la transición al hidrógeno tomará su tiempo y se irá produciendo paulatinamente. El hidrógeno y las pilas aparecerán en primer lugar en aplicaciones nicho, en las que el usuario esté dispuesto a pagar el sobrecoste a cambio de alguna característica especial de la nueva tecnología. Hay que recordar en este punto que ni el hidrógeno es una fuente de energía (es un vector), ni las pilas de combustible son un producto.

Las aplicaciones nicho que apuntan en el corto plazo son la electrónica portátil, los vehículos especiales y los sistemas de respaldo para generación eléctrica, entre otros. En el caso de electrónica portátil, la prome-



Pila de combustible para uso residencial de 5 Kw.

sa de autonomía extendida, evitar el tiempo de carga de las baterías eléctricas, y el conocido como "energy gap" (vacío energético) que se prevé para la telefonía multimedia, justifican un 3% de mercado ya en el año 2010. Esto significa un volumen de negocio de 75 millones de euros anuales en pilas en el mundo, y un volumen diez veces superior para las recargas. Según las previsiones en 2020, el volumen de negocio sólo en España podría superar los 750 millones de euros.

Los vehículos especiales que actualmente son eléctricos derivarán a pila de combustible en un buen porcentaje. Las carretillas elevadoras pueden funcionar 24 horas al día, ininterrumpidamente, si funcionan con hidrógeno, debido a que no es preciso tiempo de parada para recargar la batería. En el caso de generadores portátiles, la ausencia de ruido puede ser un hecho diferencial para los primeros usuarios. Igualmente, en el transporte público, la ausencia de ruido y de emisiones puede ser muy significativa para que las compañías de transporte adopten la tecnología a pesar del mayor coste. Otra aplicación nicho son los sistemas energéticos aislados, que aprovechen el 100% de las energías renovables disponibles.

Estas aplicaciones nicho pueden facilitar el desarrollo tecnológico, la adopción de técnicas de producción en masa, y lo que es muy importante también, la atracción de inversores de capital.

Los mercados de masas que se desarrollarán en la próxima década incluyen las aplicaciones residencia-

les, el transporte privado y finalmente la generación eléctrica masiva. Actualmente, hay 300 pilas de combustible en viviendas privadas en Japón, que proveen de la electricidad base y de agua caliente a la vivienda a partir de gas natural. También hay más de un centenar de vehículos de hidrógeno en las calles de varias ciudades, realizando los test de campo. Prácticamente, todos los constructores de vehículos mantienen un programa de desarrollo en hidrógeno y pilas. Con la generalización de las pilas de gran tamaño, a partir de 2020, la generación de electricidad distribuida cobrará otra dimensión.

Mientras las pilas sigan siendo caras para aplicaciones de mercado de masas, el hidrógeno puede ser empleado en dispositivos más convencionales, como el motor de combustión interna. De hecho, un motor de gasolina puede ser reconvertido a hidrógeno con un coste asumible.

Se han realizado numerosos estudios de cómo será la evolución prevista, y, aunque su grado de incertidumbre es alto, actualmente se toma como referencia la "instantánea 2020" de la Plataforma Europea del Hidrógeno.

En esta evolución, se prevé un punto de inflexión hacia 2020, en el que se pasará de un esquema de esfuerzo inversor privado y ayudas públicas a otro de incentivos públicos y beneficios privados. No obstante, esta perspectiva somera contrasta con la visión de los fondos de capital riesgo que ya operan en empresas de pilas de

	Portable FCs for handheld electronic devices	Portable Generators & Early Markets	Stationary FCs Combined Heat and Power (CHP)	Road Transport
EU H2/FC units sold per year projection 2020	~ 250 million	~ 100,000 per year (~ 1 GW <sub>e</sub> )	100,000 to 200,000 per year (2-4 GW <sub>e</sub> )	0.4 million to 1,8 million per year
EU cumulative sales projections until 2020	n.a.	~ 600,000 (~ 6 GW <sub>e</sub> )	400,000 to 800,000 (8-16 GW <sub>e</sub> )	n.a.
EU Expected 2020 Market Status	Established	Established	Growth	Mass market roll-out
Average power FC System	15 W	10 kW	3 kW (Micro CHP) 350 kW (ind. CHP)	
FC system cost target	1-2 €/W	500 €/kW	2.000 €/kW (Micro) 1.000-1.500 €/kW	< 100 €/kW (@ 150.000)

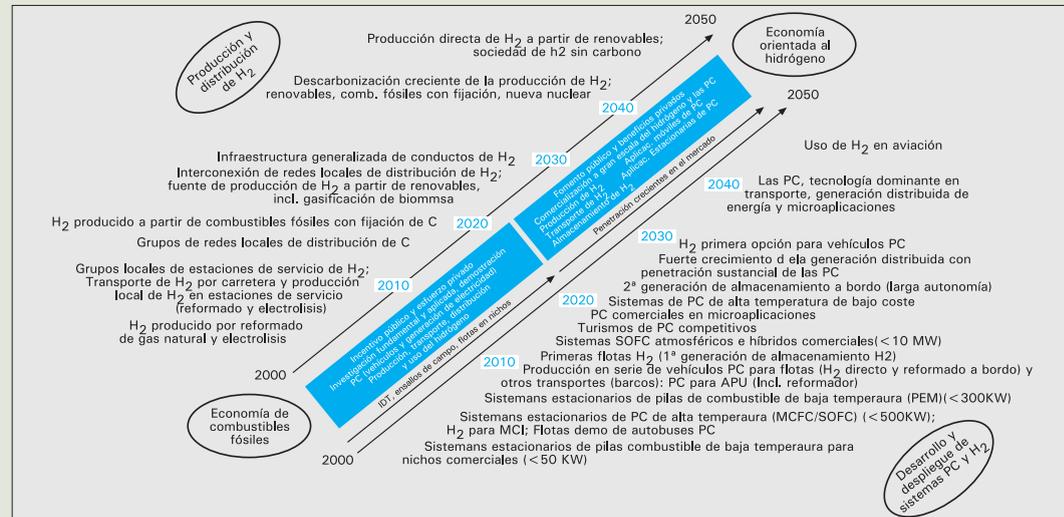
Instantánea 2020 según la Plataforma Europea.

combustible. La visión del capital riesgo es que los nichos ya están dando beneficios, y esto es lo que permite apostar por los grandes retornos a largo plazo.

