

# LA ENERGÍA EN EXTREMADURA

JUAN LUIS MATEOS DÁVILA

JUAN MANUEL HERNÁNDEZ GONZÁLEZ

## INTRODUCCIÓN

En esta pequeña introducción trataremos de dar una definición de lo que se considera energía y un rápido informe histórico, junto a una mención de los tipos de energía, para luego tratar ampliamente en el desarrollo del trabajo las principales fuentes de energía existentes en Extremadura, como son la energía hidráulica, la energía nuclear, y las nuevas energías como son la energía solar y la eólica.

La definición de energía es el resultado de una larga tarea, que ha llevado a incluir bajo este concepto fenómenos muy diferentes. En una primera aproximación puede definirse como la capacidad de un sistema para llevar a cabo un trabajo. Estando incluidas dentro de este concepto la energía mecánica, tanto cinética como potencial, como puede ser la causada por el agua en movimiento, lo mismo sucede con el viento.

Debido a la ciencia moderna es el estudio de la energía térmica, relacionada con el fuego y con el calor como fuentes de ésta.

A comienzos del siglo XVIII se empezó a estudiar sistemáticamente otros tipos de energía, como son la energía eléctrica y la energía química. Asimismo, se observaron estas energías, y esta observación permitió establecer una relación entre ambas; del mismo modo se puso de manifiesto la existencia de un vínculo entre la energía eléctrica y la magnética.

Fundándose en las causas que la producen, se distinguen distintos tipos de energía; éstos son principalmente: energía potencial, cinética, elástica, térmica, química, eléctrica, magnética, nuclear, solar y eólica. La energía tiene las mismas dimensiones físicas que un trabajo, y se mide con las mismas unidades que este último.

Así pues en el desarrollo de este trabajo, estudiaremos aquellas fuentes de energía existentes en Extremadura, que son energía hidráulica, nuclear, solar y eólica.

## Energía Hidráulica

En cuanto a la producción y consumo de energía eléctrica debe existir un paralelismo. La producción de energía eléctrica debe ajustarse instantáneamente al consumo, dada la imposibilidad de almacenar la electricidad. Cabe destacar que el consumo tiene dos particularidades: es creciente en el tiempo y presenta grandes oscilaciones, tanto diarias como horarias. La producción debe ser la adecuada para poder atender en todo momento al consumo a pesar de sus oscilaciones.

En cuanto al consumo, si se quiere acceder a niveles de desarrollo más elevados deberá continuar aumentando el consumo de energía, en general, y el de electricidad, en particular. Así el rápido crecimiento económico va asociado con un rápido aumento del consumo de electricidad y el estancamiento o desaceleración económicos con un lento crecimiento en el consumo de electricidad. Se puede prever que el consumo de electricidad continuará creciendo en el futuro con dos limitaciones y un importante estímulo. Las limitaciones se derivan de la crisis económica y de la política de ahorro y racionalización en el consumo de energía y el estímulo de la progresiva electrificación de los sistemas energéticos como consecuencia de la sustitución del petróleo por otras formas de energía que tan sólo pueden ser utilizadas, a nivel del consumo, previa su transformación en electricidad. Este es el caso de la energía nuclear y de la casi totalidad de las denominadas nuevas energías.

En la distribución por actividades del consumo de electricidad, el mayor consumo se realizó en usos domésticos con el 21 % del consumo total seguido de la siderurgia y fundición de hierro y acero con el 11 %, metalurgia no férrea, químicas, comercio y otros servicios, con el 8 % cada uno, quedando repartido el resto del consumo entre las restantes actividades.

En cuanto a la distribución, las redes de distribución de energía eléctrica constituyen un factor básico en la infraestructura de cualquier país, ya que la electricidad es una energía indispensable para las actividades económicas, para el consumo privado y colectivo y para alcanzar niveles suficientes de calidad de vida. Así la electrificación rural representa una clásica acción de fomento socio-económico, ya que afecta tanto a las condiciones de vida del medio rural como a las actividades económicas que en él tienen lugar. El problema de la electrificación rural va ligado con la serie de reestructuraciones que lleva consigo el desarrollo económico, en general, y agrario, en particular, entre cuyas características destaca la reducción de la población activa y con ello la dis-

**minución del número de los asentamientos de población rural. Se trata de un problema sometido a constante evolución.**

La energía es un recurso natural cada vez más escaso y por ello más caro, cuya utilización debe ser racionalizada al máximo. Se deben evitar los despilfarros y la ineficacia en su utilización. Pero el ahorro de energía no significa que el consumo no continúe creciendo. Significará en todo caso que crezca menos rápidamente. Pero hay que tener en cuenta que las posibilidades de ahorro y de desaceleración del crecimiento del consumo son mayores en las zonas de consumo por habitante elevado que en aquellas en que dicho consumo es bajo. En resumen, se debe ahorrar, pero aún así el consumo deberá continuar creciendo por razones de desarrollo económico. Por sus características, la electricidad es una de las formas más apta para la aplicación de medidas de ahorro y uso racional de la misma. El usuario puede regular puntualmente tanto su utilización como la de aquellos aparatos que funcionan con electricidad.

Muy importante es que las zonas con mayor consumo no se corresponden con las de mayor producción y a la inversa, por lo que es necesario efectuar intercambios de energía desde las zonas excedentarias de producción hacia aquellas otras en que la producción no cubre el consumo, así en el año 1981 Extremadura exportó 6.790 millones de kWh.

La razón de que se realicen los intercambios entre zonas viene exigida por el encaje instantáneo entre la producción y consumo de energía eléctrica, ya que no siempre coinciden las zonas con más recursos energéticos y mayor capacidad de producción con las de mayor consumo. Al mismo tiempo los intercambios de energía eléctrica permiten optimizar la producción aprovechando las energías primarias disponibles en cada momento. Además todos los centros de producción y consumo se encuentran intercomunicados entre sí a través de la Red General Peninsular, permitiendo con ello los intercambios de energía eléctrica entre zonas y con los países vecinos. A través de estas interconexiones unas regiones pueden apoyar a otras, con lo cual se incrementa el grado de seguridad de los suministros de electricidad.

La explotación o utilización de las centrales eléctricas se realiza de acuerdo con los criterios dictados por la Administración, a través de la Dirección General de Energía, que se traducen en los programas de explotación aplicados por el Centro de Control Eléctrico, siendo comprobado el cumplimiento de estos criterios por la Dirección General de Energía.

La producción hidroeléctrica ha ido perdiendo importancia relativa en los últimos años, lo que pone de manifiesto que se ha llevado a cabo un importante desarrollo hidroeléctrico. No se puede afirmar a priori

que un determinado aumento de la potencia instalada provoque un incremento similar en la producción, ya que la producción hidroeléctrica depende de la potencia, pero también y fundamentalmente del agua, y ésta es un elemento totalmente aleatorio como se ha puesto de manifiesto en los últimos años con la persistente sequía.

Debemos hacer una distinción entre potencial teórico hidroeléctrico y potencial hidroeléctrico técnico y económicamente utilizable. El potencial teórico es el resultado de la esorrentía natural traducida en energía potencial a través de los desniveles topográficos, se trata de un valor teórico que poco tiene que ver con la realidad de su posible utilización. Como consecuencia de la imposibilidad de utilización del potencial teórico hidroeléctrico, se llega a otro potencial que se conoce con el nombre de potencial técnico y que indica la capacidad de producción hidráulica que técnicamente sería posible utilizar, independientemente de la conveniencia o no de hacerlo y del resultado económico de dicha acción. El potencial económico se define como aquella parte del potencial técnico cuyo desarrollo resulta económicamente viable a la vista de la situación de las diversas variables que lo condicionan: costes de inversión, disponibilidad de recursos financieros, evolución de la demanda de energía, oposición a la realización de los proyectos, usos del agua incompatibles con la producción de energía, etc.

Con vistas al desarrollo hidroeléctrico la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas tropieza con una serie de limitaciones como son:

— Al haberse llevado a cabo un notable desarrollo en el campo hidroeléctrico, los mejores emplazamientos hace ya tiempo que están utilizados, y los que quedan sin aprovechar son emplazamientos que originan unos costes de instalación más elevados que los que ya están en servicio y pueden dar lugar a unos costes de producción de energía que no sean competitivos con los de otras alternativas energéticas.

— Buena parte de los aprovechamientos que quedan sin utilizar son indicados para instalar saltos con pocas horas de utilización y mucha capacidad de regulación. Dichos saltos son idóneos para suministrar durante poco tiempo toda la potencia que son capaces de dar y colaborar así a satisfacer las puntas de consumo. Esto hace que estos saltos se deban construir a medida que lo requiera la demanda, ya que tan sólo en estos casos resultarían económicamente adecuados.

— Las construcciones hidroeléctricas en general requieren grandes inversiones y los emplazamientos aún no utilizados proporcionalmente requieren una inversión aún mayor que la que se hizo con los que ya están en servicio.

Para utilizar al máximo recursos energéticos autóctonos, el Minis-

terio de Industria y Energía ha promovido, de acuerdo con las Empresas eléctricas, una intensificación en el aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos. Una de las formas es a través de centrales de pequeña potencia en aquellos emplazamientos en que no es posible construir instalaciones de mayor tamaño y que no obstante tienen un interés energético que contribuye a disminuir los efectos de la crisis.

En cuanto a la generación de empleo en el caso de una central hidráulica, de tipo medio y con una potencia de 200 MW originaría una demanda de mano de obra de unos 5.300 hombres-años, de los cuales el empleo directo se cifra en 4.100 y el inducido en 1.200.

En cuanto a la electricidad y el medio ambiente, la energía eléctrica es la única forma de energía absolutamente limpia, es decir, que no produce ningún tipo de residuo que pueda afectar al medio ambiente. La Electricidad, por tanto, es absolutamente compatible con la más estricta pureza del medio. Ahora bien, las centrales hidroeléctricas y el transporte y distribución de la electricidad tienen unas influencias sobre el medio ambiente. Como una central hidroeléctrica aprovecha el desnivel existente en un tramo de río para producir energía eléctrica, su acción en el medio ambiente se deriva de la transformación de un sistema fluvial en otro lacustre. En este proceso productivo, cuya materia prima es el agua, no se modifica la cantidad y la calidad de la misma, que incluso se puede ver mejorada por eliminación de las materias sedimentables por decantación, pudiendo utilizarse para el abastecimiento de poblaciones; otro efecto positivo de los embalses es que por la acción del viento y de las diferencias de temperatura se producen efectos superficiales y en profundidad en el agua que favorecen su mezcla, y por tanto una mayor aireación, pudiendo autodepurarse la masa de agua. La eliminación de las avenidas, evitando inundaciones y preservando los terrenos situados aguas abajo, es otro aspecto positivo. Lo mismo ocurre con el incremento del nivel de agua de los pozos próximos al embalse. El poder regulador de caudales de un embalse permite la conservación de un caudal mínimo en el río incluso en la época de estiaje, aumentando en períodos de sequía el transporte y reoxigenación de materias contaminantes, sobre todo en aguas que atraviesan áreas de gran demografía e industriales.

Los embalses de grandes dimensiones superficiales dan lugar a modificaciones locales del clima que en las condiciones secas y semiáridas predominantes en nuestro país, contribuyen a la suavización del clima en su entorno, mejorando las condiciones de habitabilidad de la zona. La regulación de regadíos es otro aspecto positivo. También se puede ver cómo los embalses han contribuido a embellecer ciertas zonas áridas permitiendo su utilización para fines distintos del de producción hidro-

eléctrica como deportes náuticos, pesca, etc. lo que les ha añadido un valor social indiscutible.

Frente a todos estos aspectos positivos existen algunos negativos como es la acumulación de materia orgánica procedente de vertidos residuales aguas arriba; desde el punto de vista ecológico se transforma un sistema fluvial en uno lacustre con la situación que ello conlleva para las distintas especies animales. Hay que tener en cuenta igualmente el hecho de que la construcción de una central hidroeléctrica y su correspondiente embalse exigen la ocupación e inundación de tierra de cultivo y en ocasiones de pueblos.

El transporte de energía eléctrica mediante líneas de alta tensión, por ser un proceso pasivo, no afecta prácticamente al medio ambiente. Tan sólo cabe citar como efectos ambientales la utilización de terreno para el asentamiento de las torres que componen la línea, el impacto estético que éstas tengan sobre el paisaje y algunas limitaciones en la explotación del terreno bajo las líneas con especies arbóreas. El conflicto que se plantea en ocasiones entre la existencia de redes de alta tensión y las construcciones y vías de comunicación urbanas viene motivado por el crecimiento de las ciudades y, por ello, la construcción de edificios en zonas en las que previamente existían líneas de alta tensión que habían sido tendidas sobre terrenos no urbanizados.

La conservación del medio ambiente es objeto de atención preferente por parte del Sector Eléctrico en todas y cada una de las fases en que éste desarrolla su actividad, es decir, en la producción, transformación, transporte y distribución de energía eléctrica. En ciertos casos los embalses se han convertido en auténticas reservas naturales, ayudando al mantenimiento de especies de fauna y flora que han proliferado al abrigo del ecosistema creado por el embalse.

## **El excedente energético exportado**

Con la regulación de las cuencas del Tajo y Guadiana en las provincias de Cáceres y Badajoz, los aprovechamientos hidroeléctricos, la electricidad de origen hidráulico vino a engrosar el flujo de energía que tradicionalmente enviaba Extremadura hacia los centros burocrático-industriales.

Tras la regulación y embalse de los recursos hidráulicos, Extremadura cuenta con un volumen de 9.732 millones de metros cúbicos de agua almacenada en 66 embalses. El Tajo en la provincia de Cáceres está retenido por las presas de Alcántara, Torrejón y Valdecañas; el Guadiana por Cijara, Puerto Peña, Orellana y Zújar.

El almacenamiento se hizo posible por la acción constructiva de la «máquina de trabajo» inspirada desde fuera de la región por el Estado e instrumentada por las grandes empresas. Pero aunque el hacer accesible las riquezas hidráulicas enriquece la vida de ese territorio, en Extremadura sólo se ha beneficiado la intensificación de la producción agraria.

Estos centros patrocinados por el Estado y las grandes empresas, fueron los que se reservaron en su día el aprovechamiento de la energía hidráulica liberada y los que hoy día ven en el territorio extremeño un lugar para localizar industrias contaminantes y de gran consumo de agua como centrales nucleares, papeleras, etc.

Aunque la cuenca del Guadiana recoge cerca del 40 % del agua embalsada en Extremadura, sus posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico son más reducidas que las de la cuenca del Tajo por sus características orográficas. Así Cáceres aventaja notablemente a Badajoz en producción de electricidad. Durante el último decenio Cáceres obtuvo una media anual de 1837 millones de KW/h y como su consumo alcanzó una media de 166 millones, pudo exportar anualmente 1.671 millones de KW/h, ocupando el cuarto lugar como provincia exportadora de energía hidráulica después de Salamanca, Orense y Lérida.

En cambio Badajoz sólo obtuvo de la cuenca del Guadiana en el último decenio una media anual de 303 millones KW/h ocupando el 15 lugar como provincia productora de electricidad hidráulica. Aunque su consumo de electricidad es superior al de Cáceres, alcanzó una media anual de 275 millones KW/h, pudo exportar una media anual de 28 millones KW/h. Extremadura exportó en el último decenio un promedio anual de 1.698 millones KW/h de energía eléctrica de origen hidráulico destinada fundamentalmente a Madrid y Sevilla.

Los desequilibrios del mundo desarrollado son patentes, ya que asienta su actividad sobre un déficit creciente de energía que se cubre con cargo a las zonas no industriales. Así los territorios dominados se utilizan no sólo como fuente de energía y de riquezas naturales sino como soporte de la contaminación que requiere la obtención industrial de la energía. Los problemas que suscita hoy día la localización de las centrales nucleares constituyen un paso más en este sentido.

Esta situación se puede observar en el cuadro siguiente, viendo cómo las cinco primeras provincias en «renta per cápita» asientan su actividad sobre enormes déficits de energía eléctrica.

	Producción			% sobre consumo nacional	Consumo		
	Hidráulica	Térmica	Total		Total	% nac.	Saldo
Vizcaya	196'6	1.840'1	2.009'7	3'35	3.511'1	7'10	1.503'4
Madrid	155'9	4'3	160'2	0'27	5.204'3	10'52	5.044'1
Guipúzcoa	70'0	966'2	1.036'3	1'73	2.432'3	4'90	1.394'4
Álava	128'9	3'6	132'6	0'22	842'3	1'70	709'7
Barcelona	187'5	3.347'1	3.534'7	5'90	6.926'1	14'0	3.391'3
Extremadura	2.139'5	—	2.139'5	3'56	441'4	0'90	1.698'2
Cáceres	1.837'0	—	1.837'0	3'06	166'4	0'34	1.670'6
Badajoz	302'5	—	302'5	0'50	275'0	0'56	27'6

Datos referidos al decenio 1966-1975 y en millones KW/H.