Parece claro que una transición energética planificada, con riesgos tecnológicos y de todo tipo, sólo

dir, tanto los gobiernos regionales como los conglomerados de socios, que involucren a los grupos de interés locales.

Básicamente hay tres motivaciones para que una región (o Estado federal, según el caso) apueste por



Visión según la Plataforma Europea.

puede caminar con seguridad de mano de las administraciones públicas. Son destacables las apuestas de Japón (basadas en el desarrollo de la pila de combustible), Estados Unidos (muy decidida en la generación limpia a partir de carbón y aplicaciones militares), Canadá, y Europa.

Europa va a poner en marcha el Séptimo Programa Marco en 2007. El hidrógeno y las pilas son una prioridad temática. La Plataforma Europea del Hidrógeno fue pionera en desarrollar una Agenda Estratégica de Investigación y una Estrategia de Despliegue, documentos básicos para proponer una nueva herramienta financiera, la Iniciativa de Tecnología Conjunta o JTI (Joint Technology Initiative), similar en concepto al consorcio Airbus. Esta JTI podría suponer la movilización de fondos privados y públicos suficientes como para equiparar a Europa, a Japón o a Estados Unidos en cuanto a capacidad de desarrollo en hidrógeno y pilas de combustible. Se encuentra en negociación y los diversos sectores involucrados han puesto muchas expectativas en su constitución. También la Agenda de Lisboa contemplaba las pilas de combustible como un elemento clave, de forma que la Quick Start Initiative propugnaba dos grandes proyectos clave: las HYCOM, o comunidades de hidrógeno, y HYPOGEN, la central térmica europea de generación de hidrógeno a partir de carbón.

Dentro de los diversos actores en el escenario del hidrógeno, las regiones apuntan a poder influir y deci-

el hidrógeno y las pilas de combustible: la mejora medioambiental, la competitividad industrial y las energías renovables.

California es el paradigma de la primera motivación. Este Estado, con un poder económico semejante a las naciones europeas, ha sido siempre pionero en legislación sobre calidad ambiental. Su exigencia de que a partir de 2009 los vehículos sean de emisiones cero (o cercanas a cero), ha favorecido el mayor despliegue de vehículos de hidrógeno y la construcción de la primera autopista de hidrógeno del mundo, con 22 hidrogeneras existentes, 15 en planificación y 143 vehículos de hidrógeno. Las iniciativas de Londres y Nueva York también siguen la línea medioambiental.

Los estados federales alemanes, industriales de tradición, optan por la competitividad de su industria claramente. También es el caso de regiones con reconversiones industriales fuertes como Gales, Illinois, Piamonte o Midlands.

Finalmente, la posibilidad de almacenar los excedentes energéticos en forma de hidrógeno semeja una cornucopia para aquellas regiones con recursos renovables sobrantes y alejados de las zonas de alto consumo. Islandia<sup>4</sup> y Hawaii disponen de geotérmica,

<sup>4</sup> Islandia, siendo una nación, tiene un tamaño similar a muchas regiones. Me permito su equiparación.

Manitoba y Quebec de hidráulica, Patagonia, Tasmania y el Medio Oeste americano de viento, Arizona de sol. Muchas se ven como los futuros "golfos pérsicos".

Varias de las regiones nombradas han demostrado su interés estratégico de numerosas formas: estableciendo plataformas o asociaciones de interés, participando en proyectos, o creando centros tecnológicos.

**La iniciativa aragonesa**

Aragón es hoy por hoy la única Comunidad Autónoma con una entidad dedicada exclusivamente a la promoción del hidrógeno como vector energético y sus tecnologías asociadas.

La Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón, es la principal iniciativa impulsada por el Gobierno de Aragón al objeto de apoyar el desarrollo de las nuevas tecnologías relacionadas con el hidrógeno y las energías renovables, promocionar la incorporación de Aragón a las actividades económicas relacionadas con la utilización del

sectores como los de automoción, químico, energético, financiero, educación, ingeniería, centros de investigación y desarrollo o inmobiliarias. La composición de su Patronato cubre todos los sectores de interés de la nueva economía del hidrógeno y todos los actores necesarios para desarrollar productos y servicios, desde la investigación básica hasta la financiación.

Es una fundación privada cuyos objetivos son:

- 1) Desarrollar las nuevas tecnologías relacionadas con el hidrógeno y las energías renovables.
- 2) Promocionar la incorporación de Aragón a las actividades económicas relacionadas con la utilización del hidrógeno como vector energético.
- 3) Propiciar la investigación, el desarrollo tecnológico, cogeneración, adaptación industrial, contribuyendo a la modernización industrial y la mejora de la competitividad.

Las actividades de la Fundación están orientadas hacia:



Patronato de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón.

hidrógeno como vector energético y propiciar la investigación, el desarrollo tecnológico, la cogeneración y la adaptación industrial, contribuyendo a la modernización industrial y la mejora de la competitividad.

El 23 de diciembre de 2003 se firmaron las escrituras de constitución. La Fundación está formada por treinta y ocho empresas e instituciones (junio de 2006) de

a) Difusión y sensibilización: organizar actividades que fomenten el conocimiento por el empresario y el público en general de los fines y consecuencias de la incorporación de Aragón a las actividades económicas relacionadas con la utilización del hidrógeno como vector energético. Destaca la organización y promoción de cursos de formación, el Diploma de



Fotografía: Aragón Press

La Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón tiene su sede en el Parque Tecnológico Walqa de Huesca.

Especialización de la Universidad de Zaragoza, el proyecto europeo H2-Training con Fundación San Valero y otros 8 socios europeos para formación de técnicos especialistas, la edición del libro "Hidrógeno y Pilas de Combustible: Estado de la Técnica y Posibilidades en Aragón", y el mantenimiento del sitio web [www.hidrogenoaragon.org](http://www.hidrogenoaragon.org), con servicios y contenidos de interés para el público.