A la vista de esta realidad, en la que las zonas que gozan de mayor ingresos y consumen más energía son precisamente las que tienen menos disponibilidades de la misma, resulta difícil creer que las regiones menos desarrolladas puedan salir de su postergación a base de ampliar el volumen de energía exportada. Sobre todo cuando los centros dominantes se apropian de esta energía a bajo coste porque son los que dictan las normas del juego por las que se rige este intercambio. Un ejemplo son los argumentos esgrimidos para defender la instalación de la central nuclear de Valdecaballeros, intentando romper la unidad de la región extremeña aduciendo los déficits de energía eléctrica acaecidos en la provincia de Badajoz en los años 1973, 74, 75. Argumentación que no se emplea para defender la ubicación de una central nuclear en Almaraz, cuando la provincia de Cáceres ha exportado en el último decenio el 91 % de la energía hidroeléctrica obtenida, haciendo que en el conjunto de este período Extremadura exportase el 79'8 % de la energía hidroeléctrica que se obtuvo en la región.

El actual sistema socio-económico en su afán concentrador no conduce al aprovechamiento integral de la energía hidráulica o de cualquier otro tipo. Prefiere concentrar la obtención de energía en un reducido número de grandes centrales buscando reducir costes a corto plazo sin preocuparse de que sea o no renovable esa energía ni la importancia de la degradación originada. Al avanzar los proyectos de centrales nucleares, el sistema, que actúa por las grandes compañías eléctricas apoyadas por el Estado, desprecia las posibilidades energéticas que ofrecen las cuencas y las pequeñas centrales hidroeléctricas que podían ofrecer electricidad para el consumo doméstico de los pueblos colindantes a un precio inferior al de las grandes compañías con el actual sistema de tarifas unificadas. Así se contabilizan hoy en Extremadura un total de 20 centrales hidroeléctricas cerradas (16 en Cáceres y 4 en Badajoz).

Sin embargo hay que distinguir entre las centrales hidráulicas que convierten en electricidad sin originar ninguna polución adicional, una energía renovable y aquellas otras centrales que se basan en la degradación de una energía previamente concentrada en ciertos productos, como el uranio, dando lugar a graves problemas de polución que tienen un impacto ambiental negativo sobre el territorio donde se instalan.

El negocio de las compañías eléctricas apoyadas por el Estado se ha limitado hasta ahora en Extremadura a apropiarse y monopolizar el uso de una energía hidráulica que no se cotizaba en el mercado para convertirla en otra que vendían a un precio tanto a los grandes centros consumidores como a los propios extremeños. Además de esto, la implantación de las centrales nucleares en Extremadura traerá como consecuencia una polución térmica y radiactiva y la consiguiente degradación del territorio que haría enormemente gravoso para éste la energía eléctrica obtenida, añadiendo el enorme consumo de agua necesario.

Sin embargo los extremeños no se benefician en nada del menor coste y del ahorro de divisas que supone su producción de energía eléctrica. El actual sistema de tarifas unificadas para todo el territorio del país no tiene en cuenta esos diferentes costes ni tampoco valora el despilfarro mayor o menor del transporte de la electricidad de unos territorios a otros. La no consideración de las pérdidas de una parte de la energía transportada, ni de los costes de la instalación de la infraestructura necesaria para este transporte, supone una subvención a los grandes núcleos urbanos consumidores de energía y una penalización a las provincias subdesarrolladas que además de consumir electricidad al mismo precio oficial que si no dispusieran de ella y tuvieran que importarla, se ven obligadas a pagar un sobrepago por otros productos energéticos, como el petróleo, de los que no disponen. Es decir, estamos ante un sis-

tema injusto, que hace pagar más por unidad consumida a quienes menos consumen, que propicia el consumo de aquellos territorios que son más deficitarios de este recurso y permite su despilfarro.

Esta situación queda reflejada en los siguientes cuadros, en los que se puede apreciar que en la provincia de Cáceres la producción es superior al consumo, llevándose esa diferencia de producción a otras regiones por los intercambios provinciales.

Años	Centrales	Potencia	Producción	Consumo
1974	27	1.317.000	1.982.132	175.537
1978	19	1.755.801	4.699.227	237.975

Cantidades medidas en MW/h.

La producción de energía eléctrica supera al consumo a partir de 1964 por la situación económica. Estos excedentes no tenían compensación hasta la aprobación de la ley del Canon sobre Producción Eléctrica. El saldo de los intercambios provinciales queda:

Años	Producción	Saldo Intercambios
1960	5'1	+ 22'4
1961	5'1	+ 26'8
1962	5'8	+ 24'3
1963	5'5	+ 30'8
1964	205'0	— 163'6
1965	250'1	— 207'1
1966	483'3	— 366'9
1967	428'3	— 423'3
1968	349'7	— 282'6
1969	560'1	— 486'1
1970	795'7	— 721'6
1971	1.022'6	— 960'4
1972	1.304'7	— 1.234'9
1973	874'5	— 796'7
1974	792'9	— 707'9
1975	662'3	— 474'0

(x 10 TEC, toneladas equivalentes de carbón).

**CENTRALES ELÉCTRICAS**

	<u>Nombre</u>	<u>Potencia</u>	<u>Empresa</u>
<b>BADAJOS:</b>	Cíjara	34.574	Salto del Guadiana
	Cíjara (emp.)	17.360	»
	García de Sola	55.590	»
	Zújar	28.360	»
	Orellana	18.530	»
	Orellana Canal	3.206	»
	Hijos de J. Guillén	362	Hijos de J. Guillén
	Valuengo	630	Cía. Sevillana Elec.
	Félix González	240	Etroharinera F. Gonz.
	Salto Mejías	80	Vega Días José
	Fuente Nueva	370	Cía. Sevillana Elec.
	Marí Díaz	72	Etro. Hra. S. y S. Porr.
	<b>TOTAL</b>	<b>159.374</b>	
<b>CACERES:</b>	Torrejón	129.600	Hidrola
	Valdecañas	225.000	»
	Valdeobispo	40.000	»
	Castillejo (El)	2.400	»
	Borbollón	1.380	Arrago de Electricidad
	Batán	368	Fedosa
	Marinejo	440	Electricidad del Osete
	Ribera de Gata	532	Arrago de Electricidad
	Sever	140	Hidro. Salto del Sever
	Guadalupense	188	Eusebio González y Cía.
	Herrerías (Las)	220	Electrominera y Extre.
	H. de Viejas	64	Dávila Martín y Rodrigo
	Batán Duque	25	Fedosa
	<u>Nombre</u>	<u>Potencia</u>	<u>Empresa</u>
	El Empujón	30	Cimons Martín M.
	E. Extremeña	12	Eléctrica del Oeste
	Torno (El)	56	»
	Cabezuela del Valle	45	»
	Cervigona (La)	140	Hidroeléctrica Cervig.
	Aceña (La)	480	Hidrola
	Berrocaillo	76	Fedosa

Nombre	Potencia	Empresa
Minchones	62	Hidrola
Santa Inés	52	Distrib. Serrana S. Inés
San Fernando	18	San Fernando
Alcántara	915.200	Hidrola
<b>TOTAL</b>	<b>1.316.728</b>	
<b>TOTAL REGIÓN</b>	<b>1.478.102</b>	

Nota: La potencia viene reflejada en Kilowatios.

Nombre	Potencia	Empresa
Bercochillo	76	Fedosa
Aceña (La)	180	Hidrola
Cervigona (La)	140	Hidroeléctrica Cervig
Cabeza del Valle	45	"
Torre (El)	56	"
E. Eximenña	15	Eléctrica del Oeste
El Embujón	30	Cimons Martín M.
Bañ Duque	25	Fedosa
H. de Viejas	64	Dávila Martín y Rodrigo
Herreras (Las)	220	Electrominera y Extre.
Guadalupeñas	188	Eusebio González y Cia.
Sever	140	Hidro. Saltos del Sever
Ribera de Gata	532	Atargo de Electricidad
Martínjo	440	Electricidad del Oeste
Bañ	368	Fedosa
Borboldon	1.380	Atargo de Electricidad
Castillejo (El)	2.400	"
Valdeobispo	40.000	"
Valdecañas	225.000	"
Tortelón	129.600	Hidrola
<b>TOTAL</b>	<b>159.374</b>	

## Valdecañas

La presa está situada en el río Tajo, teniendo una superficie inundada por el embalse de 7.300 Ha. El volumen total del embalse es de 1.446 millones de metros cúbicos. La presa es una bóveda de doble curvatura, con zócalo de cimentación y estribos de gravedad.

La potencia total instalada es de 225.000 KW, teniendo tres grupos de 75.000 KW y comenzó a producir energía el 31 de enero de 1964. Es la primera central en España preparada para el bombeo con maquinaria reversible, esto quiere decir, que lo mismo se produce energía de puntas en las horas específicas de este suministro, como se consumen importantes cantidades de energía excedente de noche acumulando por bombeo en los embalses un volumen de agua muy importante. La presa es del tipo llamado cúpula, escasamente representada en España, a pesar de que somos uno de los países del mundo con mayor número de presas.

La presa posee una cierta elasticidad pues varía unos 4 cm. si el embalse está lleno o si está vacío.

La maquinaria está compuesta de tres turbinas-alternador de 75.000 KW cada una; esto equivale en las turbinas a 117.500 C.V. y puede absorber hasta 138 metros cúbicos de agua por segundo, girando cada turbina a razón de 150 vueltas por minuto. Estas máquinas al ser reversibles se pueden convertir en bombas, impulsando agua hacia el embalse procedente de la parte de abajo del río a un ritmo de 110 metros cúbicos de agua por segundo cada máquina.

Posee una producción media anual con recursos propios de 500 GWh que el bombeo eleva a 750 GWh/año y que en años de grandes aportaciones podrá dar máximos por encima de los 1.000 millones de KWh.

## Alcántara

El salto aprovecha una cuenca vertiente de 51.916 Km. cuadrados capaz de una aportación media de 7.691 Hm. cúbicos. Da origen así al mayor embalse de la Europa Occidental: 3.162 millones de metros cúbicos. La superficie inundada es de 10.400 Ha. y la longitud del embalse es de 91 Km. El nivel máximo normal tiene la cota 218 m. sobre el nivel del mar.

La presa reúne las aguas del Tajo y del Alagón, que confluyen cerca de allí. Los elementos sustanciales del Salto, son: una presa de gravedad aligerada de doble contrafuerte, y una central a pie de presa con cuatro grupos de 286.000 KW. Debido a su carácter de central a pie de presa, el salto aprovechado por ella varía directamente con el nivel del embalse. Fue necesario resolver el problema que representa la diferencia entre los niveles normales del río y los que alcanza en régimen de aveni-

das. La central consta de tres plantas, en la primera desde la que pueden controlarse los grupos están las excitatrices, los cuadros de control, etc. El sistema hidráulico de la máquina está constituido por una turbina cuyos detalles principales son: Sal to máximo aprovechado 106'50 m.; caudal 243 metros cúbicos por segundo; potencia 316.000 C.V.

Eléctricamente, la central de Alcántara forma un todo con su estación transformadora. El generador y el transformador constituyen un bloque, habiéndose hecho la conexión por medio de un embarrado blindado de fase aislada. Los transformadores de grupo, cuya misión es llevar la tensión de generación, 15.000 voltios, a los 400.000 voltios, son trifásicos. Su conexión es triángulo en baja tensión, y estrella en alta, con neutro accesible. La regulación de tensión se efectúa en el bobinado de alta, mediante ajustadores que se accionan desde el cuadro de control, estando el transformador desconectado de la línea. En la tensión de 400 KW se ha adaptado el esquema de «interruptor y medio» que permite obtener una gran elasticidad en la explotación. En la de 220 KW se ha optado por el esquema en anillo, el cual fue desarrollado en un plano vertical. Los niveles de aislamiento a tensión de impulso elegidos para todo el aparellaje de 400 y 220 KW, son de 1.550 y 1.050 KW, respectivamente.

La interconexión entre las tensiones de 400 y 220 KW está asegurada por un autotransformador de 300 MVA, dotado de regulación en carga, en cuba separada. Este autotransformador está provisto de un arrollamiento terciario de 33 KW con el fin de acoplar dos reactancias que permitan mejorar la tensión de servicio, según la carga de las líneas de 400 KW.

Los servicios auxiliares del conjunto de aprovechamiento, están tomados de la generación de los grupos mediante dos autotransformadores de 3.000 KVA, que alimentan una batería de celdas de 15 KW. Desde ella, y siempre de manera doble, se alimentan la estación transformadora, los servicios de presa y los de la central mediante una serie de transformadores que proporcionan una tensión en baja de 380 voltios.

La estación transformadora, unida a la central eléctricamente mediante cuatro líneas a 400 KW, sobre pórticos dobles. En la estación está el centro de control de todo el aprovechamiento, con cuadros desde los que se dirige la central, con todas las operaciones de arranque; la toma de carga y parada de los grupos; la presa, con maniobra de sus elementos de evacuación, y la estación transformadora propiamente dicha. Todo ello acompañado del correspondiente equipo de toma de datos, registradores, alarmas, etc. La estación transformadora está dotada de un parque de 400 KW con cuatro líneas de salida, dos de las cuales

llevan la energía producida en la central hacia Madrid, y una tercera prevé una futura interconexión con la central de Cedillo. En el parque de 200 KW están previstas además tres salidas de líneas.

### *Cedillo*

Cedillo, en la confluencia del Sever, aprovecha en un sólo escalón el tramo internacional del Tajo y está equipada como central de puntas. Sus dos estribos se apoyan en tierras portuguesas, mientras que la Central está en España.

Dispone de una potencia de 440.000 KW. El embalse, muy encañonado, tiene una longitud de 62 km.

### *Torrejón*

El complejo hidráulico de Torrejón consta de dos presas; una sobre el Tajo, otra sobre su afluente el Tiétar.

Su Central tiene una potencia de 129.000 KW en turbinación y 75.000 en bombeo.

A esta Central se le asignó la misión, aparte de la normal de producir electricidad, de trasvasar las abundantes aguas primaverales del Tiétar al vaso del Tajo elevándolas al embalse principal. Su compleja maquinaria puede realizar cinco operaciones distintas de turbinación y bombeo jugando, según los casos, con las aguas del Tajo y del Tiétar.

### *Gabriel y Galán*

El embalse de Gabriel y Galán, en el río Alagón, se encuadra dentro de las obras hidráulicas de finalidad múltiple, cuyos usos previstos son la regularización de las aportaciones del río, laminación de avenidas, producción de energía, y de modo más directo y prioritario, la garantía del abastecimiento de aguas a la zona regable del Alagón.

El desnivel creado por la presa y el tramo subsiguiente hasta el embalse de Valdeobispo, representan un potencial bruto de 230 millones de KWh de producción anual.

La capacidad del embalse superior, 924 millones de metros cúbicos, es comparable en su orden de magnitud a la aportación media anual del río. Por otra parte, por ser esta capacidad muy superior, el triple aproximadamente, a las necesidades de agua de la zona regable, existe una evidente elasticidad para la gestión del embalse con fines energéticos, sin embargo, la dispersión del régimen de aportaciones implicaría una distribución de las producciones posibles demasiado irregular para las funciones que los sistemas integrados de generación eléctrica prevén como deseables en los aprovechamientos hidráulicos. Por ello, se determina la conveniencia de incorporar un sistema de bombeo al futuro aprovechamiento.

El resultado de este planteamiento se resume en un esquema de elevada garantía de disponibilidad de potencia, rapidez de respuesta a la demanda y producción firme porcentual muy elevada, que unidas a las circunstancias de fácil ejecución en tiempo reducido, integración a la red de transporte y posibilidad de automatización o telemando, se configuran como particularmente interesantes.

La solución proyectada consta de la central de pie de presa de Gabriel y Galán, equipada con un grupo reversible de 110.000 KW y el contraembalse de Guijo de Granadilla, aguas abajo, equipado con dos grupos reversibles con una potencia total de 54.000 KW.

Como visión de conjunto y dado que Hidroeléctrica Española S. A. explota las centrales hidráulicas más importantes del Tajo Inferior, como son Valdecañas, Valdeobispo, Torrejón, Azután, Alcántara y Cedillo veremos una evolución de la situación en cuanto a producción, obras en curso, etc. a través de las Memorias de los años 1976, 1979 y 1981.

En el año 1976 se ha caracterizado por una extraordinaria sequía en sus tres primeros trimestres. Si bien la pluviometría en nuestras cuencas durante el ejercicio arrojó como resultado conjunto valores discretamente superiores a los normales, hay que destacar sin embargo que ello fue debido a las altas precipitaciones de los meses de octubre a diciembre. De otro lado, debe tenerse también en cuenta que la prolongada sequía que se arrastraba de años anteriores había dejado nuestros embalses en unos mínimos que exigían grandes aportaciones para poder alcanzar su nivel medio de capacidad.

Se expresa un cuadro comparativo referido a los tres últimos ejercicios, en el que se recoge la energía generada en millones de KW:

	1976	1975	1974
Energía total entregada a la red	15.397	13.124	12.787
Energía generada:	14.813	12.051	12.010
— Hidráulica	2.452	2.708	3.654
Energía adquirida	583	1.073	777
Energía vendida a otras empresas	1.071	272	457
Energía entregada al mercado propio	13.017	11.818	11.295

Obras, montajes y proyectos en centrales hidráulicas.

En el salto de Cedillo, cuyas estructuras principales de obra civil quedaron terminadas en el ejercicio 1975, la actividad preferente durante 1976 ha sido el montaje de los cuatro grupos generadores, cada uno de 110.000 KW, de que consta la Central. El embalse de esta Central se ha llenado totalmente en dos ocasiones, en los meses de enero y diciembre, siendo normal el comportamiento de todas las estructuras.