- b) Prestigio e influencia: lograr el reconocimiento de Aragón como un actor de prestigio en lo relativo a las nuevas tecnologías del hidrógeno. La Fundación pertenece a la Junta Directiva de las dos asociaciones españolas de hidrógeno (AeH2) y pilas de combustible (APPICE), al Comité Técnico de Normalización 181 de AENOR, a las Plataformas Española y Europea, y mantiene contactos con personalidades influyentes e instituciones europeas (Comisión y Parlamento) e internacionales.
- c) Adaptar a las pequeñas y medianas empresas, que se constituyen en eje vertebrador de la economía aragonesa, para situarlas en la cabeza de la innovación en las nuevas tecnologías del hidrógeno. La

Fundación está realizando el proyecto EDHa, estrategia y desarrollo de oportunidades para las PYMEs aragonesas, y el proyecto europeo HY-TETRA, transferencia tecnológica del hidrógeno para PYMEs, financiados ambos con fondos públicos siendo sus beneficiarios las pequeñas y medianas empresas aragonesas.

- d) Incorporar a las energías renovables en los nuevos productos y procesos industriales, como motor de crecimiento y modernización. El proyecto IOTHER, infraestructura tecnológica del hidrógeno y las energías renovables, que está creando en el Parque Tecnológico Walqa un centro de tecnología para generar hidrógeno a partir de viento y sol, ha sido apoyado por el Ministerio de Educación y Ciencia con ayudas por valor de más de 1,5 millones de euros.

En definitiva, el cambio tecnológico que se avecina se puede comparar a una carrera de fondo para la que se prepara un final al sprint. Hay que ser realistas y plantearse que el objetivo es hacer una buena marca. No ser los primeros en todo, pero sí hacerlo con buena marca para no quedar descolocados ■

#### REFERENCIAS

ZABALZA, SCARPELLINI, VALERO, *Hidrógeno y pilas de combustible: Estado de la Técnica y Posibilidades en Aragón*. Edita Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón. 2005. ISBN 84-609-4322-4.

RIFKIN, JEREMY, *La economía del Hidrógeno*, Ed. Paidós. 2002. ISBN 84-493-1280-9.

STRATEGIC OVERVIEW, European Hydrogen and Fuel Cells Platform. Disponible en [www.hfpeurope.org](http://www.hfpeurope.org).

LARMINE, DICKS, *Fuel Cells Explained*. SAE International. 2003. ISBN 07-680-1259-7.

# PANORAMA ACTUAL Y HORIZONTE DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE ARAGÓN

***Abundancia de recursos endógenos, crecimiento en la producción de electricidad y apuesta firme por las energías limpias. Éstas son algunas de las líneas definitorias que dibujan el actual panorama energético de Aragón. Los datos corroboran estas afirmaciones: la Comunidad Autónoma tiene capacidad para exportar la mitad de la energía que produce y, además, podría autoabastecer a todos sus hogares sólo con energía de origen “limpio”. Los retos de futuro pasan por la adecuación de las redes de evacuación a la producción, el ahorro energético y la sostenibilidad de las instalaciones.***

Aragón tiene hoy en día una gran capacidad para generar energía desde muy diversas fuentes. El tradicional aprovechamiento del carbón turolense, la instalación de centrales hidroeléctricas durante el siglo pasado y la decidida apuesta por las energías renovables, fundamentalmente eólica, han colocado a Aragón como una de las comunidades con mayor potencial energético del país. De hecho, la mitad de los 18.000 gigavatios que se generan en nuestro territorio se exportan, pese al desarrollo de la Red Eléctrica Española que es inferior a la capacidad para generar energía. El déficit de la balanza energética en nuestra Comunidad viene motivado por la necesidad de importar petróleo para la automoción y gas para la industria y los hogares.

Aragón cuenta con un elevado y diversificado parque de generación eléctrica: en la actualidad, la potencia eléctrica en funcionamiento es de 5.641 MW, repartidos en 1.578 MW en un centenar de centrales hidroeléctricas, 1.290 MW en tres centrales convencionales a carbón, 485 MW en cin-

uenta centrales de cogeneración, 1.488 MW en 59 parques eólicos, estos últimos instalados prácticamente en una década y que, en breve, se

convertirán en la principal fuente energética de Aragón, y una planta de ciclo combinado de reciente apertura con 800 MW.

## POTENCIA ELÉCTRICA EN FUNCIONAMIENTO EN ARAGÓN

Centrales hidroeléctricas.....	1.578 MW
Centrales convencionales de carbón.....	1.290 MW
Centrales de cogeneración.....	485 MW
Parques eólicos.....	1.488 MW
Planta de ciclo combinado.....	800 MW
<b>TOTAL.....</b>	<b>5.641 MW</b>



Fotografía: Aragón Press

La potencia generada actualmente por los parques eólicos situados en la Comunidad Autónoma podría abastecer al 100% de los hogares aragoneses.

Los datos que sostienen la apuesta de la Comunidad Autónoma por las energías limpias son múltiples. De la elevada potencia eléctrica instalada, dos terceras partes emplean fuentes renovables, porcentaje que se incrementa cada año. Pero, en concreto, una fuente

de energía vinculada íntimamente a Aragón ha revolucionado el panorama energético en los últimos años: el viento. El desarrollo de la energía eólica en nuestra Comunidad es espectacular. De hecho, Aragón fluctúa entre el tercer y el cuarto puesto de España, en

cuanto a generación eléctrica a partir de este recurso. A esta situación ha contribuido, sin duda, la colaboración establecida entre Red Eléctrica de España y el Gobierno de Aragón. El Departamento de Industria, Comercio y Turismo ha realizado la planificación



Fotografía: Aragón Press

Aragón es una Comunidad pionera en el desarrollo de las nuevas tecnologías del hidrógeno.

de las redes energéticas para el transporte y la distribución, independientemente de qué Administración tenga la competencia para su autorización. La razón es obvia: la dotación de unas buenas infraestructuras de distribución eléctrica y gasista necesitan también de la dotación de unas adecuadas redes de transporte.