Se ha trabajado activamente en el proyecto de las dos Centrales que constituyen el aprovechamiento de Gabriel y Galán, la del pie de presa de Gabriel y Galán y la del contraembalse de Guijo de Granadilla. También ha sido adjudicada la maquinaria principal de las dos Centrales que constituyen el aprovechamiento y que se equiparán con un grupo turbina-bomba reversible de 110 MW la de Gabriel y Galán y con dos grupos turbina-bomba reversibles de 27 MW cada uno, disposición bulbo, la de Guijo de Granadilla. La potencia total instalada de 164 MW permitirá incorporar a la red una producción total de 280 millones de KWh al año, con una capacidad de bombeo de 130 millones de KWh igualmente anual.

La construcción de líneas de alta tensión ha mantenido durante 1976 el alto índice de actividad de ejercicios precedentes. Paralelamente al desarrollo de la red de transporte y de reparto, se ha continuado durante 1976 el programa de trabajos en las necesarias instalaciones de transformación que nuestro desarrollo exige construir, bien sean nuevos centros, bien constituyan ampliación de los ya existentes.

Los beneficios disponibles del ejercicio de 1976 son un total de 8.778.271.548'47 pesetas.

El año 1979 ha resultado extraordinariamente húmedo, alcanzándose una producción hidráulica de 8.353 millones de KWh. Esta cifra máxima supera en alrededor de un 27 % los 6.565 y 6.583 millones de KWh hidráulicos realizados en los dos ejercicios anteriores.

La utilización de nuestro equipo hidroeléctrico ha sido de 3.350 horas, destacando la participación del aprovechamiento conjunto del último tramo del río Tajo con un total de 4.699 millones de KWh. La producción hidráulica alcanzada en el mes de febrero fue de 1.167 millones de KWh, que constituye la cifra máxima.

En el cuadro siguiente se indican en millones de KWh los datos correspondientes a 1979 y los dos años anteriores:

	1979	1978	1977
Energía total entregada a la red	16.792	16.065	15.026
Energía generada:	14.904	14.432	13.411
— Hidráulica	8.353	6.565	6.583
Energía adquirida	1.888	1.633	1.615
Energía vendida a otras empresas	238	323	192
Energía entregada al mercado propio	15.245	14.363	13.462

Las obras, montajes y proyectos en centrales hidráulicas durante el año 1979 han continuado las actividades en las Centrales de Gabriel y Galán y de Guijo de Granadilla.

Por lo que a la obra civil se refiere, una vez terminados los trabajos de excavación en 1978 se prosiguió con el hormigonado en ambas centrales. En la de Gabriel y Galán se han acabado varios de los elementos en que está dividida la obra.

Dentro del plan de construcción de nuevas instalaciones y ampliación de las ya en explotación en aquellas zonas y puntos de la red en que el incremento del mercado y la seguridad de servicio lo han exigido se ha aumentado nuestra capacidad de transformación durante 1979 en más de 500 MVA. Como en años anteriores, se ha continuado el montaje de baterías de condensadores en distintas estaciones y subestaciones transformadoras, habiendo aumentado la potencia reactiva del sistema en 100'8 MVA. Finalmente, cabe señalar como hecho destacable la puesta en servicio del nuevo sistema de telecontrol de producción y transporte del Despacho de Explotación, mecanismo que incorpora medios técnicos muy avanzados para las gestión de explotación de la red.

Los beneficios disponibles del ejercicio de 1979 son un total de 14.732.507.404'04 pesetas.

El año 1981 se ha caracterizado por la ausencia casi total de lluvias, así la producción hidráulica ha sido de 2.110 millones de KWh y de 3.713 en 1980 frente a 8.353 millones de KWh producidos en 1979 y 6.565 millones de KWh en 1978, lo que da idea de la severidad de la sequía y de lo prolongado de la misma.

En el cuadro siguiente se recogen en millones de KWh los datos correspondientes al año 1981 y a los dos años anteriores:

	1981	1980	1979
Energía total entregada a la red	19.447	17.866	16.792
Energía generada:	15.752	14.878	14.904
— Hidráulica	2.110	3.713	8.353
Energía adquirida	3.695	2.988	1.888
Energía vendida a otras empresas	1.633	961	283
Energía entregada al mercado propio	16.287	15.727	15.245

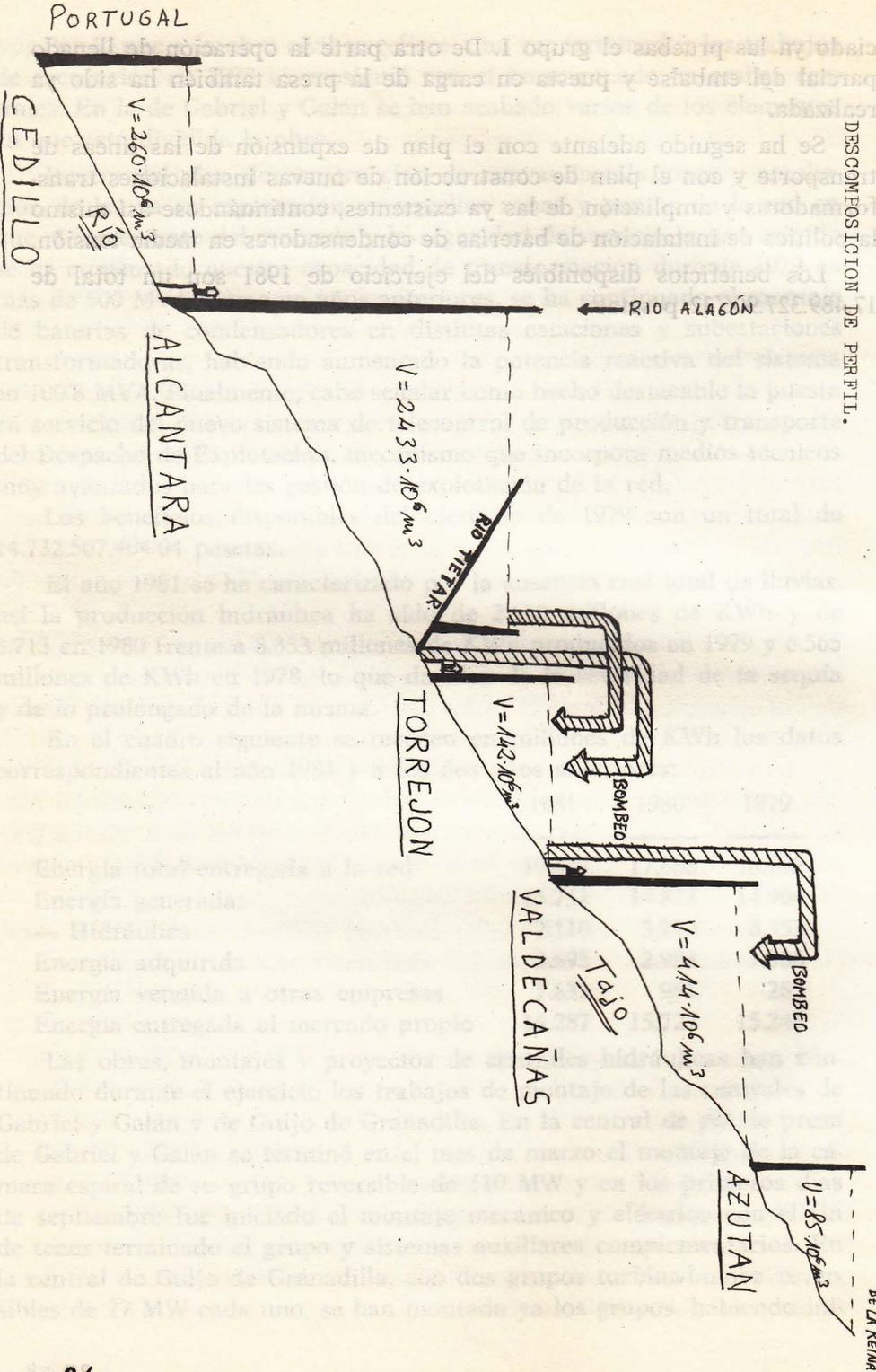
Las obras, montajes y proyectos de centrales hidráulicas han continuado durante el ejercicio los trabajos de montaje de las centrales de Gabriel y Galán y de Guijo de Granadilla. En la central de pie de presa de Gabriel y Galán se terminó en el mes de marzo el montaje de la cámara espiral de su grupo reversible de 110 MW y en los primeros días de septiembre fue iniciado el montaje mecánico y eléctrico con el fin de tener terminado el grupo y sistemas auxiliares complementarios. En la central de Guijo de Granadilla, con dos grupos turbina-bomba reversibles de 27 MW cada uno, se han montado ya los grupos, habiendo ini-

ciado ya las pruebas el grupo I. De otra parte la operación de llenado parcial del embalse y puesta en carga de la presa también ha sido ya realizada.