La competencia para autorizar la instalación de centrales eólicas corresponde a las comunidades autónomas. Sin embargo, es la Administración central la competente sobre las redes eléctricas. Esta dicotomía genera un escenario complejo: las pretensiones de las comunidades autónomas como productoras de energía eólica no se ven correspondidas con las posibilidades de evacuación a través de las redes eléctricas que prevé el Ministerio de Industria.

Actualmente, la pretensión del conjunto de las comunidades autónomas españolas, en el horizonte del año 2010, es la de producir, a partir de parques eólicos, aproximadamente 40.000 megavatios de potencia. Las previsio-



Fotografía: Aragón Press

Prototipo de un coche, desarrollado por GM, impulsado por hidrógeno.



Recientemente, ha entrado en funcionamiento un ciclo combinado en el término municipal de Castelnou, en Teruel, con una potencia eléctrica de 800 megavatios.

nes del Ministerio, en cambio, reducen la cifra a poco más de 20.000 MW. En el caso de Aragón, el objetivo recogido en el Plan Energético es la generación de 4.000 megavatios anuales, frente a la horquilla de entre 2.200 y 2.600 MW estipulada por el Ministerio.

*La Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de electricidad establece que, en 2010, el 29,4% de la energía eléctrica consumida tenga su origen renovable. En Aragón ese índice alcanza ya a día de hoy el 78%.*

Un último dato que da idea de la importancia de la producción y el consumo de la energía renovable en Aragón. La potencia generada actualmente por los parques eólicos situados en la Comunidad Autónoma podría abastecer al 100% de los hogares aragoneses y aún sobraría energía.



La iniciativa privada también apuesta por las energías limpias (Ciclo combinado de Castelnou).

Pero el decidido impulso que en Aragón se da a las denominadas "energías limpias" no se queda sólo en la eólica. Conocidos son los trabajos que desde finales del año 2004 lleva a cabo la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón para la investigación, el desarrollo y la innovación en las nuevas tecnologías energéticas.

Tampoco faltan las iniciativas privadas que apuestan por las energías limpias. Recientemente, ha entrado en funcionamiento un ciclo combinado en el término municipal de Castelnou, en Teruel, con una potencia eléctrica de 800 megavatios. Aragón posee todos los requerimientos de este tipo de instalaciones: espacio, gas, agua y escasa altitud para optimizar su proceso. Por otro lado, está prevista la construcción de dos industrias transformadoras para la obtención de biodiésel, una con una

producción de 25.000 toneladas de biodiésel a partir de aceites vegetales en Alcalá de Gurrea, Huesca, y otra de 50.000 toneladas en Altorricón (Huesca). También próximamente se utilizará la energía de biogás, hoy desaprovechada del vertedero de Valmadrid (Zaragoza) en una instalación de generación de 1,3 MW.

### La importancia de la planificación y la diversificación

La intensa actividad normativa, la progresiva liberalización del sector energético y la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto dibujan un panorama más que dinámico. En este contexto, la planificación energética se plantea como una tarea imprescindible, sobre todo para una región en la que la energía constituye un factor estratégico. A esa necesidad pretende responder el Plan Energético de Aragón 2005-

2012, publicado por el Departamento de Industria, Comercio y Turismo en el segundo semestre de 2005.

Este Plan se vertebra en cuatro estrategias fundamentales: el incremento del parque de generación eléctrica, el desarrollo de las infraestructuras energéticas, la promoción de las energías renovables y el ahorro y uso eficiente de la energía.

Esta estrategia apuesta por el crecimiento del suministro del gas, principalmente para usos finales, pero también como energía primaria para la generación eléctrica. La mejora de los rendimientos energéticos y su menor incidencia en el medio ambiente, por comparación con otros combustibles convencionales, son razones evidentes para promover su utilización.

Esta apuesta por el gas se ve reforzada por el desarrollo de un proyecto concreto de gran envergadura. La



El gas natural va a ser una energía clave en la estructura regional.



La previsión es que en Aragón se incorporen otras tecnologías como la gasificación de la biomasa.

entrada en servicio del gasoducto de las Cuencas Mineras consolida una importante espina dorsal en la vertebración del territorio en algunas de sus zonas más desfavorecidas

El Plan también recoge que el carbón cumple un papel fundamental en la seguridad del abastecimiento y en la reducción de su dependencia exterior. Aragón sigue apostando por su utilización limpia, ya que la contribución de este combustible al desarrollo socio-económico asociado a su explotación, sobre todo en las comarcas donde se dispone de estos recursos energéticos autóctonos, ha sido decisiva.

El documento otorga gran importancia a la energía limpia. Ya se ha plasmado los excelentes recursos renovables con los que cuenta la Comunidad Autónoma de Aragón. El Plan apuesta por seguir incrementando la generación eléctrica procedente de la energía

eólica y también de la biomasa, la hidráulica y la solar, aumentando en valor absoluto la participación de las energías renovables en este parque de generación, y también su peso relativo, aunque en menor medida, por la aportación de los ciclos combinados.

### Escenario de futuro

En el Plan Energético de Aragón 2005-2012, se ha elaborado un escenario tendencial que recoge estos crecimientos y también un escenario de eficiencia que, partiendo de aquel, incorpora las medidas de ahorro, diversificación y eficiencia energética. Pero, también, se pretende que el concepto de eficiencia sea una realidad, no sólo en el consumo final, sino también en la generación, impulsando aquellas instalaciones que sean las más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Se plantea como objetivo un escenario para el año 2012, donde las energías

renovables tendrán un papel fundamental. También tendrá un destacado protagonismo la generación eléctrica. El objetivo es disponer de una potencia eléctrica en torno a los 10.000 megavatios, duplicando la actual, y de la que un 60%, esto es, aproximadamente 6.000 megavatios, corresponderán a instalaciones que aprovechen los recursos renovables con los que cuenta la Comunidad.

El gas natural va a ser una energía clave en la estructura regional, estimando que, con un crecimiento durante el periodo de la planificación superior al 100%, alcanzará un valor en el consumo final en torno a los dos millones de toneladas equivalentes de petróleo. Crecimiento que será todavía superior si se expresa en términos de energía primaria, alcanzando los cuatro millones de toneladas equivalentes de petróleo, debido a las instalaciones de cogeneración y, fundamentalmente, a la previsión de funcionamiento de los ciclos combinados.

La previsión es que se incorporen otras tecnologías que todavía no están implantadas en nuestra Comunidad, como son la gasificación de la biomasa, la obtención, almacenamiento, distribución y la utilización del hidrógeno, o la energía solar termoeléctrica.

Para la consecución de los objetivos del Plan se proponen determinadas acciones: la creación de una Agencia Regional de la Energía, la difusión y formación, la promoción de inversiones, la elaboración de normativa, la realización del Planes de Acción sobre materias concretas, la participación minoritaria en proyectos energéticos, la potenciación y el fortalecimiento del tejido industrial, la ampliación de la colaboración con las universidades o el impulso a la presencia nacional e internacional.

La experiencia adquirida ha evidenciado la necesidad de realizar una planificación flexible y dinámica, sometida a controles de revisión y seguimiento, y unos mecanismos que faciliten su actualización. Pero, además, el éxito de este Plan depende del compromiso activo de todos los actores involucrados para conseguir los objetivos que se plantean. Es necesario avanzar en la cultura energética y que se dé la concurrencia de los gestos diarios de todos los ciudadanos en la contención de la demanda y el uso eficiente de la energía ■



Fotografía: Guillermo Mestre

En 2002, se inauguró el Museo Minero de Escucha, una oportunidad de mirar con otros ojos la que ha sido una fuente de riqueza vital para la comarca.

## MUSEO MINERO DE ESCUCHA, VIAJE AL CENTRO DE LA TIERRA

***Desde hace cuatro años, Escucha, en plena comarca de las Cuencas Mineras, da la oportunidad de realizar un viaje al corazón negro de la montaña: al origen del carbón. Una excursión a través de los caminos ganados por el hombre a la roca en años de explotación minera, que permite al visitante aproximarse a la extrema dureza del oficio de minero.***

La comarca de las Cuencas Mineras en Teruel esconde bajo su suelo tesoros gestados a lo largo de millones de años. Una riqueza mineral traducida en hierro, plomo, yeso, sal y, sobre todo, carbón. Las minas forman parte de la fisonomía de esta comarca crecida

alrededor de la Sierra de Sant Just, casi como si se tratara de un señuelo de su geografía: bocas negras de minas y fauces blancas de explotaciones a cielo abierto. Un paisaje trazado de galerías subterráneas, pero también de edificios nacidos al compás del de-

sarrollo minero de la zona: los castilletes que señalan la presencia de pozos verticales, la central térmica alentada con el calor del carbón de la comarca y, sobre todo, los barrios surgidos en los flancos de los pueblos mineros.

Estos asentamientos, creados por las empresas explotadoras para alojar a los trabajadores de sus minas, se convirtieron en auténticos nuevos barrios, a los que había que dotar de servicios. Así, de las minas, nacieron escuelas, centros de recreo, residencias y hospitales, como el Minero de Utrillas.

Han pasado años desde que las minas vivieran su momento de mayor auge, mas su presencia en la zona ha continuado generando nuevos paisajes. Es lo que sucedió en Escucha en 2002. Un nuevo y, sin embargo, conocido lugar se abrió en el suelo de esta localidad. En

julio de aquel año, se inauguró el Museo Minero de Escucha, una oportunidad de mirar con otros ojos la que ha sido una fuente de riqueza vital para la economía de la comarca durante decenas de años. El empuje del ayuntamiento de esta población minera y, también, de sus gentes, ha reconvertido el pozo de la mina "Se verá" en un polo de atracción de visitantes que quedan fascinados tras haber sentido, por unas horas, la experiencia de ser minero.

### ***La presencia del Museo Minero ha contribuido a dar un empuje a la hostelería y al comercio de toda la zona***

Visitantes que quizá de no haber sido por este peculiar museo nunca se habrían acercado hasta las Cuencas

Mineras, hasta Escucha. Esta comarca, a pesar de contar con una peculiar belleza, apenas recibe turistas. La presencia del Museo Minero ha contribuido a dar un empuje a la hostelería y al comercio de toda la zona.

No en vano, desde el año 2002, por la boca de la mina "Se verá" han entrado más de 100.000 visitantes. Miles de personas que han conocido la nueva vida de una explotación que cerró en 1968.

En aquel año, la mina llegó a su límite. Se puso así fin a la actividad minera en esta explotación que aparece ya docu-



Fotografía: Guillermo Mestre

El paseo por la mina no sólo es el descubrimiento de un oficio, también es un paseo por el tiempo.



Fotografía: Guillermo Mestre

El museo es un laberinto de descubrimientos. De repente, un espectacular plano inclinado se abre bajo los pies. Se trata de una rampa terriblemente empinada en la que apenas se ve el final. Es la frontera de la mina "Se verá", el descenso hasta la primera planta del "Pozo Pilar".

mentada en 1896. Desde 1940, llegaron a trabajar en ella más de 130 personas; muchos de la comarca y otros muchos de fuera, sobre todo en los años 50 y procedentes de Andalucía. El recuerdo de todos ellos es palpable en cada rincón de la mina, en cada palabra de los cinco trabajadores del Museo, quienes hablan con orgullo de sus padres, hermanos o parejas, todos hombres de la mina. Entre estos empleados hay quien, incluso, vivió la minería en primera persona durante cerca de quince años: abriendo galerías unas veces, sacando carbón otras, en Andorra, en Escucha, en Salamanca.

### Comienza el viaje

El lugar ofrece algo único. En ningún sitio, en ningún otro pueblo de España se puede disfrutar de lo que ofrece Escucha: un viaje hasta el origen mismo del carbón, hasta el tajo donde asoma la pared negra. Es un viaje cierto, es real. La sensación de llegar hasta donde llegaban los mineros no es ninguna recreación.

El ejercicio de "sentirse" minero comienza antes de descender a las profundidades. Ajustarse el casco, enganchar-



Fotografía: Guillermo Mestre

se la batería de luz y cargar con el autorrescatador, el auténtico salvavidas bajo tierra, son acciones ineludibles si se quiere visitar este atípico museo. Tras esta preparación y las primeras explicaciones, ya se está listo para bajar.