Se ha seguido adelante con el plan de expansión de las líneas de transporte y con el plan de construcción de nuevas instalaciones transformadoras y ampliación de las ya existentes, continuándose así mismo la política de instalación de baterías de condensadores en media tensión.

Los beneficios disponibles del ejercicio de 1981 son un total de 17.489.327.906'32 pesetas.

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL TAJO.  
DESCOMPOSICION DE PERFIL.



## **Energía nuclear**

A comienzos del año 1981 fue puesto en servicio el primer grupo de la central nuclear de Almaraz, que tiene una potencia de 931 MW y que está emplazada en la provincia de Cáceres, comenzando la segunda generación nuclear en España. En el año 1983 será puesto en funcionamiento el segundo grupo de Almaraz, con 930 MW de potencia. Para el año 1986 se prevé la puesta en funcionamiento del primer grupo de Valdecaballeros, con 975 MW de potencia, en la provincia de Badajoz. Y en 1988 se prevé la puesta en marcha del segundo grupo de Valdecaballeros con una potencia de 975 MW.

Desde el punto de vista del suministro de electricidad, la respuesta más práctica que se puede dar a corto y medio plazo es desarrollar un programa de fuentes de producción alternativas, como la creación de centrales nucleares que ya han entrado en servicio o están muy próximas a hacerlo y que van a permitir una reducción gradual de la participación del fuel-oil en la cobertura de la demanda de energía eléctrica. La energía nuclear está llamada a desempeñar un importante papel en la diversificación de las fuentes de suministro energético, en la reducción de la dependencia del petróleo y en suma para asegurar la cobertura de la demanda futura de energía.

La puesta en marcha del programa nuclear contribuirá a reducir la dependencia energética del exterior, ya que una central nuclear de 931 MW, como Almaraz, puesta en servicio en 1981, produce unos 6.000 millones de KWh anuales. Para generar esos 6.000 millones de KWh se precisan en una central térmica de fuel, millón y medio de toneladas, que a precios de 1981, suponen un desembolso superior a los 30.000 millones de pesetas a pagar en divisas.

En cuanto a la seguridad de las centrales nucleares, éstas han dado muestras de una notable fiabilidad. Se han producido algunas averías en el funcionamiento de estas instalaciones, pero lo cierto es que las centrales nucleares no han producido hasta el momento ningún muerto.

Las utilizaciones pacíficas de la energía nuclear, para la producción de electricidad, se enfrentan con el inconveniente que supone el que para muchas personas la energía nuclear está asociada con la bomba atómica y su poder destructor. Sin embargo, el mecanismo de funcionamiento de una central nuclear no tiene nada que ver con el de una bomba atómica, es decir, es imposible que una central nuclear explote. Las centrales nucleares están diseñadas y construidas con unos márgenes de seguridad y los posibles fallos serán detectados y corregidos mucho antes de que puedan llegar a afectar al público.

Un punto de importancia relacionado con la seguridad es el de los residuos radiactivos que producen las centrales nucleares. Estos residuos pueden clasificarse de acuerdo con diversos criterios:

- en cuanto a su origen, según la instalación que los genera: fábrica de uranio, central nuclear, instalación de reelaboración, etc.
- en cuanto a sus características físicas y químicas se suelen clasificar en gases, líquidos y sólidos.
- en cuanto a la naturaleza exacta y concentración de los nucleidos radiactivos, se clasifican en función de las desintegraciones producidas por segundo en residuos de alta, media y baja actividad.

Los residuos gaseosos de una central nuclear, una vez separados del refrigerante primario, son filtrados para retener los isótopos de yodo y las partículas en suspensión. El resto de dichos residuos, fundamentalmente gases nobles, pasan a un sistema de retención de tanques o en lechos de carbón activo, donde pierden parte de su actividad por desintegración radioactiva. Posteriormente se evacúan a la atmósfera donde se difunde como cualquier efluente gaseoso, aprovechando condiciones meteorológicas.

Los residuos líquidos se filtran y posteriormente se tratan en procesos de evaporación o intercambio de ión. Una vez que los efluentes líquidos han sido depurados, y efectuados los correspondientes controles para verificar el cumplimiento de las especificaciones de vertidos, se pueden descargar al exterior.

Los residuos sólidos de una central nuclear pueden ser de baja o de media actividad, nunca de alta actividad. Son residuos de baja actividad, las ropas, guantes, papeles, herramientas y otros elementos que estén contaminados. Entre los residuos de media actividad se encuentran los filtros y resinas procedentes del tratamiento de los residuos líquidos y gaseosos.

Todos estos residuos sólidos se compactan, incineran e incorporan en hormigón o asfalto según su naturaleza, y posteriormente se embidonan. Los bidones conteniendo los residuos sólidos así acondicionados se almacenan temporalmente en la central hasta su traslado a una instalación de almacenamiento definitivo.

En instalaciones de reelaboración se recupera el uranio y el plutonio contenidos en el combustible irradiado, separándolos de los residuos radiactivos de alta actividad. Estos residuos, inicialmente en forma líquida, se solidifican e incorporan a una matriz de vidrio, de un tipo parecido al pyrex, y se encapsulan en un recipiente metálico de acero inoxidable para su manejo. De esta forma los residuos de alta actividad están en condiciones de ser almacenados en una instalación definitiva.

Las instalaciones de almacenamiento definitivo de los residuos radiactivos aseguran su aislamiento del medio ambiente. Para ello se utilizan formaciones geológicas estables en cuyo interior se almacenan los recipientes que contienen los residuos.

En cuanto al control del funcionamiento de las centrales nucleares, éstas se proyectan para que funcionen de acuerdo con el concepto de seguridad a ultranza, conocido también con la denominación de defensa en profundidad. El control del funcionamiento de una central implica la comprobación periódica del buen estado de funcionamiento de los componentes y sistemas que forman las barreras por parte del explotador de la central y por parte del Consejo de Seguridad Nuclear. Además se controla que los niveles de radiactividad no superen los límites establecidos, comprobándose que las concentraciones de los isótopos radiactivos eliminados en los efluentes líquidos y gaseosos estén por debajo de las especificaciones técnicas.

La energía eléctrica puede obtenerse mediante la conversión de energía calorífica en mecánica y ésta en electricidad. En este último caso, el calor producido en un foco calórico calienta el agua contenida en una caldera hasta que llega a la ebullición. El agua, convertida en vapor, mueve los álabes de una turbina que acciona el rotor de un alternador. En éste se induce una corriente eléctrica de alta intensidad y bajo voltaje, que es transformada a corriente de baja intensidad y alta tensión para su transporte y distribución.

El vapor de agua que genera el movimiento de la turbina se reconvierte en agua líquida mediante un condensador o circuito completamente independiente por el que circula agua de mar o de un río, que absorbe el calor del vapor. El foco calórico o generador de calor que produce la evaporación del agua se consigue aprovechando el calor desprendido de la fisión de núcleos atómicos radiactivos pesados. Tendremos entonces una central nuclear, llamándose reactor al foco calórico.

En una central nuclear el combustible a fisionar se encuentra en el reactor rodeado de agua, de forma que el calor producido en la fisión se transmite al agua. En un tipo de centrales se permite que este agua hierva, centrales de agua en ebullición, siendo su vapor quien directamente mueve los álabes de la turbina. En otro tipo, el agua del reactor está a presión y no se permite su ebullición, centrales con reactor de agua a presión, y se la hace circular hasta el generador de vapor, que es un cambiador de calor que permite transferir el calor del agua a presión procedente del reactor a otra agua a menor presión procedente de otras conducciones dentro del cambiador. Esto hace que este agua entre en ebullición, siendo su vapor quien mueva los álabes de la turbina.

En cuanto a la revisión de las centrales nucleares, todos los años se realiza una parada de la central, de una duración aproximada de un mes, en la que se efectúa la recarga del combustible, llevándose a cabo al mismo tiempo una revisión completa y exhaustiva de todos y cada uno de los componentes de la central.

Adicionalmente a esta revisión anual, la central está sometida a un programa continuo de pruebas de vigilancia e inspección aplicado a las estructuras, sistemas y componentes relacionados con la seguridad nuclear. Especial importancia tienen las inspecciones de servicio, que tienen lugar durante la parada de recarga y que se realizan sobre los componentes mecánicos del circuito primario mediante ensayos no destructivos: exámenes visuales, pruebas hidrostáticas, líquidos penetrantes, partículas magnéticas, ultrasonidos, radiografías y corrientes. Asimismo, durante la explotación de la central se realiza continuamente un plan de vigilancia radiológica sobre el ambiente y los ecosistemas del entorno, para comprobar el cumplimiento de las condiciones y límites establecidos.