La bocamina está orientada de modo que el viento corre veloz en la galería principal. Es la primera sensación que

tiene el visitante al entrar. La vagoneta se desliza sobre unos raíles que conducen a 200 metros bajo tierra, a través de una pendiente del 33 por ciento. Un trayecto que avanza conforme la oscuridad se va haciendo más intensa.

Una vez en el corazón de la montaña, una galería conduce al lugar de trabajo del picador: el tajo de avance de la



Fotografía: Guillermo Mestre

En esta mina llegaron a trabajar más de 130 personas; hoy, miles de visitantes al año se colocan los cascos para conocer de cerca la dureza del oficio del minero.

roca. La piedra asoma con toda la dureza que debía de tener en 1940, año que representa el minero recreado en este punto. Por aquel entonces, un picador avanzaba en la roca algo más de un metro en una jornada de trabajo de 8 horas.

En aquellos años, los mineros de las cuencas turolenses, tal y como ocurría en el resto de las zonas de extracción del país, se hacían al subsuelo desde que eran casi unos niños. Los ancianos de la zona recuerdan haber empezado como buyoleros (los aprendices encargados de llevar agua fresca a los mineros) con 13 ó 14 años. Se trataba de un trabajo a destajo, es decir, los trabajadores cobraban un salario diario que no era fijo, sino que variaba en función de la cantidad de carbón extraído o de roca avanzada, en el caso de los picadores, o de la cantidad de mampostas colocadas si se trataba de un entibador.

El paseo por la mina no sólo es el descubrimiento de un oficio, también es un paseo por el tiempo. Tras el minero de los años 40, sale al paso otro trabajador del subsuelo. También se encuentra junto a un frente de roca. Su imagen se acerca más al presente, aunque aún es lejana. Corresponde a un barrenero de los 50, a un emigrante andaluz. Un martillo percutor le ayuda en su lucha contra la piedra, la barrena suelta el agua necesaria para refrigerarse y suavizar la roca. Su modesto almuerzo cuelga de uno de los ganchos de la pared. Antes, el minero ha desgajado unas migas de pan y las ha colocado en el suelo. De esta manera, se asegura que las ratas rondarán cerca, pero evita que alcancen su bocadillo.

Ellas eran la señal de alarma, el aviso de la catástrofe, por eso los mineros no querían que anduvieran demasiado

**Escucha ofrece un viaje hasta el origen mismo del carbón, hasta el tajo donde asoma la pared negra**

**Es un viaje cierto, es real. La sensación de llegar hasta donde llegaban los mineros no es ninguna recreación**



Fotografía: Guillermo Mestre

El visitante puede sentir el olor del lignito vivo, contemplar su nacimiento y percibir su color. El control de la emisión de gases en este punto es máximo.

lejos. Las ratas detectan la falta de oxígeno o las vibraciones del suelo. Y en cuanto lo hacen, huyen. Y si huyen, los mineros saben que algo malo se avecina, que lo más conveniente es buscar la superficie.

#### Una mina dentro de otra

El museo es un laberinto de descubrimientos. De repente, un espectacular plano inclinado se abre bajo los pies. Se trata de una rampa terriblemente empinada en la que apenas se ve el final. Es la frontera de la mina "Se verá", el descenso hasta la primera planta del "Pozo Pilar".

Esta explotación se inició en 1977 y permaneció abierta sólo quince años, pero llegó a ser una de las más importantes de Europa. Ahora asoma a las galerías del museo como el inicio de la que puede ser su ampliación futura. Si fraguan las intenciones de que este

centro crezca, el antiguo "Pozo Pilar" será acondicionado para la visita. Sin embargo, es un proyecto complicado, ya que la tremenda profundidad del pozo propone una difícil batalla contra el nivel freático.

Ese tesoro intuido se deja a un lado para continuar el camino por la galería. Esta vez sobre railes. Ellos forman parte del paisaje de cualquier mina y también de ésta. Su trazado hace pensar en toneladas de carbón arrancadas a la tierra, en pesadas vagonetas, en los burros y mulas dedicados a su arrastre. Animales de vida subterránea que compartían el aire con los mineros en la prehistoria tecnológica de no hace tantos años.

#### Único en España

El museo reserva su verdadero corazón para el tramo final de la visita. La razón de ser de la mina, su riqueza,

reside en las oscuras paredes de lignito. Llegar a ellas no es sencillo. No lo era para los mineros. El carbón cae con facilidad, por lo que antes de alcanzarlo se debían fortificar las paredes de la mina. Éste era el trabajo del entibador. Primero con mampostas de madera, después con elementos metálicos.

Estas estructuras actúan como pórtico que anuncia la proximidad del tajo de carbón real. Es algo que ningún otro museo similar ofrece en España. En Escucha, el visitante puede sentir el olor del lignito vivo, contemplar su nacimiento, percibir su color. Como no se trata de una recreación, sino de un tajo verdadero, el control de la emisión de gases en este punto es máximo. También lo es la vigilancia sobre la resistencia de las estructuras y la estabilidad de las galerías. Los ingenieros visitan la instalación todas las semanas para comprobar su seguridad.

Queda poco tiempo para regresar a la superficie, pero aún le resta al visitante una etapa al viaje. La galería hace un recodo y al doblarlo aparecen enormes máquinas que nunca llegaron a trabajar en la mina "Se verá". Se trata de cintas transportadoras que recogen directamente el carbón que se desprende de las paredes. Máquinas que no funcionaron aquí, porque comenzaron a generalizarse en las minas a partir de los años 70, después de que esta explotación cerrara definitivamente sus puertas.

#### Una comarca de mineros

Toda la comarca está unida de manera indisoluble a la minería. Las cuencas turolenses son una de las regiones mineras más importantes de toda España y la vida de sus gentes, como sucede en zonas de Asturias o de León, ha transcurrido durante muchos años bajo tierra más que en superficie.

El comportamiento demográfico de la zona ha estado determinado por la salud de las explotaciones mineras. Desde los comienzos del siglo XX

hasta mediados de los 80, las Cuencas Mineras fueron territorio para la inmigración, especialmente procedente de Andalucía. Pero a partir de entonces, a raíz de las distintas reconversiones del sector y, en especial, del Plan Energético Nacional de 1984, se va abandonando progresivamente la explotación de las minas.

***Hoy, unas 9.400 personas viven en las Cuencas Mineras. El número de explotaciones se ha reducido considerablemente, pero no hay habitante que no mire la mina, que no la piense***

Esta decadencia llegó después de un periodo de pujanza en la década de los 70 con la puesta en funcionamiento de la central térmica de Escucha, alimentada con el carbón de las minas.

A día de hoy, unas 9.400 personas viven en las Cuencas Mineras. La producción y el número de explotaciones se han reducido considerablemente en los últimos años, pero no hay habitante de esta zona que no mire la mina,

que no la piense. El Museo Minero de Escucha ha servido para dar a conocer uno de los oficios más duros del mundo a gentes de toda edad y procedencia, sobre todo a los niños. Las visitas de colegios han seguido un ritmo creciente desde la apertura de la mina. Bajo tierra, los escolares descubren otra cara de la geología

vista en los libros, los secretos de una actividad económica ligada estrechamente al territorio y, lo más importante, lo difícil de una forma de vida: la minería. Los oriundos de la zona miran con satisfacción cómo miles de personas atraviesan la boca-mina que da entrada al museo.

Piensen que quizá así quede fijado en la memoria de muchos el corazón negro de esta comarca ■



Fotografía: Guillermo Mestre

El Museo Minero de Escucha ha servido para dar a conocer uno de los oficios más duros del mundo a gentes de toda edad y procedencia.

## Datos Básicos Aragón 2006

Edita: Gobierno de Aragón.

Departamento de Economía, Hacienda y Empleo – Dirección General de Política Económica - Instituto Aragonés de Estadística (IAEST)



El crecimiento de la población inmigrante entre 2001 y 2005 en Aragón ha supuesto que los extranjeros empadronados pasaran en este periodo de suponer apenas el 1% del total de la población, a más del 7% el pasado año. Éste es uno de los puntos más significativos del informe "Datos Básicos Aragón 2006", elaborado por el Instituto Aragonés de Estadística (IAEST) y publicado el pasado mes de junio.

El informe se divide en varios capítulos que analizan los factores más destacados referentes al "Territorio y Medio Ambiente", "Población", "Economía", "Condiciones de vida", "Marco Institucional", "Información Comarcal" y "Aragón en la Unión Europea". En total, se trata de más de 128 páginas de estadísticas e indicadores que sitúan la realidad de la Comunidad Autónoma en cifras, situándola también en comparación al resto de España y Europa.

También dentro de la población, destaca el crecimiento de las franjas de edad entre los 25 y los 29 años, y los 30 y los 34 años, con un 8,03 y un 8,17%, respectivamente, que dibujan una pirámide de población abultada en la zona central, propia de los países industrializados. En todo caso, se mantiene un crecimiento en la población infantil entre los cero y los cuatro años del 4,23% y el envejecimiento registra un aumento en torno al 5% en los habitantes de más de 70 años.

La mayor parte de los aragoneses vive en un entorno urbano, con un 68,1% de residentes en grandes ciudades, de más de 50.000 habitantes; le siguen los pobladores

de núcleos de entre los 10.000 y los 50.000 habitantes y, en el medio rural, pervive en torno al 18,4% de la población, en lugares de mil y menos habitantes.

### ECONOMÍA

Según el informe elaborado por el IAEST, el sector servicios es el más importante en la actividad económica de Aragón, con un 60,7%; seguido de la industria, con un 14,9%; la construcción, con un 9%, y la agricultura, con un 3,3%. En los últimos años, de estos sectores ha sido la construcción el que más variaciones ha sufrido, mientras que el energético ha tenido un comportamiento más estable.

Dentro del conjunto de España, Aragón se ha situado durante los dos últimos años por delante en crecimiento económico, con un 3,5% anual sobre su Producto Interior Bruto (PIB), cuando la media estatal fue en 2005 del 3,4%, y en 2004 del 3,1%. Tan sólo Madrid, Extremadura, Murcia y el País Vasco superaron a Aragón el año pasado en prosperidad económica.

Esta riqueza se traduce en uno de los niveles de renta per cápita mayores del estado, con 22.403 euros por aragonés en 2005, muy por encima de la media española, que se sitúa en 20.838 euros. De nuevo, Madrid y el País Vasco superan esta cifra, aunque también Cataluña, Baleares, Navarra y La Rioja.

En el mercado de trabajo, el informe del IAEST marca la tendencia a la baja en el desempleo, con 14.100 desempleados, pertenecientes en su mayoría al sector servicios (27,8%), seguidos de los que carecían de un trabajo previo (26,1%), la construcción (19,6%) y la industria (14,4%). Además, la conflictividad laboral generó el año pasado un total de 18.901 jornadas no trabajadas, lo que supone un claro aumento respecto al año anterior.

### MEDIO AMBIENTE

Entre los indicadores de signo medioambiental, figura un fuerte incremento en la población con depuración de aguas residuales en los núcleos urbanos, que ha pasado de menos de medio millón en 1989, a alcanzar cerca de dos millones en la actualidad. Además, la recogida de residuos urbanos supone en Aragón 812.338 toneladas al año, un 2,9% de la de todo el estado, con un media por habitante y año de 586,1 kilogramos.

Por otra parte, los bosques han pasado de comprender 926.603 hectáreas en 1990, a 919.138 en el año 2000. El peor año, por lo que respecta a la afección de superficie arbolada en caso de incendio, fue 1994, con más de 20.000 hectáreas arrasadas por el fuego.

En cuanto a las especies amenazadas, continúan en peligro 15 tipos de plantas y 12 variedades animales, mientras que la cifra de especies sensibles a la alteración de su hábitat es de 20 en los vegetales y 19 en los animales. En este sentido, cabe destacar la declaración de 18,3 hectáreas como Zona de Especial Protección para Aves, dentro de la Red Natura 2000 de la Unión Europea, y de 21,9 como Lugares de Importancia Comunitaria (LIC).