Una cuestión de indudable interés es el impacto de las centrales nucleares sobre el medio ambiente. Sobre esto se debe tener en cuenta que las centrales nucleares son centrales térmicas en las que la fuente de calor es un reactor nuclear en vez de una caldera convencional. Por las leyes de la termodinámica, aproximadamente dos tercios del calor producido en el reactor o en la caldera se libera al medio ambiente en su calidad de fuente fría de refrigeración de la central.

Los posibles efectos ambientales de una central nuclear provienen por un lado del tipo de combustible utilizado en la fuente de calor, (combustible nuclear), de la mencionada liberación de calor a la fuente fría, (calor residual), y de los materiales resultantes de la reacción, (residuos nucleares).

a) efectos debidos al combustible.

La utilización de un determinado combustible en la fuente de calor produce unos efectos medio-ambientales característicos, si el combustible es nuclear, los efectos son radiológicos debidos a la emisión de radioisótopos con los efluentes líquidos y gaseosos de la central. Al poderse medir la radiactividad de forma fácil y precisa, se conoce en todo momento cuál es la actividad que sale de la central con los efluentes citados. Todos los caminos por los que los isótopos radiactivos emitidos pueden llegar al hombre, principalmente por inhalación o por ingestión a través de la cadena alimenticia, son tenidos en cuenta en la evaluación de las dosis, tanto en el individuo potencialmente más expuesto como en la población situada en los alrededores de la central. Para ello se rea-

lizan estudios específicos sobre la meteorología y la hidrología del emplazamiento, así como de los hábitos de consumo de la población existente en el área de influencia de la central. La dosis de radiación que recibe el individuo más expuesto a través de todos los caminos de exposición debe ser siempre inferior a la permitida por la reglamentación. Por tanto, las emisiones radiactivas de las centrales nucleares no tienen una incidencia significativa sobre el medio ambiente.

b) efectos debidos al calor residual.

Estos efectos se deben al impacto del calor liberado, que a su vez depende de las características de la fuente fría de refrigeración. En dicha zona, el lugar con una elevación de temperatura superior a 1 grado centígrado por encima de la temperatura del medio es un rectángulo de medio Km. cuadrado. Los efectos ecológicos se limitan a dicha pequeña zona, produciéndose una redistribución de la población animal y vegetal tal que se localizan en la zona caliente los organismos afines a dicha condición y se alejan de ella los no afines.

c) efectos debidos a los residuos nucleares.

Siempre que se produce una transformación de materia en energía queda una cierta cantidad de materia que no se ha transformado, como son los residuos que se producen al realizarse la fisión en cadena en un reactor nuclear. Aunque el volumen de dichos residuos es moderadamente pequeño, como para no alterar el medio ambiente, lo que determina su incidencia sobre el entorno es su posible actividad radiológica.

Atendiendo a su actividad, los residuos pueden ser de alta, media o baja actividad, y según su presentación sólidos, líquidos o gaseosos. En cualquiera de estos casos, dichos residuos son tratados convenientemente con el fin de reducir su actividad hasta situarla por debajo de los mínimos que establece la legislación vigente. De esta forma, los residuos gaseosos son filtrados y posteriormente conducidos hacia tanques de retención y lechos que contienen resinas cambiadoras de iones para, después de perder su actividad, ser emitidos a la atmósfera. Los residuos sólidos y líquidos, después de extraerles aquellos productos que presenten algún interés posterior, son embutidos en matrices de vidrio y envueltos en capas de hormigón que garanticen su estanqueidad siendo posteriormente almacenados en configuraciones geológicas estables, terrestres o marinas.

### *Central nuclear de Almaraz*

La central nuclear de Almaraz está situada en el término municipal de Almaraz, en la provincia de Cáceres, a unos 200 Km. de Madrid, junto a un embalse artificial que se ha creado para su refrigeración sobre el arroyo Arrocampo, afluente del Tajo, en el pantano de Torrejón. Está

constituida por dos unidades iguales, cada una de ellas de 930.000 KW. Cada unidad está formada por un reactor de agua a presión con combustible de uranio ligeramente enriquecido. El circuito primario tiene tres generadores de vapor por cada reactor. El vapor producido se conduce por tuberías independientes a la turbina, introduciéndose en el cuerpo de alta presión y a la salida de este cuerpo se conduce a otros dos cuerpos de baja presión, pasando posteriormente al condensador.

La Central se refrigera mediante el agua de un embalse, que se ha creado sobre el arroyo Arrocampo, a través de una presa de 17 metros de altura. El agua de este embalse se bombea al condensador, desde donde, después de refrigerar el agua de la Central, se devuelve al embalse Arrocampo. Con el fin de utilizar al máximo la superficie de este embalse, se han construido unos tabiques separadores, que impiden la mezcla del agua fría con la caliente.

El sistema nuclear de suministro de vapor de cada unidad está proyectado para una potencia garantizada de 2.696 MWt, incluyendo 10 MWt de calor de fuentes distintas del reactor (fundamentalmente calor de las bombas principales), con una potencia eléctrica bruta de 930 MWe por unidad, con lo que la producción total de la Central será del orden de los 12.000 millones de KWh anuales. Se ha previsto últimamente para cada unidad una potencia aproximada de 2.817 MWt, y todo el equipo de conversión de potencia y vapor, incluyendo la turbina y el generador, tienen la capacidad de producir una potencia bruta máxima de aproximadamente 966 MWe. Los aspectos termohidráulicos y nucleares del núcleo han sido evaluados sobre la base de una potencia térmica del núcleo de 2.686 MWt por unidad.

El primer grupo de la Central nuclear de Almaraz, con una potencia de 930 MW se acopló a la red el día 1 de mayo de 1981. En el mes de septiembre se llevaron a cabo por indicación del fabricante modificaciones en los generadores de vapor, volviendo el grupo a generar energía en los primeros días del mes de octubre.

En esta fase y por advertencia del constructor del equipo principal, se efectuó el 3 de noviembre una parada del grupo para inspeccionar y revisar los haces de tubos del circuito primario de los generadores de vapor ya que la Central de Ringhals, en Suecia, de similares características, se habían detectado daños en algunos tubos. Como consecuencia de ello se estableció un programa de pruebas controladas que condujeron a su acoplamiento de nuevo a la red el 20 de diciembre con carga reducida.

En la actualidad, y tras pararse de nuevo el grupo en el mes de marzo pasado de acuerdo con el programa previsto una vez transcurri-

das 1.500 horas de funcionamiento, se acopló otra vez a la red reducida su potencia nominal durante el período necesario para hacer la puesta a punto de la modificación definitiva en los generadores de vapor de forma que permitan la operación sin limitaciones.

En cuanto al grupo II la prueba funcional en caliente está programada para fin de junio de 1982, previéndose realizar la carga de combustible en octubre siguiente, y a fines de dicho año la iniciación de las pruebas nucleares, estando previsto que inicie su funcionamiento acoplado a la red en 1983.

En relación con la parada del grupo I que se produjo en noviembre de 1981 y debido al interés y consecuencias que pueden tener éstas en Cáceres y Extremadura por el lugar de su emplazamiento, veremos el informe hecho público por el Consejo de Seguridad Nuclear con referencia a tal problemática.

El día 20 de octubre de 1981, la central nuclear de Ringhals 3 (Suecia) tuvo un incidente en un tubo de uno de los tres generadores de vapor, que obligó a llevar a la central a la situación de parada fría, dado que se había detectado rotura de un tubo de un generador de vapor sin que se produjera escape de radiactividad al exterior de la central.

Dado que la Central nuclear de Almaraz dispone del mismo modelo de generador de vapor que la Unidad 3 de la Central de Ringhals, se tomó la decisión de parar la Unidad I de la Central nuclear de Almaraz para efectuar una inspección de los tubos de los generadores de vapor.

De los resultados obtenidos en las inspecciones efectuadas en las centrales nucleares de Ringhals y Almaraz, se llegó a la conclusión de que era un defecto genérico del proyecto de los generadores de vapor de Westinghouse, consistente en la vibración inducida en los tubos próximos a la placa deflectora, en la zona de precalentamiento, a consecuencia de una distribución incorrecta del caudal de agua de alimentación entrante, lo que provoca velocidades elevadas del agua en zonas muy próximas a dicha placa deflectora. La vibración de los tubos lleva consigo el adelgazamiento de la pared de estos tubos, pudiendo producir su rotura.

El Consejo de Seguridad Nuclear, una vez analizados los estudios técnicos, informó favorablemente la puesta en marcha de la Central con los tubos taponados; pero estableciendo como condición que solamente podría funcionar a la potencia que permite la alimentación de los generadores de vapor a través de la tobera de agua de alimentación auxiliar que es del orden del 30 %. Complimentados los estudios técnicos se limitó el funcionamiento de la Central a 1.500 horas y al 50 % de la potencia nominal con alimentación por la tobera principal. La Central nuclear de Almaraz estuvo parada del 10 de marzo de 1982 al 28 de abril

de 1982, llevándose a cabo la inspección mediante corrientes inducidas entre los días 17 al 22 de marzo de 1982.

Las conclusiones de esta situación fueron que el Consejo de Seguridad Nuclear informó a la opinión pública, Congreso y Senado, Comunidades autónomas y entidades locales y municipios que tienen instaladas centrales nucleares sobre el desgaste de los tubos de los generadores de vapor.

Como consecuencia se autorizó la explotación de la Unidad I de Almaraz, alimentando los generadores de vapor por la tobera principal al 50 % de su potencia nominal, efectuándose paradas periódicas para comprobar la evolución de los desgastes producidos y poder actuar en consecuencia. Los resultados de las medidas realizadas durante las diferentes paradas muestran que durante los períodos de funcionamiento de la Central al 50 % de su potencia no han aparecido nuevos desgastes; en estas condiciones, el Consejo de Seguridad Nuclear considera que la Central nuclear de Almaraz puede funcionar con las limitaciones de alimentación y potencia establecidas, sin que esto represente un riesgo indebido para la población.

La actividad de la Central nuclear de Almaraz, en cuanto a niveles de potencia en MWh queda referida en el cuadro siguiente referida al año 1982:

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Producción Bruta	28.480	311.240	281.600	223.850	Parada
Producción Neta	26.164	287.822	258.198	206.757	»
Potencia Media	377'2	423'46	400'56	421'56	»
Consumo Propio	—	23.418	43.202	17.093	»

#### *Central nuclear de Valdecaballeros*

Aunque su puesta en funcionamiento se prevé para 1986, hacemos mención a ella por la importancia futura que tendrá en el conjunto energético nacional y debido a su importancia para Extremadura.

La Central nuclear de Valdecaballeros se ha situado en el término municipal de Valdecaballeros, en la provincia de Badajoz, a unos 180 kilómetros Oeste-Suroeste de Madrid, junto a un embalse artificial que se creará para su refrigeración, sobre el río Guadiana, en el embalse de García de Sola.

La técnica elegida para esta Central ha sido la del reactor de agua ligera en ebullición, siendo la potencia prevista de 975 MW para cada uno de los dos grupos de que constará la Central.

## **Nuevas energías**

Con el comienzo de la crisis de la energía en 1973, se acentuó la necesidad de reducir el consumo de petróleo, satisfaciendo una mayor proporción de necesidades energéticas a través de otras fuentes, conocidas como nuevas energías. Estas nuevas fuentes son principalmente la solar, eólica, de las olas, mareotérmica, geotérmica, licuefacción y gasificación del carbón, biomasa y fusión nuclear. La novedad de estas fuentes radica unas veces en la energía a utilizar y otras en la tecnología que se aplica. De ahí que sea más adecuado hablar de nuevas energías y nuevas tecnologías. Se está realizando una importante labor económica y tecnológica en este sentido, si bien se cree que la contribución de dichas fuentes a la cobertura de la demanda global de energía no superará el 5 % en el año 2000.

De todo este conjunto de energías las únicas que merecen una especial mención por su mayor importancia sobre las demás en el contexto regional, son la energía solar y la eólica.

### *Energía eólica*

Es una consecuencia directa de la energía solar, y el aprovechamiento de la energía eólica para la producción de electricidad se ha venido investigando en los últimos años. La mayor aplicación de la energía eólica se prevé que será para el suministro eléctrico en zonas rurales, como complemento de la producida por otros medios. La principal limitación de este tipo de centrales una vez puesta a punto su tecnología, será la escasez de emplazamientos adecuados junto con las dificultades provenientes de los frecuentes cambios de velocidad y dirección del viento, la aparición de vientos racheados, tormentas, etc., lo que dará lugar a frecuentes discontinuidades en el suministro eléctrico de esta energía.

En cuanto a su incidencia sobre el medio ambiente, además de los requisitos de disponibilidad del terreno e impacto estético derivados de la utilización de gran número de turbinas eólicas para unidades de potencia, produce ruido e interferencias en las comunicaciones.

En concreto, la utilización de este sistema de energía para la obtención de electricidad en nuestra región, según consultas realizadas con empresarios relacionados con este tema de la ciudad de Plasencia, se puede decir que se va incrementando el número de instalaciones realizadas, y se espera que en el futuro el número de ventas de sistemas de este tipo de energía aumente considerablemente.

### *Energía solar*

En los últimos tiempos se viene hablando cada vez con más frecuencia de las grandes posibilidades de aplicación de la energía solar, sobre

todo en aquellos lugares que cuentan con un gran número de horas de sol al año. El problema fundamental que se plantea en la actualidad es el desarrollo de una serie de tecnologías concretas que optimicen el binomio inversión-rendimiento energético.

El aprovechamiento de la energía solar como fuente de calor se ha orientado en dos direcciones: la primera, para utilizaciones a bajas temperaturas, y la segunda para la producción de electricidad, en base a la consecución de altas temperaturas. El sistema consiste fundamentalmente en concentrar los rayos solares en un punto, mediante espejos, en el que se alcanzan valores elevados de la temperatura. Este calor es utilizado para calentar agua, que una vez convertida en vapor, mueve una turbina. Sin embargo, para producir electricidad en cantidades apreciables se requieren grandes cantidades de espejos que ocupan superficies muy extensas y tienen un coste muy elevado, por lo que este procedimiento sólo puede ser utilizado por el momento a nivel experimental. Temperaturas mucho más bajas, pero con instalaciones más sencillas, se consiguen con los llamados colectores solares. Este sistema consta de unos paneles que se sitúan en los tejados de los edificios o en lugares despejados, de forma que puedan recibir las radiaciones solares directamente. Con este sistema se consiguen temperaturas mucho menos elevadas, pero sí útiles para calentar agua para usos domésticos. Menos desarrollada se encuentra la transformación directa de energía solar en energía eléctrica. Esta transformación se lleva a cabo mediante células solares, construidas con materiales capaces de transformar electricidad a partir de las radiaciones solares en base al efecto fotovoltaico.

La energía solar ofrece actualmente interesantes posibilidades para determinadas utilizaciones de tipo doméstico llamadas de baja temperatura, tales como calefacción y calentamiento del agua a pequeña escala. La tecnología actual se centra principalmente en aumentar el rendimiento del proceso y en abaratar el coste de los equipos, con objeto de que sea cada vez más atrayente la instalación de estos sistemas. Se debe tener en cuenta, que estos sistemas se combinan generalmente con aportación energética complementaria con objeto de obtener un óptimo en el porcentaje de aportación solar, ya que la pretensión de obtener toda esta energía mediante origen solar tendría un coste prohibitivo.

Frecuentemente se considera que el aprovechamiento de la energía solar es una de las actividades con menor incidencia sobre el medio ambiente. Sin embargo, esto no es exacto si se consideran las grandes extensiones de terreno que se requieren para que esta forma de energía pueda ser aprovechada en unidades de producción de electricidad con la tecnología actual en desarrollo. Debido a la superficie de espejos ne-

biéndose enviar el exceso de la producción de energía, ya que ésta no es almacenable, a otros centros deficitarios en la producción de energía y que tienen un consumo mayor, a través de la Red General de Transporte de Energía Eléctrica, por medio de los intercambios entre zonas.

El tema problemático de las centrales nucleares posee gran importancia, debido a la localización en Extremadura de dos centrales, Almaraz y Valdecaballeros. Hay que tener en cuenta que debido a las averías últimamente habidas en la Central nuclear de Almaraz, la población está inquieta con respecto a la seguridad de esta central.

En cuanto a las presas hidroeléctricas construidas en nuestra región tenemos que decir que es una de las zonas con mayor número de embalses en relación con el consumo, debido esto a las condiciones geográficas e hidrográficas.

Como una crítica al sistema establecido, podemos decir, que siendo Extremadura una región con gran producción de energía, como ya se ha mencionado, debería tener algún tipo de compensación, ya sea de tipo económico, como puede ser una disminución de las tarifas sobre el coste de la electricidad, ya sea de otro tipo como la implantación de industrias en nuestra región, con el ahorro que ello supone en cuanto al transporte de energía y evitar el despilfarro de ésta, teniendo así mismo el desarrollo económico consiguiente para Extremadura.

#### **BIBLIOGRAFÍA:**

- Monitor, Salvat.
- La electricidad en España, Unesa.
- Extremadura saqueada. Recursos naturales y autonomía regional.
- Diario-16.
- Situación actual y perspectivas de desarrollo en Extremadura. Tomo I.
- BP Solar.
- Hidroeléctrica Española S. A. Memorias y Anuarios.
- Central Nuclear de Almaraz. Centro de Información.