### CALIDAD DE VIDA

En cuanto a la prestación de servicios públicos, el informe elaborado desde el Instituto de Estadística de Aragón refleja un total de 40.483 alumnos matriculados en educación infantil, con una ratio de 10,62 alumnos por profesor, mientras que en primaria esta cifra asciende a 64.287 con un promedio de 10,79 por maestro. Ya en la ESO, hay un total de 62.401 jóvenes matriculados y una ratio de 8,96 alumnos por cada profesional de la Enseñanza Secundaria.

En el tramo de educación de los cero a los tres años, no obligatoria, el nivel de niños escolarizados en la Comunidad Autónoma alcanza el 25,94%, mientras que en el resto del Estado apenas se alcanza el 14,84%. Por otra parte, entre los cursos 2001/2002 y 2005/2006, el número de universitarios ha pasado en Aragón de 39.664 a 33.546, mientras que el número de jóvenes que cursan Formación Profesional se situó el año pasado en 25.724.

Otro aspecto importante que queda plasmado en este trabajo es la atención sanitaria, con un total de 5.355 camas disponibles en el territorio, con un índice de 38 por cada diez mil habitantes en Huesca, 43 en Teruel y 44 en Zaragoza. Durante 2004, se produjeron un total de 158.265 ingresos hospitalarios, 649.706 urgencias, 1.478.733 estancias en los centros médicos y hasta 2.463.770 consultas externas. Para atender esta demanda, el Salud contó en este periodo con 15.634 personas dedicadas a esta función, de las cuales 2.416 eran médicos, 8.477 auxiliares y 4.133 personas no sanitario.

## Red Natural de Aragón Los Monegros

Producción y coordinación de la colección: Prames

Coordinación y asesoría del Gobierno de Aragón: Eduardo Viñuales Cobos

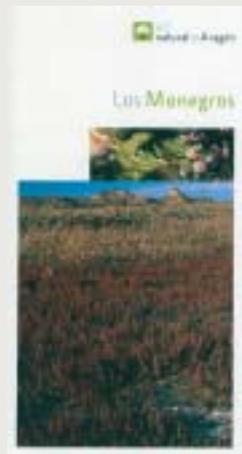
Coordinación: Eduardo Viñuales Cobos

La colección de Guías Comarcales de la Red Natural de Aragón continúa repasando el patrimonio natural de Aragón con su segundo número, dedicado a Los Monegros. Esta nueva publicación, editada por el Departamento de Medio Ambiente, con el patrocinio de la Obra Social y Cultural de Caja Inmaculada y la producción de Prames, muestra la riqueza de este territorio situado entre las provincias de Huesca y Zaragoza bajo la coordinación del escritor y naturalista Eduardo Viñuales.

Más allá de los tópicos del desierto, la guía ofrece a los amantes de la naturaleza una importante muestra de la biodiversidad de Aragón marcada por ecosistemas muy particulares. El documento recoge espacios como la sierra

de Alcubierre, las Saladas de Bujaraloz y Peñalba, los Torrellones de la Gabarda y el Mobache o la extensa laguna de Sariñena. Además, refleja la rica fauna y flora que encabezan las aves esteparias y los bosques de sabinas.

Asimismo, y como el resto de la colección, cuenta con un capítulo dedicado a rutas naturalistas a pie, en bici o en coche que muestran la riqueza natural de toda la delimitación comarcal. Muestra las rutas que recorren, entre otras, la zona norte Tardienta-Robres-Grañén, la ribera del Alcanadre o el barranco de Bucal. Por otro lado, una guía de campo indica puntos destacados de la naturaleza de la comarca, paisajes con encanto, curiosidades naturales, ferias o fiestas.



También el capital humano de Los Monegros forma parte de esta guía, en la que se reserva un espacio para los perfiles de dos hombres que representan el amor por la naturaleza y por esta comarca, como son el pintor José Beulas y Javier Blasco, Premio Medio Ambiente 2004.

## Red Natural de Aragón Maestrazgo

Producción y coordinación de la colección: Prames

Coordinación y asesoría del Gobierno de Aragón: Eduardo Viñuales Cobos

Coordinación: Carmen Fortea Millán

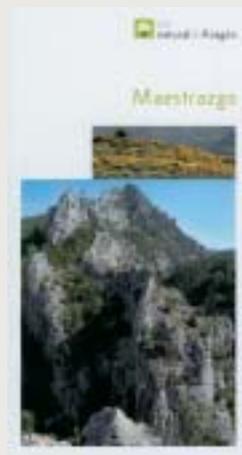
La tercera entrega de la colección de guías comarcales de la Red Natural de Aragón, editada por el Departamento de Medio Ambiente, con el patrocinio de la Obra Social y Cultural de Caja Inmaculada y la producción de Prames, invita a conocer los contrastes del Maestrazgo turolense.

Siguiendo el esquema de la colección y bajo la coordinación de Carmen Fortea, esta guía muestra lo más valioso del patrimonio natural de la comarca, donde se atesora una importante biodiversidad y uno de los paisajes de sierra y montaña mediterráneas mejor preservados de la Comunidad Autónoma. Se trata del primer número de la serie dedicado a una comarca de la provincia de Teruel y señala la existencia de Lugares de Importancia Comunitaria en la Cueva de las Batocambras, Maestrazgo-Sierra de Gúdar y Rambla

de las Truchas, así como de una Zona de Especial Protección para las Aves en la zona del río Guadalope. No faltan parajes de gran encanto como los Órganos de Montoro, el nacimiento del río Pitarque, los yacimientos fósiles de Castellote, los pinares de Fortanete o el bosque de avellanos de Allepuz. Buitres, águilas reales, cangrejos de río, nutrias y cabras montesas se asoman también a sus páginas como muestra de la fauna que habita en la comarca.

La guía comarcal aporta, además, ejemplos de sostenibilidad en el Maestrazgo como la creación de nuevos espacios protegidos en las Grutas de Cristal de Molinos y el puente de la Fonseca de Castellote.

Las rutas y el mapa desplegable que acompañan a este volumen permitirán al lector recorrer la comarca a pie, en



bici o en coche para descubrir desde las fiestas del Maestrazgo hasta los espacios protegidos de la comarca que se integran en la Red Natura 2000 y que se extienden por más de la mitad del territorio.